

Ökológiai és módszertani megfigyelések homokpuszták talajának és növényzetének elemi összetételével kapcsolatban

TÖLGYESI GYÖRGY, FEKETE GÁBOR, PRÉCSÉNYI ISTVÁN
és HORÁNSZKY ANDRÁS

Allatorvostudományi Egyetem, Budapest, Természettudományi Múzeum, Budapest, Botanikai Kutató Intézet, Vácrátót és Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

A termőhely tápanyagokkal való ellátottságát és a növényi produkcóra való alkalmasságának mértékét igen sokféle módon lehet jellemezni. A természetes növényzet milyensége és mennyisége, a talaj típusa és tápanyagtartalma, az eredeti vagy a termesztett növényzet összetétele más és más oldaláról mutatja be a termőhelyet. Ezen paraméterek többé-kevésbé az éghajlati elemek és a domborzat sajátosságainak hatását is magukban foglalják. A termőhely jellemzésébe bevont szempontok eltérők, részben azonosak is lehetnek a természeti földrajz, a talajföldrajz és a mezőgazdasági földrajz nézőpontja szerint [1, 5, 10, 21].

Amennyire kívánatos tudományos feldolgozásnál a minél több részletre való kiterjedés, annyira szükséges a domináns tulajdonságok kiemelése és általánosítása révén az összevonás a mindennapi gyakorlati munkában. A termőhely jellemzésben lehet a növények előfordulása és igényeik kielégíthetősége alapján osztályozni (gyöngyvirágos tölgyes = *Convallario-Quercetum roboris*, rozstalaj, nádas stb.), másrészt fontosnak ítélt talajtulajdonságok alapján is: homoktalaj, láptalaj, savanyú talaj stb. Ezek említésekor a szakemberek egyúttal bizonyos tápanyagszintre és termelési potenciálra is gondolnak. A talaj, a növényzet és a tápanyagszintek kapcsolatának keresésekor gyakran találkozunk kvalitatív vagy félkvantitatív szemlélettel, mikoris a tulajdonságok tört részét jellemzik csak számszerűen. Azonban mind a nagyobb, mind a kisebb termőhelyi kategóriák, tájak elkülönítésére olyan paraméterek alkalmasak, melyek számszerűek, és már kis számban is jellegzetes különbségeket eredményeznek. A költségek ugyanis lényegesen korlátozzák egy-egy termőhelytípus kategorizálásához szükséges helyszíni bejárások, mintavételek és laboratóriumi vizsgálatok számát, különösen országos felmérések esetében.

A fenti szempontokat tartottuk szem előtt akkor, amikor három homokpuszta talaján és növényzetén botanikai és agrokémiai megfigyeléseket végeztünk. A vizsgálatokkal egyrészt a korábbi tájjellegű kutatásokhoz kapcsolódtunk [12, 26], részint a növények előfordulása és ökológiai igénye közti összefüggést kívántuk némely vonatkozásában részleteiben is tovább tisztázni [7, 8]. Gyakorlati vonatkozásban pedig a hazánk szántóterületének 1/5-ét kitevő

homoktalajok tápanyagszolgáltató képességének jobb megismerését tartottuk szem előtt [2]. Ezenkívül kialakítandók olyan laboratóriumi módszerek is, melyek képesek a tápanyag-szolgáltató képesség kisebb különbségeinek a megbízható kimutatására [1]. Így érdemesnek láttuk megvizsgálni három mintaterület természetes növényzetének és talajának tápelemtartalmát, ezeknek változékonyságát, valamint egymással való összefüggéseit. Összehasonlítotunk két talajkioldási módszert is. Néhány növényökológiai jellegű kérdést (niche-szélesség, efficiencia stb. az Acta Botanica-ban fogunk megtárgyalni [9]).

Anyag és módszer

A vizsgálati anyagot három homokpuszta gyepből (*Festucetum vaginatae danubiale*; cf. Soó, 1957 [20]) vettük. A fülöpházai területen, Kecskeméttől nyugatra félsivatagi, mozgó homokbuckás nyílt gyep található. A fülöpházai mintaterület része a Kiskunsági Nemzeti Parknak, így többszáz hektárnyi hasznoló növényzetű terület környezi. A florisztikai gazdagság és a térszín változatossága itt a legnagyobb mértékű. (Előfordul 15–20 m szintkülönbség is a buckatetők és a mélyedések között.) Emiatt a kisebb termőhelyi különbségek tekintetében is itt a legváltozatosabb a mintaterület. Ez a vegetáció összetételében is szembevetően megmutatkozik.

Neszmély a Gerecse hegység északi lábánál fajgazdag terület. Neszmélyen Duna-teraszt szabdalat kisebb-nagyobb gerincekre az erózió, s az így kialakult hátaikon fejlődött ki a társulás viszonylag kis területen. Florisztikai érdekessége a gubóvirág előfordulása (*Globularia aphyllantes*), valamint az Alföldön élő kései szegfű helyettesítő balti fajnak, a homoki szegfűnek megjelenése (*Dianthus arenarius*). A mintaterületet itt löszpusztai gyep, az egykori erdők kiirtása helyén kialakult cserjések és kultúrterület (szőlő, gyümölcsös) határolja.

Vácrátót a fővárostól északra, a Duna vonalától mintegy 6 kilométerre keletre fekszik. Vácrátóton a florisztikai összetétel a legszegényebb, a térszín is nyugodtabb, legfeljebb 2–5 m szintkülönbség mutatkozik. A mintaterületet körös-körül kultúrterület határolja (szántó, telepített erdő).

A három homokpuszta gyepjében a homoki csenkesz (*Festuca vaginata*) az uralkodó. 1977. tavaszán mindhárom termőhelyen 10–10 csenkesz növényegységből vettünk különálló mintát, ugyanakkor mindegyik zsombék rizoszférájából kiráztuk a homoktalajt, melyet a szemmel látható szervesanyag-törmelektől gondosan megtisztítottunk. 1977. őszén pedig Fülöpházán további 32 faj, Neszmélyben 34 faj, Vácrátóton pedig 24 növényfaj mintáját gyűjtöttük be, most már talajaik nélkül. A fajösszetételre vonatkozóan részletesebb adatokat lásd [9]. Az utóbbi növények közül 8 faj mindhárom termőhelyen fellelhető volt, míg a többi csak kettő vagy csupán egy termőhelyen (stenotop fajok). Minden esetben a teljes földfeletti részeket elemeztük.

A légszáraz talajmintákat részint 0,1 n sósavas kioldásból (1 : 10 talaj oldószer-arány mellett), részint EGNÉR, RIEHM és DOMINGO módszerével [6] ammóniumlaktátos kioldásból határoztuk meg 10 elemre a korábban közölt atomabszorpciós és kolorimetriás módszerekkel [27].

Mindhárom mintaterület talaja kevés szerveskötésű szenet tartalmaz, a HARGITAY szerinti humuszstabilitási számmal értékelt humuszminőség rossz minőséget jelez, a kémhatás semleges — enyhén lúgos, a talajok több-kevesebb

karbonátot tartalmaznak. Vácrátóton $0,19\%$ C, $Q = 0,62$, $pH = 6,42$ és $CaCO_3 = 2,1\%$. Fülöpházán $0,37\%$ C, $Q = 0,55$, $pH = 7,17$, $CaCO_3 = 13,0\%$. Neszmélyen $C = 0,73\%$, $Q = 0,95$, $pH = 7,38$ és $CaCO_3 = 12,5\%$.

A könnyen oldható tápanyagtartalmak meghatározásánál egységes oldószereket választottunk. Gyakorlati körülmények között szintén ilyen irányú törekvés van [1]. Másrésztől számos külföldi és hazai mértékadó kiterjedt vizsgálat szerint [3, 17, 24] minden erőfeszítés ellenére a talajvizsgálati adatok egymagukban sem a növény várható tápelemtartalmát, sem a várható trágyahatást nem képesek minden talajtípuson jelezni. Minden talajtípusra más módszert alkalmazni pedig körülményesebb, mint szántóföldi kísérlettel eldönteni a kérdést. TÖLGYESI [24] szerint a talajvizsgálatok létjogosultsága elsősorban abban van, hogy segítségükkel olyan talajok tápanyagszolgáltató képességét tudjuk összehasonlítani, melyeken az eltérő növényzet miatt más összehasonlítási alap nincsen. Nagyobb államokban sok helyi módszert alkalmaznak. Hazánkban kialakult gyakorlatról nem lehet jelenleg beszélni. A $0,1$ n sósavas módszert hazánkban SIK és KERESZTÉNY vezette be [18], sokan sok elemre sikeresen alkalmazzák külföldön is [4, 11, 14, 15, 17]. Az ammóniumlaktátos módszer alkalmazását a káliumon és a foszforon kívül a legújabb szovjet agrokémiai módszertani kézikönyv mikroelemekre is ajánlja [22]. A lelőhelyenkénti 10–10 talajmintát a szintén vizsgált homoki csenkesz gyökérzónájából vettük.

