

Pázsitfűfélék és nem fűféle gypalkotók makroelem-, szelén- és nehézfém tartalma

TASI JULIANNA
Szent István Egyetem,
Gödöllő

Összefoglalás

Az elemtartalom vizsgálatához három éven (1998–2000) keresztül gyűjtöttünk takarmánymintákat különböző típusú természetes gyepekről. A mintavételi helyeken megtörtént a növényzet botanikai összetételének meghatározása a Balázs-féle quadrát módszerrel. Két évben (1999 és 2000) a friss növénymintákat szétválogattuk pázsitfűféle, pillangósvirágú és egyéb kétszikű növények csoportjaira. Ezekből külön-külön megtörtént a K, a Na, a Ca, a Mg, a P, a Se, a Cd, a Cr és a Pb meghatározása ICP spektrométer alkalmazásával.

A mintavételi helyek növényállománya két kategóriába volt sorolható: „nem trágyázott”, gyenge tápelemellátottságú és „trágyázott”, jó tápelemellátottságú gyepek. A „nem trágyázott” gyepek semmilyen trágyázásban nem részesültek, az alullegeltetés miatt a legelő juhok trágyája sem jelentős. Ezekben a gyepeken a *Festuca pseudovina* a vezérművevény. A „trágyázott” gyepek vezérművevénye a *Poa pratensis*, helyenként *Bromus inermis*, másutt *Elymus repens*.

Megállapítást nyert, hogy a vizsgált öt makro-, ill. mezoelem közül négy a pillangósvirágúakban volt legnagyobb koncentrációban. Az egyéb kétszikű fajokban volt a legtöbb kálium. A Na és a Ca a „nem trágyázott” gyepekben, a többi vizsgált elem pedig a trágyázottakban volt több. A Se-tartalom nagy szórást mutatott, ezért csak tendenciát lehet megállapítani. Eszerint a pázsitfűfélék sem tartalmaztak lényegesen kevesebb szelént, mint a többi gypalkotó. A „nem trágyázott” gyepeken a fűfélék tartalmazták a legtöbb Cr-ot és Pb-t és a pillangósvirágúak a legtöbb Cd-ot. A „trágyázott” gyepekről származó takarmányban a legtöbb Cd és Cr a fűfélékben volt, a legtöbb ólom pedig az egyéb kétszikűekben.

A növényzet összetétele és az elemtartalom között volt kimutatható összefüggés. A regressziós analízis eredménye szerint az összes kétszikű gypalkotók borítási arányának növekedésével lineárisan nőtt a gyp-takarmány makro- és mezoelem-tartalma. A P-, a Cd-, és a Pb-tartalom csökkent, ill. ezek mennyisége a fűfélék borítási arányának növekedésével nőtt.

Kulcsszavak: pázsitfűvek, kétszikűek, makroelem, szelén, nehézfém

Macroelement, selenium and heavy metal contents of grass species and other sward components

J. TASI
Szent István University,
Gödöllő

Summary

Samples were collected on different types of natural grasslands in 3 years (1998–2000) in order to analyse the element contents of the plants. At the sampling sites the botanical composition was determined using Balázs's quadrat method. In two years (1999, 2000) the plants in all the fresh samples were divided into grass species, leguminous species and other dicotyledons. The K, Na, Ca, Mg, P, Se, Cd, Cr and Pb of each group were measured using an ICP spectrometer.

The plant stands of the sampling sites can be divided into two categories: „fertilised“ and „non-fertilised“. Non-fertilised grasslands did not receive any fertilisers, and due to undergrazing, the quantity of manure from sheepgrazing was insignificant. On these grasslands, the dominant species was *Festuca pseudovina*. The dominant species on „fertilised“ grasslands was *Poa pratensis*, or in some cases *Bromus inermis* or *Elymus repens*.

The results showed that leguminous plants had the highest contents of four of the five macro- and meso-elements examined. The highest level of K could be found in dicotyledons. The Na and Ca contents of the plants were higher on „non-fertilised“ grasslands, while the level of all the other macroelements was higher in plants from fertilised grasslands. Since the Se contents showed great deviation, in this case only a tendency could be detected, indicating namely that grass species do not have a significantly lower content of Se than other grassland plants.

A relationship was found between the composition of grasslands and the element content of fodders. The results of regression analysis showed that the element content of grass fodder linearly increased as the coverage percentage of all dicotyledons, including legumes, in the grassland increased. In this case, the P, Cd and Pb content decreased; their levels increased as the coverage percentage of grass species increased.

Key words: grass species, dicotyledons, macroelement, selenium, heavy metal

Bevezetés

A gyepről származó takarmány (legelőfű, réti széna) összetételéről sok szakirodalmi adat található. Sokan, különböző szempontok alapján vizsgálták az elemtartalmat is. Megtörtént az elemzés tájanként (*Fekete és Keresztény 1979, Tölgyesi 1962*), növényfajonként (pl. *Genevini és Sciaraffia 1981, Kota et al. 1995*). Foglalkoztak a trágyázás hatásával (pl. *Schmidt 1990*) és az eltérő időpontban hasznosított gyepek összetételének változásával (*Fiedler és Höhne 1984, Horb et al. 1980*). Ezek a vizsgálatok azonban általában telepített fűfajokra, egyes esetekben gyepeverésekben vetett kétszikűekre vonatkoztak. Magyarországon Tölgyesi munkássága nyomán vannak régebbi adatok természetes gyepeken előforduló gyakoribb növények mikroelem-tartalmáról (*Tölgyesi 1962, 1963, 1966*). Kevés és nem kellően összegzett adat áll rendelkezésre a természetes gyepekben élő fű- és nem fűféle gyepalkotók elemtartalmáról.

