

LABILIS SZÉN, MINT A TALAJBIOLÓGIAI AKTIVITÁS INDIKÁTORA MIKROBIÁLIS OLTÓANYAGOK ÉS CA-TARTALMÚ TALAJJAVÍTÓ ALKALMAZÁSÁNÁL

PRETTL NÁNDOR – BIRÓ BORBÁLA – NUGROHO PRIYO ADI – JUHOS KATALIN

Összefoglalás

A labilis szén (LOC) tartalom, az active szén (POXC=permanganát oxidálható szén) mérése a talajok mikrobiális aktivitásának a kimutatását szolgáló módszer. Célja a növények és a mikroorganizmusok számára is elérhető széntartalom megállapítása. Az LOC a szerves anyagok egy kis- és könnyen oxidálható része, a mikrobiális biomassza és a szénhidrát molekulák szén-tartalmának a mérésével, érzékenyebb a talajon végzett beavatkozásokra a teljes vagy összes szerves szén-tartalommal (TOC) összehasonlítva. Mérésünket tenyészedényes és szabadföldi kísérletekben végeztük, egy savanyú kémhatású gyenge P-ellátottságú és alacsony szervesanyag tartalmú agyagbemosódásos barna erdőtalajon (pH=4,9; Humusz=1.64 %; felvehető P₂O₅=66 mg kg⁻¹), valamint egy semleges kémhatású magas P és szervesanyag tartalmú típusos réti talajon (pH=6.75; Humusz=2.53 %; felvehető P₂O₅=303 mg kg⁻¹), kukorica (*Zea mays*) tesztnövényvel. Vizsgálataink alapján a talajok LOC-tartalma jól szemlélteti a talajtípusok közötti különbséget, összefüggésben az eltérő kémhatású és szervesanyag tartalmú talajok biológiai aktivitásával. A talaj kémhatásának CaO kezeléssel való javítása hatással van a biológiai aktivitás, így a labilis szén-tartalom növekedésére is. Tenyészedényes kísérletben kereskedelmi mikrobiális oltóanyagok (*Pseudomonas putida*, *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus circulans*, *B. megaterium*, *Funneliformis*-, *Claroideoglomus*- és *Rhizophagus* sp.) hatását az LOC-tartalom növekedése mindkét talajtípuson jelezni tudta. Szabadföldi körülmények között azonban nem találtunk különbséget az oltóanyagok hatására, mivel az LOC jellegzetes időbeli változását a talaj nedvességtartalma és a talajszerkezet időbeli – pl. vetés utáni – változásai is befolyásolni képesek.

Kulcsszavak: labilis szén, talajtípus, talajbiológia, kémhatás, termésmenvelők, talajoltók

LABIL CARBON AS AN INDICATOR OF SOIL BIOLOGICAL ACTIVITY IN THE APPLICATION OF MICROBIAL INOCULANTS AND SOIL CONDITIONER CONTAINING CA

Abstract

Labil organic carbon (LOC) content, the active C=POXC, i.e the permanganate oxidizable C is a common method in general to evaluate the current soil microbial activity. LOC method is able to estimate the C-forms, available both the plants and the microbes in soils. LOC is the easily oxidizable forms of soil organic matter – like microbial biomass and carbohydrate C – which is a sensitive indicator of soil management in comparison with the known Total Organic Carbon (TOC) content. Pot and field experiments were designed on siltic Luvisol (pH=4.91; SOM=1.64 %; available P₂O₅=66 mg kg⁻¹) and on silty clay Gleysol (pH=6.75; SOM=2.53 %;

available $P_2O_5=303 \text{ mg kg}^{-1}$), with *Zea mays* test-plant. We suggest, that LOC can be an appropriate indicator to show the differences between soil types and the resulted soil biological activities. In case if the pH is improved through CaO-addition, both soil biological activity and LOC can be enhanced. Industrial biofertilizer products, as microbial inoculants (i.e. *Pseudomonas putida*, *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus circulans*, *B. megaterium*, *Funneliformis*-, *Claroideoglomus*- and *Rhizophagus sp.*) could enhance LOC content in both soil types in the pot experiments at controlled environmental condition. In field experiment, however LOC could show dynamic changes in time, correlated both with the soil moisture and the structural changes of soil physical – management – parameters.

Keywords: labil carbon, soil type, soilbiology, pH, microbial inoculums, biofertilizers

Bevezetés

Napjainkban az élelmiszereinkkel kapcsolatos növekvő igény és a környezetvédelmi célok összeegyeztetése a legnagyobb globális kihívás a mezőgazdaság számára (SMITH-GREGORY, 2013). A talajok biológiai aktivitása és a fenntartható talajhasználat ezzel párhuzamosan felértékelődik (KOTROCZÓ et al., 2014). A talajhasználatot ennek megfelelően modern és biológiai módszerekkel kibővített talajminőség indikátorokkal szükséges mérni és igazolni (WANDER and DRINKWATER, 2000; HALÁSZ et al., 2022). Ha a talajerőt kizárólag mesterséges úton előállított szervesetlen kémiai anyagokkal növeljük, akkor az nem lesz egyenrangú azokkal a művelési módokkal, amit a szerves anyagok visszajuttatásával és a talajélet aktiválásával érünk el (DUDÁS et al., 2017). A talajminőség megőrzése azért is fontos, mert a rendelkezésre álló talajkészlet véges, sőt sajnálatos módon évről-évre csökken (BIRÓ 2019; OLDEMAN et al., 1991). Magyarország jó agroökológiai adottságai ellenére a talajminőség kedvezőtlen változásai nagy területet érintenek hazánkban is (VÁRALLYAY 2006).

