

# VITAROVAT

## Matematikai-logikai levezetés az Erdélyi Síkság egyes talajainak csoportosítására

ST. GALLÓ, T. PICIU, V. POP és M. NEMEŞ

Biológiai Kutató Központ, Cluj-Napoca (Románia)

A matematikai logika fejlődése az utóbbi időben, és eredményeinek felhasználása a természettudományok egyre több különböző ágazatában hozzájárult ahhoz, hogy a genetikus talajtan néhány sajátos vonatkozását jobban megvilágítsuk [1, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 16, 17, 18, 19].

Jelen dolgozatnak az a célja, hogy megvizsgálja az agresszivitási együtt-  
ható alkalmazhatóságát a talajok csoportosítására,

- a csoportelmélet alkalmazásával;
- a gráfelmélet alkalmazásával;
- bizonyításuk matematikai-logikai levezetésével.

### Anyag és módszer

Az Erdélyi Síkság északnyugati területén 99 talajszelvényt vizsgáltunk meg [15]. Az alábbi csoportosítási feltételeket alkalmaztuk [10]:

1. a lényeges tulajdonságok kiválasztása (csoportalkotók);
2. ezek kombinációi;
3. logikai határaik.

A kiválasztott lényeges tulajdonságok a következők: texturális különbségek (Dhy), pH, és a humusz minősége, melyet az agresszivitási együtt-  
ható (G) reprezentál, mivel úgy véljük, hogy az a legfontosabb.

*Feltételezzük, hogy*

- a texturális különbségek — melyek a legjellemzőbb állandó saját-  
ságot jelentik — a kilúgzási folyamatokat jellemzik;
- a pH, kis szezonális változásai ellenére, jellemzi a talaj állapotát  
egy adott időben;
- az agresszivitási koefficiens jellemzi a humusz által elindított lebontási  
folyamatok intenzitását a talajképződés során.

A texturális különbséget — véleményünk szerint — a higroszkopikus  
együtt-  
ható (hy) jellemzi [13]. A pH-t 1 : 2,5 arányú vizes kivonatból határoztuk meg. Az agresszivitási koefficienst a következő egyenlet segítségével számoltuk ki [14]:

$$G = \frac{E_{\text{NaOH}}}{E_{\text{NaF}} - E_{\text{NaF+NaCl}}}$$

ahol:

$E_{\text{NaOH}}$  a 0,5%-os NaOH-dal kivont humuszoldat extinkciója,  
 $E_{\text{NaF}}$  az 1%-os NaF-dal kioldott humuszoldat extinkciója,  
 $E_{\text{NaF+NaCl}}$  az 1%-os NaF és 5%-os NaCl keverékével kioldott humuszoldat extinkciója, a képlet pedig a fulvosavak extinkciójának ( $F_1 + F_2$ ) és a huminsavak extinkciójának ( $H_2 + H_3$ ) arányát jelzi.

A talaj/oldat arány 1 : 10 volt, az extrakciós idő pedig 48 óra, időszakos keveréssel. Az extinkciót zöld szűrős fotométerrel mértük, és ugyanazt az 1 cm-es küvetát használtuk mindhárom kivonatra.

### Munkahipotézis

Feltételeztük, hogy a tanulmányozott talajok három legfontosabb lényeges sajátága: a texturális differenciáltság (Dhy), a pH és az agresszivitási együttható (G) és hogy ezek ily módon csoportalkotóknak tekinthetők.

A következő logikai limitációt fogadtuk el:

- egyik érték sem lehet negatív, sőt pozitív értéket kell képviselnie [12];
- az értékek csak szokványos szelvényű talajokra vonatkozhatnak.

1. *segédétel*: A Dhy, pH és G értékek, mint dinamikus értékek, vektoroknak tekinthetők.

2. *segédétel*: A három vektor kombinációja alapján megállapíthatók a talajtípus bizonyos jellemzői.

