

Talajdegradáció: fókuszban a szervesanyag és a biológiai diverzitás

Szili-Kovács Tibor

MTA Agrártudományi Kutatóközpont

TERRA-PRETA Kutatás-fejlesztési projekt
Talajoltóanyag és bioszén kombinált alkalmazása leromlott
talajokra



MTA • ATK
Talajtani és Agrokémiai
Intézet

Bevezetés

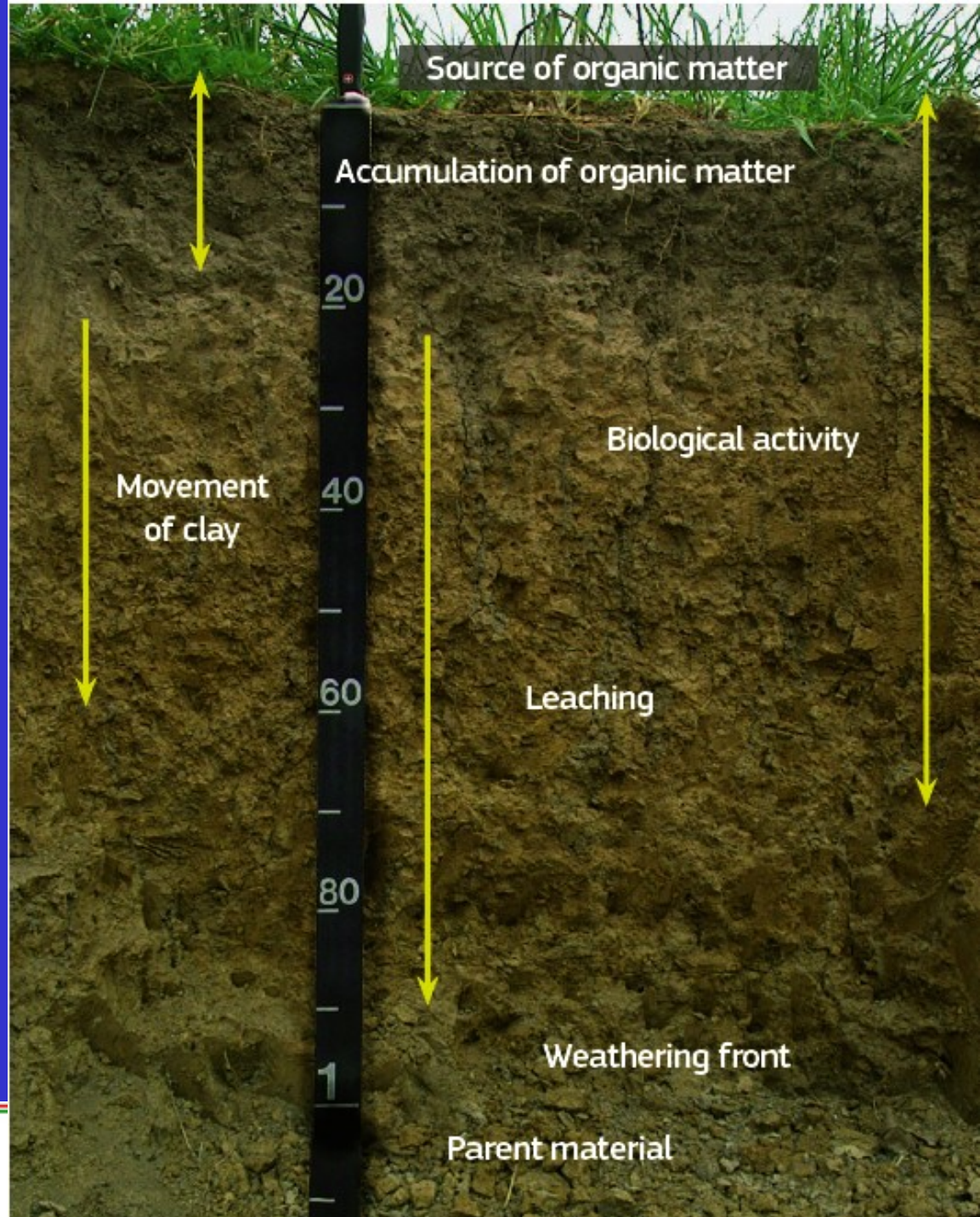


2015

International
Year of Soils

- 2015. a talajok nemzetközi világéve
- (ENSZ 68. Közgyűlés határozata)
- A közvélemény és a döntéshozók figyelmének felhívása a talajok fontosságára.
- Tudatosítani kell, hogy a talajkészletek végesek.
- A talaj *feltételesen megújuló* és *megújítható* természeti erőforrás, ami nem megfelelő használat esetén állapota romolhat, akár visszafordíthatatlan folyamatok indulhatnak meg.
- A talajok multifunkcionális jellegéből adódóan többirányú hasznosításuk is lehetséges ami konfliktusok okoz.





Orgiazzi, A. et al. (Eds.), 2016, Global Soil Biodiversity Atlas. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.