Az egyik legelterjedtebb talajminőség indikátor a talajok teljes szervesanyag tartalmának és az azokkal összefüggő tulajdonságoknak a mérése. Ezek során legtöbbször a talajok teljes szerves szén (total organic carbon, TOC) tartalmát állapítják meg (KOTROCZÓ et al., 2017). Mivel ez az érték különböző talajhasználatok hatására több év alatt változik meg, ezért rövidtávú talajhasználat-változások kimutatására nem megfelelő. Irodalmi adatok szerint alkalmasabb lehet a talajok labilis szén (labile organic carbon, LOC), tartalmának a mérése, ami a TOC-nek egy kisebb része ugyan, de érzékenyebb a talajhasználat hatásának a követésére, megváltozására (WEIL and MAGDOFF, 2004, WEIL et al., 2003). Képes kimutatni a mikrobiális biomassza, az apró szemcséjű szerves anyagok és a szénhidrátok széntartalmát. WEIL et al., 2003-ban továbbfejlesztették a BLAIR et al., 1995-ben leírt módszerét, melynek során megállapították, hogy az LOC mérésére a 0,02 M-os $KMnO_4$ oldat a legmegfelelőbb. Kidolgoztak egy olyan új módszert, mellyel mérhető a talajok LOC-tartalma, akár a terepi viszonyok között is (WEIL et al., 2003). Az LOC módszere alkalmas magas szervesanyag utánpótlás kimutatására, az eltérő talajművelések összehasonlítására – csökkentett talajművelés és hagyományos művelés, továbbá állati- és műtrágya tartamkísérlet összehasonlítására (ABAGANDURA et al., 2022; BONGIORNO et al., 2019; LUCAS and WEIL, 2012; ROPER et al., 2010; SPARLING et al., 1998). Azonban kevés az információ a módszer alkalmazhatóságáról mikrobiológiai termésmenővelők hatásának és erősen savanyú talajok kémiai talajjavításának kimutatására.

A mikrobiális oltóanyagok alkalmazásának célja a növény-mikroba kölcsönhatás-rendszer különböző hatásmechanizmusainak hasznosítása a mezőgazdasági termelésben. A kémiaiilag szintetizált műtrágyák alternatívája lehet a tápanyag-szolubizáló mikroorganizmusok alkalmazása a fenntartható növénytermesztési rendszerekben (BIRÓ et al., 2000; KHAN et al., 2014; www.biofactor.info). Ezen mikroorganizmusok élettevékenységére a környezeti tényezők ko-

moly hatással vannak (KOTROCZÓ et al., 2018; SZABÓ et al., 2022). Az oltóanyagok alkalmazásának sikerét erősen befolyásolja a talajok típusa, fizikiai-kémiai tulajdonságai (JUHOS and MADARÁSZ, 2016; RIEDER et al., 2018). A talaj pH-ja meghatározza a benne élő mikroorganizmusok előfordulását, savanyú talajokban inkább a gombák, semleges körüli és lúgos talajokon inkább a baktériumok jellemzőek. Az erősen savanyú talajok esetében megszűnik a nitrifikáló baktériumok tevékenysége (KÁTAI, 2011). A szabadon élő nitrogén-kötő *Azotobacter* baktériumok általában pH-4 érték alatt nem tudnak működni (BIRÓ, 2005). PABAR et al., (2020) tenyészedényes kísérletben megállapították, hogy a baktérium és gomba törzsek a legnagyobb hatékonysággal a magas agyagtartalommal rendelkező talajon működtek. Általánosságban elmondható, hogy az agyagbemosódásos barna erdőtalajokon kevesebb és rosszabb minőségű – savanyú – a szerves anyag, mint a típusos réti talajokon (STEFANOVICS et al., 1999). Az utóbbi talajok mikrobiológiai aktivitása magasabb, amennyiben nincsenek hosszú vízzel borított időszakok, mivel anaerob körülmények között az obligát aerob baktériumok és gombák többsége nem képes túlélni (KÁTAI, 2011; KOVÁCS et al., 2020).

A mikorrhiza gombák hifáikkal a talaj-növény rendszerben több tápanyagot képesek megkötni, mint a gyökerek önmagukban; ezen kívül a kötött, nehezen felvehető foszforformák felvételét is segíteni képesek (BAGYARAJ et al., 2002; TAKÁCS et al., 2016). A szintetikus műtrágyák környezeti hatásai, a talajok degradációja, de a fosszilis energiák hiánya miatt is, az utóbbi években globálisan nőtt a mikrobiális oltóanyagok felhasználása a fenntartható mezőgazdasági rendszerekben. Célunk az volt, hogy ismereteket gyűjtsünk a labilis C-tartalom (LOC) alakulásáról és talajmonitoring gyakorlatban lehetséges alkalmazhatóságáról két hazai talajon, tenyészedényes és szabadföldi kísérletekben. A vizsgált talajok aktivitásának a fokozása és az LOC növelése érdekében, baktériumokat és mikorrhiza gombákat is tartalmazó kereskedelmi talajoltóanyagokat alkalmaztunk.

