

Bazidiumos nagygombák, valamint magvas növények ásványianyag-tartalmának összehasonlító vizsgálata

TÖLGYESI GYÖRGY és VASS ANNA

Állatorvostudományi Egyetem, Budapest és Janus Pannonius Múzeum, Pécs

A nagygombák iránti érdeklődés a szakirodalom erre vonatkozó közleményeinek számából ítélve megnövekedett a hetvenes években. A gombák fejlődéstani szempontok szerint való rendszerezése megerősítette azt a sokszor korábban is hangoztatott feltevést, miszerint az élőlények ezen csoportja mind a növényvilágtól, mind az állatvilágtól annyira különbözik, hogy külön történő tárgyalása indokolt. A sok érv közül a legdöntőbbnek tartják a gombák sajátos ivaros folyamatát, kromoszómaszámuk alakulását, táplálkozásukat, sejtjeik alakját és felépítését [4]. A gyakorlati szempontokban első helyet kap a gombák nagy fehérjetartalma és egységnyi területről elérhető nagy produkciója. SZABÓ [13] összeállításából kitűnik, hogy a marhahús termelése ezerszer akkora, a halhús termelése pedig mintegy 115-ször akkor területet igényel azonos fehérjehozamok esetén. Hazánkban is megelégnék a vizsgálatok közül a legérdekesebbek azok, melyekben gyakorlati és elméleti kérdéseket összekapcsolva kutatnak [14]. Mivel ugyanezen időszakban megnövekedtek a mikroelemek és az ultramikroelemek elemzési lehetőségei, a gombákkal kapcsolatban megszorodtak az aggodalmat keltő közlések is. Leginkább a higanytartalmat kifogásolták [5, 7, 10], de háztartási szemétből készített kompoziton más nehézfémek dúsulását is megfigyelték [1]. Mivel hazánkban a nagygombák több fajra és több mikroelemre kiterjedő bemutatása az 1978-ban tartott előadásunk rövid kivonatára [18] korlátozódik, szükségesnek láttuk anyagunkat hozzáférhetővé tenni. A csiperkegombáról LINDNER [6], négy ehető gombafajról pedig MURÁNYI [8] közölt adatokat.

Vizsgálati anyag és módszer

Vizsgálati anyagunk Dél- és Délnyugat-Dunántúlról származik. A Barcsi Ósborókás területén tölgyes (*Quercus robur-Carpinetum*), tölgyes-nyíres (*Quercetum robur-cerris betuletosum*), erdei fenyves (*Pinetum silvestris = Pino-Quercetum*) és nyíres-borókás (*Junipero-Betuletum nardetosum*) társulásokból 30 gombát, valamint 17 magvas (virágos) növényt gyűjtöttünk 1977 őszén. Az Őrség területéről gyertyános tölgyes (*Querceto-Carpinetum*), erdei fenyves (*Pino-Quercetum*), savanyú talajú

bükkös (*Luzulo-Fagetum*) és tölgyes-nyíres (*Querceto-Betuletum*) társulásokból 9 gombamintát és 20 magasabb rendű növény mintáját gyűjtöttük be. A gombák 34 fajt képviselnek, nomenklatúrájukban a legújabb kutatási eredményeket vettük figyelembe [17].

Mind a nyolc termőhelyen a feltalajból mintát vettünk, és azt az összes tápanyagra (perklórsavas kioldás), valamint a sósavas (0,1 normál HCl) és az ammóniumlaktátos módszerrel a mozgékony tápanyagokra megelemeztük. Az analitikai eljárásokra korábbi közleményünkben [18] utalunk.

Vizsgálati eredmények

A talajok tápanyagkészlete és az elemek mozgékony formáinak koncentrációja a savanyú kémhatású erdőtalajokra jellemző érték (1. táblázat). A pH (CaCl_2) legtöbbször 4 körüli, a Hargitai szerint mért, humuszminőségre jellemző humuszstabilitási szám (Q) 0,3—0,4, nyers, kalciummal nem telített humuszra vall. A Barcsi Ősborókás talaja homokos, ennek megfelelően a tápanyagkészlet rendkívül kicsiny, bár a mozgékony elem-formákban a viszonylag jó oldékonyság miatt ez nem olyan mértékben tükröződik. Az őrségi mintaterületek agyagos talajaiban nagyobb az elemek koncentrációja, de így is a kálium és a mangán kivételével alatta marad a mezőségi talajokon megállapított koncentrációknak.

A gombák ásványianyag-tartalmának (2. táblázat) ismertetését célszerűen az ugyanott élő magasabb rendű növények adataival összehasonlítva (3. táblázat) vizsgálhatjuk. A barcsi és az őrségi talajok kötöttségének és tápanyagtartalmának jelentős eltérése ellenére a növényzet összetételében alig van különbség. Legjellemzőbb értékük a mangán-molibdén hányados, mely eléri a 20 000 számértéket. Mezőségi

1. táblázat

A talajminták elemi összetételének átlaga különböző kioldásokból

(1) Mintavétel helye	K	Ca	P	Mg	Na	Al	Fe	Mn	Zn	Cu
mg/kg										
A. Perklórsavas kioldásból										
Barcsi Ősborókás	420	800	140	2 190	116	15 900	3 210	211	13	1,48
Őrség	5 636	1 400	290	7 010	512	73 100	19 300	1 037	56	7,26
B. Sósavas kioldásból										
Barcsi Ősborókás	36,3	200	21,3	—	9,4	832	114	53	1,3	0,43
Őrség	76,3	650	21,4	—	16,8	1 748	447	274	6,5	1,50
C. AL kioldásból										
Barcsi Ősborókás	20	100	24,2	66	40	409	393	46	1,4	0,07
Őrség	51,3	490	11,7	192	70	761	527	367	4,4	0,08

talajokon a növényekben a mangán-molibdén hányados csak 100 körüli érték, rétláptalajokon pedig mindössze 20 körüli. Mikroelemek vonatkozásában a Mn/Mo hányados emelkedése mindig a savanyodás és kilugzódás, a kalciumhiány kísérője. Ezen a talajon élő nagygombák tápanyagfelvételét abban a sorrendben fogjuk elemenként bemutatni, mely sorrendben azok a virágos növényekben egyre csökkenő koncentrációban szerepelnek.

