

## NÖVÉNYFAJ, A NITROGÉNTRÁGYÁZÁS ÉS A FEJLŐDÉSI ÁLLAPOT HATÁSA A GYEP ÁSVÁNYIANYAG-ÖSSZETÉTELÉRE

TÖLGYESI GYÖRGY — BARCSÁK ZOLTÁN

### ÖSSZEFOGLALÁS

Két nitrogéntrágyázási szinten nevelt 12 gyepnövényszaját május-június hónapban 6–7 alkalommal mintázva megállapítható volt, hogy a nitrogéntrágyázás következtében az egyes elemek mennyisége megváltozott a fűekben. A sorrend egy-egy elemre nézve hasonló a más talajon és más időben egymás mellett termelt növények somendjével (az ionfelvétel relatív állandósága). A növények úgynevezett víz-háztartási száma („vizigény”, W-érték) párhuzamos a felvett magnézium koncentrációjával. A pótlólagosan adagolt 200 kg/ha nitrogéntrágya több, mint 20%-kal növelte az alumínium koncentrációját a gyepben, míg a P, Cu, Mg, Co, Zn és Na koncentrációját több mint 20%-kal csökkentette. A fűfajok Cd-, Pb-, P-, Zn-, Cu-tartalma 20–76%-kal volt kevesebb a 4., 5. és 6. heti mintavételnél, mint az 1., 2. és 3. heti mintavételnél, a nátrium koncentrációja azonban több, mint kétszeres volt az idősebb fűvek átlagában.

### SUMMARY

*Tölgyesi, Gy. – Barcsák, Z.: THE EFFECT OF PLANT SPECIES, NITROGEN FERTILIZATION AND GROWING STADIUM ON THE ELEMENTAL COMPOSITION OF SWARD*

12 sward species, grown under two levels of nitrogen fertilization, were sampled 6–7 times during the months of May and June. The analysis of the concentrations of 14 elements revealed significant differences between most of the species. Out of the possible total 66 combinations of species, 19–33 significant differences were shown between the pairs for each of the elements. The comparison of concentrations of specific elements between these feed crops shows similar tendencies to those indicated by other studies that examined these plants growing near each other at other times and on other types of soils. This suggests the relative stability of ionic uptake for these species. The species-specific water requirement figure (W-value) was positively correlated with the concentrations of magnesium. The supplemental 200 kg/ha nitrogen fertilizer increased the concentrations of aluminum by over 20%, and decreased those of P, Cu, Mg, Co, Zn, and Na by over 20% in all species. The plants showed 20–76% higher Cd, Pb, P, Zn, and Cu average uptake during the first three weeks of sampling compared to uptake during weeks 4, 5, and 6. However, the concentrations of sodium were, on average, over twice as high during the later sampling periods.

## BEVEZETÉS

A hetvenes években a takarmányok összetevőinek vizsgálata az atomabszorpciós elemzési módszerek hozzáférhetőségével kiterjedt sok, addig nem tárgyalt elemre. Míg korábban csak a nitrogén (fehérje), a kalcium és a foszfor koncentrációját tartották számon, sorra születtek az ismereteket gazdagító és a takarmányozást tökéletesebbé tevő 6–13 elemet tárgyaló szakcikkek. A gyepp összetételét tájanként (*Modor és Tölgyesi, 1964; Tölgyesi és Kárpáti, 1977; Tölgyesi és Kozma, 1983*), növényfajonként (*Tölgyesi, 1963; Tingle és Elliott, 1975; Regiusné Mócsényi és Várhegyi, 1978; Regiusné Mócsényi és Várhegyi, 1983; Tölgyesi és Kozma, 1983*) hasonlították össze, és ismertették a trágyázás hatását (*Havre és Dishington, 1962; Tölgyesi és Haraszti, 1966; Stählin, 1969; Doboszynski és mtsai., 1973; Rinne és mtsai., 1974; Smith és Rominger, 1974; Tölgyesi és mtsai., 1983a,b*), valamint az eltérő időpontban hasznosított gyepp összetételének (*Kirchgessner és mtsai., 1960; Regiusné Mócsényi és Várhegyi, 1978; Regiusné Mócsényi és Várhegyi, 1983; Fiedler és Höhne, 1984*) a különbözőségét is. Ezt a mozaikszerű ismeretanyagot eddig nem összegezték, bár ez, még mindig hézagossá voltát tekintve, egyelőre nem is időszzerű. Ennek ellenére hiányzott egy sokirányú áttekintést lehetővé tevő, nagyüzemi méretű telepített gyepp vizsgálata, melyben egységes kísérletben a legfontosabb növényfajokat, sok elemre nézve, különböző időpontban valamint eltérő trágyázási szinten mutatják be. Egy ilyen tanulmány a várható és részben befolyásolható összetételről tájékoztat, bemutatva a táplálóanyag-tartalom szórásának mértékét is. Ezt a hiányt kívántuk pótolni, egy, etológiai vonatkozásban korábban már értékelt (*Barcsák, 1994*) kísérlet növényanyagának elemzésével.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérlet Boldván egy Sajó-völgyi gyeppen folyt (*Barcsák, 1994*). A területen a napsütéses órák száma évi 1905, az évi átlagos középhőmérséklet pedig 9,5°C. Az évi csapadékmennyiség összesen 576 mm, mely a következőképpen oszlott meg: január – 29, február – 28, március – 30, április – 41, május – 63, június – 78, július – 62, augusztus – 57, szeptember – 50, október – 47, november – 52 és december 39 mm. Telepítés előtt egységesen 100-100 kg NPK hatóanyagú műtrágyát, majd két éven át parcellánként (0 és 200 kg N/ha) nitrogéntrágyát adagoltunk. A terület talaja savanyú, agyagos-vályog mechanikai összetételű, réti öntéstalaj. Humusztartalma 5,46%, a humuszminőséget jellemző humuszstabilitási szám értéke 0,45, ami kalciummal nem telített, fiatalabb humuszra utal, a sótartalom 0,34%. A könnyen oldható tápanyagokat 0,1 n sósavas kivonatból vizsgáltuk (*Tölgyesi és Kozma, 1974*), a fontosabb tulajdonságok mért értékeit az 1. táblázat tartalmazza.