Anyag és módszer

Talajok és jellemzésük

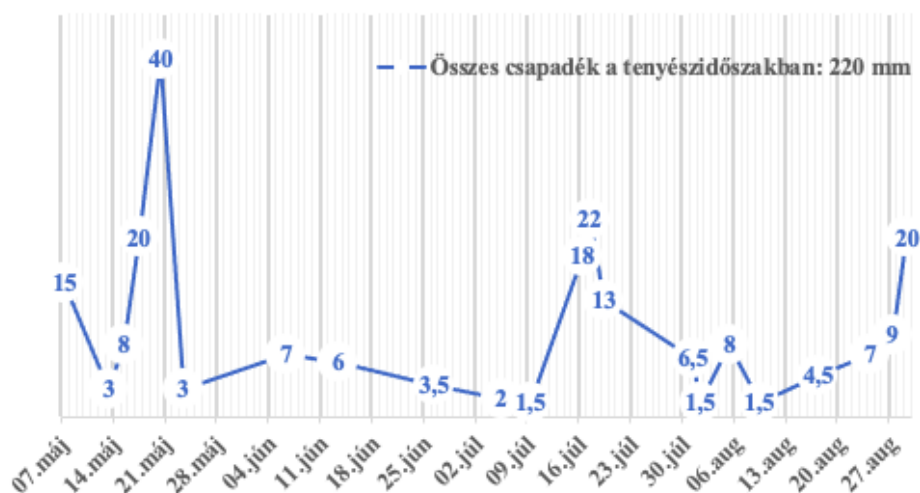
Kísérleteinket tenyészedényben és szabadföldön is kétféle, egymástól jellemző tulajdonságiban különböző talajon állítottuk be (1. táblázat). A talajok termőhelyei Baranya megyében, a Mecsektől északra helyezkednek el. Az agyagbemosódásos barna erdőtalaj (ABET) termőhely Ligeten, a típusos réti talaj (RT) Oroszlón található (N: 46° 12' 56" E: 18 09' 47"; N: 46° 12' 44" E: 18 06' 52").

1. táblázat: A kísérletek talajai és legfontosabb fizikai-kémiai tulajdonságaik 0-30 cm-es rétegben (ABET: 2017.03.17., RT: 2018.04.17.) / Table 1. Experimental soils and their main physico-chemical properties in 0-30 cm layer (ABET: 17.03.2017, RT: 17.04.2018)

Vizsgált tulajdonságok	Mértékegység	Módszer	I. agyagbe- mosódásos barna erdőtájalj (ABET)	II. típusos réti talaj (RT)
pH (KCl)		MSZ-08-0206-2 2.1:1978	4,91	6,75
K _A		MSZ-08-0205:1978	43	52
Összes só	%m/m légsz. a.	MSZ-08-0206-2:1978	<0,02	0,07
CaCO ₃	%m/m légsz. a.	MSZ-08-0206:1978	<0,1	1,03
Humusz	%m/m légsz. a.	MSZ-08-0452:1980	1,64	2,53
NO ₃ + NO ₂ - N (KCl oldható)	mg/kg légsz. a.	MSZ 20135:1999	7,2	19,1
P ₂ O ₅ (AL oldható)	mg/kg légsz. a.	MSZ 20135:1999	66,3	303
K ₂ O (AL oldható)	mg/kg légsz. a.	MSZ 20135:1999	153	241
SO ₄ ²⁻ -S (KCl oldható)	mg/kg légsz. a.	MSZ 20135:1999	13,5	86
Na (AL oldható)	mg/kg légsz. a.	MSZ 20135:1999	14,6	80
Mg (KCl oldható)	mg/kg légsz. a.	MSZ 20135:1999	248	412
Zn (EDTA oldható)	mg/kg légsz. a.	MSZ 20135:1999	1,16	3,28

Szántóföldi kísérleti háttér

A szántóföldi kísérletet, melyben mikrobiológiai oltóanyagokat használtunk, 2021-ben az 1. táblázatban szereplő kétféle termőhelyen állítottuk be kukorica (*Zea mays*, FAO 340) teszt-növényvel (beállítás dátuma: 2021.04.25.). A parcellás kísérletben alkalmazott vetőmagnorma 72000 mag/ha mennyiségnek felelt meg (parcellák mérete 4,5 m × 100 m). A tenyészidőszak csapadék mennyisége (220 mm) elegendőnek bizonyult a teszt-növény számára. Júniusban kevesebb, a kukorica termésmennyisége szempontjából kritikus július-augusztus hónapokban pedig megfelelő mennyiségű – körülbelül havonta 55 mm - csapadék esett (1. ábra).



1. ábra: A lehullott csapadék mennyisége a szabadföldi kísérlet tenyészidőszakában. A ábrán lévő számok az egy napon belül lehullott csapadék mennyiségét jelölik / Figure 1. Rainfall during the growing season of the field experiment. The numbers in the figure represent the amount of precipitation that fell within one day

A kísérletekben felhasznált talajoltó mikrobiológiai készítmények közül egy baktériumtrágyát (Bact-1) és egy mikorrhiza gomba (AMF) készítményt (Myc) alkalmaztunk. A Bact-1 készítmény *Pseudomonas putida*, *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus circulans* és *Bacillus megaterium* baktériumokat, köztük foszformobilizálókat is tartalmazott. Kijuttatása 15 l ha⁻¹ dózisban, 200 l ha⁻¹ vízmennyiséggel talajra permetezve, majd azonnal bedolgozva történt. A Myc mikorrhiza gomba készítmény *Funneliformis*-, *Claroideoglossum*- és *Rhizophagus* sp. fajokat tartalmazott. A 10 kg ha⁻¹ dózist a vetéssel egy menetben juttattuk ki a talajba. Az I. termőhelyen a két készítmény kombinációját is alkalmaztuk. A II. termőhelyen csak a Myc készítmény került beállításra, 10 kg ha⁻¹ dózisban. A kezeléseket 3 ismétlésben, kontroll parcellákkal együtt, véletlen blokk elrendezésben alkalmaztuk.

Tenyészedényes kísérletek

A tenyészedényes kísérletet az 1. táblázatban szereplő kétféle, egymástól lényeges tulajdonságaiban különböző talajjal állítottuk be a kukorica tesztnövényvel. A kísérletben alkalmazott tenyészedények mérete az oltóanyagok esetén 0,5 kg töltőtömegű, míg a CaO esetén 3 kg töltőtömegű volt. Az alkalmazott mikrobiológiai és talajjavító kezelések a 2. táblázatban láthatók.

