

Eltérő talajtulajdonságok homok- és löszpusztagyepek növényfajainak gyökérzónájában

TÖLGYESI GYÖRGY

Agricola Kísérleti Állomás, Budapest

A talajképző tényezők között tartják számon a biológiai tényezőket és ezek között a növényzet hatását. A növény sajátos tápanyagfelvétele és maradványainak módosító befolyása révén a talaj folyamatosan változik, ezzel viszont visszahat a társulás fejlődésére. Talajtani munkákban általában nagyobb léptékben gondolkodnak, és nem a fajok, hanem a társulás szerepét hangsúlyozzák (STEFANOVITS, 1975). Természetesen ugyanazon társuláson és kis területen belül is változhatnak a talaj tulajdonságai, melyek eltérő fajok megjelenésében és fennmaradásában is megnyilvánulhatnak. Így a domborzati különbségek okozta talajvízszint különbség (SZODFRIDT & FARAGÓ, 1968), vagy a sótartalom (SIGMOND, 1903) eltérő növényfajokkal párosul. A talaj-növény relációt rendszerint abban az értelemben tárgyalják, hogy a talajtulajdonságok kisebb-nagyobb változásai milyen növényfaj megjelenésével járnak együtt (SZUJKÓ-LACZA & FEKETE, 1971). Ritkán kerül szóba az egyes növényfaj hatása a gyökérzónájában lévő talajra (TÖLGYESI, 1994). Pedig pusztán annak ismeretében, hogy a növények elemi összetétele abszolút értékben és arányaiban egyaránt nagyságrendi különbségeket mutat a talaj összetételével szemben, továbbá az egyes fajok között is ilyen különbségek vannak, nyilvánvaló, hogy a sokfajú növénypopulációk (rét, legelő) alatt mozaikstruktúra alakul ki. Ez megfelelő analitikai és biometriai módszerekkel kimutatható. Az ökológiai niche (FEKETE et al., 1979) a talaj és a növény közötti kapcsolatot elsősorban a növény igénye és a kompetíció oldaláról vizsgálja, kevesebb figyelmet fordít a tápelemek szelektív kivonására és felhalmozására a talajban. Ennek ellenére feltételezik, hogy a talajok mikroheterogenitása kapcsolatos a talaj élő szervezetei által kialakított mintázattal. Így SIMON és FÜLÖP (1966) kapcsolatot talált a Duna-Tisza köze homoki erdősztyepp társulások mohafajainak előfordulása és a talaj kémhatása között.

Különös fontosságot kapnak azok az elemek, melyek a növény hamujában nagyobb koncentrációban vannak jelen mint a talajban. A talajképződés folyamatában a talaj felső rétege feldúsul ezekben az elemekben. Erre vonatkozóan különösen KOVALSZKIJ et al. (1974) adatai kiterjedtek. Agrokémiai gyakor-

latból tudjuk (SILLANPÄÄ, 1982), hogy különben azonos körülmények között a talajok szervesanyag-tartalmával (növénymaradványok) növekszik azok bór- és molibdéntartalma is.

A szelektív tápanyagkivonással és a szelektív tápanyagfelhalmozással megváltoznak a növény környezetének (talaj)fizikai és -kémiai tulajdonságai, ami visszacsatolás útján szabályozást valósít meg. A pozitív visszacsatolás, a bemenethez áramló anyagok befolyásolása elősegíti az életközösség struktúrállódását és tartós fennmaradását. Mivel a növény által a felszínre hozott tápanyagok (biológiai pumpa) egy része a tápanyagelhordás (víz, szél, állatok) ellenére helyben marad, feltételezhető, hogy a sajátos tápanyagfelvételű fajok környezetében sajátos összetételű talaj jön létre. Ez a helyzet esetenként konzerválhatja, esetenként megváltoztathatja az egyes növényfajok elhelyezkedését a társuláson belül, esetleg fajok invázióját vagy eltűnését eredményezheti (FEKETE, 1992).

A következőkben bemutatott vizsgálatoknak - amelyek részben a T 5415 számú OTKA téma keretében készültek - egyetlen célja annak bizonyítása, hogy érzékszervileg homogénnek tekinthető területen és egyúttal egyetlen növénytársuláson belül a feltalaj inhomogenitása (mintázata) kapcsolatban van a rajta élő növényfajokkal. A jelenség várhatóan jobban tanulmányozható szárazabb talajokon, mivel nedvesebb talajon a vízdékony elemek horizontális vándorlása ellene hat a helyi koncentráció-különbségek megmaradásának. Vizsgálataim ezért lösz- és homokpusztákra irányultak.