A nehézfém-tartalom a környezetszennyezés megnövekedése miatt egyre fontosabbá vált (*Köles 1999, 2000, Köles et al. 2000, Köles et al. 2001*). A gyepekben vezető növényként megjelenő pázsitfűféléket a nehézfémek akkumulációs indikátoraként tartják számon. A gyepek alatti talajokban emiatt csökken 50%-al a megengedhető maximális szennyezőelem-mennyiség (*Kádár 1995*). A gyepről származó takarmányokat elsősorban kérődző állatok fogyasztják, melyek tejet is termelnek. A nehézfémek a tejben megjelenve nagy veszélyt jelenthetnek az azt fogyasztó emberre is.

A 20/2004. (II. 27.) FVM rendelet megadja a növényi eredetű takarmányokban maximuman megengedett nehézfém-tartalmat, mely a kadmium esetében 1 mg/kg, ólomnál 10 mg/kg, zöldtakarmány esetén 40 mg/kg a takarmány 12%-os nedvességtartalma mellett. A krómtartalomnak nincs megadott toxicitási határértéke, de a szakirodalomból az derül ki, hogy a növényi eredetű élelmiszerek, illetve takarmányok általában 0.03 és 1 mg/kg közötti mennyiségben tartalmazzák (*Csathó 1994*).

Munkámnak az a célja, hogy a különböző gyepalkotó növénycsoportok elemtartalmának vizsgálatával a természetes gyepekről származó információkat bővítsem. Fontos kérdésnek tekintem azt is, amely *Tölgyesi és Barcsák 1997-es* megállapítása kapcsán merült fel, vagyis kémiai elemzés nélkül, a gyepek botanikai összetételéből lehet-e következtetni a takarmány elemi összetételére.

Anyag és módszer

A makro-, mezo- és mikroelem-, valamint a nehézfémvizsgálathoz három éven (1998–2000) keresztül gyűjtöttünk növénymintákat a májusi és júliusi aspektusban. Jelen közleményemben a májusi aspektus vizsgálatával foglalkozom. A kutatási program során vizsgált öt gyepterület három településen, három mezőgazdasági üzem területén helyezkedik el. A területek jellemzői a talajszelvény- és talajminta-vizsgálatok alapján (1. táblázat):

- **Jákotpuszta:** nógrádi dombvidéki terület, ahol két eltérő kitétségű lejtőn elterülő legelőt vizsgáltunk. Az agyagbemosódásos barna erdőtalaj a felső 20 cm-es rétegben az egyik területen humusszal jól, foszforral igen gyengén, káliummal pedig közepesen ellátott, a másikon humusszal jól, foszforral és káliummal igen jól ellátott.
- **Szendrő:** az Északi-középhegységben, a Rudabányai-hegység lábánál, a Bódva folyó medencéjében található, ahol egy völgyi rétet és egy domboldalon elhelyezkedő legelőt vontunk be a kutatásba. Az agyagbemosódásos barna erdőtalaj a felső 20 cm-es rétegben humusszal közepesen, foszforral és káliummal igen gyengén ellátott.
- **Törtel:** alföldi, síkvidéki terület, szikes legelő. A szolonesák-szolonyec talaj a fűvek gyökérzete számára könnyen elérhető felső 20 cm-es rétegben humusszal és foszforral igen jól, káliummal közepesen ellátott.

A mintavételi helyek növényállománya alapvetően két kategóriába sorolható. Három mezőgazdasági üzemből veresnadrág csenkesz (*Festuca pseudovina*) vezérnövényű természetes juhlegelőkről gyűjtöttünk mintákat. Ezeket a gyepeket nem trágyázzák, annyi szerves anyagot kapnak, amennyit az ott legelő juhok hagynak hátra extrétumaikkal. A hátróból két üzemből alullegetetés tapasztalható.

Két mezőgazdasági üzem különböző területein elhelyezkedő juhlegelők vezérnövénye valamilyen elsőrendű pásztfű, réti perje (*Poa pratensis*), magyar rozsnok (*Bromus inermis*), ill. tarackbúza (*Elymus repens*). Ezek a legelők rendszeresen részesülnek műtrágyázásban és szervestrágyázásban (baromfitrágyával is), közülük egy legelő csak szervestrágyázásban.

A növényzetet mindegyik területen tejtermelő juhászat hasznosítja.

A talaj- és növénymintákat 1998-ban, 1999-ben és 2000-ben május első dekádjában, illetve Szendrőn a vegetáció természetes késése miatt a második dekádjában, valamint július első, ill. második dekádjában vettük. Egy-egy legelőterületen annak nagyságától függően 3-5 mintavételi helyet jelöltünk ki.

Minden mintavételi helyen először elvégeztük a gyepterület növényi összetételének és borítottságának megállapítását a Balázs-féle quadrát módszer alkalmazásával (Balázs 1949). Ezután ugyanazon helyekről mintavételi keret (50×50 cm) és kézi olló segítségével mintákat gyűjtöttünk több ismétlésben. Minden begyűjtött mintát (1999-ben és 2000-ben) szétválogattunk a következő növénycsoportokra:

- pásztfűfélék
- pillangósvirágúak
- egyéb kétszikű gyeppalkotók.

