

Savanyú és meszes homokpuszták növényzetének makro- és mikrotápanyagfelvétele

TÖLGYESI GYÖRGY, KÁRPÁTI ISTVÁN és KÁRPÁTI ISTVÁNNÉ

*Állatorvostudományi Egyetem, Budapest és Agrártudományi
Főiskola, Keszthely*

A magyar talajok mikroelem-sajátosságainak megismerésében az utolsó évtizedek kutatói vállaltak úttörő szerepet. SIK és KERESZTÉNY [8], GYŐRI [3], SZŰCS és ELEK [10], KERESZTÉNY és NAGY [6], SZALAY és SZILÁGYI [9], CZOPF [2], TÖLGYESI [14] a talaj analízisével kívántak jellemzést adni. TÖLGYESI [14, 15], MODOR és TÖLGYESI [7], TÖLGYESI, CSAPODY és BENCZE [13] az egyes talajtípusokat a természetes növényzet mikroelem-tartalmán keresztül jellemezték. Legújabban a talaj és a növényzet komplex vizsgálatával tárják fel az összefüggéseket: TÖLGYESI [16], GYŐRI és TÖLGYESI [4], SIMON és TÖLGYESI [in 14], BELÁK és munkatársai [1]. E vizsgálatok során szerzett tapasztalatok segítséget nyújtanak az okszerű mikroelem-trágyázás megtervezésében és adatokat nyújtanak a növényzet táplálkozási és takarmányozási értékét illetően is. Több talajtípus tájékoztató célú ismertetése után figyelmünk a homoktalajokra irányult, melyek Magyarország mezőgazdaságilag művelt területének több mint egyhatodán terülnek el. Különösen Pest-, Bács-Kiskun- és Szabolcs-Szatmár megye területén van sok homoktalaj. Ezen talajok adszorpciós kapacitása csekély. A savanyú kémhatás útalajokon a talaj negatív töltésének csökkenése következtében kicsi a kation-adszorpciós kapacitás. A hazai 2 200 000 holdnyi gyenge termőképességű homoktalajok kalciumtartalom szempontjából eltérő két jellegzetes képviselőjét elsősorban a mikroelemviszonyok megismerése céljából vizsgáltuk meg részletesen.

Anyag és módszer

☐ Talajtaniilag és növényföldrajzilag egyaránt jól ismert, tipikus termőhelyekről gyűjtöttük be a vizsgálatra szánt mintákat.

Vácrátót meszes homokpusztája az Alföld Dunamelléke és az Északi-középhegység Cserhát tájának határvonalaán fekszik. Alapkőzete őspannon lerakódás, melyet pleisztocén hordalékkúpok, valamint pleisztocén és óholocén futóhomok borít. Növényföldrajzilag a *Praematrix* flórajáráshoz tartozik. Növényzete a társulás viszonya alapján a mézskedvelő egyéves gyp (*Brometum tectorum*) és a meszes homokpuszta (*Festucetum vaginatae danubiale*) asszociációihoz tartozik. Éghajlata kontinentális, 9,9 °C átlagos hőmérséklet, 569 mm csapadék.

Istvándi és Darány a Dunántúli Dombság belső-somogyi tájához tartozik. Pannóniai üledéken pliocén-pleisztocén homokos kavicsos hordalékkúp, fel-

színén futóhomokkal. A hajdani hordalékkúp homokját a würm-jégkorszak deflációja mozgatta meg. Növényföldrajzilag a Somogyicum flórajáráshoz tartozik. Az asszociációban a *Brometum tectorum* mellett a *Festuco-vaginatae corynephoratum* (mészkerülő homokpuszta) elemei uralkodnak. Az éghajlatban a szubmediterrán hatás kettős maximumú csapadékeloszlásban és enyhe télen mutatkozik meg. A csapadék 750 mm, a középhőmérséklet pedig 10,5 C°.

A növénymintákat 1969. május 20-án (Vácrátót) és 26-án (Istvándi és Darány) vettük. A növénymintákat a talajminta-vétel helyétől mintegy 50 méter sugarú körben vettük. A növényfaj termetétől függően legalább 10 növényegyet, de kisebb termetű növényből 60–80 növényegyet teljes föld feletti részeit gyűjtöttük be a *növényasszociáció alapján egységes terület* több pontjáról. A növénytársulások alapján jól elhatárolható két talajtípus külön-külön homogén voltára jellemző, hogy a július elején mindkét mintaterületen több km-nyi útszakaszt bejárva a vezérnövények összetételében kis varianciát mértünk. Így pl. a homoki csenkesz mangántartalma 17 Vácrátót környéki mintából 24 ± 3 ppm, 14 Darány környéki mintából pedig 81 ± 9 ppm volt. Az elemzésekhez két-két 10 g-os mintát használtunk. A szárított növényeket légszáraz állapotban (laboratóriumi körülményeink között 9–11% nedvességtartalom) mértük be, és salétromsavas-perklórsavas roncsolással készítettük elő analízisre. Az elemzéseket K, Ca és Na elemekre lángfotométerrel, a többi elemre pedig kolorimetriás módszerrel végeztük (TÖLGYESI [12]).

Mindkét területen egy-egy jellemző helyen a talaj felső egy méteres rétegében 10 cm-ként vettünk mintát. Az egyes rétegek összes ásványianyag készletét forró salétromsavas-perklórsavas digesztálás után határoztuk meg, miután a talaj oldhatatlan maradéka fehérré vagy enyhén szürkés-fehérré vált. A könnyen oldódó anyagokat egységesen 0,1 normál, szobahőmérsékletű sósavoldat segítségével vontuk ki. A talaj-oldószer arány 1 : 10, a behatás időtartama 12 óra volt.

A mintaterületek növényállományának cönológiai felvételezését Soó által módosított Braun–Blanquet-féle Abundancia-Dominancia (A–D) skálával vettük fel. Az éghajlati-, pH- és vízigényt (T, R, W értékek) ELLENBERG, ZÓLYOMI, POGREBNJÁK, WALTER munkái alapján az összes begyűjtött növényfajjal kapcsolatban másutt részletesen közöljük [5].

A minták közti különbség megállapításánál a kétmintás t-próbából számított szignifikáns differenciát vettük alapul, de elvégeztük az előjelpróbát is. A pH-igény és beltartalmi tulajdonságok összehasonlításánál a SPEARMAN-féle rangkorrelációs koefficienszt használtuk [19].