A növényeket elegendő mintanennyiség esetén 13 elemre, egyébként a bór és a molibdén elhagyásával 11 elemre vizsgáltuk [27]. Munkánkban 2150 elemzésre támaszkodunk.

Az áttekinthetőség érdekében először a talaj-, majd a növényvizsgálatokkal foglalkozunk. Ezután a talaj–növény összefüggéseket tárgyaljuk, majd röviden jellemezzük a termőhelyek tápanyag-ellátottságát.

Eredmények

Talajelemzések. — A nagyjából hasonló tápanyagszolgáltató képességű, és hasonló természetes növényzettel rendelkező három homokpuszta közti finomabb különbségeket elsősorban azon öt elemnél érzékelhetjük, ahol mindkét kioldásból hasonló a sorrend (1. és 2. táblázat). Így a kálium, a magnézium és a cink tekintetében mind a sósavas, mind az ammóniumlaktátos kioldásnál Neszmély, Fülöpháza, Vácrátót a sorrend. Másrésztől a kalcium és a vas oldható mennyiségének a sorrendje Fülöpháza, Neszmély és Vácrátót. A két kioldási módszer eredményei megegyeznek abban, hogy a foszfor oldhatósága Vácrátóton a legnagyobb, míg ugyanitt a mangán oldhatósága a legkisebb. A legkevesebb mozgékony alumíniumot mindkét módszer a fülöpházai talajon oldotta ki. A nagyon kis nátriumtartalmak teljesen más sorrendben követik egymást az AL- és a sósavas kioldásnál. A réz a sósavas kioldásból módszerünk kimutatási határán volt, ezért értékeit nem tüntettük fel. Az AL-kioldás szerint a réz oldhatósága Fülöpháza, Vácrátót, Neszmély sorrendben csökken.

A három lelőhelyen mért átlagos tápanyag-tartalmakat összehasonlítva kitűnik, hogy a foszfor, az alumínium és a cink kivételével az ammóniumlaktátos módszer oldott ki több anyagot. A legnagyobb különbség az alumínium-tartalomban van, melynél a sósavas kioldás 3,94-szer annyit old, mint az ammóniumlaktátos. Ezt követi a foszfor, melynél a sósavban 2,87-szer annyi oldó-

I. táblázat
A talajok 0,1 n sósavban oldható tápanyagainak átlaga (ppm-ben), szórása és variációs együtthatója

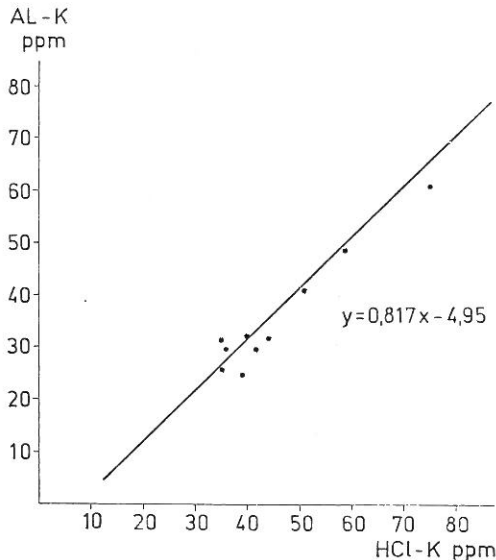
(1) Leőhely és statisztikai mutatók	K	Ca	P	Mg	Na	Al	Fe	Mn	Zn
<i>Füfőpháza</i>									
\bar{x}	54,2	13 970	12,36	522	11,8	73,9	48,04	52	3,08
$s \pm$	13,58	737,90	1,67	58,46	0,60	12,23	16,49	3,33	0,70
C.V. %	25,05	5,28	13,57	11,19	5,11	16,55	13,50	6,41	22,70
<i>Neszmély</i>									
\bar{x}	65,60	11 858	25,40	992,5	16,53	217,3	20,87	55,91	5,15
$s \pm$	11,28	1 408,71	3,17	93,72	2,83	30,62	9,95	5,14	1,14
C.V. %	17,18	11,87	12,5	9,44	17,14	14,08	47,67	9,19	22,28
<i>Vácátót</i>									
\bar{x}	45,50	1 230	56,15	183	12,36	238,9	13,94	27,9	2,64
$s \pm$	12,71	200,27	6,78	17,44	5,39	21,21	4,12	2,37	0,397
C.V. %	27,9	16,28	12,08	0,095	43,67	8,87	29,5	8,52	15,06

2. táblázat
A talajok ammóniumlaktáiban oldható tápanyagainak átlaga (ppm-ben), szórása és variációs együtthatója

(1) Leőhely és statisztikai mutatók	K	Ca	P	Mg	Na	Al	Fe	Mn	Zn	Cu
<i>Füfőpháza</i>										
\bar{x}	48,3	19 640	10,36	1455,1	22,88	19,4	93,84	86,3	2,45	0,616
$s \pm$	10,10	1 173,0	2,55	50,59	5,18	1,59	4,98	5,69	0,362	0,155
C.V. %	20,90	5,97	24,63	3,47	22,6	8,18	5,30	6,60	14,8	25,3
<i>Neszmély</i>										
\bar{x}	65,85	12 733	10,27	1649	21,68	71,81	69,41	80,16	3,6	0,294
$s \pm$	13,38	4 002	3,54	43,13	3,63	16,58	15,91	4,01	0,734	0,111
C.V. %	20,32	31,43	34,5	26,0	16,78	23,09	22,93	5,01	20,34	38,0
<i>Vácátót</i>										
\bar{x}	34,7	1 000	11,98	183,8	12,76	43,33	43,56	34,75	1,37	0,416
$s \pm$	11,50	163,29	1,09	71,60	4,42	12,10	7,75	4,93	0,366	0,148
C.V. %	33,12	16,32	9,15	38,95	34,6	27,94	17,79	14,19	25,98	35,6

dik. Az ammóniumlaktát erélyesebb oldó hatása csupán egy elemnél, a vasnál ad kétszeresnél nagyobb (2,49-szeres) értéket. A két oldószer egyik sarkalatos eltérése az alumínium/vas arányban mutatkozik meg. Az Al/Fe arány a sósavas kioldásnál az átlagok átlagában 6,07, míg az AL-kioldásnál csak 0,65, tehát egy nagyságrenddel kisebb.

Igen fontos megvizsgálni, hogy egy-egy területen belül vett, egymástól 10-15 méter távolságban elhelyezkedő egyedi 10-12 minta mennyire volt



1. ábra

A 0,1 n sósavban és az ammóniumlaktátban oldható káliumtartalom összefüggése a vác-rátói homokpuszta 10 egyedi talajmintájában

változékonny tápanyagtartalmú. Ez részint a terület változékonyságát is jellemzi, de felvilágosítást ad a szűrőpróbaszerű mintavétel hibalehetőségeiről is. A vizsgált elemek átlagos variációs együtthatója a sósavas kioldásnál 13,26% - 17,99%-ig, az AL-kioldásnál 13,77% - 23,36%-ig terjed a három termőhelyen. Az összehasonlítható (a rezet nem véve figyelembe) 27 variációs együttható közül 15 esetben az AL-, 12 esetben a sósavas kioldás mutatott nagyobb változatosságot azonos mintaterületen belül. A helyi különbségek felfedésében tehát nincsen lényeges különbség a két oldószer között. Csupán a sósavas kioldás vastartalmainak nagyobb szórása és az ammóniumlaktátos módszer kalciumtartalmainak nagyobb szórása utal arra, hogy kisebb különbségek kimutatására a nevezett elemek tekintetében esetleg előnyben részesítendőek a nagyobb variabilitást eredményező oldószerek. A többi elem tekintetében termőhelyenként más-más oldószer húzta jobban szét a mezőnyt.

