

## Sopron környéki közethatású, valamint közép- és délkeleteurópai barna erdőtalajok természetes növényzetének tápanyag felvétele

TÖLGYESI GYÖRGY és CSAPODY ISTVÁN

*Allatorvostudományi Egyetem Takarmányozástani  
Tanszék, Budapest,  
Tanulmányi Állami Erdőgazdaság, Sopron*

Az elmúlt évtizedben számos közleményben olvashattunk olyan talaj–növénykapcsolatokról, amelyek kimondva vagy kimondatlanul biogeokémiai körzetekre utalnak. A talaj eredeti termőképessége iránt való érdeklődés egyáltalán nem szűnt meg a nagyadagú N P K trágyázás bevezetésével. Igen sok tudományos tény és termelési kudarc utal ugyanis arra, hogy csupán 3–4 tápanyag koncentrációjának a fokozásával korántsem válnak egyenértékűvé az egyes, természetes vegetációjukban is eltérő mezőgazdasági területek. A mikro-tápanyagok eltérő akkumulációja és felvehetősége számos, korábban csak empirikusan ismert tény magyarázatát adta. A mikroelem-kutatásban különös jelentősége van a természetes növénytakaró vizsgálatának, hiszen ezen növények minden emberi segítség nélkül élnek és szaporodnak, jelezve, hogy élőhelyükön az életfeltételeik biztosítva vannak. A *vadontermő* növények talajnövény kapcsolatai eddig is igen jelentős, gyakorlatilag is hasznosítható összefüggésekre hívták fel a figyelmet. A természetes növényzet Mn/Mo-hányadosa pl. éles határvonalat jelent a hazai zónális talajtípusok között. Az erdőtalajok növényzetének ui. nagyobb, a mezőségi talajok növényzetének pedig kisebb a mangánmolibdén aránya [32]. Ugyancsak a természetes növényzet vizsgálata adott egyértelmű választ a szikes, az öntés, a tőzegláp és a homoktalajok sajátos mikroelem-szolgáltató képességeire is [7, 10, 18, 26, 27, 28, 29, 33, 35, 36, 39, 40]. A biogeokémiai körzetek körvonalazása nem csupán a mezőgazdaság, de a táplálkozástudomány és a közegészségügy gyakorlati erőfeszítéseinek is nélkülözhetetlen alapját képezi (KOVALSZKI, [14]). Számos hazai bizonyítékunk van arra, hogy a talaj a rajta termő növényzet sajátos összetételén keresztül az állati anyagcserét is befolyásolja [17, 37]. Kutatásainkat, amelyekben eddig is sok talajtípus tulajdonságát mutattuk be, most a két- és háromszintű erdőtalajok részletes ismertetésével folytatjuk. Ezen ismertetés elsősorban a talaj–növény tápanyag-relációkra korlátozódik, növényföldrajzi és ökológiai feldolgozását botanikai szaklapban fogjuk publikálni [5].

### Anyag és módszer

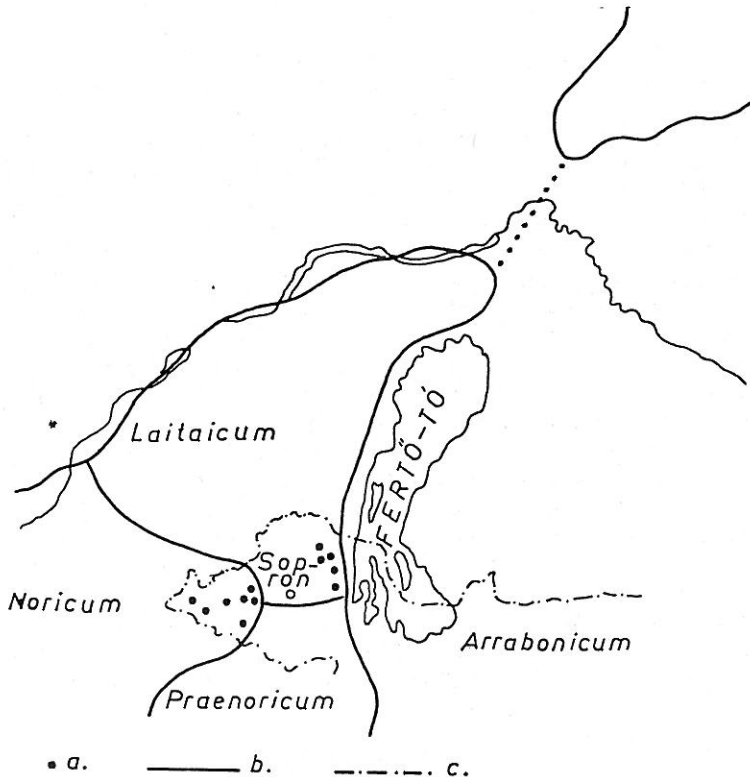
A téma kidolgozásánál elsősorban arra a 222 növénymintára támaszkodunk, mely 220 növényfajt képvisel (rendszer- és társulástani nomenklátúra Soó szerint [22, 23]), és amelyet 1969–71 között CSAPODY ISTVÁN

gyűjtött és határozott meg Sopron környéki termőhelyeken. Ezen minták a 11 tápelemre Tölgyesi György vizsgálta meg részint atomabszorpciós (K, Ca, Mg, Na, Mn, Zn), részint kolorimetriás (P, Fe, B, Cu, Mo) módszerekkel. Szélesebbkörű érvényre törekedve figyelembe vettük több ezer, ez idáig nem publikált növény minta elemzési adatait is [33], amelyek hasonló talajtípusokról származnak. A lelőhelyek legtöbbször (22 db) feltalajmintát is vettünk, és ezeket néhány alapérték felvétele mellett forró perklórsavban oldható (összes), valamint 0,1 normál szobahőmérsékletű sósavban oldható (mozgékony) tápanyagtartalomra is megvizsgáltuk. A mintavételi helyeket térkép-vázlaton tüntettük fel (1. ábra). A terület általános talajtani és növényföldrajzi helyzetét korábbi munkák tárgyalják [3, 4, 8, 11, 12, 21, 24].

A helyszíni szemrevételezés és a cölológiai felvétel alapján a mintavételi helyek társulástani és talajtani jellemzése a következő:

*Jobbára háromszintű talajok gneiszen.* (Soproni hegyvidék, 9109 ha.)

I/1. Soproni hegyvidék, Váris 84/e erdőrészlet. 110 éves mesterséges telepítésű szelídgesztenye—vörösfenyő elegyes állomány. Eredetileg gyertyános kocsánytalan tölgyes gyöngyperjés típusú társulás (*Castaneo-Quercu-Carpinetum melicetosum unijlorae*),



1. ábra

Sopron környékének növényföldrajzi felosztása KÁRPÁTI Z. szerint. a) Mintavételi helyek. b) Flórahatárvonalak. c) Országhatár

amely az eredeti aljnövényzetet megőrizte. A talaj gnejszen kialakult podzolos agyagbemosódásos barna erdőtalaj. Tengerszint feletti magasság 340 m, kitettség: K, lejtők: 18°.

I/2. Soproni hegyvidék, Daloshegy, 83/a erdőrésztlet. Fekete áfonyás mézskerülő tölgyes (*Castaneo-Quercetum noricum vaccinietosum myrtilli*) 80 éves állománya. A talaj muszkovitgnejszen kialakult erősen savanyú, nem podzolos barna erdőtalaj. Tengerszint feletti magasság: 360 m, kitettség: DK, lejtők: 30°.

I/3. Soproni hegyvidék, Sopronbánfalva, Erdei iskola, 118/b erdőrésztlet. Patakmenti hegyvidék égerliget (*Carici brizoidi Alnetum caricetosum brizoidis*) irtásterülete, ligeterdő növényfajokkal. A talaj nem karbonátos, gyengén humuszos lejtőhordalék. Tengerszint feletti magasság: 270 m, kitettség: ÉK, lejtők: 2,3°.

I/4. Soproni hegyvidék, Kövesárok, 124/a erdőrésztlet. Gyertyános kocsánytalan tölgyes szagosmüegés típusa (*Castaneo-Quercu-Carpinetum asperuletosum odoratae*) a patakmenti égeres határán, a hegyoldal legalsó harmadában. Suvadásra hajlamos, pszeudoglejes barna erdőtalaj. A vegetáció első sorban tavasszal gazdag. Tengerszint feletti magasság 300 m, kitettség: ÉK, lejtők 5°.

I/5. Soproni hegyvidék, Sörházdomb (városi erdő), 213/a erdőrésztlet. Az erdő-társulás mézskerülő gyertyános-tölgyes erdei sédbúzás típusa (*Luzulo-Quercu-Carpinetum noricum deschampsietosum fleuzuosae*). A társulás fajai mellett a gyertyános kocsánytalan tölgyesre jellemző, valamint gyomfajok is előfordulnak. Talaja gnejszen kialakult podzolos barna erdőtalaj. Tengerszint feletti magasság: 260 m, kitettség: Ny, lejtők: 10°.

I/6. Soproni hegyvidék, Vashegy. Szelidgesztenyés (*Castanetum sativae*), erdős jellegű, kiritkult, ligetes állománya. Erősen kötött, mély termőrétegű pszeudoglejes erdőtalaj. Tengerszint feletti magasság: 300 m, kitettség: ÉK, lejtők: 5°.

I/7. Soproni hegyvidék, Nagy-Füzes, 105/e erdőrésztlet. Gyöngyperjés, gyertyános-kocsánytalan tölgyes (*Castaneo-Quercu-Carpinetum melicetosum uniflorae*). A terület lencseszerű mélyedésben fekszik, ezért kezdettől fogva vizenyős. Talaja pszeudoglejes barna erdőtalaj. Tengerszint feletti magasság: 400—450 m között, kitettség: Ny, csaknem sík.

I/8. Soproni hegyvidék, Várhely, 121/e erdőrésztlet. Tipikus gyertyános, kocsánytalan tölgyes (*Castaneo-Quercu-Carpinetum asperuletosum odoratae*). Agyagbemosódásos barna erdőtalaj. Tengerszint feletti magasság: 400 m, kitettség: ÉK, lejtők: 20°.

I/9. Soproni hegyvidék, Várhely, 120/a erdőrésztlet. Érodált, devasztált, tarra vágott oldal. Mézskerülő gyertyános-tölgyes (*Luzulo-Quercu-Carpinetum luzuletosum albidae*). Gyengén podzolos barna erdőtalaj. Tengerszint feletti magasság: 430 m, kitettség: ÉK, lejtők: 25°.

I/10. Soproni hegyvidék, Sopronbánfalva, erdei malom feletti kőfejtő. Erdő-övezte nyílt gyeppel, acidofil és kaszálófűves elemekkel. Talaja sekély termőrétegű, gyengén podzolosodó barna erdőtalaj muszkovit gnejszen. Tengerszint feletti magasság: 300 m, kitettség: DNy, lejtők: 15°.

I/11. Soproni hegyvidék, Hidegvízvölgy. Gyertyánegyes bükkös (*Cyclamino-Fagetum*) és hegyvidéki kaszálórét (*Trisetetum flavescens noricum*) elemekkel. Réti agyagtalaj. Tengerszint feletti magasság: 400 m, kitettség: Ny, csaknem sík.

*Tűlnyomóan kétszintű talajok lajtamészkövön.* (Soproni dombvidék, kb. 2600 ha.)

II/1. Sopron, Szárhalmi erdő, Kis-Tómalom feletti dombok. Lappangó sásos lejtősztyeppréttel barázdált levelű csenkessel. (*Festucetum rupicolae caricetosum humilis*), földes váztalaj. Tengerszint feletti magasság: 180 m, kitettség: ÉNy, lejtők 15—20°.