1. táblázat. A vizsgált gyepterületek legfontosabb talajjellemzői

Termőhely (1)	Talajréteg [cm] (2)	KA (3)	pH _{KCl} (4)	Humusz [%] (5)	NH ₄ -N [mg/100 g]	NO ₃ -N [mg/100 g]	Al-P ₂ O ₅ [mg/1000 g]	Al-K ₂ O [mg/1000 g]	Cd [mg/1000 g]	Cr [mg/1000 g]	Pb [mg/1000 g]
Nem trágyázott, gyenge tápelemellátottságú gyepek (6)											
Jákópuszta a.	0-20	47	4.21	2.57	0.2	0.2	21.12	115.63	2.56	35.27	15.67
Szendró a.	0-20	46	6.6	2.49	0.32	0.4	18.40	91.34	1.0	17.50	24.0
Törtel a.	0-20	44	8.1	1.82	0.30	0.46	391.71	350.74	1.03	23.20	9.45
Átlag (8)	0-20	45.67	6.3	2.29	0.27	0.35	143.74	185.9	1.53	25.32	16.37
Jákópuszta a.	20-40	42	4.19	0.91	0.2	0.12	6.84	86.3	2.76	39.97	13.63
Törtel a.	20-40	47	8.7	1.0	0.08	0.42	140.73	307.33	1.01	24.10	5.4
Átlag (8)	20-40	44.5	6.44	0.95	0.14	0.27	73.78	196.81	1.89	32.04	9.52
Trágyázott, jó tápelemellátottságú gyepek (7)											
Jákópuszta b.	0-20	53	5.35	2.47	0.46	1.25	279.77	570.7			
Szendró b.	0-20	45	5.1	2.51	0.66	0.38	14.79	98.44	0.27	31.29	22.16
Átlag (8)	0-20	49	5.22	2.49	0.56	0.81	147.28	334.57			
Jákópuszta b.	20-40		4.89	1.35	0.55	0.2	59.25	314.74			
Szendró b.	20-40								0.13	40.68	20.45

Table 1. Main soil characteristics of the examined fields. (1) , (2) Soil layer, (3) Density KA, (4) Alkalinity pH, (5) Humus (6) Grasslands with poor nutrient supply, no fertilisation, (7) Grasslands with abundant nutrient supply, fertilised, (8) Mean value.

A pontos mérést követően mindegyik mintát a Magyar Szabvány idevonatkozó előírásainak megfelelően súlyállandóságig szárítottuk, majd a különböző elemtartalmak megállapítása céljából a SzIE Központi Laboratóriumába szállítottuk. A laboratórium-ban IY24 ICP spektrométerrel, SM: 1996 vizsgálati módszerrel végezték el a vizsgálato-
kat.

Az eredmények értékeléséhez a termőhelyeket az ott gyűjtött talajminták megvizsgált jellemzői alapján két kategóriába soroltam. A „gyenge tápelemellátottságú” termő-
helyek/mintavételi helyek esetében a talajban kevesebb NPK, ill. a vizsgált nehézfémek közül kevesebb króm és ólom található. A „jó tápelemellátottságú” helyeken elméletileg több tápelem áll a növények rendelkezésére. A talajok ásványianyag- és három vizsgált nehézfém-tartalmáról a már hivatkozott *1. táblázat* ad tájékoztatást.

A vizsgálatok három éve során összegyűjtött adatok kiértékelését három szempont alapján végeztem el. Ezek a következők:

1. A pázsitfűvek és a nem fűféle gyepalkotók elemtartalmának összehasonlítása
2. A jó- és gyenge tápelemellátottságú gyeppek elemtartalmának összehasonlítása, a takarmány minősége
3. Lehet-e az egyes gyepalkotó növénycsoportok borítottságából következtetni a gyeptakarmány minőségére az elemtartalom tekintetében.

A megvizsgált elemek hovatartozása alapján mindegyik szempont szerinti értékelés további három részre oszlik:

- makro- és mezoelem-tartalom (K, Na, Ca, Mg és P)
- mikroelem-tartalom (Se)
- nehézfém-tartalom (Cd, Cr és Pb).

Eredmények

A fentiek figyelembevételével a következő eredmények adódtak:

A pázsitfűvek és nem fűféle gyepalkotók makro- és mezoelem-tartalma

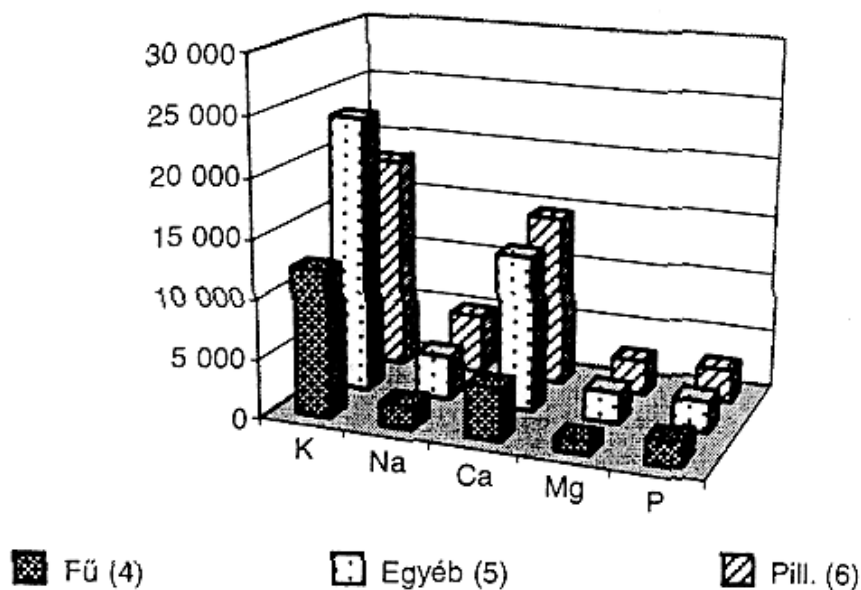
A megállapításokat területi okok miatt csak az összes termőhely és vizsgálati év átlaga alapján közlöm. A növénycsoportok átlagos elemtartalmát az *1. ábra* mutatja. Legtöbb adat a májusi aspektusból áll rendelkezésre, ezért azt mutatom be.

Az átlagolt adatok alapján beigazolódott a várt következtetés, miszerint a legtöbb elemből a pázsitfűvek kevesebbet tartalmaztak, mint a többi gyepalkotó. A vizsgált öt tápelem közül négy esetében a pillangósvirágú gyepalkotók tartalmazták a legtöbbet. A kálium azonban leginkább az egyéb kétszikű fajokban dúsult fel. Az elemtartalom különbsége a pázsitfűvek és a többi gyepalkotó között többszörös, a pillangósvirágúak és az egyéb gyepalkotók között azonban többnyire nem szignifikáns.