Igen fontos elméleti és gyakorlati kérdés, hogy ilyen minimális különbségek esetén a két oldószer által kioldott tápelemek koncentrációja között milyen az összefüggés. A lehetséges 27 értéksor közül hét esetben volt szignifikáns pozitív korreláció: két-két mintavételi helyen a kálium- és a cinkkoncentrációk között, egy-egy helyen pedig a kalcium, alumínium és a vas oldhatósága között (3. táblázat). Neszmélyben négy elemre nézve volt (K, Ca, Al, Zn)

3. táblázat
A lineáris regressziós egyenlet együtthatói (a és b), valamint a korrelációs együtthatók (r) a talajok két módon kioldott
mozgékony tápanyagtartalma között ($y = AL$, $x = 0,1 n HCl$)

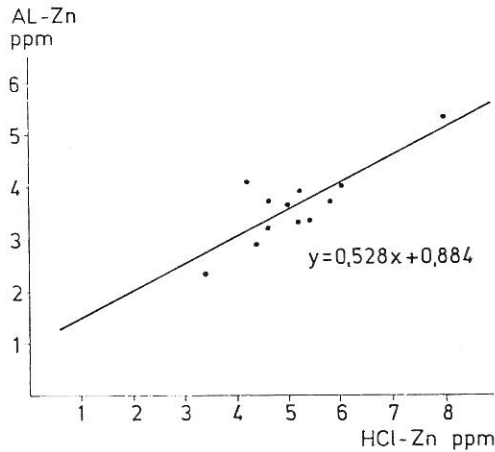
(1) Lelelteli és együtthatók	K	Ca	P	Mg	Na	Al	Fe	Mn	Zn
Fülpoháza									
a	48,95	28 955,2		1220,6	36,11	22,27	83,09	90,97	1,543
b	-0,011	-0,666		0,449	-1,12	-0,038	0,223	-0,089	0,294
r	-0,015	-0,419		0,519	0,130	-0,296	0,216	-0,052	0,568
Neszmély									
a	13,73	9 738,42	0,615	1449,2	14,30	1,639	58,35	66,68	0,884
b	0,793	1,895	0,380	0,201	0,446	0,337	0,529	0,241	0,528
r	0,669	0,667	0,340	0,437	0,347	0,623	0,331	0,308	0,826
Vácrátót									
a	4,95	727,42	7,01	73,92	14,01	96,93	24,34	51,65	1,71
b	0,817	0,221	0,088	1,408	-0,101	-0,224	1,378	0,606	-0,132
r	0,963	0,271	0,547	0,343	-0,123	-0,393	0,732	-0,292	-0,147

4. táblázat
Homoki csekesz (Festuca vaginata) három termőhelyen észlelt átlagos ásványianyag-tartalma, szórása és a variációs együtthatók

(1) Lelelteli és statisztikai mutatók	g/kg												
	K	Ca	P	S	Mg	Na	Al	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
Fülpoháza													
\bar{x}	10,8	3,08	1,53	2,09	0,63	0,035	60,6	210,6	53,5	26,2	4,76	5,29	0,162
s	2,136	0,407	0,333	0,070	0,115	0,010	27,56	47,3	9,64	5,67	3,70	0,80	0,114
C.V. %	19,78	13,23	21,79	3,36	18,4	28,9	35,1	22,5	18,0	21,7	77,6	15,3	70,4
Neszmély													
\bar{x}	5,11	4,89	0,70	3,36	0,75	0,050	718,5	940	31,2	38,6		6,25	
s	1,96	1,05	0,13	0,47	0,21	0,006	171,5	114,2	5,89	5,03		1,19	
C.V. %	38,4	21,5	19,3	13,9	28,1	12,2	23,9	12,1	18,9	13,0		19,2	
Vácrátót													
\bar{x}	14,7	2,49	2,95	1,58	0,63	0,030	65,9	217,1	56,7	25,2		5,46	
s	2,60	0,51	0,636	0,31	0,13	0,006	62,3	76,3	17,4	3,52		1,06	
C.V. %	17,7	20,42	21,57	19,81	21,2	20,1	94,5	35,1	30,7	14,0		19,5	

szoros összefüggés. A kapcsolatok szemléltetésére a vácrátóti minták kálium-tartalmát és a neszmélyi minták cinktartalmát grafikusán is ábrázoltuk (1. és 2. ábra).

Növényi elemzések. — Mindenekelőtt a növénytársulás névadó fajának, a homoki csenkesznek (*Festuca vaginata*) 10–12 ismétlésben megállapított összetételét vegyük szemügyre (4. táblázat). Megállapíthatjuk, hogy a kálium, a foszfor és a mangán kivételével, mely elemek a vácrátóti minták átlagában



2 ábra

A 0,1 n sósavban és az ammóniumlaktátban oldható cinktartalom a neszmélyi homokpuszta 12 egyedi talajmintájában

a legmagasabb értékűek, a neszmélyi homoki csenkesz földfeletti része a leggazdagabb ásványi anyagokban. Másrészről a fülöpházi homokbuckákról begyűjtött növényminták a legkevesebbet vették fel a vizsgált elemekből.

A három termőhely tápanyag-szolgáltató képességének különbségét nem csupán a homoki csenkesz összetételéből, hanem olyan növényekből is megállapíthatjuk, melyek mindegyik lelőhelyen előfordultak. Nyolc ilyen növényfajt találtunk: *Andropogon ischaemum* — fenyérfű, *Crepis rheodifolia* — pipacslevelű zörgőfű, *Erigeron canadensis* — betyárkóró, *Euphorbia seguieriana* — pusztai kutyatej, *Fumana procumbens* — naprózsa, *Onosma arenaria* — homoki vértő, *Plantago indica* — homoki útifű, *Syrenia cana* — homokviola. Ezek legtöbbje jellegzetes homokpusztai növényfaj, és hét különböző növény családfhoz tartoznak, ezáltal lehetőség nyílik a válogatóképesség megfigyelésére is. A kalcium, foszfor, nátrium, alumínium, vas és a mangán tekintetében ugyanazon termőhelyen nagyobb a nyolc faj átlagának koncentrációja, mint a homoki csenkesz esetében (5. táblázat).

Az összes vizsgált elemre és mindhárom termőhelyre vonatkoztatott variációs együtthatók átlaga a nyolc növény esetében 1,92-szer akkora, mint a homoki csenkesz esetében. A növény válogatóképessége tehát még fokozza azt a különbséget, melyet a talajtulajdonságok inhomogenitása okoz.

A növény válogatóképességét az ionfelvétel relatív állandósága jelzi, azaz az a tény, hogy változó tápanyagellátás esetében is az egyes fajok közti sorrend nagyjából azonos [25]. A számítható 34 rangkorreláció közül 28 pozitív és közülük 11 szignifikáns (6. táblázat). Hely hiányában részletek mellőzésé-

5. táblázat

Homokpusztai növényzet 8 azonos fajának átlaga (ppm-ben), szórása és variációjára három előfordulási helyen

Leőhely (sztatistikai mutatók)	(1)											
	K	Ca	P	S	Mg	Na	Al	Fe	Mn	Zn	B	Cu
<i>Fülfőháza</i>	\bar{x}	20,2	1,35	2,40	0,94	0,039	166	252	52	35	27,8	10,4
	s	11,9	0,07	1,12	0,32	0,011	155	132,5	19,5	14,3	23,1	4,87
	C.V. %	39,0	59,2	49,6	34,0	28,2	93,5	52,6	37,5	40,8	83,0	46,8
<i>Neszmély</i>	\bar{x}	14,2	24,8	1,51	0,91	0,068	443	388	41	33	31	6,3
	s	6,0	12,5	0,83	0,21	0,020	233	278	25	16,9	13,3	3,38
	C.V. %	42,3	50,5	55,1	21,4	42,7	52,5	72,3	61,0	50,5	43,2	53,7
<i>Vácrátót</i>	\bar{x}	13,5	18,8	1,89	1,02	0,042	139	185	58	23,5	24	5,6
	s	5,3	11,9	0,72	0,08	0,008	82,6	68	37	6,5	7,6	2,22
	C.V. %	39,4	63,3	38,0	7,85	19,0	59,4	36,8	64,0	27,7	31,5	39,8

6. táblázat

8 azonos növényfaj tápelem-felvételének sorrendje közti rangkorrelációk az egyes termőhelyek között számítva

