

Művelési módok összehasonlító értékelése mikrobiológiai és mikromorfológiai vizsgálatokkal

¹DOMONKOS MÓNKA, ²HORVÁTH ZOLTÁN, ^{1,3}MADARÁSZ BALÁZS, ¹BIRÓ BORBÁLA

¹Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Talajtan és Vizgazdálkodás Tanszék, monika.domonkos@uni-corvinus.hu

²Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Földi Erőforrás Kutatási Főosztály

³MTA CSFK Földrajztudományi Intézet

Bevezetés

A fenntartható fejlődés egyik alapeleme a talajkészleteink ésszerű hasznosítása, sokrétű funkcióképességének fenntartása, így a talaj termékenységének a lehetőségek szerinti legoptimálisabb megőrzése (VÁRALLYAY, 2010). Mezőgazdasági talajaink igen nagy részén mégis leromlott állapotuk és a mindennapi helytelen talajművelési gyakorlat miatt eredményes gazdálkodás csak a kímélő művelési módok visszaállításával lenne folytatható (BIRKÁS et al., 2010).

A talajok termékenységét az azokon folytatott gazdálkodás módja, jellege erősen meghatározza. A művelési módok közvetlen és közvetett módon is befolyásolják a talajok fizikai és kémia tulajdonságait, melyek alapvetően hatnak a talaj szerkezetére, a vízmegtartó képességére és ezáltal a felvehető tápanyagok mennyiségére. Az így létrejött talaj- és növény-állapot befolyásolja a talajélőlények életfeltételeit, amelyek hasznosak és fontosak a talajok folyamatosan szükséges növénytápláló funkciójának a megnyilvánulásához. A talaj-élőlények összessége, a „talajbióta” ezért jó indikátora lehet a talajokat ért változásoknak, amit az irodalmi hivatkozások sora értékelt. Így a művelési módok közti különbségeket (HEGEDŰS et al., 2003), a természetes ökoszisztémák hatótényezőit (FÜZY et al., 2003) és az emberi, antropogén hatások miatt leromlott városi vagy repülőtérei talajok (HORVÁTH et al., 2013; BIRÓ et al., 2012, 2014) közti különbségeket is kimutatták mikrobiológiai indikátorokkal.

A talajok minőségének és a potenciális termés elérési lehetőségének a vizsgálata leginkább műszeres méréseken alapul, mivel azok, mint pl. az ICP-vel történő elem-analízis pontos és megbízható, jól szabványosítható és jól ismételtető vizsgálati eredményeket szolgáltatnak. Ennek megfelelően például a legfontosabb tápelemek (N, P, K) talajanalízisével a várható termésre is következtethetünk és meghatározható a kívánt termés eléréséhez szükséges tápanyagok mennyisége is egy-egy adott növénykultúrára vonatkoztatva (CSATHÓ et al., 2011). Kevés adatunk van azonban arra, hogy a természettel kivont tápanyagok mellett hogyan alakulnak a talaj mikromorfológiai tulajdonságai és/vagy az ezekhez is hozzájáruló mikrobiológiai tevékenység? Vajon a mikrobiális aktivitást jelzik-e a mikromorfológiai tulajdonságok, illetve azt lehet-e az adott módszerrel kimutatni, magyarázni?

A növénytáplálással összefüggésben a mikrobiológiai tulajdonságok nem állandó, hanem folyamatosan változó paramétereket jelentenek, mert a mikroorganizmusok képesek rugalmasan igazodni a növénynek a vegetációs időszak során állandóan változó igényeikhez. Kimutatást nyert például, hogy a

növények 80%-ával szimbiózisra képes *arbuskuláris mikorrhiza* gombák működőképessége 8 nap alatt fel- vagy leépülhet a környezeti állapot miatt megváltozó növényi igény szerint (FÜZY et al., 2013). A gyors változékonyság előny, de hátrány is a talajállapot jellemzésére létrejött módszerek sorában.

A talajmikrobiológiai tulajdonságok vizsgálatát ezért leginkább a tartós környezeti behatások megváltozásának a kimutatására javasolják (BIRÓ et al., 2013, 2014). A szennyezett talajok összehasonlító értékelésénél a klasszikus csíraszám (CFU) vizsgálatok mellett az összes katabolikus mikrobiális enzim aktivitás, FDA (Fluorescens Di-Acétát) módszerrel kimutatható megváltozása bizonyult igen jó indikátor tulajdonságnak (BIRÓ et al., 2013). A művelési módokkal összefüggően ugyanakkor mind a mennyiségi CFU, mind a működőképességre vonatkozó FDA adatok is hiánypótlóak lehetnek.

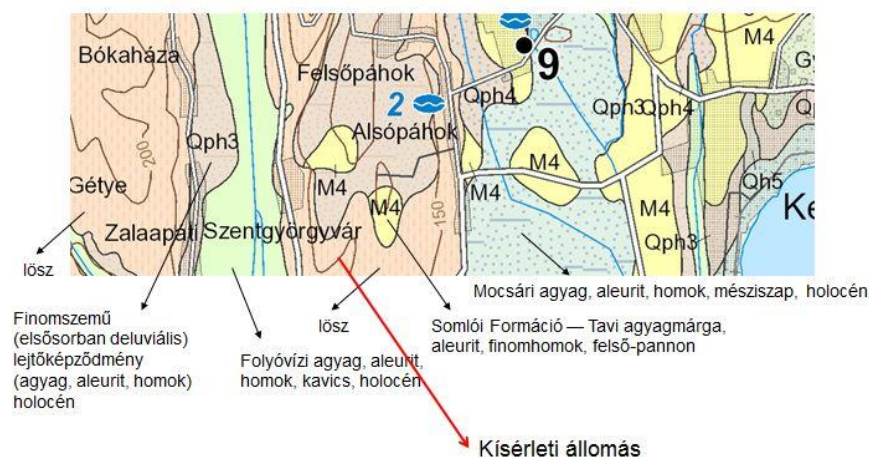
Célkitűzésünk ezért két (egy hagyományos forgatásos-szántásos, valamint egy sekély, nem forgatásos talajkímélő) talajművelési mód összehasonlító vizsgálata volt a klasszikus talajtani, kitenyészhető és enzimes mennyiségi és minőségi mikrobiológiai-, valamint az ilyen vonatkozásban módszertanilag újnak számító mikro-morfológiai módszerekkel.