**Fontosabb talajtulajdonságok és a 0,1 n sósavban oldható tápanyagok koncentrációja**

	pH	Só(3) g/l	Humusz(4) %	Q stabilit.	NO <sub>3</sub> -N mg/kg	P mg/kg	K mg/kg
ősgyep(1)	5,35	0,32	4,98	0,40	8	39	300
telepített(2)	5,46	0,34	5,16	0,45	26	150	310
	Ca mg/kg	Mg g/kg	Na mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	B mg/kg
ősgyep(1)	2000	330	25	52	48	1,6	1,95
telepített(2)	2000	340	39	48	47	1,4	1,95

*The most important properties of soil and the concentration of the nutrients soluble in 0.1 n HCl under artificial and natural swards.*

natural grassland(1), man made grassland(2), salt(3), humus(4)

A telepítés standard fajták keverékével történt, amely három pillangósvirágúból és kilenc pázsitfűfajból állt. A telepítés második évében egymást követő 7 (néhány fajnál csak 6) héten át vettünk mintát, a kaszálatlan és nem legeltetett első növedékből. A mintavételi időpontokat és a mintavételkor mért átlagos növénymagasságot a 2. táblázat tartalmazza. A mintavétel a termésnyiség mérésével volt kapcsolatos. Gépi fűkaszával 7x1,7 méteres területről (11,9 m<sup>2</sup>) levágtuk a fűvet és ebből laboratóriumi vizsgálatra 2 kg-os átlagmintát vettünk. A szárított és megőrölt növényi anyagot salétromsav és per-

**A vizsgált növényfajok átlagos magassága az első növedékben (cm)**

	V. 4.	V. 12.	V. 19.	V. 26.	VI. 2.	VI. 9.
Magyar rozsnok ( <i>Bromus inermis</i> )	18	30	52	60	78	115
Csomós ebír ( <i>Dactylis glomerata</i> )	22	33	55	66	92	110
Nádas csenkesz ( <i>Festuca arundinacea</i> )	18	31	50	58	78	96
Réti csenkesz ( <i>Festuca pratensis</i> )	14	25	33	45	55	95
Vörös csenkesz ( <i>Festuca rubra</i> )	13	21	28	33	44	60
Angol perje ( <i>Lolium perenne</i> )	14	19	23	29	35	46
Zöld pántlikafű ( <i>Phalaroides arundinacea</i> )	17	38	55	65	86	112
Réti komócsin ( <i>Phleum pratense</i> )	16	21	31	39	46	55
Réti perje ( <i>Poa pratensis</i> )	13	19	25	31	46	58
Tarka koronafűrt ( <i>Coronilla varia</i> )	11	19	22	25	31	44
Szarvaskerep ( <i>Lotus corniculatus</i> )	9	18	20	22	24	34
Fehérhere ( <i>Trifolium repens</i> )	12	14	18	23	32	36

*The average height of plant species in the first cut in May and June at the time of sampling(cm)*

klórsav keverékében kvarc kémcsőben, kvarc visszafolyó hűtő alkalmazásával eironcsoltuk, és a ásványi anyagokat atomabszorpciós (Perkin Elmer 503) és kolorimetriás (Zeiss Spekol) módszerekkel (Tölgyesi és mtsai., 1983) 14 elemre analizáltuk. Ilyen módon 12 faj, 6–7 időpont, 2 trágyázási szint összesen 156 mintájából 2184 elemzési adat állt rendelkezésünkre. Az adatokat Data Desk programmal Macintosh Quadra 800 típusú számítógépen dolgoztuk fel.

