

## SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG:

## A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG ELNÓKE:

Dr. Vinczeffy Imre

## A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG TAGJAI:

Dr. Balázs Julianna

Dr. Bürgés György

Dr. Dér Ferenc

Dr. Ivány Károly

Dr. Janowszky János

Liliik János

Dr. Margóczy Katalin

Dr. Marton István

Dr. Nagy Imre

Dr. Szabó István

Dr. Szabó László

Dr. Szemán László

Szűcsné Dr. Péter Judit

Tar Ferenc

Dr. Tóth Sebestyén

## FELELŐS SZERKESZTŐ:

Dr. Jávor András

## TUDOMÁNYOS TANÁCSADÓ TESTÜLET:

Dr. Bartha Elek MTA doktora, Debrecen

Dr. Böcsa Iván akadémikus, Kompolc

Dr. Brudó Imre MTA doktora, Budapest

Dr. Csedő Károly akadémikus, Márosvásárhely

Dr. Dimény Imre akadémikus, Budapest

Dr. Fésás László MTA doktora, Herceghalom

Dr. Győri Zoltán MTA doktora, Debrecen

Dr. Heszky László akadémikus, Gödöllő

Dr. Horn Péter akadémikus, Kaposvár

Dr. Kádár Imre MTA doktora, Budapest

Dr. Király Zoltán akadémikus, Budapest

Dr. Klement Zoltán akadémikus, Budapest

Dr. Láng István akadémikus, Budapest

Dr. Loch Jakab MTA doktora, Debrecen

Dr. Máté Ferenc MTA doktora, Keszthely

Dr. Nagy Géza kandidátus, Debrecen

Dr. Nagy János MTA doktora, Debrecen

Dr. Németh Tamás akadémikus, Budapest

Dr. Pais István MTA doktora, Budapest

Dr. Sáringer Gyula akadémikus, Budapest

Dr. Schmidt János akadémikus, Mosonmagyaróvár

Dr. Sipos Aladár akadémikus, Budapest

Dr. Stefanovits Pál akadémikus, Budapest

Dr. Szász Gábor MTA doktora, Debrecen

Dr. Tomesányi Pál akadémikus, Budapest

Dr. Várallyay György akadémikus, Budapest

## EDITORIAL BOARD:

## PRESIDENT OF EDITORIAL BOARD:

Dr. Imre Vinczeffy

## MEMBERS OF EDITORIAL BOARD:

Dr. Julianna Balázs

Dr. György Bürgés

Dr. Ferenc Dér

Dr. Károly Ivány

Dr. János Janowszky

János Liliik

Dr. Katalin Margóczy

Dr. István Marton

Dr. Imre Nagy

Dr. István Szabó

Dr. László Szabó

Dr. László Szemán

Dr. Judit Szűcsné Péter

Ferenc Tar

Dr. Sebestyén Tóth

## EDITOR:

Dr. András Jávor

## SCIENTIFIC ADVISORY BOARD:

Dr. Elek Bartha, Debrecen

Dr. Iván Böcsa, Kompolc

Dr. Imre Brudó, Budapest

Dr. Károly Csedő, Márosvásárhely

Dr. Imre Dimény, Budapest

Dr. László Fésás, Herceghalom

Dr. Zoltán Győri, Debrecen

Dr. László Heszky, Budapest

Dr. Péter Horn, Kaposvár

Dr. Imre Kádár, Budapest

Dr. Zoltán Király, Budapest

Dr. Zoltán Klement, Budapest

Dr. István Láng, Budapest

Dr. Jakab Loch, Debrecen

Dr. Ferenc Máté, Keszthely

Dr. Géza Nagy, Debrecen

Dr. János Nagy, Debrecen

Dr. Tamás Németh, Budapest

Dr. István Pais, Budapest

Dr. Gyula Sáringer, Budapest

Dr. János Schmidt, Mosonmagyaróvár

Dr. Aladár Sipos, Budapest

Dr. Pál Stefanovits, Budapest

Dr. Gábor Szász, Debrecen

Dr. Pál Tomesányi, Budapest

Dr. György Várallyay, Budapest

TARTALOM		CONTENTS	
	Oldal		Page
<i>Kádár Imre</i> : Műtrágyázás hatása a telepített gyepek ásványi elemfelvételére 4. ....	3	<i>Imre Kádár</i> : Effect of fertilization on the mineral element uptake of an established all-grass sward 4. ....	3
<i>Kádár Imre - Győri Zoltán</i> : Műtrágyázás hatása a telepített gyepek aminosav tartalmára és hozamára 5. ....	11	<i>Imre Kádár - Zoltán Győri</i> : Effect of fertilization on the aminoacid content and aminoacid yield an established all-grass sward 5. ....	11
<i>Bándi Enikő - Russu Tibor</i> : A tájhasználat változása a Fiság-völgyében 1980-2003 között ..	21	<i>Enikő Bándi - Tibor Russu</i> : Changes in land use in Fiság-valley between 1980 and 2003 .....	21
<i>Antal Diana-Simona - Mihok Ciprian - Csedő Carol</i> : Az Aninei hegyek legelőinek növényzete .....	23	<i>Antal Diana-Simona - Mihok Ciprian - Csedő Carol</i> : The vegetation of the pastures from the Aninei mountains .....	23
<i>Mihok Ciprian - Antal Diana-Simona - Csedő Carol</i> : Az Aconitum fajok terjedése a romániai Kárpátokban .....	26	<i>Mihok Ciprian - Antal Diana-Simona - Csedő Carol</i> : The repartition of aconitum species throughout the Romania Carpatians .....	26
<i>Czegledi Levente - Radácsi Andrea</i> : A túllegegetés hatása a gyepekre .....	29	<i>Levente Czegledi - Andrea Radácsi</i> : Overutilization of Pastures by Livestock .....	29
<i>Vinczeffy Imre</i> : Legellessünk? .....	36	<i>Imre Vinczeffy</i> : Shall we graze? .....	36
<i>Szemle</i> .....	40	<i>Review</i> .....	40
<i>Jakab Zsigmondné</i> : Pásztor voltam Farkaslakán		<i>Zsigmondné Jakab</i> : I was a shepherd Farkaslaka	



## Műtrágyázás hatása a telepített gyepek ásványi elemfelvételére 4.

Kádár Imre

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet, Budapest

### ÖSSZEFOGLALÁS

Egy műtrágyázási tartamkísérlet 26. évében, 2001-ben vizsgáltuk az eltérő N, P, K ellátottsági szintek és kombinációik hatását a réti csekesz (*Festuca pratensis*) vezetőnövényű, nyolckomponensű pillangós nélkül: gyepleverék ásványi elemfelvételére. A termőhely talaja a szántott réteghen mintegy 3% humuszt, 3-5% CaCO<sub>3</sub>-ot és 20-22% agyagot tartalmazott, N és K elemekben közepesen, P és Zn elemekben gyengén ellátottnak minősült. A kísérlet 4N x 4P x 4K = 64 kezelést a 2 ismétlést = 128 parcellát foglalt magában. A talajvíz 13-15 m mélyen helyezkedik el, a terület aszályérzékeny. A vizsgált 2001. évben kielégítő, 621 mm csapadék hullott és annak eloszlása is kedvező volt. A kísérlet módszerét, körülményeit, valamint a műtrágyázás termésre és a széna összetételére gyakorolt hatását előző közleményeink taglalták (Kádár, 2005, 2005a; Kádár és Györi, 2005). Főbb következtetések:

