

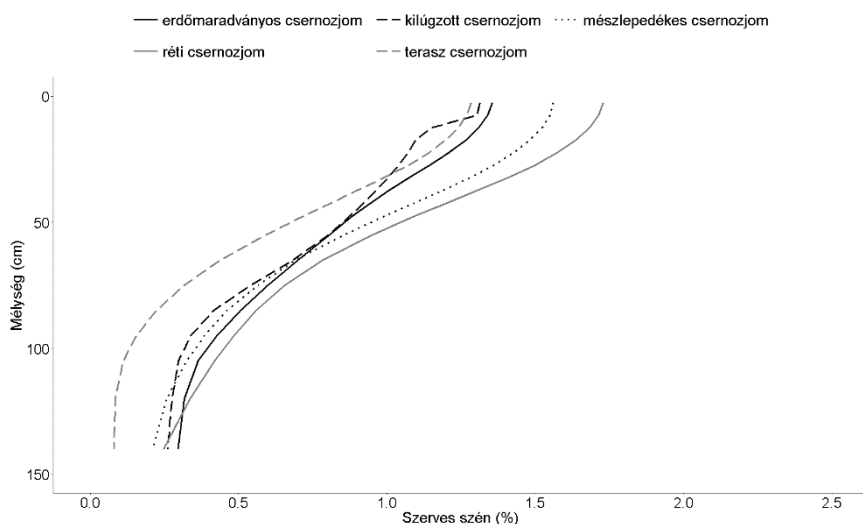
A szerves szén jelentős összetevője a talajoknak, mely meghatározza a talajok számos fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságát és sokrétű környezeti funkcióit, többek között termékenységét. A talajok a legjelentősebb szárazföldi széntárolók, és fontos szerepük van a szén globális körforgalmában, így a klímaváltozásban (Lal, 2004a, 2004b). Óriási hazai és nemzetközi igény mutatkozik talajok szerves anyag készletére és annak változására vonatkozó adatokra. A kutató munka célja a különböző talajok szerves anyag tartalmára vonatkozó, több célra alkalmazható diagnosztikus kategóriák kidolgozása volt. Ennek értelmében részletes irodalmi feldolgozást végeztünk a szerves anyag mennyiségi és mélységi, illetve az osztályozásban betöltött szerepe tekintetében a hazai és nemzetközi irodalomban. Elsősorban a TIM adatbázis (TIM, 1995) alkalmazásával, feldolgoztuk és statisztikusan elemeztük a hazai genetikai talaj típusokra rendelkező adatokat a szerves anyag mennyisége és mélysége tekintetében. A munka szorosan kapcsolódik a hazai talajosztályozás megújításához.

**Az irodalmi feldolgozás eredményeit** az Agrokémia és Talajtan folyóiratban „A szervesanyagra vonatkozó osztályozási információk a hazai genetikai talajosztályozási rendszer útmutatóiban” című szemle cikkünkben tettük közzé (Fuchs et al., 2019). Ebben áttekintettük és elemeztük a hazai genetikai osztályozás gyakorlatban alkalmazott útmutatókat (SZABOLCS, 1966; JASSÓ et al., 1989) és megállapítottuk, hogy genetikai osztályozásunk a talajok szervesanyag tartalmára, ill. a szervesanyagot tartalmazó rétegek vastagságára, és egyéb, kapcsolódó morfológiai tulajdonságaira (pl. szín, szintek közötti átmenet) vonatkozóan gyakran leíró jellegű, szubjektív információkat tartalmaz, megnehezítve a talajtípusok egymástól való elkülönítését, és pontos, számszerű adatokkal alátámasztott jellemzését. A leírásokban gyakoriak az osztályozási bizonytalanságot növelő kifejezések (pl. „általában”, „elég nagy”, „ritkán haladja meg”, vagy „előfordul”), és a típusok főként belülről, de számszerű alapokat nélkülöző összehasonlítása is (pl. „humusztartalom némileg alacsonyabb, mint”, vagy „humuszos szintjük kevésbé kialakult, mint”). Egyes típusoknál leíró jellegű információk mellett a mennyiségre, vagy mélységre vonatkozó értékek, esetenként mindkettő megtalálható, leggyakrabban intervallumok formájában – de számszerű információk jelzésére a legtöbb esetben csak az osztályozás legalacsonyabb, változati szintjén van lehetőség. A „humuszos”jelző használata sem konzekvens, bizonyos esetekben talajtípust (pl. humuszos homok, humuszon öntés), míg más esetekben altípust (pl. humuszos kovárányos barna erdőtalaj), vagy változatot (pl. gyengén humuszos barnaföld) különböztet meg. A modern, ún. diagnosztikus szemléletű, egyértelmű definíciókon és számszerű kritériumokon alapuló osztályozási rendszerekben a szerves szén mennyiségi és mélységi megjelenése diagnosztikus kategóriáknak, és magasabb rendszertani egységeknek is gyakran alapja (MICHÉLI et al., 2014).