2. táblázat: A tenyészedényes kísérletek kezelései és azok dózisa / Table 2. Treatments and doses of the pot experiments

Készítmény	Összetétel	Dózis
Bact-1	<i>Pseudomonas putida</i> , <i>Azotobacter chroococcum</i> , <i>Bacillus circulans</i> és <i>Bacillus megaterium</i>	15 l ha ⁻¹
Bact-2	<i>Bacillus simplex</i> , <i>Pseudomonas frederiksbergensis</i> , <i>Agreia pratensis</i> , <i>Paenibacillus peoriae</i> , <i>Exiguobacterium acetylicum</i> , <i>Azospirillum largimobile</i> és <i>Azospirillum brasilense</i>	1,5 l ha ⁻¹
Myc	<i>Funneliformis</i> -, <i>Claroideoglossum</i> - és <i>Rhizophagus</i> sp.	10 kg ha ⁻¹
Myc + Bact-1	<i>Funneliformis</i> -, <i>Claroideoglossum</i> - és <i>Rhizophagus</i> sp. + <i>Pseudomonas putida</i> , <i>Azotobacter chroococcum</i> , <i>Bacillus circulans</i> és <i>Bacillus megaterium</i>	10 kg ha ⁻¹ + 15 l ha ⁻¹
CaO	100 % CaO (égetett mész)	2,66 t ha ⁻¹

Minden kezelésből 5 ismétlés és kontroll edények kerültek beállításra. Az oltóanyaggal kezelt tenyészedényeket 2021. március 04- 2021. április 19-ig a Budai Campus fényszobájában tartottuk, majd 2021. június 1-ig kihelyeztük azokat üvegházi körülmények közé. A CaO kezelést 2022.05.03-án a kukorica vetés napján végeztük és 2022. július 20-ig a tenyészedényeket a szabadban tároltuk. A pH növelő CaO kezelést csak a savanyúbb jellegű agyagbemosódásos barna erdőtalajon végeztünk 0,1 g 100 g⁻¹ talaj dózisban, ami megfelel 2,66 t ha⁻¹ mennyiségnek az 1,33 g cm⁻³ átlagos térfogattömegű talaj 20 cm-es rétegére vonatkoztatva. A kezelés kijuttatása szilárd halmazállapotban, talajba keverve történt. Ennek hatására az agyagbemosódásos barna erdőtalaj (ABET) kémhatása közel semleges pH tartományba emelkedett. A talajok szántóföldi vízkapacitásának meghatározása alapján a növények fejlődéséhez szükséges vízmennyiséget 2-3 naponta pótoltuk, súlykiegészítés alapján.

Talajbiológiai vizsgálatok

A szabadföldi kísérletekben a talajbiológiai vizsgálatokhoz három különböző időpontban vettünk parcellánként 10-10 db homogén talajmintát a 0-10 és a 10-20 cm-es mélységekből. A tenyészedényes oltóanyag kísérletben a 2021.05.07-én a növények 9 hetes állapotában, a CaO kísérletben 2022.07.20-án a növények 11 hetes állapotában vettünk a talajbiológiai vizsgálatokhoz 0-10 cm-es mélységből a talajmintákat. A labilis szén mérése légszáraz talajon történt WEIL et al., (2003) módszere alapján. Ennek során 1 g talajhoz 10 ml KMnO_4 (0,02M) oldószert adtunk, majd rázószekrénybe helyeztük az oldatot 5 percre. Ezt követően hígítottuk az oldatot úgy, hogy 200 μl oldathoz 10 ml desztillált vizet öntöttünk. A hígított oldatot 3000-es fordulaton 5 percig centrifugáltuk. Az ülepités után mértük a minták abszorpcióját 550 nm-en. Az aktív szén-tartalom arányos az oxidálószer fogyásával, azaz a kálium-permanganát lila színének halványulásával, ami kisebb mértékű fényabszorpciót eredményez. Az eredmény számítására BLAIR et al., (1995) módszere alapján történt, mely szerint 1 mol MnO_4 elfogyását 0,75 mol (9000 mg) C oxidálása eredményezi.