1. Az NxP pozitív kölcsönhatások eredményeképpen és a K-kezelések átlagában az egyes elemek felvétele az 1. kaszáláskor utóbbi intervallumban vizsgálott az N,P, kontroll és a maximális N,P<sub>2</sub> kintől között: K 62-190, N 45-218, Ca 16-51, S 5-24, P 4-24, Mg 4-16, Na 0,5-5,0 kg/ha; Mn 282-968, Sr 35-170, Zn 32-73, Ba 29-55, B 18-44, Cu 8-40 g/ha. Hasonlóképpen a KxP pozitív kölcsönhatások nyomán a Ba 23-62, N: 1,5-8,9 g/ha tartományban változott. A KxP negatív kölcsönhatások viszont K<sub>2</sub>P<sub>2</sub> kontrollon mért 1,6 g/ha Mo felvételt 0,4 g/ha-ra mérsékeltek.
2. A 2001. október 9-én történt 2. kaszálás idején a N-hatások érvényesültek: szénahozam a kontrollon mért 1,0 t/ha-ról 3,9 t/ha-ra nőtt. Ugyanígy a Fe, Ba és Mo felvétele kétszeresére; a Ca, S, P, Sr, Zn és Co felvétele 3-4-szeresére; a K, N, Mg, Mn, Ba, Cu és Ni felvétele 5-6-szorosára, míg a Na felvétele 33-szorosára nőtt a maximális N-kintállattal, a kontrollhoz viszonyítva a PK kezelések átlagában.
3. A két kaszálás összegét tekintve a szénahozam a 28 éve trágáratlan talajon 3 t/ha, míg a maximális N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> kezelésben 13 t/ha volt. Ugyanígy a felvett Fe, Cr, B, Ni, Mo és Co 2-3-szorosára; a Ca, Mg, Mn, K, Zn, Ba és Cu 5-6-szorosára; a S, Sr és P 7-8-szorosára; a N 10-szeresére, míg a Na 16-szorosára emelkedett. A kivont K és N maximális tömege elérte a 388 kg/ha, Ca 80 kg/ha, S 49 kg/ha, P 42 kg/ha (96 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Mg 24 kg/ha mennyiséget.
4. Az 1 t széna készítéséhez szükséges átlagos fajlagos elemigény kísérleti viszonyaink között az alábbiak adódnak: 25 kg K (30 kg K<sub>2</sub>O), 26 kg N, 6 kg Ca (8-9 kg CaO), 2-3 kg S, 2 kg P (3 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 2 kg Mg (3-4 kg MgO). Mikroelemek fajlagos tartalma: 300 g Na, 200 g Fe, 120 g Mn, 100 g Al, 16 g Sr, 13 g Zn, 8 g Ba, 5 g B és Cu, 1-2 g Ni, 1 g Mo, 0,2 g Cr, 0,1 g Ca, As, Hg, Cd, Pb és Se általában 1 g kimutatósi határ alatt marad.

**Kulcsszavak:** telepített gyepek, NPK műtrágyázás, növényi felvétel

### SUMMARY

The effects of different N, P and K supply levels and their combinations were examined on the mineral element uptake of an established all-grass sward with seed mixture of eight grass species in the 26<sup>th</sup> year of a long term fertilization field experiment set up on a calcareous chernozem loamy soil. The lay-out and method of the trial as well as the fertilizer responses on the hay yield, nutritional values and element contents were published elsewhere (Kádár, 2005, 2005a; Kádár és Györi, 2005). The soil of the growing site contained around 3% humus, 3% CaCO<sub>3</sub>, 20-22% clay in the ploughed layer and was originally, moderately well supplied with available K, Mg, Mn and Cu and poorly supplied with P and Zn. The trial included 4Nx4Px4K=64 treatments in 2 replications, giving a total of 128 plots. The fertilizers applied were Ca-ammonium nitrate, superphosphate and potassium chloride. The groundwater table was at a depth of 13-15 m, the area was prone to drought. In 2001, however, the area had satisfactory amount of 621 mm precipitation with a fairly good distribution. The grass was established on 21. September 2000. The main results and conclusions can be summarised as follows:

5. As a function of NxP positive interactions the element uptake of the 1<sup>st</sup> cut hay, expressed as mean of K treatments increased between the N,P<sub>2</sub> control and the maximum N,P<sub>2</sub> levels as follows: K 62-190, N 45-218, Ca 16-51, S 5-24, P 4-24, Mg 4-16, Na 0,5-5,0 kg/ha; Mn 282-968, Sr 35-170, Zn 32-73, Ba 29-55, B 18-44, Cu 8-40 g/ha. The uptake of Ba increased from 23 to 62 g/ha, that of Ni from 1,5 to 8,9 g/ha as a result of KxP positive interactions. Uptake of Mo measure on K<sub>2</sub>P<sub>2</sub> soil, however, dropped from 1,6 g/ha to 0,4 g/ha on the K<sub>2</sub>P<sub>2</sub> soil as a function of negative KxP interactions.
6. The 2<sup>nd</sup> cut hay harvested on 9<sup>th</sup> October 2001 showed only N-effects. The hay yield measured on N-control soil was 1,0 t/ha while on 396 kg/ha N-treatment 3,9 t/ha. The uptake of Fe, Ba and Mo increased 2-fold; uptake of Ca, S, P, Sr, Zn and Co 3-4-fold; uptake of K, N, Mg, Mn, Ba and Cu 5-6-fold, while uptake of Na 33-fold with the maximum N-rate, compared to the N-control and as means of PK treatments.
7. The 2 cuts together gave on the unfertilised control 3 t/ha, while on the N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> maximum supply level 13 t/ha hay yield. The uptake of Fe, Cr, B, Ni, Mo and Co increased 2-3 times, uptake of Ca, Mg, Mn, K, Zn, Ba and Cu 5-6 times, uptake of S, Sr and P 7-8 times, uptake of N 10 times, while uptake of Na 16 times on the maximum N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> supply levels, compared to the unfertilised control. The maximal mass of uptaken K and N made up 388 kg/ha, Ca 80 kg/ha, S 49 kg/ha, P 42 kg/ha (96 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Mg 24 kg/ha in 2001.
8. To have 1 t of air-dry hay it was used by grasses as a mean of 25 kg K (30 kg K<sub>2</sub>O), 26 kg N, 6 kg Ca (8-9 kg CaO), 2-3 kg S, 2 kg P (3 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and 2 kg Mg (3-4 kg MgO). For microelements: 300 g Na, 200 g Fe, 120 g Mn, 100 g Al, 16 g Sr, 13 g Zn, 8 g Ba, 5 g B and Cu, 1-2 g Ni, 1 g Mo, 0,2 g Cr, 0,1 g Ca, As, Hg, Cd, Pb and Se

*Sr, 13 g Zn, 8 g Ba, 5 g B, 5 g Cu, 1-2 g Ni, 1 g Mo, 0.2 g Cr and 0.1 g Co. The As, Hg, Cd, Pb and Se were under detection limit of 1 g. Data may serve for assessing the nutrient demand of all-grass sward.*

**Keywords:** *established all-grass sward, NPK supply levels, element uptake*

## BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Ismeretes, hogy a termésbe épült ásványi elemek mennyiségi viszonyai tájékoztathatnak a növény tápelemigényéről, és így a talaj tápelemekben való elszegényedéséről is, amennyiben a termés elkerül a tábláról. Történetileg szemlélve először a nagy francia/svájci botanikus Saussure (1804) kísérlete meg 200 évvel ezelőtt a növények tápelemigényét azok kémiai elemzésével megítélni. Később Liebig (1840-1876) és Wolff (1872) munkái nyomán a termékkel felvett és elvitt elemek mennyiségét vették alapul, hogy ne vakon trágyázzanak.