MTA•ATK
Talajtani és Agrokémiai
Intézet

A rizoszféra térbeli és időbeli változása

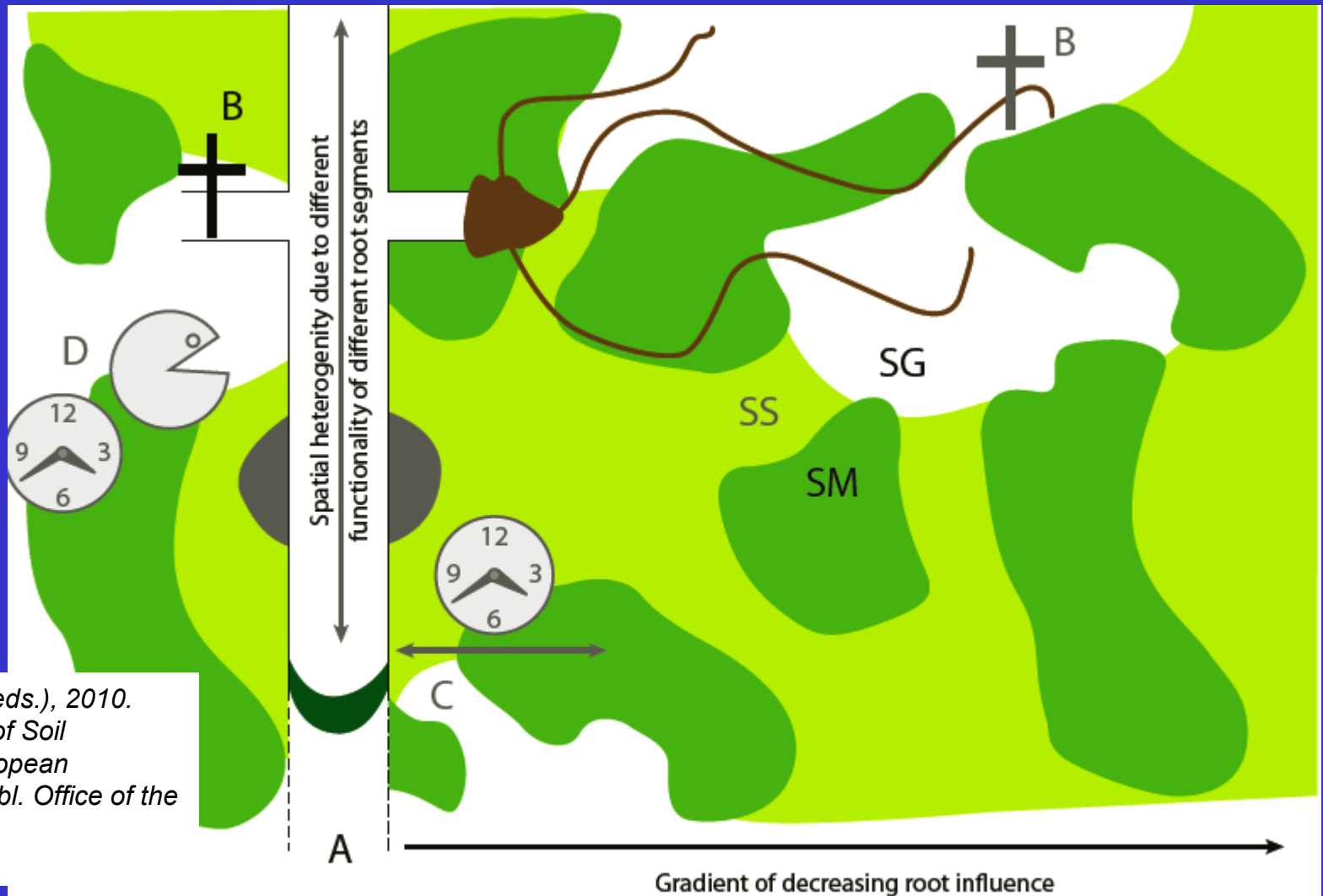


Fig. 2.21: A schematic representation of the rhizosphere as a 3-phase system with soil solid matter phase (SM), soil solution phase (SS), and soil gas phase (SG). Spatial heterogeneity along and perpendicular to root growth added by a developing root system is emphasised and is overlaid by temporal variability: (A) root growth, (B) turnover of roots and fungal hyphae, (C) diurnal or seasonal changes in the activity of roots (i.e. exudation, uptake), or (D) associated organisms. From Luster *et al.* 2009.

Jeffery S. *et al.* (eds.), 2010.
European Atlas of Soil Biodiversity. European Commission, Publ. Office of the European Union, Luxemburg



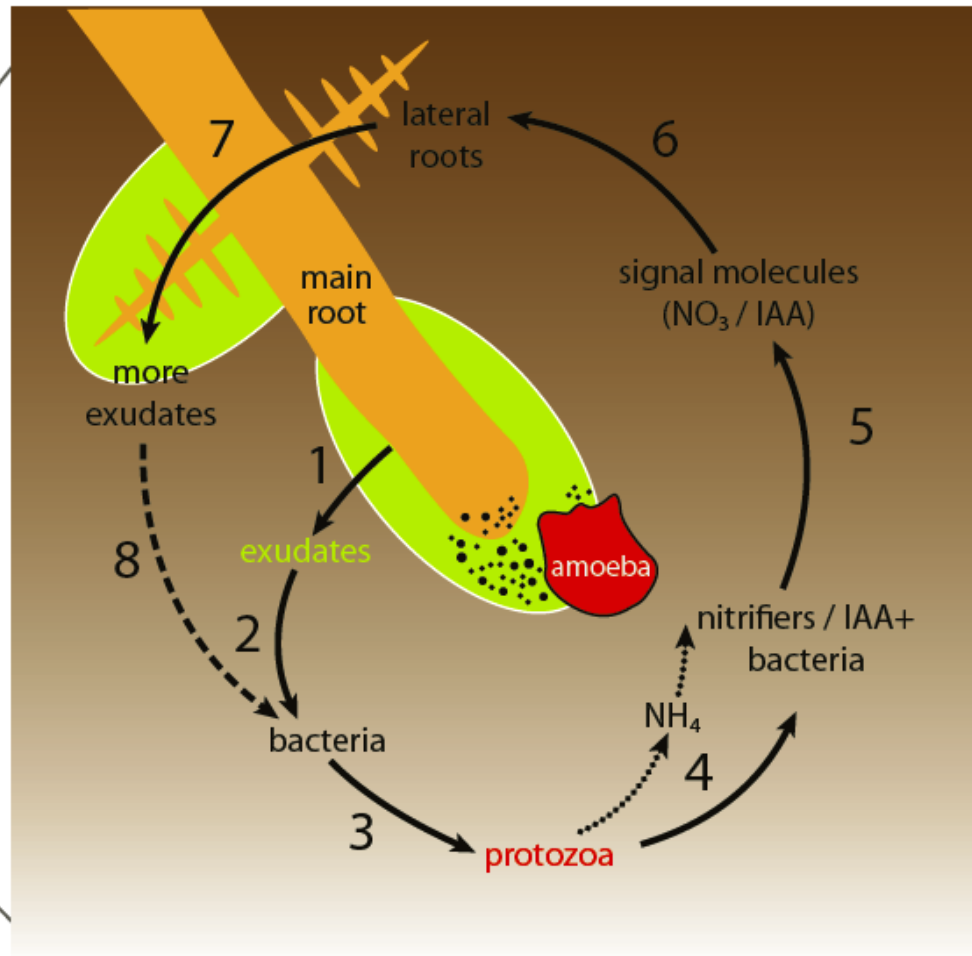
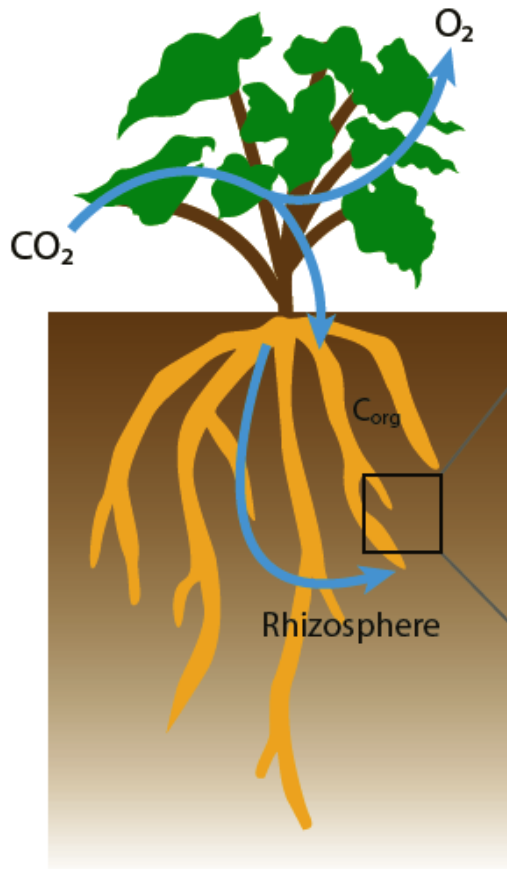