Vizsgálati eredmények

A két típusú homoktalaj elsősorban a kémhatás és a kalciumtartalom szempontjából különbözik, de az összes többi elemre vonatkozóan is a vácrátóti talaj készlete a nagyobb. Az abszolút értékeket tekintve mindkét talaj tápanyagokban szegény, viszonyítva egyéb magyar talajtípusokhoz. TÖLGYESI [16] 78, igen eltérő tulajdonságú feltalajmintában kilogrammonként a következő mennyiségű mikroelemeket mérte: vas 17,5 gramm, mangán 439 milligramm, cink 45 milligramm, réz 14,6 milligramm, molibdén 0,23 milligramm. Homoktalajainkon ezen értékeknek csak a tört része található.

A könnyen oldható tápanyagmennyiségek tekintetében a savanyú talajon egyedül a vas oldékonysága haladja meg a meszes homok hasonló értékeit (nem említve a káliumtartalomban a nibatáron belül levő kis különbséget). A kioldható elemek abszolút mennyiségét változatos talajtípusok átlagában a következő átlagértékek jellemzik: 77 ppm vas, 79 ppm mangán, 8 ppm cink és 2,4 ppm réz [14]. A homoktalajok megfelelő értékei mind kisebbek (1. és 2. táblázat).

A begyűjtött növények elemzési adatait két csoportosításban is összehasonlítottuk. A mindkét termőhelyről begyűjthető növények (3. táblázat) 15–15 növényfajt ölelnek fel. A savanyú homoktalajról begyűjtött növények kitűnnek nagy mangán- és cinktartalmukkal, kisebb kalciumtartalmukkal és 1-nél kisebb Fe/Mn arányukkal. Jelentősen kevesebb molibdént vesznek fel ugyanazon növények a savanyú kémhatású homokon, míg a foszfor, a réz, a nátrium, a kálium és a magnézium hasonló koncentrációi között nincsen szignifikáns különbség. Mindkét típusú termőhelyről 18–18 olyan szűkebb ökológiai amplitúdójú növényfajt is megelemezünk, mely a másik mintaterületen nem fordult elő. Ezek az ún. nem közös növények (4. és 5. táblázat) átlagában még nagyobbak a különbségek a mangán-, a cink- és a kalciumtartalom tekintetében. A 6. összefoglaló táblázaton a fentebb említett különbségek 33–33 növény átlagában is ugyanazon irányúak. A vastartalom eltérő tendenciájú a különböző csoportokban. A közösen előforduló növényeknél az ún. vas–mangán antagonizmusnak a természetes viszonyok közt ritkán észlelhető példáját szemléltethetjük. Sok mangán, kevés vas a savanyú homokon, valamint sok vas és kevés mangán a meszes homok ugyanazon növényfajaiban. Azonban akár a nem közös, akár az összes növényfaj átlagát tekintjük, úgy a savanyú talajon nem csupán a mangán, hanem a vas felvétele is nagyobb mértékű. A vastartalom példájából is kitűnik, hogy a modellanyag kiválasztása mennyire más érvényességi körű eredményt adhat.

A kapott különbségeket a közösen előfordult fajok növényeinél előjelpróbbával is ellenőriztük és azok a kalcium-, a nátrium-, a vas- és a mangántartalom, valamint az Fe/Mn-arány tekintetében szignifikáns ($P = 5\%$) különbségeket jeleztek.

Begyűjtésünkben leggyakoribbak az egyéves és az évelő életformájú növények. 22 *Therophyta* és 25 *Hemikryptophyta* átlagában az egyévesek az általunk vizsgált mind a tíz elemre vonatkozóan többet tartalmaznak, mint az évelők. A molibdéntartalomban 86%, kalciumra, magnéziumra és mangánra vonatkozóan pedig 52, 28 és 16%-os különbségeket állapítottunk meg:

	Ca	Mg	Mn	Mo
	g/kg		mg/kg	
Th:	10,5	2,3	137	0,26
H:	6,9	1,8	118	0,14
SzD _{5%}	3,0	—	—	0,11

Észleleteink alátámasztják azt a feltevést, mely szerint az egyévesek sokban gazdag talajt kedvelnek.

1. táblázat

Talajvizsgálati adatok meszes homokon

a) a talajok pH-ja és a szobahőn 0,1 n sósavval kivonható elemek mennyisége

(1) Mélység cm	pH		K	Ca	Mg	Na	P	Fe	Mn	Zn
	H ₂ O	KCl								
			g/kg				mg/kg			
0—10	7,8	8,0	0,63	12,1	1,02	0,12	22	33	33	1,2
10—20	7,6	7,9	0,55	12,8	0,81	0,11	16	34	35	1,3
20—30	7,4	7,6	0,60	2,5	0,10	0,04	53	16	11	0,2
30—40	7,3	7,6	0,45	1,2	0,07	0,03	73	45	8	1,0
40—50	7,3	7,7	0,45	1,0	0,06	0,03	75	30	7	0,5
50—60	7,3	7,8	0,40	1,1	0,06	0,03	85	53	7	0,3
60—70	7,3	7,9	0,43	1,2	0,07	0,03	75	24	8	0,5
70—80	8,1	8,4	0,45	11,2	1,43	0,08	28	32	31	0,2
80—90	8,1	8,5	0,52	11,5	1,95	0,12	23	40	25	0,3
90—100	8,3	8,3	0,45	13,0	2,10	0,11	15	38	27	0,2
∅			0,49	6,8	0,77	0,07	47	35	19	0,57

b) a talajokból forró perklórsavval kioldható elemek mennyisége

(1) Mélység cm	K	Ca	Mg	Fe	P	Mn	Zn	Cu	Mo
0—10	5,7	30,0	71,0	5,1	91	168	11,5	3,8	0,097
40—50	8,8	2,0	7,0	6,1	82	221	12,6	3,8	0,084
60—70	7,3	1,0	5,5	5,8	97	219	10,0	1,9	
80—90	5,6	37,0	75,0	5,4	113	185	7,0	3,5	0,095
∅	6,85	17,5	39,7	5,6	96	196	10,3	3,26	0,092

Növényrendszertani szempontból a fészkesvirágúak és a pázsitfűfélék családjának összetételét tartjuk érdemesnek összehasonlítani:

	K	Ca	P	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
Compositae [12]	11,5	10,3	2,0	2,1	222	128	44	9,7	0,16
Gramineae [14]	8,1	3,1	1,5	1,0	136	94	14	4,0	0,25
SzD _s %	2,4	2,7	—	0,9	—	—	2,4	2,3	—

A homoktalajainkról begyűjtött növényfajokban a fészkesvirágúak a molibdén kivételével minden elemből többet tartalmaznak, mint a pázsitfűfajok. Ez összhangban van előző megfigyelésekkel [11]. Egyedül a mangántartalomban cserélődik meg a két család megszokott sorrendje, mivel egyéb magyarországi talajok átlagában a vadontermő egyszikűek mangántartalma meghaladja a kétszikűekét. A rendszertanilag is jellemző Fe/Mn-arány azonban a korábbi megfigyelésekhez hasonlóan a fészkesekben nagyobb (1,79, illetve 1,45).