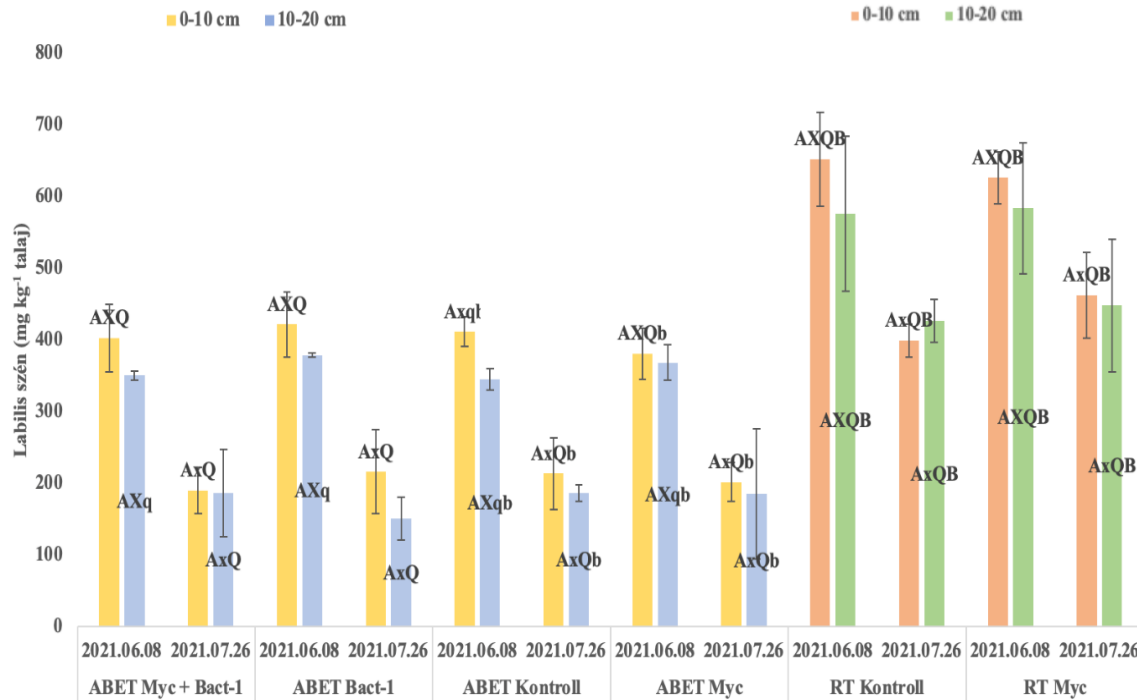
Statisztikai kiértékelés

Az adatok matematikai statisztikai elemzését egytényezős varianciával (UNIANOVA) vizsgáltuk. A feltételvizsgálatok (normalitás és szóráshomogenitás) után a szükséges esetekben Post-hoc tesztet végeztünk. Az ábrákon a szignifikáns különbségeket jelöltük. A vizsgálatokat $P < 5\%$ szinten végeztük (a konfidencia intervallumok megbízhatósága 95%), SPSS 25 PC programcsomag segítségével.

Eredmények

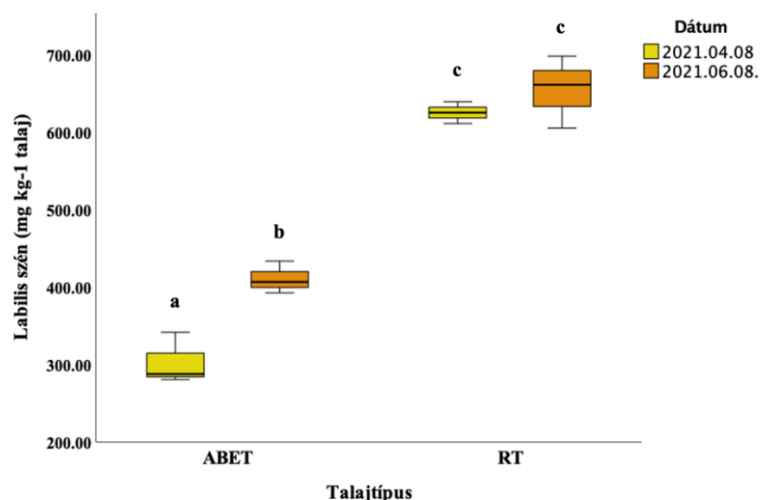
Labilis szén-tartalom a szabadföldi kísérletekben

A talajbiológiai vizsgálatokat tekintve a labilis szén (LOC) értékek szignifikáns különbséget mutatnak a két termőhely között (2. ábra). A típusos réti talajon mindkét mintavételi időpontban szignifikánsan magasabbak a mért értékek, mint az agyagbemosódásos barna erdőtalajon. A mintavételi mélységek között nem tudtunk kimutatni különbséget, azonban a mintavételi időpontok között is lényeges különbség látható. 2021. június 8-tól 2021. július 26-ig jelentősen csökkent a talajminták LOC-tartalma. Az alkalmazott mikrobiológiai készítmények hatását az LOC alakulására a kontroll parcellákhoz viszonyítva, egyik talajon sem tudtuk kimutatni.



2. ábra: Labilis szén (LOC)-tartalom talajoltó-készítmények hatására szabadföldi kísérletben agyagbemosódásos barna erdőtalajon (ABET) és típusos réti talajon (RT) talajokon 2021-ben, két különböző időpontban (06.08 és 07.26), két mélységben (0-10 és 10-20 cm) mintázva. Az oszlopokban lévő 'A' betűk a kezelések hatását mutatják azonos időpontban, az oszlopokban lévő 'X' betűk jelzik a mintavételi időpont hatását kezelésként, az oszlopokban lévő 'Q' betűk jelzik a mintavételi mélység hatását, míg az oszlopokban lévő 'B' betűk a talajtípus hatását ($p < 0,05$) / Figure 2. Labile organic carbon (LOC) content as a result of microbial inoculums in field experiment on siltic Luvisol soil (ABET) and on silty clay Gleysol soil (RT) in 2021, sampled at two different times (06.08. and 07.26.), at two depths (0-10 and 10-20 cm). The letters 'A' in the columns indicate the effect of treatments at the same date, the letters 'X' in the columns indicate the effect of sampling time per treatment, the letters 'Q' in the columns indicate the effect of sampling depth, while the letters 'B' in the columns indicate the effect of soil type ($p < 0,05$)