Anyag és módszer

Az elemzésekhez szükséges talajmintákat pusztagyepékből (xerotherm gyepék) vettük. Mindenütt csak a botanikailag egyértelműen azonos növénytársuláson belül dolgoztunk. Három homokpusztai termőhelyet (*Festucetum vaginatae danubiale*: Fülöpháza, Neszmély, Vácrátót) más mintavételből és más szempontok alapján már értékeltünk (FEKETE et al., 1979; TÖLGYESI et al., 1979). Mindhárom helyen három növényfaj (homoki csenkesz: *Festuca vaginata*, pusztai kutyatej: *Euphorbia seguieriana*, naprózsa: *Fumana procumbens*) 10-10 populációjának gyökérszónájából gyűjtöttünk be talajmintákat, a felső 20 cm-es rétegre szorítkozva. Fülöpházán még két további faj (közönséges ternye: *Alyssum alissoides* és kései szegfű *Dianthus serotinus*) talaja került begyűjtésre. Ezen enyhe lejtésű területeken 5 mintát a "bucka" aljáról, 5 mintát pedig a lejtő tetejéről vettünk, kivéve Fülöpházán, ahol 4 mintát a "bucka" közepéről, 3-3 mintát pedig az aljáról és a tetejéről vettünk. A domborzati helyzettel összefüggő eredményekre azonban itt nem térünk ki, mivel ez sem nem zavarja, sem nem segíti elő a most bemutatandó effektus kifejtését.

A löszpusztákra jellemző növényzet (*Salvio-Festucetum rupicolae*) talaját (ZÓLYOMI & FEKETE, 1994) Albertirsa határában részint eredeti (Kisasszonyvölgy), részint legeltetett (Golyófogóvölgy) területen Fekete Gáborral együtt mintáztuk. Mindkét helyen ötszörös ismétlésben öt növényfaj (pusztai

csenkesz: *Festuca rupicola*, koloncos legyezőfű: *Filipendula vulgaris*, sarlós gamandor: *Teucrium chamaedrys*, magyar kutyatej: *Euphorbia pannonica* és Sadler imola: *Centaurea sadleriana*) alatti talajt gyűjtöttünk be. A teljes mintavételi terület mindenütt mintegy 500-600 m²-re terjedt ki. A mintavételi helyeket véletlenszerűen választottuk ki, úgy, hogy ugyanazon fajok esetében legalább 6-12 m legyen a távolság egy-egy mintapont között, továbbá az egy fajhoz tartozó minták is szétszórva, a többi faj közötti területen helyezkedjenek el. Az egyes minták legfeljebb 1 dm² területről származnak, homogénnek tekinthető populáció alól. A rozsadmentes, 20 mm átmérőjű acélcső mintavevőt egy pontminta esetében öt alkalommal mélyítettük le mintegy 10-12 cm-es körön belül az előzőleg mintázott növénypopuláció gyökérzónájába 20 cm mélységben.

A talajokat szobahőmérsékleten való szárítás és achátmozsárban történő homogenizálás után 2 mm lyukátmérőjű polietilénszitán engedték át. A mintákat a korábban használt módszerekkel (TÖLGYESI et al., 1979; TÖLGYESI, 1994) elemeztem. A talaj könnyen oldható tápanyagait 0,1 N sósavas kivonásból vizsgáltam 1:10 talaj-oldószer arány mellett. A sótartalmat 1:5 arányú vizes szuszpenzióban konduktométerrel mértem, és az eredményeket egy kg talajra vonatkoztatva mg KCl-ben adtam meg. A humusztartalmat bikromátos kolorimetriás módszerrel, a humuszminőséget az 1:10 talaj-oldószer arány mellett a 0,5 %-os NaOH és az 1 %-os NaF oldattal készült kivonat színének mérésével állapítottam meg. A kitisztult oldatok abszorpcióját (A) 450 és 650 nanométer hullámhossznál határoztam meg. Az $A(\text{NaF})/A(\text{NaOH})=Q$ képletet alkalmaztam a humuszstabilitási szám kiszámításához (HARGITAI, 1955). A sósavas kivonatból az elemeket atomabszorpció (K, Ca, Mg, Na, Mn, Zn, Cu, Li: Perkin-Elmer 290 B és 503), valamint kolorimetriás módszerekkel (P, S, Fe, Al, B, Mo: Zeiss Spekol) határoztam meg.

A növényeket perklórsav-salétromsav keverékében roncsoltam kvarc kémcső és kvarc visszafolyó hűtő alkalmazásával saját készítésű, termosztált alumínium-blokkban. Az előkészítés után az elemeket a talajnál ismertetett módon analizáltam.

Az adatokat Apple Macintosh Quadra 800 számítógépen Data Desk, Statview és StatWorks programok segítségével értékeltem.