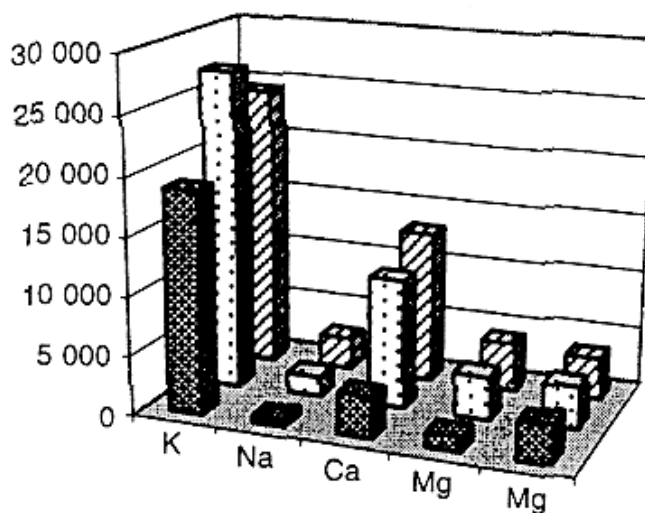
A keverékgyepről származó takarmány ásványianyag-tartalma valamivel nagyobb volt a szétválogatott pázsitfűvéknél. A 2000. évi adatok adnak lehetőséget ennek meg-

1. ábra. A vizsgált gyeptakarmányok makro-, mezo- és szeléntartalma, 1999 és 2000

A) Makro- és mezoelem-tartalom a „nem trágyázott” gyepeken [mg/kg sz. a.] (1)



B) Makro- és mezoelem-tartalom a „trágyázott” gyepeken [mg/kg sz. a.] (2)



C) A szeléntartalom alakulása [µg/kg sz. a.] (3)

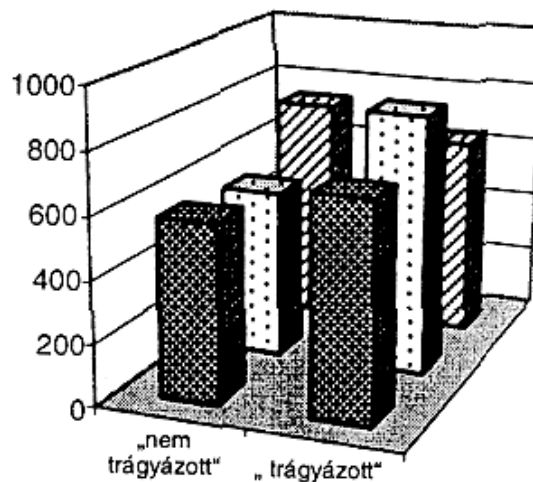


Figure 1. Macro-, mesoelement and Se content of fodder. (1) Macro- and mesoelement contents on “non-fertilised” grasslands, (2), Macro- and mesoelement contents on “fertilised” grasslands, (3) Se content, (4) Grasses, (5) Other dicotyledons, (6) Legumes.

állapítására. A 2. táblázatból kiderül, hogy a vizsgált gyepekben átlagosan 70% körüli fűféle és 30% körüli kétszikű növény található, vagyis a természetes gyepekről származó takarmány ásványianyag-tartalmát döntően befolyásolja a fűfélékben található mennyiség. A kétszikűek nagyobb ásványianyag-tartalma azt eredményezte, hogy a természetes gyepekről származó takarmányban több ásványi anyag volt, mint a telepített, csak pázsitfűvekből álló gyepről származóban. Ez a megállapítás aláhúzza a kétszikű gypalkotók fontosságát, jelentőségük átértékelésének szükségességét. Fontos ez azért is, mert a levegő széndioxid-tartalmának és az aszályos évek gyakoriságának növekedése a kétszikű gypalkotók terjedésének kedvez.

2. táblázat. Az összes kétszikű növények boritottsága [%] az összes gyepről átlagosan, 100%-os boritottságra vetítve

Mintavétel ideje (1)	1998	1999	2000
Nem trágyázott, gyenge tápelemellátottságú gyepek (2)			
Május (4)	21.5	28.74	27.31
Július (5)	30.5	16.86	25.62
Trágyázott, jó tápelemellátottságú gyepek (3)			
Május (4)	28.1	34.75	27.08
Július (5)	34.81	44.77	36.96

Table 2. Coverage percentage of all dicotyledons. (1) Date of sampling, (2) "Non-fertilised" grasslands, (3) "Fertilised" grasslands, (4) May, (5) July.

A „jó és a gyenge tápelemellátottságú” gyepek elemtartalma

Az 1. ábra A és B része a két kategóriát külön mutatja. Megállapítható, hogy a takarmány Na- és Ca-tartalma a nem trágyázott, gyenge ellátottságú, *Festuca pseudovina* vezérművevényű gyepeken meghaladta a trágyázott, jó tápelemellátottságú gyepekét, melyek vezérművevénye termőhelyenként különböző elsőrendű fűféle. Az értékeléskor figyelembe kell venni, hogy az első csoportban található a szikes talajú törteli legelők mintavételi helyeinek vizsgálati adatai is.

A K, a Mg és a P elem a trágyázott, elsőrendű fűfélékből álló gyepekről származó takarmányban nagyobb koncentrációban található meg, mint a pseudovinetum gyepekben.

A mintázott gyeptakarmányok minősége a makro- és mezoelem-tartalom szempontjából megfelelő, kielégíti a juhok igényét a Juhtenyésztők kézikönyve (Veress et al. 1982) alapján.