## **Módszerek**

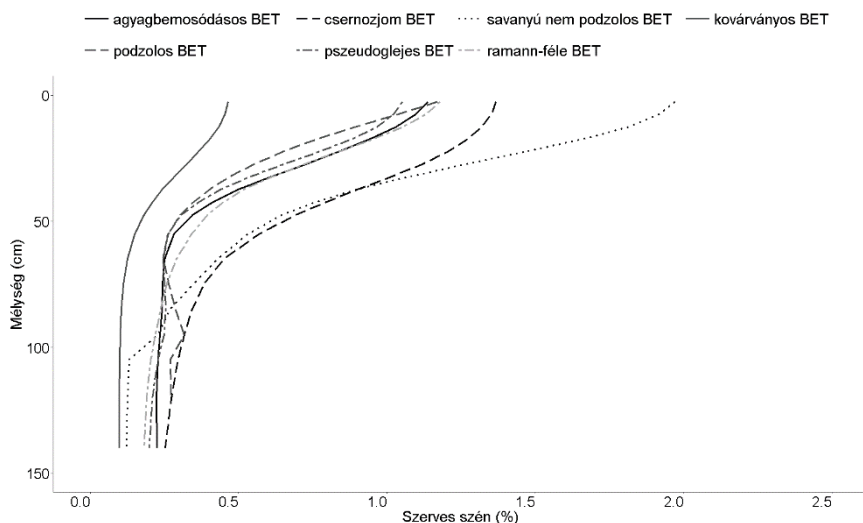
A hivatalos nemzetközi talajkorrelációs rendszer, a Világ Talaj Referencia Bázis (World Reference Base for Soil Resources, WRB) (IUSS WORKING GROUP WRB, 2015) szervesszén-tartalomra vonatkozó ásványi kategóriáit több dolgozatunkban áttekintettük (Fuchs et al., 2005, 2019a; Michéli et al., 2004). A diagnosztikus szemléletben elkészült, javasolt hazai osztályozási rendszer (Michéli et al., 2015, 2018). Az osztályozási rendszerek és azok egységeinek tanulmányozására sikeresen alkalmaztunk numerikus módszereket megelőző vizsgálataink során (Fuchs et al., 2011, Michéli et al., 2016). A szervesanyagra vonatkozó egységek kidolgozásakor, az irodalmi áttekintések mellett, a TIM adatbázis **numerikus elemzésének** segítségével vizsgáltuk a szervesanyag mennyiségi és mélységi eloszlását az egyes genetikai talajtípusokban. Ezt az ún. „Equal-area spline” függvény (BISHOP et al., 1999) alkalmazásával azonos mélységi intervallumokra meghatároztuk az egyes típusok szervesszén-tartalmára vonatkozó átlagértékeket. Az összesen 18 standard mélységi intervallum a következők szerint került meghatározásra: 0-50 cm között 5 cm; 50 – 110 cm között 10 cm; 110 – 150 cm között 20 cm. Az értékelést, illetve a hasonlításokat a mélységi intervallumokra vonatkozó főttípus, illetve típus átlagprofilok alapján végeztük, melyek hasznosnak bizonyultak az

egyed tulajdonságok, így a szerves szénre vonatkozó mélységi eloszlások elemzésére (Fuchs et al., 2019b). Példaként a csernozjom és barna erdőtalajok szervesszén-tartalmának standard mélységekre vonatkozó genetikus típus átlagait mutatjuk be.