Fig. 2.23: A conceptual model of feedback loops within a rhizosphere involving different members of the soil food web. Root exudation (1) stimulates growth of a diverse bacterial community (2) and subsequently of bacterial-feeders such as protozoa (3). Ammonia is excreted by protozoa and selective grazing favours nitrifiers and indole-3-acetic acid (IAA+) producing bacteria (4). The release of signal molecules (5), such as NO_3^- and IAA, induces lateral root growth (6), leading to release of more exudates (7), subsequent bacterial growth (8), etc. From Bonkowski 2004, reproduced with permission from New Phytologist

S. Jeffery et al.(eds.), 2010, European Atlas of Soil Biodiversity. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Mi a talajdegradáció?

Talaj anyagforgalmi folyamatainak számunkra kedvezőtlen irányban történő megváltozása:

- talajtermékenység csökkenése
- ökológiai feltételek „romlása”
- kedvezőtlen feltételek az agrotechnikai műveletek korszerű (gépesített) időben, és megfelelő minőségben történő elvégzéséhez
- kedvezőtlen változások a természeti környezetben

A talajdegradáció okai:

- természeti,
- emberi tevékenység

A talajdegradáció nem szükségszerű következménye a mezőgazdasági tevékenységnek:

- megelőzhető, mérsékelhető, helyreállítható

A talaj környezeti érzékenysége

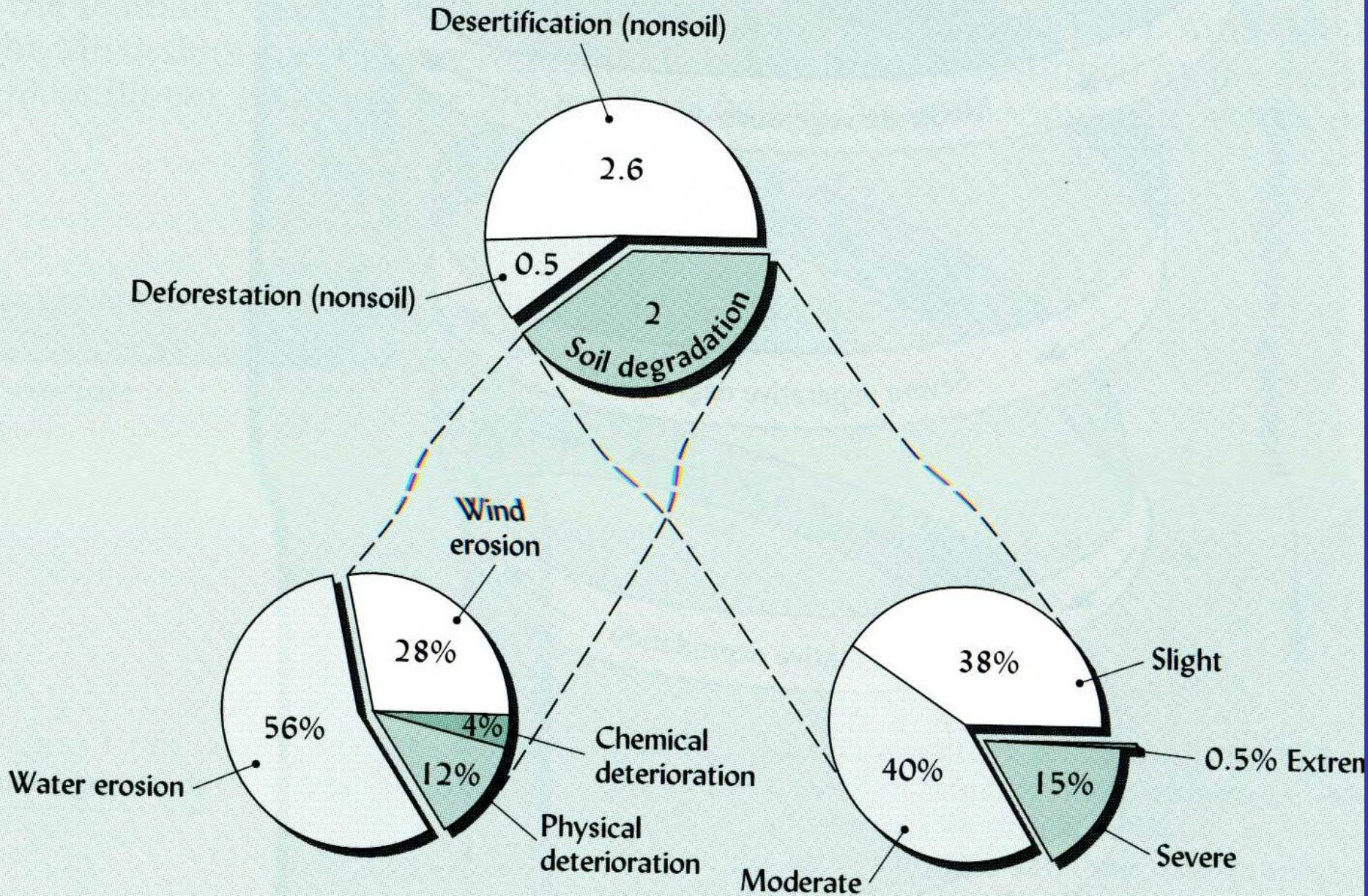
specifikus, talajfüggő

függ:

- (stressz)hatás milyenségétől (gyakoriság, tartam, erősség)
- talaj ellenálló-képességétől (rezisztencia)
- talaj regenerálódó képességétől (reziliencia)



Global Land and Soil Degradation billions of hectares



A GLASOD Program

Talajdegradációra vonatkozó első globális elemzés

(GLASOD: Global Assessment of the Status of Human-induced Soil Degradation)

A FAO adatai szerint a szárazföld **talajainak csak 11%-a megfelelő a mezőgazdasági művelésre**, mivel:

- 28% túl száraz,
- 23% kémiaileg nem kiegyensúlyozott
- 10% túl vizes,
- 6% fagyott,
- 22% túl sekély a műveléshez.

Oldeman, 1994



A GLASOD Program

Talajdegradációra vonatkozó első globális elemzés

(GLASOD: Global Assessment of the Status of Human-induced Soil Degradation)

- 1,96 milliárd ha földterületet érint az emberi tevékenység általi talajdegradáció.
 - **Víz általi erózió:** 1094M hektár
 - **Szélerózió:** 548M hektár
 - **Kémiai degradáció** (tápanyag-hiány, savasodás, szikesedés): 240M ha
 - **Fizikai degradáció** (tömörödés, sealing and crusting): 83M ha.
 - Ebből 300M ha már mg. művelésre alkalmatlanná vált, 40%-a Afrikában.
 - 900M ha közepesen degradálódott; jelentős termés csökkenés; de még helyreállítható; beavatkozás nélkül minőségük tovább romlik.