Az átlagos 31,7 g/kg káliumtartalom három-négyszerese a környezet főképpen fászfárú növényeiben észlelteknak, eléri az intenzív kertészeti kultúrákban mért koncentrációkat. Kemotaxonómiai jellegzetesség az *Amanitaceae* család kiemelkedő káliumtartalma: $40,3 \pm 8,4$ g/kg. Ezzel szemben a *Polyporaceae* család begyűjtött képviselői (*Coltricia* és *Piptoporus*) csak $13,4 \pm 1,1$ g/kg káliumot vesznek fel (4. táblázat).

Míg a magasabb rendű növények a kalciumszegény talajból is felvették a rendszertani helyzetüknek megfelelő mennyiségű kalciumot, a gombákra ezen mennyiség harmincad-ötvenedrésze a jellemző: 0,23 g/kg. A szélső értékek a virágos fajok esetében a Középrigócon gyűjtött kékerperje (2,0 g/kg) és az Őrségben gyűjtött gyertyánhajítás (22,0 g/kg) voltak, míg a gombák Ca-tartalma 0,05 g/kg (*Leccinium testaceoscabrum*) és 0,85 g/kg (*Laccaria amethystina*) között helyezkedett el.

A kifejezetten foszforszegény talajon (AL-oldható foszfor 12—24 ppm!) a gombák 3,8 g/kg foszfort építettek be szervezetükbe. Ez az érték csupán 21,9%-os variációs együtthatóval jellemezhető, így a vizsgált elemek közül a legkisebb ingadozásnak van kitéve. A magasabb rendű fajokban az ebtíppan (*Agrostis canina*) 0,83 g/kg és az erdei gyopár (*Gnaphalium silvaticum*) 3,50 g/kg képviseli a szélső értékeket.

Kéntartalom tekintetében a gombák nagyjából a magyar növénytakaró átlagát képviselik (2,46 g/kg), míg a virágos fajok ennél valamivel kisebb kénkoncentrációjúak. A csekély mintaszám ellenére elkülöníthető a *Scleroderma* ($4,24 \pm 0,49$), a *Russula* ($2,17 \pm 0,11$) és a *Tricholoma* ($1,57 \pm 0,31$) nemzetség. A virágos növényfajok kénkoncentrációja több esetben az agrokémiai, vadtakarmányozási szempontokból megkövetelt színvonal alatt van. A legtöbb ként a szálkás pajzsika (*Dryopteris carthusiana*) tartalmazta: 3,86 g/kg.

Az ország magnéziumban legszegényebb tájaira jellemző a barcsi mintaterület, ahol a virágos növények csupán 0,96 gramm magnéziumot tartalmaztak 1 kg száraz anyagban. Az Őrségben ennek mintegy a másfélszeresét, míg a gombák átlagosan 0,57 g/kg-ot. Ez utóbbi érték ingadozása a foszforhoz hasonlóan csekély, csupán 27,8%.

A nátrium akár a mikroelemek közé lenne sorolható alacsony koncentrációja következtében, mely a virágos növényekben még az alumínium, a vas és a mangán mennyiségénél is kisebb. A nátrium koncentrációjának szórása a barcsi magasabb rendű növényekben a legkisebb (27,9%), az itt mért átlagos 59 ppm-es nátriumtartalom országos Na-minimumnak is tekinthető. A gombák Na-tartalma valamivel nagyobb, 0,246 g/kg. A mért értékek 0,010 és 1,920 g/kg között helyezkednek el, ezen elemnél állapítottuk meg a fajok közti legnagyobb szórását, 148,9%-ot.

A nagymennyiségű oldható alumínium jelenléte ellenére a növényzet keveset akkumulál, a gombák 122 ppm-et, a virágos növények valamivel 300 ppm felett. A több mintával képviselt nemzetségek közül az *Amanita* 164 ± 63 ppm, a *Clytocybe* 75 ± 25 ppm alumíniumtartalmával szignifikánsan különbözik. A magvas növények

2. táblázat
A Barsi Ósborókás védett területéről és az Őrségből származó gombaminták elemi összetétele

(1) Gombafajok és erdőtypus	g/kg					mg/kg					Mo		
	K	Ca	P	S	Mg	Na	Al	Fe	Mn	Zn		B	Cu
Középrigóc													
<i>Scleroderma citrina</i>	30,6	0,08	3,7	3,69	0,37	0,030	82	38	8	400	0,95	17,7	0,39
<i>Amanita phalloides</i>	48,0	0,25	4,2	3,41	0,65	0,280	244	200	36	52	1,3	43,7	0,42
<i>Russula vesca</i>	33,6	0,12	3,7	2,07	0,44	0,010	136	67	24	240	2,1	49,3	0,05
<i>Amanita phalloides</i>	48,3	0,23	3,7	2,83	0,52	0,460	193	176	23	360	—	24,0	—
<i>Paxillus involutus</i>	45,0	0,06	4,8	1,53	0,65	0,340	77	55	16	188	16,2	50,7	0,09
<i>Xerocomus subtomentosus</i>	31,2	0,14	3,8	2,19	0,15	0,136	256	85	7	76	—	13,7	—
<i>Citocybe clavipes</i>	30,0	0,31	4,8	3,05	0,70	0,128	87	136	80	158	5,0	104,0	0,88
<i>Amanita citrina</i>	33,6	0,21	3,9	2,58	0,59	0,060	174	204	29	180	5,2	17,7	0,18
<i>A. rubescens</i>	47,5	0,18	4,5	2,34	0,67	0,260	190	138	19	150	4,0	36,6	0,06
<i>Leccinum testaceoscabrum</i>	24,0	0,05	3,9	5,05	0,49	0,380	106	69	9	66	0,95	43,2	0,29
<i>Citocybe gibba</i>	26,1	0,73	4,7	4,00	0,76	0,100	112	233	50	120	3,2	59,2	0,30
<i>C. nebularis</i>	34,0	0,06	5,0	2,63	0,70	0,058	58	124	38	110	4,4	49,8	0,53
<i>Tricholoma sulphureum</i>	44,3	0,31	4,8	1,88	0,54	0,066	180	122	73	157	—	35,7	—
<i>Amanita muscaria</i>	31,5	0,11	3,8	1,76	0,48	0,320	66	71	22	160	1,1	31,9	0,01
<i>Russula aeruginea</i>	43,2	0,30	4,4	2,29	0,71	0,086	206	154	43	152	5,7	36,4	0,03
<i>Paxillus atrotomentosus</i>	15,6	0,22	3,4	1,34	0,64	0,240	71	58	27	46	1,7	6,3	0,19
<i>Hypoholoma fasciculare</i>	27,0	0,17	4,0	1,53	0,58	0,380	114	261	31	104	0,95	27,2	0,21
<i>Gyroporus cyanescens</i>	31,8	0,09	2,6	2,27	0,50	0,032	76	525	8	34	4,2	19,7	0,01
<i>Xerocomus parasiticus</i>	26,3	0,15	3,5	3,64	0,15	0,080	157	569	7	50	—	3,5	—