## EREDMÉNYEK

A három pillangósvirágú és a kilenc pázsitfűfaj (75% egyszikű és 25% két-szikű növény) átlagértékeit első megközelítésben összevethetjük a réti szénára vonatkozó hazai és külföldi vizsgálatokkal. A 3. táblázatban közölt átlagos ásványielem-tartalom az országos átlagnak megfelelő, a foszfor és mangán-tartalom kivételével mindkét elem valamivel meghaladja a hazánkban eddig átlagként regisztrált értékeket.

3. táblázat

A 12 boldvai növényfaj átlagainak fontosabb statisztikai mutatói

		$\bar{x}$	$\pm s$	CV%	Min.	Max.	Max./Min.
K	g/kg	23,1	4,88	21,2	19,7	28	1,42
Ca	g/kg	5,56	3,62	65,1	2,61	13,2	5,06
P	g/kg	3,53	1,28	36,2	2,95	4,77	1,62
S	g/kg	1,56	0,787	42,4	1,19	2,23	1,87
Mg	g/kg	1,64	0,579	35,4	1,03	2,75	2,67
Na	g/kg	0,394	0,385	97,6	0,192	0,912	4,75
Al	mg/kg	91,6	79,3	88,6	43,2	165	3,82
Fe	mg/kg	310	148	47,6	179	509	2,84
Mn	mg/kg	126	52,6	41,7	86,7	173	2,00
Zn	mg/kg	20,0	9,78	48,8	14,8	29,1	1,97
Cu	mg/kg	8,51	3,23	38,8	4,84	12,2	2,52
Cd	mg/kg	0,408	0,249	61,1	0,265	0,788	2,97
Co	mg/kg	0,155	0,122	78,8	0,087	0,332	3,82
Pb	mg/kg	2,38	1,34	56,4	1,67	3,52	2,11

*Some important statistical values for the 12 plant species collected at Boldva*

A vizsgált elemek szórása a legkisebb a kálium esetében (21,2%) a legnagyobb a nátriumnál 97,6%-kal. A maximum és a minimum közti különbség, ha a 13–14 egyedi mintával reprezentált fajok átlagai közti különbségeket nézzük, közepes. A kálium másfélszeres különbségétől a kalcium ötszörös különbségéig terjed a fajok közötti eltérés, melyek gyakorlati jelentőségűek is. Ugyanis sokszor csupán 20–30%-os, de hosszabb ideig fennálló eltérésnek a termelésre kiható következményei lehetnek (*Tingle et al., 1975*). Amennyiben a 156 egyedi mintában mért szélső értékeket tekintjük át (4. táblázat), akkor kiderül hogy a kálium tekintetében több mint háromszoros különbség van a legkisebb és legnagyobb mért értékek között, míg az ólom esetében 220-szoros. Ezekben az egyedi mintákban természetesen mind a mintavételi, mind az analitikai hibák is jelen lehetnek a három fő tényező: a faj, a N-trágyázás és az idő hatása mellett.

A vártak megfelelően az egyes fajok eltérő mennyiségben veszik fel az egyes elemeket (5. táblázat). Nem csupán az összes elem figyelembevételével különíthető el egy-egy faj a többitől, hanem már egyetlen elem alapján is sok más fajtól. Így például a 12 faj között lehetséges 66 növénypárból variancia-analízissel szignifikáns különbséget lehet számolni a réz esetében 33, a mangánál 30, a kadmium esetében 29, a kobalt esetében 24 és az ólomnál 19 növénypár között. Így van az összes többi elemnél is. A pillangósvirágú gyp-

A boldvai gyepnövényminták (n=156) szélső értékei és azok hányadosai

		Min.	Max.	Max./Min.
K	g/kg	9,9	35,9	3,63
Mg	g/kg	0,81	3,31	4,09
P	g/kg	1,7	8	4,71
Mn	mg/kg	50	343	6,86
Fe	mg/kg	103	827	8,03
Ca	g/kg	1,8	16,5	9,17
Cu	mg/kg	1,4	22,6	16,1
Zn	mg/kg	3,1	60,5	19,5
S	g/kg	0,1	4,8	48
Cd	mg/kg	0,02	1,2	60
Na	g/kg	0,03	2,11	70,3
Co	mg/kg	0,01	0,73	73
Al	mg/kg	2	395	198
Pb	mg/kg	0,03	6,6	220

*Maximum/minimum values for all of the samples, and their quotients*

növények az egyes elemekből általában többet vesznek fel, mint a fűfajok, bár irodalmi (*Regiusné Mőcsényi és Várhegyi, 1983*) adatok szerint a fűfélék pl. mangánban gazdagabbak a pillangósoknál. Természetesen lehetőség van többváltozós statisztikai módszerekkel egyszerre figyelembe venni az összes vizsgált elemet is.