- ➔ **A globális élelmiszertermelés 12%-kal fog csökkenni a következő 25 évben, az élelmiszerárak pedig 30%-kal emelkednek (UNCCD 2015).**



Talajdegradációs folyamatok Európában



Tőzegkitermelés Németországban



Tőzegkitermelés Észtországban



Termőhely változtatás hatásai

1. Talaj szerves C a mg. termelés limitáló tényezője ?
Igen.(Johnston et al 2009)
 2. Földhasználati váltás miatt 55-135 milliárd tonna C távozott a talajokból, mint CO₂, 1850 – 1998 között (Lal 2004).
 3. Gyepterületből szántó váltással talaj szerves C **59% csökkenés**,
erdőből szántó váltással a talaj szerves C **42% csökkenés**.
- Szántóból gyep váltással a talaj szerves C **19% növekedés**.
- Erdőből gyep váltással a talaj szerves C **8% növekedés**.
(Guo and Gifford 2002)

Talajminőség biológiai indikáció

Talajok multifunkcionalitása > ökológiai funkciók - élőlények

Környezeti hatások ↔ élőlény reakciói

hőmérséklet,
nedvesség,
pH, pO₂,
tápanyagok...

populációdinamikai,
fiziológiai,
adaptáció,
akkumuláció...

Indikátor szervezetek: növények, állatok, mikroorganizmusok

Talajminőség ↔ Talaj ökoszisztéma ↔ Mikrobiális
paraméterek indikátorok



Módszerek

Talajökológiai változó	Mikrobiális indikátor	Kidolgozott módszer	Perspektívikus módszerek
Biodiverzitás	genetikai diverzitás	PCR/DGGE; PCR-TGGE	T-RFLP
	funkcionális diverzitás	BIOLOG; MICRORESP	enzim mintázatok mRNS diverzitás oligo/kopiotrófok
Szénciklus	lipid markerek Talajrespiráció	PLFA CO ₂ produkció vagy O ₂ fogyasztás	
	Metabolikus kvóciens Szervesanyag lebontás Talaj enzimaktivitás Metánképzés Metánoxidáció	C _{resp} /C _{biomass} „Litterbag” enzim mérések MPN; EL-PLFA CH ₄ mérés	FISH
Nitrogénciklus	N mineralizáció nitrifikáció denitrifikáció	NH ₄ akkumuláció NH ₄ oxidáció acetilén teszt	
	N ₂ -fixáció: Rhizobium N ₂ -fixáció: cianobaktériumok	tenyészedény kísérlet MPN nitrogenáz aktivitás	
Mikrobiális biomassa	Direkt módszerek Indirekt módszerek Mikrobiális kvóciens Gombák Gomba/baktérium arány	mikroszkóp, PLFA CFI; CFE; SIR; ATP C _{mic} /C _{org} Ergoszterin/PLFA PLFA	
	Protozoák	MPN	MPN-PCR
Mikrobiális aktivitás	Bakteriális DNS szintézis Bakteriális protein szintézis RNS mérések	Timidin beépülés Leucin beépülés	
	Növekedés élettani jellegek Bakteriofágok	CO ₂ termelés O ₂ fogyasztás	RT-PCR; FISH
Külső fajok	mikorrhiza	mikroszkóp, tenyészedény teszt	Gazda-specifikus plakk képződés PCR
	humán patogének	szelektív táptalaj	PCR; immun- tesztek
Biológiai hozzáférhetőség	szupresszív mikrobák Bioszenzor baktériumok	tenyészedény teszt REMEDIOS; MICROTOX	PCR Új genetikai konstrukciók
	Plazmidos baktériumok Antibiotikum rezisztens baktériumok	Gélelektroforézis Szelektív növekedés teszt	molekuláris módszerek