3. *segédétel*: Ha az 1. és 2. segédétel igaz, akkor megfelelő módszer segítségével a talajcsoportok grafikus ábrázolását adják.

Ezen értékeknek, melyeket vektoroknak tekintettünk, a nagyságát jellemezve nyolc csoportot különítettünk el, és ezek közül hármat vizsgáltunk (1. táblázat). Az analitikai értékeket a 2. táblázatban tüntettük fel.

A 9 talajcsoport átlagainak különbözőségét vizsgáltuk meg a „t”-próbával a Dhy, pH és G változókra; a megfelelő szignifikancia-értékek a 3. táblázatban találhatóak. A 3. táblázat adatait a következőképpen értelmeztük:

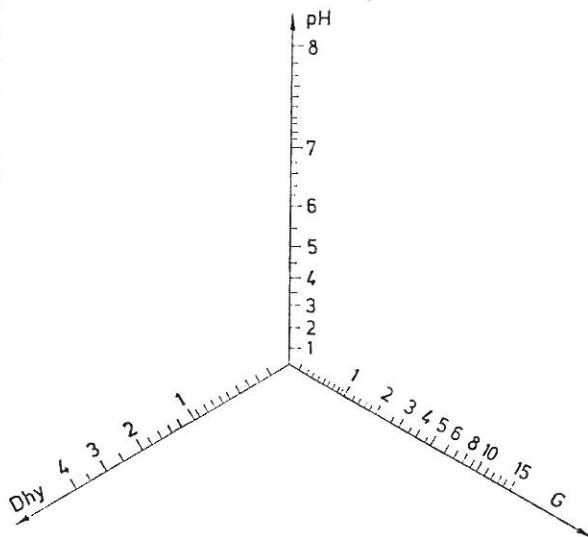
— a 9 talajcsoportból 36 pár alkotható, ezeket értékeltük változónként.

Az értékelés a következőképpen történt:

0,1%-on szignifikáns eltérés: 3 pont;

1%-on szignifikáns eltérés: 2 pont;

5%-on szignifikáns eltérés: 1 pont.



1. ábra  
Koordináta-rendszer

1. táblázat

A vektorok kombinációja és értelmezésük  
(a lefelé irányuló nyilak kis, míg a felfelé irányulók nagy értékeket jelentenek)

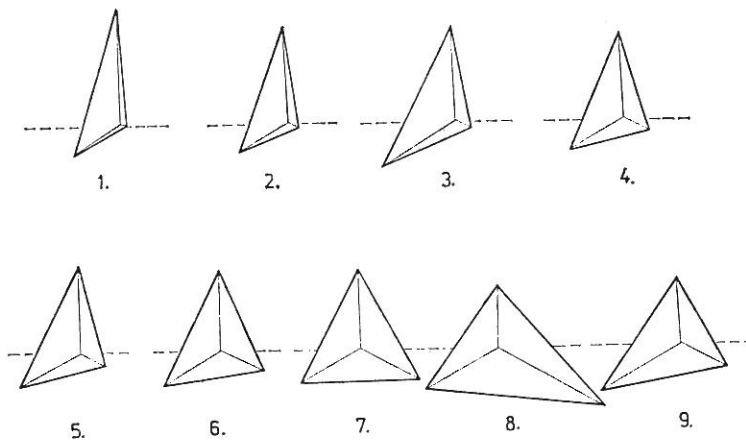
No.	D <sub>h</sub> y	pH	G	
1.	↑	↓	↑	Nagy texturális differenciálódás, alacsony pH, agresszív humusz, agyagos illuviális podzolos talajok
2.	↑	↓	↓	Nagy texturális differenciálódás, alacsony pH, nem agresszív humusz, „lessivage” barna talajok
3.	↓	↑	↓	Redukált texturális differenciálódás, magas pH, nem agresszív humusz, bázikus talajok (CaCO <sub>3</sub> )

Az elérhető maximális pontszám:  $36 \cdot 3 = 108$ .

