

Mútrágyahatások vizsgálata 4. éves telepített gyepen. Termés, elemösszetétel

KÁDÁR IMRE

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet,
Budapest

Összefoglalás

Egy műtrágyázási kísérlet 31. évében, 2004-ben vizsgáltuk az eltérő N-, P-, K-ellátottsági szintek és kombinációik hatását a réti csenkesz (*Festuca pratensis*) vezérművelő, nyolckomponensű, pillangós nélküli gyepkeverék 4. évének termésére és ásványi elemtartalmára. A termőhely talaja a szántott rétegben mintegy 3% humuszt, 3-5% CaCO₃-ot és 20-22% agyagot tartalmazott. N- és K-elemekben közepesen, P- és Zn-elemekben gyengén ellátottnak minősült. A kísérlet 4N × 4P × 4K = 64 kezelést × 2 ismétlést = 128 parcellát foglalt magába. A talajvíz 13-15 m mélyen helyezkedik el, a terület aszályérzékeny. Az első kaszálás 2004 május 11-én, a második július 19-én történt. A tenyészidő során összesen 368 mm csapadékot kapott a terület a 2004. évben a 6,5 hónap alatt. A kísérlet módszerét, beállításainak körülményeit és az előző évek adatait korábbi közleményeink taglalták (Kádár 2005a, b és c, 2006a, b, c és d, Kádár és Győri 2005a és b). Főbb eredmények:

1. A N-kínálattal együtt 2-2,5-szeresére nőtt az átlagos növénymagasság és csökkent a szárazanyag-tartalom. A két kaszálás összes szénahozama a N-kontroll talajon 1,6 t/ha, a 300 kg/ha/év kezelésben 7,8 t/ha mennyiséget tett ki. Leginkább hatékonyak a 100 kg/ha/év N-adag bizonyult, ahol 1 kg N-re 40 kg széna, ill. 185 kg fű többletermés jutott. A második 100 kg · ha⁻¹ · év⁻¹ N-adagot döntően a 2. kaszálás hasznosította 16 kg széna/kg N-többleterméssel. A 300 kg · ha⁻¹ · év⁻¹ adag már gazdaságtalannak bizonyult.
2. A 31 éve P-ral nem trágyázott, gyengén ellátott P-kontrollhoz viszonyítva az anyaszéna 1,0 t/ha szénatöbblettel hálálta meg az ammóniumlaktát- (AL-) oldható P₂O₅-tartalom „közepes” szintre, 153 mg/kg értékre való emelését. A 2. kaszálás idején azonban a P-trágyázás már eredménytelen maradt, a gyp kielégítette P-igényét a P-kontroll talajon is. A K-trágyázás átlagosan 0,5 t/ha szénatöbbletet adott, a talaj eredeti 135 mg/kg „közepes” AL-K₂O-ellátottságát 193 mg/kg „kielégítő” szintre növelve. A K-kínálat további növelése a széna termését már nem módosította.
3. A N-kínálattal mindkét kaszáláskor nőtt a széna N-, NO₃-N-, Na-, Ba- és Cu-, valamint mérséklődött a Fe-, Mn-, Al- és Mo-tartalma. A talaj P-ellátottságának javulása a P, a S és a Sr akkumulációját serkentette, ill. a Cu és a Mo beépülését gátolta egyértelműen. A K-trágyázás a K beépülését segítve egyidejűleg antagonistá hatású volt az egyéb kationok, mint a Ca, a Mg és a Na felvételére.
4. A sarjúszéna K-, N-, NO₃-N-, P-, Al- és Zn-elemekben szegényebb volt az anyaszénához viszonyítva. Az átlagos Zn-készlet pl. a 60 mg/kg-ról 18 mg/kg-ra zuhant. Ugyanakkor a Ca-, S-, Mg-, Mn-, Fe-, Sr-, B-, Ba- és Mo-elemek inkább az előregedő sarjában akkumulálódtak.
5. Az N×P kölcsönhatások nyomán a széna Mo-tartalma az 1. kaszáláskor 0,3-1,0 mg/kg, míg a 2. kaszáláskor 0,4-4,5 mg/kg között változott, azaz ugyanazon évben a termett széna Mo-tartalmában 15-szörös különbség is felléphet. Az anyaszéna Na-tartalmát a N-trágyázás egy nagyságrenddel növelte, míg a K-trágyázás egyötödére mérsékelte. Az N×K kölcsönhatások eredményeképpen a Na koncentrációja a szénában 62-1923 mg/kg értéktartományban mozgott, több mint 30-szoros módosulást elszenvedve. A kölcsönhatások mértéke kaszálásonként változhat és némileg/escetenként az iránya is módosulhat. Ismeretünk alapvető fontosságú mind növénydiagnosztikai, mind takarmányozástani szempontból.

Kulcsszavak: műtrágyázás, telepített gyep, termés, elemösszetétel

NPK fertilizer responses in a 4-year-old planted all-grass sward. Hay yield and mineral element content

I. KÁDÁR

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences,
Budapest

Summary

The effect of different N, P and K supply levels and their combinations on the development, yield and mineral content of a 4-year-old planted all-grass sward was examined in the 31st year of a long-term fertilization experiment in 2004, using a seed mixture of eight grass species. The trial was established on a calcareous chernozem soil containing around 3% humus, 5% CaCO₃ and 20–22% clay in the ploughed layer, which was originally moderately well supplied with available K, Mg, Mn and Cu and poorly supplied with P and Zn. The trial included 4N×4P×4K=64 treatments in 2 replications, giving a total of 128 plots. The fertilizers applied were calcium ammonium nitrate, superphosphate and potassium chloride. The groundwater table was at a depth of 13–15 m and the area was prone to drought. The 1st cut was made on 11th May and the 2nd on 19th July. During the 6.5-month vegetation period in 2004, the site had a total of 368 mm precipitation. The lay-out, method and main results of the trial were published earlier (Kádár 2005a, b, c; 2006a, b, c, d; Kádár and Györi 2005a, b). The main conclusions of the present study were as follows:

1. N fertilization caused a 2–2.5-fold increase in the average plant height, while depressing the dry matter content. The hay yield of the two cuts amounted to 1.6 t/ha on the N-control soil, and to 7.8 t/ha in the 300 kg/ha/year treatment. The 100 kg/ha/year N rate seemed to be the most effective, where each kg N resulted in a surplus of 40 kg hay or 185 kg grass. The second 100 kg/ha/year rate was used basically by the 2nd cut, which produced a surplus of 16 kg hay/kg N. The 300 kg/ha/yr N rate did not give a significant hay surplus.
2. A moderate P supply level of 153 mg/kg ammonium lactate (AL)-soluble P₂O₅ satisfied the P requirements of the 1st cut and gave a 1.0 t/ha hay surplus compared to the low P supply level of 66 mg/kg AL-P₂O₅ in the P-control soil. In the 2nd cut, however, P fertilization did not lead to a hay surplus compared to the P-control soil. K fertilization resulted in an average 0.5 t/ha hay surplus when the moderate 135 mg/kg AL-K₂O level was increased to the satisfactory 193 mg/kg AL-K₂O level. Higher K supply levels gave no further hay surplus.
3. N fertilization increased the content of N, NO₃-N, Na, Ba and Cu in the hay, while the higher yield caused a dilution of the Fe, Mn, Al and Mo contents. The P supply stimulated the uptake of P, S and Sr and inhibited the accumulation of Cu and Mo. K fertilization enhanced the K content and reduced the content of antagonistic cations such as Ca, Mg and Na in the hay.
4. The 2nd cut of hay was poor in K, N, NO₃-N, P, Al and Zn compared to the first cut, which contained an average 60 mg/kg Zn, for example, compared with only 18 mg/kg in the 2nd cut. At the same time, the older 2nd cut of hay accumulated more Ca, S, Mg, Mn, Fe, Sr, B, Ba and Mo.
5. As a function of N×P supply levels, the Mo content of the hay ranged from 0.3–1.0 mg/kg in the 1st cut and from 0.4–4.5 mg/kg in the 2nd cut, indicating the possibility of 15-fold differences in the Mo content of the hay in the same year and in the same location. The Na content of the hay in the 1st cut increased by an order of magnitude with the N-supply, while K fertilization reduced it by a fifth. There were thus 30-fold differences in the Na content, which ranged from 62–1923 mg/kg. Long-term fertilization may thus cause a drastic change in the content and ratios of the elements incorporated into the hay due to synergetic or antagonistic effects. Knowledge on the interactions between various elements is thus of basic importance for both plant diagnostics and animal nutrition.

Key words: fertilization, planted grass, hay yield, mineral element content

Bevezetés és irodalmi áttekintés

Első munkánkban ismertettük részletesen a kísérletünk módszerét, körülményeit, ill. a gyeprágyázással összefüggő fontosabb hazai és külföldi forrásokat. Bemutattuk az eltérő tápláltsági szintek és kombinációik hatását a telepített gyeper fejlődésére, első évének termésére, N-felvételére és a N-műtrágyák hasznosulására (Kádár 2005a). Második közleményünk a takarmányérték-vizsgálat módszertanát, irodalmát, valamint a gypszena minőségének változásait tekintette át a tápláltsági szintek függvényében kísérletünkben (Kádár és Győri 2005a). Külön dolgozat taglalta a széna fontosabb makro- és mikroelemeinek akkumulációját, a lehetséges kölcsönhatásokat az egyes elemek felvétele során. A nemzetközi és a hazai irodalom bázisán értékelte azokat a diagnosztikai optimumokat, melyek a növénytáplálás, ill. a takarmányozás számára iránymutatóak lehetnek (Kádár 2005b).

Vizsgáltuk a gypszena makro- és mikroelemeinek felvételét a tápláltsági szituáció függvényében és meghatároztuk az 1 t széna képződéséhez szükséges átlagos fajlagos elemigényt, mely a tudományosan megalapozott trágyázási szaktanácsadás alapjául szolgálhat. Hasonló átfogó, 20–25 elemre kiterjedő elemforgalmi vizsgálatok a hazai szakirodalomban hiányoztak (Kádár 2005c). A takarmányozástannal foglalkozó tudomány fejlődését is érintve értékeltük a műtrágyázás hatását a gyeper aminosav-tartalmára és -hozamára. Bemutattuk, hogy a kiegyensúlyozatlan ásványi táplálás, ill. műtrágyahasználat milyen mérvű egyensúlytalanságot hozhat létre az egyes aminosav-párok között a fellépő antagonizmusok nyomán (Kádár 2005b).

A kísérlet 2. évének nagytömegű adatát külön értékeltük a termés és elemösszetétel (Kádár 2006a), az ásványi elem-forgalom (Kádár 2006b), valamint a minőség és tápanyaghozam tekintetében (Kádár 2006c). A kísérlet 3. évében 2003-ban az aszályos nyár miatt csak egyetlen kaszálásra került sor. Utolsó közleményünk a hiányos, optimális és túlsúlyos vagy egyoldalú ásványi táplálás hatásait mutatta be a gypszena termésére, minőségi jellemzőire, elemösszetételére és elemforgalmára (Kádár 2006d). Jelen munkánk a 4. éves műtrágyahatások eredményeit foglalja össze, áttekintve a termés és az ásványi összetétel alakulását.