1. ábra A csernozjom talajok szervesszén-tartalmának standard mélységekre vonatkozó típus átlagai

A csernozjom talajok típus átlagaira (1. ábra) jellemző szervesszén-tartalom mélységi eloszlását mutatja be, és jól tükrözi annak fokozatos mélységi csökkenését. Az egyes típusokban azonban igen eltérő mennyiségek jelennek meg a standard mélységi intervallumokban. A WRB felső, szervesanyagban gazdag diagnosztikus szintjeinek esetében 20 cm (mollic, umbric szintek), ill. 25 cm (chernic szint) mélyséig követelik meg a legalább 0,6% szervesszén-tartalmat. Hazai mezőségi talajaink mind a mennyiség, mind a mélység tekintetében nagyrészt megfelelnek e követelménynek. Mivel azonban gyakran nagyobb mélységben és mennyiségben jelenik meg a szerves szén, ennek kifejezésének lehetőségét szintén fontosnak tartjuk, és ezt a hazai egységek kidolgozásakor szem előtt tartottuk,



2. ábra A barna erdőtalajok szervesszén-tartalmának standard mélységekre vonatkozó típus átlagai

A barna erdőtalajok (2. ábra) átlagprofiljainak többsége is követi a genetikus tudásunk szerinti alacsonyabb értékeket és a kevésbé fokozatos mélységi csökkenést, azonban az egyes típusok

A szerves szénrel kapcsolatos diagnosztikai kategóriák meghatározása a talajosztályozás, térképezés és monitorozás támogatására OTKA 113171

egymástól igen nagy mértékű eltérést mutatnak. Ezért a szervesanyagra vonatkozó mennyiségi és eloszlási információ önmagában is kifejezést igénylő tulajdonság.

A diagnosztikus kategóriák definícióinak megfogalmazásában célkitűzés volt a WRB-vel való megfeleltetés, azonban törekvés volt a kevesebb kritériummal és alkritériummal történő egyszerűsített megfogalmazás, és a Kárpát medence talajviszonyaihoz történő adaptálás. További osztályozási egységek az altípus és változati tulajdonságok, melyek a típusokat meghatározó definíción túl további információt nyújtanak talajaink fontos tulajdonságairól, összetételéről és azok mélységi megjelenéséről.

Az egységes meghatározásoknak az objektív osztályozás támogatása mellett további két jelentősége van. Kifejezi, hogy hasonló mértékű, esteleg mélységű szerves szén felhalmozódást többféle folyamat eredményezhet, továbbá lehetővé teszi az egyes egységek önmagukban, a típustól független értelmezhetőségét és alkalmazhatóságát. Ennek különös jelentőséget ad, hogy a diagnosztikus elemek térbeli kiterjedése eltérhet, és legtöbbször eltér a típus kiterjedésétől. A javasolt rendszer szervesanyagra, vagyis a szervesszén-tartalomra vonatkozó egységei követik a fenti általános koncepciót.

## Eredmények

A fentiek alapján az alábbi szerves anyaggal kapcsolatos osztályozási egységek és kategóriák kerültek meghatározásra.

A szerves talajok osztályozására, és a kapcsolódó szerves diagnosztikus kategóriákra vonatkozó javaslat (MICHÉLI et al., 2017):

**Szerves talajszintek:** Lebomlatlan vagy részlegesen lebomlott növényi maradványokat tartalmazó szintek, amelynek (izzítási veszteséggel meghatározott) szervesszén-tartalma (OC) legalább 20%.

A *szerves talajszintek* keletkezésük, ill. megjelenésük alapján:

**Tőzeg szint:** Olyan szerves talajszint, mely az év nagyobb részében vízzel telített. A lebomlottság foka (rostos, vegyes, kotús) altípus tulajdonságként kerül meghatározásra.