Mennyi a nagyon jelentős (0,1%-on szignifikáns) eltérések százaléka? (4. táblázat.)

Ha figyelembe vesszük a szignifikáns átlagos különbségeket, a G-érték használata igazolást nyer, mivel ez az érték meghaladja a D<sub>h</sub>y és a pH értékeit, melyeket standard csoportgenerátornak tekintettünk. A csoport meghatározó határai ( $\mu$ ) 95% megbízhatósági valószínűségnél (2. táblázat) feltételezhetően a halmazok alsó és felső korlátos hálóját jelentik [7].

Síkbeli csillagháromszög-tengelyű koordináta rendszert alkalmaztunk, amelyben különbözőek voltak a mértékarányok abból a célból, hogy a típusok jobban kiütkezzenek. Ez megengedett, midőn a rendszert gráfnak tekintjük, mivel a gráfelmélet „elasztikus síkon” való vizsgálatnak tekinthető [9].



2. ábra

A talajcsoportok háromszög-típusai (lépték 1 : 5). Talajtípusok: 1. karbonátos csernozjom; 2. kilúgzott csernozjom; 3. nedves fekete réti talaj a kilúgzott csernozjom zónájában; 4. nedves fekete barna erdőtalaj a barna erdőtalaj zónájában; 5. kilúgzott csernozjom alakuló barna talaj; 6. barna erdőtalaj; 7. Nedves barna erdőtalaj és pszeudoglejes barna erdőtalaj; 8. agyagos-illuviális podzol talaj; 9. agyagbemosódásos barna erdőtalaj

2.

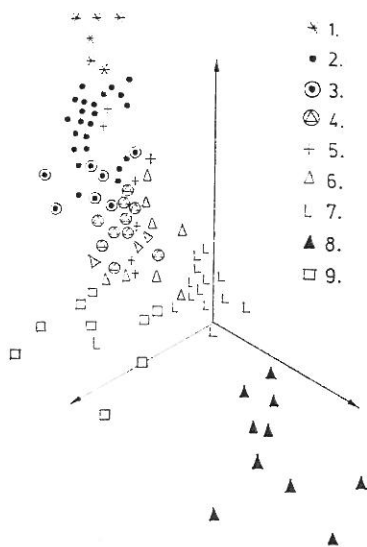
## Az analitikai adatok

Talajtípus	n	D <sub>hy</sub>			
		$\bar{X}$	S	S $\bar{X}$	$\mu$
1. Karbonátos csernozjom	7	0,84	$\pm 0,18$	$\pm 0,07$	$0,84 \pm 0,19$
2. Kilúgozott csernozjom	24	0,97	$\pm 0,17$	$\pm 0,03$	$0,97 \pm 0,07$
3. Nedves fekete réti talaj a kilúgozott csernozjom zónájában	7	1,25	$\pm 0,23$	$\pm 0,08$	$1,25 \pm 1,21$
4. Nedves fekete réti talaj a barna erdőtalajok zónájában	10	1,15	$\pm 0,14$	$\pm 0,04$	$1,15 \pm 0,10$
5. Kilúgozott csernozjommal alakuló barna talaj	7	1,20	$\pm 0,17$	$\pm 0,06$	$1,20 \pm 0,16$
6. Barna erdőtalaj	11	1,38	$\pm 0,27$	$\pm 0,07$	$1,38 \pm 0,17$
7. Nedves barna erdőtalaj és pseudoglejes barna erdőtalaj	14	1,41	$\pm 0,28$	$\pm 0,06$	$1,41 \pm 0,16$
8. Agyagbemosódásos barna talaj	9	2,33	$\pm 0,20$	$\pm 0,07$	$2,33 \pm 0,34$
9. Agyag-illuviális podzol talaj	10	2,04	$\pm 0,46$	$\pm 0,13$	$2,04 \pm 0,34$

n = a minták száma.  $\bar{X}$  = átlag. S = standard eltérés.