2. táblázat

Talajvizsgálati adatok savanyú homokon

a) A pH és a szobahőn 0,1 n sósavval kivonható elemek mennyisége

(1) Mélység cm	pH		K	Ca	Mg	Na	P	Fe	Mn	Zn
	H ₂ O	KCl								
0–10	4,7	4,4	0,85	0,58	0,045	0,025	42	25	7	1,0
10–20	4,6	4,4	0,37	0,42	0,037	0,025	45	23	4	0,7
20–30	4,8	4,8								
30–40	5,0	4,5	0,43	0,38	0,042	0,020	49	69	4	0,6
40–50	4,7	4,5	0,40	0,19	0,020	0,020	34	91	2	0,6
50–60	4,7	4,7	0,43	0,28	0,031	0,020	20	58	5	0,6
60–70	4,6	4,6	0,45	0,20	0,021	0,020	19	31	7	0,5
70–80	4,9	4,7	0,45	0,25	0,024	0,025	8	8	5	0,5
80–90	4,9	4,7	0,50	0,23	0,033	0,024	13	26	2	0,4
90–100	4,9	4,3	0,63	0,34	0,048	0,030	11	30	2	0,5
∅			0,50	0,32	0,033	0,023	27	56	4,2	0,6

b) A forró perklórsavval kioldható elemek mennyisége

(1) Mélység cm	K	Ca	Mg	Fe	P	Mn	Zn	Cu	Mo
0–10	3,3	1,7	5,5	2,0	45	72	4,1	1,3	0,110
20–30	3,2	0,5	3,0	1,8	46	66	5,9	1,1	0,048
40–50	4,6	0,3	3,0	2,3	57	61	5,3	0,7	0,060
60–70	3,2	0,3	3,1	2,6	38	120	4,1	0,5	0,060
80–90	4,2	0,2	3,0	1,8	20	66	3,9	0,75	0,084
∅	3,7	0,6	3,5	2,1	41	77	4,7	0,86	0,072

Az ökológiai igény szerinti besorolásnál az ELLENBERG, valamint WALTER megállapításait vettük alapul [5]. A mintaterületek homokpuszta jellegéből várhatóan a növények zöme a W-1 és W-3 kategóriák között szerepel. Míg 53 mintánk ELLENBERG és WALTER szerint a nagyon száraz és mérsékelt száraz igényű fajokból tevődik össze, más vízháztartású minta csupán 13 akadt. A kevés vízigényesebb fajon viszont a higrofil és a manganoofil karakter párhuzamát szemléltethetjük (*Luzula campestris*, *Hypericum humifusum* és *Gratiola officinalis*).

A mészellátottság szempontjából különböző két homokpuszta növényeit a talajreakció igénye alapján is csoportosítottuk ELLENBERG és WALTER szerint. Több olyan tendencia mutatkozott, mely a növények pH-igénye és a felvett ásványi anyagok között áll fenn (7. táblázat). Az egyes növényfajok előfordulásának joggal tulajdonítunk termőhelyjelző tulajdonságot, hiszen a pH-igény növekedésével nő a bazofilnek deklarált növényfajok számaránya a kalciummal telített vácrátóti talajon (3. oszlop). A bazofil ökológiai karakter azonban legtöbbször a mangán, a cink, a foszfor és olykor a magnézium átlag alatti beépülését is jelenti (4–7. oszlop). Ennek az effektusnak a gyakorlati jelentőségére Magyarországon TÖLGYESI és munkatársai utaltak [4, 13, 14].

Az ökológiai tényezők hatásán kívül kemotaxonómiai szempontból is értékes megfigyeléseket tehetünk. Amennyiben a Dixon-féle próba alkalma-

3. tábl

Meszes (M) és savanyú (S) homokon

Növények	K		Ca		P		Mg		Na	
	g/kg									
	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S
1. <i>Anthemis ruthenica</i> — homoki pipitér	11,3	11,5	7,4	4,9	3,1	1,7	2,0	1,7	0,18	0,13
2. <i>Artemisia campestris</i> — mezei üröm	13,4	13,5	6,8	4,3	2,7	1,7	1,7	1,8	0,18	0,18
3. <i>Bromus squarrosus</i> — berzedt rozsnok	8,1	6,8	4,0	2,1	2,1	1,9	1,7	1,2	0,14	0,14
4. <i>Bromus tectorum</i> — fedél rozsnok	6,8	8,0	4,3	2,6	1,3	1,4	1,4	0,4	0,14	0,14
5. <i>Centaurea micranthos</i> — útszéli imola	10,3	11,4	11,9	6,1	2,6	1,9	2,7	1,5	0,19	0,17
6. <i>Cynodon dactylon</i> — csillagpázsit	9,2	10,5	7,4	3,0	2,2	1,9	1,0	1,3	0,25	0,14
7. <i>Euphorbia cyparissias</i> — farkas kutyafej	10,7	9,4	8,4	6,9	3,1	2,0	1,8	1,7	0,17	0,17
8. <i>Festuca vaginata</i> — homoki csenkesz	7,2	7,1	3,3	1,6	1,2	1,3	0,8	0,4	0,12	0,14
9. <i>Holoschoenus vulgaris</i> — szürke káka	11,1	10,8	3,2	2,4	1,1	1,1	1,5	—	0,16	0,16
10. <i>Koeleria glauca</i> — deres főnyperje	9,6	9,0	2,4	2,1	1,9	1,4	0,9	1,2	0,14	0,11
11. <i>Potentilla arenaria</i> — homoki pimpó	7,7	6,2	13,4	8,6	1,7	1,0	2,9	2,4	0,20	0,17
12. <i>Potentilla argentea</i> — ezüst pimpó	8,3	7,9	11,9	6,0	1,4	1,6	2,4	2,1	0,18	0,18
13. <i>Rumex acetosella</i> — juhsóska	7,6	9,9	5,5	3,2	1,7	2,3	3,4	2,4	0,08	0,06
14. <i>Scleranthus annuus</i> — egynyári szikárka	6,5	11,1	7,8	3,1	1,0	2,9	3,2	3,6	0,14	0,09
15. <i>Sedum sexangulare</i> — hatsoros varjúháj	4,8	3,6	11,9	12,1	1,0	1,0	2,0	1,9	0,19	0,08

zásával a kiugró rézértékeket kiemeljük, úgy az *Artemisia campestris*, *Anthemis ruthenica* és a *Centaurea micranthos* 0,5—2,0%-os szinten szignifikánsan kiemelkedő mennyiségű rezet akkumulál. TÖLGYESI már 1965-ben felhívta a figyelmet a *Compositae* rézakkumuláló tulajdonságára ugyanúgy, mint a *Caryophyllaceae* mangánakkumuláló készségére, mely mindkét mintaterületünkön a *Scleranthus annuus* mintákban, a közösen előforduló fajok között a Dixon-féle próba szerint is szignifikánsan kiugró mangántartalmú faj. A *Salicaceae* cinkakkumuláló készségére TÖLGYESI [11] hívta fel a figyelmet (*Salix rosmarinifolia*: 204 ppm Zn), míg a *Cruciferae* molibdéngyűjtő tulajdonságát (vizsgálati anyagunkban *Alyssum alyssoides*) már régebben többen említették.