<i>Piptoporus betulinus</i>	12,6	0,53	1,4	0,63	0,56	0,034	99	329	11	340	1,5	1,7	0,01
<i>Coltricia perennis</i>	14,4	0,30	3,5	2,63	0,63	0,092	108	159	42	230	1,9	42,3	0,10
<i>Suillus luteus</i>	34,6	0,27	4,3	1,85	0,76	0,198	99	175	45	122	—	16,9	—
<i>Laccaria laccata</i>	33,0	0,28	3,0	1,06	0,63	0,174	54	78	35	68	2,1	34,0	0,01
<i>Tricholoma flavovirens</i>	30,0	0,15	2,8	1,56	0,56	1,030	145	117	24	198	2,7	17,1	0,04
<i>Clitocybe clavipes</i>	25,8	0,18	4,5	3,58	0,60	0,120	47	93	37	56	14,3	84,7	0,55
<i>Laccaria amethystina</i>	31,7	0,85	5,7	1,62	0,35	0,115	360	186	88	92	—	70,5	—
<i>Gymnopilus liquiritiae</i>	31,0	0,30	3,5	1,78	0,70	0,040	138	85	50	46	—	17,1	—
<i>Scleroderma citrina</i>	26,1	0,11	3,8	4,47	0,43	0,100	97	42	10	300	1,5	15,8	0,13
Darány													
<i>Hypholoma fasciculare</i>	33,0	0,30	3,5	3,17	0,56	0,020	87	195	14	70	1,3	24,0	0,12
<i>Scleroderma citrina</i>	12,3	0,07	1,8	4,56	0,33	0,044	70	21	6	250	2,9	5,6	0,06
Örség													
<i>Clitocybe nebularis</i>	29,7	0,14	4,5	2,52	0,68	0,078	71	141	40	250	36,0	59,6	0,42
<i>Amanita caesarea</i>	32,7	0,30	4,0	2,53	0,73	1,920	117	127	80	120	13,7	54,5	0,08
<i>Russula foetens</i>	47,2	0,26	3,3	2,15	0,77	0,086	161	293	64	78	51,0	64,0	0,14
<i>Tricholoma rutilans</i>	27,6	0,12	3,4	1,26	0,53	0,400	45	177	18	66	18,7	34,0	0,04
<i>Stropharia aeruginosa</i>	31,0	0,25	4,0	1,90	0,71	1,100	124	187	65	178	25,6	21,8	0,75
<i>Gomphidius rutilus</i>	42,7	0,24	4,1	1,49	0,56	0,480	136	86	35	85	—	8,4	—
<i>Lepista nuda</i>	21,0	0,21	4,6	3,10	0,85	0,036	53	155	160	140	9,5	137,0	1,41
<i>Lactarius vellereus</i>	31,0	0,11	3,0	1,41	0,42	0,078	83	61	7	70	17,3	55,5	0,08
<i>Clavaria flava</i>	39,0	0,08	3,2	2,61	0,48	0,026	79	64	83	120	13,7	16,9	0,01

t: tölgyes; ny-t: nyíres—tölgyes; e-f: erdei fenyves; ny-b: nyíres—borókás; b: bükkös; gy-t: gyertyános—tölgyes

3. táblázat

A A vizsgált anyag ásványianyag-tartalmának statisztikai mutatói

(1) Statisztikai mutatók	K	Ca	P	S	Mg	Na
	g/kg					
I. \bar{x}	31,7	0,23	3,8	2,46	0,57	0,246
$s \pm$	9,38	0,16	0,8	1,02	0,16	0,370
CV	29,5	73,6	21,9	41,6	27,8	148,9
II. \bar{x}	8,4	7,8	1,79	1,68	0,96	0,059
$s \pm$	3,22	5,09	0,62	0,90	0,34	0,017
CV	38,2	65,1	34,6	53,5	34,9	27,9
III. \bar{x}	9,60	10,7	1,41	1,65	1,53	0,091
$s \pm$	4,31	5,45	0,76	0,78	0,26	0,089
CV	44,8	51,1	53,6	47,2	22,6	97,5

(1) Statisztikai mutatók	Al	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
	mg/kg						
I. \bar{x}	122	155	38	146	8,63	37,2	0,20
$s \pm$	66,1	115,8	31,2	92,8	11,5	28,2	0,23
CV	54,2	74,7	82,1	63,7	133,5	75,8	114,5
II. \bar{x}	324	224	1875	41,9	16,9	5,15	0,095
$s \pm$	175,1	85,9	1501	31	9,33	1,18	0,093
CV	53,9	38,2	80,1	74,1	55,2	23,0	98,7
III. \bar{x}	356	252	1958	66,8	12,0	7,23	0,085
$s \pm$	218	150	2012	67,7	6,97	6,6	0,07
CV	61,2	59,5	102,8	101,3	57,8	91,8	82,0

I.: 39 gombaminta; II.: a Barcsi Ősborókás területéről származó 9 virágos faj 14 mintája;
III.: az Őrségből származó 19 virágos faj 23 mintája.

közül az erdei fenyő (*Pinus silvestris*) három mintája 743 ± 63 ppm alumíniumot tartalmaz, mint kiemelkedő mennyiséget.

A vastartalom szempontjából a gombák nem különülnek el a magasabb rendű növényektől, de a 155 ppm-es átlaguktól a három *Scleroderma citrina* 34 ± 11 ppm-es értéke markánsan elkülönül. Úgyszintén az utolsók között van a *Paxillus atrotomentosus* (58 ppm) és a *Paxillus involutus* (55 ppm) vastartalma. A formai tényezők hasonlósága, ami alapján e fajok a rendszerezésnél egymáshoz közel kerültek, tükröződik az elemi összetétel hasonlóságában is.