Anyag és módszer

A kísérletet 1973 őszén állítottuk be Mezőföldön, intézetünk nagyhorcsöki kísérleti telepén. A termőhely löszön képződött karbonátos csernozjom talaja a szántott rétegben mintegy 3–5% CaCO_3 -ot és 3% humuszt tartalmaz. A pH(KCl)-rték 7,3, az AL- P_2O_5 60–80 mg/kg, az AL- K_2O 140–160 mg/kg, a 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 ősze, felét tavasszal alkalmaztuk pétiső formájában 0, 100, 200, 300 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{év}^{-1}$ N-adagban. A P- és a K-trágyázás 0, 500, 1000, 1500 kg/ha P_2O_5 -, ill. K_2O -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 $4N \times 4P = 16 \times 4K = 64$ kezelés \times 2 ismétlés \approx 128 parcellán. 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 két-két 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 vizsgálatok céljára parcellánként 20-20 helyről a fűkasza után átlagmintákat vettünk. Mértük a minták friss és légszáraz tömegét $50 \text{ }^\circ\text{C}$ -on történt szárítást követően, majd finomra őröltük és 23-25 elemre vizsgáltuk $\text{cc.HNO}_3 + \text{cc.H}_2\text{O}_2$ roncsolás után, ICP technikát alkalmazva. A N-tartalmat hagyományos $\text{cc.H}_2\text{SO}_4 + \text{cc.H}_2\text{O}_2$ feltárásból határoztuk meg. A $\text{NO}_3\text{-N}$ készletét 1:800 arányú desztillált vizes kivonatból mértük *Thammné* (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 minőségvizsgálatokat dr. Győri Zoltán (DE, Debrecen) végezte. A telepítés előtt talajmintákat vettünk a szántott rétegből parcellánként 20-20 pontminta/lefűrés egyesítésével. A mintákban meghatároztuk a NH_4 -acetát + EDTA-oldható makro- és mikroelemeket *Lakanen és Erviö* (1971) szerint, valamint az NH_4 -laktát oldható PK-tartalmat *Égnér et al.* (1960) szerint.

Az $N \times P \times K$ másodrendű kölcsönhatások a kísérletben általában nem voltak igazolhatók, így ismétlésül szolgálhattak. A kéttényezős $N \times P$, $N \times K$ és $P \times K$ 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.

Ami a csapadékellátottságot illeti, az alábbiakra utalunk. Januárban 32, februárban 46, márciusban 61, áprilisban 88 mm esőt kapott a kísérleti terület. Az első kaszálás május 11-én történt, tehát 2004 első négy hónapjában összesen 227 mm csapadékban részesült a gyep. Az előző (2003.) évben az egyetlen kaszálás június elején történt, majd év végéig még 218 mm csapadék hullott, melynek egy részét az anyaszéna hasznosíthatta 2004-ben. A 2004. évi 2. kaszálásra július 19-én került sor. A sarjúszéna tenyészideje tehát kilenc hetet tett ki, mely idő alatt májusban 28, júniusban 113 mm eső esett.

Eredmények

Az 1. táblázatban a N-trágyázás hatása tanulmányozható a gyep fejlődésére és termésére a PK-kezelések átlagában. Amint az adatokból látható, a N-hiány igen gyengén, míg a N-bőség igen jól fejlett állományt eredményezett mindkét kaszálás idején

állománybonításiaink szerint. A N-kínálattal együtt a 1. kaszáláskor 2,2-szeresére, míg a 2. kaszáláskor 2,6-szorosára nőtt az átlagos növénymagasság. Ezzel együtt drasztikusan csökkent a fű légszáranyag %-a az anyaszénában. A zöldfű termés a N-kontrollhoz viszonyítva az 1. kaszáláskor közel ötszörösére, a 2. kaszáláskor 8,8-szorosára ugrott. A szénahozam a 31 éve N-nel nem trágyázott parcellákon mindössze 1,6 t/ha, a N-nel bőségesen ellátottnon 7,8 t/ha mennyiséget tett ki. A N-hiány különösen kifejezetté vált a sarjában, ahol a N-kontroll parcella szénahozama az anyaszéna egyharmadát tette ki.

1. táblázat. A N-trágyázás hatása a gyepek fejlődésére és termésére 2004-ben a PK-kezelések átlagában (Mészlepédékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld)

Vizsgált jellemzők (1)	N-trágyázás, N [kg · ha ⁻¹ · év ⁻¹] (2)				SZD _{5%} (3)	Átlag (4)
	0	100	200	300		
Bonitálás (1 = igen gyengén, 5 = igen jól fejlett állomány) (5)						
1. kaszálás (12)	1.0	4.3	4.7	4.7	0.3	3.7
2. kaszálás (13)	1.1	2.8	4.9	5.0	0.3	3.4
Átlagos növénymagasság, cm (6)						
1. kaszálás (12)	28.2	61.2	61.3	61.5	3.1	53.1
2. kaszálás (13)	18.5	32.4	44.4	48.3	3.2	35.9
Légszáranyag [%] (7)						
1. kaszálás (12)	25.8	20.9	20.1	20.3	1.0	21.8
2. kaszálás (13)	33.1	33.4	33.4	32.2	1.0	33.0
Zöldfűtermés [t/ha] (8)						
1. kaszálás (12)	4.6	19.9	21.7	21.8	1.1	17.0
2. kaszálás (13)	1.2	4.4	9.2	10.6	0.6	6.4
Összesen (14)	5.8	24.3	30.9	32.4	1.2	23.4
Légszár széna [t/ha] (9)						
1. kaszálás (12)	1.2	4.1	4.3	4.4	0.3	3.5
2. kaszálás (13)	0.4	1.5	3.1	3.4	0.2	2.1
Összesen (14)	1.6	5.6	7.4	7.8	0.4	5.6
Légszár széna többlete [t/ha] (10)						
1. kaszálás (12)	–	2.9	3.1	3.2	0.3	3.1
2. kaszálás (13)	–	1.1	2.7	3.0	0.2	2.3
Összesen (14)	–	4.0	5.8	6.2	0.4	5.4
1 kg N-re jutó szénahozam [kg] (11)						
1. kaszálás (12)	–	29	2	1	3	11
2. kaszálás (13)	–	11	16	3	2	10
Összesen (14)	–	40	18	4	4	21

Table 1. Effect of N fertilization on the development and yield of grass in 2004, averaged over PK treatments. (Calcareous chernozem loamy soil, Nagyhörcsök). (1) Parameter, (2) N fertilization, N kg/ha/year, (3) LSD_{5%}, (4) Mean, (5) Scoring for stand development (1=very poor, 5=very good), (6) Average plant height, cm, (7) Air-dry matter in grass, %, (8) Fresh grass yield, t/ha, (9) Hay yield, t/ha, (10) Hay surplus, t/ha, (11) Hay surplus, kg/kg N, (12) 1st cut, (13) 2nd cut, (14) Total.