Nielsen & Winding (2002)

(MDS, minimum data set)

Minimális program:

mikrobiális biomassa

talajrespiráció

N mineralizáció

dekompozíciós teszt

(C_{resp}/C_{mic}; C_{mic}/C_{org})

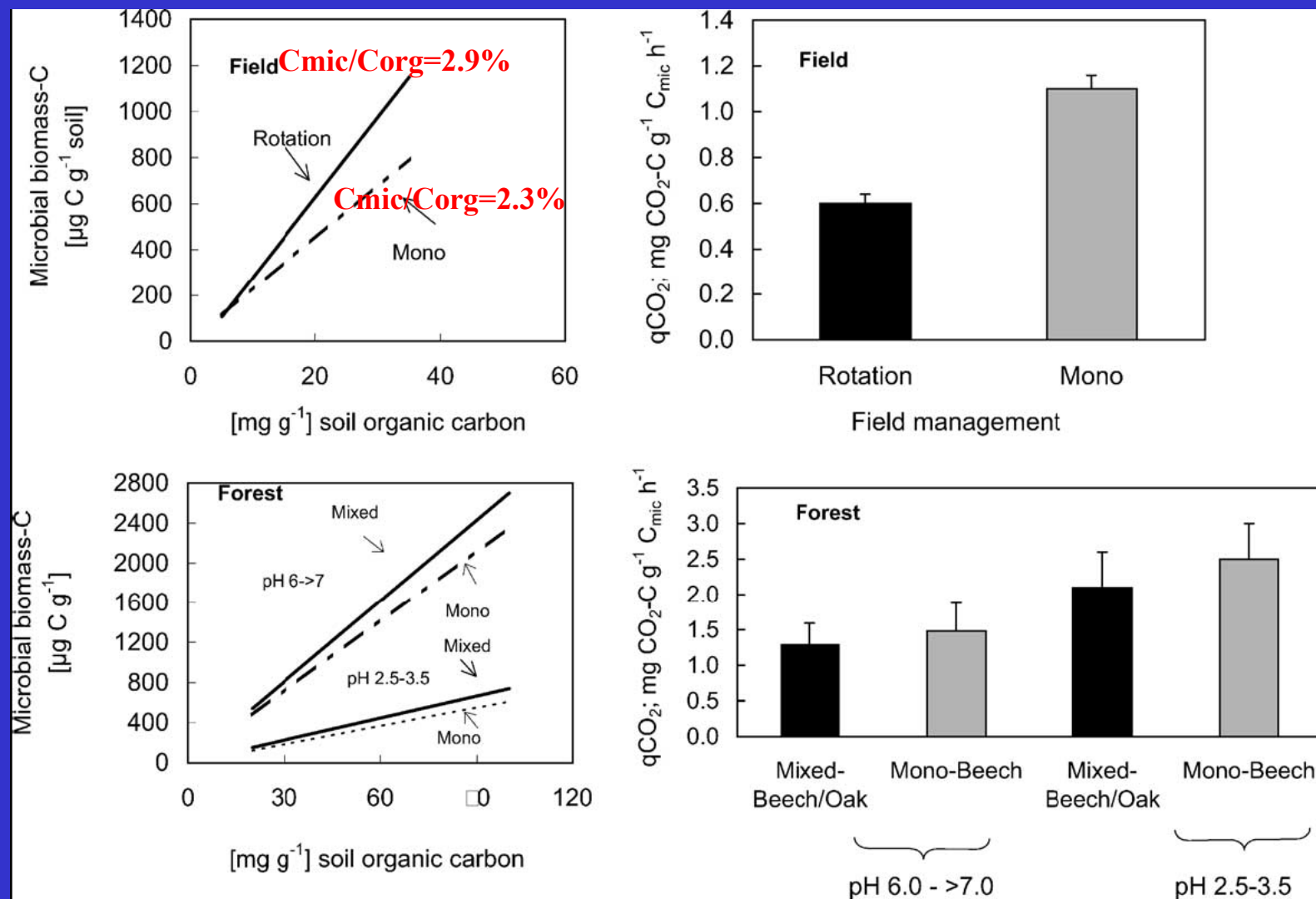


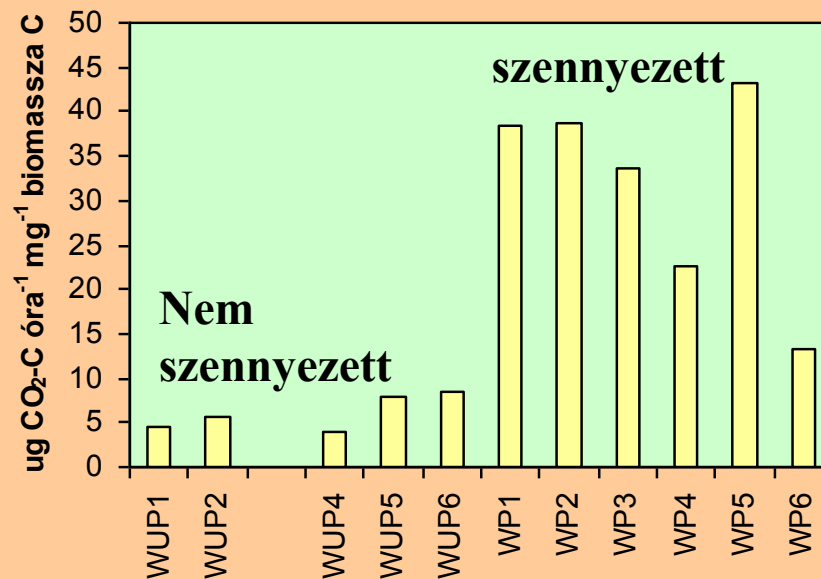
Fig. 1. Microbial biomass-C to soil organic C and $q\text{CO}_2$ of long-term field plots and mainly mature forest stands. Calculated **$C_{mic}:C_{org}$ ratio: field rotation, 2.9, $n = 43$; field monoculture 2.3, $n = 34$** ; forest mixed beech/oak (pH 6 to >7.2), 2.7, $n = 66$; forest mono beech (pH 6 to >7.2), 2.3, $n = 147$; forest mixed beech/oak (pH 2.3–3.5), 0.8, $n = 103$; forest mono beech (pH 2.3–3.5), 0.6, $n = 103$ (data extracted from Anderson and Domsch, 1989, 1990; Anderson, 2003). Differences between variants (bars) are statistically significant at least at $P < 0.01$.

A mikrobiális C/ összes szerves C aránya és a biomassza specifikus respiráció fű rhizoszféra talajban (Gyöngyösrosz)

Mikrobiális C/ Összes szerves C



Biomassza specifikus respiráció



Szili-Kovács et al.



Vetésszerkezet hatása a mikrobiális (funkcionális) diverzitásra 5 év után (hagyományos → organikus)