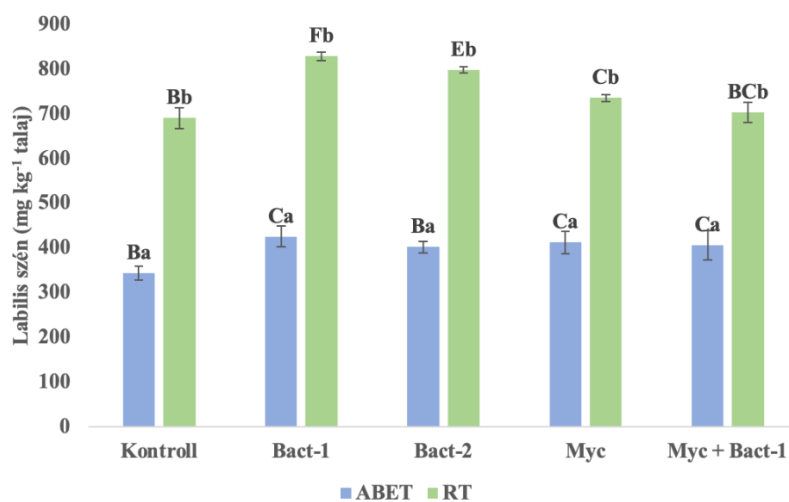
Szabadföldi méréseink alapján megállapítható, hogy az agyagbemosódásos barna erdőtalajok kontroll, kezelés nélküli parcelláin a kukorica vetés előtti (2021.04.08.) állapotához viszonyítva a kukorica vetés utáni (2021.06.08.) talajmintáinak az LOC-tartalma statisztikailag igazolható mértékben megemelkedett. Ezzel szemben a típusos réti talajon nem volt mérhető szignifikáns különbség (3. ábra).



3. ábra: Labilis szén (LOC)-tartalom alakulása a kukorica (*Zea mays* FAO 340) vetés hatására szabadföldi körülmények között agyagbemosódásos barna erdőtalajon (ABET) és típusos réti talajon (RT) talajokon két időpontban mintázva / Figure 3. Labile organic carbon (LOC) content of the soil with corn (*Zea mays* FAO 340) test crop, as a result of sowing in field experiment on siltic Luvisol soil (ABET) and on silty clay Gleysol soil (RT) sampled at two dates

Labilis szén-tartalom a tenyészedényes kísérletekben talajoltó készítményekkel

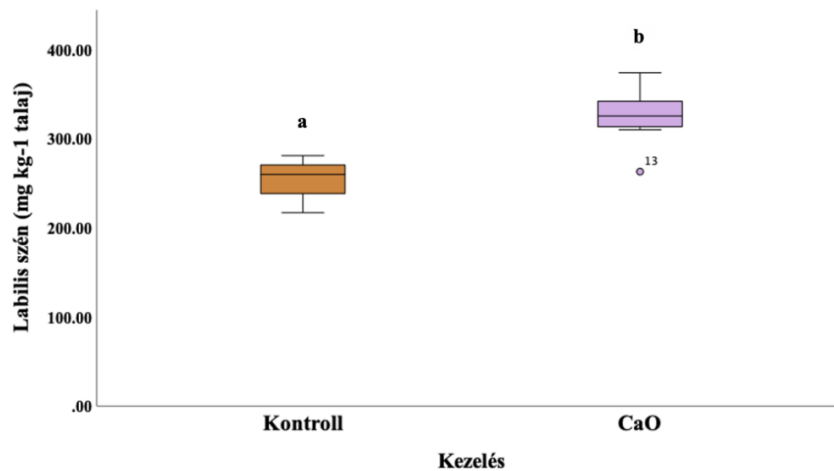
Tenyészedényes kísérleteink alapján megállapítottuk, hogy agyagbemosódásos barna erdőtalajon a Bact-1, a Myc és a Myc+Bact-1 kezelések szignifikánsan növelték a talajok LOC-tartalmát. Típusos réti talajon pedig mindegyik kezelés statisztikailag igazolhatóan növelte a talajok LOC-tartalmát a kontroll mintákhoz képest (4. ábra).



4. ábra: Labilis szén (LOC)-tartalom alakulása mikrobiális talajoltó-készítmények hatására tenyészedény kísérletben agyagbemosódásos barna erdőtalajon (ABET) és típusos réti talajon (RT) talajokon kukorica (*Zea mays* FAO 340) teszt növényvel. Az oszlopokban lévő nagy betűk (B,C,E,F) jelzik a kezelés hatását talajtípusonként, míg a kis betűk (a,b) a talajtípus hatását mutatják kezelésként ($p < 0,05$) / Figure 4. Labile organic carbon (LOC) content of the soil as a result of microbial inoculums in field experiment on siltic Luvisol soil (ABET) and on silty clay Gleysol soil (RT) with corn (*Zea mays* FAO 340) test crop. Large letters in the columns (B,C,E,F) indicate the effect of the treatment per soil type, while small letters (a,b) indicate the effect of soil type per treatment ($p < 0,05$)

A pH javítás hatása az LOC-tartalom alakulására

A savanyú agyagbemosódásos barna erdőtalajon végzett kémhatást növelő CaO kezelés hatását a talajminták LOC-tartalmára az 5. ábra mutatja. Megállapítottuk, hogy a savanyú agyagbemosódásos barna erdőtalajon CaO kezelés hatására, 11 hét alatt, kukorica kultúrnövény jelenléte mellett nem csak a savanyú kémhatás (pH=4,91) semleges irányba történő elmozdulása következett be (pH=7,43), de a talajminták LOC-tartalma is szignifikánsan nőtt a kontroll mintákhoz viszonyítva.