Tanulmányunk szempontjából az egyik legérdekesebb elem a mangán, mely 38 ppm-mel képviseli magát a nagygombákban, és közel 2000 ppm-mel a lágyszárúakból és fás növényekből vegyesen begyűjtött növényanyagban. Ezen a savanyú, mozgékony mangánban gazdag talajon, ahol az Őrségben gyűjtött boróka (*Juniperus communis*) 9300 ppm mangánt, a Középrigócon gyűjtött kocsányos tölgy (*Quercus robur*) pedig 5000 ppm mangánt tartalmazott, a gombákban mért alacsony érték a válogatóképesség ragyogó példája. A gombák kis mangántartalma azonban

még további differenciálásra is ad alkalmat. Így pl. a 11 mintával képviselt *Tricholomataceae* család $58,4 \pm 40,6$ ppm, a hat mintával képviselt *Boletaceae* család pedig csak $14,4 \pm 12,3$ ppm mangánt tartalmaz. A *Scleroderma citrina* három mintája szorosan egymás mellett helyezkedik el: 8 ± 2 ppm.

Lehetetlen a cinkkel kapcsolatos észrevételeinket nem újra a *Scleroderma citrina*-val kezdeni, melynek átlagos cinktartalma 316 ± 76 ppm, mely érték még a gombáknak — a virágos növényeknél jóval nagyobb — átlagos 146 ppm-es koncentrációját is

4. táblázat

Gombák káliumtartalma néhány család átlagában SEEGER [11] és a jelen vizsgálatok alapján

(1) Gombacsaládok	K, g/kg	
	SEEGER	(2) Jelen vizsgálatok
Amanitaceae	$52,1 \pm 3,0$	$40,3 \pm 8,4$
Russulaceae	$32,7 \pm 1,1$	$38,7 \pm 7,8$
Strophariaceae	$34,0 \pm 4,1$	$30,3 \pm 3,1$
Tricholomataceae	$36,3 \pm 1,2$	$27,6 \pm 10,9$
Boletaceae	$32,7 \pm 1,3$	$25,6 \pm 4,3$
Sclerodermataceae	$19,4 \pm 1,7$	$23,0 \pm 9,5$
Polyporaceae	$16,8 \pm 2,9$	$13,4 \pm 1,1$
\bar{x}	$32,0 \pm 11,6$	$28,4 \pm 9,2$

$r = 0,83$

túlszárnyalja. Különösen értékes ez a tulajdonság, ha éppen ezen fajnál észleltünk szélsőséges, alacsony Mn-koncentrációt. A válogatóképesség kitűnő példája ez, ha hozzátesszük, hogy az általunk vizsgált anyagban, továbbá TÖLGYESI et al. (1958—83) anyagában 2000-nél több fajból egy sincs ezen kívül, melynek cink/mangán aránya megközelítené a 39,5-et. Az összehasonlításul vizsgált növényi anyagunkban, különösen az Őrség területén az országos átlagnál több cinket tartalmaznak a növények. Egyaránt kiemelkedő — 268 ppm-nyi — mennyiséget tartalmazott a nyír (*Betula pendula*) és az olocsány csillaghúr (*Stellaria holostea*), 126 ppm-et a szálkás pajzsika (*Dryopteris carthusiana*).

A gombák bórtartalmát illetően nem tudunk állást foglalni, mivel az egyetlen olyan elem, mely tekintetében a két mintaterület anyaga elkülönül: a barcsi mintákban kicsiny, az Őrségi mintákban pedig a kétszikű virágos növényekéhez hasonlóan magas a bórtartalom. Ugyanekkor a magasabb rendű növényekben a különbség nem nagy: 16,9, illetve 12,0 ppm B. Ráadásul ezen csoportban a barcsi területen mértük a nagyobb bórkoncentrációt. Valószínűleg további elemek vizsgálatba vonásával ionantagonizmusként lehet majd értelmezni a jelenséget.

A gombák átlagos réztartalma 37,2 ppm, 5—7-szer magasabb, mint az ugyanott gyűjtött növényeké, és mintegy négyszer akkora, mint a magyar flóra átlaga (TÖLGYESI, publikálatlan). A gombákon belül a *Tricholomataceae* képviselői átlag 62,3 ppm, az *Amanitaceae* 34,8 a *Boletaceae* pedig 19,4 ppm rezet vesznek fel. A *Scleroderma citrina* csupán $13 \pm 6,5$ ppm rezet vesz fel, a gombák átlagához képest keveset, holott a

periódusos rendszerben mellette helyet foglaló cinkből kiemelkedő mennyiséget (lásd fentebb). A kémiai konvergenciával is szemben ható válogatás az állati és a növényi organizmus lényege.

A molibdéntartalom mind a gombáknál, mind a virágos növényeknél lényegesen kisebb, mint a magyar flóra átlagában. Ismerve a savanyú kémhatásnak a molibdén felszívódására kifejtett negatív hatását, egyelőre nem tudunk állást foglalni arra nézve, hogy a mintaterületünkön élő gombák molibdéntartalma a taxonra jellemző érték-e. A szórás 114,5%-ot tesz ki, és a kimutathatóság határán levő koncentrációk mellett a *Lepista nudá*ban 1,41 ppm-et is mértünk. A *Clitocybe* nemzetség kiemelkedő molibdéntartalmát ($0,54 \pm 0,22$) az utánvizsgálatok valószínűleg meg fogják erősíteni.

Következtetések

Elsősorban meg kell állapítanunk, hogy az alkalmazott talajvizsgáló módszerek a két mintaterület tápanyag-szolgáltató képességét tendenciaszerűen jelezték, minden vizsgált elem tekintetében mind a perklórsavas, mind a sósavas és ammóniumlaktátos kioldás az Őrségen adott nagyobb értéket. Ezt az előrejelzést a magas növények vizsgálati eredményeinek átlaga igazolta is. Egyetlen kivétel ez alól a 0,1 N HCl-ben oldható P, ami nem volt alkalmas a különbség kimutatására.