Eredmények

Homokpuszták

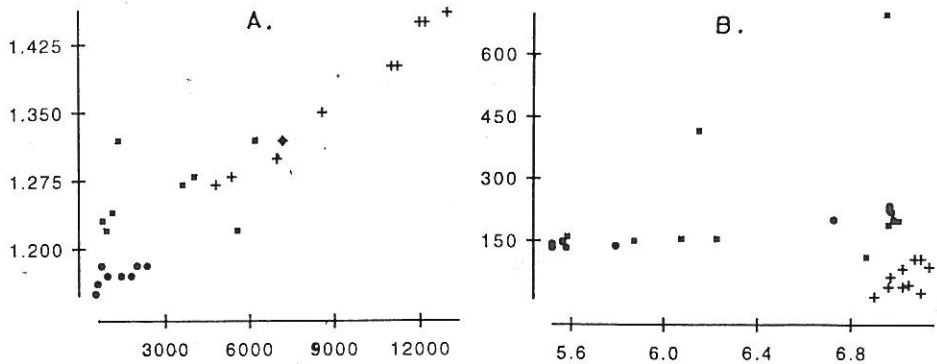
A vácrátóti talajminták oldható kalciumtartalma a *Fumana* környezetében többszöröse mint a két másik növény gyökérzónájában (1. táblázat). Ez a különbség tükröződik többek között a talaj kémhatásban és az oldható vastartalomban is. Terjedelmi okokból nem közlöm az összes részletes számítási eredményt, csupán azt, hogy a fenti tulajdonságokon kívül a K, Mg, a humusz-

1. táblázat
A vácrátóti homoktalajok kémhatása, valamint oldható Ca- és Fe-tartalma
három növényfaj gyökérzónájában

(1) Növényfaj	n	pH (CaCl ₂)	Ca, mg/kg	Fe, mg/kg
<i>Euphorbia</i>	10	6,326	3166	237,5
<i>Fumana</i>	10	7,032	9240	60,9
<i>Festuca</i>	10	6,263	1196	175,0
a) SzD _{5%}		0,485	2100	100,5

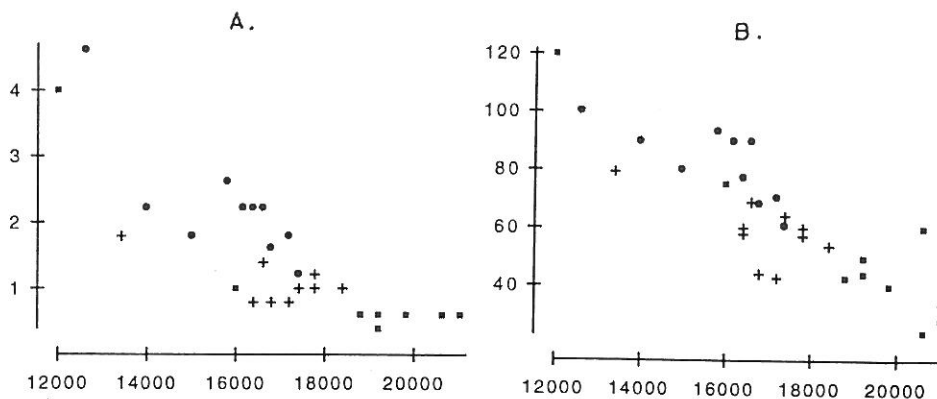
minőséget jelző humuszstabilitási szám, a Ca/Mg arány, valamint a talaj pufferkapacitására jellemző savas talajkivonat pH-ja szignifikáns különbséget mutat az egyes növényfajok alatt. Szemléletesen elkülönül a savas talajkivonat pH-ja és az oldható kalciumtartalom alapján a kétdimenziós niche térben a *Festuca* zárt csoportja (1/a. ábra), a *Fumana* zárt csoportja pedig a kémhatás és az oldható vastartalom alapján (1/b. ábra).

A *neszmélyi* talajokon az oldható Al-, Zn- és Mn-tartalmon kívül a humuszstabilitási szám (Q) és savas kivonat kémhatása (pH(HCl)), mely a talaj pufferkapacitására jellemző különbözik a rajtuk élő fajok szerint. Pl. a mangán és a cink oldhatósága csökken, a kalcium oldhatósága pedig növekszik a *Festuca* - *Fumana* - *Euphorbia* sorrendben (2. ábra). Az összes mért tulajdonságból számított első három főkomponensváltozó alapján rotált háromdimenziós 3. ábrán jól elkülönül legalább két növényfaj alatti talajminták csoportja.



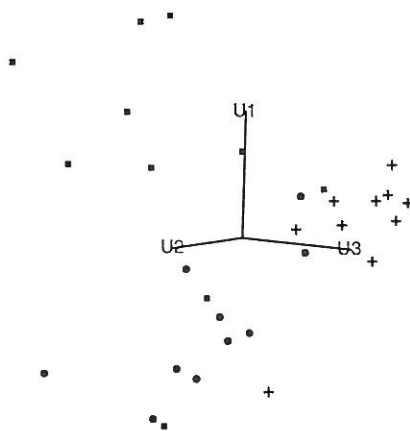
1. ábra

Vácrátóti talajok tulajdonságpárjai különböző növényfajok (*Euphorbia*: ■; *Festuca*: ●; *Fumana*: +) gyökérzónájában. A. Vízszintes tengely: Ca, mg/kg. Függőleges tengely: pH (HCl). B. Vízszintes tengely: pH (CaCl₂). Függőleges tengely: Fe, mg/kg



2. ábra

Neszmélyi talajok oldható tápanyagai három növényfaj (*Euphorbia*: ■; *Festuca*: ●; *Fumana*: +) gyökérszónájában. A. Vízszintes tengely: Ca, mg/kg. Függőleges tengely: Zn, mg/kg. B. Vízszintes tengely: Ca, mg/kg. Függőleges tengely: Mn, mg/kg