Az anyag sokirányú feldolgozása során feltűnt, hogy némely elem felvétele kapcsolatos a növényfajok vízháztartási számával („vízigény”, W-érték), melyet 1 és 10 közti számmal jelölnek száraz termőhelyektől a vizes élőhelyekig haladva. Ezt a kapcsolatot egy másik dolgozatunkban (*Tölgyesi és Barcsák, 1995*) részletesen megbeszéltük.

A másik fő vizsgált tényező a 200 kg/ha nitrogéntrágyázás hatása volt. Mint az a 6. táblázatból kitűnik, a felemelt nitrogénszinten minden most bemutatott elem koncentrációja csökkent a fűvekben, kivéve az alumíniumét, mely jelentősen emelkedett. Gyakorlati szempontból 20%-nyi változást már figyelemre méltónak szoktunk tartani. Így ítélve a foszfor, réz, magnézium, kobalt, cink és nátrium koncentrációja jelentősen csökkent a nitrogéntrágyázás hatására, utóbbi majdnem 100%-kal.

A közel két hónapig megfigyelt vegetációs időszak alatt mindegyik elem koncentrációja megváltozott. Az általánosíthatóbb összefüggések kiemelése érdekében nem fajonként, hanem a nagyobb mintaszámmal szereplő pázsitfűvek összességén tárgyalunk némely tendenciát. A lineáris összefüggés egyedül a nátrium esetében pozitív és szignifikáns, csak ezen alkálielem koncentrációja növekszik jelentősen. A makroelemek közül a kálium, a kalcium, a foszfor, a kén koncentrációja szignifikánsan csökken, a mikroelemeknél a cink, réz, kadmium és az ólom tartalom kisebb az idősebb gyepben.

5. táblázat

A vizsgált növényfajok átlagos makroelem- (g/kg) és mikroelem- (mg/kg) tartalma 14-14 minta alapján

	K	Ca	P	S	Mg	Na	Al	Fe	Mn	Zn	Cu	Cd	Co	Pb
Magyar rozsnok ( <i>Bromus inermis</i> )	22,9	3,33	3,45	1,19	1,03	0,192	75,4	247	87	14,8	8,11	0,295	0,120	1,88
Csomós ebir ( <i>Dactylis glomerata</i> )	22,5	2,61	3,00	2,02	1,28	0,732	43,2	179	151	15,0	6,84	0,311	0,128	1,67
Nádas csenkesz ( <i>Festuca arundinacea</i> )	21,5	3,38	3,22	1,58	1,54	0,592	69,6	267	114	15,3	4,84	0,345	0,108	1,96
Réti csenkesz ( <i>Festuca pratensis</i> )	23,9	5,22	3,48	2,05	1,40	0,228	76,4	258	103	21,5	7,31	0,377	0,126	1,87
Vörös csenkesz ( <i>Festuca rubra</i> )	21,1	3,71	3,18	1,30	1,39	0,242	73,3	319	173	15,8	9,18	0,358	0,113	2,80
Angol perje ( <i>Lolium perenne</i> )	20,7	4,25	3,22	2,07	1,21	0,317	136	365	129	17,3	6,14	0,330	0,127	2,81
Zöld pántlikafű ( <i>Phalaroides arundinac.</i> )	23,4	3,82	3,58	2,18	1,76	0,208	48,7	202	110	19,8	8,71	0,265	0,111	1,78
Réti komócsin ( <i>Phleum pratense</i> )	20,8	3,74	2,95	1,73	1,34	0,235	49,1	217	96	26,5	9,70	0,283	0,125	2,31
Réti petje ( <i>Poa pratensis</i> )	19,7	3,23	2,96	1,89	1,42	0,222	68,3	283	105	21,5	12,2	0,275	0,087	1,96
Tarka koronafűt ( <i>Coronilla varia</i> )	25,4	8,45	3,92	2,23	2,10	0,349	149	427	160	21,9	9,80	0,788	0,194	2,64
Szarvaskerep ( <i>Lotus corniculatus</i> )	28,0	11,8	4,77	2,08	2,75	0,506	165	509	169	29,1	10,2	0,729	0,332	3,32
Fehérhere ( <i>Trifolium repens</i> )	26,8	13,2	4,66	2,00	2,45	0,912	145	450	120	22,1	9,13	0,569	0,289	3,52

Mean values for macro- (g/kg) and microelements (mg/kg) based on 14-14 samples

6. táblázat

Nitrogénnel nem trágyázott és hektáronként 200 kg nitrogénnel trágyázott kilenc pázsitfűfaj átlagos összetétele hét mintavétel átlagában a hányadosuk szerint rendezve