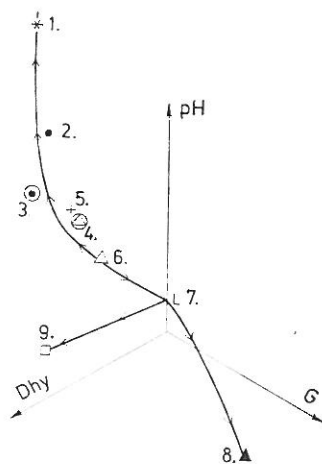
Minden talajszelvényt külön ábrázoltunk, és egy-egy csoport átlagos értékei a 2. ábrán látható háromszögű alakzatokat adják.

A 2. ábrán bemutatottuk a 3. segédtételt, következésképpen igazoltuk az 1. és 2. segédtételt, ezért az 1. táblázat tételei feltételezhetően igazak.



3. ábra

A vektorok összeadásának eredményeiként kapott összefüggések grafikus ábrázolása.  
1-9. talajtípusokat lásd 2. ábra



4. ábra

Talajcsoport grafikon. 1-9. talajtípusokat lásd 2. ábra

táblázat

statisztikai értelmezése

pH				G			
$\bar{x}$	s	$s\bar{x}$	$\mu$	$\bar{x}$	s	$s\bar{x}$	$\mu$
7,35	$\pm 0,29$	$\pm 0,11$	$7,35 \pm 0,31$	0,06	$\pm 0,03$	$\pm 0,01$	$0,06 \pm 0,03$
6,54	$\pm 0,66$	$\pm 0,08$	$6,54 \pm 0,28$	0,17	$\pm 0,14$	$\pm 0,03$	$0,17 \pm 0,08$
6,17	$\pm 0,26$	$\pm 0,10$	$6,17 \pm 0,24$	0,33	$\pm 0,15$	$\pm 0,06$	$0,33 \pm 0,14$
6,05	$\pm 0,31$	$\pm 0,10$	$6,05 \pm 0,32$	0,71	$\pm 0,18$	$\pm 0,05$	$0,71 \pm 0,13$
6,15	$\pm 0,62$	$\pm 0,24$	$6,15 \pm 0,57$	0,66	$\pm 0,44$	$\pm 0,17$	$0,66 \pm 0,40$
5,98	$\pm 0,38$	$\pm 0,10$	$5,98 \pm 0,34$	1,45	$\pm 0,49$	$\pm 0,14$	$1,45 \pm 0,31$
5,80	$\pm 0,18$	$\pm 0,05$	$5,80 \pm 0,11$	3,23	$\pm 0,44$	$\pm 0,12$	$3,23 \pm 0,25$
5,25	$\pm 0,40$	$\pm 0,13$	$5,25 \pm 0,27$	1,82	$\pm 0,94$	$\pm 0,31$	$1,82 \pm 0,76$
5,11	$\pm 0,27$	$\pm 0,14$	$5,11 \pm 0,19$	11,96	$\pm 4,10$	$\pm 0,64$	$11,96 \pm 2,91$

$s\bar{x}$  = az átlag eltérése.  $\mu$  = megbízhatósági érték 0,05% valószínűségi szinten.

1. tétel: Mivel az 1., 2. és 3. segédtételek igazak, megfelelő módszert alkalmazva egy gráfot kell kapni, amely feltünteti a talajtípusokat.

2. tétel: Ha az 1. tétel igaz, a grafikus ábrázolás sorrendje a talajcsoportok sorrendjét is mutatja.

Az 1. tétel bemutatása céljából minden talajszelvény jellemző vektorait vektoriálisan összeadtuk, és ezután az eredők végpontjait ugyanabban a koordináta rendszerben tüntettük fel (3. ábra).