Elsősorban a nem Láptalajokra (inkább erdő és szikes talajokra) jellemző további szerves talajszintek:

**Alom szint:** Olyan szerves talajszint, mely az év nagyobb részében átszellőzött, és erdős vegetációra jellemző növényi maradványokat tartalmaz;

**Gyep szint:** Olyan szerves talajszint, mely az év nagyobb részében átszellőzött, és gyepes vegetációra jellemző növényi maradványokat tartalmaz.

A szerves talajanyag kritériumát nem kielégítő, de még jelentős szervesszén-tartalommal rendelkező anyag a **lápfield** elnevezést kapta.

A lápfield javasolt definíciója már az ásványi talajszintek között található:

**Lápfield:** A szerves talajanyag kritériumát nem kielégítő, de legalább 10% szervesszén-tartalmú talajanyag ( $10\% < \text{szerves szén} \leq 20\%$ ).

A szerves szénrel kapcsolatos diagnosztikai kategóriák meghatározása a talajosztályozás, térképezés és monitorozás támogatására OTKA 113171

**Az ásványi talajsztintek** között két, bázistelítettség alapján elkülöníthető humuszos talajsztint, az ún. mollikus („bázikus”) és umbrikus („savanyú”) humuszos talajsztintek, valamint egy humuszszegény talajsztint, és egy nyers felszín került meghatározásra.

A javasolt definíciók és határértékek a következők:

### ***Humuszos talajsztintek:***

#### ***Mollikus talajsztint („bázikus” humuszos talajsztint)***

Olyan felszíni talajsztint, amelynek

1. szerkezete kedvező, és
2. sötét színű (Munsell value/chroma nedvesen 3/3 vagy kisebb, szárazon 5/5 vagy kisebb), és
3. szervesszén-tartalma legalább 0,6% (1% humusz tartalom)
4. bázistelítettsége legalább 50%, és
5. vastagsága legalább 20 cm.

#### ***Umbrikus talajsztint („savanyú” humuszos talajsztint)***

Olyan felszíni talajsztint, amely

1. szerkezete kedvező, és
2. sötét színű (Munsell value/chroma nedvesen 3/3 vagy kisebb, szárazon 5/5 vagy kisebb), és
3. szervesszén-tartalma legalább 0,6% (1% humusz tartalom)
4. bázistelítettsége kevesebb, mint 50%, és
5. vastagsága legalább 20 cm.

#### **Humuszszegény talajsztint**

Olyan felszíni talajsztint, amelyben a felszíntől számított 20 cm-es mélységig a szervesszén-tartalom súlyozott átlaga 0,2-0,6% (0,3-1% humusz tartalom) közötti.

#### **Nyers felszínek**

Olyan felszínek, melyeknek szervesszén-tartalma nem éri el az 0,2 % -ot (<0,3 % humusz tartalom).

A mollikus és umbrikus talajsztintek ( $OC \geq 0,6\%$ ) és a lápföld ( $10\% < OC \leq 20\%$ ) között szervesszén-tartalom alapján meghatározott további kategóriák az osztályozás altípus szintjén kerülnek meghatározásra az alábbiak szerint:

**Gyengén humuszos:** Olyan felszíni talajsztinttel rendelkezik, amelyben a felszíntől számított 20 cm-es mélységig a szervesszén-tartalom súlyozott átlaga 0,6-1% (SOM 1-1,7%) közötti.

**Humuszos:** Olyan felszíni talajsztinttel rendelkezik, amelyben a felszíntől számított 20 cm-es mélységig a szervesszén-tartalom súlyozott átlaga 1-1,7% (SOM 1,7-3%) közötti.

**Humuszgazdag:** Olyan felszíni talajsztinttel rendelkezik, amelyben a felszíntől számított 20 cm-es mélységig a szervesszén-tartalom súlyozott átlaga 1,7-2,9% (SOM 3-5%) közötti.

**Erősen humuszos:** Olyan felszíni talajsztinttel rendelkezik, amelyben a felszíntől számított 20 cm-es mélységig a szervesszén-tartalom súlyozott átlaga 2,9-5% (SOM 5-8,6%) közötti.