II/2. Sopron, Szárhalmi erdő, 51/a erdőrésztlet. Gyertyános kocsánytalan tölgyes (*Quercu petraeae-Carpinetum litaicum brachypodietosum silvaticae*), agyagbemosódásos barna erdőtalaj. Tengerszint feletti magasság: 200 m, kitettség: Ny, lejtők: 5—10°.

II/3. Sopron, Szárhalmi erdő, 50/b erdőrésztlet. Gyertyános-kocsánytalan tölgyes (*Quercu petraeae-Carpinetum litaicum asperuletosum odoratae*). Agyagbemosódásos barna erdőtalaj. Tengerszint feletti magasság: 200 m, kitettség: Ny, lejtők: 10°.

II/4. Sopron, Szárhalmi erdő, 49/b erdőrésztlet cseres kocsánytalan tölgyes (*Quercetum petraeae-cerris*). Savanyú kőzetkibúvásos hely rozsdabarna erdőtalaj és barna föld. Tengerszint feletti magasság: 210 m, kitettség: Ny, lejtők: 10—20°.

II/5. Sopron, Szárhalmi erdő, sztyeppréttel a közbirtokossági erdők területén. Lejtő sztyeppréttel (*Festucetum rupicolae caricetosum humilis*), földes váztalaj. Tengerszint feletti magasság: 240 m, kitettség: K, lejtők: 8—10°.

1. táblázat

## A talajok forró tömény perklórsavba oldódó tápanyaga

(1) Jellegzetes talajtípus	(2) Minta- szám	K	Ca	P	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
		g/kg							mg/lkg		
a) Savanyú erdőtala	11	3,75	3,7	0,97	4,2	0,31	22,2	1140	69	24,3	0,81
b) Rendzina- és váztala	11	2,82	107,0	0,79	5,6	0,19	12,7	551	51	15,8	0,76
c) Hányados*		1,33	28,9	1,23	1,33	1,63	1,75	2,07	1,35	1,54	1,07

\* Kifejezi, hogy a nagyobb érték hányszorosa a kisebbnek.

II/6. Sopron, Szárhalmi erdő 53/b erdőrésztlet. Molyhos tölgyes karsztbokor erdő (*Euphorbia (verrucosae)-Quercetum (pubescentis) brachypodietosum pinnati*) szegélyén. Rendzina talaj. Tengerszint feletti magasság: 250 m, kitettség: K, lejtők: 5—10°.

II/7. Sopron, Kis-Tóalmi lápterület. Mészkevelő, csátás és nyúlfarkfüves láprét. A társulásra feltehetően az új *Succiso-Molinietum vindobonense* név érvényes. Tőzeges láptala. Tengerszint feletti magasság: 150 m, enyhén DNy-i lejtésű.

II/8. Sopron, Szárhalmi erdő, az 5. és 6. mintavételi hely közelében. Sztyepprét (*Festucetum rupicolae caricetosum humilis*). Földes váztala. Adatai az 5. és 6. sz. mintavételi hely adataival egyezőknek.

II/9. Sopron, Szárhalmi erdő, Pintytetői út mellett, 55/a erdőrésztlet, 200 m tengerszint feletti magasság, kitettség: Ny, lejtők: 8—10°. Cseres kocsánytalan tölgyes (*Quercetum petracea-cerris caricetosum montanae*).

II/10. Sopron, Szárhalmi erdő, Kecskehegy, tengerszint feletti magasság: 250 m, lejtők: 80°, kitettség: DNy. Lejtősztyepprét (*Festucetum rupicolae caricetosum humilis*).

II/11. Sopron, Dudleszerdő, 30/d és 32/a erdőrésztlet. Sztyepprét (*Festucetum rupicolae caricetosum humilis*) földes váztala. Tengerszint feletti magasság: 260 m, kitettség: DNy, lejtők: 8—12°.

II/12. Sopronkőhida, láprét. Nyúlfarkfüves-kékperjés láprét (*Molinietum coeruleae seslerietosum uliginosae*). Erre a társulásra is az új nomenklatúra szerint a *Succiso-Molinietum vindobonense* név érvényes. Tengerszint feletti magasság: 145 m, sík terület.

II/13. Sopron, Pozsonyi úti kavics-, ill. homokbánya. Frissen feltárt bánya falán steril termőhely, talaja kavics. Tengerszint feletti magasság: 150 m, kitettség: DNy, lejtők: 20°.

II/13a. Sopron, Fertőrákos, kőfejtő tetején. A társulás *Medicagini-Festucetum valesiacaepotentilletosum arenariae*, földes váztalajon.

## A két termőhely-csoport tápanyag helyzete.

A két termőhely-csoport, melyekben néhány hidromorf talaj (I/11., II/7., II/11.) is szerepel kiegészítésül a szigorúan vett erdőtalajok mellett, elsősorban az alapkőzet kalciumtartalmában különül el. A humuszminőségben igen lényeges és szignifikáns különbségeket állapíthattunk meg, hiszen a nátrium-fluoridos és a nátriumhidroxidos kioldások extinkciójának hányadosa (Q) a háromszintű talajokban sokkal kisebb. A humuszminőségnek a talaj kémhatásával való szoros összefüggése már előző vizsgálatokból [6] is kitűnt. A humuszstabilitási számból és a szervesanyagtartalomból képzett humuszstabilitási együttható (K) értéke pedig a két- és háromszintű erdőtalajoknak már korábban észlelt, a talajtípusra jellemző számértékeit veszi fel. A mechanikai összetétel szempontjából elsősorban a 0,01 milliméter alatti részek mennyi-



valamint néhány alapvizsgálati adat

pH		(3) Q		(4) K		(5) Humusz %	(6) Hidro- litos sava- nyúság y l	Ca CO <sub>3</sub> %	(7) Leiszapolható rész %	
H <sub>2</sub> O	KCl	450 mμ	650 mμ	450 mμ	650 mμ				<0,01	0,02 mm
5,47	5,18	0,51	0,57	0,102	0,114	5,0	25,7	2,7	10,6	33,8
7,73	7,38	3,76	4,95	0,672	0,884	5,6	4,2	24,9	4,3	24,1
182**	159*	7,37	8,68	6,58	7,76	1,12	5,03	9,22	2,47	1,40

\*\* A hidrogénionkoncentrációk hányadosa.

ségében van különbség, mely a 0,02 milliméter alatti részek tekintetében már szerényebben, de ismét a háromszintű talajok javára dől el.

Az előbb említett tényezők megszabják a *tápanyagok mozgékonyágát* is. A kalcium- és a magnéziumtartalom kivételével, amelyek a kétszintű talajokban nagyobb mértékben vannak oldható formában jelen, az összes általunk vizsgált többi tápanyag a háromszintű talajok felső rétegében sokkal nagyobb koncentrációban áll a növények rendelkezésére (2. táblázat). Elsősorban a vas mozgékonyága különbözik, amely a savanyú erdőtalaj különböző változataiban 275 ppm koncentrációban mozgékony, míg a lajtamészkövön kialakult talajokban ennek közel 40-cd része, 7,2 ppm. A kémiailag rokon réz és cink koncentrációja egyaránt 5,8-szor kisebb a rendzina- és váztalajok esetében és igen jelentős a mangán, a foszfor, és a kálium oldékonyságában mérhető különbség is.

A talaj *teljes tápanyag-készletét* tekintve a kalciumon kívül a többi elem koncentrációjában kisebb a különbség, mint a mozgékony tápanyagok esetében. Csupán a mangán koncentrációjában találunk kétszeres különbséget. A talajok forró perklórsavban oldható tápanyag-készlete a kalcium és a magnézium kivételével minden esetben a savanyú erdőtalajokon nagyobb.

Ilyen nagy számú *növényvizsgálatnál* eltekinthetünk attól, hogy a két talajtípus-csoportban nem ugyanazon növényfajokat határoztuk meg, és a mintavétel sem azonos időben történt. Az eredmény így a két termőhely-típuson spontán vegetáló növényzet tápanyag-felvételének a különbségét tükrözi. Ezek a különbségek szerényebbek a mozgékony tápanyagokban megmutatkozó különbségeknél, és a kalciumtartalomban mért különbségtől eltekintve nagyságrendileg (de irányukban nem mindig egyezően) megegyeznek az összes tápanyag-tartalomban észlelt különbségekkel. A legnagyobb eltérés, mint arra már a fászfűrű növényekkel folytatott vizsgálatainkban is [35, 36] utaltunk, a mangántartalomban van (3. táblázat). A mangánt két fontos makro-tápelem követi, mivel a foszfor 2,43-szor, a kálium pedig 1,96-szor nagyobb koncentrációban fordul elő a barna erdőtalajok növényzetében, mint a rendzinán és a váztalajokon növő fajokban. A különbség tekintetében ezek után a vas és a cink következik, mely elemek több mint másfélszeres koncentrációkülönbséget mutatnak a savanyú erdőtalajok javára. A kalciumtartalomban természetesen a rendzinalajon növő növények vezetnek, bár korántsem olyan nagy különb-

## 2. táblázat

A talajok 0,1 n szobahőmérsékletű sósavban oldható tápanyagai ppm-ben

(1) Jellegzetes talajtípus	(2) Minta- szám	K	Ca	P	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
a) Savanyú erdőtalaj	11	196	3 580	109	615	19	275	558	18,8	2,5
b) Rendzina- és vázttalaj	11	101	18 200	21	1610	19	7,2	119	3,2	0,43
c) Hányados		1,94	5,08	5,19	2,62	1,00	38,2	4,68	5,88	5,82

## 3. táblázat

A növények makro- és mikroelem-tartalma

(1) Jellegzetes talajtípus	(2) Minta- szám	g/kg						mg/kg					
		K	Ca	P	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	
a) Savanyú erdőtalaj	92	24,7	10,4	2,97	3,92	0,130	262	188	54,9	30,2	8,41	0,33	
b) Rendzina- és vázttalaj	130	12,6	14,5	1,22	2,90	0,183	163	55	32,6	25,1	6,92	0,34	
c) Hányados		1,96	1,39	2,43	1,35	1,41	1,61	3,41	1,68	1,20	1,22	1,02	

## 4. táblázat

Az 1969—1970 évi begyűjtésben nagyobb fajszámmal előforduló növénycsoportok átlagértéke a három- (h) és a kétszintű (k) talajú termőhelyek csoportjaiban