A talajcsoportok átlagos értékeit vektoriálisan összeadtuk, és a pontokat összekötve kaptuk a 4. ábrán bemutatott gráfot [2].

### Az eredmények megvitatása, következtetések

A tanulmányozott övezetben igen elterjedt erdőtalajokat vettük a gráf alapjául, és a gráfon két ágat különböztettünk meg: egy lefelé irányulót (nedves barna erdőtalajok és pszeudoglejes barna erdőtalajok, agyagos illuviális podzol talajok és agyagbemosódásos barna erdőtalajok), és egy felfelé irányulót (barna erdőtalajok, kilúgzott csernozjomok, karbonátos csernozjomok és nedves fekete réti talajok). A két rendkívül humid talaj mind a felfelé, mind a lefelé irányuló ágban közbülső helyet foglal el. Ezt az érdekes jelenséget látszanak igazolni ZONN [20] vizsgálatai is. A gráfmódszer gyors kivitelezhetőségével és egyszerűségével tűnik ki, és oly csekély számú adat szükséges hozzá, amely minden talajtani szakembernek rendelkezésére áll.

Az agresszivitási együtttható a talajcsoportok szükséges jellemzője; hasonló pH és Dhy viszonyok között a humusz minősége alapján (amelyet az agresszivitási koefficiens fejez ki) elválaszthatjuk a kimosott talajokat a podzolosoktól. A gráfelmélet, ha erre az általunk kiválasztott három jellemző sajátságra alkalmazzuk, a talajfejlődés helyzetét mutatja meg.

3. táblázat

A „t” próba a közepes különbségekre 5%, 1% és 0,1% valószínűségi szinten

Meszes csernozjom										
Kilúgozott csernozjom	— III B						5%	1%	0,1%	
Kilúgozott csernozjommal alakuló barna erdőtalaj	2 III B	— — B					D <sub>hy</sub> pH	1 I	2 II	3 III
Nedves fekete réti talaj a kilúgozott csernozjom zónájában	2 III C	— I A	— — —				G	A	B	C
Nedves fekete réti talaj a barna erdőtalaj zónájában	2 III B	2 III C	— — —	— — C						
Barna erdőtalaj	1 III C	3 II C	— — B	— — C	1 — C					
Nedves barna erdőtalaj és glejjes barna erdőtalaj	2 III C	3 III C	1 — C	— II C	2 I C	— II C				
Agyagbemosódásos barna erdőtalaj	3 III C	3 III C	3 III C	3 III C	3 III C	3 III C	3 III C	3 III C		
Agyagos-illuviális podzol	3 III C	3 III C	3 III C	3 III C	3 III C	3 III C	3 III C	3 III C		
	Meszes csernozjom	Kilúgozott csernozjom	Kilúgozott csernozjommal alakuló barna erdőtalaj	Nedves fekete réti talaj a kilúgozott csernozjom zónájában	Nedves fekete réti talaj a barna erdőtalaj zónájában	Barna erdőtalaj	Nedves barna erdőtalaj és glejjes barna erdőtalaj	Agyagbemosódásos barna erdőtalaj	Agyagos-illuviális podzol	

## Összefoglalás

4. táblázat

A „t”-próba értékelése az átlagos különbségekre

Variáns	D <sub>hy</sub> %	pH %	G %
1.	47	61	72
2.	61	68	86

A dolgozat célja, hogy a gráfelmélet és a csoportelmélet alkalmazásával, valamint logikai-matematikai levezetés alapján igazolja a humusz agresszivitási együtthatójának alkalmazhatóságát a talajok csoportosítására.