Nem lenne teljes az összeállításunk, ha a maximálisan mért elemkoncentrációkat nem sorolnánk fel. Legtöbb káliumot az *Anthemis ruthenica* savanyú talajon (13,5 g/kg), legtöbb kalciumot az *Alcanna tictoria* meszes talajon (25,4 g/kg), legtöbb foszfort az *Anthemis ruthenica* és az *Euphorbia cyparissias* meszes homokon (3,1 g/kg) tartalmazott. Kiemelkedő nátriumtartalmú növény a várakozásnak megfelelően nincsen homokon. A mikroelem csúcsértékeket a vizsgálati anyagban a *Gratiola officinalis* (1540 ppm Fe), a *Hypericum humi-*

Iázat

termett növények összetétele

Fe		Mn		Zn		Cu		Mo		Fe/Mn	
mg/kg											
M	S	M	S	M	S	M	S	M	S	M	S
120	98	36	103	50	44	10,2	7,7	0,20	—	3,3	0,95
105	60	19	230	17	47	8,5	20,9	0,31	—	5,5	0,26
218	60	30	53	8	5	4,7	3,9	—	—	7,3	1,13
120	93	28	123	6	19	3,1	4,0	0,37	—	4,3	0,75
270	150	38	100	25	20	9,7	7,7	0,14	—	7,1	1,50
175	110	37	96	10	17	7,0	4,8	0,38	—	4,7	1,15
52	90	24	170	23	36	3,6	3,2	0,18	0,04	2,2	0,53
92	60	20	74	11	20	3,5	3,0	0,12	—	4,6	0,81
114	57	25	60	5	7	3,0	3,7	0,14	0,03	4,6	0,95
57	48	35	94	5	22	3,3	3,6	0,28	—	1,63	0,51
225	215	43	202	21	28	5,5	4,7	0,07	—	5,2	1,10
150	215	64	166	24	66	6,8	—	0,04	—	2,3	1,30
123	95	90	296	25	48	3,2	0,3	0,19	0,12	1,4	0,32
266	123	145	200	26	110	2,7	4,3	0,19	0,30	2,3	0,61
212	165	18	20	13	8	2,3	2,0	—	0,05	11,8	8,30

fusum (588 ppm Mn), *Salix rosmarinifolia* (204 ppm Zn) és az *Artemisia campestris* (20,9 ppm Cu) képviseli. Ez utóbbi négy növény a savanyú homokon vette fel ezeket az elemennyiségeket annak ellenére, hogy a talaj abszolút értelemben a meszes talajon gazdagabb ezekben az elemekben. A molibdén maximumot a meszes talajon a már előbb említett *Alyssum alyssoides* képviseli.

Az adatokból levonható törvényszerűségek

A talaj kémhatásában különböző két homokpuszta növényzetének analízise újabb bizonyítékokat szolgáltatott arra vonatkozóan, hogy a mikroelemek mozgékonyágát elsősorban a talaj kalciummal való telítettségi foka határozza meg. Kötöttebb talajtípusokon ezt a ténytet több hazai adat is alátámasztja [4, 13, 15]. Az eltérő kalciumtartalom okozta pH-különbség elsősorban a mangán és a cink felzívódásának kedvez a savanyú, a kalcium és a molibdén felvételének pedig a lúgosabb talajon. A vas/mangán arány a talaj pH emelkedésével szintén növekszik [17].

4. táblázat

Csak a meszes homokon fellelt növények összetétele

Növények	K	Ca	P	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
	g/kg				mg/kg				
<i>Achillea pectinata</i>	12,2	7,1	1,9	1,9	112	19	13	6,0	0,04
<i>Alcanna tictoria</i>	11,2	25,4	1,6	3,0	248	58	7	6,3	0,12
<i>Alyssum alyssoides</i>	9,6	18,4	2,5	3,6	113	26	11	2,3	0,42
<i>Carex stenophylla</i>	10,0	5,8	1,1	2,0	360	34	7	4,7	0,34
<i>Erodium neilreichi</i>	9,6	13,7	1,8	3,0	60	61	19	5,0	0,14
<i>Eryngium campestre</i>	11,2	11,2	1,9	2,9	37	73	27	7,7	—
<i>Euphorbia seguieriana</i>	9,3	9,8	2,5	2,4	60	24	23	5,0	0,09
<i>Filago germanica</i>	9,9	9,4	1,6	2,0	1080	108	74	9,5	0,23
<i>Fumana vulgaris</i>	5,5	12,8	1,6	3,8	128	92	29	5,8	0,22
<i>Kochia laniflora</i>	11,5	18,7	1,6	5,4	180	94	36	4,6	0,30
<i>Linaria genistifolia</i>	6,3	5,2	0,8	1,2	90	23	10	—	—
<i>Medicago minima</i>	9,8	16,1	1,9	3,3	114	31	22	5,8	0,35
<i>Minuartia caespitosa</i>	7,3	12,0	1,3	2,4	233	107	15	—	—
<i>Secale silvestre</i>	8,0	3,5	1,4	0,9	153	16	5	3,4	0,32
<i>Sedum acre</i>	6,4	21,1	1,7	2,2	83	19	13	2,1	—
<i>Silene conica</i>	9,4	13,0	1,7	3,9	275	50	19	4,1	0,44
<i>Stipa pennata</i>	8,0	2,3	1,4	0,7	60	9	2	4,1	0,24
<i>Syrenia cana</i>	10,7	15,7	2,3	1,3	97	30	25	3,5	0,06

Amellett, hogy a kémhatás differenciálja a két típusú homokpuszta növényzetét és annak beltartalmát is, van közös vonásuk is. A talaj szegény finomabb kolloid részecskékben, egyúttal kicsiny az abszolút mikroelem-tartalma is. Ezek után várható, hogy mindkét homokpuszta növényzetének átlagos mikroelem-tartalma kisebb, mint az országos átlag. Összehasonlításul TÖLGYESI több ezer vadontermő növényre vonatkozó adatát vehetjük [Cit. 1].