**Igen erősen humuszos:** Olyan felszíni talajsztinttel rendelkezik, amelyben a felszíntől számított 20 cm-es mélységig a szervesszén-tartalom súlyozott átlaga 5-10% (SOM 8,6-17,2%) közötti.

A szerves szénrel kapcsolatos diagnosztikai kategóriák meghatározása a talajosztályozás, térképezés és monitorozás támogatására OTKA 113171

A fentiek mellett lehetőség van a felszíni, mollikus és umbrikus talajszieitek (OC>0,6%), és a szervesszén-tartalom alapján meghatározott további altípus tulajdonságok (Humuszszegény/Humuszos/Humuszgazdag/Erősen humuszos/Igen erősen humuszos) vastagsági megjelenésének jelzésére (valamennyi egységnél azonos értelmezés mellett) a következő jelző segítségével:

**Mélyen:** A Mollikus/Umbrikus, ill. a Humuszszegény/Humuszos/Humuszgazdag/Erősen humuszos/Igen erősen humuszos altípus tulajdonságok megjelenése a felszíntől számított legalább 50 cm-es mélységig.

A javasolt hazai diagnosztikus kategóriák és altípus elnevezések nagyrészt követik a hazai talajtani hagyományokat, és a hazai gyakorlatban alkalmazott útmutatók (SZABOLCS, 1966; JASSÓ, 1989) és tankönyvek (STEFANOVITS, 1972; 1999) nevezéktanát veszik át – csak a diagnosztikus szemléletnek megfelelően pontos definíciókkal, és egységesen értelmezhető, számszerű határértékekkel definiálva. A genetikus hazai rendszerben nem szereplő, újonnan bevezetett egyes kategóriák esetében a nemzetközileg elterjedt és elfogadott elnevezéseket honosítottuk (pl. a mollikus és umbrikus talajszieitek esetében) – de természetesen várjuk a nevezéktan fejlesztésére, „magyarosítására” vonatkozó javaslatokat.

A „mélyen” jelző 50 cm-es vastagságra vonatkozó határértéke megfeleltethetőséget biztosít a WRB „pachic” ill. „humic” minősítőivel. A szervesszén-tartalom alapján javasolt hazai diagnosztikus kategóriák és altípusok hazai vonatkozású WRB kategóriáival való megfeleltethetőséget Az 1 táblázat foglalja össze.

1. táblázat. Szervesszén-tartalom alapján javasolt hazai diagnosztikus kategóriák és altípusok (MICHÉLI et al., 2017; 2018), és megfeleltethetőségük a Világ Talaj Referencia Bázis (WRB) (IUSS Working Group WRB, 2015) vonatkozó kategóriáival

Szerves szén (OC%)	Szerves anyag (SOM%)	Javasolt hazai diagnosztikus kategória	Javasolt hazai altípus elnevezés	Megfeleltethető hazai vonatkozású WRB kategóriák		
				diagnosztikus kategóriák	minősítők	
> 20%	> 34,4%	Szerves talajszieitek (tőzeg-, alom-, gyepszint)	Rostostőzeges/ Vegyestőzeges /Kotús /Mohatőzeges/ Száraztőzeges	organic anyag, histic / folic szint	histic / folic hemic/ sapric/fibric	
10-20%	17,2 -34,4%	Lápföld	Lápföldes	mollic / umbric szint	hyperhumic	
5-10%	8,6-17,2%	mollikus / umbrikus talajszieint	mollikus / umbrikus		Igen erősen humuszos	humic
2,9-5%	5-8,6%				Erősen humuszos	
1,7-2,9%	3-5%				Humuszgazdag	
1-1,7%	1,7-3%				Humuszos	
0,6-1%	1-1,7%				Gyengén humuszos	
0,2-0,6%	0,3-1%	Humuszszegény talajszieint	Humuszszegény	-	ochric	
< 0,2%	< 0,3%	Nyers felszínek	Nyers	-	-	

A szerves szénrel kapcsolatos diagnosztikai kategóriák meghatározása a talajosztályozás, térképezés és monitorozás támogatására OTKA 113171

AZ 1. táblázat jól mutatja, hogy a szervesszén-tartalom alapján javasolt új hazai altípus tulajdonság egy jelentős része (5 db) az eredményeink alapján megállapított 0,6-10% szerves szén intervallumon belül került meghatározásra, lehetővé téve talajaink felszíni 20 cm-es rétegének szervesszén-tartalomra vonatkozó részletesebb jellemzését.