		N = 0	N = 200	0 / 200
Al	mg/kg	57,7	86,7	0,67
Fe	mg/kg	261	258	1,01
Mg	g/kg	120	117	1,03
K	g/kg	22,6	21	1,08
Ca	g/kg	3,89	3,48	1,12
S	g/kg	1,88	1,66	1,14
Cd	mg/kg	0,34	0,29	1,16
P	g/kg	3,52	2,89	1,22
Cu	mg/kg	8,91	7,19	1,24
Mn	mg/kg	1,53	1,2	1,27
Co	mg/kg	0,131	0,099	1,33
Zn	mg/kg	21,1	15,7	1,34
Na	g/kg	0,424	0,219	1,94

Mean elemental concentrations for groups of nitrogen (200 kg/ha) fertilized and untreated nine grass species, based on seven samples each

Az idő befolyását a részletek mellőzésével úgy is megvizsgálhatjuk, hogy az első három és a következő három mintavétel pázsitfűfajait hasonlítjuk össze (7. táblázat). A 20% alatti változást gyakorlati szempontból lényegtelennek tekintve megállapíthatjuk, hogy a megfigyelés két időszakát összevetve a kadmium, ólom, foszfor és a cink koncentrációja lényegesen csökkent, a nátrium koncentrációja pedig lényegesen emelkedett.

7. táblázat

A trágyázatlan boldvai fűfajok összetétele az első három hét és a második három hét átlagában hányadosuk szerint rendezve

		első három hét(1)	második három hét(2)	első/második három hét(3)
Cd	mg/kg	0,41	0,23	1,76
Pb	mg/kg	2,64	1,59	1,66
P	g/kg	3,97	2,49	1,60
Zn	mg/kg	21,7	16,4	1,32
Cu	mg/kg	8,95	7,46	1,20
Co	mg/kg	0,12	0,1	1,17
S	g/kg	1,89	1,64	1,15
Fe	mg/kg	270	235	1,15
Ca	g/kg	3,95	3,64	1,09
K	g/kg	23,1	21,8	1,06
Mn	mg/kg	115	115	1,00
Mg	g/kg	1,34	1,4	0,96
Al	mg/kg	66,3	77,0	0,86
Na	g/kg	0,2	0,47	0,41

Elemental composition of the sampled species at Boldva, indicating the mean values over the first three and the last three weeks of the study  
 first three weeks(1), second three weeks(2), first/second three weeks(3)

## AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

Az azonos helyen termett gyepnövényfajok összetételének sajátos különbségei nem csupán biometriailag szignifikánsak, de egy vagy több elem tekintetében gyakorlatilag is jelentősek. A növények tápanyagfelvételének relatív állandóságát korábban már kimutatták (*Tölgyesi, 1971*), ennek ellenére nem igen használták ki a takarmányozási gyakorlatban. Ezen elv szerint, bár a különböző külső tényezők (talaj, trágyázás, stb.) jelentősen módosíthatják a növények ásványianyag-összetételét, de az ugyanazon talajon termelt fajok közti sorrend egy-egy elemre nézve (statisztikai szempontok alapján) állandó.

Ez kitűnik a jelen anyagból is. *Tingle és Elliott (1975)* a fűfajok sok fajtáját vizsgálták. Mangánra vonatkozó adataikat egybevetve a jelen vizsgálat hasonló fajaira kapott eredményekkel megállapíthatjuk, hogy szoros az összefüggés. Náluk is a veres csenkesz és a csomós ebír tartalmazta a legtöbb mangánt, míg a réti komócsin és a magyar rozsnok a legkevesebbet. Anyagunkból kilenc fűfajt tudunk összehasonlítani *Regiusné Mócsényi és Várhegyi (1983)* méréseivel nátrium tekintetében. A nagyon szoros kapcsolat azt mutatja, hogy a növények örökletes ion-válogatóképessége a vizsgálati anyagok idő- és térbeli különbözősége ellenére érvényesült. Az aránylag sok nátriumot tartalmazó csomós ebír, nádi csenkesz és angol perje mindkét vizsgálati sorozatban hasonló sorrendben veszik fel a nátriumot. Ezenkívül törvényszerű a fehérhere nagy nátriumfelvétele is, szemben a másik két vizsgált pillangósvirágúval. Számos gyepfajtaelemzésben az elemzett 20–70 faj között a *Trifolium repens* mindig a legnagyobb Na-koncentrációjúak között van (*Tölgyesi és Kárpáti, 1977*). Egyéb tapasztalataink alapján is megállapíthatjuk, hogy bárhonnán származó korrekt adatok alkalmasak arra, hogy a gyakorlatban két gyepnövényfaj várható ásványianyag-tartalmának sorrendjére következtethessünk („relatív állandóság”). Ez viszont lehetővé teszi, hogy a gyep összetételében a hasznosítás során bármely okból bekövetkező botanikai változásból az elemi összetétel változására következtethessünk kémiai elemzés nélkül is.