Leggazdaságosabbnak a $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{év}^{-1}$ N-adag bizonyult, ahol 1 kg N-re 40 kg széna, ill. 185 kg zöldfű-többlétermés jutott. A második $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{év}^{-1}$ N-adagot döntően a sarjúszéna hálálta meg 16 kg széna/kg N-többléterméssel. A harmadik növekvő $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{év}^{-1}$ N, azaz az évente kiadott 300 kg/ha N-szint már gazdaságtalannak bizonyult. A szénatöbblé összesen mindössze 4 kg-ot, a fű többlétermése 15 kg-ot tett ki a $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{év}^{-1}$ N-szinthez viszonyítva (1. táblázat).

A 2. táblázatban a talaj P-ellátottságának hatását mutatjuk be a gyepek fejlődésére és termésére az NK-kezelések átlagában. Bonitálásaink szerint a P-ral gyengén ellátott 31 éve P-ral nem trágyázott talajhoz képest a „közepes” P-ellátottságot prezentáló 153 mg/kg AL-oldható P_2O_5 -tartalom elégitette ki az anyaszéna P-igényét. A 2. kaszálás idején a P-hatások már nem igazolhatók, ill. elenyészőek. Mindezen megállapítások lényegében fennállnak az átlagos növénymagasságot illetően is. A 2. kaszálás idején érvényesült a P-trágyázás érést gyorsító, öregítő hatása, melyet a légszáranyag növelése jelez a fűben. Erre vezethető vissza, hogy a fűtermés mérsékelten visszaesik a P-trágyázás nyomán. Összességében a P-kontrollhoz képest a P_1 közepes P-ellátottság kerekén 5 t/ha zöldfű-, ill. 1 t/ha szénatöbblé adott. A P-ellátottság további növelése termés-többlétermést nem eredményezett.

2. táblázat. A P-ellátottsági szintek hatása a gyepek fejlődésére és termésére 2004-ben az NK-kezelések átlagában (Mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld)

Vizsgált jellemzők (1)	Ammoniumlaktát- (AL-) oldható P_2O_5 [mg/kg] (2)				SZD _{5%} (3)	Átlag (4)
	66	153	333	542		
Bonitálás (1 = igen gyengén, 5 = igen jól fejlett állomány) (5)						
1. kaszálás (10)	3.2	3.9	3.8	3.8	0.3	3.7
2. kaszálás (11)	3.5	3.4	3.5	3.3	0.3	3.4
Átlagos növénymagasság, cm (6)						
1. kaszálás (10)	48.6	54.8	55.2	53.6	3.1	53.1
2. kaszálás (11)	34.2	34.9	37.3	37.2	3.2	35.9
Légszáranyag [%] (7)						
1. kaszálás (10)	22.3	21.5	21.7	21.5	1.0	21.8
2. kaszálás (11)	31.6	32.7	34.0	33.8	1.0	33.0
Zöldfűtermés [t/ha] (8)						
1. kaszálás (10)	12.5	18.6	18.6	18.5	1.1	17.0
2. kaszálás (11)	7.2	6.4	5.8	6.1	0.6	6.4
Összesen (12)	19.7	25.0	24.4	24.6	1.2	23.4
Légszár széna [t/ha] (9)						
1. kaszálás (10)	2.7	3.8	3.8	3.8	0.3	3.5
2. kaszálás (11)	2.2	2.1	2.0	2.1	0.2	2.1
Összesen (12)	4.9	5.9	5.8	5.9	0.4	5.6

Table 2. Effect of P supply levels on the development and yield of grass in 2004, averaged over NK treatments. (Calcareous chernozem loamy soil, Nagyhörcsök). (1) Parameter, (2) Ammonium lactate (AL)-soluble P_2O_5 in the ploughed layer, mg/kg, (3) LSD_{5%}, (4) Mean, (5) Scoring for stand development (1 = very poor, 5 = very good), (6) Average plant height, cm, (7) Air-dry matter in grass, %, (8) Fresh grass yield, t/ha, (9) Hay yield, t/ha, (10) 1st cut, (11) 2nd cut, (12) Total.

A 31 éve K-mal nem trágyázott K-kontroll vályogtalaj „közepesen“ ellátottnak tekinthető a 135 mg/kg AL-K₂O-értéke alapján. Bonitálásaink szerint a gyepek igényelték a 193 mg/kg AL-K₂O „jó“ K-ellátottságot az 1. kaszálás idején. A 2. kaszáláskor K-hatás már nem volt igazolható, viszont nőtt az átlagos növénymagasság a K-kínálattal mindkét kaszáláskor. A légszáranyag-tartalom ezzel egyidejűleg visszaesett. Ismeretes, hogy a K-bőség javítja a növény vízgazdálkodását és a N-hez hasonlóan élettanilag fiatalabb, nedvesebb szöveteket eredményez. A zöld fűtermés még a 390 mg/kg AL-K₂O-készlet felett is emelkedő tendenciát jelzett. A szénakontrollhoz viszonyított többlethozama azonban mindössze 0,5 t/ha mennyiséget tett ki a két kaszálás összegében. A 193 mg/kg AL-K₂O-ellátottság felett igazolható többlet már nem jelentkezett (3. táblázat).

A maximális N-trágyázás az anyaszéna N-tartalmát közel kétszeresre, a NO₃-N készletét 7,5-szeresre növelte a N-kontrollhoz képest. A NO₃-N-forma a N-kontroll talajon az összes N alig 4%-át, míg a 300 kg · ha⁻¹ · év⁻¹ kezelésben közel 15%-át tette ki. Már a 200 kg · ha⁻¹ · év⁻¹ kezelésben meghaladta a NO₃-N mennyisége a takarmányozási szempontból nemkívánatos 0,25%-os határértéket. A N-bőség növelte tehát a nemfehérje-N részarányát. Egy nagyságrenddel nőtt a Na koncentrációja is a N-kínálattal.