Leőhelyek	(1)											
	K	Ca	P	S	Mg	Na	Al	Fe	Mn	Zn	B	Cu
Neszmély - Vácrátót	0,86	0,91	0,92		-0,16	0,66	-0,34	0,14	0,74	0,47	0,98	0,91
Neszmély - Fülfőháza	0,86	0,71	0,67		-0,16	-0,05	0,12	0,55	0,62	0,62	0,38	0,78
Vácrátót - Fülfőháza	0,64	0,57	0,40	0,76	-0,33	0,24	-0,39	0,64	0,81	0,38	0,43	0,81

7. táblázat

Azonos növényfajok rézkoncentrációja három homokpusztai gyeptől gyűjtve (ppm-ben)

(1) Növényfajok	Fülpoháza	Neszmély	Vácrátót
<i>Erigeron canadensis</i> — betyárkóró	16,1	11,1	10,4
<i>Crepis rheoadifolia</i> — pipacslevelű zörgőfű	16,5	8,6	7,3
<i>Plantago indica</i> — homoki útifű	10,8	9,8	5,5
<i>Onosma arenaria</i> — homoki vértő	11,4	6,7	5,0
<i>Fumana procumbens</i> — naprózsa	13,3	6,1	4,5
<i>Antropogon ischaemum</i> — fenyérfű	5,5	2,9	4,2
<i>Euphorbia seguieriana</i> — pusztai kutyatej	5,6	3,3	3,6
<i>Syrenia cana</i> — homokviola	4,4	2,5	4,1

vel csupán a rézkoncentrációkat ismertetjük (7. táblázat). Taxonómiai fejtegetések helyett a fészkesvirágúak (*Erigeron*, *Crepis*) sokszor emlegetett nagy, és a keresztesvirágúak (*Syrenia*) kis réztartalmát emeljük ki [23, 28].

A csupán egy lelőhelyről begyűjtött növényfajok (stenotop fajok) összetétele alapján (8. táblázat) a vácrátóti társulás kiemelkedő kálium, foszfor és molibdén koncentrációját kell megemlítenünk, és a neszmélyi csoport nagy alumínium- és vasfelvétélet.

A növényekről alkotott képünk nem lenne teljes, ha nem szólnánk az akkumuláló fajokról, legalább minden elemmel kapcsolatban egyet említve. Nevében is jelzi a várható nagy káliumtartalmat a *Salsola kali* — homoki ballagófű (34,2 g/kg). Az *Adonis vernalis* — tavaszi hérics 70,0 gramm kalciumot tartalmaz 1 kg szárazanyagban. Foszforkoncentrációban nem mértünk kiemelkedő értéket. A Vácrátóton gyűjtött *Equisetum ramosissimum* — hosszú zsurló 8,47 g/kg kénmennyiséget tartalmazott. A magnéziumkoncentráció hasonlóan a foszforhoz, egyetemlegesen alacsony, úgyszintén a nátrium is. A *Potentilla arenaria* — homoki pimpó neszmélyi mintája a jelen vizsgálat legnagyobb értékét, 1130 ppm alumíniumot tartalmazott. Vastartalomban a *Helichrysum arenarium* — homoki szalmagyopár (1125 ppm), mangántartalomban a *Cynanchum vincetoxicum* — méreggyilok (160 ppm), cinktartalomban az *Erigeron canadensis* — betyárkóró (64 ppm), bórtartalomban az *Asparagus officinalis* — spárga (133 ppm) vezet a begyűjtött fajok között. Míg említésre méltó molibdénakkumuláló faj ezen homokpusztákon nem volt, a fülpoházai területen több fészkesvirágú faj: *Crepis*, *Erigeron*, *Achillea*, *Centaurea* réztartalma haladja meg a 10 ppm-et.

A talaj és a növény vizsgálatának egybevetése. — A vizsgálatok egyik lényeges feladata volt adott körülmények között tisztázni a növényi és a talajvizsgálatok összefüggését, valamint azt, hogy egymást miként egészítik ki. A biometria számítás egyszerű és mechanikus értékelésmódjával kezdjük az összehasonlítást. A homoki csenkesz és a gyökérszónájából vett talajminták 0,1 normál sósavas kivonatának ásványianyag-koncentrációja között rangkorrelációt számítva a 27 összefüggés közül 18 esetben kapunk csak pozitív kapcsolatot, mely közül csupán 6 kapcsolat szignifikáns (9. táblázat). Feltűnő, hogy ismét a neszmélyi mintákban a kilenc elem közül ötben szignifikáns a növény által felvett és a talajból kioldott mennyiség rangsora.

Meg kell vizsgálnunk azt is, hogy a három homokpuszta közti tápanyag-szolgáltató képesség különbségét milyen vizsgálatok szerint lehet hasonlóan

8. táblázat
Csupán egy termőhelyről begyűjtött növényfajok összetétele az 1977. évi homokpusztai gyűjtésből

Termőhely és növényfajok (1)	g/kg							mg/kg						
	K	Ca	P	Mg	Na	Al	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo		
Fülpoháza														
<i>Astragalus varius</i>	6,4	15,4	1,00	0,95	0,046	122	206	44	10,0	14	6,9	0,06		
<i>Helianthemum mammillarium</i>	10,7	11,8	1,16	0,97	0,044	135	208	34	22,0	19	7,4	0,09		
<i>Kochoia taniflora</i>	18,0	22,0	0,84	1,03	0,054	193	248	80	15,6	32	5,4	0,12		
<i>Populus alba</i>	12,8	16,0	1,13	1,00	0,048	58	159	45	39	38	8,8	0,03		
<i>Silene parviflora</i>	12,9	25,4	0,90	0,97	0,060	200	246	75	11,2	23	3,2	0,08		
<i>Thymus marschallianus</i>	12,7	8,4	0,59	1,00	0,026	69	140	28	26	26	7,0	0,04		
<i>Dianthus serotinus</i>	12,0	22,4	0,71	0,98	0,048	151	226	40	17,2	20	2,8	0,16		
Neszmély														
<i>Adonis vernalis</i>	12,2	70,0	0,63	1,07	0,042	290	242	16	12,0	24	3,5	0,13		
<i>Agrostis gigantea</i>	3,6	7,4	0,49	1,07	0,072	480	294	99	24,0	28	1,5	0,52		
<i>Condrilla juncea</i>	11,8	21,2	0,92	1,05	0,056	187	127	57	16,0	44	2,6	0,12		
<i>Crataegus monogyna</i>	4,7	17,6	0,84	0,97	0,048	255	256	28	16,8	21	3,5	0,08		
<i>Cytisus austriacus</i>	2,6	16,2	0,91	1,05	0,096	765	868	114	15,6	32	3,0	0,05		
<i>Dianthus arenarius</i>	11,1	28,0	0,70	1,10	0,058	438	329	42	20,0	34	2,0	0,13		
<i>Dianthus pottederac</i>	6,8	26,6	0,49	1,22	0,078	510	458	41	16,0	25	2,3	0,12		
<i>Globularia elongata</i>	8,5	13,6	0,90	0,99	0,058	354	305	20	28,0	22	3,7	0,52		
<i>Helichrysum arenarium</i>	11,1	16,8	1,20	1,03	0,092	765	762	72	32,0	70	12,7	0,60		
<i>Helichrysum arenarium</i>	12,0	17,8	0,63	1,07	0,184	765	1225	85	45,0	46	10,3	0,08		
<i>Salsola kali</i>	34,2	27,6	3,30	1,02	0,134	206	177	22	20,0	25	3,2	0,19		
<i>Seseli annuum</i>	19,0	19,2	1,50	1,07	0,076	299	212	49	47,0	29	4,4	0,21		
<i>Prunus spinosa</i>	20,5	24,8	1,40	1,10	0,058	438	119	50	16,4	28	5,4	0,16		
Vácraót														
<i>Amaranthus blitoides</i>	30,0	20,2	1,61	0,97	0,138	680	1190	54	23	31	5,8	0,60		
<i>Euphorbia cyprarissus</i>	14,4	17,0	2,50	1,02	0,038	86	145	83	33	33	3,9	0,20		
<i>Equisetum ramosissimum</i>	17,8	21,4	1,17	1,03	0,072	86	132	33	13,6	31	3,5	0,27		
<i>Corispermum nitidum</i>	16,5	14,0	1,39	1,01	0,044	31	63	25	12,8	30	4,2	0,40		
<i>Kochoia scoparia</i>	19,7	19,0	1,18	1,01	0,048	265	246	110	20	34	3,9	0,31		
<i>Medicago minima</i>	9,0	19,2	1,24	0,98	0,046	248	245	17	11,6		5,3			