A takarmány szelén- (mikroelem-) tartalma

Az 1. ábra C része mutatja a Se-tartalom átlagos alakulását. Messzemenő következtetések levonása előtt meg kell jegyezni, hogy a termőhelyek és az évek alapadatai 30%-ot meghaladó szórást mutatnak. Ezért az 1.C ábra alapján csak tendenciát lehet meg-

állapítani, amely nem azonos a nem trágyázott, gyenge tápelemellátottságú és a trágyázott, jó tápelemellátottságú gyepeken. Előbbin a pillangósvirágúak tartalmaztak több Se-t, a fűvek és egyéb növények között nincs számottevő különbség. A trágyázott, jó ellátottságú gyepeken az egyéb kétszikű növényekben több Se-t mértünk, mint a pillangósvirágúakban és a fűfélékben. Figyelemre méltó, hogy a pázsitfűvekben nem többszörösen kevesebb a Se, mint a többi gyepalkotóban. A makro- és mezoelemek esetében ennek ellenkezőjét tapasztaltuk. Ez azért fontos, mert pl. a juhok legelése során elfogyasztott takarmánynak átlagosan 70%-a pázsitfű (Kispál 1993). A gyeptakarmányban lévő Se mennyiségét a trágyázás, ill. a talaj tápelemellátottsága nem befolyásolta lényegesen.

A tömegtakarmányokban kívánatos szelénmennyiség 0.05–2 mg/kg. A vizsgált gyep-takarmányok nem Se-hiányosak, de nem is érik el a toxikusnak tartott 5 mg/kg-os határértéket, tehát ebből a szempontból is megfelelő minőségűek.

A vizsgált gyepek növényzetének nehézfém tartalma

A 2. ábra mutatja a három vizsgált nehézfém mennyiségét a növénycsoportokra szétválogatott minták átlagában. Az elemzéshez szükséges megjegyezni, hogy a legtöbb elem és növénycsoport esetében nagy szórást mutattak az adatok. A gyenge tápanyagellátottságú gyepeken a pillangósvirágúakban volt a legtöbb kadmium, az elsőrendű fűvekből álló, jó tápanyagellátottságú gyepeken viszont a fűvekben. A zöldtakarmányban megengedett maximális 1.0 mg/kg-os határértéknél egy-egy kivétellel minden növénycsoport többet tartalmazott mindegyik gyeptípuson. Általában a trágyázott, tápanyagokban gazdag talajon fejlődő gyepek tartalmaztak több kadmiumot.

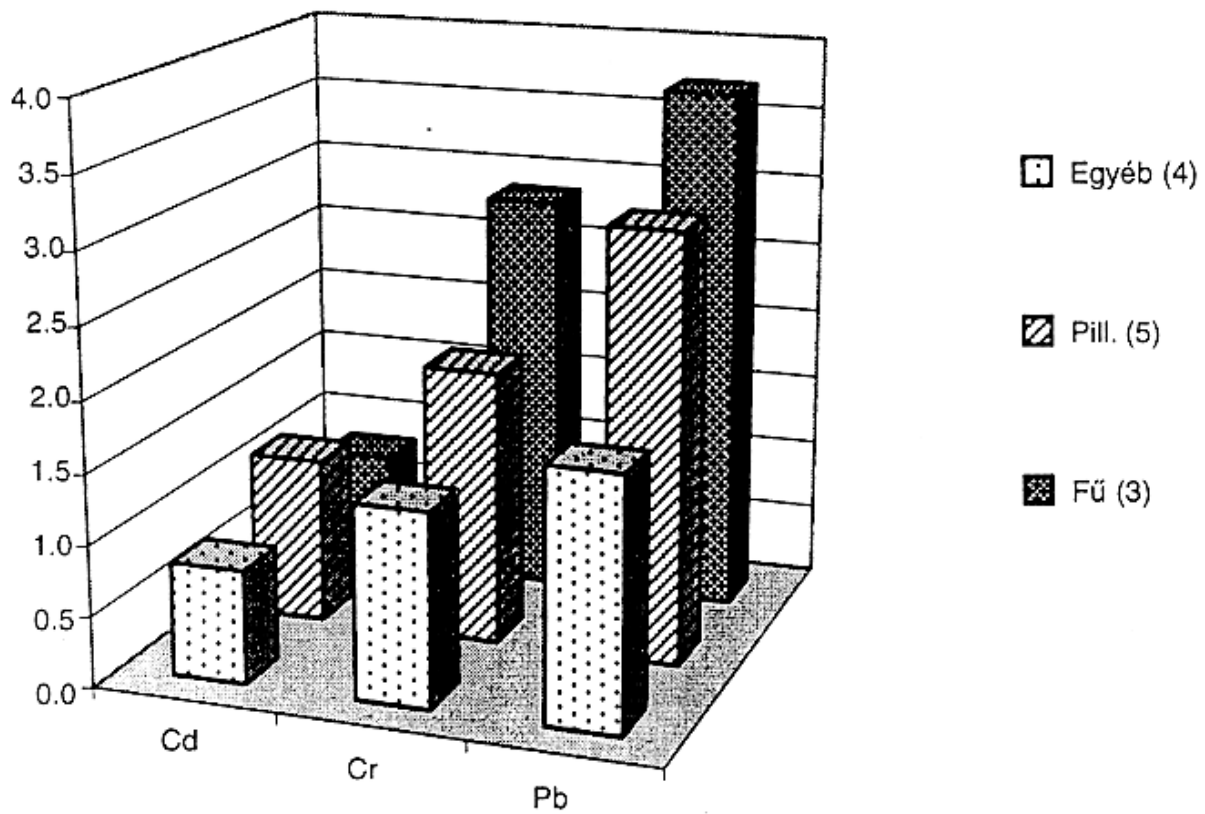
A krómtartalom azonos tendenciát mutatott mindegyik gyepon, a pázsitfűvekben volt a legtöbb. Kevesebbet mértünk az egyéb kétszikűekben és legkevesebbet a pillangósvirágú fajokban, a trágyázott, jó tápelemellátottságú gyepek esetében. A *Festuca pseudovina* vezérműfaj, gyenge tápanyagellátottságú gyepekről származó takarmányban a herefélék több krómot halmoztak fel, mint a többi kétszikű faj. A Cr-tartalom összességében a jó tápanyagellátottságú gyepek takarmányában volt több és meghaladta a növényekben átlagosnak tekintett 1 mg/kg-os mennyiséget.