Kérdésként merült fel, hogy melyik „mikro” módszer tudja kimutatni érzékenyebben a talajoknak a művelés mód hatására bekövetkező változásait, valamint, hogy ezek a módszerek mennyire használhatók, mint jellemző diagnosztikai tulajdonságok a változások nyomon követésére?

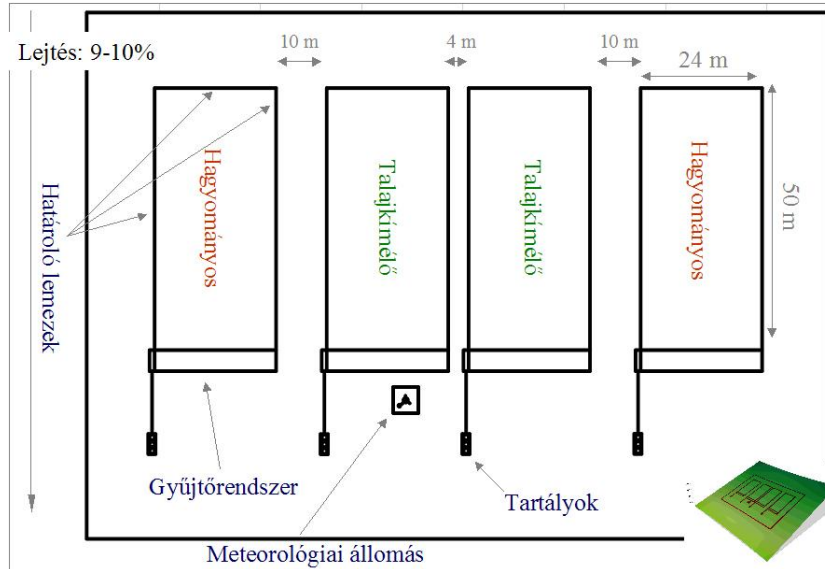
Anyag és Módszer

Mintaterület

A mintavételi terület Zala megyében Keszthely közelében található, Szentgyörgyvár határában. A terület talajképző kőzete a lösz (1. ábra).



1. ábra. Magyarország földtani térképe részlet, M=1:200 000, MFGI ([http1.](http://1))



2. ábra. A szentgyörgyvári eróziós állomás vázlata (BÁDONYI et al., 2008)

A 2 ha-os, 9–10% lejtésű kísérleti területen a hagyományos és talajkímélő művelés eróziós vizsgálatához 2 ismétlésben, összesen 4 db 24x50 m-es parcella került kialakításra (1. ábra) (KERTÉSZ et al., 2007; BÁDONYI et al., 2008). Az ilyen méretű parcellákon a normál, gépesített (szintvonal menti) szántóföldi művelés már megvalósítható, ugyanakkor még épp akkorák, hogy a területről lefolyó víz (és a lehordott talaj) mérhető legyen. A területen 2003 óta folyamatosan végeznek talajkímélő művelést.

Alkalmazott művelési módok

A hagyományos művelésű parcellákon (K-2) az őszi mélyszántás során 25–30 cm mélyen lett a talaj megmunkálva. A kímélő művelésű parcellákon (K-1) ezzel szemben mindössze 8 cm mélységig tárcsázták a talajt, amely 30 %-os növényi maradványokkal való fedettséget biztosított (BÁDONYI et al., 2008; MADARÁSZ et al., 2011).

Mikrobiológiai vizsgálatok

A mikrobiológiai vizsgálatok közül két módszer került kiválasztásra. A klasszikus mennyiségi vizsgálatot az összes kitenyészthető csíraszám, telepképző egység (Colony Forming Unit, CFU) kimutatásával végeztük az ANGERER et al. (1998) által leírtak szerint. Az összes, működőképes lebontó, katabolikus aktivitást mutató mikrobiális enzim-aktivitást a fluorescens diacetát (FDA) analízissel mutattuk ki a VILLÁNYI et al. (2006) által javasolt validált módszernek megfelelően.

A mintázásra két vegetációs időszakban évjáráthatás és szezonális, évszaki összehasonlító értékelésekre is sor került. A felszíni 0–20 cm-es talajréteget mintáztuk. A vizsgálatokig a mintákat 5 °C-on hűtőszekrényben tároltuk. Az eredményeket 1 g száraz talajra vonatkoztatva adjuk meg.

Mikromorfológiai vizsgálatok

Korábban a talaj-mikromorfológiai értékelést az egykori környezetváltozások nyomkövetésére alkalmazták. Mivel a talajművelés során a talajon belüli anyagmozgási folyamatok megváltoztatása, szabályozása nyomán megváltozhat a talaj eredeti szerkezete, szövete, ásványos összetétele, a mikromorfológiai vizsgálatok a különböző típusú (mélyebb és sekélyebb) talajművelési módok okozta talajbeli változások kimutatására is alkalmazhatók. A vizsgálat során információt kapunk a képződményeket felépítő, elsődleges és másodlagos ásványos elegyrészekről, azok alakjáról, szöveti és szerkezeti kapcsolataikról. Az ásványok és a szövetalakulás paragenetikai sorrendjének tisztázása segíthet a vizsgált képződményt ért művelési módok miatti változások pontosabb megértésében. A kétféle művelésű parcellákból vett minták leírásánál az alábbi szakirodalmi hivatkozásokat használtuk fel BULLOCK et al. (1985), SZENDREI (2000), HORVÁTH (2007).