(1) Család, fajszám, lelőhelycsoport	K	Ca	P	Mg	Ná	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
	g/kg					mg/kg					
Liliaceae, 4, h	28,0	3,0	3,98	3,12	0,11	125	163	56	28	12,2	0,05
Liliaceae, 7, k	14,0	15,3	1,22	2,74	0,20	111	31	50	22	5,3	0,35
Cyperaceae, 3, h	25,7	4,7	1,80	1,80	0,08	216	109	38	7	8,5	0,43
Cyperaceae, 3, k	6,5	8,1	0,83	3,50	0,17	208	116	22	12	3,1	0,81
Gramineae, 5, h	23,1	2,1	1,86	1,46	0,12	190	237	33	12	5,1	0,20
Gramineae, 8, k	5,2	3,3	0,51	1,62	0,13	107	46	21	12	3,8	0,39
Rosaceae, 4, h	23,2	12,5	2,48	4,50	0,10	254	210	38	35	7,0	0,21
Rosaceae, 3, k	7,7	12,1	0,84	3,81	0,17	206	34	25	39	6,0	0,30
Fabaceae, 14, h	15,4	11,2	1,77	4,07	0,11	229	107	36	32	6,5	1,06
Fabaceae, 10, k	7,1	11,6	1,20	2,56	0,13	198	104	31	26	7,7	0,35
Umbelliferae, 4, h	25,3	20,5	4,28	4,60	0,13	210	151	48	28	6,2	0,13
Umbelliferae, 4, k	13,1	14,3	1,97	2,73	0,11	160	44	33	26	11,6	0,24
Labiatae, 4, h	30,8	23,7	4,25	4,92	0,12	471	80	65	35	10,5	0,14
Labiatae, 4, k	18,5	12,7	1,08	3,35	0,12	327	59	32	31	7,4	0,19
Scrophulariaceae, 3, h	17,8	13,8	2,60	4,43	0,13	205	495	58	34	11,6	0,10
Scrophulariaceae, 5, k	12,8	14,0	1,47	3,74	0,19	332	55	35	27	8,0	1,81
Cruciferae, 6, h	28,1	8,7	3,72	3,12	0,15	272	43	65	35	3,9	0,30
Cruciferae, 2, k	14,0	27,5	1,72	3,50	0,15	61	38	43	20	2,7	0,38
Compositae, 10, h	28,2	12,6	2,10	4,00	0,13	299	247	59	37	11,0	0,18
Compositae, 19, k	17,7	15,2	1,57	3,00	0,19	174	45	39	33	9,3	0,22
Caryophyllaceae, 4, h	26,2	9,1	3,25	3,53	0,13	155	335	96	28	6,7	0,07
Caryophyllaceae, 4, k	23,4	19,5	1,22	3,38	0,14	147	167	40	24	5,5	0,16
Ranunculaceae, 2, h	33,9	8,5	4,50	4,05	0,14	257	65	56	29	14,2	0,19
Ranunculaceae, 5, k	15,0	19,9	1,00	3,14	0,14	82	41	29	20	8,5	0,34
Diff. P% =	0,01	n.sz.	0,01	n.sz.	0,01	0,01	0,01	0,01	n.sz.	0,05	0,01

n. sz. = nem szignifikáns

séggel, mint azt a talaj abszolút kalciumtartalma alapján várhatnánk. Ugyan-így némi meglepetés, hogy a barna erdőtalajok növényzete magnéziumban gazdagabb. Ennek oka kétségtelenül az, hogy az óriási kalcium-túlsúly a rendzinalajokon antagonizmus révén csökkenti a magnézium-felvételt a viszonylag nagyobb tartalékokból is. A kilúgzódás kisebb mértékére utal a magas pH-jú termőhelyek valamivel nagyobb nátrium-koncentrációjú növényzete is. Nem kis meglepetésünkre közel azonos a növényzet molibdéntartalma mindkét termőhely-csoportban, annak ellenére, hogy igen nagy általánosságban a magasabb pH-jú termőhely magasabb molibdéntartalmú növényzetet szokott produkálni. Itt a kristályos alapkőzet helyvel-közrel nagyobb, és a talajanalízisekben talán kevésbé megmutatkozó nagyobb molibdéntartalma felelős a jelenségért.

A két- és háromszintű erdőtalajok természetes növényzetének összetételét az 1969—70 évi begyűjtés átlagában a 3. táblázaton csak összefoglalóan ismertetjük. A két termőhely-csoportra vonatkozó különbséget statisztikailag több módon is bizonyíthatjuk. Kiemelhetünk pl. olyan növénycsoportokat, melyek nagyobb fajszámmal szerepelnek begyűjtésünkben. Ezen növény-csoportok átlagértékeit mind a gnejsz, mind a mészkő alapkőzeten kiszámítottuk és előjelpróba alapján döntöttünk a különbségek megbízhatóságáról (4. táb-

## 5. táblázat

## Ugyanazon növényfajok összetétele túlnyomóan háromszintű (I. sorozat) és kétszintű (II. sorozat) talajokon

(1) A növény latin és magyar neve	(2) Lejő- hely	K	Ca	P	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
		g/kg						mg/kg				
Cirsium oleraceum (L.) Scop. halovány aszat	I/11 II/7	17,5 14,2	23,0 17,8	1,5 1,4	4,4 2,1	0,17 0,09	129 86	36 20	44 30	36 32	7,5 15,0	0,14 0,21
Convallaria majalis L., májusi gyöngyvirág	I/21 II/6	33,6 35,5	2,6 28,1	3,4 2,0	3,0 2,8	0,11 0,14	128 101	240 36	70 46	27 17	14,5 6,7	0,06 0,14
Cytisus nigricans L., fürtös zanót	I/5 II/9	14,0 7,0	3,4 7,5	1,4 1,1	3,6 2,0	0,10 0,03	392 301	410 44	46 16	35 29	5,2 17,6	0,13 0,45
Dianthus pontederæ Kern., magyar szekfű	I/10 II/1	20,7 17,6	10,0 16,0	2,4 1,0	3,0 3,7	0,13 0,14	104 113	120 71	70 38	25 19	4,9 4,3	0,10 0,11
Genista pilosa L., selymes rekettye	I/2 II/13a	5,6 3,6	7,8 10,8	3,0 0,4	1,7 1,7	0,11 0,14	385 775	130 57	47 40	13 21	4,0 6,4	0,15 0,14
Genista tinctoria L. ssp. elatior Simk., festő rekettye	I/5 II/5	16,4 5,6	3,7 7,2	1,4 1,1	4,4 3,1	0,09 0,13	182 106	104 34	20 27	31 22	7,6 7,6	0,20 0,17
Geranium sibiricum L., szibériai gólyaorr	I/10 II/5	29,6 6,8	16,8 15,6	5,8 1,3	2,2 2,2	0,15 0,11	670 48	15 32	48 21	33 20	8,5 8,2	0,57 0,17
Molinia coerulea (L.) Mch., kékperje	I/11 II/7	16,6 4,4	0,6 3,5	1,0 0,7	1,5 1,1	0,15 0,13	402 152	155 72	33 19	1 7	3,8 3,8	0,01 0,17
Vicia cassubica L., vitéz bükköny	I/6 II/3	12,1 12,8	7,0 16,5	1,8 1,6	2,6 3,6	0,12 0,11	144 122	124 62	63 26	18 24	12,1 5,6	0,24 0,27
Viscaria vulgaris Bernh., enyvecske	I/2 II/4	36,0 22,4	7,4 44,0	4,7 1,2	4,5 2,3	0,10 0,16	247 175	650 336	110 49	40 31	10,1 8,5	0,12 0,11
Szignifikáns differencia				+				+	+			
P% =		20	20	1	20		20	5	5			

lázat). Csúpan a kalcium-, a magnézium- és a bórtartalomban nincsen szignifikáns különbség. A kálium-, a foszfor-, a vas-, a mangán-, a cink- és a réztartalom megbízhatóan a háromszintű, míg a nátrium- és a molibdéntartalom a kétszintű talajok természetes növényzetében nagyobb koncentrációban fordul elő.

Az előbb említett összehasonlítást egyes növényfajokra is megtehetjük. Az 5. táblázaton tíz olyan növényfaj összetételét hasonlítjuk össze, melyek mindegyike mintkét termőhely-csoportban előfordul. Az előjelpróba a foszfor-, a mangán- és a cinktartalomban ismét szignifikáns különbséget jelez, míg 4 további elemnél (K, Ca, Mg, Fe) csúpan tendenciaszerűen mutatkoznak a már más formában bemutatott (3. és 4. táblázat) különbségek.

6. táblázat

Két termőhelyen begyűjtött növényfajok tápanyagtartalma fajok szerint részletezve

(1) Termőhely és növényfaj	K	Ca	P	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
	g/kg					mg/kg					
<i>I/7 termőhely</i>											
Cardamine impatiens L. — virágrugó kakkukktorma	32,0	15,0	4,5	3,7	0,14	367	76	50	40	5,4	1,00
Dentaria bulbifera L. — hagy- más fogasír	33,3	10,2	1,0	2,1	0,11	168	39	18	36	2,1	0,22
Dryopteris filix-mas (L.) Rich. — erdei pajzsika	25,2	8,6	2,4	4,1	0,15	178	105	50	28	6,7	0,07
Dryopteris carthusiana (Vill.) HP. Fuchs — szálkás pajzsika	22,3	6,0	1,8	4,4	0,13	256	670	82	31	9,1	0,01
Festuca gigantea (L.) Vill — óriás csenkesz	28,0	3,0	2,5	1,6	0,15	99	125	32	8	5,4	0,01
Galium rotundifolium K. — kereklevelű galaj	32,0	17,0	2,3	3,7	0,15	347	268	124	31	9,4	0,10
Impatiens noli-tangere L. — erdei nenyúljóhózárn	44,0	10,2	9,8	4,5	0,12	243	305	102	30	8,4	0,15
Mycelis muralis (L.) Wallr. — kákicsvirág	36,0	11,3	2,7	3,5	0,15	217	135	100	26	13,0	0,10
Prenanthes puppurea L. — nyúlsaláta	37,6	9,5	2,7	3,8	0,19	297	150	90	35	10,1	0,14
Senecio nemorensis ssp. fuchsii L. (CORNEL) ČELAK — berki aggófű	42,0	10,4	4,2	3,6	0,12	158	600	85	33	15,1	0,07

Nem lenne teljes a vizsgálatainkról alkotott kép, ha az összefoglaló eredményeken kívül nem mutatnánk be néhány konkrét összefüggő elemzést is. A I/7. és a II/6. termőhelyen begyűjtött növényfajok analízisét azért részletesen is ismertetjük a 6. táblázaton.

**Összefüggésvizsgálatok az észlelt talaj- és növénytulajdonságok között**

A háromszor vizsgált 22 talajminta, valamint a hozzájuk tartozó növények csoportátlaga között Spearman-féle rangkorreláció számítás segítségével kerestünk kapcsolatokat. Számításainkból elsősorban a humuszminőségre jellemző humuszstabilitási szám, valamint a talaj mozgékony mikroelem-tartalma és a növény mikroelem-tartalma közötti kapcsolat méltó említésre (7. táblázat). Láthatjuk, hogy a molibdén kivételével az összes általunk vizsgált mikroelem talajbeli mozgékonyasága, valamint a növények által való felvétele negatív kapcsolatban van a humuszok kedvezőnek ítélt minőségével. A kalciummal telítetlen huminsavak és fulvosavak jelenlétében kedvezőbb ezen elemek felvétele. Számos, eddig érthetetlen jelenségre kaphattunk ezzel magyarázatot. A mezőgazdasági gyakorlatban kedvezőtlen humuszminőségű (alacsony humuszstabilitási számú) talajokon igen kedvező a vas, a mangán, a cink és a réz felvétele, amelyet nem egy, mezőgazdasági kultúrába bevont, eredetileg rossz minőségű savanyú erdei humuszon élő növény is megkíván. A gyakorlatban pl. a *Vinca minor* L. szántóföldi termesztésének kudarca azzal függ össze, hogy a mezőgazdasági talajokon több fontos mikroelem felvétele a téliöld meténg számára nem biztosított (TÖLGYESI—KAPOSI, [37]). A Q-érté-

6/a táblázat

(1) Termőhely és növényfaj	K	Ca	P	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
	g/kg					mg/kg					
<i>II/6. termőhely</i>											
Carex alba Scop. — fehér sás	7,0	7,4	0,6	2,8	0,18	420	182	26	9	3,7	0,28
Clematis vitalba L. — erdei iszalag	14,8	26,8	1,2	3,6	0,16	90	84	28	26	18,2	0,18
Convallaria majalis L. — gyöngyvirág	35,2	28,0	2,0	2,8	0,14	101	36	46	17	6,7	0,14
Cynanchum vincetoxicum (L.) Pers. — méreggyilok	27,6	9,0	0,8	2,2	0,12	68	38	44	26	8,0	0,15
Euphorbia angulata Jacq. — szögletes kutyatej	12,8	14,0	1,5	2,3	0,13	85	134	58	30	8,9	0,13
Geranium sanguineum L. — piros gólyaorr	6,8	15,6	1,3	2,2	0,11	48	32	21	20	8,2	0,17
Mercurialis ovata Sternbg. et Hoppe — pusztai szélfü	23,3	29,2	1,4	5,7	0,09	158	29	58	25	7,5	0,50
Polygonatum ordoratum (Mill.) Druce — soktérű salamonpe- csét	26,0	22,4	1,7	3,1	0,15	102	48	46	19	6,5	0,11
Sedum maximum (L.) Hoffm. — bablevelű varjúháj	9,2	38,0	1,5	4,6	0,21	111	41	64	22	5,3	0,07
Solidago gigantea Ait. — magas aranyvessző	22,0	15,6	2,5	1,9	0,11	97	176	34	46	4,5	0,50
Staphylea pinnata L. — hólyagfa	9,6	34,8	0,9	6,7	0,12	87	42	12	43	5,0	0,21

kek, valamint a talaj analízise közötti egyező összefüggés egyben azt is jelzi, hogy mozgékony tápanyagszolgáltató képesség vizsgálatára az általunk használt 0,1 normál sósavas módszer kielégítő.