Wolff (1872) összegyűjtve az akkor elérhető és publikált hamuelemezések adatait arra is felhívta a figyelmet, hogy Liebig felvetésével ellentétben a hamuösszetétel közvetlenül nem alkalmas a trágyaigény megállapítására. A tápelemigényt homok és vízkultúrában kezdték ellenőrizni az 1850-es, 1860-as éveket követően a Sachs (1873, 1887) által kidolgozott tápoldatos módszerrel. Közben a liziméteres módszert bevezetve Fraas (1870) nagyszámú vizsgálattal igazolta, hogy a gyökér strukturálisan fajonként eltér és aktív elemfelvételre képes. A növények fejlődése nem arányos a talajban lévő vagy trágyában adott felvehető elemek mennyiségével, ahogy Liebig feltételezte.

A tápelemigény és a trágyaigény fogalma tehát elválik egymástól. Vannak sekélyen gyökerező, gyenge elemfelvétellel rendelkező fajok, melyek bőséges felvehető készletet igényelnek a feltalajban. Mások jól hasznosítják a talaj szerves anyagait (humusznövények), esetleg a nyers törmelékeket (kötörők), hangsúlyozták Liebig ellenfelei. A trágyaigényt belső tényezők, mint a fajonként eltérő gyökér-abszorpciós aktivitás, kiterjedés, mélyrehatolás, stb., valamint külső tényezők, mint a talaj tápelemellátottsága, élővetemény, időjárás, stb. módosíthatják. Kielégítően ellátott talajokon azonban megelégszünk a tápelemek többé-kevésbé egyszerű pótlásával fenntartó, talajtermékenységet megőrző trágyázást folytatva (Kádár, 1992; Sarkadi, 1975; Csathó, 1997; Németh, 1996).

A talaj-növény rendszer elemforgalmának vizsgálatában, a talajtermékenység megőrzése terén a termékkel felvett elemek ismerete alapvető mind a kutatás, mind az agrokémiai/növényáplálási szaktanácsadás számára. Az ilyen irányú növényelemzés kiterjedten folyik mind több elemre és növényfajra kiterjesztve itthon és külföldön egyaránt. A kapott adatok alapján elemmérlegek állíthatók fel, melyek alappillért képezik az okszerű szaktanácsadásnak és környezetvédelmi kutatásoknak.

A mérlegek felállíthatók tábla, üzem, régi vagy országos szinten, amennyiben a bevétel és kiadás tényezőit megbecsüljük (Kádár, 1979, 1992, 1997).

A gyepek trágyázásával foglalkozó hazai irodalom gazdag. Régebbi és újabb közlemények sora taglalja a trágyázás hatását a gyepek fejlődésére, az egyes tápelemek által elérhető terméstöbbletekre, a takarmányérték jellemzőire, ásványi és botanikai összetétel változására. Esetenként az 1 t széna képződéséhez szükséges fajlagos elemtartalmak bemutatására is sor kerül.

Elmarad viszont általában az elemfelvétel mennyiségi viszonyainak átfogó jellemzése, különösen ami a főbb tápelemek közötti kölcsönhatások szerepét illeti (Balázs, 1961; Barcsák, 1999, 2004; Bánszki, 1988, 1997; Bíró, 1928; Dresdner, 1927; Györi és Alapi, 2003; Harmati, 1981, 1997; Horváth és Prohászka, 1976, 1979; Károly, 1899; Szabó, 1977; Tasi és Barcsák, 2001; Tölgyesi, 1969; Vinczeffy, 1966; stb.).

Külföldi példát említve jó képet nyújthat a talaj-növény makroelem forgalmáról Dow és mtsai (1980) által Washington államban végzett szabadföldi N-trágyázási kísérlet. Az öntözött viszonyok között kétféle nádképu csenkessel és csomós ebírel telepített gyepek 78-1075 kg/ha/év N-trágyázásban részesült 4-szeri megosztással az 1974-1976. években. Az 540 kg/ha N-kezelésben 1976-ban 18-19 t/ha földfeletti szárazanyag képződött a virágzást követően betakarított szénatermésével. A szénába épült makroelemek mennyisége az alábbiak adódott: N 450-520 kg/ha, P 49-64 kg/ha (112-147 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), K 360-380 kg/ha (430-460 kg/ha K<sub>2</sub>O), Ca 83-100 kg/ha, Mg 52-56 kg/ha.

Az említett szerzők szerint a felvett (a szénába épült) és az adott N %-os aránya, vagyis az ún. látszólagos hasznosulás a legkisebb N-adagnál 100% körülínek, míg a maximális adagnál 60% körülínek adódott 1976-ban. Az extrém N túlsúllyal előálló kicsi N-hasznosulás részben a talajbani immobilizációra (a gyökérbeni akkumuláció, ill. a talaj szerves anyagába épülés), kilúgzásra és az esetleges denitrifikációra volt visszavezethető a szerzők feltételezése szerint. Döntő tényezőnek a szervesanyagot tekintették mint N-fogyasztót, mely a talaj humuszanyagain és a nagytömegű gyökérzetten kívül a felszínre hulló avaranyagot és mikrobiális immobilizációt is magában foglalja (Dow et al., 1980).

A továbbiakban megkíséreljük bemutatni, hogyan befolyásolja a talaj eltérő N, P és K kínálata a növény, a gyepszéna makro- és mikroelemek felvételét. Milyen mértékben szegényedhet el a talaj trágyázás nélkül az egyes elemekben a gyépgaazdálkodás során az egyes kaszálásokkal. A kísérlet módszerét, valamint a műtrágyázás termésre és N-felvételere gyakorolt hatását első közleményünk foglalta össze (Kádár, 2005). A gyepszéna takarmányértékének változásait második közleményünk tekintette át (Kádár és Györi, 2005). A széna ásványi elemkészletének alakulásáról legutóbbi munkánk adott számot (Kádár, 2005a).

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérletet 1973 őszén állítottuk be Mezőföldön, Intézetünk nagyhorcsói kísérleti telepén. A termőhely löszön képződött karbonátos csernozjom talaja a szántott rétegben mintegy 3-5%  $\text{CaCO}_3$ -ot és 3% humuszt tartalmaz. A pH(KCl) 7,3, az  $\text{AL-P}_2\text{O}_5$  60-80 mg/kg,  $\text{AL-K}_2\text{O}$  140-160 mg/kg, KCl-oldható Mg 150-180 mg/kg. Ami a KCl-EDTA-oldható mikroelemeket illeti a Mn 80-150 mg/kg, a Cu 2-3 mg/kg, a Zn 1-2 mg/kg értékkel jellemezhető. A hazai szaktanácsadásunkban irányadó határértékek alapján ezek az adatok igen jó Mn, kielégítő Mg és Cu, közepes N és K, valamint gyenge P és Zn ellátottságról tanúskodnak. A talajvíz szintje 13-15 m mélyen található, a kísérleti terület az Alföldhöz hasonlóan aszályérzékeny.

A N-t megosztva, felét ősszel, felét tavasszal alkalmaztuk pécisó formájában 0, 100, 200, 300 kg/ha/év N-adagban. A P és K trágyázás 0, 500, 1000, 1500 kg/ha  $\text{P}_2\text{O}_5$  ill.  $\text{K}_2\text{O}$  adaggal történik, 5-10 évente ismételve a feltöltést. Legutóbb 1999 őszén végeztünk PK feltöltő trágyázást. A N, P és K műtrágyákat 4-4 szinten adagolva 1973 őszén minden lehetséges kombinációt beállítottunk  $4\text{N} \times 4\text{P} = 16 \times 4\text{K} = 64$  kezelés  $\times 2$  ismétlés = 128 parcellában. A parcellák mérete  $6 \times 6 = 36 \text{ m}^2$ , elrendezésük kevert faktoriális. A kísérleti terv ill. az alkalmazott műtrágyázás lehetővé tette, hogy valamennyi olyan tápláltsági állapotot (gyenge, közepes, kielégítő, túlzott) és azok változatait létrehozzuk, amelyek a gyakorlatban is előfordulnak, vagy táblaszinten a jövőben előfordulhatnak.