Ólomból a „nem trágyázott“ gyepeken a fűvek vettek fel legtöbbet, míg a „trágyázott“ gyepeken az egyéb kétszikű növények. A fűféléket kivéve a jó tápelemellátottságú gyepek növényeiben több ólom volt, mint a gyengén ellátottakéban. A gyeptakarmányokban 10 mg/kg a legnagyobb megengedett koncentráció, ill. zöld állapotban 40 mg/kg, ezeket egyik gyepalkotó ólomtartalma sem közelítette meg.

Két vizsgált nehézfém – a króm és a kadmium – tekintetében nem megfelelő minőségű a vizsgált gyepekről származó takarmányok többsége, mert a megengedett értéket meghaladó mennyiséget tartalmaztak ebből a két elemből. A mintázott juhlegelők ipari üzemektől és forgalmas utaktól távol találhatóak, ezért a szennyezés forrása maga a termőtalaj – figyelembe véve a legtöbb mintázott termőhely talajának savanyú kémhatását –, illetve a műtrágyázott legelőkön esetleg a műtrágya lehet (főleg a kadmium esetében). A növény minta-vételek környezetéből vett talajminták vizsgálatából kiderült, hogy a termőhelyek többségén a talajra vonatkozóan megállapított határértéket megközelítő vagy meghaladó mennyiségű króm van a talajban (1. táblázat).

2. ábra. A vizsgált gyeptakarmányok átlagos nehézfém tartalma [mg/kg], 1999–2000

A) Nehézfém tartalom a „nem trágyázott” gyepeken [mg/kg] (1)



B) Nehézfém tartalom a „trágyázott” gyepeken [mg/kg] (2)

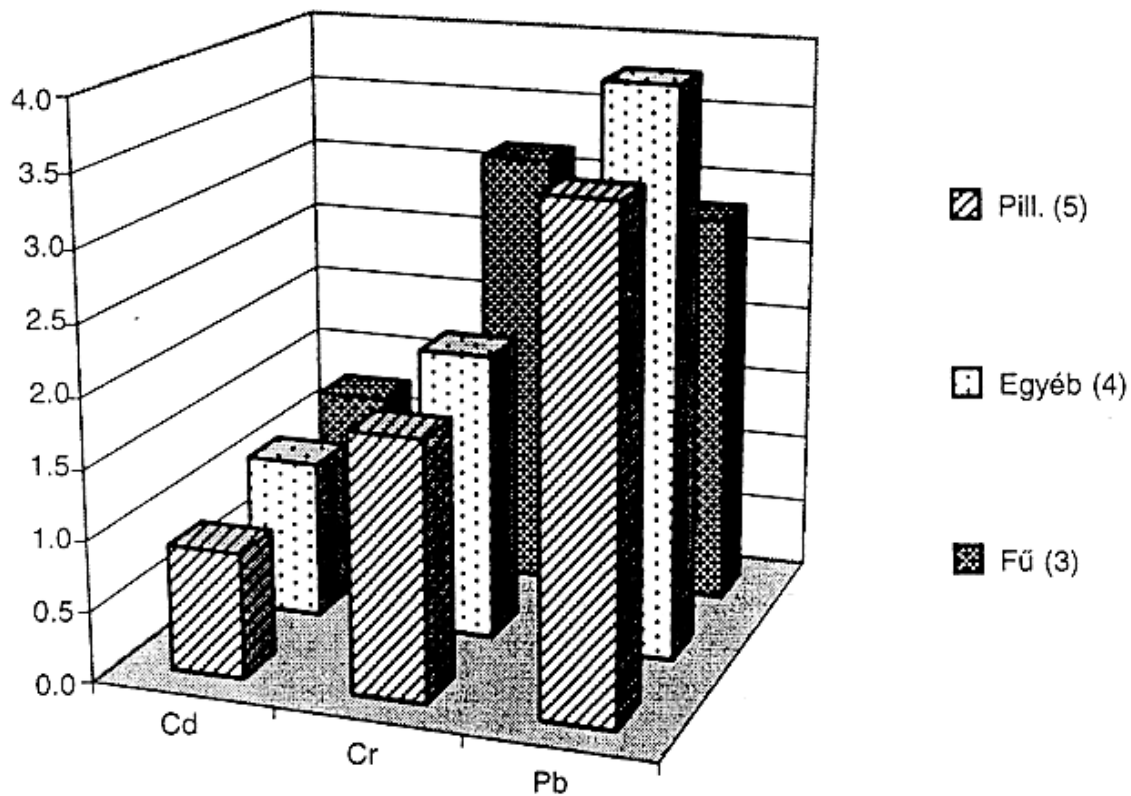


Figure 2. Average heavy metal content of fodder. (1) Heavy metal content on “non-fertilised” grasslands, (2) Heavy metal content on “fertilised” grasslands, (3) Grasses, (4) Other dicotyledons, (5) Legumes.