3. ábra

Három faj (*Euphorbia*: ■; *Festuca*: ●; *Fumana*: +) gyökérszónájában lévő talajok elhelyezkedése három főkomponensváltozó mentén forgatott ábrán

Fülöpházán az öt növényfaj gyökérszónájában lévő talaj 10 vizsgált tulajdonságra nézve különbözött szignifikánsan (2. táblázat). Nagyságrendi különbség csak az alumínium esetében van, mely az *Alyssum* alatt 12-szer jobban oldható, mint a *Fumana* alatt. Bár a növénytermelési gyakorlatban 0,2 pH-különbségnek nem szoktak nagyobb jelentőséget tulajdonítani, a rendkívül szignifikáns különbség ($P = 0,0001$) világosan mutatja, hogy a talajértékek szórása, amit legtöbbször mintavételi vagy analitikai hibának tulajdonítottak, kapcsolatba hozható a talajban gyökerező növényfajjal.

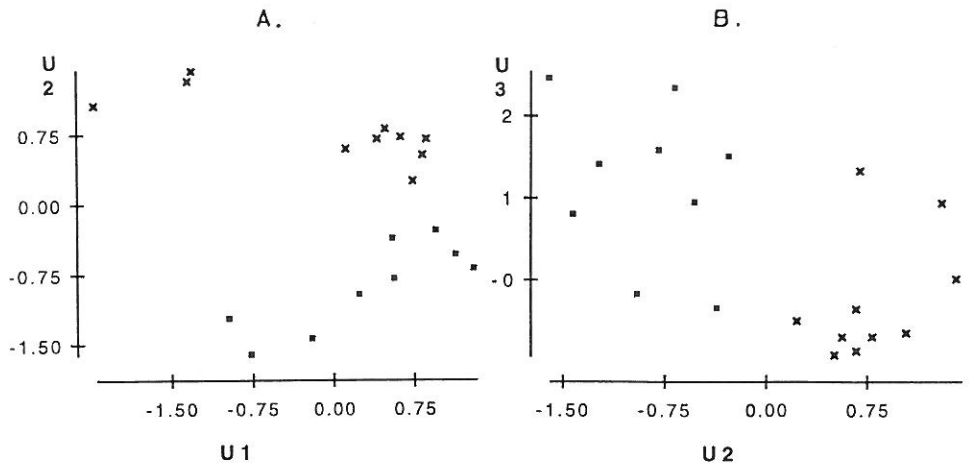
2. táblázat

A fülöpházi növényfajok gyökérszónájában lévő talajok tulajdonságai és a különbség szignifikanciáját jelző P-értékek

(1) Tulaj- donság	Alyssum	Dianthus	Euphorbia	Festuca	Fumana	P-érték
K mg/kg	28,4	42,9	30,5	35,0	37,7	0,0200
Ca mg/kg	20020	19420	20700	19140	18360	0,0003
P mg/kg	10,6	8,18	5,36	7,15	7,85	0,0424
Al mg/kg	108	59,6	12,3	29,9	9,02	0,0005
Fe mg/kg	26,2	21,2	17,8	13,6	15,6	0,0330
Zn mg/kg	1,66	1,53	1,22	1,26	1,54	0,0330
pH(H ₂ O)	7,53	7,43	7,61	7,64	7,62	0,0001
pH(CaCl ₂)	7,46	7,40	7,44	7,56	7,47	0,0073
Humusz %	0,396	0,784	0,348	0,529	0,409	0,0095

Amennyiben a mért 15 talajtulajdonságból főkomponensanalízissel kiszámítjuk a főkomponensváltozókat, és az első három főkomponensváltozót (melyek az összes varianciának a 69,4 %-át tartalmazzák) páronként kétdimenziósan ábrázoljuk (4. ábra), akkor a *Festuca* és az *Alyssum* markánsan elkülönül.

Az előbb említett három homokpusztai termőhelyen a kétszemponos (hely, növényfaj) variancia-analízis eredményeit a növényfaj hatásának a sorrendjében rendezve (3. táblázat) a legdöntőbb szignifikáns elkülönülést az oldható Ca és



4. ábra

A fülöpházi talajok elkülönülése az *Alyssum* (■) és a *Festuca* (x) gyökérszónájában az első három főkomponensváltozó alapján

3. táblázat

Három homokpusztai talaj néhány tulajdonságának elkülönülése a termőhely és a gyökérszónát képviselő növényfajok alapján

(1) Tulajdonság	(2) P (hely)	(3) P (növény)	P (hely x növény)
Ca, mg/kg	≤ 0,0001	≤ 0,0001	≤ 0,0001
Mg, mg/kg	≤ 0,0001	≤ 0,0001	≤ 0,0001
pH(CaCl ₂)	≤ 0,0001	0,0011	0,0003
pH(HCl)	≤ 0,0001	0,0020	≤ 0,0001
Fe, mg/kg	≤ 0,0001	0,0025	≤ 0,0001
pH(H ₂ O)	≤ 0,0001	0,0028	0,0022
Na, mg/kg	≤ 0,0001	0,0052	≤ 0,0001
Zn, mg/kg	≤ 0,0001	0,0070	0,0055
Q650	0,0272	0,0117	0,0018
Q450	0,0990	0,0416	0,0417