A savanyú kémhatású erdőtalajok a nagygombák tipikus előfordulási helyei, innen származó mintaterületeink pillanatnyilag hazánkban az emberi tevékenység által legkevésbé érintett tájai közé tartoznak. Ilyen módon a gombák és a magasabb rendű növényzet összehasonlításakor elsősorban a filogenetikailag determinált biokémiai habitus okozta különbségek jönnek a felszínre. Amennyiben az élőlények e két csoportja közti különbséget az ásványi anyagok felvételének terén akarjuk jellemezni, úgy elsősorban a mikroelemekre terelődik a figyelem. Rendkívül magas cinktartalmuk csupán a *Salicaceae* család fajaiéval (füzek és nyárok), továbbá néhány vízinövényével hasonlítható össze. Magas réztartalmuk, mely kis mangántartalommal párosul, eléggé elkülöníti a gombákat a magas növényektől. Magyarország flórájában igen kevés taxon van, mely közel 1:1 értékű Mn/Cu aránnyal lenne jellemezhető [15].

A makroelemek tekintetében nincsen ilyen markáns különbség, a viszonylag nagy K-, P- és S-tartalom a virágos növényeknél a nagy fehérjetartalom kísérője. Ilyen szempontból ezt a gombáknál analóg jelenségként lehet elkönyvelni. Az általunk vizsgált gombák kalciumtartalma a magasabb rendű növényekénél jóval kisebb, és ezt nem lehet a kalciumszegény talaj rovására írni, hiszen a fák és lágyszárú növények ebből a közegből is beépítették a megszokott mennyiségű kalciumot.

Adatainkat elsősorban a hazai elérhető vizsgálati eredményekkel kell összehasonlítani. MURÁNYI [8] négy gombafaj konyhakészre tisztított száraz anyagában 16,0—25,1 ppm mangánt, 53,3—121,0 ppm rezet és 87,4—304,0 ppm cinket mért. Adatai az általunk megállapított tartományban vannak. LINDNER [6] csiperkegombára (*Agaricus bisporus*) vonatkozóan országos átlagban 28,74 ppm vasat, 3,91 ppm mangánt, 37,86 ppm cinket és 29,80 ppm rezet állapított meg. Adatai közül csupán a mangántartalom esik túl mérési tartományunkon, mivel nálunk a legkisebb mangántartalom a *Scleroderma citriná*ban 6 ppm-mel jelentkezett.

A külföldi tanulmányok közül SEEGER [11] káliumra vonatkozó adatait érdemesnek tartottuk összevetni családokra való bontásban is a mi eredményeinkkel (4. táblázat). Annak ellenére, hogy mind a lelőhelyek különbözősége, mind az egy-egy családot képviselő minták szerény száma számottevő hibát okoz, a két adatsor között 0,83 értékű, szignifikáns korrelációt lehet számítani. A magnéziumtartalomra SEEGER és BECKERT [12] 1,34 g/kg átlagértéket adnak meg, ami jelentősen magasabb az általunk észlelnél. Ennek okát abban látjuk, hogy mintaterületünk agrokémiai szempontból kifejezetten magnéziumhiányos tájként ismeretes.

HOROVITZ et al. [3] *Scleroderma verucosában* 440 ppm cinket mértek, hasonlóan az általunk analizált *S. citrinában* talált magas értékekhez. MUTSCH et al. [9] adatai mindenben összemérhetőek vizsgálati eredményeinkkel, különösen kiemeljük az adataikból számítható 0,17 ppm molibdéntartalmat. Ezen elem ugyanis igen ritkán szerepel mind a gombák, mind a virágos növények vizsgálati programjában. A 115 minta közül csupán háromban volt kiemelkedő a molibdéntartalom, ezek között szerepel a *Lepista nuda*, mely náluk 2,21 ppm, míg nálunk 1,41 ppm molibdént tartalmazott.

A legtöbb összehasonlítási lehetőséget HINNERI [2] finnországi adatai nyújtják, melyek 90 makrogombafajra vonatkoznak:

	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
	g/kg		mg/kg			
HINNERI	0,31	1,19	93	22	155	44
Jelen vizsgálat	0,23	0,57	155	38	146	37,2

A korábban indokolt magnéziumtól eltekintve, az éghajlati és talajtani különbségek ellenére jó megegyezést állapíthatunk meg. Amennyiben néhány, mindkét országban elemzett gombacsalád átlagos összetételét hasonlítjuk össze, a köztük fennálló sorrend sok esetben azonos. Így pl. a mangánkoncentráció a *Tricholomataceae*—*Amanitaceae*—*Russulaceae*—*Boletaceae* családokban HINNERI-nél 18,6—9,8—9,2—7,4 ppm, míg nálunk 58,4—34,8—34,5—14,4 ppm volt.

A termőhelyi tényezők befolyását tekintve feltételezhetjük, hogy anyagunk mangánban gazdag és magnéziumban szegény talajról származik. E két elem vonatkozásában valószínűleg közel állnak a Magyarországon valamikor is mérhető szélső értékekhez. Igen fontosnak tartjuk a két mintaterületet a bőrellátottság tekintetében újra részletesen felvételezni. A két helyen ugyanis a bőrtartalom lényegesen különbözik. A magasabb rendű növényekben taxonómiai elhatároló szerepe van a bőrnak, az egyszikűeken belül a fűneműek (*Gramineae*, *Juncaceae*) a kétszikűeknél jóval kevesebb bőrt építenek be szervezetünkbe. A virágos növények esetében csak igen ritkán fordul elő, hogy majdnem tiszteres termőhelyi különbségek legyenek közelálló taxonok között.

Vizsgálataink alapján úgy tűnik, hogy a nagygombák sajátos ásványianyag-felvételét mind rendszertani besorolásuknál, mind a termőhelyismeretnél tekintetbe kell venni. A különböző fajok makro- és mikroelem-tartalmának megállapítása segítséget jelenthet a termesztésbe vett gombák tápanyagellátását és táplálkozási értékét illetően is.

Összefoglalás

Savanyú erdőtalajokon 34 fajt képviselő 39 nagygombát és 37 virágos növényt vizsgáltunk 13 elemre. A termőhelyek tápanyagainak a koncentrációja a mezősegi talajokhoz képest csekély volt. Legjellemzőbb vonás a nagy mangánszolgáltató képesség párosulása a kicsiny molibdénszolgáltató képességgel. Ennek következtében a virágos növények száraz anyagában a Mn/Mo hányados eléri a 20 000-et.