5. táblázat

Csak a savanyú talajon fellelt növények összetétele

Növények	K	Ca	P	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
	g/kg				mg/kg				
<i>Aira capillata</i>	8,0	3,0	1,2	1,2	345	300	35	—	—
<i>Anchusa officinalis</i>	13,3	8,0	1,7	2,9	180	53	72	5,5	0,12
<i>Carex lyparicarpos</i>	7,1	3,4	0,8	—	130	70	12	3,6	0,29
<i>Carex praecox</i>	9,0	2,9	1,0	1,2	130	155	12	3,6	0,13
<i>Corinephorus canescens</i>	7,2	2,5	0,9	0,9	290	105	22	3,6	0,31
<i>Crepis rheoadifolia</i>	12,6	12,4	1,6	3,4	150	65	54	9,7	—
<i>Filago minima</i>	12,0	7,9	1,8	1,7	385	420	64	7,7	—
<i>Gratiola officinalis</i>	10,5	3,5	1,6	1,8	1980	324	52	9,0	—
<i>Hieracium pilosella</i>	9,3	4,0	2,0	1,6	98	325	94	10,7	—
<i>Hypericum humifusum</i>	6,4	4,2	1,3	1,1	85	588	52	6,8	0,31
<i>Juniperus communis</i>	6,1	6,3	0,6	1,5	126	505	142	2,4	0,06
<i>Luzula campestris</i>	9,6	3,4	1,0	1,6	114	333	78	—	—
<i>Plantago indica</i>	10,5	7,4	2,3	1,8	294	276	—	10,4	—
<i>Salix rosmarinifolia</i>	4,6	6,6	1,0	2,4	210	324	204	1,2	0,07
<i>Syntrichia ruralis</i>	1,9	1,5	0,4	0,8	—	—	38	4,3	0,20
<i>Thymus angustifolia</i>	7,6	6,2	1,1	2,9	370	315	5	5,3	0,13
<i>Trifolium arvense</i>	6,8	14,6	1,0	3,3	120	94	43	5,8	—
<i>Vulpia myurus</i>	8,1	1,9	1,6	0,78	78	195	12	3,7	0,13

6. táblázat

A növények makro- és mikroelem-tartalmának átlagértékei

	K	Ca	Mg	Na	P	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo	Fe/Mn
	g/kg					mg/kg					
A) Az összes növény átlaga											
a) meszes homok	9,0	9,9	2,3	0,17	1,76	182	46	19	5,0	0,22	3,96
b) savanyú homok	8,7	5,0	1,7	0,14	1,41	228	198	46	5,5	0,15	1,15
B) A közös növények átlaga											
a) meszes homok	8,8	7,3	2,0	0,16	1,90	153	41	18	5,1	0,20	3,73
b) savanyú homok	9,1	4,6	1,7	0,14	1,70	109	132	33	5,3	0,11	0,83
$\Sigma D_{1\%}$	—	2,4	—	—	—	23	47	—	—	—	2,4
C) A nem közös növények átlaga											
a) meszes homok	9,2	11,3	2,5	—	1,71	210	49	20	5,0	0,23	4,30
b) savanyú homok	8,4	5,5	1,8	—	1,27	300	261	58	5,8	0,17	1,15

7. táblázat

A növények talajreakció-igénye és az ásványianyag-tartalmak között fellelhető tendenciák

(1) A pH igény Ellenberg és Walter szerint	(2) Meszes	(3) Savanyú	(4) Meszes-savanyú aránya	(5) Az összes növény átlagában		(6) Mg	(7) P
	homokpusztáról begyűjtött fajok száma			Zn	Mn	tartalom	
				pp-ben		meszes	savanyú
						homokpuszta növényeiben g/kg	
R ₀ = közömbös fajok	6	6	1,0	25	71	2,30	14,6
R ₂ = gyengén savanyú talajt kedvelő fajok	2	5	0,4	46	190	3,30	1,74
R ₃ = közel semleges kémhatást kedvelők	4	7	0,6	43	208	2,50	1,48
R ₄ = inkább mészkedvelők	14	13	1,1	33	108	2,26	1,37
R ₅ = kifejezetten mészkedvelők	8	2	4,0	17	66	1,66	1,15

1]. Ezek szerint 269 ppm, Fe 69 ppm Mn, 32 ppm Zn és 8,1 ppm Cu értékeket tekinthetjük átlagosnak. Így a homokpuszták növényzete vas- és réztartalom szempontjából a kémhatástól függetlenül kisebb az országos átlagnál. Kisebb a meszes homokpuszták növényzetének mangán- és cinktartalma is, míg savanyú homokon ezen értékek az országos átlag felett vannak.

Természetesen csupán e két ismertetett mintaterület bármilyen részletes elemzése sem képes feltárni azt a sokféleséget, melyet a homoktalajok szervesanyag-, tápanyag- és víztartalmának változatossága a növényzet elemi összetételében okoz. Jelen vizsgálati anyagunk csupán két mintaterület sok növényfaján mutatja be a főbb tulajdonságokat. Folyamatban levő vizsgálataink [18] pedig csupán 3–4 jelzőnövény felhasználásával nagyobb területek átfogó tulajdonságait igyekeznek felideríteni.

A fentebb kiemelt tulajdonságoknak igen nagy gyakorlati jelentőséget tulajdoníthatunk. Az itt termett takarmányok a megkívánt rézminimumot egyik helyen sem érik el, míg a mangán és a cink hiánya miatt a meszes homok szálastakarmányai hibáztathatók. Növénytermesztési vonatkozásban az eltérő molibdénfelvétel döntő jelentőségű. A pillangóstermelés és általában a fehérjebázis növelésének hazánkban is a savanyú talajok rossz molibdén-szolgáltató képessége az akadálya [15]. Másrészt a savanyú talajok jó mangánszolgáltató képességével magyarázhatjuk néhány erdészeti kultúránk kimagasló eredményét (pl. erdei fenyő).

Ismételten utalnunk kell arra is, hogy a növények sajátos mikroelemfelvétele az ökológiai feltételek változása ellenére is érezteti hatását. A mikroelemfelvétel viszonylagos állandóságát anyagunkban leginkább az akkumuláló növények példáján és a fészkesek — pázsitfűvek szembeállításán tanulmányozhatjuk.