A közvetlen talaj—növény kapcsolatok vizsgálatánál (7. táblázat) szintén megelégedéssel tapasztalhattuk, hogy módszerünk a vas, mangán és a cink esetében megbízhatóan jelzi a felvehető mikroelem-tartalmat, és a mért rangkorrelációs koeficiensek megbízhatósága igen jó. Természetesen csekélyebb mértékben különböző sorozatoknál előfordulhat, hogy a 0,1 normál sósavas kioldás cink és réz tekintetében nem ad szignifikáns korrelációt a növény által felvett mennyiségekkel (MARTENS [16]).

A talaj kémhatása és a növény beltartalma között négy kapcsolat volt szignifikáns. Előrevárhatóan a növény mangán- és cinktartalma a talaj-pH emelkedésével csökken, a növény vas—mangán aránya pedig nő. Kevésbé szélsőséges talajokon a talaj-pH és a növény vastartalma között gyengén pozitív korreláció van, azaz lúgosabb talajokon valamivel több vasat tartalmaznak a növények. Ezen szélsőséges termőhely-csoportok savanyú talajaiban a vas mozgékonyasága azonban oly nagy, hogy a mangán mellett egyúttal a vas is emelkedő tendenciát mutat, ezt jelzi a  $p = 10\%$  megbízhatósági szintű  $-0,382$ -es rangkorrelációs koeficiens is.

A talaj vas—mangán aránya és a növény beltartalma között az általunk számított négy kapcsolat közül három szignifikáns. A talaj vas—mangán aránya fordított arányban van a növény vas—mangán arányával, jelölül annak, hogy a tizednormál sósavban oldhatóság ezen paraméterekre nézve nem ad megbízható felvilágosítást. A talajban észlelt vas—mangán arány a növény



7. táblázat

I. Összefüggésvizsgálatok a Sopron környéki talajok 450 millimikronnál mért humuszstabilitási száma (Q), a talajok 0,1 n sósavban oldható mikroelemtartalma, valamint a talajokon termő növényzet átlagos mikroelemtartalma között (n = 21, P1% = 0,548, P5% = 0,433, P10% = 0,368)

(1) Kapcsolat	r
a) Q — talaj vas	-0,681
b) Q — talaj mangán	-0,546
c) Q — talaj cink	-0,593
d) Q — talaj réz	-0,593
e) Q — növényi vas	-0,490
f) Q — növényi mangán	-0,578
g) Q — növényi cink	-0,528
h) Q — növényi réz	-0,241

II. Összefüggésvizsgálatok Sopron környéki termőhelyek növényzetének csoportátlaga és a termőhely talajának 0,1 n sósavban oldható mikroelemtartalma, valamint a talaj káliumkloridban mért pH-ja között. (n = 21)

(1) Kapcsolat	r
a) Talaj vas — növényi vas	+0,621
b) Talaj mangán — növényi mangán	+0,695
c) Talaj cink — növényi cink	+0,806
d) Talaj réz — növényi réz	+0,173
e) Talaj Fe/Mn arány — növényi Fe/Mn arány	-0,415
f) Talaj Fe/Mn arány — növényi vas	+0,532
g) Talaj Fe/Mn arány — növényi mangán	+0,737
h) Talaj Fe/Mn arány — növényi réz	+0,175
i) Talaj pH — növényi Fe/Mn arány	+0,542
j) Talaj pH — növényi mangán	-0,805
k) Talaj pH — növényi vas	-0,382
l) Talaj pH — növényi cink	-0,675

vastartalmával párhuzamos. Itt azonban meg kell ismételtlen jegyezni, hogy ez a kapcsolat csupán szélsőséges esetekben (sorozatokban) érvényes, úgyszintén a talaj vas—mangán aránya és a növény mangántartalma közti kapcsolat is.

Az elemek közti szinergizmusra és antagonizmusra, az ionfelvétel hasonló vagy különböző mechanizmusára utalnak az elemek közti kapcsolat számszerű értékét jelző rangkorrelációs együtthatók (8. táblázat). A háromszintű talajok 10 lelőhelyén 92 növény adataiból, a kétszintű talajok 15 lelőhelyén 130 növény adataiból képzett lelőhelyátlagok között több kapcsolatot számítottunk. Ezek közül csak a szignifikáns, vagy az egyéb helyen már bizonyított kapcsolatot emeljük ki. Mindkét termőhelycsoportban egyértelmű pozitív szignifikáns korreláció van a természetes növényzet kálium- és foszfortartalma között, amely összefüggés még eltérő időpontban begyűjtött eltérő növényfajok

8. táblázat

A termőhelyek növényzetének átlagos összetételéből számított Spearman-féle rangkorrelációs kapcsolatok a két- és háromszintű talajok csoportjaiban

(1) Kapcsolat	(2) Háromszintű talajok, 10 lelőhely, 92 növény		(3) Kétszintű talajok, 15 lelőhely, 130 növény	
	r	P%	r	P%
K—P	+0,76	2	+0,70	1
K—Ca	-0,65	5	+0,57	5
Ca—Mg	+0,60	10	+0,26	—
Mn—Zn	+0,49	—	+0,41	—
Fe—Mn	-0,38	—	-0,28	—

9. táblázat

Savanyú kőzetek és mészkő, a rajtuk kialakult talaj és a rajtuk termő növény hamujának mikroelemtartalma ppm-ben (Lounamaa, [15])

(1) Minták neve	(2) Mintaszám	Mn	Zn	B	Cu	Mo
a) Savanyú kőzet	150	610	180	11	50	3,3
b) Savanyú kőzet talaja	90	1500	320	58	110	3,4
c) Mészkő	30	380	230	200	34	3,2
d) Mészkő talaja	17	110	220	78	42	3,0
e) Növények savanyú talajon	60	7200	930	640	130	13,0
f) Növények mészkőtalajon	3	2800	270	590	73	17,0

között is fennáll. Az irodalomban sokszor tárgyalt kálium-kalcium antagonizmust vizsgálatainkban csakis a háromszintű erdőtalajokban tudtuk kimutatni. (Ez viszont azért lényeges, mert a *Castanea sativa* ún. „mészkerülése” ezzel az antagonizmussal kellően megmagyarázható. A noricum szelídgesztenyések kivétel nélkül háromszintű barna erdőtalajokon állnak.) A mészkő alapkőzetten ezzel szemben szignifikáns pozitív kapcsolat mérhető. Természetesen ha a két talajcsoportot egy-egy mintahalmaznak vettük volna, a kálium-kalcium antagonizmus a klasszikus megállapítás szerint negatív korrelációs koefficiens formájában mutatkozott volna meg. A földalkáli elemek párhuzamos felvétele a kalciummal kevésbé telített talajcsoportban szorosabb (+0,60), mint a mészkő alapkőzet talajtípusainak növényzetében (+0,26). A mangán és a cink felvételét hasonló tényezők (elsősorban a pH) befolyásolják. Ezért mindkét helyen azonos irányú és nagyságú pozitív kapcsolatot mérhetünk. A matematikailag laza kapcsolat ellenére ezen összefüggés említésre méltó, mivel a legváltozatosabb körülmények között is, legalább irányát tekintve állandó. A növények termőhely csoportjaiban megállapított vas—mangán antagonizmus a korrelációs együttható kis számértéke ellenére egy igen fontos, bár bonyolult [30, 31] kapcsolatra utal.

**Az eredmények megbeszélése**

A bemutatott talajtípusok két csoportja geológiai, talajtani és növény-földrajzi vonásaiban elkülönül. A klimatikus befolyások és a domborzati viszonyok különbségének esetünkben viszonylag csekély, de el nem hanyagolható hatása mellett elsősorban az alapkőzeteket kell felelőssé tennünk az ismeretett biogeokémiai körzetek létrejöttéért. A rendelkezésre álló adatok kritikai összefoglalása alapján TAYLOR [25] megállapította, hogy a (kristályos) palák K, P, Na, Fe, Zn, B, Cu és Mo tekintetében, míg a mészkövek általában Ca, Mg és Mn (!) szempontjából gazdagabbak.

Az általunk is vizsgált ellentétpár LOUNAMAA [15] munkájából dinamikájában is tanulmányozható, hiszen ő az alapkőzetet, a rajta kialakult talajt és növényzetet is elemezte (9. táblázat). Ő TAYLOR-ral szemben és velünk egyetértésben a nagy Si-tartalmú kőzetek talajaiban és növényeiben is több mangánt mért, mint a mészkő-alapkőzeten. A talajképződés eltérő folyamataira utal, hogy a savanyú kőzetek talajaiban a cink és a bór dúsul, míg a mészkő talaja ezen elemekben elszegényedik. A molibdéntartalomban, hozzánk hasonlóan csak kis különbséget mért. A molibdén kivételével az általunk is meghatározott többi mikroelem (Mn, Zn, B, Cu) a savanyú alapkőzet növényeinek hamujában volt jelen nagyobb koncentrációban, még akkor is, ha az kevesebb mikroelemet tartalmazott (Zn, B) a mészkőnél.