A „t” próba alkalmazásával bizonyítást nyert, hogy a humuszag-

resszivitási együttható (G) jellemző sajátság. A következő segédteteleket használtuk:

1. A jellemzők (Dhy, pH és G) számszerű értékei dinamikus értékek és vektoroknak tekinthetők.

2. E három vektor kombinációja a talajtípusok bizonyos tulajdonságait tükrözi.

3. Ha az 1. és 2. segédétel igaz, megfelelő módszer alkalmazásával lehetséges a talajcsoportok grafikus ábrázolása.

Bizonyítást nyert: 1. tétel: ha az 1., 2., 3. segédtetelek igazak, olyan aggregátokat kapunk, melyek megfelelő módszer segítségével a talajtípusokat ábrázolják. 2. tétel: ha az 1. tétel igaz, a grafikus ábrázolás sorrendje a talajcsoportok sorrendjét is mutatja.

### Irodalom

- [1] ARKLEY, R. J.: Factor analysis and numerical taxonomy of soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **35**. 312—315. 1971.
- [2] BERGE, CL.: Teoria grafurilor și aplicațiile ei. Ed. tehnică. București. 1969.
- [3] BIDWELL, O. W. & HOLE, F. D.: An experiment in the numerical classification of some Kansas soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **28**. 263—268. 1964.
- [4] Biometriai értelmező szótár. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1966.
- [5] CIPRA, J. E., BIDWELL, O. W. & ROHLF, F. J.: Numerical taxonomy of soils from nine orders by cluster and centroid-component analysis. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **34**. 281—287. 1970.
- [6] CSEKE, V.: A gráfelmélet és gyakorlati alkalmazása. Tudományos Könyvkiadó. Bukarest. 1972.
- [7] DENIS-PAPIN, M. & MALGRANGE, Y.: Exercitii de calcul Boolean cu soluțiile lor. Ed. tehnică. București. 1970.
- [8] FÁY, Gy. & TÖRÖS, R.: Kvantum logika. Gondolat Kiadó. Budapest. 1978.
- [9] FLORES, I.: Practica programării calculatoarelor. Ed. tehnică. București. 1969.
- [10] GRACEV, N. G.: Statisztikai csoportosítások. Statisztikai Kiadó. Budapest. 1952.
- [11] GRIGAL, D. F. & ARNEMAN, H. F.: Numerical classification of some forested Minnesota soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **33**. 433—438. 1969.
- [12] LANGE, O.: Decizii optime. Ed. St. București. 1970.
- [13] NEMEȘ, M. P., BÁLINT, E. & STEGĂROIU, D.: Contribuții la determinarea diferențierii texturale a solurilor brune de pădure, brune de pădure podzolice și podzoluri secundare (nord-vestul Cîmpiei Transilvaniei). Știința Solului. Nr. 1. 26—30. București. 1963.
- [14] NEMEȘ, M. P., GALLÓ, St., PICIU, T. & POP, V.: Contribution to the characterisation of humus by optical methods. Geological Institute. Technical and Economical Bull. Seria C. Pedology. **18**. 323—329. Bucharest. 1970.
- [15] NEMEȘ, M. P. et al.: Rîdicări pedologice în parte de nord și nord-vest a Cîmpiei Transilvaniei. Studii și cerc. de Agr. Cluj. **14**. 9—37. Ed. Acad. Cluj. 1963.
- [16] PRÉKOPA, A.: Valószínűségelmélet. Műszaki Kiadó. Budapest. 1962.
- [17] SARKAR, P. K., BIDWELL, O. W. & MARCUS, L. F.: Selection of characteristics for numerical classification of soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **30**. 269—272. 1966.
- [18] SNEATH, P. H. A. & SOKAL, R. R.: Numerical taxonomy. Nature. **193**. 855—860. 1962.
- [19] SORS, L.: Számolóábrák egyszerű készítése. Műszaki Kiadó. Budapest. 1952.
- [20] ZONN, S. V. & TELIȘCEVA, E. K.: Pseudopodzolirea și manifestarea ei în solurile Transcarpaților U. R. S. S. Știința Solului. Nr. 9. (3) 53—63. București. 1971.

Érkezett: 1981. december 1.