Mg esetében, a legkisebbet pedig a két különböző hullámhossznál mért humuszstabilitási szám (Q) esetében mérhetjük. A kölcsönhatás szignifikanciája jelzi, hogy a mintaterületek közti különbséget befolyásolta a növényfaj, míg a növényfajjal kapcsolatos talajtulajdonságbeli különbségeket a három termőhely általános agrokémiai sajátosságai befolyásolták.

Löszpuszták

Az albertirsai löszpusztákon a talaj kémhatása, a humuszminőséget jelentő humuszstabilitási szám, valamint az oldható K-, S- és B-tartalom szignifikánsan különbözik az egyes növényfajok gyökérszónájában (4. táblázat). Ugyanekkor a kén-tartalom kivételével az előbb említett tulajdonságok az eredeti és a legeltetett gyeptalajában szintén különböznek (TÖLGYESI, 1994). A két terület talajában a fajok szerinti elkülönülés nem egyforma mértékű. Így például a bolygatott (legeltetett) Golyófogóvölgyben az egyes növényfajok gyökérszóná-

4. táblázat

Az albertirsai talajok variancia elemzési eredményei a hely és a növényfaj kategóriája szerint

(1) Tulajdonság	(2) P (hely)	(3) P (növény)	P (hely x növény)
pH	0,0075	0,0005	0,1827
Q-450	0,0001	0,0028	0,0521
K	0,0362	0,0141	0,5545
S	0,4438	0,0044	0,0218
B	0,0001	0,0001	0,0214

5. táblázat
Szigifikáns pH-különbségek az egyes növényfajok gyökérszónájában
két termőhelyen (Golyófogóvölgy és Kisasszonyvölgy)

(1) Növénypár	Golyófogóvölgy		Kisasszonyvölgy	
	(2) Különbség	P	(2) Különbség	P
<i>Euphorbia-Festuca</i>	0,449	0,0079	0,386	0,0003
<i>Euphorbia-Filipendula</i>	0,372	0,0381	0,236	0,0166
<i>Teucrium-Festuca</i>	0,408	0,0243	0,278	0,0059

jában mért kémhatások különbsége ugyan nagyobb, de szignifikanciája valamivel kisebb, mint a bolygatatlan Kisasszonyvölgyben (5. táblázat).

Értékelés

A talajtulajdonságok és a velük gyökérzetükkel érintkező növények kapcsolata az adott körülmények között felismerhető szabályszerűséget mutat. A mért paraméterek az összes, többségében nem mért feltételek összehatásaként mintázottságot, mozaikstruktúrát mutatnak: az egyes fajok gyökérszónájában a talaj tulajdonságai szignifikánsan különböznek ugyanazon növénytársuláson belül. Ez a faj - talajfolt-tulajdonság kapcsolat bármennyire pontosan leírható és jellemezhető, nem valószínű, hogy indikátor szereppel bírna. Társuláson belül nem igen szoktak ökológiai skálázást alkalmazni. Hiszen a társulást (nagyvonalúan) az azonos ökológiai feltételek között kialakult növényegyüttesnek tekintik. Másrészt akár egyetlen ökológiai tényező megváltozása esetében is egy új egyensúly áll elő, és a sokdimenziós niche térben ugyanaz a faj más paraméterek mellett találja meg életfeltételeit. Nagyobb léptékben ilyen például a bükk vagy az erdei fenyő előfordulása egymással agrokémiai szöges ellentétben álló talajokon. A homokpuszták számos faja (együttesen is) előfordul például mind 8-as, mind 4-es pH mellett, azaz tízezerszeres hidrogénionkoncentráció különbség mellett is (TÖLGYESI et al., 1970). Ugyanígy a mészkő és a dolomit alapkőzetten előforduló fajok legnagyobb része közös, annak ellenére, hogy a Ca/Mg arány és sok más tápanyag is mind a talajban, mind a növényben eltérő (FEKETE et al., 1989).

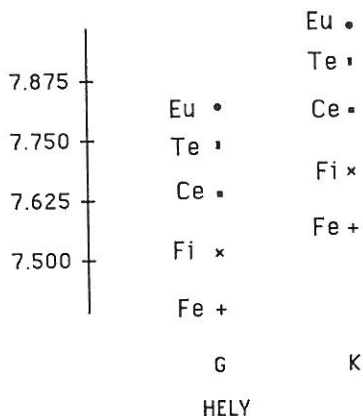
A biometriailag igazolt talaj-növény kapcsolatok valószínűen nem minden talajon, hanem az abiotikus tényezők hasonló kombinációja esetén igazak. Az általánosíthatóság bizonyára csak szűk ökológiai intervallumon belül lehetséges és ott is csak hasonló társulásokban. Így például megállapíthatjuk, hogy mind-

két vizsgált löszpuszta területén a *Festuca rupicola* foglalta el a legsavanyúbb, a legkisebb magnéziumtartalmú és legrosszabb humuszminőségű foltokat. A *Teucrium chamaedrys* pedig kitűnt azzal, hogy gyökérszónájában a talaj oldható P, Mn, Zn és B koncentrációja kisebb, mint a szemrevételezett négy másik faj alatt.