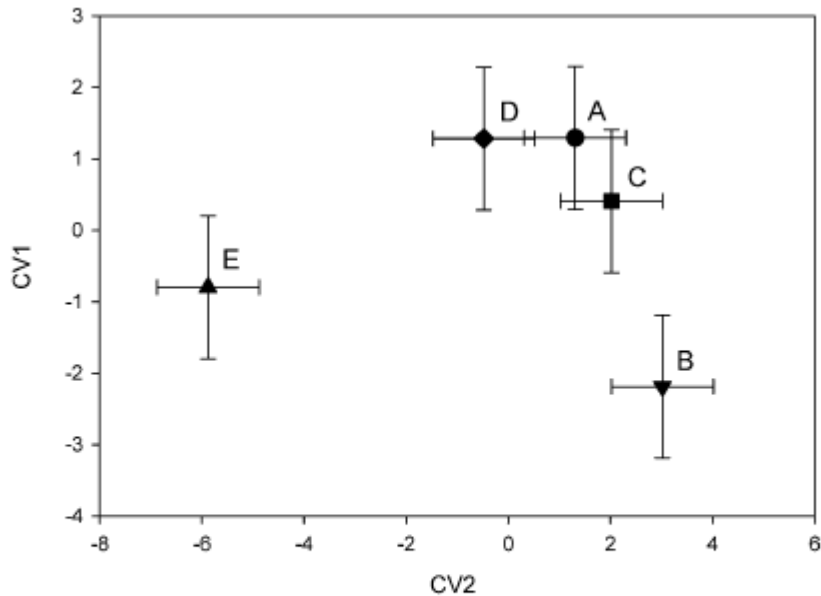


Fig. 1. Canonical variate analysis ordination plot of community level physiological profile for Biolog analysis. CV1 and CV2 accounted for 74.9 and 13.4% of the variability, respectively. Bars represent 95% confidence limits (●, area A; ▼, area B; ■, area C; ◆, area D; ▲, area E).

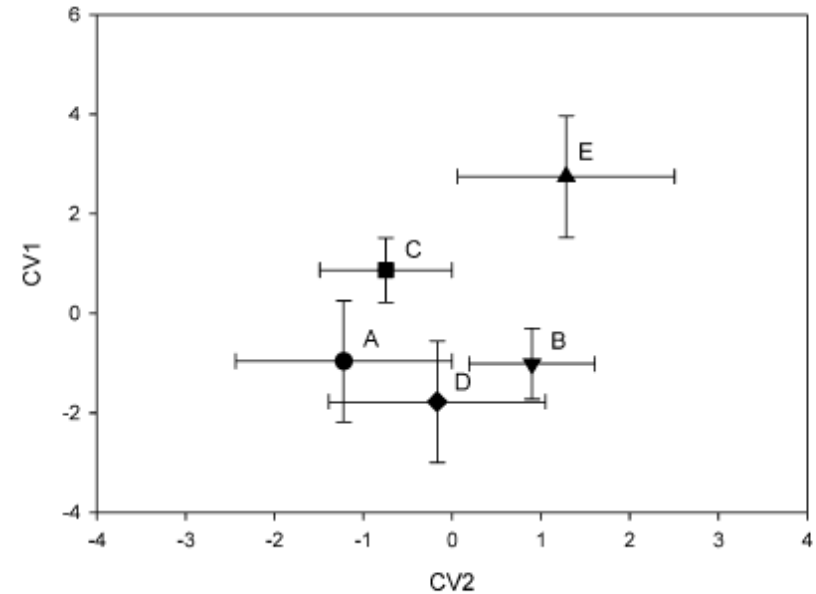


Fig. 2. Canonical variate analysis ordination plot of community level physiological profile for enzyme analysis. CV1 and CV2 accounted for 59.5 and 25.9% of the variability, respectively. Bars represent 95% confidence limits (●, area A; ▼, area B; ■, area C; ◆, area D; ▲, area E).

Katabolikus-aktivitás profil (Biolog)

Enzimaktivitás-mintázat

A= organikus szántóföldi

B= organikus zöldség

C= organikus zöldség /gabona rotáció

D= organikus gyeperre kaszáló

E= hagyományos gabona

Mikrobiális diverzitás feltárása

A biodiverzitás és funkciók közötti kapcsolat még kevésbé feltárt, bár nagyon sok az ismeret

Repertoár: Minél nagyobb enzimmészlet jelenléte potenciálisan növeli a különböző körülményekhez az alkalmazkodó-képességet.