A gyepalkotó növénycsoportok borítottsága és a takarmány elemtartalma közötti összefüggés

A 3. táblázatban az összes kétszikű gyepalkotó (pillangósvirágúak + egyéb kétszikűek) borítottsága (b%) és a takarmány elemtartalma közötti korrelációt mutatom be. A növényzet összetétele és a makro-, mikroelem, valamint nehézfém-tartalom között legtöbbször volt összefüggés. Az összefüggés a gyenge tápelemellátottságú gyepeken több elemnél nagyobb valószínűségi szinten volt szoros, mint a trágyázott, jó tápelemellátottságú területek esetén. A Cd, a Cr és a Pb esetében a pázsitfűvek borítási arányával is mutatkozott korreláció, ezért azokat külön feltüntettem. Ha az r értéke 0.4-nél kisebb, laza, ha 0.4–0.7 között van, akkor közepes, 0.7–0.9 között szoros, 0.9 felett nagyon szoros összefüggésről beszélhetünk. A kétváltozós lineáris regressziós analízis eredményeként kiszámított korrelációs koefficiens (r) értékének nagyobbak kell lenni, mint az $FG = n-2$ melletti kritikus r^* értéke, ahhoz, hogy az összefüggés azon a valószínűségi szinten szignifikánsnak legyen nevezhető.

3. táblázat. A vizsgált gyepekben található összes kétszikű borítottsága és a takarmány elemtartalma közötti korreláció

A vizsgált elem neve (1)	Gyenge tápelemellátottságú gyep (2)				Jó tápelemellátottságú gyep (2)			
	Minta-szám (4)	r érték (5)	r^* érték (6)	Szignifikancia (7)	Minta-szám (4)	r érték (5)	r^* érték (6)	Szignifikancia (7)
K	n=9	0.1490	0.5494	n. sz. (10)	n=7	0.4663	0.6215	n. sz. (10)
Na	n=9	0.8378	0.7646	P=1%	n=7	0.7594	0.7067	P=5%
Ca	n=9	0.7060	0.6319	P=5%	n=7	0.7398	0.7067	P=5%
Mg	n=9	0.5704	0.5494	P=10%	n=7	0.5667	0.6215	n. sz.
P	n=9	0.6511	0.6319	P=5%	n=7	0.2900	0.6215	n. sz.
Sc	n=7	0.6445	0.6215	P=10%	n=6	0.8472	0.8329	P=2%
Cd fű (8)	n=8	0.6640	0.6215	P=10%	n=8	0.1691	0.6215	n. sz. (10)
Cr fű (8)	n=15	0.6037	0.5923	P=2%	n=12	0.5818	0.5760	P=5%
Cr kétszikű (9)	n=15	0.7359	0.6411	P=1%	n=12	0.5731	0.5760	P=5%
Pb fű (8)	n=15	0.5078	0.4409	P=10%	n=9	0.6070	0.5822	P=10%
Pb kétszikű (9)	n=13	0.3384	0.4762	n. sz.	n=9	0.5971	0.5822	P=10%

Table 3. Correlation between the coverage percentage of all dicotyledons and the element content of fodder. (1) Name of element, (2) Grasslands with poor nutrient supply, no fertilisation, (3) Grasslands with abundant nutrient supply, fertilised, (4) Number of samples, (5) r value, (6) r^* value, (7) Significance, (8) Grasses, (9) Dicotyledons, (10) Non-significant.

A vizsgált makro-, mezoelemek és a szelén esetében az összefüggés alapján megállapítható, hogy az összes kétszikűek arányának növekedésével nőtt a takarmány elem-tartalma. Kivétel a foszfor, amely ellenkező tendenciát mutatott.

A nehézfémek közül a Cd és a Pb mennyisége a fűvek borítási százalékának növekedésével nőtt, a Cr viszont csökkent. Az összes kétszikű fajok arányának növekedésével a takarmány krómtartalma nőtt, ólom-tartalma pedig csökkent. Az összefüggések nem azonos mértékben szorosak.

Általában a fűvek tartalmaztak több nehézfémet. A króm esetében ennek ellenére a fűvek borítottságának növekedésével csökkenő tendenciát mutatott a takarmány króm-tartalma. Valószínűleg a nehézfémvizsgálati adatok nagy szórása (az 1998-as és az 1999-es eredmények különbözősége) miatt áll ellentétben a két megállapítás. További elem-

zésre szorúl annak eldöntése, hogy a két vizsgálati év nagymértékben eltérő nehézfém-mennyiségei milyen okra vagy okokra vezethetők vissza. A csapadék és a gyepek szárazanyag-termése 1999-ben volt a legtöbb, nehézfém-tartalma pedig átlagosan a legkevesebb (hígulási effektus).

A gyepek botanikai összetételét alapvetően meghatározzák az ökológiai körülmények – a talaj tápelem-tartalma, a csapadékviszonyok stb. –, valamint a gyepek termesztési és hasznosítási technológiája (többek között a műtrágyázás). A növényi összetétel éppen ezért nagyon sok információt nyújt a hozzáértő gazdálkodónak és kutatónak egyaránt. Ebből kiindulva kell értékelni a fenti elemzés alapján tehető megállapítást, miszerint a gyepek botanikai összetételéből bizonyos fokig lehet következtetni az onnan származó takarmány minőségére az elemi összetétel szempontjából is.

Következtetések

A három évig folytatott vizsgálatok alapján a mintázott természetes gyepek növényállományának átlagosan 70%-át pázsitfűfélék, 30%-át pedig pillangósvirágú és egyéb kétszikű növények együttesen alkották.

A pázsitfűfélék, a pillangósvirágúak és egyéb kétszikűek csoportjaira szétválogatott minták elem-tartalmának vizsgálata alapján legtöbb nátrium, kalcium, magnézium, foszfor, szelén és kadmium a jó tápelemellátottságú termőhelyek/talajok esetén a pillangósvirágú gyepekalkotókban halmozódott fel.

A vizsgált makro-, mezoelemeket és a szelént az egyéb kétszikű növények is nagyobb koncentrációban tartalmazták, mint a fűfélék.