KABATA-PENDIAS [9] mészkő és gránit alapkőzeten kialakult talajok A<sub>1</sub>-szintjében nevelt Neubauer-módszerrel olasz perjét. A második kaszálás alkalmával a K-, Ca- és Fe-tartalom kivételével a gránittalajon nőtt növények tartalmaztak nagyobb koncentrációban elemi tápanyagot (10. táblázat). KABATA-PENDIAS kísérleteiben a vas—mangán antagonizmus a SOMMER és

10. táblázat

**Mészkő és gránit alapkőzeten keletkezett talaj A<sub>1</sub> szintjében Neubauer-módszerrel nevelt olaszperje összetétele a második kaszálás alkalmával (Kabata-Pendias [9])**

(1) Alapkőzet	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
	g/kg				mg/kg					
a) Mészkő alapkőzeten	19,0	8,6	1,4	0,1	136	26,1	54,0	2,6	14,4	0,65
b) Gránit alapkőzeten	16,5	6,3	2,4	0,1	115	125,5	55,0	2,8	15,3	4,82

11. táblázat

**A lucerna összetétele mészkövön és grániton kialakult talajokon (Anke és munkatársai, [1])**

(1) Alapkőzet	K	Ca	P	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
	g/kg					mg/kg					
a) Mészkövön	33,5	18,5	2,75	2,79	0,31	176	27	35	32,1	10,3	0,05
b) Grániton	12,6	27,8	2,74	4,21	0,76	105	31	23	22,4	6,5	3,04

## 12. táblázat

## Dolomit — mészkő vázталajon, valamint barna erdőtalajon nőtt növények mikroelemtartalma ppm-ben

(1) Talaajtípus lelőhely és növényfaj	Fe	Mn	Zn	Cu
a) Dolomit — mészkő vázталaj Vértes és Budai hg.				
Pinus nigra Arn. — feketefenyő, tűk	300	18	33	2,9
Quercus pubescens Willd. — molyhos tölgy, levél	223	552	23	9,4
Tilia cordata Mill. — kislevelű hárs, levél	153	17	25	7,5
Viburnum lantana L. — ostorménfa, levél	229	19	19	9,7
Melica ciliata L. — prémes gyöngyperje	102	31	8	6,2
Stipa capillata L. — kunkorgó árvalányhaj	150	16	16	8,0
Ø	204	109	21	7,3
b) Barna (háromszintes) erdőtalaj Kondorfa — Órszentpéter				
Pinus silvestris L. — erdeifenyő, tűk	208	810	38	3,8
Quercus petraea (Matt.) Liebl. — kocsánytalan tölgy, levél	140	1500	36	8,2
Tilia cordata Mill. — kislevelű, hárs, levél	137	730	32	6,9
Viburnum opulus L. — kányafa bangita, levél	242	210	54	8,0
Briza media L. — rezgőpázsit	246	82	19	5,4
Cynosurus cristatus L. — taréjos cincor	498	350	22	2,7
Ø	245	614	35	5,8

SHIVE [20] által kifejtett értelemben tapasztalható. A mi méréseink szerint is nagyobb a Fe/Mn-arány a rendzinán termő növényekben [18, 35, 36, 37], mint a fakó erdőtalajokon, annak ellenére, hogy az utóbbin a vas nagy mozgékony-sága miatt a növények is több vasat vesznek fel. A SOMMER és SHIVE-féle teória korlátaira azonban már BURGHARDT [2] és TÖLGYESI [30, 31] korábban rámutatott. KABATA-PENDIAS a fent említett kísérletek talajainak hidrogén-fluoridos feltárásában Ca, Mg, Fe, Zn, Cu és Mo tekintetében a mészkövet, K, Na, Mn és B tekintetében pedig a gránitot találta gazdagabbnak. Ezen észleletei közül a molibdénnel kapcsolatos megállapításainak szenteltünk figyelmet, mivel a talaj hasonló vagy kisebb Mo-tartalma és az alacsony pH ellenére a gránit talajon nőtt olaszperje Mo-tartalma sokkal nagyobb. E jelenséggel igen nagy megdöbbenéssel találkoztunk az I/5-ös lelőhelyen. Itt pl. a tarka koronafűrt (*Coronilla varia*) 7,40, az édes csüdfű (*Astragalus glycyphyllus*) 2,80, a borzas zanót (*Cytisus hirsutus*) 2,40 ppm molibdént tartalmazott. A saját és munkatársaink [35, 36, 38] mérései, de általános felfogás szerint is a talaj-pH döntő, egyenesirányú kapcsolatban van a növény Mo-felvételével. Némi magyarázatul szolgál ezen „anomáliára” az a tény, hogy míg az I. csoportban az átlagos káliumkloridos pH 5,18, a sörházdombi talajoké (I/5) 6,63—6,91. Nem tartjuk lehetetlennek, hogy az alapkőzet helyenként nagyobb Mo-koncentrációja, melyet a savanyú kémhatás miatt az I. csoport növényei általában kevésbé hasznosítottak, ezen a csak mérsékelten savanyú lelőhelyen érvényesülni tudott. E jelenség intő példa a talajjavítások hatásainak megítélése szempontjából, hiszen ilyen módon az egyes savanyú talajok meszezésekor emberre és állatra egyaránt toxikus molibdénmennyiségek kerülhetnek a növényzetbe.

13. táblázat

**Homoki pimpó (*Potentilla arenaria* Borkh.) összetétele és talajainak 0,1 n sósavban oldható tápanyagai mészkőrűl és mészkedvelő sziklagyepekben**

(1) Vizsgálati anyag	K	Ca	P	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
	g/kg			mg/kg					
a) Barna erdőtalaj	1,000	4,200	0,140	200	720	357	18	3,3	0,03
b) Rendszínatalaj	0,260	12,400	0,020	320	2	53	0,5	0,02	0,05
c) <i>Potentilla arenaria</i> Borkh. barna erdőtalajon	13,800	11,900	2,100	280	526	87	26	5,2	0,25
d) <i>Potentilla arenaria</i> Borkh. rendzínán	8,000	14,600	0,880	340	600	45	40	6,3	0,72

A pH-hatás másik irányú kivételt eredményezett a II. sorozat II/4. termőhelyén. Ez egy savanyú kőzetkibúvásos terület. Káliumkloridos pH-ja 7,12, szemben ezen csoport 7,38 átlagértékével. Az itt vizsgált 6 növényfaj átlagos Mn-tartalma (215 ppm) a csekély pH-különbség ellenére mégis jóval nagyobb, mint a II. csoport növényeinek az átlaga (33 ppm):

<i>Dictamnus albus</i> L. — nagy ezerjófű	32 ppm Mn
<i>Genista germanica</i> L. — sváb rekettye	550 „
<i>Lathyrus niger</i> (L.) Bernh. — fekete lednek	116 „
<i>Silene vulgaris</i> (Mönch), Gärcke — hólyagos habszegfű	140 „
<i>Silene nutans</i> L. — kónya habszegfű	120 „
<i>Viscaria vulgaris</i> Bernh. — enyvecske	336 „

A gneiszre vonatkozó utalások híján az összetételében hozzá közelebb álló gránitot állítjuk szembe ANKE és munkatársainak [1] a lucernára vonatkozó munkáiból is (11. táblázat). A magnézium és a mangán kivételével minden ellentétes a mi észleleteinkkel. Ezeket, különösen a molibdén-, kálium-, kalciumtartalom tekintetében mért „fordított” különbségeket csakis a szántó-földi művelés és műtrágyázás hatásával tudjuk magyarázni.

A két- és háromszintű erdőtalajok növényzetének különbözősége a kálium-, kalcium-, foszfor és a mangántartalom tekintetében a legállandóbb. A 12. és a 13. táblázaton erre mutatunk be anyagunkból példákat. A 12. táblázaton négy-négy fásszárú, egymással jól összehasonlítható növényfaj, továbbá két-két, a termőhelyekre jellemző pázsitfűfaj szerepel. A vas, a mangán és a cink koncentrációja az előzőekhez hasonlóan fakó erdőtalajon nagyobb, de a réz mennyisége a talaj nagyfokú podzolosodása miatt kisebb, mint a soproni háromszintű talajok növényzetében. A 13. táblázaton tízszeres ismétlésben meghatározott [18] homoki pimpó és talajaik oldható tápanyagait állítjuk szembe a dolomiton kialakult rendzina, valamint az andeziten kialakult fakó erdőtalajon. Hét elem tekintetében a soproni anyagunkkal egyező irányú különbségeket észlelhetünk, míg a rendzina növényeinek nagyobb Zn- és Cu-tartalmát részint a II. sorozatunkénál nagyobb szervesanyag-tartalom-

mal magyarázhatjuk, melyhez az eltérő alapkőzet (dolomit — szemben lajta-mészkö) is hozzájárult.

Ezen dolgozat keretében nem tudjuk részletesen megbeszélni a humuszminőség és a mikroelemek közötti kapcsolat problémáit. Az akkumuláció és mozgékonyság hazai vizsgálatok szerint is (KERESZTÉNY, SIX et al. [13, 19]) szoros kapcsolatban van nem csupán a humusz mennyiségével, hanem annak kémiai szerkezetével is. Bár az ismertetett vizsgálataink alapján a szervesanyag-képződés és lebontás sajátos biokémiai körzetként jelenik meg a három- és kétszintű erdőtalajokon, az alapkőzetnek széles skáláján kell tovább tanulmányoznunk a kölcsönhatásokat. Modellkísérletben sokkal könnyebb lenne oki kapcsolatokra utalni, mint a természetben. A szervesanyaghatásnál pl. gyakran elhanyagolják, hogy az eltérő alapkőzet teljesen eltérő szervesanyagarányt produkál. Az ezáltal létrejövő bonyolult hatásra utal TÖLGYESI [26] megfigyelése, mely szerint az avar bomlási sebessége a lomb réz- és fehérjetartalmával egyenesen arányos. Ugyancsak bonyolítja az összefüggéseket az a tény, hogy a növényzet (különösen a fák) biológiai pumpa formájában fajoként más és más mennyiségű mikroelemet hoz fel az altalajból a felszínre.

A bemutatott példákon láthattuk, hogy az eltérő alapkőzet és a talajképző erők különbözősége olyan sajátos életfeltételeket hozott létre, mely alaposan indokolja a két- és háromszintű talajok vegetációjának különbségét. Ez a különbség legelősebben a csak korlátoltan előforduló (stenotop) fajok jelen- vagy távollétében nyilvánul meg. A geokémiai háttér különbözősége azonban a talajviszonyok iránt közömbösebb, kozmopolita növényfajok összetételében is számszerűen lemérhető. A talajfelszínen élő sajátos növényzet a sajátos szervesanyag-akkumulációja és a sajátos biológiai tápanyagakkumulációja következtében még jobban elkülöníti és tartósítja ezt az eredeti eltérést. Létrejön a biogeokémiai körzet, mely minden élőlény számára bizonyos értelemben korlátozott életfeltételeket biztosít. Az élőlények habitusa, morfológiája, egészsége és teljesítőképessége nem kis mértékben ezektől a faktoroktól függ. Ezt a hatást a mikrotápanyagokra nézve a jelen évtized kutatásai sok tekintetben fogják tisztázni.

### Összefoglalás

Sopron-környéki termőhelyeken 220 növényfajt képviselő 222 növény-minta és 22 feltalajminta 11 elemre történt vizsgálata alapján a szerzők a következő megállapításokat teszik:

1. A háromszintű, jobbára gneijszen kialakult savanyú erdőtalajokat alacsony kalciumtartalom és humuszstabilitási szám jellemzi. Felső rétegük a kalciumot és a magnéziumot kivéve minden elemből többet tartalmaz, mint a kétszintű erdőtalajoké. Ugyanezen két elem kivételével a mozgékony tápanyagformák koncentrációja is a háromszintű talajokban nagyobb.

2. A kétszintű talajok kalcium- és magnéziumtartalma, valamint humuszstabilitási száma nagyobb, mint a háromszintű talajoké. Az oldékony tápanyagformák közül különösen alacsony a vas koncentrációja.

3. A növényzet ásványianyag-tartalma csupán a nátrium és a kalcium tekintetében nagyobb a kétszintű talajokon. Az összes többi vizsgált elem (különösen az Mn, P és a K) a háromszintű talajok természetes növényzetében fordul elő nagyobb koncentrációban.



4. Az összefüggés-vizsgálatok szerint a humuszstabilitási szám és a növények mikroelemtartalma között a molibdén kivételével negatív összefüggés van. A talaj-növénykapcsolatokat esetünkben a Fe, Mn és Zn tekintetében a 0,1 normál sósavas kioldással is jelezni tudtuk. A talaj kémhatása a növény Mn- és Zn-tartalmával negatív, az Fe/Mn-aránnyal pozitív összefüggésben van. Pozitív korrelációt találtunk mindkét termőhely csoportban a K- és P-tartalom között, míg a K—Ca antagonizmust csak a háromszintű talajokban tudtuk kimutatni.

5. Az említett jellegzetességek két eltérő életteret képviselnek. A háromszintű talajok elsősorban acidofil és egyúttal manganofil növények optimális termőhelyei, míg a kétszintű erdőtalajokon elsősorban kalkofil növényfajok az uralkodók. A természetes növényzet e két biogeokémiai körzet különbségét sajátos szervesanyag képzésével és sajátos mikroelem-akkumulációjával is fokozza. Így a feltalaj humuszminősége és tápanyagtartalma az alapkőzet és a növényzet szoros kapcsolata révén alakul ki, és agrokémiai, valamint növényföldrajzi szempontból szoros egységet képez, egy-egy biogeokémiai körzetet.