A kémhatások növényfajfüggő volta szemléletesen látható az 5. ábrán, ahol az egymástól kilométerekre lévő mintavételi területek talajának a kémhatása szigorúan azonos sorrendben emelkedik a *Festuca-Filipendula - Centaurea - Teucrium - Euphorbia* egymásutániságot betartva.

Azt, hogy nem véletlenszerű jelenségekről van szó, mutatja az is, hogy a három, térben és agrokémiai sajátosságukban eltérő homokpusztán a humuszminőségre jellemző humuszstabilitási szám (Q_{450}) nem csak szignifikánsan elkülönül, hanem mértékének sorrendje mindenütt az *Euphorbia - Festuca - Fumana* talajfoltok sorrendjében emelkedik (6. ábra).

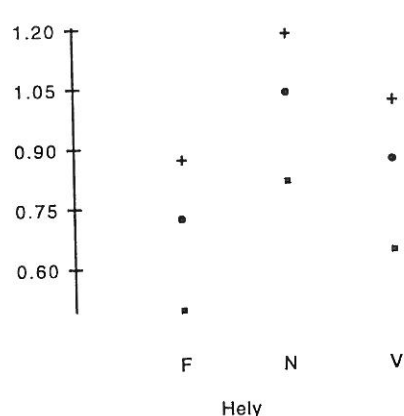
Nézzük meg a jelenséget a növényi taxonok oldaláról. A homok- és a löszpusztákon két növénynemzetség két-két faja hasonlítható össze. A homokpuszták *Festuca vaginata* és *Euphorbia seguieriana* mintáival szemben a löszpusztákon a *Festuca rupicola* és az *Euphorbia pannonica* mintái állnak. A kémhatás és az ezzel kapcsolatban lévő oldható kalciumtartalom az *Euphorbia* fajok alatt nagyobb, mint a *Festuca* fajok alatt (6. táblázat). A különbség szignifikanciája a pH esetében ugyancsak a löszön, a kalciumkoncentráció esetében pedig csak a homokon biztosított. Ennek ellenére valószínű, hogy száraz, semleges vagy enyhén lúgos talajokon a csenkeszek savanyúbb, oldható kalciumban szegényebb talajokon élnek, szemben a kutyatej fajokkal, melyek a magasabb pH-jú, több oldható kalciummal rendelkező foltokat foglalják el (vagy alakítják ki).



5. ábra

A golyófogóvölgyi (G) és a kisasszonyvölgyi (K) talajok kémhatása a vizsgált öt növényfaj gyökérszónájában.

(Eu: *Euphorbia*, Te: *Teucrium*, Ce: *Centaurea*, Fi: *Filipendula*, Fe: *Festuca*)



6. ábra

Három homokpuszta talajában 450 nanométer hullámhossznál mért humuszstabilitási szám (Q_{450}) értékei három növényfaj alatt (*Euphorbia*: ■, *Festuca*: •, *Fumana*: +)

6. táblázat
A kémhatás és az oldható kalciumtartalom *Festuca* és *Euphorbia* fajok
alatti talajokban

	pH	Ca, mg/kg
a) Homok (n = 30)		
<i>Festuca vaginata</i>	6,968	12045
<i>Euphorbia segueriana</i>	7,034	14229
P	0,453	0,0017
b) Löss (n= 30)		
<i>Festuca rupicola</i>	7,479	6333
<i>Euphorbia pannonica</i>	7,900	7627
P	0,00009	0,241

Természetesen a fentiek ellenkezőjére is adódik több példa. Így például a homokterületeken átlagban a *Festuca*, míg a löszterületeken átlagban az *Euphorbia* alatt van több magnézium. Mindkét különbség szignifikáns lévén feltételezhetjük, hogy részint az ugyanazon tulajdonságok eltérő mérésstartományban másként befolyásolják a növények lehetőségeit (nem lineáris kapcsolatok), másrészt a további tulajdonságok eltérő mértéke sem közömbös az érvényesülésükhöz. Más lesz a mozaikstruktúra például kis ökológiai grádiensek mellett, mint olyan környezetben, ahol a tulajdonságok értékei meredeken változnak.