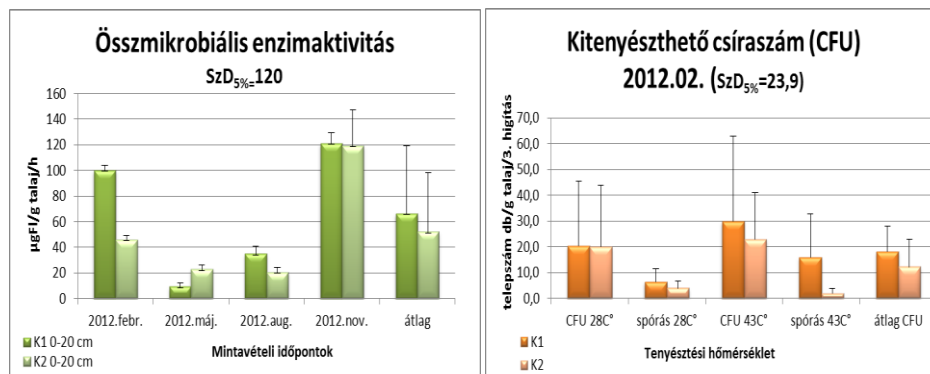
Fizikai és kémiai talajvizsgálatok

A fizikai és kémiai talajtulajdonságok közül az alábbiakat vizsgáltuk: talaj színe (Munsell Soil Color Chart Book, 1990), Arany-féle kötöttség, humusz-mennyiség és humusz-minőség Tyurin és Hargitai szerint (BUZÁS, 1988). A minták szervesanyag-tartalma az MTA Földrajztudományi Kutatóintézetben kifejlesztett savazásos eljárással került eltávolításra, majd a minták szervesanyag-tartalmát Tekmar Dohrmann Apollo 9000 NDIR spektrométerrel határoztuk meg. A talajok humusztartalmát a $\text{Humusz}\% = \text{TOC}\% \times 1,72$ egyenlet alapján kalkuláltuk (STEFANOVITS et al., 1999). Az előkészített minták kémhatását (pH [H₂O]) potenciometriás eljárással határoztuk meg (BUZÁS, 1988).

Eredmények és értékelésük

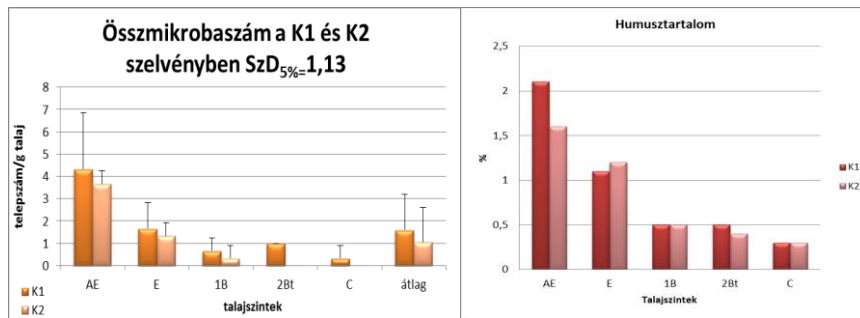
A kétféle művelési mód hatása a mikrobiológiai tulajdonságokra és a humuszmennyiség alakulására

A talaj mikrobiológiai állapotára vonatkozó vizsgálatokat 2012-ben kezdtük meg a 0–20 cm-es feltalajból. A talaj enzimaktivitása és a mikroorganizmusok kimutatható csíraszama is nagyobbak adódtak a kímélő művelésű (K1-es) parcellában, de a különbség nem volt szignifikáns (3a,3b. ábrák).



3a, 3b ábra. A mintaterület enzimaktivitása a 2012. évben és a mintaterület kitenyészhető, összes és spórás csíraszám értékei kétféle hőfokon a 2012. februári mintavételkor (K1-kímélő művelés, K2-szántásos művelés SzD_{5%}-szignifikancia).

A mikrobiológiai vizsgálatokat, azaz a 0–20 cm-es feltalaj szezonális és évjárat mintázását a 2012-es februári vizsgálatokat követően is folytattuk. A feltalaj mintázása mellett mélységi mintavétel is történt. A kímélő és a szántásos parcelláknak a kitenyészhető csíraszámra (CFU) vonatkozó összehasonlító értékelését a 4a. és 4b. ábra mutatja be a parcellák mélyebb szintjeire vonatkoztatva.



4a, 4b. ábra. Az összes kitenyészhető mikrobaszám (CFU) és a Tyurin féle humusz-mennyiség mélységi alakulása a kímélő- (K1) és a szántásos (K2) művelésű parcellák szelvényeiben

A kímélő művelés hatására a talaj humusztartalma és talajmikrobák kitenyészhető csíraszama is nagyobb lett mind a felszíni, mind a mélységi mintázás során a 3a, b és a 4a, b ábrák eredményei alapján. A 4a,b ábrák összehasonlítása alapján az is látható, hogy a CFU és a talaj TOC mérésel kimutatott szervesanyag-tartalma között pozitív korrelációt találtunk annak ellenére, hogy a kimutatható csíraszám-adatok gyorsan változó paraméterek, amelyek alakulását rendszerint nem az összes humusz-mennyiség, hanem inkább az egyéb környezeti tulajdonságok (víz-tartalom, levegőzöttség, hőmérséklet) befolyásolják. A mikroorganizmusok mennyiségi kimutatásának CFU módszere ezért is sokak számára vitatott módszer. Kritikát jelent, hogy ezzel az eljárással egyébként is csak a talajok teljes mikrobátömegének nem több, mint 1–5%-a mutatható ki. A módszer ennek ellenére mégis széles körben elfogadott és alkalmazott eljárás, mi több a talajjárok helyreállításánál is csak a CFU lemezekről izolálható mikroorganizmusokat lehet leginkább felhasználni (HEGEDŰS et al., 2003; FÜZY et al., 2003; MAKÁDI et al., 2007; SIMON et al., 2007; BIRÓ et al., 2013). A szerzők leginkább a gyors változékonyságot emelik ki és főleg a szennyezett, vagy leromlott ökoszisztémákban bekövetkező környezeti stresszhatások követésére, összehasonlító értékelésére javasolják.