A gombák a környezetükben élő magasabb rendű növényekhez viszonyítva több káliumot, foszfort, cinket és rézet akumulálnak, míg kalcium- és mangánkoncentrációjuk lényegesen kisebb. Ezen tulajdonságaik alapján a gombák, mint korábban egyértelműen a növényekkel együtt tárgyalt élőlény-csoport, élesen elkülönülnek a magyar flóra taxonjaitól.

Néhány elemre nézve kiemelkedő mennyiségeket tartalmazó családokat lehet elkülöníteni. Így az *Amanitaceae* káliumot (40,3 g/kg), a *Tricholomataceae* mangánt (58,4 ppm) és rézet (62,3 ppm) vesz fel az átlagosnál nagyobb mértékben. Az átlagos koncentrációktól eltérően a *Scleroderma* sok ként (4,2 g/kg) és cinket (316 ppm) épít be, míg a *Lepista nuda* 1,41 ppm molibdént.

A gombák anyagcseréjére igen jellemzőnek tartjuk, hogy a sok oldható mangánvegyületet tartalmazó talajokon, ahol a boróka (*Juniperus communis*) 9300 ppm mangánt, a kocsányos tölgy (*Quercus robur*) pedig 5000 ppm mangánt vett fel, csupán átlagosan 38 ppm mangánt tartalmaznak. Ez az aktív ionválogató képesség valószínűleg kapcsolatban van a fotoszintézis hiányával és egyéb biokémiai sajátosságokkal.

Köszönetet mondunk a munka létrejöttében való segítségért SZABÓ LÁSZLÓNAK, az analitikai munkában való közreműködésért pedig V. GERICS RÓZSÁNAK.

Irodalom

- [1] DOMSCH, K. H., GRABBE, K. & FLECKENSTEIN, J.: Schwermetallgehalte im Kultursubstrat und Erntegut des Champignons, *Agaricus bisporus* (Lange) Singer, beim Einsatz von Müllklärschlammkompost. Z. PflErnähr. Bodenk. **39**. 487—501.
- [2] HINNERI, S.: Mineral elements of macrofungi in oak-rich forests on Lenholm Island, inner archipelago of SW Finland. Ann. Bot. Fennici. **12**. 135—140. 1975.
- [3] HOROVITZ, C. T., SCHOCK, H. H. & HOROVITZ-KISIMOVA, L. A.: The content of scandium, thorium, silver and other trace elements in different plant species. Plant and Soil. **40**. 397—403. 1974.
- [4] KALMÁR Z.: A gombák világa. Gondolat Könyvkiadó. Budapest. 1982.
- [5] LAAKSOVIRTA, K. & LODENIUS, M.: Mercury content of fungi in Helsinki. Ann. Bot. Fennici. **16**. 208—219. 1979.
- [6] LINDNER K-né: Az ország különböző területéről származó élelmiszernövények nyomelem-tartalma. Kézirat. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest. 1979.
- [7] LODENIUS, M. & LAAKSOVIRTA, K.: Mercury content of fungi as a food hygienic problem in Finland. Ympäristö ja Terveys. **11**. 13—22. 1980.
- [8] MURÁNYI-SZELECZKY A.: Hazai élelmianyagok mangán-, réz-, cink- és molibdéntartalmának meghatározása atomabszorpciós spektrofotométerrel. Élelmiszervizsgálati Közl. **23**. 202—223. 1977.

- [9] MUTSCH, F., HORAK, O. & KINZEL, H.: Spurenelemente in höheren Pilzen. Z. Pflanzenphysiol. **94**. 1—10. 1979.
- [10] QUINCHE, J.—P.: La pollution mercurielle de diverses especes de champignons. Revue suisse d'agriculture. 143—148. 1976.
- [11] SEEGER, R.: Kaliumgehalt höherer Pilze. Z. Lebensm. Untersuch. Forsch. **167**. 23—31. 1978.
- [12] SEEGER, R. & BECKERT, M.: Magnesium in höheren Pilzen. Z. Lebensm. Untersuch. Forsch. **168**. 264—281. 1979.
- [13] SZABÓ L.: A gomba, mint fehérjeforrás. Mikológiai Közl. 85—98. 1977.
- [14] TERPÓ-POMOGYI M., RIMÓCZI I. & TERPÓ A.: Adatok a gyomjellelű nagygombák jellemzéséhez és kártételéhez. Bot. Közl. **63**. 7—16. 1976.
- [15] TÖLGYESI GY.: A növények mikroelem-tartalma és ennek mezőgazdasági vonatkozásai. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1969.
- [16] TÖLGYESI, GY.: Factors influencing the trace element content of plants. Akad. Kiadó. Előkészületben.
- [17] VASS A.: Cönológiai és ökológiai adatok a Mecsek-hegység makroszkopikus gombáinak ismeretéhez. Janus Pannonius Múzeum Évkönyve. Pécs. **22**. 13—22. 1978.
- [18] VASS A. & TÖLGYESI GY.: Gombák, fák, cserjék, valamint lágyszárú növények ásványianyag-tartalma. Bot. Közl. **66**. 291—298. 1979.

Érkezett: 1983. április 20.

Comparative Study on the Mineral Element Contents of Basidial Macrofungi and Flowering (Spermatophytic) Plants

G. TÖLGYESI and A. VASS

University of Veterinary Science, Budapest and Janus Pannonius Museum, Pécs (Hungary)

Summary

39 samples of basidial macrofungi representing 32 species and samples of 37 flowering plants — collected on acidic forest soils in South- and Southwestern Hungary — were analyzed for 13 elements. Soil pH was about 4, humus quality was poor, and the total and available nutrient contents of the soils were very low. The soil of the native juniper plantation at Barcs was especially poor in mineral colloids, its nutrient content — on the average — was hardly one fifth of the amount found in chernozem soils.

As compared to higher plants growing in similar surroundings, macrofungi accumulate more K, P, Zn and Cu, while their Ca and Mn uptakes are considerably lower. On the basis of these characteristics macrofungi — a group of living organisms unequivocally included among the plants until recently — markedly differ from the taxa of Hungarian flora.