Nem elhanyagolható a mozaikstruktúra értelmezésében, hogy kimutatható-e kapcsolat az egyes tulajdonságok és a rajtuk élő növények összetétele között. Amennyiben van ilyen kapcsolat, az az igény oldaláról jön-e létre, vagy pedig az évekig azonos folton élő növényfaj által összegyűjtött, és az avarmaradványokkal a talaj felső rétegében összegyűlő sajátos elemösszetétel okozza-e a talajheterogenitást. A más vonatkozásban sok összefüggést feltárni engedő kiasszonyvölgyi növényfajok általam eddig vizsgált elemkoncentrációi azonban nem voltak korrelációba hozhatók a talaj könnyen-oldható azonos tápanyagával, amennyiben az ismétlések átlagértékeit állítjuk szembe egymással. Azaz, a sok foszfort beépítő faj nem feltétlenül sok oldható foszfort tartalmazó talajfolton található. Az aktív ionválogató-képesség (bizonyos határok között) erősebben hatott, mint a kínálat oldaláról jelentkező, és csak biometriailag kimutatható kisebb különbségek.

Ez az ismertetés csak magát a jelenség tényét tudja megerősíteni. A kialakulás okának és lefolyásának elemzéséhez a statikus mintavétel nem elégséges. Csak feltevésekre szorítkozhatunk annak megítélésében is, hogy az egyes növényfajok a nekik "megfelelő" helyen vertek-e gyökeret, vagy pedig évekig tartó élettevékenységük következtében alakult ki a talaj felső rétegének mozaikstruktúrája. Valószínűleg mindkét hatással számolnunk kell. A tápanyagok egy részének a talajfolton való elszegényedése vagy feldúsulása, mely struktúrá-

hoz a különböző kémiai összetételt képviselő fajok eltérő anyagcseréje kétségtelenül hozzájárul, mindenképpen időben lejátszódó folyamat. Ezek a mozaikstruktúrák is hajtóerői lehetnek egyes fajok visszaszorulásának, mások előretörésének.

A jelenség elsősorban lágyszárú évelőknél lesz tanulmányozható, ahol a szelektív hatások évről évre helyhez kötötten érvényesülhetnek. Ott, ahol a termőhely a víz vagy a szél erős hatásának van kitéve és az oldható tápanyagok mind oldalirányban, mind pedig mélységben ezen erők hatására elmozdulnak, még pontos elemzés és sok ismétlés esetében is nehezebb lesz lokális talajtulajdonságokat kimutatni. Úgyisintén fás társulásokban is, ahol még a fényviszonyok változatossága is döntő szerepet kap az egyes fajok elhelyezkedésénél.

Összefoglalás

Három homokpusztai gyep és két löszpusztagyep talajainak vizsgálatokor kiderült, hogy a talaj kémhatása, humuszminősége, valamint a könnyen oldható tápanyagok koncentrációja szignifikánsan különbözik az egyes növényfajok gyökérszónájában. Így például a *Festuca* savanyúbb, kisebb oldható Ca-tartalmú és nagyobb oldható Fe-tartalmú talajon található, mint a *Fumana*. Az *Alyssum* gyökérszónájában a talaj oldható Al-tartalma tízszer annyi volt, mint a *Fumana* környezetében. A *Dianthus* a vizsgált öt faj közül a káliumban és humuszban leggazdagabb talajfoltokon él, ott ahol a kémhatás a legalacsonyabb. Ezeket a különbségeket korábban legtöbbször mintavételi vagy analitikai hibának tulajdonították. A hatás 8-12 cm-es átmérőjű foltokban is érvényesül, így a látszólag homogén területen, ugyanazon növénytársulás alatt a talajban mozaikstruktúra mérhető. Az egyes fajok környezetében mért talajtulajdonságok és a termőhelyek különbségei mellett szignifikáns interakciók is számíthatók: a fajok gyökérszónájában észlelt talajkülönbségek függnek a termőhelyek saját agrokémiai tulajdonságaitól is és fordítva.

Irodalom

- FEKETE, G., 1992. The holistic view of succession reconsidered. *Coenoses*. 7. 21-29.
- FEKETE, G. et al., 1979. Niche studies on some plant species of a grassland community. IV. *Festuca vaginata* populations' niche characteristics on the basis of the macro- and microelement content of the soil and plant. *Acta Botanica Hung.* 25. 63-73.
- FEKETE, G., TÖLGYESI, GY. & HORÁNSZKY, A., 1989. Dolomite versus limestone habitats: a study of ionic accumulation on a broader floristic basis. *Flora*. 183. 337-348.
- HARGITAI L., 1955. Összehasonlító szervesanyag-vizsgálatok különböző talajtípusokon optikai módszerekkel. Agrártudományi Egyetem Kiadványai. Gödöllő.