A CFU mellett a mikrobiális enzim-aktivitás FDA módszerrel kimutatott eredményei a teljes mikrobátömeg működőképességét jelzik. A módszer az eddigi eredmények alapján és a jelen vizsgálatban is javasolható a talajművelésnél bekövetkezett változások és a kialakult mikrobiológiai különbségek kimutatására. Ezt a megállapítást támasztják alá BIRÓ et al. (2011, 2012), HORVÁTH et al., (2013) és DOMONKOS (2014) eredményei is.

A művelési módok között a kímélő kezelés képes volt megővni és gyarapítani is a talajok szerves anyagát. A humusz mennyisége így az a felszínen, de mélységében is nagyobbak adódott a kímélő művelésű parcellán.

A humusz mennyiségével a legtöbb talajmintánál pozitív összefüggést adott az általunk vizsgált kitenyészhető összes mikrobás csíraszám. Ez azonban nem

minden esetben jellemző, bár a nagyobb mikrobiális aktivitás és a kiválasztott poliszacharidok ragasztóanyagai miatt a talaj-aggregátumok összetapadnak és ez a kímélőbb művelésnél nagyobb csíraszámot eredményez. A nagyobb aggregátumok között, vagy azon belül olyan „védett” helyek alakulnak ki, ahol a szerves anyagok bomlása nehezebb, így ez a tevékenység is közvetve hozzájárul a talaj nagyobb szervesanyag tartalmához (1. táblázat). A vizsgált talajok humuszanyagainak minősége a barna erdőtalajokra jellemző érték alsó határán van.

További hatásként kimutatást nyert az is, hogy a szántás során a mélyebb rétegekben lévő mikroorganizmusok száma a felszínre kerüléskor jelentősen csökken. A talajok forgatása során a levegőztetés és a jobb vízellátás miatt is csökkenhet a szerves anyagok mennyisége az így közvetve megnövekedett mikrobiális aktivitás miatt. A szántással ezért ennek hatására is humusz-vesztés következhet be.

A szelvényekben a kitenyészhető mikroorganizmusok száma alapján a K1-es, azaz a kímélő művelésű parcellákon találtuk a nagyobb kitenyészhető telepszám értékeket, mind a feltalajban, mind az összes, általunk vizsgált mélységi talajsztízben is.

A kétféle művelési mód hatása a talajok vizsgált fizikai-kémiai tulajdonságaira

A kétféle művelési mód hatásának értékelésénél a parcellákban kiásott talajszelvények talaját a magyar talajosztályozási rendszer útmutatása alapján vizsgáltuk (JASSÓ, 1987). A vizsgálatok eredményei szerint a területen mindkét művelési módnál agyagbemosódásos barna erdőtalaj található. Az agyagbemosódást a Bt szintben szabad szemmel is jól látható agyaghártyák is jelzik. A két szelvény színében teljesen azonos (5. ábra), amit a Munsell féle színskála is igazolt a talajminták száraz és nedves színének az összehasonlításával.

A mélységi mintázás során a két szelvény közel 30 méterre helyezkedett el egymástól, ugyanabban a magasságban, az eróziós vizsgálati terület tetején.



5. ábra. A kétféle művelésű szelvény képe

Az 1. és 2. táblázat a vizsgált talajfizikai és kémiai tulajdonságokat mutatja be. A kétféle művelést a parcellákon 10 éve alkalmazzák, de ennek ellenére az alapadatok között csak kisebb különbségek adódnak. A két szelvény fizikai félesége közel azonos.

A talajkímélő művelésnél ugyanakkor a mélyebb szinteken a talaj agyagosabbnak adódott, mint a hagyományos művelésű parcellán.

1. táblázat. A K1-es talajkímélő szelvény fizikai-kémiai tulajdonságainak adatai

jelölés	cm	AK	pH (dv)	H%	CFU ($10^{-3}/g\ t$)
K1/1 – AE	0-15	37-hv	5,17	2,1	4,33 ± 2,5
K1/2 – E	15-45	32 –hv	5,95	1,1	1,67 ± 1,2
K1/3 – 1B	45-85	42 –v	7,18	0,5	0,67 ± 0,6
K1/4 – 2Bt	85-115	55 – a	7,78	0,5	1,00 ± 0
K1/5 – C	115-120	36 – hv	8,29	0,3	0,33 ± 0,6

(AK – Arany-féle kötöttség, pH – kémhatás, TC – összes széntartalom, CFU – összes kitenyészhető mikroba csíraszám; a – agyag, h – homok, hv – homokos vályog)

2. táblázat. A K2-es hagyományos művelésű szelvény tulajdonságainak adatai

jelölés	cm	AK	pH (dv)	H%	CFU ($10^{-3}/g\ t$)
K2/1 – AE	0-10	35 – hv	5,3	1,6	3,67 ± 0,6
K2/2 – E	10-50	34 – hv	5,82	1,2	1,33 ± 0,6
K2/3 – 1B	50-100	45 – av	7,67	0,5	0,33 ± 0,6
K2/4 – 2Bt	100-130	47 – av	7,95	0,4	0
K2/5 – C	130-135	35 - hv	8,21	0,3	0

(AK – Arany-féle kötöttség, pH – kémhatás, TC – összes széntartalom, CFU – összes kitenyészhető mikrobaszám; a – agyag, h – homok, hv – homokos vályog)