In spite of the relatively few samples, several families taking up high amounts of certain elements could be distinguished. For instance the K uptake (40.3 g/kg) of *Amanitaceae* and the Mn (58.4 ppm) and Cu (62.3 ppm) uptakes of *Tricholomataceae* are well above the average. Also the S (4.2 g/kg) and Zn (316 ppm) contents of *Scleroderma* are higher than the average, while *Lepista nuda* takes up a considerable amount of Mo (1.41 ppm) in spite of the acidic soil.

The nutrient status of the two model areas may be best characterized by the very high Mn/Mo ratio (it may be as high as 20,000) in the flowering plants. The average Mo concentration varies between 0.085—0.095 ppm (Table 3) in the plants in the two model areas, while the Mn contents of *Juniperus communis* and *Quercus robur* are 9300 ppm and 5000 ppm, respectively. The active ion-selective ability of macrofungi is revealed by the fact that under the same

circumstances their Mn uptake is very low. Their peculiar metabolism is well characterized by the Mn/Cu ratio, which is approximately 1:1 in macrofungi and 300:1 in flowering plants growing in the same place. Probably the lack of photosynthesis and the activity of enzymes controlling the synthesis of organic matter are responsible for these peculiar ion ratios.

The characteristics of the B uptake of macrofungi could not be determined in the course of this study, because the B contents of the samples collected in the two model areas differed widely. As compared to data published by other authors, the Mg content of our samples was found to be lower. This is probably caused by the low Mg supply of the soil. From the point of view of plant production, both areas are considered deficient in Mg, and there also the cattle show Mg deficiency which is quite rare in Hungary.

The obtained analytical data basically support the findings of other researches in this field.

Table 1. Average element composition of the soil samples determined by using various solvents (A. perchloric acid; B. 0.1 N HCl; C. ammonium lactate). (1) Sampling site.

Table 2. Element composition of macrofungus samples collected in the area of the native juniper plantation at Barcs and in the Órség. (1) Macrofungus species and forest types; t: oak (*Quercus robur-Carpinetum*); ny-t: birch-oak (*Quercetum robur-cerris betuletosum*); e-f: Scotch fir (*Pinetum silvestris*); ny-b: birch-juniper (*Junipero-Betuletum nardetosum*); b: beech-wood (*Luzulo-Fagetum*); gy-t: horn-beam-oak forest (*Querceto-Carpinetum*).

Table 3. Statistical characteristics of the mineral element contents of the samples. (1) Statistical characteristics: \bar{x} : mean; $s \pm$: standard deviation; CV: coefficient of variation. I.: 39 samples of macrofungi; II.: 14 samples representing 9 flowering plant species collected in the native juniper plantation at Barcs; III.: 23 samples representing 19 flowering plant species collected in the Órség.

Table 4. K content of macrofungi (on the average of several families) as given by SEEGER [11] and as found in the present study. (1) Macrofungus families. (2) Data obtained in the present study.

Vergleichende Untersuchung des Mineralstoffgehaltes von Basidien-Grosspilzen und Samenpflanzen

Gy. TÖLGYESI und A. VASS

Universität für Tierheilkunde, Budapest und Janus-Pannonius-Museum, Pécs (Ungarn)

Zusammenfassung

Es wurden 39 Proben von auf saurem Waldboden wachsenden 34 Pilzarten, und 37 Proben von Blütenpflanzen des Süd- und Südwestlichen Teiles von Ungarn auf 13 Elemente untersucht. Die Reaktion der Böden ergab einen Wert um 4, ihre Humusqualität war schlecht, der gesamte und leichtlösliche Nährstoffgehalt war gering. Der Boden des Wacholder-Urbestandes bei Barcs war an mineralischen Kolloiden besonders arm, sein Nährstoffgehalt betrug kaum ein Fünftel desjenigen der Tschernosemböden.

Im Verhältnis zu den in ihrem Umkreis lebenden Pflanzen höherer Ordnung akkumulieren die Pilze mehr Kalium, Phosphor, Zink und Kupfer, während ihre Kalzium und Mangan-Konzentration wesentlich geringer ist, als die der Pflanzen. Auf Grund dieser Eigenschaften isolieren sich die Pilze, die früher eindeutig mit den Pflanzen zusammen in einer Gruppe behandelt wurden, scharf von den Taxonen der ungarischen Flora.

Trotz der geringen Anzahl von Proben konnten mit Hinsicht auf einige Elemente Familien mit hervorragenden Elementengehalten isoliert werden. So z. B. nehmen *Amanitaceae*

Kalium (40,3 g/kg), *Tricholomataceae* Mangan (58,4 ppm) und Kupfer (62,3 ppm) in höherem Masse, als durchschnittlich bekannt, auf. Der hohe Schwefel- (4,2 g/kg) und Zinkgehalt (316 ppm) von *Scleroderma* weicht von der durchschnittlichen Konzentration der untersuchten Pilze ab, während *Lepista nuda* trotz des sauren Bodens eine bedeutende Menge an Molybdän (1,41 ppm) aufnimmt.

Am meisten bezeichnend für die Nährstoff liefernde Fähigkeit der untersuchten Gegend ist der hohe Quotient von Mn/Mo der Blütenpflanzen, der auch die 20.000 erreichen kann. Die Mo-Konzentration der Pflanzen auf den beiden untersuchten Gebieten beträgt nur 0,085 und 0,095 ppm, während *Juniperus communis* einen Gehalt von 9300 ppm Mn, *Quercus robur* einen solchen von 5000 ppm Mn aufwies. Dass die Pilze in solcher Umgebung sehr wenig Mn in ihren Organismus aufnehmen, weist auf deren aktive Ionenauswahl hin. Es ist kennzeichnend für ihren eigenartigen Stoffwechsel, dass das Verhältnis von Mn/Cu nahezu 1:1 beträgt, während es bei Blütenpflanzen ungefähr 300:1 ausmacht. Diese eigenartigen (spezifischen) Ionenverhältnisse stehen wahrscheinlich mit dem Fehlen der Photosynthese und mit dem Wirken der die Synthese der organischen Stoffe lenkenden Enzyme in Zusammenhang.