Szintén a növények öröklött biokémiai habitusa okozza, hogy Boldván ugyanolyan víz- és magnézium-ellátottságú talajon a vizsgált fűfajok magnéziumtartalma a vízigényükkel (W-érték) arányos. Ugyanis a filogenezis során az alacsonyabb térszinteken, nagyobb víz- és Mg-tartalmú talajokon kialakult fajok utóbb bármely talajon többet vesznek fel ebből az elemből, mint a magasabb, szárazabb, térszinteken kialakult fajok, melyek termőhelyéről a csapadék a könnyen oldható Mg-vegyületeket kimosta és a talajvíztől való nagyobb távolságuk miatt egyúttal szárazabbak is. A növényeknek ez a konzervatív tulajdonsága alkalmas arra, hogy a gyep telepítésekor a várható ásványianyag-összetételt a kívánt irányba módosíthassuk. (*Tölgyesi és Barcsák, 1996*).

Amennyire sejthető, hogy két faj közül melyik vesz fel valószínűleg többet egy-egy elemből, annyira kevésbé lehetünk biztosak az abszolút értékekben, ha csak néhány kiragadott fajt, vagy kiragadott kevert mintát analizálunk. A gyep legyen bár nagy vonalakban egynemű, a néhány grammos analitikai bemérésekben is már nagy mintavételi hiba rejtőzhet. Az egyedi minták nagy szórásából le kell vennünk azt a következtetést, hogy különösen vegyes bota-



nikai összetételű gyeptakarmányozási szempontból történő értékelésekor legalább 8–10 minta vizsgálati értékét kell figyelembe vennünk, ha megfelelően akarunk tájékozódni. Ekkor még eltekintünk azoktól az analitikai hibáktól, melyek széleskörű hazai és külföldi felmérések szerint (Tölgyesi, 1975; Tölgyesi és Bokori, 1984) még jónak tartott laboratóriumok között is átlagosan 20–30%-ot tesznek ki. Ezért a takarmányt jól felkészült laboratóriumban, a területtel és a gyeptömeggel arányos számú mintában, érdemes megvizsgáltatni.

A nitrogéntrágyázás következményei ismételten utalnak arra, hogy a rét- és legelőgazdálkodásban is figyelembe kell venni azokat a hatásokat, melyeket a szántóföldi kultúráknál megfigyeltek. Így pl. Tölgyesi és Mikó (1977) tenyészedény kísérletekben, Láng és mtsai. (1977) pedig szabadföldi kísérletekben mutattak rá, hogy a műtrágyázás hatására megnövekedett termésmennyiség kukoricában majd minden elem csökkent koncentrációját eredményezte. A hatás attól függ, hogy melyik elem kerül minimumba, melyik elem felvétele nem tud lépést tartani a megnövekedett szárazanyag produkcióval. Így például Boldván a mangántartalom gyakorlatilag nem csökkent a pótlólagosan adott 200 kg N/ha hatására, míg Adrichem és Tingle (1975) kísérleteiben a réti ecsetpázsit 0–56–112–224 kg N/ha adagolására 243–217–192–169 mg/kg, csökkenő mangántartalmat ért el. Rinne és mtsai. (1974) kísérleteiben 300 kg/ha nitrogénadag hatására 172 mg/kg-ról 100 mg/kg-ra csökkent a Mn-koncentráció, míg a Na-tartalom 0,049 g/kg-ról 0,212 g/kg-ra növekedett. A kobalttartalom náluk nem változott, míg a boldvai mintákban mintegy harminc százalékkal csökkent. A kalcium- és a magnéziumtartalom csökkenését hozták hasonlóan észlelte Havre és Dishington (1962). Doboszynski és mtsai. (1973) kalcium- és rézkoncentráció, továbbá nátrium és cink csökkenést állapítottak meg, a nitrogéntrágya öt fokozatban való — 60–300 kg/ha mennyiségek közötti — növelésekor.

A nitrogéntrágyázás hatásából tehát nem igen lehet általánosítható következtetéseket levonni. A rendelkezésünkre álló nagyszámú szakirodalmi adatból megkíséreltük legalább egy-egy elemre vonatkozó 15–20 észlelést közös nevezőre hozni. Az eredmény: szinte ugyanannyi hivatkozás található a nitrogéntrágyázás egy-egy elem koncentrációját csökkentő hatásáról, mint az azt növelő hatásáról. Kellő elfogultsággal bármelyik változás irányában sok kutató véleményét felsorakoztathatnánk. A jelenség oka az a kétirányú tendencia, mely során egyrészt a nitrogénadagolás a szárazanyag-produkció növekedésével az elem-koncentrációt csökkenti (hígulási effektus). A másik hatás pedig a nitrogéntrágyának a talaj egyéb tápanyagait mobilizáló hatása, akár a kémhatás csökkentése révén, akár a talajról kiszorított (deszorbeált) ionok megnövekedett koncentrációja révén. A nitrogéntrágyázás következményeit bonyolítja az is, hogy egészen másként reagálnak mélyebben fekvő, vízben és tápanyagokban bővelkedő rétek, mint a magasabban fekvő közepes nedvességtartalmúak (Stählin, 1969). Ezenkívül sok esetben a hatás nem lineáris, hanem még az ésszerű mennyiségű nitrogénadagon belül is a gyeptakarmányban egy-egy elem koncentrációgörbéje a közepes nitrogénadagoknál minimumot vagy maximumot képezhet. Úgy tűnik, hogy az adott helyen végzett kémiai elemzés nélkül, csupán más tapasztalatokra támaszkodva, nem lehet előre jelezni a nitrogén-