9. táblázat

A homoki csenkesz (*Festuca vaginata*) és a hozzátartozó talaj 0,1 n HCl-ben oldódó tápanyagai között számított rangkorrelációs koeficiensek

(1) Lelőhely	K	Ca	P	Mg	Na	Al	Fe	Mn	Zn
Fülpóháza	0,27	0,02	0,31	0,57	0,02	-0,48	0,18	0,43	0,81
Neszmély	0,73	0,01	0,70	0,66	-0,18	-0,32	0,71	0,59	0,15
Vácrátót	0,05	-0,11	-0,42	-0,26	-0,08	0,51	-0,27	-0,14	0,24

értékelni. E kérdés megválaszolására öt vizsgálat átlageredményét hasonlítjuk össze: A talaj ammóniumlaktátban oldható, valamint a sósavban oldható tápanyagtartalmát, a homoki csenkesz összetételét, továbbá a nyole azonos növényfaj és a csupán egy-egy leelőhelyen előforduló fajok átlagos összetételét. Nézzük meg tehát, hogy Fülpóháza, Neszmély és Vácrátót termőhelyi különbségét az említett paraméterek közül melyek rangsorolják hasonlóan. Kálium tekintetében a két kioldás egyező rangsort ad, de nem egyeznek a növényi rangsorolással. A növénycsoportok közül a homoki csenkesz és a stenotop növényfajok káliumtartalmának a sorrendje azonosan csökken: Vácrátót, Fülpóháza, Neszmély. A kalciumtartalomban a talajvizsgáló módszerek egymás között egyeznek, de sem a növények kalciumfelvételével nem egyeznek, sem nincs párhuzam a különböző növénycsoportok Ca-felvétele közt. A talaj ammóniumlaktátban oldható foszfortartalma a homoki csenkesz foszforfelvételével, a sósavoldható foszfor pedig a stenotop növényfajok foszforfelvételével egyező sorrendben változik. Ez a sokak által keresett talaj-növény reláció egyik ritka, és sohasem általánosítható pozitív példája. A csenkesz talajának magnéziumtartalma mindkét talajvizsgáló eljárással egyezik. A szépség-hiba csak az, hogy míg a talajvizsgáló eljárások mindögyike jelentős különbséget tételez fel Fülpóháza és Vácrátót között, addig a rajtuk termő fű különbsége csak elméleti. A talajok 0,1 n sósavoldható nátriumkoncentrációja azonos sorrendet követ mind a nyole azonos növényfaj, mind a stenotop fajok átlagával. Az alumínium oldékonyságot (felvehetőséget) a két talajkioldás, a csenkesz, valamint a csupán egy leelőhelyen előforduló fajok átlaga hasonlóan értékeli: Neszmély, Vácrátót, Fülpóháza a sorrend. A vas oldékonysága a talajkivonatoknál hasonló sorrendet követ, de nem egyezik a növények vasfelvételének sorrendjével. Másrészt a csenkesz és a stenotop fajok vasfelvétele hasonló tendenciájú. A mangán semmilyen megerősítést nem kap; ahány megközelítési mód, annyi értéksorrend. Végül a cink, hasonlóan az alumíniumhoz a két talajmódszer, a homoki csenkesz és a stenotop fajok tekintetében értékelésében megegyezik. A Neszmély, Fülpóháza, Vácrátót sorrend az ammóniumlaktátos kioldásnál 3,60 - 2,45 - 1,37 ppm Zn, a sósavas kioldásnál 5,15 - 3,08 - 2,64 ppm Zn, a csenkeszénél 38,6 - 26,2 - 25,2 ppm Zn és stenotop fajoknál 23,7 - 21,0 - 19,0 ppm Zn átlagértéket ad.

A termőhelyek jellemzése. - A kémiai elemzések részletes ismeretében lehetővé válik a három termőhely együttes értékelése a tápanyagellátottság szempontjából, valamint azon sajátosságok kiemelése is, melyekben egymástól különböznek.

Mindhárom homokpuszta talaja ásványi és szerves kolloidokban szegény, így összes és mozgékony tápanyagtartalma csekély. Bármennyire is szélsőséges és mostoha a talaj, a jórészt xeromorf növényfajok biztosítani tudják

a szükséges elemi alkotórészek mennyiségét. Ennek egyik oka a mezofil termőhelyek növényeihez képest kis szárazanyag-produkció, a viszonylag lassú növekedés, mely során a kisebb talajkészleteket is van idő felvenni. Másrészt figyelembe kell venni, hogy a szárazságtűrő növények egy része a tápanyaghiányos állapotokhoz is alkalmazkodik [19]. Viszont annak ellenére, hogy a növény szelektív anyagcseréje révén csökkenteni a termőhely szélsőségeit, a száraz, karbonátos homok sajátosságai így is megnyilvánulnak. Célszerűen a 32 minta alapján vizsgált homoki csenkesz összetételét hasonlítjuk össze az ország egész területéről származó 112 pázsitfűfaj 1112 mintájának átlagértékével [25]. A jelen vizsgálatban a homoki csenkesz csupán vastartalmában gazdagabb az országos *Gramineae* átlagnál, míg több elemből lényegesen kevesebbet tartalmaz. Így mangántartalma átlagosan csak 47 ppm, míg a fűfajok Magyarországon átlag 97 ppm mangánt tartalmaznak. Így a Fe/Mn arány meszes homokpuszta vezérnövényében 12,4, szemben a más növénytársulásokban szintén fontos szerepet betöltő magyar fűfajok 1,88 vas–mangán arányával. Hasonló törvényszerűséget olvashatunk ki KOVALSZKI [13] adataiból, aki a Szovjetunió erdőtalajain élő növényzetben 1,43, a csernozjomövezet növényzetében 4,00, a szárazságtűrő és pusztai övezetben pedig 11,50 vas–mangánt állapított meg (idézett mű 113 oldal). A magnéziumtartalom fele, nátriumtartalom tizede az országos átlagnak. A magnézium- és nátriumsók könnyen kimosódnak e durvaszemű homoktalajokból. Az alacsony molibdénkoncentráció a kis szervesanyag-akkumuláció következménye, míg a kisebb bórfelvételért a lúgos kémhatás és a kis abszolút talaj bórtartalom egyaránt felelős.

A fenti tulajdonságok elméleti ökológiai szempontból azért érdekesek, mert ezen durva szövetű talajok rendkívül szárazak is. A száraz környezethez való alkalmazkodás (xeromorfogenezis), mely a földtörténeti harmad- és negyedkorban következett be, ma az arid zónák szavannáin, sztyeppén és prérijein lehetővé teszi a növényi életet (CVELJEV, 1969; cit in [16]). Ez az ökológiai–morfológiai habitus, mint az előbbieken láttuk, sajátos ásványi-anyag-felvétellel párosul.

Az előzőekben elmondottakat a homoki csenkeszen kívül a 8-8 azonos növényfaj összetétele is megerősíti, amennyiben összehasonlítjuk a magyar növénytakaró összetételét jól reprezentáló 54 növényesalád átlagértékével [25]. Így mintegy 50%-ot kitevő foszfor-„hiány” mellett, mintegy 100% kalcium-„felesleget” állapíthatunk meg. A szembeállított értékek 1,58–2,33 g/P/kg sz. a. és 21,3–12,0 g Ca/kg sz. a. Az észleltek igen hasonlítanak azokhoz a természeti feltételekhez, melyeket korábban [27] Tatárszentgyörgy–Kunpeszér területén észleltünk.

A habitusában, termőképességében, természetes növénytakarójában oly sok közös vonást tartalmazó három lelőhelyünk között azonban tápanyagszolgáltató képességben lehet és kell különbséget tenni. A kalcium Fülöpházán, a foszfor pedig Vácraóton vehető fel nagyobb mennyiségben. A jelentősebb különbséget mutató többi elem tekintetében (Mg, Na, Al, Fe, Zn) mindig a neszmélyi mintaterület ellátottsága kedvezőbb. Amennyiben megvizsgáljuk, hogy a rangsorolásban az elsőséget mely diagnosztikai módszerek jelezték leg-többször, kiderül, hogy a talaj 0,1 n sósavban oldható tápanyagtartalma, másrészt a vezérnövény és a stenotop fajok ásványianyag-tartalma volt leginkább összehangban a többi értékmérő tulajdonsággal. Az AL-oldható tápanyagok és az azonos növényfajok összetétele kevesebb elemnél rangsorolt „helyesen” a több tényező figyelembevételével kialakított végső rangsorhoz viszonyítva.