A javasolt új, szervesszén-tartalomra vonatkozó altípus tulajdonságok genetikus főtípusaink szerinti eloszlása a TIM adatbázis alapján a 2. táblázatban látható.

2. táblázat. A szervesszén-tartalomra vonatkozó javasolt altípus tulajdonságok megjelenésének eloszlása genetikus főtípusaink szerint a TIM adatbázis alapján. (A „%” a főtípuson belüli %-ra vonatkozik, az „összesen” esetében pedig valamennyi alkalmazott TIM pont %-ra. A kiemelt számok főtípuson belüli legnagyobb számú előfordulást jelzik).

Genetikus főtípusok	Szervesszén-tartalomra vonatkozó javasolt altípus tulajdonságok											
	nyers		humuszszegény		gyengén humuszos		humuszos		humuszgazdag		erősen humuszos	
	<0.2 OC%		≥ 0.2 OC% <0.6		≥ 0.6 OC% <1		≥ 1 OC% <1.7		≥ 1.7 OC% <2.9		≥ 2.9 OC% <5	
	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%
váztalajok	14	10,4	63	<b>46,7</b>	27	20,0	21	15,6	8	5,9	1	0,7
közethatású talajok	0	0,0	0	0,0	1	5,0	5	25,0	9	<b>45,0</b>	4	20,0
barna erdőtalajok	5	1,3	52	13,6	154	<b>40,2</b>	125	32,6	41	10,7	5	1,3
csernozjom talajok	1	0,5	2	1,0	23	11,9	95	<b>49,0</b>	71	36,6	2	1,0
szikés talajok	0	0,0	7	20,0	5	14,3	12	<b>34,3</b>	10	28,6	1	2,9
réti talajok	0	0,0	4	2,4	14	8,4	55	33,1	77	<b>46,4</b>	15	9,0
láptalajok	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	9,1	9	<b>81,8</b>
öntés és lejtőhordalék	0	0,0	3	2,3	24	18,6	65	<b>50,4</b>	35	27,1	2	1,6
<b>összesen</b>	20	1,9	131	12,3	248	23,2	378	<b>35,4</b>	253	23,7	39	3,6

A TIM pontok alapján valamennyi kategóriában reprezentáltak a felszíni talajszintek. A reprezentáltság azonban óvatossággal kezelendő, hiszen a TIM pontok kijelölése, és a típusok igen eltérő reprezentáltsága a valós előfordulásokat torzítja. Az alkalmazott TIM adatok alapján a legnagyobb előfordulás a humuszos kategóriában (≥ 1 OC% <1.7) van. Ezt követi humuszgazdag (≥ 1.7 OC% <2.9) és a gyengén humuszos (≥ 0.6 OC% <1), majd a humuszszegény (≥ 0.2 OC% <

A szerves szénrel kapcsolatos diagnosztikai kategóriák meghatározása a talajosztályozás, térképezés és monitorozás támogatására OTKA 113171

0.6 ) kategória. A legkisebb előfordulás a nyers (<0.2 OC%) kategóriában van. A típusonként jellemző szerves szén gazdagság tendenciája értelemszerűen megegyezik az 5. ábráról leírtakkal.

A láptalajok jelentős %-a az ásványi talajokra jellemző erősen humuszos kategóriába esik, ennek oka viszont valószínűleg a szerves szintek szervesszén-tartalmának meghatározási problémájára vezethető vissza (MICHÉLI et al., 2017).

A talaj szerves anyag változásának nyomon követése gyakori, nagyszámú vizsgálatokra igényel. Ezért fontos a gyors, környezetbarát módszerek alkalmazása. Gödöllői-dombsági területen 770 talajminta alkalmazásával sikeresen becsültük a szervesanyag tartalmát (Csorba et al., 2013, 2016). Így a talajmonitoring rendszerek tervezésekor javasolt a hagyományos módszerek mellett a modern spektrális módszerek alkalmazása.