Összefoglalás

A szerzők egy meszes és egy savanyú kémhatású homokpuszta 33–33 növényét, köztük 15–15 közösen előfordulót K, Ca, Mg, P, Na, Fe, Mn, Zn, Cu és Mo elemekre vizsgálták meg. Elemezték a két talaj forró perklórsavban oldható „összes”, valamint a szobahőmérsékletű 0,1 n HCl-ben „könnyen oldható” elemi alkotórészeit. A talaj eltérő kalciumtartalma és kémhatása a savanyú talajon elsősorban a mangán és a cink, a meszes talajon pedig a kalcium és molibdén felvételét segítették elő a növényekben. Az Fe/Mn-arány a magasabb pH-jú talajon nagyobb.

Mindkét talajon termett növényzet réztartalma az országos átlag alatt van, mely jelenség okát a talaj kis réztartalmában kell keresnünk. Takarmányozási szempontból ezen kívül a meszes homok növényzetének Mn- és Zn-tartalma is kevés, míg a savanyú homoktalajok rossz molibdén-szolgáltató képessége a pillangóstermesztés egyik akadálya lehet.

Irodalom

- [1] BELÁK, S. et al: A mikroelem felvételének tanulmányozása a keszthelyi rétlápon. *Agrokémia és Talajtan.* **18.** 263–288. 1969.
- [2] CZOPF, J.: Néhány délkelet-dunántúli talaj Mn-, Mo-, Cu-, Co-mikroelem tartalma. *Agrokémia és Talajtan.* **13.** 149–156. 1964.
- [3] GYÓRI, D.: A Mn, Zn, Cu, Mo és Co mikroelemek eloszlása és vegyületformái néhány talajtípusban. *MTA Agrártud. Oszt. Közl.* **21.** 53–71. 1962.
- [4] GYÓRI, D. & TÖLGYESI, GY.: Vadontermő növények (*Trifolium repens*, *Galium mollugo*, *Achillea millefolium*) mikroelem-tartalmát befolyásoló tényezők vizsgálata. *Agrokémia és Talajtan.* **17.** 225–236. 1968.
- [5] KÁRPÁTI, I., KÁRPÁTI, I.-NÉ & TÖLGYESI, GY.: Előkészületben.
- [6] KERESZTÉNY, B. & NAGY, L. J.: Néhány talaj szervesanyaghoz kötött molibdéntartalmának vizsgálata. *Agrokémia és Talajtan.* **9.** 495–500. 1960.

- [7] MODOR, V. & TÖLGYESI, GY.: Adatok a szikes réteken és legelőkön termő növények makro- és mikroelem-tartalmáról. Kísérletügyi Közlem. Állattenyésztés. 17. B. 59-66. 1964.
- [8] SIK, K. & KERESZTÉNY, B.: A réz, cink, mangán elemnyomok vizsgálata hazai talajtípusokon. Mg. Kísérl. Közp. Évkönyve. 3. 168-174. 1951.
- [9] SZALAY, S. & SZILÁGYI, M.: Nyomtápellemek szorpciója tőzeghumuszsavakon és és gyakorlati jelentősége a mezőgazdaságban. MTA Agrártud. Oszt. Közl. 27. 109-114. 1968.
- [10] SZÜCS, L. & ELEK, É.: Adatok a hazai csernozjom talajok mikroelem-tartalmáról. Agrokémia és Talajtan. 9. 381-390. 1960.
- [11] TÖLGYESI, GY.: Applicability of newest knowledge on the microelement content of plants in different fields of agricultural sciences. Acta Agron. Hung. 13. 287-301. 1965.
- [12] TÖLGYESI, GY.: A szálaskarmányok mikroelem-tartalma. Kandidátusi értekezés. Budapest. 1965.
- [13] TÖLGYESI, GY., CSAPODY, I. & BENCZE, L.: Savanyú ősközeten és lajtamész alapközeten nőtt fás- és lágyszárú növények hamuösszetevőinek vizsgálata. Agrokémia és Talajtan. 17. 225-236. 1968.
- [14] TÖLGYESI, GY.: A növények mikroelem-tartalma és ennek mezőgazdasági vonatkozásai. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 1969.
- [15] TÖLGYESI, GY.: Néhány magyarországi talajtípus természetes növényzetének sajátos mikroelem-felvétele. OMF B témajelentés. Kézirat. Budapest. 1969.
- [16] TÖLGYESI, GY.: Az ásványianyag-ellátottsággal összefüggő kérdések vizsgálata 10 Pest- és Nógrád megyei állami gazdaságban. Kézirat. Budapest. 1968.
- [17] TÖLGYESI, GY.: Examination of the iron-manganese proportion in wild growing and cultivated plants. Acta Bot. Hung. 15. 347-355. 1969.
- [18] TÖLGYESI, GY.: Néhány magyarországi talajtípus természetes növényzetének sajátos mikroelem-felvétele. OMF B. Kézirat. Budapest. 1969.
- [19] URBAH, V. JU.: Matematikesszkaja sztatisztika dlja biologov i medikov. Izdat AN. SSSR. Moszkva. 1963.

Érkezett: 1970. március 20.

Uptake of Macro- and Trace-Nutrients by Native Plants of Acidic and Calcareous Sand Areas

GY. TÖLGYESI, I. KÁRPÁTI and V. KÁRPÁTI

University of Veterinary Sciences, Budapest and Agricultural College, Keszthely (Hungary)

Summary

The authors have compared the natural vegetations of two Hungarian sand areas at the end of May. On calcareous sand at Vácrátót at the annual average temperature of 9,9 °C and an annual precipitation of 569 mm *Brometum tectorum* and *Festucetum vaginatae danubiae* associations have developed. At Istvándi, at an annual average temperature of 10,5 °C and 750 mm annual precipitation *Brometum tectorum* and *Festuco-vaginatae corynephorum* associations can be found on a non-calcareous acidic sand. The sands are poor both in their total micro-element content and in the easily soluble forms of micro-elements. The figures indicated in the tables (Table 1 and 2) can be confronted with the Hungarian averages achieved by the same method, which, in the case of total micro-elements are: 17,500 ppm Fe, 439 ppm Mn, 45 ppm Zn, 14,6 ppm Cu, and 0,23 ppm Mo, while the elements that are soluble in 0,1 n HCl have the value of: 77 ppm Fe, 79 ppm Mn, 8 ppm Zn and 2,4 ppm Cu.

Our results are indicated by groups of plants occurring in both places (Table 3.), on calcareous sand only (Table 4.), or on acidic sand only (Table 5.). The average values of these groups are summarised in Table 6. It can be stated that the plants take up more Ca and Mo from calcareous sand and more Mn and Zn from acidic sand. The Fe/Mn ratio grows with the increase of the pH of the sand.