Összefoglalás

Három homokpusztai gyep (*Festuca vaginatae danubiale*; cf. Soó 1957 [20]) talajának és növényzetének 9–13 elemre történő vizsgálata során tápanyag-ellátottság tekintetében jellemezték a termőhelyeket. Ezenkívül homoki csenkesz jelzőnövényvel vizsgálták az egyes területek inhomogenitását, valamint a talaj- és növényvizsgálatok összefüggését.

Az ammóniumlaktátos és a 0,1 n sósavas kioldás hasonlóan rangsorolt a kálium, kalcium, magnézium, vas és cink tekintetében. A foszfor, az alumínium és a cink kivételével az AL-módszer több anyagot vont ki, mint a sósavas kioldás. Az egyedi minták oldható tápanyagai az elemek átlagában mintegy 12–23%-os variációs együtthatóval jellemezhetők. A két kioldási módszer között a lehetséges 27 eset közül csak hét esetben lehetett szignifikáns pozitív korrelációt számolni: két-két mintavételi helyen a kálium-, továbbá a cink-koncentrációk között, egy-egy helyen pedig a kalcium, az alumínium és a vas oldhatósága között. A homoki csenkesz összetétele alapján a K, P és Mn tekintetében a vácrátóti, a többi elem tekintetében pedig a nesz mélyi mintaterület ellátottsága a legjobb. A megfigyeléseket továbbá minden termőhelyen, és csak egy-egy termőhelyen előforduló növényfajok vizsgálata egészítette ki. A homoki csenkesz és a hozzá tartozó talajok 0,1 sósavas kivonatának ásványi anyag-tartalma között a számított 27 eset közül csupán hat esetben mértünk szignifikáns kapcsolatot. A három homokpuszta makro- és mikroelem-tartalmában fellelhető különbséget az alumínium és a cink tekintetében a talaj- és a növényvizsgálat hasonlóan értékelte, míg a többi elemek tekintetében az oldható tápanyagok és a felvett tápanyagok másként rangsoroltak.

A több-kevesebb kalciumot tartalmazó karbonátos homoktalajok természetes növényzete vas- és kalciumtartalmán kívül a többi elemben viszonylag szegény. Így kis magnézium, foszfor, nátrium, mangán és molibdén koncentrációk általánosak. Igen tág a Fe/Mn-arány is.

Módszertani vonatkozásban meg kellett állapítani, hogy sem nagyobb (termőhelyek közti), sem kisebb (termőhelyeken belüli) különbségek előjelzésére nem alkalmasak egysíkú vizsgálatok. Annak ellenére, hogy a talajkioldás objektív és reprodukálható értékeket szolgáltat a talaj kemizmusáról, nem tudja figyelembe venni a növények sajátos ionfelvételét, mely sajátos gyökérendszerük, habitusuk és anyagcseréjük kapcsán törzsfajlásukkal egyidejűleg alakult ki. Ilyen módon a talaj- és növényvizsgálat ritkán helyettesítheti egymást.

Irodalom

- [1] A talajerő-gazdálkodás fejlesztésének miniszteri értekezlet által elfogadott koncepciója. Kézirat. 9 pp. MÉM Budapest. 2. 23. 1976.
- [2] BAUER, F.: Növénytermesztés és tápanyaggazdálkodás Duna–Tisza közti homoktalajokon. Akadémiai doktori értekezés. Kézirat. Kecskemét. 1976.
- [3] BOGUSLAVLKI, E., VON, & LACH, G.: Ergebnisse der chemischen Bodenuntersuchung und Nährstoffzustand im Gefäss- und Feldversuch. Landw. Forsch. **26**. 293–309. 1973.
- [4] BROWN, A. L., QUICK, J. & EDDINGS, J. L.: A comparison of analytical methods for soil zinc. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **35**. 105–107. 1971.
- [5] BULLA, B.: Magyarország természeti földrajza. Tankönyvkiadó. Budapest. 1962.
- [6] EGNÉR, H., RIEHM, H. & DOMINGO, W. R.: Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden.

2. Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor- und Kaliumbestimmung. Kngl. Landbrukskögsk. Ann. **26**. 199—215. 1960.
- [7] FEKETE, G.: Interspecifikus kapcsolatok, kölcsönhatások és az ökológiai niche elemzése tölgyerdei fajokon. Akadémiai doktori értekezés. Kézirat. Budapest. 1974.
- [8] FEKETE, G., et al.: Niche studies on some plant species of a grassland community I. Comparison of various measurements. Acta Bot. Hung. **22**. 321—354. 1976.
- [9] FEKETE, G., et al.: Niche studies on some plant species of a grassland community IV. Acta Bot. Hung. 1979. (Előkészületben)
- [10] GÉCZY, G.: Magyarország mezőgazdasági területe. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1968.
- [11] KABATA, A. & PONDEL, H.: Charakterystyka gleb piaskowych kurpiowszczyzny z uwzględnieniem niektórych mikroelementów. Roczniki Nauk Rolniczych. **82-A-1**. 73—90. 1960.
- [12] KÁRPÁTI, I., KÁRPÁTI, V., & TÖLGYESI, Gy.: Concentration changes of some chemical elements in the plant species of acidophil and calcareous sand steppe swards. Acta Bot. Hung. **16**. 299—311. 1970.
- [13] KOVALSZKI, V. V.: Geohimieszkaja ekologija. Izd. Nauka. Moszkva. 1974.
- [14] MACLEAN, K. S. & LANGILLE, W. M.: The extractable trace element content of acid soils and the influence of pH, organic matter and clay content. Commun. Soil. Sci. Plant Anal. **7**. 777—785. 1976.
- [15] MINAMI, K. & ARAKI, K.: Distribution of trace element in arable soil affected by automobile exhaust. Soil. Sci. Plant Nutr. **21**. 185—188. 1975.
- [16] NIKOLAJEVSZKI, V. G. & NIKOLEVSZKAJA, L. D.: K ekologoanatomieszkaj harakterisztike kszeromorfnüh zlakov sztepej i prerij. Ekologija. No. 5. 43—51. 1972.
- [17] SCHÜLLER, H. & REH, G.: Neue Wege der Bodenuntersuchung. Die Bodenkultur. **29**. 219—228. 1978.
- [18] SIK, K. & KERESZTÉNY, B.: A réz, cink és mangán elemnyomok vizsgálata hazai talajtípusokban. Mezőgazdasági Kísérletügyi Központ Évkönyve. **3**. 168—174. 1951.
- [19] SMALL, E.: Xeromorphy in plants as a possible basis for migration between arid and nutritionally deficient environments. Bot. Notiser. **126**. 534—539. 1973.
- [20] Soó, R.: Conspectus des groupements végétaux dans les Bassins Carpathiques. Acta Bot. Hung. **3**. 43—64. 1957.
- [21] STEFANOVITS, P.: Talajtan. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1975.
- [22] SZOKOLOV, A. V. (Red.): Agrohimeszkije metodü isszledovanyija poszv. Izd. Nauka. Moszkva. 1975.
- [23] TÖLGYESI, Gy.: A növények mikroelem-tartalma és ennek mezőgazdasági vonatkozásai. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1969.
- [24] TÖLGYESI, Gy.: Mikroelem vizsgálatok eredményeinek alkalmazása a trágyázási szaktanácsadásban. Kézirat. MÉM NAK Budapest. 1—27. 1976.
- [25] TÖLGYESI, Gy.: Factors influencing the content of trace elements of plants. Adam Hilger, London — Akadémiai Kiadó. Budapest. (Előkészületben)
- [26] TÖLGYESI, Gy., KÁRPÁTI, I. & KÁRPÁTI, I.-né: Savanyú és meszes homokpuszták növényzetének makro- és mikro-tápanyagfelvétele. Agrokémia és Talajtan. **19**. 55—68. 1970.
- [27] TÖLGYESI, Gy. & KOZMA, A.: A pázsitfűvek bõrfelvétele befolyásoló tényezõk. Agrokémia és Talajtan. **23**. 83—98. 1974.
- [28] TÖLGYESI, Gy. & MAJOR, T.: Macro- and microelement concentration in seeds of vegetables belonging to the family Cruciferae. Acta Agr. Hung. **25**. 263—268. 1976.