A vezérnövény virágzása előtti stádiumban, 2001-ben és 2002-ben 2-2 kaszálást végeztünk, míg a szárazabb 2003. évben csak egy kaszálásra került sor. A parcellák szegélyétől 1,4 m-eket jobbról és balról hagyva  $3,2 \times 6 = 19,2 \text{ m}^2$  nettó parcellák területét értékeltük az eke általi talajáthordás hatásának kizárása céljából. Laboratóriumi vizsgálatokra parcellánként 20 helyről a fűkasza után, átlagmintákat vettünk. Mintáknak mértük a friss és légszáraz tömegét 50 °C-on történt szárítást követően, majd finomra őröltük és 23-25 elemre vizsgáltuk cc. $\text{HNO}_3$ +cc. $\text{H}_2\text{O}_2$  roncsolás után, ICP technikát alkalmazva. A N-tartalmat hagyományos cc. $\text{H}_2\text{SO}_4$ +cc. $\text{H}_2\text{O}_2$  feltárásból határoztuk meg. A  $\text{NO}_3$ -N készletét 1:800 arányú desztillált vizes kivonatokból mértük Thamné (1990) által ajánlott módszerrel.

Kaszálásonként és parcellánként bonitáltuk a növényállomány fejlettségét, borítottságát, magasságát. Az egyes komponensek változását dr. Szemán László (SZIE Gödöllő), a gyomosodást dr. Radics László (KÉE, Budapest), a minőségi vizsgálatokat dr. Györi Zoltán (DE, Debrecen) végezte. A telepítés előtt talajmintákat vettünk a szántott rétegből parcellánként 20-20 pontminta/lefűrés egyesítésével. A mintákban meghatároztuk a  $\text{NH}_4$ -acetát-EDTA-oldható makro- és mikroelemeket Lakanen és Erviö (1971) szerint, valamint az  $\text{NH}_4$ -laktát-oldható PK tartalmat Egnér et al. (1960) szerint.

Az  $\text{N} \times \text{P} \times \text{K}$  másodrendű kölcsönhatások a kísérletben általában nem voltak igazolhatók, így ismétlésül szolgálhattak. A kétényezős  $\text{N} \times \text{P}$ ,  $\text{N} \times \text{K}$ ,  $\text{P} \times \text{K}$  táblázatok közül hely hiányában csak azokat mutatjuk be a 3. tényező (tehát összesen 8-8 ismétlés) átlagában, ahol a kölcsönhatások kifejezettek. Amennyiben az ilyen elsőrendű kölcsönhatások sem érdemlegesek, csak a főhatásokat (N, P, K) közöljük 32-32 ismétlés átlagában. A kétirányú vagy kéttényezős eredménytáblázatokban az  $\text{SzD}_{5\%}$  értékek a sorokra és az oszlopokra azonosak, így azokat csak egyszer tüntetjük fel.

## EREDMÉNYEK

Növényvizsgálataink 24 elemre terjedtek ki egyaránt érintve az ismertebb és fontosabb esszenciális makro- és mikroelemeket, valamint a környezeti szempontból mérvado nehézfémeket is. A 2001. évi anyaszéna elemfelvételét a N-ellátottsági szintek függvényében tekintjük át az 1. táblázat. N-trágyázás a széna termését átlagosan 30%-kal növelte és érvényesült „hajtó” hatása, a Mo kivételével minden vizsgált elem koncentrációját emelte. Mindez tükröződik az egyes elemek növénybeni akkumulációjában is. Adatokat a két nem vizsgált tényező, a PK kezelések átlagaiban tüntettünk fel, tehát 32-32 parcella átlagait reprezentálják.

1. táblázat  
N-ellátottsági szintek hatása a gyepszéna elemfelvételére  
2001. 05. 23-án  
(Karbonátos csernozjom vályogtalaj, Nagyhorcsók, Mezőföld)

Elem jele(1)	Mérték-egység(2)	N-trágyázás, N kg/ha/év(3)				SzD <sub>5%</sub>	Átlag(4)
		0	100	200	300		
K	kg/ha	91	162	152	162	18	142
N	kg/ha	52	126	140	164	12	121
Ca	kg/ha	23	38	39	43	4	36
S	kg/ha	7	17	18	19	2	15
P	kg/ha	8	16	15	16	2	14
Mg	kg/ha	6	12	12	13	2	11
Na	kg/ha	0,5	3,4	4,1	3,8	0,5	2,9
Fe	g/ha	594	844	858	879	147	794
Mn	g/ha	400	725	773	815	70	678
Al	g/ha	443	560	460	494	120	489
Sr	g/ha	66	111	107	119	12	101
Zn	g/ha	43	64	64	64	7	59
Ba	g/ha	36	55	50	49	6	48
B	g/ha	21	36	35	37	4	32
Cu	g/ha	10	26	30	32	3	24
Ni	g/ha	4,1	7,0	7,5	7,8	1,2	6,6
Mo	g/ha	1,0	1,2	1,0	1,0	0,2	1,0
Cr	g/ha	0,7	1,0	1,0	1,0	0,2	0,9
Co	g/ha	0,2	0,4	0,4	0,5	0,1	0,4

Megjegyzés: As, Hg, Cd, Pb, Se általában 1 g/ha alatt maradt. Adatok a PK kezelések átlagai(5)

Table 1: Effect of N treatments on the element uptake of hay on May 23<sup>rd</sup>, 2001. (Calcareous chernozem loamy soil, Nagyhorcsók, Mezőföld region)

Measured elements(1), measuring units(2), N-fertilization, N kg ha<sup>-1</sup>(3), mean(4), note: As, Hg, Cd, Pb and Se usually under 1 g/ha; data given as means of PK treatments(5)

A vizsgált 24 elemből 5 elem a kimutatási határ alatt maradt, így a növénybe épült mennyiségük nem érte el az 1 g/ha értéket: As, Hg, Cd, Pb, Se. A táblázatban feltüntetett elemek csökkenő sort adnak átlagos mennyiségük alapján. Maximális felvétellel a K jellemezhető, ezt követi a N, Ca, S, P és Mg a makroelemek tekintetében. Ami a N-trágyázás hatását illeti megállapítható, hogy igazolhatóan nem módosult az Al és a Mo; mérsékelten nőtt a K, Fe, Zn, Ba, B és Cr; átlagosan 2-3-szorosára emelkedett a N, Ca, S, P, Mg, Mn, Sr, Cu, Ni és Co; valamint 7-8-szorosára ugrott a talajból kivont Na mennyisége a maximális N-kínálattal, az N<sub>0</sub> kontrollhoz viszonyítva (1. táblázat).

Az 1. kaszálás idején az átlagos P-hatások kifejezettebbek voltak, a szénatermést a P-kontrollhoz viszonyítva 56%-kal növelték. Emellett a legtöbb esetben segítették az elemek beépülését is a növényi szövetekbe. Gátló hatás nyilvánult meg a Fe, Al, Mo, Co tekintetében a P-antagonizmus nyomán, melyre előző közleményünkben tértünk ki részletesen (Kádár, 2005a). A P-ellátottsági szintek hatását a gyepszéna elemfelvételére a 2. táblázatban tanulmányozhatjuk.