### Irodalom

- [1] ANKE, M., SASUM, K., OLL, Ü. & GRAUPE, B.: Die Zusammensetzung der Luzerne auf Böden verschiedener geologischer Herkunft. Arch. f. Tierernährung. **12**. 93—108. 1962.
- [2] BURGHARDT, H.: Beiträge zum Eisen-Mangan-Antagonismus der Pflanzen. Flora. **143**. 1—30. 1956.
- [3] CSAPODY I.: A Sopron-környéki flóra elemeinek analízise. Soproni Szemle. **9**. 20—42. 1955.
- [4] CSAPODY I.: Die Waldgesellschaften des Soproner Berglandes. Acta Botanica Hungarica. **10**. 43—85 + XII. Tab. 1964.
- [5] CSAPODY I. & TÖLGYESI GY.: Két biokémiai körzetként felfogható növényföldrajzi táj jellemző növényfajainak tápanyag felvétele. Előkészületben.
- [6] CSEH E.-NÉ: Humuszminőség összehasonlítása optikai módszerrel közép- és nyugat-dunántúli talajokban. Agrokémia és Talajtan. **18**. 421—430. 1969.
- [7] GYÓRI D. & TÖLGYESI GY.: Vadontermő növények (*Trifolium repens*, *Galium mollugo*, *Achillea millefolium*) mikroelemtartalmát befolyásoló tényezők vizsgálata. Agrokémia és Talajtan. **17**. 77—90. 1968.
- [8] HORUSITZKY H.: Sopron vármegye északi részének föld- és talajtani arculata. Földtani Intézet Évi Jelentése. 101—107. 1925—1928.
- [9] KABATA-PENDIAS, A.: The occurrence and behaviour of trace elements in residual soils. Final report. Pulawy. 1—156. 1972.
- [10] KÁRPÁTI I., KÁRPÁTI I.-NÉ & TÖLGYESI GY.: Concentration changes of some chemical elements in the plant species of acidophyle and calcareous sand steppe swards. Acta Botanica Hungarica. **16**. 299—311. 1970.
- [11] KÁRPÁTI L.: Adatok Sopron környékének geomorfológiájához. Földr. Ért. **4**. 21—40. 1955.
- [12] KÁRPÁTI Z.: Die Florengrenzen in der Umgebung von Sopron und der Florendistrikt Laitaicum. Acta Botanica Hungarica. **2**. 281—307. 1956.
- [13] KERESZTÉNY B.: Talajtulajdonságok és mikroelem-tartalom összefüggései Kisalföldi talajokban. Kandidátusi értekezés. Mosonmagyaróvár. 1971.
- [14] KOVAL'SZKIJ, V. V.: The geochemical ecology of organism under conditions of varying contents of trace elements in environment. In: Mills, C. F.: Trace element metabolism in animals. Livingstone. Edinburgh & London. 1970. p. 385—397.
- [15] LOUNAMAA, J.: Trace elements in plants growing wild on different rocks in Finland. Ann. Bot. Soc. Vanamo. **29**. No 4. 1—196. 1956.
- [16] MARTENS, D. C.: Plant availability of extractable boron, copper and zinc as related to selected soil properties. Soil Science. **106**. 23—28. 1968.

- [17] MÁRKUS J. & TÖLGYESI GY.: A szarvasmarha ásványianyag ellátottságának ellenőrzése a kiürülő anyagok vizsgálatával. Magyar Állatorvosok Lapja. **26.** 33—40. 1972.
- [18] SIMON T. & TÖLGYESI GY.: Különböző termőhelyű *Potentilla arenaria* Borkh populációk és talajaik makro- és mikroelemtartalmának összehasonlító vizsgálata. Botanikai Közlemények. **55.** 267—272. 1968.
- [19] SIX L. & LUKÁCSY P.: Hanságmenti talajok összes cinktartalmának vizsgálata. Mosonmagyaróvári Mg. Tud. Kar Közleményei. **XIV.** No 3. 53—73. 1971.
- [20] SOMMER, J. J. & SHIVE, J. W.: The iron-manganese relation in plant metabolism. Plant Physiol. **17.** 582—602. 1942.
- [21] Soó, R.: Növényészövetkezetek Sopron környékéről. Acta Geobotanica Hungarica. **4.** 3—34. 1941.
- [22] Soó R.: A magyar flóra és vegetáció növényföldrajzi-rendszertani kézikönyve. I—IV. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1964—1972.
- [23] Soó R.: Aufzählung der Assoziationen der ungarischen Vegetation nach den neueren zönosystematisch-nomenklatorischen Ergebnissen. Acta Botanica Hungarica. **17.** 127—179. 1971.
- [24] STEFANOVITS P.: Magyarország talajai. 2. kiadás. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1963.
- [25] TAYLOR, S. R.: Geochem. Cosmochem. Acta. 1964. cit. in: Bowen, H. J. M.: Trace element in biochemistry. Academic Press. London & New York. 1966.
- [26] TÖLGYESI GY.: Néhány magyarországi lápon termett szálastakarmányok molibdéntartalmának takarmányozási vonatkozásai. Magyar Állatorvosok Lapja. **20.** 502—506. 1965.
- [27] TÖLGYESI GY.: Die Zusammensetzung des Grünfutters auf kalkhaltigen Moorböden. Jahrb. f. Tierernährung. **6.** 494—497. 1967/68.
- [28] TÖLGYESI GY.: A növények mikroelemtartalma és ennek mezőgazdasági vonatkozásai. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 1969.
- [29] TÖLGYESI GY.: Néhány magyarországi talajtípus természetes növényzetének sajátos mikroelem felvétele. OMF. témabeszámoló. Budapest. 1969.
- [30] TÖLGYESI GY.: A vas-mangán arány vizsgálata vadontermő és termesztett növényfajokban. Agrokémia és Talajtan. **18.** 289—298. 1969.
- [31] TÖLGYESI GY.: Examination of the iron manganese proportion in wild growing and cultivated plants. Acta Botanica Hungarica. **15.** 347—355. 1969.
- [32] TÖLGYESI GY.: A növények mikroelemtartalma és a fehérjetartalom közötti összefüggések vizsgálata. OMF. témabeszámoló. Budapest. 1970.
- [33] TÖLGYESI GY.: A növények mikroelemtartalmát befolyásoló belső és külső tényezők. Doktori értekezés. Előkészületben.
- [34] TÖLGYESI GY. & BENCZE L.: Élőhelyi és faji sajátosságok a gímszarvas (*Cervus elaphus* L.) makro- és mikroelem felvételében. Magyar Állatorvosok Lapja. **26.** 42—46. 1972.
- [35] TÖLGYESI GY., CSAPODY I. & BENCZE L.: Savanyú ösközeten és lajtamész alapközeten nőtt fás és lágyszárú növények hamuösszetevőinek vizsgálata. Agrokémia és Talajtan. **17.** 225—236. 1968.
- [36] TÖLGYESI GY., CSAPODY I. & BENCZE L.: On the ash components of ligneous and herbaceous plants grown on acidic primary rocks and on Laita-lime base rock. Acta Agronomica Hungarica. **19.** 293—304. 1970.
- [37] TÖLGYESI GY. & KAPOSÍ P.: Erdőtalajok tápanyagszolgáltató képességének vizsgálata télizöld meténg (*Vinca minor* L.) jelzőnövényvel. Előkészületben.
- [38] TÖLGYESI GY., KOZMA A. & KISS I. L.: Megfigyelések a lucerna mangán- és molibdénfelvételével kapcsolatban. Növénytermelés. **16.** 387—390. 1967.
- [39] TÖLGYESI GY. & KÁRPÁTI I., KÁRPÁTI I.-NÉ: Savanyú és meszes homokpuszták növényzetének makro- és mikro-tápanyagfelvétele. Agrokémia és Talajtan. **19.** 55—68. 1970.
- [40] TÖLGYESI GY. & MODOR V.: Adatok a szikes réteken és legelőkön termő növények makro- és mikroelemtartalmáról. Kísérleti Közlemények. **LVII. B.** 59—66. 1964.

Érkezett: 1972. augusztus 7.

## Nutrient Uptake of the Natural Vegetation of the Litomorphic Brown Forest Soils in the Sopron Region

GY. TÖLGYESI and I. CSAPODY

Department for Animalnutrition, Veterinary University, Budapest; Model Forest Farm, Sopron (Hungary)

### Summary

To complete our earlier investigations concerning ligneous plants, 222 plants were studied into 11 elements in Sopron-region sites. Beyond some main soil properties, we have analysed the hot perchloric acid soluble total, and the 0,1 n HCL-soluble „mobile” nutrient content of the soil. One group of the sites can be classified into „ABC”-forest soils developed on gneiss and mica schicht, whereas the other group was represented by the rendzina-soils formed on the Lajta-limestone. The collected and analysed plant species are typical representatives of these sites, and have been analysed in flowering, using the whole part over the soil surface.

The following statements have been made:

1. The three-layer (ABC) forest soils formed mostly on gneiss are characterized by the low calcium content and humus stability coefficient (extinction in sodium hydroxide solution (extinction in NaF solution). Their upper layer contains, except calcium and magnesium — from each element more than those of the two-layer forest soils. Except Ca and Mg the concentration of the mobile nutrient forms is also higher in the three-layer soils.

2. The calcium-, and magnesium content of the two-layer soils, as well as their humus stability coefficient is higher than those of the three-layer soils. From the soluble nutrient forms the concentration of iron is particularly low.

3. In the mineral composition of the vegetation, the sodium-, and calcium content is higher, the quantity of the other elements examined (particularly Mn, P, and K) in the natural vegetation of the two-layer soils.

4. According to the correlation-studies, there is a negative correlation between the microelement content of plants, and the humus stability coefficient of the soil, except molybdenum. The soil-plant relations, in our case, could be indicated with the analysis of hydric chloride solution  $y = 0,1$  n. There was a negative correlation between the soil reaction and the Mn and Zn content of plants and a positive correlation between the soil reaction and Fe/Mn ratio. Positive correlations have been found in both site groups between the K-, and P-contents, while the K—Ca-antagonism could only be detected in the three-layer soils.

5. The above-mentioned properties produce two very different biospheres. The three-layer soils are optimal for acidophile, and at the same time, manganophile plants, whereas the two-layer soils mainly favour the calciophile species. The natural vegetation only increases and fixes the differences caused by the parent material by its special organic matter production and nutrient accumulation. Thus, the humus quality and nutrient content of the upper soil layers has developed by means of the close relation between the parent material and the vegetation and from the point of view of agricultural chemistry and phytogeography, they form a special, biogeochemical coenoses.

*Table 1.* Hot concentrated perchloric acid, soluble nutrient content of the soils as well as some soil characteristics. (1) Soil type. *a)* Acid forest soil. *b)* Rendzina soils, *c)* Quotient. (2) Sample number. (3) Humus stability number. (4) Humus stability coefficient. (5) Humus, %. (6) Hydrolitic acidity. (7) Quantity of finer soil particles, %. \* = expresses that the higher value is the quotient of the lower one. \*\* Quotient of the hydrogen-ion concentrations.

*Table 2.* 0,1 n/hydrochloric acid soluble nutrient content of the soils in ppm. (1) Soil type. *a)* Acid forest soil. *b)* Rendzina soil. *c)* Quotient. (2) Sample number.

*Table 3.* Macro-, and microelement content of the plants. (1) Soil type. *a)* Acidic forest soil. *b)* Rendzina soil. *c)* Quotient. (3) Sample number.