3. táblázat. A K-ellátottsági szintek hatása a gyepek fejlődésére és termésére 2004-ben az NP-kezelések átlagában (Mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörscök, Mezőföld)

Vizsgált jellemzők (1)	Ammoniumlaktát- (AL-) oldható K ₂ O [mg/kg] (2)				SZD _{5%} (3)	Átlag (4)
	135	193	279	390		
Bonitálás (1 = igen gyengén, 5 = igen jól fejlett állomány) (5)						
1. kaszálás (10)	3.3	3.8	3.8	3.8	0.3	3.7
2. kaszálás (11)	3.5	3.3	3.4	3.5	0.3	3.4
Átlagos növénymagasság, cm (6)						
1. kaszálás (10)	49.3	53.7	54.4	54.8	3.1	53.1
2. kaszálás (11)	33.4	36.2	36.6	37.5	3.2	35.9
Légszáranyag [%] (7)						
1. kaszálás (10)	22.9	21.8	21.4	20.9	1.0	21.8
2. kaszálás (11)	33.6	33.2	32.8	32.4	1.0	33.0
Zöldfűtermés [t/ha] (8)						
1. kaszálás (10)	14.3	17.3	17.9	18.6	1.1	17.0
2. kaszálás (11)	5.9	6.2	6.6	6.8	0.6	6.4
Összesen (12)	20.2	23.5	24.5	25.4	1.2	23.4
Légszár széna [t/ha] (9)						
1. kaszálás (10)	3.2	3.6	3.6	3.6	0.3	3.5
2. kaszálás (11)	2.0	2.1	2.1	2.2	0.2	2.1
Összesen (12)	5.2	5.7	5.7	5.8	0.4	5.6

Table 3. Effect of K supply levels on the development and yield of grass in 2004, averaged over NP treatments. (Calcareous chernozem loamy soil, Nagyhörscök). (1) Parameter, (2) Ammonium lactate (AL)-soluble K₂O in the ploughed layer, mg/kg, (3) LSD_{5%}, (4) Mean, (5) Scoring for stand development (1 = very poor, 5 = very good), (6) Average plant height, cm, (7) Air-dry matter in grass, %, (8) Fresh grass yield, t/ha, (9) Hay yield, t/ha, (10) 1st cut, (11) 2nd cut, (12) Total.

A N-trágyázás serkentőleg hatott még a Ca-, a S-, a Mg-, a Sr-, a Cu- és a Ba-, valamint a növekvő termésben hígulását okozta a Fe-, a Mn-, az Al- és a Mo-elemeknek. A Ni tartalma 1,4 mg/kg átlagos mennyiséget jelzett a kezelésektől függetlenül, míg az As-, Cd-, a Co-, a Cr-, a Hg-, a Pb- és a Se-elemek koncentrációja általában 0,1 mg/kg kimutathatósági határ alatt maradt (4. táblázat).

4. táblázat. A N-trágyázás hatása a légszáraz gypszéna elemtartalmára 2004. 05. 11-én (Mészlepodékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhorcsók, Mezőföld)

Elem jele (1)	Mérték egység (2)	N-trágyázás, N [kg · ha ⁻¹ · év ⁻¹] (3)				SZD _{5%} (4)	Átlag (5)
		0	100	200	300		
PK-kezelések átlagában (6)							
N	%	1.58	2.15	2.82	3.07	0.18	2.41
Ca	%	0.43	0.40	0.48	0.51	0.04	0.45
S	%	0.20	0.20	0.22	0.22	0.02	0.21
NO ₃ -N	%	0.06	0.09	0.32	0.45	0.05	0.23
Mg	%	0.14	0.15	0.17	0.18	0.02	0.16
Na	%	0.01	0.09	0.11	0.10	0.04	0.08
Fe	mg/kg	138	102	119	104	24	116
Mn	mg/kg	113	107	101	94	9	104
Al	mg/kg	97	62	66	58	25	71
Sr	mg/kg	11	11	13	14	2	12
Cu	mg/kg	3.1	4.5	5.3	5.6	0.3	4.6
Ba	mg/kg	2.2	2.6	3.3	3.4	0.7	2.9
Mo	mg/kg	0.8	0.6	0.5	0.4	0.1	0.6

Megjegyzés: Az As, a Cd, a Co, a Cr, a Hg, a Pb és a Se általában 0.1 mg/kg méréshatár alatt. A Ni 1.42 mg/kg átlagosan. (7)

Table 4. Effect of N fertilization on the element content of air-dry hay on 11th May, 2004 (Calcareous chernozem loamy soil, Nagyhorcsók). (1) Parameters, (2) Units, (3) N fertilization, N kg/ha/yr, (4) LSD_{5%}, (5) Mean, (6) Averaged over PK treatments, (7) Note: Values of As, Cd, Co, Cr, Hg, Pb and Sc were generally below the 0.1 mg/kg detection limit. Average Ni content 1.42 mg/kg.

A talaj növekvő P-kínálata javította a Ca, P, S, Sr és Ba, illetve gátolta a Cu és Mo beépülését az anyaszénába. Az alkalmazott szuperfoszfát műtrágya elemzéseink szerint 20-25% Ca, 13-15% S, 9-11% P, és 1-2% Sr készlettel rendelkezett, tehát Ca, P, S, és Sr trágyaszemek is minősült. A foszfát- molibdenát anionantagonizmus tükröződik a Mo-felvétel gátlásában. Nem ismeretlen a P-Cu elemek közötti antagonizmus sem a szakirodalomban. A K-trágyázás segítette a K, N, NO₃-N és a Zn akkumulációját a szénában, míg főként a Ca, Mg, Na, Mn, Sr kationok és a B felvételét gátolta a K-B, ill. az egyéb kationokkal szembeni antagonizmus miatt (5. táblázat).