2. táblázat  
P-ellátottsági szintek hatása a gyepszéna elemfelvételére  
2001. 05. 23-án  
(Karbonátos csernozjom vályogtalaj, Nagyhörsök, Mezőföld)

Elem jele(1)	Mérték- egység(2)	Ammoniumlaktát (AL)-oldható P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg(3)				SzD <sub>5%</sub>	Átlag(4)
		66	153	333	542		
K	kg/ha	87	156	163	161	18	142
N	kg/ha	73	126	133	150	12	121
Ca	kg/ha	21	39	42	41	4	36
S	kg/ha	7	17	19	19	2	15
P	kg/ha	5	14	18	19	2	14
Mg	kg/ha	6	12	12	12	2	11
Na	kg/ha	1,2	3,2	3,6	3,7	0,5	2,9
Mn	g/ha	377	767	801	768	70	678
Sr	g/ha	43	98	123	138	12	101
Zn	g/ha	43	60	64	68	7	59
Ba	g/ha	31	54	54	52	6	48
B	g/ha	20	35	38	36	4	32
Cu	g/ha	14	27	28	29	3	24
Ni	g/ha	3,2	7,1	7,9	8,3	1,2	6,6
Mo	g/ha	1,3	1,1	0,9	0,9	0,2	1,0
Cr	g/ha	0,8	0,9	1,0	1,0	0,2	0,9
Co	g/ha	0,3	0,5	0,5	0,4	0,1	0,4

Megjegyzés: Adatok az NK kezelések átlagai(5)

Table 2: Effect of soil P-supply levels on the element uptake of hay on May 23<sup>rd</sup>, 2001. (Calcareous chernozem soil, Nagyhörsök, Mezőföld region)

Measured elements(1), measuring units(2), Ammoniumlactate (AL)-soluble P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg/kg in the plow-layer(3), mean(4), note: data given as means of NK-treatments(5)

Látható, hogy a P-kontrollhoz viszonyítva csupán a Mo felvétele jelez igazolható visszaesést. A Fe és Al esetén nem volt érdemi módosulás a felvételen, ezért a táblázatban nem is szerepelnek. A P-trágyázás terménynövelő, valamint a Fe és Al koncentrációját

csökkentő hatásai gyakorlatilag kiegyenlítették egymást a felvétel során.

A Co esetében kezdetben nő a felvétel a javuló P-kínálattal, majd extrém P-túlsúly nyomán visszaesik. Ami az egyéb elemeket illeti megállapítható, hogy mérsékelten emelkedik a Zn, Ba, B, Cr és Co; közelítően vagy átlagosan nőtt a K, N, Ca, S, Mg, Na, Mn, Sr, Cu és Ni, valamint csaknem megnégyszereződik a P felvétele. Utóbbi esetben összességében a P által indukált terménynövekedés és a széna P koncentrációjának emelkedése a növekvő P-kínálattal.

A 3. táblázatban az NxP ellátottsági szintek közötti kölcsönhatások tanulmányozhatók az anyaszéna makroelemének akkumulációjára.

3. táblázat  
NxP ellátottsági szintek hatása a gyepszéna elemfelvételére  
2001. 05. 23-án  
(Karbonátos csernozjom vályogtalaj, Nagyhörsök, Mezőföld)

AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg(1)	N-trágyázás, N kg/ha/év(2)				SzD <sub>5%</sub>	Átlag(3)
	0	100	200	300		
K, kg/ha						
66	62	88	83	116	36	87
153	102	178	179	164		156
333	109	190	171	181		163
542	90	190	176	190		161
Ca, kg/ha						
66	16	21	20	27	8	21
153	26	44	44	43		39
333	28	44	44	50		42
542	22	44	47	51		41
S, kg/ha						
66	5	7	7	8	4	7
153	8	19	21	19		17
333	9	22	22	23		19
542	7	21	23	24		19
P, kg/ha						
66	4	5	4	6	4	5
153	9	16	16	15		14
333	10	20	19	20		18
542	9	22	22	24		19
Mg, kg/ha						
66	4	6	5	7	4	6
153	6	13	14	13		12
333	7	14	14	15		12
542	5	14	15	16		12
Na, kg/ha						
66	0,5	1,5	1,2	1,6	1,0	1,2
153	0,5	3,6	4,8	3,8		3,2
333	0,5	4,2	5,0	4,6		3,6
542	0,4	4,3	5,2	5,0		3,7

Megjegyzés: adatok a K kezelések átlagai(4)

Table 3: Effect of NxP supply levels on selected element uptake of hay on May 23<sup>rd</sup>, 2001. (Calcareous chernozem loamy soil, Nagyhörsök, Mezőföld region)

N fertilization, N kg/ha/yr(1), Ammoniumlactate (AL) soluble P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in the plow layer(2), mean(3), note: data given as means of K treatments(4)

Mind a N, mind a P pozitív hatást gyakorolt az egyes elemek felvételére. Ebből adódik, hogy a K 62-

190, N 45-218, Ca 16-51, S 5-24, P 4-24, Mg 4-16, Na 0,5-5,0 kg/ha széles intervallumban ingadozik az NxP szintek függvényében. A K és Ca átlagosan és közelítően 3-szorosára, Mg 4-szeresére, a N és S 5-szörösére, a P 6-szorosára, míg a Na 10-szeresére nő a N-nel és P-ral egyaránt bőségesen ellátott kezelésben. A N-felvétel részletes adatait korábban már bemutattuk (Kádár, 2005a).

Hasonló változásokat okozott az NxP táplálás a Na, Mn, Sr, Zn és Ba mikroelemek felvételében is. A 4. táblázatban közölt eredmények szerint a Mn 282-968 g/ha, Sr 35-170 g/ha, Zn 32-73 g/ha, Ba 29-55 g/ha, B 18-44 g/ha és a Cu 8-40 g/ha szórással volt jellemezhető az NxP ellátottság függvényében.

4. táblázat

NxP ellátottsági szintek hatása a gypsézna elemfelvételére 2001. 05. 23-án

(Karbonátos csernozjom vályogtalaj, Nagyhőrsök, Mezőföld)

AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg(1)	N-trágyázás, N kg/ha/év(2)				SzD <sub>5%</sub>	Átlag(3)
	0	100	200	300		
Mn g/ha						
66	282	377	356	492	140	400
153	468	838	927	837		725
333	490	859	894	962		773
542	362	828	916	968		815
Sr g/ha						
66	35	41	39	56	24	43
153	67	111	112	105		98
333	84	135	127	145		123
542	76	158	151	170		138
Zn g/ha						
66	32	41	45	55	14	43
153	44	68	64	62		60
333	50	73	67	67		64
542	45	76	77	73		68
Ba g/ha						
66	29	31	27	36	12	31
153	41	66	59	49		54
333	40	63	55	58		54
542	34	60	60	55		52
B g/ha						
66	18	21	19	24	8	20
153	23	41	40	37		35
333	25	41	40	44		38
542	19	41	42	44		36
Cu g/ha						
66	8	14	15	18	6	14
153	11	30	34	34		27
333	10	30	34	38		28
542	10	28	38	40		29

Megjegyzés: adatok a K kezelések átlagai(4)

Table 4: Effect of NxP supply levels on selected element uptake of hay on May 23<sup>rd</sup>, 2001. (Calcareous chernozem loamy soil, Nagyhőrsök, Mezőföld region) N fertilization, N kg/ha/yr(1). Ammoniumlactate (AL) soluble P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in the plow layer(2). mean(3), note: data given as means of K treatments(4)

Azaz 2-2,5-szeresére nőtt a Zn, Ba és B; közel 3,5-szeresére a Mn; 5-szörösére a Sr és Cu felvétele a szénatermésrel 2001. május 23-án. A 3. és 4., azaz az

NxP kétirányú táblázatokban közölt adatok a K kezelések átlagai, tehát 8-8 parcella összevont és átlagolt eredményeit tükrözik.