*Table 4.* Average values of plant families occurring in higher species numbers collected in 1969—70, in the three-layer (h) and two-layer (k) soil-sites. (1) Family, species, number of site group. n. sz. = non significant.

*Table 5.* Composition of the same plant species on preponderantly three-layer (I. series.) and two-layer (II. series) soils. (1) Latin and Hungarian name of the plant. *a)* LSF (2) Site.

*Table 6.* Nutrient contents of plant species collected at two sites, detailed according to species. (1) Site and plant species.

*Table 7.* I. Correlation studies relating to the humus stability coefficient (Q) measured at 450 millimicron, the microelement content of the soils soluble in 0,1 n hydrochloric acid as well as the average microelement content of the vegetation on the soils. (1) Correlation. *a)* Q-soil iron. *b)* Q-soil manganese. *c)* Q-soil zinc. *d)* Q-soil copper. *e)* Q-plant iron. *f)* Q-plant manganese. *g)* Q-plant zinc. *h)* Q-plant copper.

II. Correlation studies concerning the group average of the vegetation in the Sopronregion and the 0,1 n hydrochloric acid soluble microelement content of the soils on the various sites as well as the pH of the soil measured in potassium chloride. (1) Correlation. *a)* Soil iron — plant iron. *b)* Soil manganese — plant manganese. *c)* Soil zinc — plant zinc. *d)* Soil copper — plant copper. *e)* Soil Fe/Mn ratio — plant Fe/Mn ratio. *f)* Soil Fe/Mn ratio — plant iron. *g)* Soil Fe/Mn ratio — plant manganese. *h)* Soil Fe/Mn ratio — plant copper. *i)* Soil pH-plant Fe/Mn ratio. *j)* Soil pH — plant manganese. *k)* Soil pH-plant iron. *l)* Soil pH-plant zinc.

*Table 8.* Spearman rank correlation ratios calculated from the average composition of the vegetation of the sites on two-, and three-layer soils. (1) Correlation ratio. (2) Three-layer soils, 10 sites, 92 species. (3) Two-layer soils, 15 sites, 130 species.

*Table 9.* Acidic rocks and limestone, the soil formed on them, and the microelement content of the ashes of plants produced on them in ppm. (1) Samples *a)* Acidic rock. *b)* Soil formed on acidic rock. *c)* Limestone. *d)* Soil formed on limestone. *e)* Plants on acidic soil. *f)* Plants on limestone soil. (2) Sample number.

*Table 10.* Mineral composition of *Lolium italicum* grown by Neubauer-method in the A<sub>1</sub>-layer of the soils formed on limestone and granite parent material, at second cutting. (1) Parent material. *a)* Limestone. *b)* Granite.

*Table 11.* Composition of alfalfa on soils formed on limestone and granite. (1) Parent material. *a)* Limestone. *b)* Granite.

*Table 12.* Microelement content of plants grown on dolomite, limestone rendzina soils, and brown forest soils, in ppm. (1) Soil type, site and plant species. *a)* Dolomite-limestone rendzina soil. Vértes Mountain and Buda Hills. *b)* Brown (three-layer) forest soil. Site: Kondorfa—Óriszentspéter.

*Table 13.* The mineral composition of *Potentilla arenaria* Borkh. and 0,1 n hydrochloric acid soluble nutrient content of the soil in calcophobe and calcophile rock plant communities. (1) Material. *a)* Brown forest soil. *b)* Rendzina soil. *c)* *Potentilla arenaria* Borkh. on brown forest soil. *d)* *Potentilla arenaria* Borkh. on rendzina soil.

*Figure 1.* Geobotanic districts of the Sopron-region according to Z. Kárpáti. *a)* Sampling sites. *b)* Flora borderlines. *c)* Country borders.

## Nährstoffaufnahme der natürlichen Pflanzendecke von lithomorphen Waldböden in der Umgebung von Sopron, sowie von Mittel- und Südosteuropäischen braunen Waldböden

GY. TÖLGYESI und I. CSAPODY

Universität für Tierheilkunde, Lehrstuhl für Fütterungslehre, Budapest und Staatliche Studienfortswirtschaft  
Sopron (Ungarn)

### Zusammenfassung

Um die früheren Untersuchungen bezüglich der holzartigen Pflanzen zu ergänzen wurden von westungarischen, in den Umgebung von Sopron liegenden Standorten 222 krautartige Pflanzenarten auf 11 Elemente analysiert. Ausser der Bestimmung einiger grundlegender Bodeneigenschaften wurde auch der in heisser Perchlorsäure lösliche („gesamte“) und der in 0,1 N Salzsäure bei Zimmertemperatur lösliche („mobile“) Nährstoffgehalt der Böden festgesetzt. Die eine Gruppe der Standorte kann zu den auf Gneiss und Glimmerschiefer entstandenen, überwiegend aus drei Horizonten bestehenden Waldböden eingereiht werden, die andere Gruppe gehört zu den auf Lajta-Kalkstein entstandenen Rendsina- und Skelettböden. Die analysierten Pflanzenarten waren typische Vertreter der natürlichen Vegetation der Standorte. Die Pflanzen wurden in der Blütezeit eingesammelt und ihr gesamter oberirdischer Teil zur Analyse verwendet. Die wesentlicheren Feststellungen sind:

1. Für die grösstenteil auf Gneiss entstandenen saueren Braunen Waldböden mit drei Horizonten ist neben dem niedrigen Ca-Gehalt auch eine geringe Humusstabilitätszahl (d. h. Extinktion des NaF-Auszuges: Extinktion des NaOH-Auszuges) charakteristisch. Ihr oberster Horizont enthält von allen Elementen — ausgenommen Kalzium und Magnesium — mehr, als derjenige der Waldböden mit zwei Horizonten. Die Konzentration der labilen Nährstoffformen — ausser Ca und Mg — ist auch in den Böden mit drei Horizonten grösser.

2. Der Ca- und Mg-Gehalt, sowie die Humusstabilitätszahl der Böden mit zwei Horizonten ist grösser, als im Falle der Böden mit drei Horizonten. Unter den löslichen Nährstoff-Formen ist besonders die Konzentration des Eisens recht niedrig.

3. Der Mineralstoffgehalt der Pflanzen weicht nur im Na- und Ca-Gehalt auf den zwei Bodenarten von einander ab, und zwar ist der Na- und Ca-Gehalt auf den Böden mit zwei Horizonten höher. Alle anderen untersuchten Elemente (insbesondere Mn, P und K) kommen in der natürlichen Pflanzendecke der Böden mit drei Horizonten in grösseren Konzentrationen vor.

4. Aufgrund der Korrelationsanalysen konnte festgestellt werden, dass zwischen der Humusstabilitätszahl und dem Mikroelementengehalt der Pflanzen — das Mo ausgenommen — eine negative Korrelation besteht. Der Zusammenhang zwischen Boden und Pflanze konnte in diesem Fall bei Fe, Mn und Zn auch mit der 0,1 N HCl-Extraktion gekennzeichnet werden. Zwischen dem Boden-pH und dem Mn- und Zn-Gehalt der Pflanze besteht eine negative, zwischen dem Boden-pH und dem Fe/Mn-Verhältnis eine positive Korrelation. Im Falle beider Standortgruppen bestand eine positive Korrelation zwischen dem K- und P-Gehalt, den K—Ca-Antagonismus konnten wir nur in der Gruppe der Böden mit drei Horizonten nachweisen.

5. Als Ergebnis der erwähnten Eigenschaften ist eine für die zwei stark entgegengesetzten Standorte charakteristische Vegetation entstanden. Die Böden mit drei Horizonten sind optimale Standorte für azidophile, und zur gleichen Zeit manganophile Pflanzen während diejenigen mit zwei Horizonten in erster Linie von den kalkophilen Pflanzenarten bevorzugt werden. Die als Folge des Grundgesteins entstandenen Unterschiede werden durch die eigenartige Bildung des organischen Stoffes und die eigenartige Nährstoffakkumulation der natürlichen Pflanzendecke nur noch gesteigert und festgelegt. Deshalb entwickelt sich die Humusqualität und der Nährstoffgehalt der obersten Bodenschicht als Folge des engen Zusammenhanges zwischen Grundgestein und Pflanzendecke, und bildet aus agrochemischem, sowie aus pflanzengeographischem Gesichtspunkt aus betrachtet eine Einheit, je Standort einen biogeochemischen Kreis.

*Tab. 1.* In heisser, konzentrierter Perchlorsäure löslicher Nährstoffgehalt der Böden und einige Analysenangaben (1) Bodentyp. *a)* Saurer Waldboden. *b)* Rendsina- und Skelettboden. *c)* Quotient. (2) Anzahl der Proben. (3) Humusstabilitätszahl. (4) Humusstabilitätskoeffizient. (5) Humus, %. (6) Hydrolitische Azidität. (7) Abschlammbare Teilchen, %. \* = die grössere Zahl wurde durch die kleinere dividiert. \*\* = Quotient der Wasserstoffionenkonzentrationen.

*Tab. 2.* In 0,1 N Salzsäure, bei Zimmertemperatur lösliche Nährstoffe des Bodens, in ppm. (1) Bodentyp. *a)* Saurer Waldboden. *b)* Rendsina- und Skelettboden. *c)* Quotient. (2) Anzahl der Proben.

*Tab. 3.* Makro- und Mikroelementengehalt der Pflanzen. (1) Bodentyp. *a)* Saurer Waldboden. *b)* Rendsina- und Skelettboden. *c)* Quotient. (2) Anzahl der Proben.

*Tab. 4.* Durchschnittswerte der im Laufe der Probenahme in den Jahren 1969—70 mit grösserer Sortenzahl vorkommenden Pflanzenfamilien auf Böden mit drei (h) und mit zwei (k) Horizonten. (1) Familie, Sortenzahl, Standort-Gruppe. n. sz. = statistisch nicht gesichert.

*Tab. 5.* Zusammensetzung derselben pflanzenarten im Falle von Böden mit überwiegend drei Horizonten (I. Serie), sowie zwei Horizonten (II. Serie). (1) Lateinischer und ungarischer Name der Pflanzen. *a)* Grenzdifferenz. (2) Standort.

*Tab. 6.* Nährstoffgehalt der von den zwei Standorten stammenden Pflanzensorten je Sorte angeführt. (1) Standort und Pflanzensorte.

*Tab. 7.* I. Korrelationsanalyse zwischen der Humusstabilitätszahl (bei 450 m $\mu$  gemessen) der Böden der Umgebung von Sopron und den 0,1 N HCl-löslichen Mikro-nährstoffgehalt der Böden, sowie dem durchschnittlichen Mikronährstoffgehalt der auf diesen Böden gewachsenen Pflanzen. (1) Korrelation. *a)* Q — Eisengehalt des Bodens. *b)* Q — Manganengehalt des Bodens. *c)* Q — Zinkgehalt des Bodens. *d)* Q — Kupfergehalt des Bodens. *e)* Q — Eisengehalt der Pflanzen. *f)* Q — Manganengehalt der Pflanzen. *g)* Q — Zinkgehalt der Pflanzen. *h)* Q — Kupfergehalt der Pflanzen.



II. Korrelationsanalyse zwischen den Gruppenmittelwerten der Pflanzen der Standorte in der Umgebung von Sopron und dem in 0,1 N HCl-löslichen Mikronährstoffgehalt der Standorte, sowie dem pH—KCl-Wert der Böden. (1) Korrelation. *a*) Eisen-gehalt des Bodens und der Pflanze. *b*) Mangengehalt des Bodens und der Pflanze. *c*) Zink-gehalt des Bodens und der Pflanze. *d*) Kupfergehalt des Bodens und der Pflanze. *e*) Fe : Mn-Verhältnis im Boden und in der Pflanze. *f*) Fe : Mn-Verhältnis im Boden und Eisengehalt der Pflanze. *g*) Fe : Mn-Verhältnis im Boden und Mangengehalt der Pflanze. *h*) Fe : Mn-Verhältnis im Boden und Kupfergehalt der Pflanze. *i*) Boden-pH und Fe : Mn-Verhältnis in der Pflanze. *j*) Boden-pH und Mangengehalt der Pflanze. *k*) Boden-pH und Eisengehalt der Pflanze. *l*) Boden-pH und Zinkgehalt der Pflanze.