trágyázás hatását a beltartalmi értékek változására. Nem csupán a mértékére, de még az irányára nézve sem.

A vegetációs idő előrehaladtát tekintve a legegységesebb álláspont a foszfortartalom csökkenése mind a saját, mind mások (*Kirchgessner és mtsai.*, 1960; *Doboszynski és mtsai.*, 1973; *Fiedler és Höhne*, 1984;) megfigyeléseiben. A vegetációs idő alatt a cinktartalom csökkenését észlelték *Kirchgessner és mtsai.* (1960), *Gladstones és Loneragan* (1967), valamint *Regiusné Mócsényi és Várhegyi* (1983). A két utóbbi kutatócsoport emellett a réz- és a káliumkoncentráció csökkenését is mérte a leveles állapot és a virágzás kezdete között, kísérleteinkhez hasonlóan. A pillangósvirágú fajokban elemzéseink során mérhető réz-kálium párhuzam az ontogenezis sokszor megfigyelt kísérő jelensége. A fiatalabb növények kálium- és rézkoncentrációja általánosan nagyobb, mind az idősebbeké. Az idő előrehaladtával a réztartalom csökkenése közvetve kimutatható *Prohászka és Horváth* (1983) megfigyeléseiben is. Adataikból ugyanis pozitív kapcsolat számítható a gyep réztartalma és emészthető fehérjetartalma között, márpedig a fehérjetartalom időbeli csökkenése általános természeti törvény. Így a gyep öregedésével a rézkoncentráció a megkívánt szint alá süllyedhet. Ugyanezen szerzők megfigyeléseiben a szárazanyag-tartalom és a mangánkoncentráció között pozitív kapcsolat volt, mely közvetve az idősebb gyep nagyobb mangántartalmára enged következtetni. A mi esetünkben a mangántartalom az első és a második háromhetes periódus átlagában nem változott, amit nem tekintünk tipikus viselkedésnek, annak ellenére, hogy az első növedék viselkedésében ugyanezt találta *Regiusné Mócsényi és Várhegyi* (1983) is. Sokkal inkább jellemző az öregedő gyep mangántartalmának növekedése, mely együtt jár az emészthetőség csökkenésével, mint az pl. *Tingle és Elliott* (1975) adataiból is számítható. Így észlelték *Kirchgessner és mtsai.* (1960), továbbá *Fiedler és Höhne* (1984) is, utóbbiak egyúttal felhívják a figyelmet a talaj kémhatásának és redoxpotenciáljának jelentőségére is. Méréseink szerint a kísérlet színhelyén annyira kedvező a mangán felvehetősége (savanyú, nyirkos talaj), hogy már a fejlődés kezdetén beépítettek a növények a felvehetőség határáig annyi mangánt, mely a későbbiekben már tovább nem növekedhetett. A kén-tartalom csökkenése hasonlóan a Boldván észleltekhöz megfigyelhető *Kirchgessner és mtsai.* (1960), valamint *Spencer* (1978) vizsgálataiban is. Az alumínium koncentrációját az idősebb nádtippanban *Fiedler és Höhne* (1984) is nagyobbának találta a vassal együtt, mely utóbbi elem nálunk kis mértékben csökkent. A kadmium, méréseinkhez hasonlóan nálunk is csökken a vegetációs idő előrehaladtával, ellentétben az ólommal, mely körülményeik között csak április hónapban csökken, május és június hónapban viszont meredeken növekszik.

Összefoglalva a növény korára vonatkozó mostani és korábbi észleleteket, valószínűsíthetjük, hogy a gyep K-, P-, S-, Zn- és Cu-koncentrációja az idő előrehaladtával az esetek többségében csökken, alumíniumtartalma pedig növekszik. Ezen folyamatok természetesen ugyanazon növényfaj egyetlen növedékére vonatkoznak. Egészen más időbeli lefolyást észlelhetnénk ha ugyanazon növényfaj eltérő kaszálásból származó mintáját hasonlítanánk ösz-

szé, vagy esetleg a természetes gyepek tavaszi és őszi növedékének zömében más növényfajokból álló anyagát.