Die Untersuchungen konnten die Frage der Kennwerte des Borgehaltes der Pilze nicht klären, weil der Borgehalt des auf den zwei untersuchten Gebieten gesammelten Materials von einander wesentlich abweicht. Im Verhältnis zu anderen Elementen wurde ein geringer Mg-Gehalt in den Pilzen festgestellt. Den Grund dafür liefert der geringe Mg-Gehalt des Bodens. Die untersuchten Gebiete wurden vom Standpunkt der Pflanzenzüchtung für Mg-arme Gebiete erklärt, hier erscheint auch der in Ungarn selten auftretende Mg-Mangel bei Rindern.

Die Analysen haben die Resultate früherer Publikationen in vielem bekräftigt.

Tab. 1. Durchschnitt der elementaren Zusammensetzung der Bodenproben bestimmt aus verschiedenen Extrakten. (1) Ort der Probenahme. A. Extraktion mit Perchlorsäure. B. Extraktion mit Salzsäure. C. Extraktion mit Ammoniumlaktat.

Tab. 2. Elementare Zusammensetzung der aus dem Naturschutzgebiet des Wacholder-Urbestandes bei Barcs und aus dem Gebiet „Őrség“ stammenden Pilzproben. (1) Pilzarten und Waldtypen; t: Wald vom Typ *Quercus robur-Carpinetum*; ny-t: Wald vom Typ *Quercetum robur-cerris betuletosum*; e-f: Wald vom Typ *Pinetum silvestris — Pino-Quercetum*; ny-b: Wald vom Typ *Junipero-Betuletum nardetosum*; b: Wald vom Typ *Luzulo-Fagetum*; gy-t: Wald vom Typ *Querceto-Carpinetum*.

Tab. 3. Statistische Kennwerte des Mineralstoffgehaltes des untersuchten Materials. (1) Statistische Kennwerte. \bar{x} : Mittelwerte; $s \pm$: Streuung; CV: Variationskoeffizient, prozentuelle Streuung. I.: 39 Pilzproben; II.: 14 Proben von 9 Blütenpflanzenarten aus dem Wacholder-Urbestand bei Barcs; III.: 23 Proben von 19 Blütenpflanzenarten aus dem Gebiet „Őrség“.

Tab. 4. Kaliumgehalt der Pilze im Mittel einiger Familien auf Grund der Untersuchungen von SEEGER [11] und der gegenwärtigen Untersuchung. (1) Pilzfamilien. (2) Angaben der gegenwärtigen Untersuchung.

Сравнительные исследования содержания минеральных элементов в больших базидиальных грибах и семенных растениях

ДЬ. ТЁЛЬДЕШИ и А. ВАШШ

Ветеринарный Университет, Будапешт и Музей Янус Паннониус, Печ (Венгрия)

Резюме

Определили содержание 13 элементов в 37-ми образцах цветочных растений, а также в 39 образцах грибов, представляющих собой 34 вида грибов, растущих на кислых лесных почвах южных и юго-западных районов страны. Реакция среды почв около 4,

качество гумуса низкое, общее содержание и содержание подвижных питательных элементов невысокое. Особенно бедны минеральными коллоидами почвы Барчевских можжевеловых лесов, в которых содержание питательных веществ составляет в среднем 1/5-ю часть от их содержания в черноземе.

Грибы по сравнению с высшими растениями, аккумулируют больше калия, цинка и меди, в то же время концентрация кальция и марганца в них гораздо ниже. На основании этих свойств, грибы как группа ранее обсуждавшаяся вместе с растениями, резко отличаются от таксоний венгерской флоры.

Несмотря на небольшое количество образцов, можно выделить семейства по необычно высокому содержанию отдельных элементов. Так *Amanitaceae* в более значительных количествах усваивает калий (40,3 г/кг), *Tricholomataceae* марганец (58,4 ппм) и медь (62,3 ппм). Высокое содержание серы (4,2 г/кг) и цинка (316 ппм) в *Scleroderma* отличается от концентраций этих элементов в других изученных грибах, в то время, как *Lepista nuda*, несмотря на кислую почву, усваивает значительное количество молибдена (1,41 ппм).

Наиболее характерным показателем обеспеченности минеральными элементами почв изученных районов является высокое соотношение Mn/Mo в высших растениях, которое достигает 2000. Средняя концентрация Mo в растениях двух ключевых территорий составляет 0,085 и 0,095 ппм, в то время как, например, можжевельник (*Juniperus communis*) содержит 9300 ппм марганца, дуб черешчатый (*Quercus robur*) — 5000 ппм Mn. То, что грибы в этих районах встраивают в свое тело мало марганца, указывает на их способность активно селективировать ионы. Характерным для их своеобразного обмена веществ является то, что соотношение Mo/Cu составляет 1:1 когда у высших растений оно обычно 300:1. Такое соотношение ионов, по всей вероятности, связано с отсутствием фотосинтеза и с деятельностью ферментов, управляющих синтезом органического вещества.

Проведенные исследования не позволили выяснить показатели содержания бора в грибах по причине весьма различного химического состава образцов, собранных на двух ключевых территориях. По сравнению с другими элементами, концентрация магния в грибах была незначительной. Это объясняется низким содержанием данного элемента в почвах. С позиций растениеводства указанные районы считаются районами с недостатком магния. Нередко признаки магниевое голодания у крупного рогатого скота наблюдаются именно здесь, чего нет в других районах Венгрии.

Проведенные анализы подтвердили ранее опубликованные результаты.

Табл. 1. Средний элементарный состав почвенных образцов при использовании различных растворителей. (1) Место взятия образца. А. Растворение в перхлорной кислоте. В. Растворение в соляной кислоте. С. Растворение в лактате аммония.

Табл. 2. Состав элементов в грибах, собранных на заповедных территориях можжевеловых лесов в Барче и на территориях Эршега. (1) Виды грибов и тип леса; t: дубовые; пу-t: березово-дубовые; e-f: хвойные; пу-b: березово-можжевеловые; b: буквые; гу-t: грабово-дубовые.

Табл. 3. Статистические показатели содержания минеральных веществ в изученном материале. (1) Статистические показатели. \bar{X} : средние величины; $s \pm$: рассеивание; CV: рассеивание в % от средних величин. I: 39 образцов грибов; II: 14 образцов 9 видов высших растений с можжевеловой заповедной территории; III: 23 образца 19 цветочных видов с территории Эршега.

Табл. 4. Содержание калия в грибах в среднем из нескольких семейств по SEEGER [11] и на основании настоящих исследований. (1) Семейства грибов. (2) Результаты настоящих исследований.