Érkezett: 1978. szeptember 18.

Ecological and Methodological Observations in Connection with the Elemental Composition of the Soil of Sand Steppe (puszta) and its Vegetation

G. TÖLGYESI, G. FEKETE, I. PRÉCSÉNYI and A. HORÁNSZKY

University of Veterinary Science, Budapest; Museum of Natural Science, Budapest; Research Institute of Botany, Vác-rátót; University "L. Eötvös", Budapest

Summary

The dominant vegetation of 3 Hungarian sand steppes (puszta) more or less rich in Ca (*Festucetum vaginatae danubiale*; cf. Soó 1957) were investigated for 9—13 elements. The available nutrient content of the soil was determined partly by ammoniumlactate-acetic acid solution (according to Egnér-Riehm-Domingo), and partly by 0,1 n hydrochloric acid solution (soil solution ratio 1 : 10). Furthermore, about 24—34 species belonging to different plant families were also investigated per site.

The soil analysis data show that the sites are classified in the same way by solutions considering their Ca-, K-, Mg-content as well as Fe- and Zn-content. The AL-solution solved a greater amount of the elements — with exception of P, Al and Zn —, than 0,1 n HCl did. The fundamental deviation of the two solvents appears on sand soils in the ratio of Al : Fe. While the average Al : Fe ratio was 6,07 with 0,1 n HCl, with the AL-solution it was only 0,65.

On the same site the soluble nutrient content of 10—12 separate soil samples showed an average variation coefficient of 13—23%. Both methods more or less agree on reflecting the small concentration differences. The differences in solubility of the Fe-content are shown by the solution with hydrochloric acid. Those in the solubility of the Ca-content are demonstrated by solution with the AL-extractant.

The two methods used for the characterisation of the available nutrient content of the soil showed a significant agreement on two sites considering the K- and Zn-concentration, and on one site considering the Ca-, Al- and Fe-concentration.

The nutrient content of the identical, as well as that of the different plant species differ on the three sites although, they are regarded as having an identical vegetation. The eight species and *Festuca vaginata* growing on all the three sites and the group of plants growing only on one site put the site at Neszmély, considering its Na-, Al- and Fe-supply, on the first place, whereas the site at Vác-rátót was ranged as last considering its Zn-supply. In the case of the other elements each plant species classifies in a different way because their active ion-selecting ability utilizes the same possibilities with diverging effectivity.

Examining the relations between soil and plant, 27 correlations were found between *Festuca vaginata* and the labile nutrients of the soil soluble in 0,1 n HCl, out of which 18 correlations were positive, and 6 of the latter were even significant. The most clear-cut connections were found in the case of Al and Zn between the soluble nutrient content of the soil and the ion-uptake of the different groups of plants.

The investigated calcareous sandy steppe soils poor in humus possess an abundant reserve of available Ca and Fe, and have a small one of available Mg, Na, P, Mn and Mo. The causes for this lie in the small quantity of mineral and organic colloids, in the leaching, and in the high pH-value, and in case of B and Mo in the low-levelled biological accumulation too.

Table 1. Means (in ppm) of the nutrients soluble in 0,1 n HCl, their standard deviation and coefficient of variance. (1) Site and statistical indices.

Table 2. Means (in ppm) of the nutrients soluble in AL-solution, their standard deviation and coefficient of variance. (1) Site and statistical indices.

Table 3. Coefficients *a* and *b* of the linear regression equation, and the correlation coefficients between the labile nutrient content of the soil dissolved by the two extractants ($y = AL$, $x = 0,1$ n HCl). (1) Site and coefficients.

Table 4. Average of the content of mineral matter observed in *Festuca vaginata* on the three sites, its standard deviation and the coefficients of variance. (1) Site and statistical indices.

Table 5. Standard deviation of 8 identical species of the sand steppe vegetation, its coefficient of variance, as well as their means on the three sites. (1) Site and statistical indices.

Table 6. Rankcorrelation between the sequence of nutrient uptake by the 8 identical plant species calculated between the sites. (1) Site.

Table 7. Cu-concentration of the identical plant species collected from the vegetation of the three sand steppes. (1) Plant species.

Table 8. Composition of plant species gathered only from a single site of the sand steppe, collection of the year 1977. (1) Site and plant species.

Table 9. Rankcorrelation coefficients calculated between the nutrient content of *Festuca vaginata* and the 0,1 n HCl soluble nutrient content of the soil sample gathered on the same place. (1) Site.

Fig. 1. Connection between the K-content soluble in 0,1 n HCl and the one soluble in the AL-solution of 10 separate soil samples of the sand steppe at Vác-rátót.

Fig. 2. Connection between the Zn-content soluble in 0,1 n HCl and the one soluble in the AL-solution of 12 separate soil samples of the sand steppe at Neszmély.

Ökologische und methodologische Beobachtungen im Zusammenhang mit der elementaren Zusammensetzung von Heide-Sandböden und deren Flora

G. TÖLGYESI, G. FEKETE, I. PRÉCSÉNYI und A. HORÁNSZKY

Universität für Tierheilkunde, Budapest; Museum der Naturwissenschaften, Budapest; Forschungsinstitut für Botanik, Vác-rátót; L. Eötvös Universität, Budapest

Zusammenfassung

Es wurden die Leitkulturen von 3 an Ca mehr oder weniger reichen ungarischen Sandheide-Rasen (*Festucetum vaginatae danubiale*; cf. Soó 1957) und die dazugehörigen Böden auf 9–13 Elemente untersucht. Der leichtlösliche Nährstoffgehalt der Böden wurde teils aus einem Ammoniumlaktat-essigsäure-Auszug (nach Egnér – Riehm – Domingo), teils aus einem 0,1 n Salzsäure-Auszug (Boden-Lösemittel-Verhältnis 1 : 10) bestimmt. Ausserdem wurden je nach Standort noch 24–34 zu verschiedenen Familien gehörende Pflanzenarten untersucht.

Aus den Bodenanalysen ergibt sich, dass die Standorte betreffs K, Ca, Mg, Fe und Zn mit beiden Auszügen auf gleiche Weise eingestuft werden können. Die Ammoniumlaktat-essigsäure hat ausgenommen P, Al und Zn, mehr von den Elementen gelöst, als die Salzsäure. Die grundsätzliche Abweichung der beiden Lösemittel von einander zeigte sich auf Sandböden im Al/Fe-Verhältnis. Während bei Salzsäureauszügen das durchschnittliche Al/Fe-Verhältnis 6,07 betrug, ergab sich bei AL-Auszügen nur 0,65.

Auf dem gleichen Standort wies der lösliche Nährstoffgehalt von 10–12 einzelnen Bodenproben durchschnittlich einen 13–23% -igen Variationskoeffizienten auf. Die beiden Methoden stimmen im Grossen und Ganzen in der Nachweisung der kleinen Differenzen überein. Die Differenzen in der Löslichkeit des Fe-Gehaltes erscheinen in dem Salzsäureauszug, diejenigen in der Löslichkeit des Ca-Gehaltes hingegen in dem AL-Auszug.

Die zur Charakterisierung der leichtlöslichen Nährstoffe verwendeten zwei Methoden stimmten an je 2 Standorten betreffs K- und Zn-Konzentration, und an je 1 Standort betreffs Ca, Al und Fe-Konzentration signifikant überein.

Die als gleiche Pflanzengesellschaften beurteilten drei Sandheiden sind bezüglich des Gehaltes an Nährstoffen der verschiedenen Pflanzenarten von einander abweichend. Die acht, an allen drei Standorten vorkommenden und die nur an einem Standort vorkommenden Pflanzenarten und das Gras (*Festuca vaginata*) reichten das Probenahmegebiet von Neszmély betreffs Na-, Al- und Fe-Versorgung an die erste, das Probenahmegebiet bei Vác-rátót betreffs Zn-Versorgung an die letzte Stelle. Bezüglich der übrigen Elemente stufte die anderen Pflanzenarten die Standorte in abweichende Reihenfolgen ein, da ihre Fähigkeit die Ionen aktiv auszuwählen die gleichen Möglichkeiten mit verschiedener Effektivität verwertet.

Beim Nachforschen der Beziehungen von Boden und Pflanze wurden zwischen dem SandSchwengel und den in 0,1 n Salzsäure löslichen Bodennährstoffen 27 Korrelationen berechnet, unter denen 18 positiv, und 6 davon gesichert waren. Die deutlichsten Zusammenhänge zwischen den löslichen Bodennährstoffgehalten und der Ionenaufnahme der verschiedenen Pflanzengruppen wurden im Falle von Al und Zn gefunden.