- KOVALSZKIJ, V. V., 1974. Geohimicseskaja ekologija. Izdatyel'sztvo Nauka. Moszkva.
- SIGMOND E., 1903. Minő összefüggés van a békéscsabai rét természetes flórája és a talaj sótartalma között. Kísérletügyi Közl. 6. 80-119.
- SILLANPÄÄ, M., 1982. Micronutrients and the nutrient status of soils: a global study. FAO. Rome.
- SIMON, T. & FÜLÖP, A., 1966. A pH-érték és a humusztartalom periódikus változása a *Festucetum vaginatae* danubiale állományokban a Szentendrei-szigeten. Bot. Közlemények. 53. 35-41.
- STEFANOVITS, P., 1975. Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- SZODFRIDT I. & FARAGÓ S., 1968. Talajvíz és vegetáció kapcsolata a Duna-Tisza köze homokterületén. Bot. Közl. 55. 69-75.
- SZUJKÓ-LACZA, J. & FEKETE, G., 1971. The correlation of species and habitat factors in xerothermic oak forest (Orno-Quercetum) stand. Feddes Rep. 82. 262-286.
- TÖLGYESI GY., 1994. Lösspuszta tápanyagforgalmának változása a rét-legelő le-romlási folyamatban, különös tekintettel a Ca/Mg arányra. Növénytermelés. 43. 307-316.
- TÖLGYESI GY., KÁRPÁTI I. & KÁRPÁTI I.-NÉ, 1970. Savanyú és meszes homokpuszták növényzetének makro- és mikro-tápanyagfelvétele. Agrokémia és Talajtan 19. 55-68.
- TÖLGYESI GY. et al., 1979. Ökológiai és módszertani megfigyelések a homokpuszták talajának és növényzetének elemi összetételével kapcsolatban. Agrokémia és Talajtan. 28. 97-114.
- ZÓLYOMI, B. & Fekete, G. 1994. The Pannonian loess steppe differentiation in space and in time. Abstracta Botanica 18. (Megjelenés alatt).

Érkezett: 1994. október 10.

Differing Soil Properties in the Root Zones of Plant Species Growing on Sand and Loess Steppes

G. TÖLGYESI

Agricola Experimental Station, Budapest

Summary

A study of the soils of three sand steppes (Fülöpháza, Neszmély, Vácrátót) and two loess steppes (Kisasszonyvölgy, Golyófogóvölgy) indicated that the pH, humus quality and readily soluble nutrient concentration of the soil differed significantly in the root zones of various plant species. *Festuca*, for instance, is found on more acidic soil with a lower soluble Ca content and a higher soluble Fe content than *Fumana*. In the root zone of *Alyssum* the soluble Al content of the soil was ten times greater than that in the neighbourhood of *Fumana*. Of the five species examined, *Dianthus* grew on the soil patches richest in potassium and humus, where the pH was the lowest. These differences were previously attributed to sampling or analytical errors. The effect is manifested in patches with a diameter of 8-12 cm, which means that on an apparently homogeneous area a mosaic structure can be discovered in the soil below the plant association. In addition to differences in the soil properties measured in the neighbourhood of various species and to those between growing sites, significant interactions can also be calculated: the soil differences observed in the root zones of the species also depend on the agrochemical properties of the growing sites and vice versa.

Table 1. The pH and soluble Ca and Fe contents in the root zones of three plants species growing in sandy soils in Vácrátót. (1) Plant species. a) $LSD_{5\%}$.

Table 2. Soil properties in the root zones of plant species in Fülöpháza and P values indicating the significance of the difference. (1) Soil property.

Table 3. Differentiation of certain properties of three sand steppe soils on the basis of growing site and the plant species representing the root zone. (1) Property. (2) P (site). (3) P (species). (4) P (site x species).

Table 4. Results of variance analysis on Albertirsa soils according to site and plant species categories. (1)-(4): see Table 3.

Table 5. Significant pH differences in the root zones of certain plant species at two growing sites (Golyófogóvölgy, Kisasszonyvölgy). (1) Pair of species. (2) Difference.

Table 6. pH and soluble calcium content in soils under the species *Festuca* and *Euphorbia*. (1) Sand, n = 30. (2) Loess, n = 10.

Fig. 1. Pairs of properties of Vácrátót soils in the root zones of the plant species *Euphorbia* (■); *Festuca* (●); *Fumana* (+). A. Horizontal axis: Ca, mg/kg. Vertical axis: pH (HCl). B. Horizontal axis: pH (CaCl₂). Vertical axis: Fe, mg/kg.

Fig. 2. Soluble nutrients in the root zones of the plant species *Euphorbia* (■); *Festuca* (●); *Fumana* (+) in Neszmély soils. A. Horizontal axis: Ca, mg/kg. Vertical axis: Zn, mg/kg. B. Horizontal axis: Ca, mg/kg. Vertical axis: Mn, mg/kg.

Fig. 3. Location of soils in the root zones of the plant species *Euphorbia* (■); *Festuca* (●); *Fumana* (+) on a graph rotated along three principal component variables.

Fig. 4. Differentiation of Fülöpháza soils in the root zones of *Alyssum* (■) and *Festuca* (x) on the basis of the first three principal component variables.

Fig. 5. pH of soils in Golyófogóvölgy (G) and Kisasszonyvölgy (K) in the root zones of the five plant species examined. Eu = *Euphorbia*, Te = *Teucrium*, Ce = *Centaurea*, Fi = *Filipendula*, Fe = *Festuca*.

Fig. 6. Humus stability index (Q) values measured at a wavelength of 450 nm in the soil under the species *Euphorbia* (■); *Festuca* (●); *Fumana* (+) growing on three sand steppes (F = Fülöpháza, N = Neszmély, V = Vácrátót).