A kétféle művelési mód mikromorfológiai eredményeinek összehasonlító értékelése

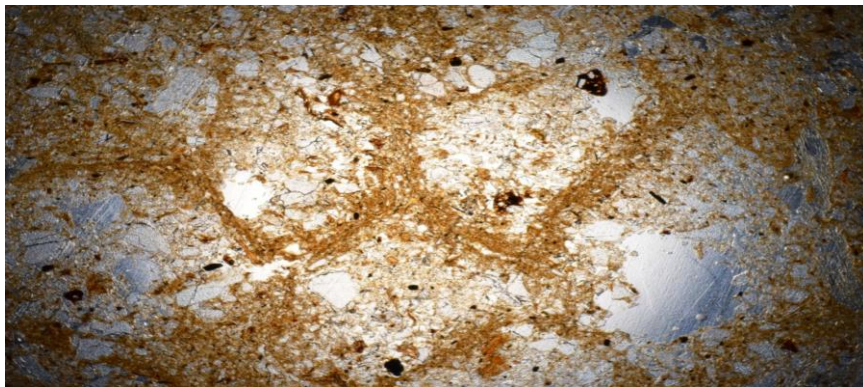
A talajok mikroszerkezete az előzetesen elvárt tulajdonságoknak megfelelően alakult mindkét talajszelvényben. Ennek megfelelően a felsőbb szinteken több repedés, pórus, a mélységgel lefelé pedig kevesebb volt kimutatható. A mélységgel arányosan az egymással kapcsolatban levő pórusok aránya is csökkent mindkét parcellánál (3. táblázat).

A vizsgálatokból megállapítható az is, hogy egyik talajszelvény mintájában sem voltak fejlett, laminált agyagbevonatok. A K/1 szelvényben a felső talajszintben található, talaj-aggregátumok körüli alapanyag-koncentráció azonban agyagbevonatként is értékelhető. Felmerül annak a lehetősége is, hogy a jelenlegi felszín közelébe egy agyag-felhalmozódási (Bt) szint kerülhetett. Ennek tisztázásához további vizsgálatokra lesz szükség.

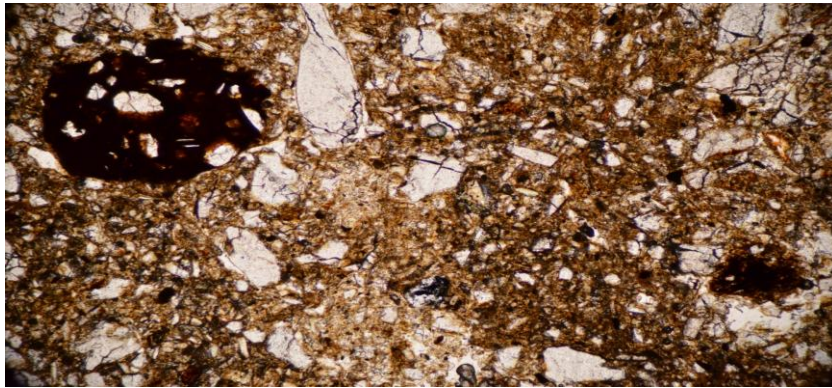
A talajszelvénynek főleg a középső és az alsó részén észlelt hálózatos, szemcse- és póruskörüli orientáció az alapanyagának a talajszelvényben jelentkező feszültségek levezetődési eredményeként értékelhető. Az esetek többségében ez a jelenség a kiszáradás-átnedvesedés gyakori váltakozásával függ össze. Ezzel az időszakosan jelentkező jelenséggel magyarázható a kevés számú rozsdabarna vasszeplő megjelenése is.

3. táblázat. A mikromorfológiai vizsgálat rövid összefoglalása (Forrás: HORVÁTH, 2014)

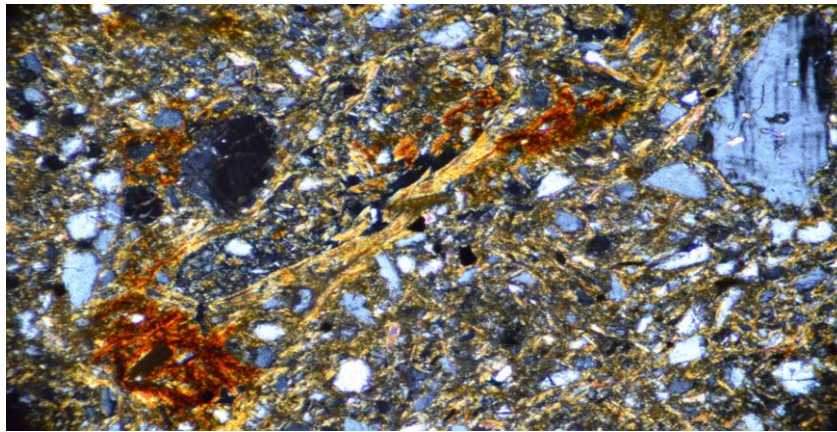
Mintaszám és mélység	Mikromorfológiai leírás rövid összefoglalója
K1/1 (10/6/1) 0-15 cm	Repedezett mikroszerkezetű, pórusokat is tartalmazó homokos vályog, hálózatos alapanyag orientációval (6. ábra), talaj-aggregátum körüli agyagos koncentrációval (akár bevonat is lehet), kevés vas/mangán borsóval (szeplő).
K1/2 (10/6/2) 15-45 cm	Masszív mikroszerkezetű homokos vályog, hálózatos alapanyag orientációval, kevés vas/mangán borsóval (szeplő) (7. ábra).
K1/3 (10/6/2) 45-85 cm	Masszív mikroszerkezetű vályog, alapanyag bevonatosan a szemcsék között és a szemcséközi térben (8. ábra), kevés vas/mangán borsóval (szeplő).
K2/1 (10/7/1) 0-10 cm	Repedezett mikroszerkezetű (9. ábra), pórusokat is tartalmazó homokos vályog, kevés vas/mangán borsóval (szeplő).
K2/2 (10/7/2) 10-50 cm	Masszív mikroszerkezetű homokos vályog, sávokban alapanyag orientációval, kevés vas/mangán borsóval (szeplő).
K2/3 (10/7/3) 50-100 cm	Masszív mikroszerkezetű (10. ábra) homokos vályog, sávokban, szemcse- és póruskörüli alapanyag orientációval, kevés vas/mangán borsóval (szeplő).