The authors have confirmed the Cu accumulating nature of *Compositae* and the Mn-accumulating nature of *Caryophyllaceae*. Some relationship could be traced between

the pH demand of the plants arranged by ELLENBERG and WALTER and the quantity of the elements absorbed (Table 7.).

It is also important from a practical point of view that on both sands mentioned the plants contain little Cu and in several cases they do not even reach the 5 ppm, the indispensable minimum from the point of foraging. Of the same consideration the Mn and Zn content of the plants grown on calcareous sands is also low. These elements being minimal are yield-limiting factors from the point of view of plant cultivation. The unfavourable Mo-supplying capacity of acidic sands is the primary limitation in the field of small-seed *papilionaceae*. Whereas the mobile Mn-content of acidic sand has favourable effects on the growth of some Mn-consumptive cultures (e. g. *Pinus silvestris*).

Table 1. Analytical data of calcareous sand. *a)* pH and the quantity of elements extractable at room-temperature by 0,1 n HCl. *b)* Quantity of elements dissolved from soils by hot perchloric acid. (1) Depth, cm.

Table 2. Analytical data of acidic sand. *a)* pH and the quantity of elements extracted at room-temperature by 0,1 n HCl. *b)* Quantity of elements dissolved from soils by hot perchloric acid. (1) Depth, cm.

Table 3. Composition of plants grown on calcareous (M) and acidic (S) sand.

Table 4. Composition of plants found on calcareous sand only.

Table 5. Composition of plants found on acidic sand only.

Table 6. Average values of the macro- and micro-element content of plants A) The average of all plants. B) Average of the plants grown in both places. C) Average of the plants grown separately. *a)* Calcareous sand. *b)* Acidic sand.

Table 7. Tendencies found between the soil reaction-need and the mineral content of plants. (1) pH need after ELLENBERG and WALTER. R_0 = indifferent species. R_2 = species favouring mildly acidic soil. R_3 = species favouring almost indifferent chemical reaction. R_4 = expressly favouring lime. (2) Number of species collected from calcareous sand. (3) Number of species collected from acidic sand. (4) Proportion of the species collected from alkaline and acidic soil. (5) Zn and Mn in ppm (average of all the plants collected). (6) Mg-content of the plants grown on calcareous sandy soil in g/kg. (7) P-content of the plants grown on acidic in g/kg.

Makro- und Mikronährstoffaufnahme der Vegetation auf sauren und kalkhaltigen Sandheideböden

GY. TÖLGYESI, I. KÁRPÁTI und V. KÁRPÁTI

Universität für Veterinärmedizin Budapest, und Agrarwissenschaftliche Hochschule, Keszthely

Zusammenfassung

Es wurde die natürliche Vegetation von zwei ungarischen Sandheideböden zu Ende Monat Mai mit einander verglichen. In Vácátót sind auf kalkhaltigem Sand bei 9,9°C Mitteltemperatur und bei 569 mm Jahresniederschlag Assoziationen von *Brometum tectorum* und *Festucetum vaginatae danubiale* entstanden. In Istvándi wurden auf Ca-armen saurem Sandboden bei 10,5°C Jahresmitteltemperatur und bei einer jährlichen Niederschlagsmenge von 750 mm Assoziationen von *Brometum tectorum* und *Festuco-vaginatae corynephorum* gefunden. Die Böden sind sowohl an gesamten als auch an leichtlöslichen Mikroelementen arm. Die Tabellenwerte (Tab. 1, 2.) können mit den mit den gleichen Methoden gewonnenen ungarischen Durchschnittswerten, und zwar 17,500 ppm Fe, 439 ppm Mn, 45 ppm Zn, 14,6 ppm Cu und 0,23 ppm Mo bezüglich der gesamten Mikroelemente, 77 ppm Fe, 79 ppm Mn, 8 ppm Zn und 2,4 ppm Cu bezüglich der in 0,1 HCl-löslichen Bestandteile verglichen werden.

Tabelle 3. zeigt die Ergebnisse der an beiden Orten, Tab. 4. der nur auf kalkhaltigem Boden, Tab. 5. der nur auf saurem Boden vorkommenden Vegetationsgruppen. Die Durchschnittswerte dieser Gruppen ergibt Tab. 6. Es kann festgestellt werden, dass die Pflanzen auf kalkhaltigem Sandboden mehr Ca und Mo, auf saurem Sandboden mehr Mn und Zn aufnehmen. Das Fe/Mn-Verhältnis wächst mit dem Ansteigen des pH-Wertes im Boden.

Die kupferakkumulierende Eigenschaft der *Compositae* und die manganakkumulierende Eigenschaft der *Caryophyllaceae* hat sich bestätigt. Ausserdem konnte ein Zusammen-

hang zwischen dem nach ELLENBERG und WALTER eingereichten pH-Bedarf der Pflanzen und der Menge an aufgenommenen Elementen gefunden werden (Tab. 7.).

Auch vom praktischen Standpunkt aus ist es wichtig, dass die auf beiden Böden gewachsenen Pflanzen wenig Cu enthalten und oft erreicht der Cu-Gehalt nicht einmal den für die Fütterung mindest benötigten Wert von 5 ppm. Aus gleichem Grunde ist der Mn- und Zn-Gehalt der Pflanzen des kalkhaltigen Sandbodens recht niedrig. Vom Standpunkt der Pflanzenzüchtung sind diese Elemente minimal vorhandene, ertrag-einschränkende Faktoren.

Auf dem Gebiete des Anbaus von kleinsamigen Leguminosen bildet die schlechte Mo-Lieferungsfähigkeit der sauren Böden das erstrangige Hindernis. Demgegenüber ist der mobile Mn-Gehalt der sauren Böden auf den Wuchs einiger Kulturen (z. B. *Pinus silvestris*) in Hinsicht des Mn-Bedarfes dieser Pflanzen von günstiger Wirkung.

Tab. 1. Analysendaten von kalkhaltigen Sandböden a) pH-Wert der Böden und Menge der bei Zimmertemperatur mit 0,1 n Salzsäure extrahierbaren Elemente, b) Menge der aus den Böden mit heisser Perchlorsäure auslöslichen Elemente (1) Tiefe, cm.

Tab. 2. Analysendaten von sauren Sandböden a) pH-Wert der Böden und Menge der bei Zimmertemperatur mit 0,1 n Salzsäure extrahierbaren Elemente, b) Menge der aus den Böden mit heisser Perchlorsäure extrahierbaren Elemente (1) Tiefe, cm.