A 2. kaszálást adó sarjúszena szegényebb volt K-, N-, NO₃-N-, P-, Al- és Zn-elemekben az anyaszénához viszonyítva. Kiemelkedő a Zn-koncentráció csökkenése, mely az anyaszénában mért 60 mg/kg átlagos értékről 18 mg/kg értékre zuhant. Ugyanakkor a Na és a Ni átlagos készlete közelálló volt a két kaszálás idején. Más elemek, mint a Ca, a S, a Mg, a Mn, a Fe, a Sr, a B, a Ba és a Mo inkább az előregedő sarjában akku-

5. táblázat. A PK-ellátottsági szintek hatása a légszáraz gyepszéna elemtartalmára 2004. 05. 11-én (Mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld)

Elem jele (1)	Mérték egység (2)	AL-oldható P ₂ O ₅ [mg/kg] a talajban (3)				SZD _{5%} (4)	Átlag (5)
		66	153	333	542		
NK-kezelések átlagai (6)							
Ca	%	0.40	0.45	0.46	0.51	0.04	0.45
P	%	0.22	0.29	0.31	0.34	0.02	0.29
S	%	0.19	0.20	0.21	0.23	0.02	0.21
Sr	mg/kg	7.2	10.7	13.5	17.4	1.3	12.2
Cu	mg/kg	5.1	4.4	4.4	4.6	0.3	4.6
Ba	mg/kg	2.5	2.7	2.9	3.4	0.7	2.9
Mo	mg/kg	0.8	0.6	0.5	0.5	0.1	0.6
Elem jele (1)	Mérték egység (2)	AL-oldható K ₂ O [mg/kg] a talajban (7)				SZD _{5%} (4)	Átlag (5)
		135	193	279	390		
NP-kezelések átlagai (8)							
K	%	1.84	2.38	2.92	3.18	0.27	2.58
N	%	2.28	2.22	2.51	2.63	0.18	2.41
Ca	%	0.53	0.47	0.43	0.38	0.04	0.45
S	%	0.22	0.21	0.21	0.20	0.02	0.21
NO ₃ -N	%	0.18	0.21	0.26	0.27	0.05	0.23
Mg	%	0.19	0.17	0.15	0.13	0.02	0.16
Na	%	0.14	0.11	0.04	0.03	0.04	0.08
Mn	mg/kg	115	102	99	99	9	104
Zn	mg/kg	52	56	66	67	12	60
Sr	mg/kg	14	13	12	10	2	12
B	mg/kg	2.9	2.6	2.4	2.4	0.3	2.6

Table 5. Effect of PK supply levels on the element content of air-dry hay on 11th May, 2004 (Calcareous chernozem loamy soil, Nagyhörcsök). (1) Parameters, (2) Units, (3) Ammonium lactate (AL)-soluble P₂O₅ in the ploughed layer, mg/kg, (4) LSD_{5%}, (5) Mean, (6) Averaged over NK treatments, (7) Ammonium lactate (AL)-soluble K₂O in the ploughed layer, mg/kg, (8) Averaged over NP treatments.

mulálódtak. Az átlagos Mo-tartalom pl. a 0,6 mg/kg értékről 2,2 mg/kg értékre, azaz csaknem négyszeresére emelkedett. Amint a 6. táblázatban látható, a N-trágyázás a 2,2 mg/kg Mo átlagértéket jelentősen módosította a 2. kaszálás idején is.

A N-kontroll parcellákon mért 4,1 mg/kg Mo-koncentráció a N-bőség nyomán fel-lépő nagyobb terméssel 0,9 mg/kg értékre hígult. A hígulás a legtöbb elem tekintetében nyomon követhető. Ez alól kivétel a N, a NO₃-N, a Na, a Ba és a Cu képezett, ahol az akkumuláció sebessége meghaladta az említett hígulási effektust. A NO₃-N koncentrációja még a 300 kg · ha⁻¹ · év⁻¹ kezelésben sem érte el a nemkívánatos 0,25%-ot a 2. kaszáláskor, a talaj N-szolgáltatása mérséklődött. Az As, a Cd, a Co, a Hg, a Pb és a Se mennyisége itt is általában a 0,1 mg/kg kimutathatósági határ alatt maradt (6. táblázat).

A P-ellátottság mértéke ugyan a szénahozamokat érdemben nem befolyásolta a 2. kaszálás idején, azonban a széna elemösszetételét igen. Általában igazolhatóan mérsékelte egy sor elem – mint a K, a Mg, a Na, a Zn, a B, a Cu, a Mo és a Cr – beépülését.

6. táblázat. A N-trágyázás hatása a légszáraz gypszéna elemtartalmára 2004. 07. 20-án
(Mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörsök, Mezőföld)

Elem jelc (1)	Mérték egység (2)	N-trágyázás, N [kg · ha ⁻¹ · év ⁻¹] (3)				SZD _{5%} (4)	Átlag (5)
		0	100	200	300		
PK-kezelések átlagai (6)							
K	%	2.33	2.30	2.09	2.03	0.22	2.19
N	%	1.28	1.30	1.87	2.17	0.14	1.66
Ca	%	0.82	0.70	0.63	0.65	0.07	0.70
P	%	0.40	0.29	0.21	0.20	0.02	0.27
S	%	0.38	0.22	0.21	0.20	0.02	0.25
Mg	%	0.30	0.25	0.25	0.26	0.03	0.26
NO ₃ -N	%	0.04	0.04	0.10	0.19	0.02	0.09
Na	%	0.01	0.06	0.12	0.12	0.03	0.08
Mn	mg/kg	194	196	154	146	21	173
Fe	mg/kg	91	60	56	56	7	66
Al	mg/kg	64	31	19	15	8	32
Sr	mg/kg	24	19	18	18	2	20
Zn	mg/kg	18	18	17	17	2	18
B	mg/kg	8.9	6.3	5.4	5.3	0.6	6.5
Ba	mg/kg	4.5	5.0	5.5	5.3	0.8	5.1
Cu	mg/kg	4.1	3.9	5.6	6.1	0.6	4.9
Mo	mg/kg	4.1	2.8	1.2	0.9	0.3	2.2
Ni	mg/kg	2.2	1.3	1.5	1.2	0.8	1.5
Cr	mg/kg	0.29	0.25	0.20	0.19	0.03	0.23

Megjegyzés: As, Cd, Co, Hg, Pb és Se általában 0.1 mg/kg kimutathatósági határ alatt. (7)

Table 6. Effect of N fertilization on the element content of air-dry hay on 20th July, 2004 (Calcareous chernozem loamy soil, Nagyhörsök). (1) Parameters, (2) Units, (3) N fertilization, N kg/ha/year, (4) LSD_{5%}, (5) Mean, (6) Averaged over PK treatments, (7) Note: Values of As, Cd, Co, Hg, Pb and Se were generally below the 0.1 mg/kg detection limit.