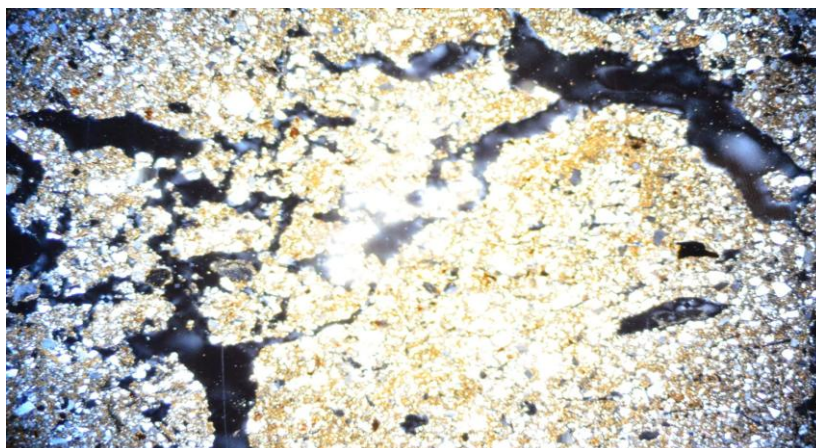
6. ábra. Agyagos alapanyag koncentráció (kőzetliszt méretű, kvarc szemcsékkel tagoltan) talaj vázszemcséből és az alapanyagból álló talaj-aggregátumok között. Ez a típus akár bevonatként is értékelhető. 4 x obj., 1N. Képszélesség: kb. 4 mm.
(1 N: 1 Nikol (polarizációs mikroszkóp egyik eszköze: a fény útját szabályozó, kalcit kristályból készült segédeszköz, amelynek segítségével az ásványok saját és interferencia színe, egyéb optikai tulajdonságai vizsgálhatók áteső (1N vagy 1 Nikol) és polarizált (2N vagy 2 Nikol) fényben.)



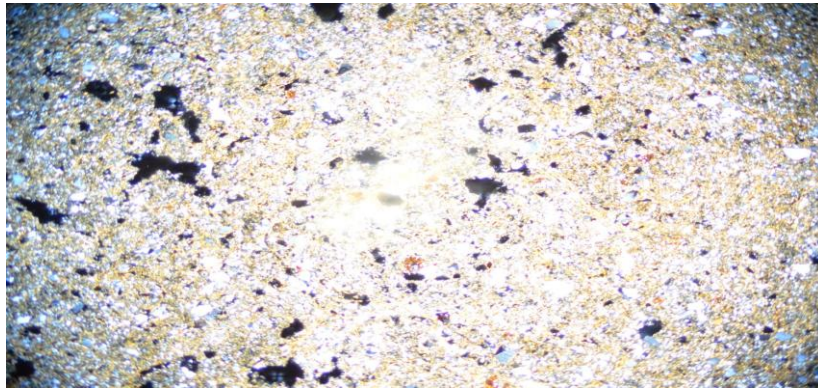
7. *ábra.* Autochton Fe/Mn-borsók. Balra, fent határozott körvonalú típusos, jobbra lent határozatlan körvonalú, enyhén dendrites. 10 x obj., 1 N.



8. *ábra.* Jól fejlett agyagorientáció a szemcseközi térben. Szabálytalan alakú vassorsó (szeptó). 20 x obj., 2N



9. *ábra.* Repedezett, kevés szabálytalan, nyúlt pórust tartalmazó mikroszerkezet. A pórusok többségével van kapcsolatban. 1 x obj., 1 N. Képszélesség: kb. 1,5 cm.



10. ábra. Masszív mikroszerkezet nagyon kevés pórossal, amelyek között nincs kapcsolat.
1 x obj., 1 N. Képszélesség: kb. 1,5 cm.

Következtetés, javaslat

A kétféle „mikro” módszer jól alkalmazható diagnosztikai eszköznek bizonyult, és mindkettővel ki tudtuk mutatni a kétféle művelés hatására kialakult különbségeket. A művelés során a jelen dolgozatban is bemutatott kémelő eljárások eredményesebben védik a talajmikrobiológiai tulajdonságok mennyiségi és minőségi paramétereit és a talajok működőképességét is jelző mikrobiális aktivitást. Ezeket az adott mikrobiológiai kitenyészhető csíraszám (CFU) és katabolikus enzim (FDA) vizsgálatokkal ki lehetett mutatni.

Különösen a tartós hatások értékelésénél merülhet fel a kétféle „mikro” módszer alkalmazhatósága. Mindkét bemutatott eljárás közvetlen kapcsolatban van a talajok élettevékenységével, a mikrobiológiai tulajdonságok, mennyiségi és minőségi, működőképességi adatokat jelentenek. A mikromorfológiai vizsgálattal magyarázni tudjuk a kimutatott változások okait is. Megállapíthatjuk a talajok levegőzöttségét, a mikrobiális aktivitást is védeni képes agyag-ásványok jelenlétét, jellegét, a talaj szervesanyag-eloszlását stb. A mikromorfológiai módszerrel a talajok pórusterében történő változásokat lehet elsősorban kimutatni, amelyek magyarázattal tudnak szolgálni a mikrobiológiai működőképességre is. A kétféle „mikro” módszer együttesen tehát olyan diagnosztikai mutató lehet, amivel mennyiségi és minőségi tulajdonságokat mutathatunk ki és azokra a talajszerkezetből és összetételből következő magyarázatokat is kaphatunk. Eredményeink alapján a két „mikro” módszer együttes alkalmazása javasolható.