### **Várható eredmények:**

Az egységesen meghatározott diagnosztikus kategóriák, altípus és változati tulajdonságok hasznos információt (diagnózist) szolgálnak a talajok sok szempontú értékelésekor az osztályozási célkitűzéseken túl, vagy attól függetlenül. Az egyes osztályozási elemek és típusok legjelentősebb alkalmazása az átfogó talajtérképezésen túl várhatóan a jogszabály alkotás és politikai döntések támogatása, a precíziós gazdálkodás, a termésbecslés, a termőhelyi sajátosságok összegzése, a talaj minőség becslése, tudományos modellezés (különös tekintettel a klíma modellekre), a talajvédelem, és nem utolsósorban a nemzetközi megfeleltetés és adatcsere lesz.

### **Összefoglalás**

A szerves szén igen jelentős összetevője a talajoknak. Meghatározza a talajok számos fizikai, kémiai, biológiai és nedvesség gazdálkodási tulajdonságát és sokrétű környezeti funkcióit, többek között termékenységét, vízzűrő-, és szolgáltató képességét, pufferkapacitását, vagy a biológiai sokféleség megőrzésében játszott szerepét. A modern osztályozási rendszerekben a szerves szén mennyiségi és mélységi megjelenése diagnosztikus egységek és magasabb rendszertani egységeknek is gyakran alapja.

Diagnosztikus szemléletű hazai talajosztályozási rendszerünk kidolgozásakor megvizsgáltuk a hazai genetikai osztályozás szervesanyagra vonatkozó kritériumait, részletesen elemeztük a TIM adatbázis adatait és figyelembe vettük a nemzetközi standardokat. Törekedtünk olyan diagnosztikai egységek, altípus és változati tulajdonságok meghatározására, melyek az osztályozás támogatásán túl, önmagukban is fontos információt szolgáltatók a különböző alkalmazásoknak.

Eredményeink szerint a TIM adatbázis tanulmányozása, a szerzők saját talajleíró tapasztalata, továbbá a szervesszén-tartalomra irányuló adatigény indokolja további mennyiségi intervallumok meghatározását az osztályozás alacsonyabb (altípus és változati tulajdonság) szintjén.

Vizsgálatunk további fontos eredménye, hogy rámutat, a földes részre vonatkoztatott szervesszén-tartalom nem elég a feltalajok diagnosztizálására. A durva rész arány, a telítettségi viszonyok, a szín, a szerkezet további fontos kritériumok a feltalajok, illetve a felszíni diagnosztikai szintek definiálásában. Ugyanakkor a szerves szén mennyiségi-, és mélységi határértékeinek egységes, típustól független meghatározása fontos információt szolgáltat a talajok sok szempontú megítélésben.

Javaslatunkban a szervesszén-tartalomra vonatkozóan nyolc felszíni diagnosztikus talajszint, egy felszín alatti diagnosztikus talajszint, és egy diagnosztikus talajanyag került meghatározásra. Az osztályozás alacsonyabb szintjein további 5 kategória bevezetését javasoltuk a talajokban megjelenő szervesszén-tartalom részletesebb jellemzésének biztosítása érdekében. A javasolt rendszerben

A szerves szénrel kapcsolatos diagnosztikai kategóriák meghatározása a talajosztályozás, térképezés és monitorozás támogatására OTKA 113171

összesen 20 altípus -, és 2 változati tulajdonságban jelenik meg szervesszén-tartalomra, vagy kapcsolódó diagnosztikus kategóriára vonatkozó követelmény. Az egyes elemek azonos értelmezése lehetővé teszi a típustól független térbeli kiterjedésének meghatározását.