A vizsgált nehézfémek közül a króm és az ólom egyértelműen a pázsitfűfélékben halmozódott fel a legnagyobb mennyiségben. Mindezek alapján a feltett kérdések sorrendjében levonható néhány következtetés:

1. Tudva, hogy a pázsitfűféléknek van döntő szerepe a gyepről származó takarmány mennyiségében, nagyon fontos figyelembe venni a bennük felhalmozódó nehézfémek mennyiségét, a fűvek akkumuláló tulajdonságát.
2. A kétszikűek jelentősen nagyobb ásványianyag-tartalma miatt a természetes gyepek kétszikű növényborítottságának nagyságával arányosan nagyobb mértékben járul hozzá az ilyen gyepekről származó takarmány az állatok ásványianyag-ellátásához. Figyelembe kell venni azonban, hogy a kérődzők 30% körüli mértékig válogatják be takarmányukba a kétszikű növényeket. Ennél nagyobb borítottság tehát nem javítja az ásványianyag-ellátottságot.
3. A jó tápelemellátottságú, illetve trágyázott gyepeken nőtt növényzetben nagyobb koncentrációban halmozódtak fel a vizsgált makro-, mezoelemek és nehézfémek. Ez valószínűleg összefügg a növények szár-levél arányának növekedésével és nagyobb növekedési erélyükkel.
4. A megvizsgált takarmányok nehézfém-tartalmuk miatt nem voltak jó minőségűek, egyéb elem-tartalmuk kielégítette a juhok igényeit.
5. A gyepekalkotó növénycsoportok borítottságából lehetett következtetni az onnan származó takarmány minőségére elem-tartalma szempontjából.

IRODALOM

- Balázs F.: 1949. A gyeppek termésbecslése növényiszociológiai felvételek alapján. Agrártudomány, Bp. 1, 1: 26–35.
- Csathó P.: 1994. A környezet nehézfém szennyezettsége és az agrártermelés. Tematikus szakirodalmi szemle. MTA TAKI Budapest, 155.p.
- Fekete F.–Keresztény B.: 1979. A gyeptermés ásványianyag-összetételének vizsgálata Győr-Sopron megyében. Vágóállat és Hústermelés, 1979/4.
- 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.
- Genevini, P. L.–Sciaraffia, F.: 1981. Studio sulla composizione di pascoli permanenti. L'Informatore Agrario. Verona, 37, 13: 14921–14923.
- Horb, V. D.–Kapusztia, Sz. T.–Turko, E. I.–Borec, E. O.: 1980. Nahtromadzennja osznovüh makroelementiv a trvosztöji kulturnüh passzöves zalczsno vid csasztötü vükörüstannaja i udobrenneja. Visznüh sz. Nauki, Kiev, 10: 36–38.
- Kádár I.: 1995. A talaj–növény–állat–ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon. Környezet- és természetvédelmi kutatások. Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete, Budapest.
- Kispál T.: 1993. Különböző gyepnövények preferencia vizsgálata nyelöcsőfisztulázott juhokkal. Kandidátusi értekezés, Gödöllő.
- Kota M.–Kiss Sz.–Nagy G.: 1996. Gyeptermékek ásványianyag-tartalma. Gyepgazdálkodási szakülés 5: 13–17.
- Köles P.: 2000. A közúti közlekedés nehézfém-terhelése egy legelő növényállományára. A nemzetközi agrártermelés minőségbiztosítása tanácskozás. Szent István Egyetemi Napok, Gödöllő. 80–83.p.
- Köles P.–Mézses M.–Fésüs I.–Meleg Z.: 2000. Effect of heavy metal content of the run-off water on the grass population area along a main road in Hungary. First International Conference on Soils of Urban, Industrial, Traffic and Mining Areas. Proceedings, Vol. III. University of Essen, Germany, 953.p.
- Köles P.–Szemán L.–Kiss J.–Nemesóthy B.–Meleg Z.: 2001. A közúti közlekedés környezetszennyező hatása a természetvédelmi területekre. Gyepgazdálkodásunk helyzete és kilátásai – Debreceni Gyepgazdálkodási Napok 17: 111–116.
- Schmidt R.: 1990. Műtrágyázás hatása gyeppek ásványianyag tartalmára. Kandidátusi értekezés, Mosonmagyaróvár.
- Tasi, J.–Póti, P.–Kispál, T.–Füleky, Gy.: 2001. Einfluß des Schwermetallgehaltes von Böden und des Weidefutters auf die Qualität von Schafmilch. Proceedings of the 10th Conference on Nutrition of Domestic Animals „Zdravec-Erjavec Days“. 216–222.
- Tölgyesi Gy.: 1962. Vadontermő növények mikroelem-tartalma. Agrokémia és Talajtan 11: 203–213.
- Tölgyesi Gy.: 1963. Adatok a réteken előforduló négy gyakoribb növényesalád mikroelem-tartalmáról. Magyar Állatorvosok Lapja 18: 207–209.
- Tölgyesi Gy.: 1966. A gyomnövények mikroelem-tartalma. Magyar Állatorvosok Lapja 21: 446–449.
- Tölgyesi Gy.–Barcsák Z.: 1997. Növényfaj, a nitrogéntrágyázás és a fejlődési állapot hatása a gyep ásványianyag-összetételére. Állattenyésztés és Takarmányozás 46: 61–71.
- Vágó I.–Györi Z.: 1995. A gyepnövények nikkell- és króm felvétele. Debreceni Gyepgazdálkodási Napok 13: 71–75.
- Veress I.–Jankovszky St.–Schwark, H. J.: 1982. Juhtenyésztők kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 344–377.
- 20/2004. (II. 27.) FVM rendelet a Magyar Takarmánykódex kötelező előírásairól szóló 44/2003. (IV. 26.) FVM rendelet módosításáról. Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium honlapja, www.fvm.hu/jogszabályok.

Érkezett: 2003. 08. 25.

A szerző levélcíme – Address of the author:

Dr. Tasi Julianna
Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
Gödöllő
Páter Károly út 1.
H-2103