Összefoglalás

Kétféle művelési mód összehasonlító vizsgálatát végeztük el mikrobiológiai és mikromorfológiai módszerekkel. A mintavételi terület Zala megyében Keszthely közelében található, Szentgyörgyvár határában. A hagyományos és talajkímélő művelés hatásának összehasonlító vizsgálatához 2 ismétlésben, 4 db 24x50 m-es parcella került kialakításra. A hagyományos művelésű parcellákon (K-2) az őszi mélyszántás során 25–30cm mélyen munkálták meg a talajt. A kémelő művelésű parcellákon (K-1) 8cm mélyen tárcsázták a talajt, és 30%-os növényi maradványokkal való fedettséget biztosítottak. Vizsgáltuk az összes kitenyészhető csíraszámot (CFU) és az összes, katabolikus aktivitást mutató mikrobiális enzim-aktivitást a fluorescens diacetát (FDA) analízissel. A mintázást két vegetációs

időszakban szezonálisan végeztük a 0-20 cm-es talajrétegből. Az eredményeket 1 g száraz talajra vonatkoztattuk. A mikromorfológiai vizsgálatokat az ásványok és a szövetalakulás paragenetikai sorrendjének tisztázására mélyszégi mintákon alkalmaztuk.

A kímélő művelés hatására nagyobb mikrobiális enzimaktivitást és humusztartalmat mutattunk ki. A csíraszám (CFU) adatok azonban a humusztartalommal nem adtak minden esetben pozitív korrelációt. Az enzimaktivitás (FDA) magasabb értékei és a kíméletesebb művelés közötti összefüggéseket a mikromorfológiai módszerekkel magyarázni tudtuk mindkét művelési módnál. A két mikro-módszer tehát eredményesen egészíti ki egymást.

Köszönetnyilvánítás: A kutatást az EU-KP7 „Development of alternative fertilization systems by use of bioeffectors in European agriculture” (CA 312117) és az OTKA 104899 projekt támogatja.

Kulcsszavak: kímélő művelés, csíraszám, enzimaktivitás, morfológia

Irodalomjegyzék

- ANGERER, I.P., KÖVES-PÉCHY, K., ANTON, A., KISS, E., BIRÓ, B., 1998. Indicator microbes of chlorsulfuron addition detected by a simplified soil dilution method. *Agrokémia és Talajtan*. 47. 297–305.
- BÁDONYI K, MADARÁSZ B, KERTÉSZ Á, CSEPINSZKY B., 2008. Talajművelési módok és a talajerózió kapcsolatának vizsgálata zalai mintaterületen. *Földrajzi Értesítő*. 57. 147–167.
- BIRKÁS, M., BOTTLIK, L., CSORBA, SZ., MESIC, M., 2010. Soil quality improving and climate stress mitigating tillage. *The Hungarian solutions*. *Hung. Agric. Res.* 19. 4–8.
- BIRÓ, B., HORVÁTH, N., DOMONKOS, M., FRENCH, H.K., 2012. Microbial monitoring and most-probable number of microbes in soils capable of degrading aircraft deicing fluids. *Geophysical Res. Abstracts*. 14. 12812–12813.
- BIRÓ, B., TOSCANO, G., HORVÁTH, N., MATICS, H., DOMONKOS, M., SCOTTI, R., RAO, M.A., FRENCH, H.K., 2014. Vertical and horizontal distributions of microbial abundances and enzyme activities in propyleneglycol affected soils. *Environm. Sci. Pollution Res.* 21: 9095-9108.
- BULLOCK, P., FEDOROFF, N., JONGERIOUS, A., TURSINA, T., STOOPS, G., 1985. *Handbook for soil thin section description*. Waine Res. Publications, England, pp. 151.
- BÚZÁS I. (szerk.), 1988. *Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 2*. Mezőgazdasági Könyvkiadó. Budapest.
- CSATHÓ P., MAGYAR M., OSZTOICS E., DEBRECZENI K., SÁRDI K., 2011. Talaj- és diagnosztikai célú növényvizsgálati módszerek kalibrálása az OMTK kísérletekben. I. Agronómiai célú talaj P-teszt módszerek összehasonlítása a tartamkísérletek talajaiban. *Agrokémia és Talajtan*. 60. 343–358.
- DOMONKOS M., FERENCZY A., MADARÁSZ B., FORRÓ E., BIRÓ B., 2013. Néhány talaj környezeti terhelhetősége; a humuszmennyiség és az FDA enzimaktivitás kezdeti monitoring eredményei. *Talajvédelem, suppl.* pp. 135–142.