A Mo tartalma pl. kevesebb mint a felére esett vissza a P-túlsúly nyomán. Emelkedett viszont a P, a S és a Sr készlete a szénában, hiszen a szuperfoszfát P-, S- és Sr-forrás. A K-trágyázás eredményeképpen a széna gazdagodott K-ban, valamint elszegényedett Ca-, Mg- és Na-kationokban. A K-túlsúlyt jól jelzik az elemek egymáshoz viszonyított arányainak módosulásai: a K/Ca és a K/Mg arány mintegy a kétszeresére, míg a K/Na arány közel a négyszeresére tágult a K-bőség nyomán (7. táblázat).

Kísérletünk lehetővé teszi, hogy azokra a fontosabb kölcsönhatásokra is bepillantást nyerjünk, melyek az elemek felvétele során lejátszódnak. A 8. táblázatban az N×P kölcsönhatásokat mutatjuk be a Sr- és a Mo-elemek tartalmára. Amint az adatokból látható, a Sr beépülését a P-trágyázás mindkét kaszálás idején jelentősen növelte. Ezzel szemben a N kínálatával az anyaszénában igazolhatóan csak akkor emelkedik a Sr-koncentráció, ha a P túlsúlya érvényesül. A 2. kaszáláskor pedig a N-trágyázás egyértelműen mérsékelte a Sr akkumulációját. A Mo esetében mind a növekvő N-, mind a növekvő P-kínálat depresszív hatású mindkét kaszálás idején. Az N×P kölcsönhatások nyomán a Mo-tartalom az anyaszénában 1,0–0,3 mg/kg, míg a sarjában 4,5–0,4 mg/kg között változik.

7. táblázat. A PK-ellátottsági szintek hatása a légszáraz gyepszéna elemtartalmára 2004. 07. 29-án
(Mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld)

Elem jele (1)	Mérték egység (2)	AL-oldható P ₂ O ₅ [mg/kg] a talajban (3)				SZD _{5%} (4)	Átlag (5)
		66	153	333	542		
NK-kezelések átlagai (6)							
K	%	2.40	2.18	2.09	2.08	0.22	2.19
P	%	0.20	0.28	0.30	0.32	0.02	0.27
S	%	0.23	0.25	0.26	0.27	0.02	0.25
Mg	%	0.30	0.28	0.24	0.24	0.03	0.26
NO ₃ -N	%	0.11	0.09	0.08	0.08	0.02	0.09
Na	%	0.10	0.08	0.06	0.06	0.03	0.08
Sr	mg/kg	14	19	21	24	2	20
Zn	mg/kg	21	18	16	15	2	18
B	mg/kg	7.1	6.8	6.0	6.0	0.6	6.5
Cu	mg/kg	5.4	5.3	4.5	4.5	0.6	4.9
Mo	mg/kg	3.5	2.2	1.7	1.6	0.3	2.2
Cr	mg/kg	0.25	0.24	0.22	0.22	0.03	0.23
Elem jele (1)	Mérték egység (2)	AL-oldható K ₂ O [mg/kg] a talajban (7)				SZD _{5%} (4)	Átlag (5)
		135	193	279	390		
NP-kezelések átlagai (8)							
K	%	1.65	2.07	2.37	2.66	0.22	2.19
Ca	%	0.79	0.71	0.66	0.63	0.07	0.70
Mg	%	0.31	0.26	0.24	0.24	0.03	0.26
Na	%	0.12	0.09	0.05	0.05	0.03	0.08
K/Ca	arány (9)	2.1	2.9	3.6	4.2	0.4	3.2
K/Mg	arány (9)	5.3	8.0	9.9	11.1	0.8	8.6
K/Na	arány (9)	13.8	23.0	47.4	53.2	8.8	34.4

Table 7. Effect of PK supply levels on the element content of air-dry hay on 20th July, 2004 (Calcareus chernozem loamy soil, Nagyhörcsök). (1) Parameters, (2) Units, (3) Ammonium lactate (AL)-soluble P₂O₅ in the ploughed layer, mg/kg, (4) LSD_{5%}, (5) Mean, (6) Averaged over NK treatments, (7) Ammonium lactate (AL)-soluble K₂O in the ploughed layer, mg/kg, (8) Averaged over NP treatments, (9) Element ratios.

A kölcsönhatások mértéke tehát időben változó és némileg az iránya is módosulhat. Ugyanazon évben és termőhelyen, két kaszálás adatait figyelembe véve a Sr 7–28 mg/kg közötti, míg a Mo 0,3–4,5 mg/kg közötti koncentrációtartományban mozgott az N×P trágyázás eredményeképpen. A Sr négyszeres, míg a Mo tizenöt-szörös változásra volt képes. A kölcsönhatások megismerése alapvető fontosságú lehet mind növénydiagnosztikai, mind takarmányozástani szempontból. Amennyiben pl. a Mo mint fontos esszenciális tápelem hasonló módon „eltűnik” a takarmányból, a kiegyensúlyozott ellátás érdekében a takarmányok összetételét rendszeresen ellenőrizni és szükség szerint kiegyesíteni szükséges az intenzíven műtrágyázott területeken.