*Tab. 8.* Aus der durchschnittlichen Zusammensetzung der Pflanzendecke der einzelnen Standorte berechneten Spearman'schen Rangkorrelationen im Falle der Böden mit zwei und drei Horizonten. (1) Korrelation. (2) Böden mit drei Horizonten, 10 Standorte, 92 Pflanzen. (3) Böden mit zwei Horizonten, 15 Standorte, 130 Pflanzen.

*Tab. 9.* Mikroelementengehalt des sauren Gesteines und des Kalksteines, der auf diesem Gestein entstandenen Böden, sowie der Asche der auf diesen Böden gewachsenen Pflanzen, in ppm. (1) Art der Proben. *a*) Saueres Gestein. *b*) Boden auf saurem Gestein. *c*) Kalkstein. *d*) Boden auf Kalkstein. *e*) Pflanzen auf saurem Boden. *f*) Pflanzen auf Kalksteinboden. (2) Anzahl der Proben.

*Tab. 10.* Zusammensetzung von *L. multiflorum* Lam. (welschem Weidelgras) nach dem zweiten Schnitt, in einem Neubauer-Versuch mit dem A<sub>1</sub>-Horizont von auf Kalkstein und Granit entstandenem Boden. (1) Grundgestein. *a*) Kalkstein. *b*) Granit.

*Tab. 11.* Zusammensetzung von Luzerne auf Kalkstein und Granit entstandenem Böden. (1) Grundgestein. *a*) Kalkstein. *b*) Granit.

*Tab. 12.* Mikroelementengehalt von auf Dolomit-Kalkstein Skelettböden, sowie auf braunen Waldböden gewachsenen Pflanzen, in ppm. (1) Bodentyp, Standort und Pflanzensorte. *a*) Dolomit-Kalkstein Skelettboden. Vértes und Gebirge um Buda. *b*) Brauner Waldboden (mit drei Horizonten), Kondorfa—Óriszentpéter.

*Tab. 13.* Zusammensetzung von *Potentilla arenaria* Borkh. und der 0,1 N lösliche Nährstoffgehalt der Böden im Falle von acidophilen und kalkophilen Felsenpflanzen. (1) Benennung der Proben. *a*) Brauner Waldboden. *b*) Rendsina Boden. *c*) *Potentilla arenaria* Borkh. auf braunem Waldboden. *d*) *Potentilla arenaria* Borkh. auf Rendsina-Boden.

*Abb. 1.* Pflanzengeographische Einteilung der Umgebung von Sopron nach Z. Kárpáti. *a*) Standorte. *b*) Grenzlinien der Pflanzenflora. *c*) Landesgrenze.

## Усвоение питательных элементов естественной растительностью на средне- и южноевропейских бурых лесных почвах, на рендзинах и скелетных почвах, образованных на различных горных породах в окрестностях Шопрона

ДЬ. ТЕЛЬДЕШ и И. ЧАПОДИ

Кафедра кормоводства Ветеринарного Университета, Будапешт и Опытное лесничество, Шопрон (Венгрия)

### Резюме

Для дополнения наших ранних работ в отношении древесной растительности, исследовали содержание одиннадцати питательных элементов в 222 видах травянистых растений, обитающих в окрестностях города Шопрона. Наряду с определением некоторых основных свойств почвы, определили содержание в почве питательных элементов, растворимых в кипящей перхлорной кислоте («общее») и в 0,1 н. соляной кислоте при комнатной температуре («подвижный»). Первая группа местообитаний может быть в основном отнесена к бурым лесным почвам с тремя горизонтами, образованным на гнейсах и слюдяных сланцах, а вторая группа представлена рендзинами и скелетными почвами, образованными на известняках Лейта. Собранные и анализированные виды растений являются типичными представителями естественной растительности данной территории, у которых оценивалась вся надземная часть, собранная в стадии цветения. Данные исследований позволили сделать следующие заключения:



1. Для кислых бурых лесных почв с тремя горизонтами, образованных на гнейсах, наряду с незначительным содержанием кальция характерно низкое число стабильности гумуса (Экстинкция фтористо натрийной вытяжки: экстинкция гидроксидонатриевой вытяжки). Их верхние горизонты содержат больше элементов, за исключением кальция и магния, чем двухслойные бурые лесные почвы. Концентрация подвижных форм питательных элементов, также за исключением двух указанных элементов, выше в трехслойных бурых лесных почвах.

2. Содержание кальция и магния, а также число стабильности гумуса выше у двухслойных почв. Среди растворимых форм питательных элементов особенно низка концентрация железа.

3. Из минеральных веществ только содержание натрия и кальция выше в растениях на двухслойных почвах. Концентрация всех других определенных элементов (особенно марганца, фосфора и калия) была выше в растениях обитающих на трехслойных почвах.

4. Анализ зависимости показал, что между числом стабильности гумуса и содержанием микроэлементов в растениях, за исключением молибдена, имеется отрицательная зависимость. В случае взаимосвязи почва-растение мы могли показать это для железа, марганца и цинка при растворении 0.1 н. соляной кислотой. Реакция среды почвы находится в отрицательной зависимости с содержанием в растениях марганца и цинка и в положительной зависимости с отношением железо/марганец. Положительную корреляцию наблюдали на обоих местах обитания между содержанием калия и фосфора, в то же время антагонизм K—Ca могли показать только в группе почв с тремя слоями.

5. Упомянутые свойства создают вегетацию два различных типа. Трехслойные почвы являются местом обитания, в первую очередь, растений ацидофилов вместе с ними марганофилов, а двухслойные — калкофилов. Естественная растительность своеобразным синтезом органического вещества и накоплением питательных элементов только увеличивает и закрепляет различия, причиной которых являются горные породы. Так качественные свойства гумуса в верхних слоях почвы и содержание питательных элементов формировались под влиянием основных горных пород в тесной связи с растительностью и так с агрономической точки зрения и с точки зрения географии растений представляют единое целое, то есть один-один биогеохимический район.

*Табл. 1.* Питательные вещества почвы растворимые в кипящей концентрированной перхлорной кислоте, а также данные некоторых основных анализов почвы. (1) Характерный почвенный тип. *a)* Кислая лесная почва. *b)* Рендзина и скелетная почва. *c)* Частное. (2) Номер образца. (3) Число стабильности гумуса. (4) Коэффициент стабильности гумуса. (5) Гумус, %. (6) Гидролитическая кислотность. (7) Илистая фракция, %. \* = обозначает, что большая величина является частным малой. \*\* = частное концентрации водородных ионов.

*Табл. 2.* Питательные элементы в почве растворимые в 0,1 н соляной кислоте при комнатной температуре, в мг/кг. (1) Характерный почвенный тип. *a)* Кислая лесная почва. *b)* Рендзина и скелетная почва. *c)* Частное. (2) Номер образца.

*Табл. 3.* Содержание в растениях макро- и микроэлементов. (1) Характерный почвенный тип. *a)* Кислая лесная почва. *b)* Рендзина и скелетная почва. *c)* Частное. (2) Номер образца.

*Табл. 4.* Среднее из растительных семейств с большим числом видов, собранных в 1969—1970 г на местообитаниях с трехслойными (h) и двухслойными (k) почвами. (1) Семейство, число видов, группа местообитаний. n. sz. = не достоверно.

*Табл. 5.* Тот же видовой состав растений в большинстве случаев на трехслойной (I. серия) и двухслойной (II. серия) почвах. (1) Латинское и венгерское название растений. *a)* Достоверная разница. (2) Местообитания.

*Табл. 6.* Содержание питательных элементов в растениях по отдельным видам, собранных с двух мест обитания. (1) Местообитания и вид растения.

*Табл. 7.* 1. Изучение зависимости между коэффициентом стабильности гумуса (Q) измеренного при 450 миллимикронах в почвах из окрестности Шопрона, содержанием микроэлементов в почве, растворимых в 0,1 н. соляной кислоте и средним содержанием микроэлементов в растениях обитающих на этих почвах. (1) Связь. *a)* Q — железо почвы. *b)* Q — марганец почвы. *c)* Q — цинк почвы. *d)* Q — медь почвы. *e)* Q — железо в растении. *f)* Q — марганец в растении. *g)* Q — цинк в растении. *h)* Q — медь в растении.

II. Анализа зависимости между содержанием микроэлементов растворимых в 0,1 н. соляной кислоте в среднем по растительным ассоциациям и в почвах местообитаний, а также величинной pH в калюмхлоридной вытяжке. (1) Связь. *a)* Железо почвы — железо растения. *b)* Марганец почвы — марганец растения. *c)* Цинк почвы — цинк растения. *d)* Медь почвы — медь растения. *e)* Соотношение железа и марганца в почве — соотношение железа и марганца в растении. *f)* Соотношение в почве железа и марганца — железо в рас-

тении. *g*) Соотношение в почве железа и марганца — марганец в растении. *h*) Соотношение в почве железа и марганца — медь в растении. *i*) рН почвы — соотношение железа и марганца в растении. *j*) рН почвы — марганец в растении. *k*) рН почвы — железо в растении. *l*) рН почвы — цинк в растении.

*Табл. 8.* Связь ранговых корреляций, рассчитанная по Шпеерман из среднего состава растительного покрова на местах обитания в группах почв с тремя и двумя слоями. (1) Связь. (2) Трехслойные почвы, 10 местообитаний, 92 растений. (3) Двухслойные почвы, 15 местообитаний, 130 растений.

*Табл. 9.* Содержание микроэлементов в мг/кг в почвах, образованных на кислых породах и известняках и в золе растений, обитающих на этих почвах. (1) Название образца *a*) Кислая горная порода. *b*) Почва образованная на кислой горной породе. *c*) Известняк. *d*) Почва образованная на известняках. *e*) Растения на кислых почвах. *f*) Растения на почвах, образованных на известняках. (2) Номер образца.

*Табл. 10.* Химический состав мятника итальянского, выращенного по методу Нейбауэра на горизонте  $A_1$  почв, образованных на известняках и гранитах. (второй укос). (1) Горные породы. *a*) Известняк. *b*) Гранит.

*Табл. 11.* Химический состав люцерны, выросшей на почвах, образованных на известняке и граните. (1) Горные породы. *a*) Известняк. *b*) Гранит.

*Табл. 12.* Содержание микроэлементов в мг/кг в растениях выросших на бурых лесных почвах, а также на скелетных почвах, образованных на доломите и известняках. (1) Тип почвы, местообитание и вид растения. *a*) Скелетная почва, образованная на доломите-известняке. Горы Вертеш и Будийские. *b*) Бурая (трехслойная) лесная почва. Кондорфа—Эрисентпетер.

*Табл. 13.* Химический состав лапчатки песчаной (*Potentilla arenaria* Borkh), и содержание питательных элементов растворимых в 0,1 н. соляной кислоте в почвах под скальной дернины. (1) Изучаемый материал. *a*) Бурая лесная почва. *b*) Рендзина. *c*) Лапчатка песчаная на бурых лесных почвах. *d*) Лапчатка песчаная на рендзинах.

*Рис. 1.* География растений в окрестностях Шопрона по З. Карпати. *a*) Место взятия образцов. *b*) Границы флористических ассоциаций, *c*) Государственная граница.