Tab. 3. Zusammensetzung der auf kalkhaltigen (M) sowie auch auf sauren (S) Sandböden gedeihenden Pflanzensorten.

Tab. 4. Zusammensetzung von nur auf kalkhaltigen Sandboden aufgefundenen Pflanzenarten.

Tab. 5. Zusammensetzung von nur auf saurem Sandboden aufgefundenen Pflanzenarten.

Tab. 6. Durchschnittswerte des Makro- und Mikroelementgehaltes der Pflanzen A) Durchschnittswerte aller Pflanzen, B) Durchschnittswerte der gemeinsamen Pflanzensorten, C) Durchschnittswerte der nicht gemeinsamen Pflanzensorten, a) kalkhaltiger Sandboden, b) saurer Sandboden.

Tab. 7. Tendenzen zwischen dem pH-Bedarf der Pflanzen und dem Mineralgehalt der Böden (1) pH-Bedarf nach ELLENBERG und WALTER, R_0 = indifferenten Arten, R_2 = Arten, die schwach saure Böden, R_3 = Arten, die fast neutrale Böden, R_4 = Arten die eher kalkhaltige Böden, R_5 = Arten, die ausgesprochen kalkhaltige Böden vorziehen. (2) Anzahl der auf kalkhaltigem Sandboden gesammelten Sorten, (3) Anzahl der auf saurem Sandboden gesammelten Sorten, (4) Verhältniszahl der auf basischen sowie saurem Standort gesammelten Pflanzen, (5) Zn- und Mn-Gehalt im Durchschnitt sämtlicher gesammelten Pflanzen, (6) Magnesiumgehalt in den Pflanzen des kalkhaltigen Sandbodens g/kg, (7) P-Gehalt in den Pflanzen des sauren Sandbodens in g/kg.

Усвоение макро- и микроэлементов растениями на кислых и карбонатных песках

ДЬ. ТЁЛДЕШИ, И. КАРПАТИ и В. КАРПАТИ

Ветеринарный Университет, Будапешт и Высшая Аграрная Школа, г. Кестхей

Резюме

Авторы в конце мая месяца сравнивали естественную растительность на двух песчаных плато. В Вацратот на карбонатном песке при средней температуре в $9,9^{\circ}\text{C}$ и годовом количестве осадков в 599 мм сформировались растительные ассоциации *Brometum tectorum* и *Festucetum vaginatae danubiale*. В Иштванди при средних годовых температурах в $10,5^{\circ}\text{C}$ и годовом количестве осадков в 750 мм на бедных в CaCO_3 кислых песках найдены ассоциации *Brometum tectorum* и *Festuco-vaginatae conynerphoretum*. Почвы как по общему содержанию микроэлементов, так и в отношении легко растворимых форм микроэлементов могут быть отнесены к бедным почвам. Данные таблиц (таблица 1 и 2) сопоставлялись со средними данными, полученными по Венгрии теми же методами и дающими величины общего содержания микроэлементов, равные для Fe — 17,500 мг/кг, Mn — 439 мг/кг, Zn — 45 мг/кг, Cu — 14,6 мг/кг и Mo — 0,23 мг/кг, в отношении составных раствори-

мых в 0,1 соляной кислоте получены величины для Fe — 77 мг/кг, Mn — 79 мг/кг, Zn — 8 мг/кг и Cu — 2,4 мг/кг.

Приводятся данные по группам растений, встречающихся на обоих местах (Таблица 3), только на карбонатном (Таблица 4) или только на кислом (Таблица 5) песке. Средние данные по этим группам растений приводятся в таблице № 6. Можно установить, что растения на карбонатном песке усваивают больше кальция и молибдена, на кислом песке — больше марганца и цинка. Соотношение железа/марганец возрастает с увеличением значения pH почвы.

Авторами подтверждено свойство Compositae аккумулировать медь, а Caryophyllaceae аккумулировать марганец. Можно наблюдать зависимость между потребностью растений в определенной реакции среды (установленную Ellenberg и Walter) и количеством усвоенных микроэлементов. (Табл. 7.)

С практической точки зрения очень важно, что растения на обоих почвах содержат незначительное количество меди и часто её содержание не достигает минимального уровня (5 мг/кг) желательного при правильном кормлении скота.

По тем же соображениям растения на карбонатном песке содержат мало марганца и цинка. Эти элементы, находящиеся с точки зрения растениеводства в минимуме являются ограничивающими факторами урожая.

На кислых песках низкая обеспеченность молибденом является препятствием для выращивания мелкосемянных бобовых растений. В противоположность этому, запас подвижного марганца на кислых почвах оказывает благоприятное влияние на некоторые культуры (например *Pinus silvestris*).

Табл. 1. Данные химического анализа карбонатного песка. а) pH почвы и содержание элементов в 0,1 н. вытяжке HCl, при комнатной температуре. б) Количество элементов растворенных из почвы горячей перхлористой кислотой. (1) Глубина в см.

Табл. 2. Данные химического анализа кислого песка. а) pH почвы и содержание элементов в 0,1 н. вытяжке HCl, при комнатной температуре. б) Количество элементов растворенных из почвы горячей перхлористой кислотой. (1) Глубина в см.

Табл. 3. Состав растений на карбонатном (М) и на кислом (S) песке.

Табл. 4. Состав растений характерных только для карбонатного песка.

Табл. 5. Состав растений характерных только для кислого песка.

Табл. 6. Средние величины содержания микроэлементов в растениях. А) Средняя величина всех растений. В) Средняя величина тождественных растений. С) Средняя величина нетождественных растений. а) Карбонатный песок. б) Кислый песок.

Табл. 7. Зависимость, наблюдаемая между потребностью определенной реакции среды почвы и содержанием элементов. (1) Потребность определенной реакции среды по Ellenberg и Walter. R_0 = виды растений безразличные к реакции среды, R_2 = виды растений предпочитающие кислые почвы, R_3 = виды растений предпочитающие почвы с реакцией среды ближе к нейтральной, R_4 = виды растений предпочитающие щелочную реакцию среды, R_5 = растущие только на карбонатных породах. (2) Количество видов растений, собранных с территорий, занимаемых карбонатными песками. (3) Количество видов растений, собранных с территорий, занимаемых кислыми песками. (4) Соотношение видов растений собранных с территорий, занимаемых карбонатными и кислыми песками. (5) Содержание цинка и марганца в мг/кг в среднем во всех растениях. (6) Содержание магния в растениях собранных на карбонатных песках, в г/кг. (7) Содержание фосфора в растениях, собранных на кислых песках, в г/кг.