5. ábra: Labilis szén (LOC)-tartalom alakulása 0,1 g 100 g⁻¹ mennyiségű CaO kezelés hatására savanyú (pH=4,91), de szignifikánsan a semleges irányba javult (pH= 7,43) agyagbemosódásos barna erdőtalajon tenyészedényes kísérletben (2022.07.20.) / Figure 5. Labil organic carbon (LOC) content of the soil as a result of 0,1 g 100 g⁻¹ CaO treatment in acidic (pH=4,91) but significantly improved towards neutral (pH= 7,43) siltic Luvisol soil, in pot experiment (20.07.2022)

Következtetések

Mind a szabadföldi-, mind a tenyészedényes kísérletek talajmintáinak labilis szén (LOC) vizsgálati eredményei alapján a következő megállapításokra jutottunk:

- Az LOC mérés eredményei jól szemléltetik a talajtípusok közötti különbségeket, azaz az eltérő kémhatású és szervesanyag tartalmú talajok közötti biológiai aktivitás aktuális eltéréseit.
- A talajok kémhatása, így a savanyúbb jellegű talaj CaO kezelése javítja a talajok LOC-tartalmát és ezzel összefüggésben a vélhető oda-vissza-hatásként a talajbiológiai aktivitást is. Ennek megerősítésére további biológiai aktivitás vizsgálatok elvégzése javasolt (csíraszám és enzimaktivitás meghatározása).
- A gyengébb agyagbemosódásos barna erdőtalajú termőhelyen, szabadföldön a kukorica vetéssel párhuzamosan megjavult biológiai aktivitás szignifikánsan növelte a talaj LOC-tartalmát is.
- Kísérleteink alapján a talajok LOC-tartalma, a mikrobiális oltóanyagok hatásának kimutatására, rövidtávú hatás-vizsgálatára is alkalmas módszernek bizonyult a kontrollált tenyészedényes kísérletekben.
- Szabadföldi körülmények között a talajbiológiai aktivitás függősége az LOC-tartalom rövid- és hosszútávú alakulására a talajművelési hatásoktól, a klimatikus körülményektől és a mikrobiális oltóanyagok lehetséges hatásaitól is további vizsgálatokat igényel.

Hivatkozott források

ABAGANDURA, G. O. – MAHAL, N. K. – BUTAIL, N. P. – DHALIWAL J. K. – GAUTAM, A. – BAWA, A. – KOVÁCS, P. – KUMAR, S. (2022). Soil labile carbon and nitrogen fractions after eleven years of manure and mineral fertilizer applications. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 1–16. DOI: <https://doi.org/10.1080/03650340.2022.2043549>

BAGYARAJ, D.J. – MEHROTRA, V.S. – SURESH, C.K. (2002). 23. Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Biofertilizer for Tropical Forest Plants. *Biotechnology of biofertilizers*, 299.

BIRÓ, B. – KÖVES-PÉCHY, K. – VÖRÖS, I. – TAKÁCS, T. – EGGENBERG, P. – STRASSER, R.J. (2000). Interrelations between Azospirillum and Rhizobium nitrogen-fixers and arbuscular mycorrhizal fungi in the rhizosphere of alfalfa in sterile, AMF-free or normal soil conditions. *Applied Soil Ecology*, 15(2), 159–168. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(00\)00092-5](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(00)00092-5)

BIRÓ, B. (2005). A talaj, mint a mikroszervezetek élettere. A talajok jelentősége a 21. Században. Magyarország az ezredfordulón. Stratégiai kutatások a Magyar Tudományos Akadémián II. Az agrárium helyzete és jövője. (szerk: Stefanovits, P. Michéli, E.), 141–173.

BIRÓ B. (2019). Az új szemléletű biológiai talajerővizsgálat és értékelés szükségessége. *Mezőhír*, (11), 40–43.

BLAIR, G.J. – LEFROY, R.D.B. – LISE, L. (1995). Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. *Australian journal of agricultural research*, 46(7), 1459–1466.

DOI: <https://doi.org/10.1071/AR9951459>

BONGIORNO, G. – BÜNEMANN, E. K. – OGUEJIOFOR, C. U. – MEIER, J. – GORT, G. – COMANS, R. – MÄDER, P. – BRUSSAARD, L. – GOEDE, R. (2019). Sensitivity of labile carbon fractions to tillage and organic matter management and their potential as comprehensive soil quality indicators across pedoclimatic conditions in Europe. *Ecological Indicators*, 99, 38–50. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.12.008>

DUDÁS, A. – SZALAI, Z.M. – VIDÉKI, E. – WASS-MATICS, H. – KOCSIS, T. – VÉGVÁRI, Gy. – KOTROCZÓ, ZS. – BIRÓ, B. (2017). Sporeforming bacillus bioeffectors for healthier fruit quality of tomato in pots and field. *Appl. Ecol. Environ. Res.*, 15(4), 1399–1418.

DOI: https://doi.org/10.15666/aer/1504_13991418

HALÁSZ, J. – KOTROCZÓ, ZS. – SZABÓ, P. – KOCSIS, T. (2022). Biomonitoring and Assessment of Dumpsites Soil Using Phospholipid Fatty Acid Analysis (PLFA) Method—Evaluation of Possibilities and Limitations. *Chemosensors*, 10(10), 409. DOI: <https://doi.org/10.3390/chemosensors10100409>

JUHOS, K. – MADARÁSZ, B. (2016). Interpretation and integration of pedological data in land evaluation systems. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 22(2), 209–215.

KÁTAI, J. (2011). Alkalmazott talajtan. *Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem, Digitális Tankönyvtár*. 108.

KHAN, M.S. – ZAIDI, A. – AHMAD, E. (2014). Mechanism of phosphate solubilization and physiological functions of phosphate-solubilizing microorganisms. In *Phosphate solubilizing microorganisms* (pp. 31-62). Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-08216-5_2

KOTROCZÓ, ZS. – VERES, ZS. – JUHOS, K. – BÉNI, Á. – VÁRBÍRÓ, G. – FEKETE, I. (2018). Szerves anyag mennyiségi és minőségi változás hatásai egyes talajbiológiai folyamatokra. *XIV. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia kötete*, 158–164.

KOTROCZÓ, ZS. – BIRÓ, B. – KOCSIS, T. – VERES, ZS. – TÓTH, J.A. – FEKETE, I. (2017). Hosszú távú szerves anyag manipuláció hatása a talaj biológiai aktivitására. *Talajvédelem (különszám) pp*, 73–83.