Die untersuchten karbonathaltigen und humusarmen Sandheiden besitzen reiche Bodenreserven an Ca und Fe, an Mg, Na, P, Mn und Mo dagegen nur geringe Vorräte. Der Grund dieser Erscheinung liegt in der geringen Menge der mineralischen und organischen Kolloide, in der Auswaschung, im hohen pH-Wert, und im Falle von B und Mo auch noch in der niedrigen Stufe der biologischen Akkumulation.

Tab. 1. Mittelwerte der in 0,1 n Salzsäure löslichen Nährstoffe der Böden (in ppm), ihre Streuung und ihr Variationskoeffizient. (1) Standort und statistische Kennzahlen.

Tab. 2. Mittelwerte der in Ammoniumlaktat-essigsäure löslichen Nährstoffe der Böden (in ppm), ihre Streuung und ihr Variationskoeffizient. (1) Standort und statistische Kennzahlen.

Tab. 3. Koeffizienten (a und b) der linearen Regressionsgleichung, und die Korrelationskoeffizienten zwischen den auf beide Arten ausgelösten Bodennährstoffen ($y = AL$ -Lösung; $x = 0,1$ n HCl). (1) Standort und Koeffizienten.

Tab. 4. An drei Standorten beobachteter durchschnittlicher Mineralstoffgehalt des Sandschwingels (*Festuca vaginata*), seine Streuung und seine Variationskoeffizienten. (1) Standort und statistische Kennzahlen.

Tab. 5. Streuung, Variationskoeffizient und Mittelwerte von 8 gleichartigen Sandheide-Pflanzenarten an 3 Standorten. (1) Standort und statistische Kennzahlen.

Tab. 6. Rangkorrelationen zwischen der Reihenfolge der Nährstoffaufnahme von 8 identischen Pflanzenarten, berechnet zwischen den einzelnen Standorten. (1) Standort.

Tab. 7. Kupferkonzentration (in ppm) identischer Pflanzenarten, gesammelt aus dem Rasen von 3 Sandheiden. (1) Pflanzenarten.

Tab. 8. Zusammensetzung von nur an einem Standort gesammelten Pflanzenarten aus der Sandheide. Probenahme des Jahres 1977. (1) Fundort und Pflanzenarten.

Tab. 9. Rangkorrelationskoeffizienten berechnet zwischen dem Nährstoffgehalt des Sandschwingels und den in 0,1 n HCl löslichen Nährstoffen des dazugehörigen Bodens. (1) Standort.

Abb. 1. Zusammenhang zwischen dem in 0,1 n HCl und in Ammoniumlaktat-essigsäure löslichen Kaliumgehalt in 10 Bodenproben der Sandheide von Vácátót.

Abb. 2. Der in 0,1 n HCl und in Ammoniumlaktat-essigsäure lösliche Zn-Gehalt von 12 Bodenproben der Sandheide von Neszmély.

Экологические и методические исследования, связанные с содержанием элементов в почвах и растительном покрове песчаных степей

Д. ТЁЛЬДЕШИ, Г. ФЕКЕТЕ, И. ПРЕЧЕНИ и А. ХОРАНСКИ

Ветеринарный Университет, Музей Естественной, Будапешт, Научно-исследовательский ботанический институт, Вацратот и Университет им. Л. Этвеша, Будапешт

Резюме

Определили содержание 9—13 элементов в растительной ассоциации песчаных степей (*Festucetum vaginatae vanubale*: cf. Soo 1957) и почвах, содержащих различное количество карбонатов. Содержание в почвах подвижных питательных веществ определили частично растворением в лактате аммония (по Эгнер, Рнем и Доминго), частично растворением в 0,1 n. соляной кислоте (при соотношении почва-растворитель 1 : 10). Кроме этого, по отдельным местам обитания исследовали 24—34 вида растений, относящихся к различным семействам.

Результаты почвенных анализов показали, что оба метода растворения дают одинаковый порядок распределения мест обитания по содержанию калия, кальция, магния, железа и цинка. За исключением фосфора, алюминия и цинка в лактате аммония растворялось больше веществ, чем в соляной кислоте. Разницы между двумя растворителями особенно проявлялись в соотношении Al/Fe в песчаных почвах. При растворении в соляной кислоте среднее соотношение алюминия и железа составляло 6,07, при растворении в лактате аммония — всего 0,65.

На одном и том же месте обитания средние вариационные коэффициенты содержания растворимых питательных элементов в 10—12 отдельных почвенных образцах составляют

13—23% и оба метода, в основном, сходны по небольшим резницам в растворении. Разницы в растворимости железа показывает растворение в соляной кислоте, в растворимости кальция — растворение в лактате аммония.

Два метода, использованные для характеристики подвижных питательных элементов, на двух местах обитания оказались достоверными в отношении содержания калия и цинка, на одном месте обитания — в отношении содержания кальция, алюминия и железа.

При оценке растительных ассоциаций по трем местам обитания выяснилось различие химического состава растений, относящихся к одному или различным видам.

Овсяница влагалищная (*Festuca vaginata*) является видом, встречающимся по всем трем местам обитания. Группа видов, встречающихся только на одном месте обитания, выдвигает ключевой участок Несмели на первое место по обеспеченности натрием, алюминием и железом, а ключевой участок Вацратот на последнее место по содержанию цинка. По обеспеченности другими элементами иные виды растений выдвигают эти участки на первое место, поскольку они с различной эффективностью используют одинаковые возможности активного выбора ионов.

При установлении связи между содержанием в овсянице и в почве питательных веществ, растворимых в 0,1 н. соляной кислоте, рассчитали 27 зависимостей, из которых 18 оказались положительными и из них 6 достоверными. Самые прочные зависимости установили между содержанием в почве растворимых питательных веществ и усвоением ионов различными видовыми группами растений, особенно алюминия и цинка.

Карбонатные и бедные гумусом почвы песчаных степей хорошо обеспечены усвояемыми кальцием и железом, слабо обеспечены магнием, натрием, фосфором, марганцем и молибденом. Одной из причин этого является незначительное содержание в почвах минеральных и органических коллоидов, вымывание, высокое значение рН, а в случае бора и молибдена еще и низкий уровень биологической аккумуляции.

Табл. 1. Среднее содержание в почвах питательных веществ, растворимых в 0,1 н. соляной кислоте, рассеивание данных и вариационные коэффициенты (ппм). (1) Место обитания и статистические показатели.

Табл. 2. Среднее содержание в почвах питательных веществ, растворимых в лактате аммония, рассеивание данных и вариационные коэффициенты (ппм). (1) Место обитания и статистические показатели.

Табл. 3. Коэффициенты линейного регрессивного уравнения, а также коэффициенты корреляции между содержанием подвижных питательных веществ, растворенных двумя способами (y = растворенные в лактате аммония, x = растворенные в 0,1 н. соляной кислоте) (1) Место обитания и коэффициенты.

Табл. 4. Среднее содержание минеральных веществ в овсянице влагалищной (*Festuca vaginata*) на трех местах обитания, рассеивание данных и вариационные коэффициенты. (1) Место обитания и статистические показатели.

Табл. 5. Встречаемость 8 одинаковых видов растений в растительных ассоциациях песчаных степей, вариационный коэффициент и средние величины по трем местам обитания. (1) Место обитания и статистические показатели.

Табл. 6. Ранговые зависимости между порядками усвоения питательных элементов 8 одинаковыми видами растений по отдельным местам обитания. (1) Место обитания.

Табл. 7. Концентрация меди в одинаковых видах растений собранных с трех различных мест обитания (в ппм). (1) Вид растения.

Табл. 8. Химический состав растений, собранных на одном месте обитания (1977, песчаная степь). (1) Места обитания и виды растений.

Табл. 9. Коэффициенты ранговой зависимости между содержанием питательных веществ, растворимых в 0,1 н. соляной кислоте, в овсянице влагалищной (*Festuca vaginata*) и в почве. (1) Место обитания.

Рис. 1. Связь между содержанием калия, растворимого в лактате аммония и в 0,1 н. соляной кислоте, в 10 отдельных образцах с ключевого участка Вацратот.

Рис. 2. Содержание цинка, растворимого в лактате аммония и в 0,1 н. соляной кислоте, в 12 отдельных образцах с ключевого участка Несмели.