**Köszönetnyilvánítás:** A kémiai analízisek költségét részben az OTKA T-5415 számú támogatásából fedeztük, a számítógépet Tölgyesi Zsolt (Middlebury, USA) bocsátotta rendelkezésünkre.

#### IRODALOM

- Adrichem van, M.C.J. – Tingle, J.N. (1975): *Can. J. Plant. Sci.*, 55. 949–954.p.
- Barcsák Z. (1994): *Növénytermelés*, 43. 221–228.p.
- Doboszynski, L. – Kowalczyk, J. – Lekawska, I. – Sapek, A. (1973): Effect of different nitrogen fertilization levels on content of major and minor elements in hay from peatland meadows. *Proceedings of the 5th General Meeting European Grassland Federation Quality of Herbage*. 72–78.p.
- Fiedler, H.J. – Höhne, H. (1984): Mengen- und Spurenelemente in Sproß und Rhizom von *Calamagrostis villosa* (CHAIX) J.F. GMELIN im Tharandter Wald. In: Mengen- und Spurenelemente, ed.: Anke M. et al. Arbeitstagung, Leipzig, 94–101.p.
- Gladstones, J.S. – Loneragan, J.F. (1967): *Aust. J. Agric. Res.*, 18. 427–446.p.
- Havre, G.N. – Dishington, I.W. (1962): *Acta Agric. Scand.*, 12. 298–308.p.
- Kirchgessner, M. – Mertz, G. – Oelschläger, W. (1960): *Arch. Tierernähr.*, 10. 414–427.p.
- Láng G. – Mártonffy T. – Tölgyesi Gy. (1977): *Agrokémia és Talajtan.*, 26. 351–62.p.
- Modor V. – Tölgyesi Gy. (1964): *Kísérletügyi Közlemények, Állattenyésztés, LVII/B* 3. 59–66.p.
- Prohászka K. – Horváth R. (1983): *Növénytermelés*, 32. 347–354.p.
- Regiusné Mócsényi Á. – Várhegyi J. (1978): *Állattenyésztés*, 27. 405–417.p.
- Regiusné Mócsényi Á. – Várhegyi J. (1983): *Acta Agronomica Hung.*, 32. 297–313.p.
- Rinne, S-L. – Sillanpää, M. – Huokuna, E. – Hiivola, S-L. (1974): *Ann. Agr. Fenniae.*, 13. 109–118.p.
- Smith, D. – Rominger, R.S. (1974): *Can. J. Plant Sci.*, 54. 485–492.p.
- Spencer, K. (1978): Sulphur nutrition of clover: Effects of plant age on the composition-yield relationship. *Commun. in Soil Science and Plant Analysis.*, 9. 883–895.p.
- Stählin, A. (1969): *Bodenkultur*, 20. 395–412.p.
- Tingle, J.N. – Elliott, C.R. (1975): *Can. J. Plant Sci.*, 55. 949–954.p.
- Tölgyesi Gy. (1963): *Magyar Állatorvosok Lapja*, 18. 207–209.p.
- Tölgyesi Gy. (1971): *Természet Világa*, 102. 155–159.p.
- Tölgyesi Gy. (1975): *Magyar Állatorvosok Lapja*, 30. 525–529.p.
- Tölgyesi Gy. – Barcsák Z. (1996): *Növénytermelés, (megjelenés alatt) Tölgyesi Gy. – Bokor J. (1984): Agrokémia és Talajtan*, 33. 607–614.p.
- Tölgyesi Gy. – Haraszti E. (1966): *Növénytermelés*, 15. 7–14.p.
- Tölgyesi Gy. – Kárpáti I. (1977): *Agrokémia és Talajtan*, 26. 63–78.p.
- Tölgyesi Gy. – Kozma A. (1974): *Agrokémia és Talajtan*, 23. 88–98.p.
- Tölgyesi Gy. – Kozma A. (1983): *Magyar Állatorvosok Lapja*, 38. 33–37.p.
- Tölgyesi Gy. – T. Mikó Zs. (1977): *Növénytermelés*, 26. 169–175.p.
- Tölgyesi Gy. – Varga J. – Schmidt R. (1983a): *Magyar Állatorvosok Lapja*, 38. 593–597.p.
- Tölgyesi Gy. – Varga J. – Schmidt R. (1983b): *Magyar Állatorvosok Lapja*, 38. 599–602.p.

Érkezett: 1995. október

Szerzők címe: Tölgyesi Gy.: Agricola® Kísérleti Állomás

Authors' address: Agricola® Experiment Station  
H-1172 Budapest, Kötelek u. 11.

Barcsák Z.: Gödöllői Agrártudományi Egyetem  
Gödöllő University of Agricultural Sciences  
H-2103 Gödöllő, P.O. Box 303.