A K-trágyázás, a talaj növekvő K-kinálata a szénatermést mindössze 0,3-0,5 t/ha-ral növelte átlagosan ezen a K-mal közepesen ellátott vályogtalajon. Érdemben és igazolhatóan serkentette viszont mintegy 30-50%-kal a K, N és Ba felvételét, ill. közel hasonló mértékben mérsékelte a Ni és a Mo beépülését az extrémabb K-ellátottságon. Megnyilvánult az ionantagonizmus kisebb mértékben a Ca, Mg és B elemek akkumulációjában is.

Ezek a változások mindkét növedék esetében jelentkeztek. Az 1. és az 1+2. kaszálás összegének felvételi eredményeit az 5. táblázat foglalja össze a PK kezelések átlagaiban.

5. táblázat

K-ellátottsági szintek hatása a gypsézna elemfelvételére 2001. évben

(Karbonátos csernozjom vályogtalaj, Nagyhőrsök, Mezőföld)

Elem jele(1)	Mértékegység(2)	Ammóniumlaktát(AL)-oldható K <sub>2</sub> O mg/kg(3)				SzD <sub>5%</sub>	Átlag(4)
		135	193	279	390		
1. kaszálás(5)							
K	kg/ha	114	140	153	160	18	142
N	kg/ha	108	117	123	135	12	121
Ca	kg/ha	37	36	35	34	4	36
Mg	kg/ha	12	11	10	10	2	11
Ba	g/ha	38	42	53	58	6	48
B	g/ha	36	32	31	30	4	32
Ni	g/ha	7,7	6,7	7,5	4,6	1,2	6,6
Mo	g/ha	1,2	1,1	1,2	0,7	0,2	1,0
1+2. kaszálás együtt(6)							
K	kg/ha	182	218	234	245	22	220
N	kg/ha	170	182	186	216	15	189
Ca	kg/ha	58	55	53	52	5	54
Mg	kg/ha	20	18	17	17	2	18
Ba	g/ha	62	71	85	101	11	80
B	g/ha	50	45	43	42	5	45
Ni	g/ha	13,0	11,7	12,4	10,3	1,5	11,9
Mn	g/ha	3,9	3,5	3,6	3,1	0,5	3,5

Megjegyzés: adatok a NP-kezelések átlagai(7)

Table 5: Effect of K treatments on the element uptake of hay on October 9<sup>th</sup>, 2001. (Calcareous chernozem loamy soil, Nagyhőrsök, Mezőföld region) Measured elements(1), measuring units(2). N-fertilization, N kg/ha/yr(3), mean(4), 1<sup>st</sup> cut(5), 1+2 cuts together(6), note: data given as means of NP treatments(7)

A 2. kaszálást adó sarjűszéna termését alapvetően a N-trágyázás növelte, csaknem 4-szeresére. A P és K hatásai elmaradtak.

A széna elemkoncentrációi szintén érdemben változtak a N-kinálattal, így a sarjűszéna elemfelvétele kapcsán felvételi adatainkat a meghatározó N-ellátás függvényében szemléltetjük a 6. táblázatban.

Látható, hogy mérsékelten nőtt az Al és Cr; átlagosan megkétszereződött a Fe, B és Mo; 3-4-szeresére emelkedett a Ca, S, P, Sr, Zn és Co; 5-6-

szorosára ugrott a K, N, Mg, Mn, Ba, Cu és Ni beépülése, míg a szénatermés Na készlete a N-kontroll talajon fejlődött gyeptermehez képest 33-szoros tömeget mutatott. Utóbbi tény dőrítben arra vezethető vissza, hogy a N-trágyázással a Na koncentrációja is egy nagyságrenddel emelkedett (Kádár, 2005a).

6. táblázat  
N-trágyázás hatása a gyepszéna elemfelvételére  
2001. 10. 09-én  
(Karbonátos csernozjom vályogtalaj, Nagyhőrsök, Mezőföld)

Elem jele(1)	Mérték-egység(2)	N-trágyázás, N kg/ha/év(3)				SzDs.	Átlag(4)
		0	100	200	300		
K	kg/ha	23	62	106	120	8	78
N	kg/ha	18	50	96	107	7	68
Ca	kg/ha	8	16	25	27	2	19
S	kg/ha	4	8	15	17	2	11
P	kg/ha	3	7	11	12	1	8
Mg	kg/ha	2	6	10	12	1	7
Na	kg/ha	0,1	0,9	2,6	3,3	0,5	1,7
Fe	g/ha	439	523	772	942	132	669
Mn	g/ha	173	392	640	765	47	493
Al	g/ha	398	384	469	600	114	463
Sr	g/ha	26	54	85	94	8	64
Zn	g/ha	16	39	51	50	11	39
Ba	g/ha	10	29	42	47	10	32
B	g/ha	6	10	16	18	2	13
Cu	g/ha	4	11	21	24	2	15
Ni	g/ha	1,6	4,0	7,5	8,0	0,7	5,3
Mo	g/ha	1,6	2,4	2,8	3,2	0,4	2,5
Cr	g/ha	0,6	0,6	0,8	1,0	0,2	0,7
Co	g/ha	0,2	0,2	0,5	0,6	0,1	0,4

Megjegyzés: As, Hg, Cd, Pb, Se általában 1 g/ha alatt maradt. Adatok a PK kezelések átlagai(5)

Table 6: Effect of N treatments on the element uptake of hay on October 9<sup>th</sup>, 2001. (Calcareous chernozem loamy soil, Nagyhőrsök, Mezőföld region)

Measured elements(1), measuring units(2), N-fertilization, N kg/ha/yr(3), mean(4), note: As, Hg, Cd, Pb and Se usually under 1 g/ha; data given as means of PK treatments(5)

A 7. táblázatban a 2001. évben nyert 2 kaszással kivont elemek mennyiségeit tanulmányozhatjuk a N-ellátottsági szintek függvényében.

A felvétel mérsékelt emelkedését jelzi a Fe, Al, Mo és Cr: átlagosan megkétszereződik a K, Ca, P, Mn, Sr, Zn, Ba, B és Co tömege; mintegy háromszorosodik a S, Cu és Ni; 4-szeresére nő a N; 5-szörösére a Mg és egy nagyságrenddel a Na felvett mennyisége. A vizsgált elemek tömege összesen a N-kontroll talajon 245 kg/ha, a 300 kg/ha/év kezelésben 725 kg/ha körülnek adódik. A N és a K felvétele meghaladja egyenként a 270 kg/ha-t a N-nel igen jól ellátott talajon. Valójában az elemforgalom még extrémebb különbségeket is mutathat, amennyiben az egyes elemek közötti kölcsönhatásokat is figyelembe vesszük.

7. táblázat  
N-ellátottsági szintek hatása a gyepszéna elemfelvételére  
2001-ben. Két kaszálás összegei  
(Karbonátos csernozjom vályogtalaj, Nagyhőrsök, Mezőföld)

Elem jele(1)	Mérték-egység(2)	N-trágyázás, N kg/ha/év(3)				SzDs.	Átlag(4)
		0	100	200	300		
K	kg/ha	113	224	258	283	22	220
N	kg/ha	70	177	236	271	15	189
Ca	kg/ha	31	54	64	70	5	54
S	kg/ha	11	26	33	36	2	27
P	kg/ha	12	22	26	28	2	22
Mg	kg/ha	5	17	22	25	2	18
Na	kg/ha	0,6	4,3	6,7	7,0	0,7	4,7
Fe	kg/ha	1,0	1,4	1,6	1,8	0,3	1,5
Mn	kg/ha	0,6	1,1	1,4	1,6	0,2	1,2
Al	kg/ha	0,8	0,9	0,9	1,1	0,2	1,0
Sr	g/ha	91	164	192	212	16	165
Zn	g/ha	59	104	115	114	11	98
Ba	g/ha	46	84	92	96	11	80
B	g/ha	27	46	51	55	4	45
Cu	g/ha	14	37	51	56	3	40
Ni	g/ha	6	11	15	16	2	12
Mo	g/ha	2,6	3,5	3,8	4,2	0,5	3,5
Cr	g/ha	1,3	1,7	1,7	1,9	0,3	1,6
Co	g/ha	0,4	0,7	0,9	1,1	0,2	0,8