- FÜZY A., BIRÓ B., TÓTH T., 2003. Növény–mikroba kölcsönhatások és néhány talajtulajdonság közötti összefüggés hazai szikeseken. *Természetvédelmi Közl.* 10. 200–208.
- HEGEDŰS A., OLDAL B., JEVCSÁK I., BAYOUMI, H.E.A.F., KECSKÉS M., 2003. Néhány kukorica hibrid mikroorganizmussal történő vetőmag-kezelésének hatása a termés hozamára és minőségére. *Agrokémia és Talajtan.* 52. 383–394.
- HORVÁTH Z., 2007. Negyedidőszaki környezetváltozások nyomai poszt-pannóniai üledékeken és paleotalajokon (Mátraalja, Visonta), PhD disszertáció, ELTE, Budapest, 151 p.
- HORVÁTH Z. 2014. Belső jelentés a "Gyepes sávok szerepe a talajerózióban" c. projekthez. MTA CSFK FTI.
- HORVÁTH Z., 2007. Negyedidőszaki környezetváltozások nyomai poszt-pannóniai üledékeken és paleotalajokon (Mátraalja, Visonta). PhD disszertáció. ELTE. Budapest.
- KERTÉSZ, Á., BÁDONYI, K., MADARÁSZ, B., CSEPINSZKY, B. 2007. Environmental aspects of Conventional and Conservation tillage. In: GODDARD, T., ZOEBSCH, M., GAN, Y., ELLIS, W., WATSON, A., SOMBATPANIT, S. (Eds). No-till farming systems. Special Publication No. 3, World Association of Soil and Water Conservation. Bangkok. pp. 313–329.
- MADARÁSZ, B., BÁDONYI, K., CSEPINSZKY, B., MIKA, J., KERTÉSZ Á. 2011. Conservation tillage for rational water management and soil conservation. *Hungarian Geographical Bulletin.* 60. 117–133.
- MAKÁDI M., TOMÓCSIK A., OROSZ V., LENGYEL J., BIRÓ B., MÁRTON Á., 2007. Biogáz üzemi fermentlé és Phylazonit MC baktériumtrágya hatása a silókukorica zöldtömegére és a talaj biológiai aktivitására. *Agrokémia és Talajtan.* 56. 367–378.
- MUNSELL Soil Colour Charts, 1990. Soil Survey Manual - U. S. Dept. Agriculture Handbook.
- SIMON L., BIRÓ B., SZÉLES É., BALÁZSY S., 2007. Szelén fitoextrakciója és mikroba-csoportok előfordulása szennyezett talajokban. *Agrokémia és Talajtan.* 56. 161–172.
- STEFANOVITS P., FILEP GY., FÜLEKY GY., 1999. Talajtan. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- SZENDREI G., 2000. Talajmikromorfológia. Eötvös Kiadó. Budapest.
- VÁRALLYAY GY., 2010. Role of soil multifunctionality in sustainable development. *Soil Water Res.* 5. 102–107.
- VILLANYI, I., FÜZY, A., ANGERER, I., BIRÓ, B., 2006. Total catabolic enzyme activity of microbial communities. Fluorescein diacetate analysis (FDA). In: JONES, D.L. (ed.), 2006. Understanding and modelling plant-soil interactions in the rhizosphere environment. Handbook of methods used in rhizosphere research. Chapter 4.2. Biochemistry. Swiss Federal Research Institute WSL. Birmensdorf. pp. 441–442.
- JASSÓ F. (szerk.), 1987. Útmutató a nagy méretarányú országos talajtérképezés végrehajtásához. Agroinform. Budapest.
- http://Magyarország földtani térképe részlet, M=1:200 000, MFGI (<http://loczy.mfgi.hu/flexviewer/atlasz200/>)

Comparison of cultivation methods with microbiological and micromorphological investigations

¹DOMONKOS, M., ²HORVÁTH, Z., ^{1,3}MADARÁSZ, B., ¹BIRÓ, B.

¹Corvinus University of Budapest, Faculty of Horticultural Science, Department of Soil and Water Management, monika.domonkos@uni-corvinus.hu

²Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Földi Erőforrás Kutatási Főosztály

³Geographical Institute, Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Hungarian Academy of Sciences

Summary

Two soil-management method was compared by using microbiological and micromorphological investigations. Four study plots (24x50m) was created in Zala, near to Keszthely, at Szentgyörgyvár, Hungary. Conventional (K-2) and soil-protecting cultivation practice (K-1) were used in 2 replicates. At plots of K-2, the autumn deep plough were used in the 25–30cm layer. At K-1 plots the surface 8cm soil layer was disturbed only and the 30% of soil surface was covered by organic mulching. Total colony forming units (CFU) of microorganisms was estimated and the total cathabolic enzyme activity, measured by Fluorescent Diacetate Analysis (FDA) for two consecutive years in a seasonal frequency, from the soil layer of 0–20cm. The results were calculated to 1gr of dry soil. Micromorphological investigation was used also in deep soil samples.

Greater microbial enzymatic activity (FDA) was found at the soil-protecting management technology. CFU counts, however were not always correlated by the total humus content. The greater FDA activity and the differences among the two treatments was realised at both management practices. The differences could be seen also at the micromorphological investigations which was helpful for finding the explanations. Both method could be used therefore for the successful comparisons and for understanding the main driving forces in the soils.

Keywords: soil-protecting management, colony forming units (CFU), enzyme activity, morphology

Table 1. Physical-chemical parameters of the soil at K-1 conservation management practice

Table 2. Physical-chemical parameters of the soil at K-1 conventional management practice

Table 3. Outline of micromorphological investigations (source is HORVÁTH, 2014)

Figure 1. Some part of the geological map of Hungary

Figure 2. Erosion station of Szentgyörgyvár, Hungary. (details in Bádonyi et al. 2008)

Figure 3a, 3b. Enzyme activities in 2012, and colony forming units of sporeformers, measured at two temperature in 2012 february

Figure 4a, 4b. Total colony forming units (CFU) and Tyurin humus content in conservation (K1) and conventional (K2) mangement practices

Figure 5. The soil profile of two management practices. K1-conservation, K2-conventional

Figure 6. Concentrated clayi materials (with stone-flour silicon particles) among soil aggregates. This type can be evaluated as surface coats.

Figure 7: Autochtonous Fe/Mn peas. left above clear typical, right above non-typical, slightly dendritic (10xobj. 1N)

Figure 8: Well-developed clay materials among the particles. Zygomorphic ferric-pea freckles (20xobj., 2N)

Figure 9. Cracked, few, irregular porous microstructure in connection with most of the pores. 1 x obj., 1 N.

Figure 10. Very few pores in a massive, solid microstructure, without connections with each others. 1 x obj., 1 N.