### Irodalom

- BISHOP, T.F.A., MCBRATNEY, A.B., LASLETT, G.M., 1999. Modelling soil attribute depth functions with equal-area quadratic smoothing splines. *Geoderma* 91, 27 – 45 p
- Csorba, Á ; Láng, V ; Fenyvesi, L ; Michéli, E. Reflektancia spektroszkópia alkalmazása talajok szervesszén és CaCO<sub>3</sub>-tartalmának becslésében. *AGROKÉMIA ÉS TALAJTAN* 61 : 2 pp. 277-290. Paper: . , 14 p. (2012)
- Csorba, Á., Szegi, T., Dobos, E., Michéli, E.: Application of VIS-NIR reflectance spectroscopy as a tool of soil classification, Proceedings of the 4th International Soil Classification Congress. 5-7 December, Bloemfontein, South Africa. 7 pp., 2016
- FUCHS, M., SIMON, B., MICHÉLI, E., 2005. Soil organic matter as a criteria in soil classification systems. *Cereal Research Communications*, 33 (1), Proceedings of the IV. Alps-Adria Scientific Workshop Portoroz, Slovenia February 28 – March 5 2005 (2005), pp. 365-368.
- FUCHS M., WALTNER I., SZEGI T., LÁNG V. & MICHÉLI E., 2011. A hazai talajtípusok taxonómiai távolsága a képződésüket meghatározó folyamattársulások alapján. *Agrokémia és Talajtan* 60. 33–44.
- FUCHS M., SZEGI T., CSORBA Á. & MICHÉLI E., 2019a. A szervesanyagra vonatkozó osztályozási információk a hazai genetikus talajosztályozási rendszer útmutatóiban. *Agrokémia és Talajtan* x. y–z. (in press)
- IUSS WORKING GROUP WRB, 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.
- JASSÓ F. (szerk.), 1989. Útmutató a nagyméretarányú országos talajtérképezés végrehajtásához. Melioráció – öntözés és talajvédelem. '88 melléklet. Agroinform. Budapest.
- LAL, R., 2004a. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. *Science* 304, 1623-1627.
- LAL, R., 2004b. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma* 123: 1-22.
- MICHÉLI, E., OWENS, P. R., LÁNG, V., FUCHS, M., HEMPEL, J., 2014. Chapter 4: Organic Carbon as a Major Differentiation Criterion in Soil Classification Systems. In: Hartemink, A., McSweeney, K. (szerk.), *Soil Carbon. Progress in Soil Science*. Springer, 37-43 pp.
- MICHÉLI, E., FUCHS, M., LÁNG, V., SZEGI, T., DOBOS, E., SZABÓNÉ KELE, G., 2015. Javaslat talajosztályozási rendszerünk megújítására: alapelvek, módszerek, alapegységek. *Agrokémia és Talajtan*, 64:(1) pp. 285-297.
- MICHÉLI, E., LÁNG, V., OWENS, PR., MCBRATNEY, A., HEMPEL, J., 2016. Testing the pedometric evaluation of taxonomic units on soil taxonomy—A step in advancing towards a universal soil classification system. *Geoderma* 264, 340-349.
- MICHÉLI, E., FUCHS, M., TÓTH, J. A., CSORBA, Á., SZEGI, T., 2017. *Javaslat a hazai láptalajok osztályozásának megújítására*. *Agrokémia és Talajtan*, 66 (1). 183-199 pp.
- MICHÉLI, E., FUCHS, M., SZEGI, T., CSORBA, Á., DOBOS, E., SZABÓNÉ KELE, G., 2018. A diagnosztikus szemléletben megújított hazai talajosztályozási rendszer. Alapelvek, felépítés, osztályozási szabályok. *Vitaanyag* 2018.10.10. Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő.
- STEFANOVITS, P., 1972. *Talajtan*. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- STEFANOVITS, P., 1999. A talajok osztályozása. In: STEFANOVITS, P., FILEP, GY. & FÜLEKY, Gy. *Talajtan*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. pp. 239–320.
- SZABOLCS, I. (szerk.) 1966. A genetikus üzemi talajtérképezés módszerkönyve. OMMI Genetikus Talajtérképek. Ser. 1. No. 9. OMMI. Budapest.
- TIM (Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer), 1995. Módszertan. Földművelésügyi Minisztérium Növényvédelmi és Agrárkörnyezetgazdálkodási Főosztály, Budapest.