Megjegyzés: As, Hg, Cd, Pb, Se általában 1 g/ha alatt. Adatok a PK kezelések átlagai(5)

Table 7: Effect of N treatments on the element uptake of hay in 2001. Sums of two cuts. (Calcareous chernozem soil, Nagyhőrsök, Mezőföld region)

Measured elements(1), measuring units(2), N-fertilization, N kg/ha/yr(3), mean(4), note: As, Hg, Cd, Pb and Se usually under 1 g/ha; data given as means of PK treatments(5)

A 8. táblázatban néhány kiemelt kezelés eredményeit közöljük a 64 kezeléssel kísérletből összevonva a két kaszálás adatait (szénatermés, elemfelvételek):

1. Abszolút kontroll: 27 éve semminemű trágyázásban nem részesült ( $N_0P_0K_0$ )
2. Egyoldalúan csak mérsékelt N-trágyázásban részesült 100 kg/ha/év adagban ( $N:P_0K_0$ )
3. Mérsékelt, 100 kg/ha/év N-trágyázásban részesült közepes PK ellátottság mellett ( $N_1P_3K_1$ )
4. Kielégítőnek minősülő 200 kg/ha/év N-trágyázásban részesült jó kielégítő PK ellátottság mellett ( $N_2P_3K_2$ )
5. Tápanyagbőséget reprezentáló, túltrágyázottnak minősülő 300 kg/ha/év N-trágyázásban részesült túlzott/káros PK ellátottság mellett ( $N_3P_3K_3$ )

A szénahozamokból látható, hogy a gyeptermeését a kontrollhoz viszonyítva az egyoldalú N is csaknem megkétszerezte. A kiegyensúlyozott mérsékelt  $N_1P_3K_1$  kínálattal a termés újra közel duplájára emelkedik. Tovább nőhet a termés kedvezően csapadékos évben a tápanyagbőséggel.



8. táblázat

Különböző NPK ellátottsági szintek hatása a gyepszéna termésére és elemfelvételére 2001-ben. Két kaszálás összege. (Karbonátos csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld)

Széna, ill. elem jele(1)	Mér-ték-egység (2)	NPK ellátottsági szintek, ill. kombinációk(3)					SzD <sub>5%</sub>
		N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	N <sub>3</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	
Széna (4)	t/ha	3,0	5,5	10,4	11,6	13,0	2,4
K	kg/ha	59	145	244	300	387	84
N	kg/ha	41	130	178	267	388	68
Ca	kg/ha	18	37	58	74	80	20
S	kg/ha	7	15	27	40	49	12
P	kg/ha	5	10	22	32	42	8
Mg	kg/ha	6	15	18	24	28	8
Na	kg/ha	0,5	4,1	3,8	6,2	8,1	2,2
Fe	kg/ha	1,0	1,2	1,1	1,7	2,2	0,8
Mn	kg/ha	0,4	0,8	1,2	1,9	1,9	0,4
Al	kg/ha	0,9	0,8	0,7	1,2	1,3	0,6
Sr	g/ha	39	73	166	243	283	64
Zn	g/ha	40	88	102	118	124	48
Ba	g/ha	21	37	75	114	121	47
B	g/ha	17	34	49	61	63	14
Cu	g/ha	10	31	39	57	65	14
Ni	g/ha	5	9	11	19	16	7
Mo	g/ha	1,9	6,8	3,2	3,3	3,1	1,8
Cr	g/ha	1,3	1,2	1,1	1,6	2,8	0,9
Co	g/ha	0,4	0,6	0,4	1,4	1,4	0,8

Megjegyzés: As, Hg, Cd, Pb, Se általában 1 g/ha alatt(5)

Table 8: Effect of different NPK supply levels and combinations on the hay yield and element uptake of grass in 2001. Sums of two cuts. (Calcareous chernozem soil, Nagyhörcsök, Mezőföld region)

Hay and measured elements(1), measuring units(2), NPK supply levels or combinations(3), hay(4), note: As, Hg, Cd, Pb and Se usually under 1 g/ha(5)

A gyepek meghátálta a már szántóföldi kultúrák számára többé-kevésbé károsnak minősülő és gyakran termésdepressziót eredményező N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub> nagy kínálatot is. A szénahozam az abszolút kontroll 4-szeresére nőtt. Lássuk ezek után hogyan alakult a talajból kivont elemek mennyisége?

A földfeletti maximális termésbe egyetlen év alatt közel 400 kg/ha N és K épült be. A felvett elemek tömege közel 1 t/ha-ra tehető, ami érzékelteti a talaj-növény rendszer elemforgalmának mennyiségi határait a hazai gyepegazdálkodásban, öntözetlen viszonyok között. Az abszolút kontroll talajon az elemforgalom mindössze 140 kg/ha körüli tehető, tehát 1/7-e az előbbinek. Trágyázás nélkül a talaj nem képes nagymérvű elemszolgáltatásra. Az N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> abszolút kontrollhoz viszonyítva az N<sub>3</sub>P<sub>3</sub>K<sub>3</sub> kezelésben a Fe és Cr mintegy kétszeres; a B, N és Co több mint háromszoros; a Ca, Mg és Mn ötszörös; a K, Zn, Ba és Cu több mint hatszoros; a S és Sr átlagosan hétszeres; a P nyolcszoros, a N tízszeres, míg a Na 16-szoros emelkedést mutat.

A Mo az egyoldalú mérsékelt N-trágyázással megháromszorozódik, majd a növekvő együttes NPK túlsúly nyomán igazolhatóan mérséklődik.

Felmerül a kérdés, hogy a tervezett termés elemigényének számításakor milyen fajlagos értékekkel számoljon a szaktanácsadás? A gyepszéna fajlagos, azaz 1 t légszáraz széna termésében foglalt elemkészlet a trágyázás, ill. a talaj tápelemkinálata függvényében esetenként széles határok között változhat. A 9. táblázat adatai szerint pl. a K 20-30 kg, N 14-30 kg, S 2,2-3,8 kg, P 1,7-3,2 kg fajlagos értékeket mutat. A Mg és különösen a Ca ezen a meszes termőhelyen természetesen nem jelez érdemi változásokat.

9. táblázat

A gyepszéna fajlagos elemtartalmának változása 2001-ben a talaj NPK ellátottsági szintjeinek függvényében (1 t széna elemkészlete). Két kaszálás összegei (Karbonátos csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld)

Elem jele(1)	Mér-ték-egység (2)	NPK ellátottsági szintek, ill. kombinációk(3)					SzD <sub>5%</sub>	Átlag (4)
		N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	N <sub>3</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub>		
K	kg/ha	20	24	23	26	30	4	25
N	kg/ha	14	20	17	23	30	3	20
Ca	kg/ha	6	6	6	6	6	1	6
S	kg/ha	2,3	2,2	2,6	3,4	3,8	0,5	3
P	kg/ha	1,7	1,8	2,1	2,8	3,2	0,4	2
Mg	kg/ha	2,0	2,4	1,7	2,1	2,2	0,3	2
Na	g/ha	167	582	365	534	623	92	300
Fe	g/ha	333	200	106	164	169	33	200
Mn	g/ha	133	127	115	146	146	17	120
Al	g/ha	300	145	67	103	100	25	100
Sr	g/ha	13	13	16	21	22	3	16
Zn	g/ha	13	13	10	10	10	2	13
Ba	g/ha	7	8	7	10	9	2	8
B	g/ha	6	5	5	5	5	1	5
Cu	g/ha	3	4	4	5	5	1	5
Ni	g/ha	1,7	1,3	1,1	1,6	1,2	0,5	1,5
Mo	g/ha	0,6	1,0	0,3	0,3	0,2	0,8	1,0
Cr	g/ha	0,4	0,2	0,1	0,1	0,2	0,4	0,4
Co	g/ha	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1