Kölcsönhatások: A fajok közötti pozitív és negatív kölcsönhatások száma a kölcsönhatások minél komplexebb hálózata növeli a rendszer stabilitását

Redundancia: Ha több faj rendelkezik ugyanazzal a képességgel, akkor a diszturbancia miatti esetlegesen kieső fajokat mások helyettesíthetik az adott ökológiai funkció sérülése nélkül.



Átlagos talaj biodiverzitás mérsékelt égvői rét talajában (1 m²)

Mikrobiota:

Baktériumok (+Archea): 10.000 faj; 100 milliárd sejt

Gombák: több száz faj; 50km hifahosszúság

Mikrofauna:

Protozoák: 100 faj, 100.000 sejt

Nematodák: 100 faj, 10.000 egyed

Mezofauna: 100 faj, néhány ezer egyed

Collembola

Tardigrida

Atkák

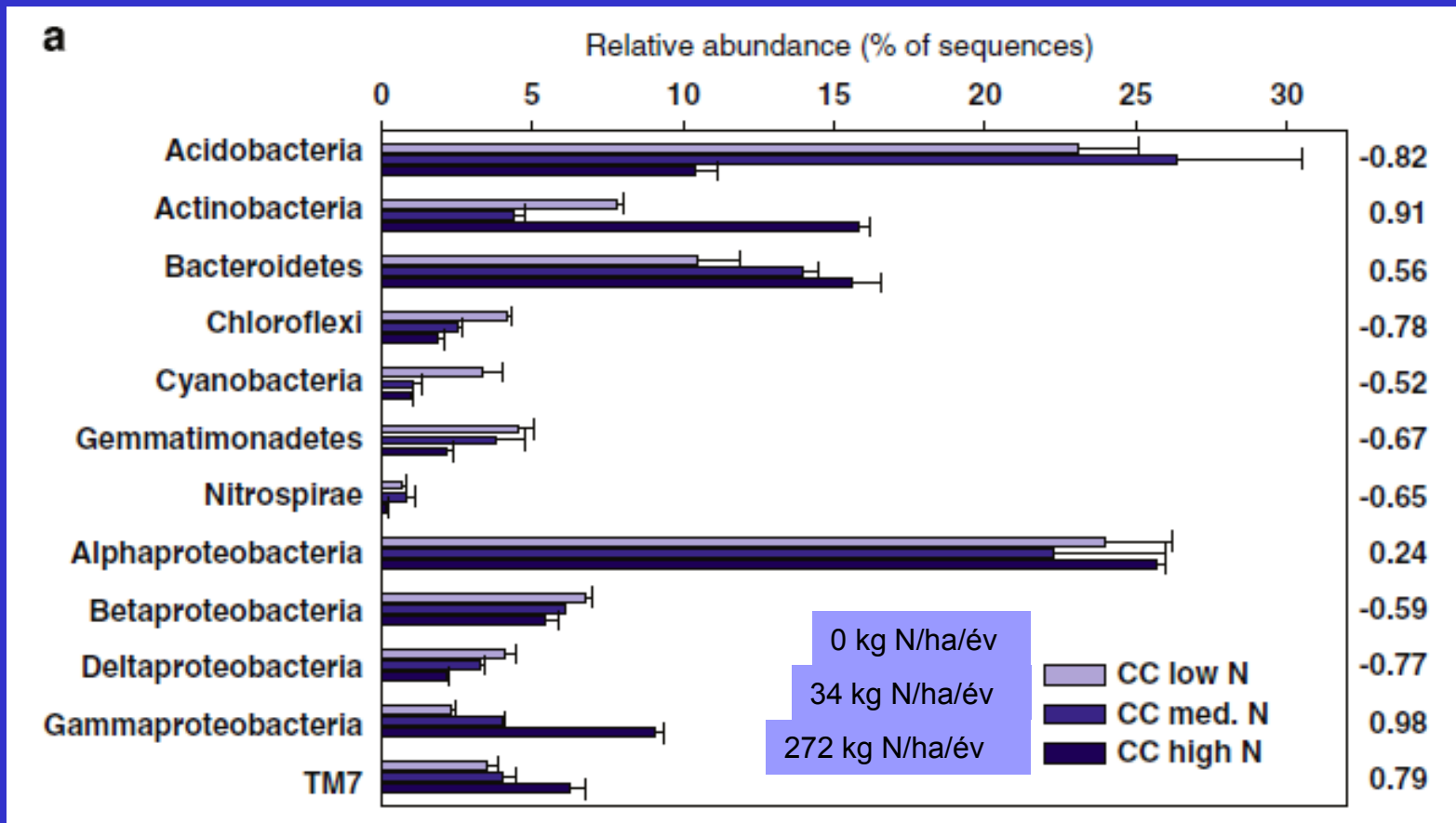
Makrofauna: néhány tucat faj, néhány száz egyed

Földigiliszták, hangyák, százlábúak, csigák



Baktériumtörzsek relatív abundanciájának megváltozása eltérő N-kezelésű parcellákból származó talajmintákból (amplikon szekvenálás)

N-kezelés: nincs szign. hatás a baktériumok diverzitására, de...