KOTROCZÓ, ZS. – VERES, ZS. – BIRÓ, B. – TÓTH, J.A. – FEKETE, I. (2014). Influence of temperature and organic matter content on soil respiration in a deciduous oak forest. *Eurasian Journal of Soil Science*, 3(4), 303–310. DOI: <http://dx.doi.org/10.18393/ejss.87903>

KOVÁCS, B. – KOTROCZÓ, ZS. – KOCSIS, L. – BIRÓ, B. (2020). Potentials of indoor lettuce production in natural forest soil at limited watering. *Journal of Central European Agriculture*, 21(3), 531–536. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/21.3.2897>

LUCAS, S. T. – WEIL, R. R. (2012). Can a labile carbon test be used to predict crop responses to improve soil organic matter management?. *Agronomy Journal*, 104(4), 1160–1170.

DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2011.0415>

OLDEMANN, L.R. – HAKKELING, R.T.A. – SOMBROEK, W.G. (1991). *World map of the status of human-induced soil degradation: an explanatory note*. International Soil Reference and Information Centre.

PABAR, S.A. – MÓNOK, D. – KOTROCZÓ, ZS. – BIRÓ, B. (2020). Soil microbial parameters and synergies between bean growth and microbial inoculums as a dependence of five soils with different characteristics. *HUNGARIAN AGRICULTURAL ENGINEERING*, (37), 27–33. DOI: <https://doi.org/10.17676/HAE.2020.37.27>

RIEDER, Á. – MADARÁSZ, B. – SZABÓ, J. A. – ZACHÁRY, D. – VANCSEK, A. – RINGER, M. – SZALAI, Z. – JAKAB, G. (2018). Soil organic matter alteration velocity due to land-use change: A case study under conservation agriculture. *Sustainability*, 10(4), 943.

DOI: <https://doi.org/10.3390/su10040943>

ROPER, M. M. – GUPTA, V. V. S. R. – MURPHY, D. V. (2010). Tillage practices altered labile soil organic carbon and microbial function without affecting crop yields. *Soil Research*, 48(3), 274–285. DOI: <https://doi.org/10.1071/SR09143>

SMITH, P. – GREGORY, P.J. (2013). Climate change and sustainable food production. *Proceedings of the Nutrition Society*, 72(1), 21–28.

DOI: <https://doi.org/10.1017/S0029665112002832>

SPARLING, G. – VOJVODIC-VUKOVIC, M. – SCHIPPER, L.A. (1998). Hot-water-soluble C as a simple measure of labile soil organic matter: the relationship with microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*, 30(10-11), 1469–1472.

STEFANOVICS, P. – FILEP, GY. – FÜLEKY, GY. (1999). Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 415.

SZABÓ, P. – JORDAN, GY. – KOCSIS, T. – POSTA, K. – KARDOS, L. – ŠAJN, R. – ALI-JAGIĆ, J. (2022). Biomonitoring and assessment of toxic element contamination in floodplain sediments and soils using fluorescein diacetate (FDA) enzymatic activity measurements: evaluation of possibilities and limitations through the case study of the Drava River floodplain. *Environmental monitoring and assessment*, 194(9), 1–19.

TAKÁCS, T. – CSERESNYÉS, I. – KOVÁCS, R. – KELLER, N. – FÜZY, A. (2016). Effectiveness of single and coinoculation with *Bradyrhizobium* strains and am fungi on soybean cultivars. *Növénytermelés*, 65, 119–122.

VÁRALLYAY, GY. (2006). Soil degradation processes and extreme soil moisture regime as environmental problems in the Carpathian Basin. *Agrokémia és Talajtan*, 55(1), 9–18.

DOI: <https://doi.org/10.1556/agrokem.55.2006.1.2>

WANDER, M.M. – DRINKWATER, L.E. (2000). Fostering soil stewardship through soil quality assessment. *Applied Soil Ecology*, 15(1), 61–73.

DOI: [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(00\)00072-X](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(00)00072-X)

WEIL, R. R. – KANDIKAR, R. I. – STINE M. A. – GRUVER J. B. – SAMSON-LIEBIG S. E. (2003). Estimating active carbon for soil quality assessment: A simplified method for laboratory and field use. *American Journal of Alternative Agriculture*, 18(1), 3–17.

DOI: <https://doi.org/10.1079/AJAA200228>

WEIL, R.R. – MAGDOFF, F. (2004). Significance of soil organic matter to soil quality and health. *Soil organic matter in sustainable agriculture*, 1–43. DOI: <https://doi.org/10.1201/9780203496374.ch1>

Internet1: www.biofactor.info, Letöltés dátuma: 2022. október 15.

Szerzők

Prettl Nándor

PhD hallgató

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem – Budai Campus
Agrárkörnyezettani Tanszék, Kertészettudományi Doktori Iskola
1118 Budapest, Villányi út 29-43.
nandor.prettl@gmail.com

Prof. Dr. Biró Borbála

egyetemi tanár/ professor

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem – Budai Campus
Agrárkörnyezettani Tanszék, Kertészettudományi Doktori Iskola
1118 Budapest, Villányi út 29-43.
biro.borbala@gmail.com

Nugroho Priyo Adi

PhD hallgató

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem – Budai Campus
Agrárkörnyezettani Tanszék, Kertészettudományi Doktori Iskola
1118 Budapest, Villányi út 29-43.
priyo.adhie@gmail.com

Dr. Juhos Katalin

egyetemi adjunktus

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem – Budai Campus
Agrárkörnyezettani Tanszék, Kertészettudományi Doktori Iskola
1118 Budapest, Villányi út 29-43.
juhos.katalin@uni-mate.hu

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik: [CC-BY-NC-ND-4.0.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