Megjegyzés: As, Hg, Cd, Pb, Se általában mérés határ alatt(5)

Table 9: Effect of different NPK supply levels and combinations on the specific element uptake of 1 t hay in 2001. Sums of two cuts. (Calcareous chernozem soil, Nagyhörcsök, Mezőföld region)

Measured elements(1), measuring units(2), NPK supply levels or combinations(3), mean(4), note: As, Hg, Cd, Pb and Se usually under detection limit(5)

Amennyiben az állatok igényétől eltekintünk, az lehet a gazda célja, hogy minél kisebb fajlagos elemtartalommal érjen el egy adott termésszintet. Ez jelentheti a nagy műtrágya-hasznosulást, jobban elkerülhető a luxusfelvétel, az esetleges kilúgzás, környezetszennyezés, stb. A mérsékelt és kiegyenlített N<sub>1</sub>P<sub>1</sub>K<sub>1</sub> ellátottsági szintet alapul véve tájékoztató jelleggel az alábbi fajlagos átlagos értékek javasolhatók a szaktanácsadás számára, telepített füves gyepek esetén, hasonló körülmények között: 25 kg K (30 kg K<sub>2</sub>O), 20 kg N, 6 kg Ca (8-9 kg CaO), 2 kg Mg (3-4 kg MgO), 3 kg S, 2 kg P (5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

A fajlagos mikroelem-tartalmak nem adhatnak közvetlen információkat a trágyázási szaktanácsadás számára, amennyiben a mikroelemek pótlása nem a

kivont mennyiségük alapján történik. Felvételüket általában nem a talajbani mennyiségük, hanem a felvételre befolyásoló tényezők szabályozzák, elsősorban a talaj reakcióállapota és amint láttuk, a felvétel során lejátszódó szinergizmusok és antagonizmusok. Fontos azonban ismeretük, hiszen

tükrözik a növény tápláltsági állapotát, diagnosztikai információt hordoznak. Másrésztől takarmányozási/életteni szempontból befolyásolják az állatok egészségét és az állati termékek minőségét. Közlésük hiányt pótolhat a hazai irodalomban, tehát elsősorban ismeretelméleti jelleggel hordozhat.

## IRODALOM

- Balázs I. (1961): Műtrágya hatása a vörösesenkeszes gyepek összetételére. *Növénytermelés*, 10:315-335.
- Baresák Z. (1999): A gyepek tápanyagellátása. In: *Tápanyaggazdálkodás*. 522-535. Szerk.: Füleky Gy. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Baresák Z. (2004): *Biogyepgazdálkodás*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Bánszki T. (1988): NPK műtrágya mennyiségi és aránykísérlet intenzív telepített gyepeken. *Növénytermelés*, 37/3: 247-257
- Bánszki T. (1997): Telepített gyepek NPK műtrágyázása csernozjom talajon. *Növénytermelés*, 46/5:499-508.
- Bíró J. (1928): *A legelőgazda könyve*. Földművelésügyi Minisztérium, Budapest.
- Csatlós P. (1997): Összefüggés a talaj K-ellátottsága és a kukorica, őszi búza és a lucerna K-hatások között a hazai szabadföldi kísérletekben, 1960-1990. *Agrokémia és Talajtan*, 46:327-346.
- Dow, A.L.-Heinemann, W.W.-Clinc, T.A.-Hanks, E.M. (1980): Effects of N fertilization on yield, N recovery, nutrient content and quality of three irrigated pasture grasses. *Bulletin 0893*, College of Agric. Res. Center, Washington State Univ. USA.
- Dresdner I. (1927): *Az újkorai zöldmezőgazdálkodás*. Kertész Könyvnyomda, Budapest.
- Egnér, H.-Riehm, H.-Domingo, W.R. (1960): Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. K. *Lantör. Hőgsk. Ann.* 26:199-215.
- Fraas, C. (1870): *Wurzelleben der Cuftpflanzen*. Universitätsdruckerei, München.
- Győző Z.-Majó K. (2003): A Felső-Tisza ártéri legelőinek ásványianyag-tartalma. *Gyepgazd. Közlemények*, 1:32-34.
- Harmati I. (1981): A Duna-Tisza közti sós, lúgos szikesek hasznosítása és javítása gyepgazdálkodással. *Agrokémia és Talajtan*, 30:186-199.
- Harmati I. (1997): Intenzív telepített gyepek létesítése és műtrágyázása karbonátos szolonecsák-szolonyecs szikesen. *Növénytermelés*, 46/2:191-202.
- Horváth R.-Prohászka K. (1976): Adatok a réti-legelő növényzetének tápelem-tartalmáról. *Növénytermelés*, 23:1:51-56.
- Horváth R.-Prohászka K. (1979): Ósgyeppek tápelem-tartalmát befolyásoló tényezők. *Bot. Közlemények* 66:103-107.
- Kádár I. (1979): Földművelésünk nitrogén, foszfor és kálium mérlege. *Agrokémia és Talajtan*, 28:527-544.
- Kádár I. (1992): A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest.
- Kádár I. (1997): Talajaink tápelemgazdálkodása az ezredfordulón. *Növénytermelés*, 46:73-84.
- Kádár I. (2005): Műtrágyázás hatása a telepített gyepek termésére és N-felvételére 1. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 2. (In print)
- Kádár I. (2005a): Műtrágyázás hatása a telepített gyepek ásványi elem-tartalmára 3. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 2. (In print)
- Kádár I.-Győri Z. (2005): Műtrágyázás hatása a telepített gyepek takarmányértékére és tápanyaghozamára 2. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 2. (In print)
- Károly R. (1899): *Rét- és legelőművelés*. Franklin, Budapest.
- Lakanen, E.-Erviö, R. (1971): A comparison of eight extractants for the determination of plant available microelements in soils. *Acta Agr. Fenn.* 123:223-232.
- Liebig, J. von. (1840-1876): *Kémia alkalmazása a mezőgazdaságban és a növényélettanban*. Szerk.: Kádár I. 1996. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest.
- Németh T. (1996): Talajaink szervesanyag-tartalma és nitrogénforgalma. MTA TAKI, Budapest.
- Sachs, J. (1873): *Lehrbuch der Botanik*, 3. Auflage. I. Buch. Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- Sachs, J. (1887): *Vorlesungen über Pflanzenphysiologie*, 2. Auflage. Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- Sarkadi J. (1975): *A műtrágyaigény becsülésének módszerei*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Saussure De, Th. (1804): *A növények kémiai kutatása*. Fordította dr. Cserey Imre. Kecskeméti Főiskola Nyomda, Kecskemét.
- Szabó J. (1977): *Gyepgazdálkodás*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Tasi J.-Baresák Z. (2001): Növénygyepnövény fejlődési fázisa és takarmányminőségének változása közötti összefüggések vizsgálata. *Növénytermelés*, 50/1:31-42.
- Tham, Fné (1990): Növényminták nitrát-tartalmának meghatározását befolyásoló tényezők vizsgálata. *Agrokémia és Talajtan*, 39:191-206.
- Tölgyesi Gy. (1969): *A növények mikroelem tartalma és ennek mezőgazdasági vonatkozásai*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Vinczeffy I. (1966): *Gyepgazdálkodás képekben és számokban*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Wolff, E. (1872): *Praktische Düngerlehre*, 4. Auflage. Verlag Wiegand und Hempel, Berlin.