Fierer et al. 2012. *The ISME Journal* 6. 1007-1017



Néhány funkcionális gén relatív gyakoriságának változása eltérő N-kezelésekből származó talajmintákból („shot-gun” metagenom analízis)

0 kg N/ha/év 34 kg N/ha/év 272 kg N/ha/év

a	Subsystem Hierarchy 1	Subsystem Name	Subsystem #	Low N			Med. N			High N			Rho	Mean %
				A22	A45	A54	D8	D23	D38	H17	H40	H52		
	Respiration	Ubiquinone-cytochrome reductase complexes	155	-0.3	-0.4	-0.4	-0.8	-0.5	-1.3	1.0	1.6	1.2	0.91	1.2
	Respiration	FOF1-type ATP synthase	154	-0.1	-0.4	-1.2	-0.4	-0.8	-0.8	1.3	0.8	1.6	0.91	0.3
	Cofactors, Vitamins	Lipoic acid metabolism	96	-0.9	-0.5	-1.1	-0.7	-0.4	-0.2	1.2	1.6	1.1	0.97	0.1
	Protein Metabolism	tRNA aminoacylation	139	-0.9	-0.7	0.1	-0.6	-0.9	-0.7	0.7	1.4	1.6	0.90	4.3
	Protein Metabolism	General Secretion Pathway	143	-0.9	-1.2	-0.3	-0.1	0.4	-1.0	1.9	0.4	0.8	0.81	0.5
	DNA Metabolism	DNA structural proteins	106	-0.3	-0.8	-1.1	-0.4	0.1	-1.0	0.6	1.4	1.6	0.90	0.4
	DNA Metabolism	DNA-replication	104	-0.9	-1.4	-0.7	-0.8	0.0	0.6	1.5	1.2	0.3	0.80	1.4
	RNA Metabolism	ATP-dependent RNA helicases	145	-0.7	-0.1	-0.1	-0.3	-1.0	-0.4	1.9	1.5	-0.8	0.83	1.5
	Nucleosides/Nucleotides	Purine conversions	128	-1.4	-0.9	-0.8	0.3	0.3	-0.6	0.6	0.7	1.8	0.62	1.1
	Amino Acids and Derivatives	Urea decomposition	2	2.0	0.5	-0.1	-0.8	0.5	0.6	-0.8	-0.9	-1.0	-0.70	1.2
	Motility and Chemotaxis	Bacterial Chemotaxis	125	1.1	-0.4	0.6	1.4	0.5	-0.6	-1.7	-0.1	-0.9	-0.67	1.3
	Motility and Chemotaxis	Bacterial motility:Gliding	124	-0.1	0.3	1.1	1.7	-0.7	0.6	-0.7	-0.8	-1.3	-0.70	0.6
	Aromatic Cmpd. Metabolism	Phenylpropanoid compound degradation	120	0.2	2.0	-0.4	-0.2	0.7	0.7	-1.1	-1.1	-0.6	-0.73	0.6
	Cofactors, Vitamins	Fe-S cluster assembly	93	1.6	1.1	0.0	0.7	0.0	-0.1	-0.6	-1.1	-1.3	-0.84	0.1
	Regulation and Cell Signaling	cAMP signaling	153	1.1	1.1	1.1	-0.1	0.2	0.1	-1.4	-1.4	-0.6	-0.91	2.5
	Clustering-based Subsystems	Tricarboxylate transporter	80	0.4	1.0	0.6	0.5	0.4	0.8	-1.9	-1.1	-0.8	-0.94	0.5

Fierer et al. 2012. The ISME Journal 6. 1007-107



Katabolikus enzimek relatív gyakoriságának megváltozása eltérő N-kezelésű parcellákból származó talajmintákból (multi-SIR)

0 kg N/ha/év

34 kg N/ha/év

272 kg N/ha/év

a	Substrate	Low N			Med. N			High N			Rho	Mean %
		A22	A45	A54	D8	D23	D38	H17	H50	H52		
	D-Glucose	-1.0	-0.8	-0.9	-0.5	-0.3	-0.4	1.4	1.3	1.2	0.99	2.39
	L-Glutamic acid	-0.7	-0.8	-0.8	-0.5	-0.5	-0.5	1.3	1.6	1.0	0.99	2.57
	L-Glutamine	-0.7	-0.7	-1.0	-0.4	-0.3	-0.6	1.7	1.3	0.9	0.97	1.94
	D-Mannose	-0.9	-0.7	-1.1	-0.1	-0.5	-0.6	1.2	1.6	0.9	0.97	2.44
	L-Glycine	-0.8	-0.5	-1.1	-0.7	-0.2	-0.5	0.7	1.8	1.2	0.94	0.99
	Sucrose	-0.9	-0.8	-0.8	-0.5	-0.4	-0.3	0.4	1.7	1.6	0.93	2.67
	D-Fructose	-0.9	-0.8	-1.0	-0.2	-0.2	-0.5	0.6	2.0	1.0	0.92	2.88
	Palmitic acid	-0.2	-0.5	-1.5	-0.2	-0.3	-0.9	1.5	0.8	1.3	0.91	0.80
	Cellulose	-1.3	-1.0	-0.8	-0.1	-0.8	0.7	1.2	1.1	1.0	0.85	1.21
	Oxalate	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.3	0.2	-0.5	2.3	0.8	0.69	0.30
	L-Lysine	-0.6	-0.5	-1.5	-0.4	0.5	0.0	1.7	1.3	-0.5	0.65	1.24
	Lignin	-0.9	-1.5	-0.9	-0.1	0.7	0.4	-0.1	1.7	0.8	0.64	1.47
	Acetate	1.0	1.3	-0.5	0.2	0.6	0.3	0.0	-1.2	-1.8	-0.73	7.79
	DL-Malic acid	0.4	-0.2	1.4	0.4	0.5	0.8	-0.9	-1.9	-0.4	-0.82	9.90
	L-Histidine	1.3	0.6	0.6	0.7	0.2	0.3	-1.7	-1.3	-0.6	-0.93	5.73
	Citrate	1.0	0.8	0.9	0.5	0.5	0.1	-1.1	-1.6	-1.1	-0.97	26.90
	Oleic acid	1.0	1.0	0.5	0.6	0.4	0.4	-1.3	-1.3	-1.3	-0.99	6.03

Fierer et al. 2012. The ISME Journal 6. 1007-1017





Köszönöm a figyelmet!

Szili-Kovács Tibor

MTA Agrártudományi Kutatóközpont



MTA•ATK
Talajtani és Agrokémiai
Intézet