8. táblázat. Az N×P ellátottsági szintek hatása a légszáraz gyepszéna Sr- és Mo-tartalmára 2004-ben a K-kezelések átlagában [mg/kg] (Mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhorcsók, Mezőföld)

AL-P ₂ O ₅ [mg/kg] (1)	N-trágyázás, N [kg · ha ⁻¹ · év ⁻¹] (2)				SzD _{5%} (3)	Átlag (4)
	0	100	200	300		
Sr május 11-én (5)						
66	8	7	7	7	3	7
153	10	9	12	12		11
333	12	11	15	15		14
542	15	16	18	21		17
Átlag (4)	11	11	13	14	2	12
Sr július 19-én (6)						
66	18	13	12	12	4	14
153	25	19	17	17		19
333	24	21	20	18		21
542	28	25	21	24		25
Átlag (4)	24	19	18	18	2	20
Mo május 11-én (7)						
66	0.6	1.0	0.8	0.7	0.4	0.8
153	0.9	0.6	0.5	0.4		0.6
333	0.8	0.5	0.4	0.3		0.5
542	0.9	0.5	0.4	0.3		0.5
Átlag (4)	0.8	0.6	0.5	0.4	0.2	0.6
Mo július 19-én (8)						
66	4.5	4.6	2.8	2.2	0.6	3.5
153	4.5	2.6	1.0	0.7		2.2
333	3.7	2.1	0.6	0.4		1.7
542	3.6	1.9	0.4	0.4		1.6
Átlag (4)	4.1	2.8	1.2	0.9	0.3	2.2

Table 8. Effect of N×P supply levels on the Sr and Mo contents (mg/kg) of air-dry hay, averaged over K treatments (Calcareous chernozem loamy soil, Nagyhorcsók). (1) Ammonium lactate (AL)-soluble P₂O₅ in the ploughed layer, mg/kg, (2) N fertilization, N kg/ha/yr, (3) LSD_{5%}, (4) Mean, (5) Sr on 11th May, 2004, (6) Sr on 19th July, 2004, (7) Mo on 11th May, 2004, (8) Mo on 19th July, 2004.

Az N×K ellátottsági szintek Na, Ca, Mg és B-elemekre gyakorolt hatásáról a 9. táblázat nyújt áttekintést a P-kezelések átlagában. A Na rendkívül mobilis ion és különösen érzékenyen reagál az NK-kínálat módosulására. Az anyaszénában koncentrációja 62–1923 mg/kg tartományban mozgott, több mint harmincszoros változást jelezve. A N-kínálat közel egy nagyságrenddel növelte akkumulációját a szénában, míg a K-trágyázás egyötödére mérsékelte. A kálisó 5–10% Na-ot tartalmazhat, tehát Na-forrás is. A növénybeni felhalmozódását döntően mégis a pétisó N-műtrágya növelte, mely Na-ot csak nyomokban tartalmaz. Meghatározó volt a N-Na szinergizmus, ill. a K-Na antagónizmus.

9. táblázat. Az N×K ellátottsági szintek hatása
a légszáraz gyepszéna Na-, Ca-, Mg- és B-tartalmára 2004-ben a P-kezelések átlagában
(Mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld)

AL-K ₂ O [mg/kg] (1)	N-trágyázás, N [kg · ha ⁻¹ · év ⁻¹] (2)				SzD _{5%} (3)	Átlag (4)
	0	100	200	300		
Na [mg/kg] május 11-én (5)						
135	259	1923	1626	1660	666	1367
193	97	1173	1740	1359		1092
279	63	336	753	474		407
390	62	220	426	322		258
Átlag (4)	120	913	1136	954	333	781
Ca [%] július 20-án (6)						
135	0.79	0.78	0.78	0.82	0.13	0.79
193	0.82	0.72	0.63	0.69		0.71
279	0.81	0.67	0.57	0.59		0.66
390	0.87	0.64	0.53	0.49		0.63
Átlag (4)	0.82	0.70	0.63	0.65	0.07	0.70
Mg [%] július 20-án (7)						
135	0.29	0.29	0.32	0.35	0.06	0.31
193	0.29	0.24	0.26	0.27		0.26
279	0.30	0.23	0.23	0.22		0.25
390	0.30	0.22	0.20	0.21		0.24
Átlag (4)	0.30	0.25	0.25	0.26	0.03	0.26
B [mg/kg] július 20-án (8)						
135	8.8	7.1	6.2	6.1	1.2	7.1
193	8.5	6.1	5.5	5.8		6.4
279	8.9	6.1	5.2	5.2		6.4
390	9.5	5.8	4.8	4.3		6.1
Átlag (4)	8.9	6.3	5.4	5.3	0.6	6.5

Table 9. Effect of N×K supply levels on the Na, Ca, Mg and B contents of the air-dry hay, averaged over P treatments (Calcareous chernozem loamy soil, Nagyhörcsök). Ammonium lactate (AL)-soluble K₂O in the ploughed layer, mg/kg, (2) N fertilization, N kg/ha/year, (3) LSD_{5%}, (4) Mean, (5) Na on 11th May, 2004, (6) Ca on 20th July, 2004, (7) Mg on 20th July, 2004, (8) B on 20th July, 2004.

A második kaszálás idején kevésbé látványosan változik a kevésbé mozgékony kétértékű Ca ezen a meszes termőhelyen. A N-kínálattal ugrásszerűen nőtt a szárazanyagtömeg és mérsékelten hígult a Ca tartalma. A K-Ca antagonizmus szintén felvételi gátlást eredményez. Hasonló mechanizmus figyelhető meg a Mg esetén, mely a Ca-mal rokon természetű földfém. A B tartalma is hígult a N-trágyázás okozta termésnövekedés nyomán. A K-B antagonizmus viszont csak a N-nel is trágyázott kezelésekben igazolható. Az NxK kölcsönhatások eredményeképpen a sarjúszéna B-tartalma 4,3–9,5 mg/kg között változott (9. táblázat).

IRODALOM

- Egnér, H.–Riehm, H.–Domingo, W. R.*: 1960. Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. K. Landw. Hörsch. Ann. 26: 199–215.
- Kádár I.*: 2005a. Műtrágyázás hatása a telepített gyep termésére és N-felvételére. 1. Gyepgazd. Közl. 2: 36–45.
- Kádár I.*: 2005b. Műtrágyázás hatása a telepített gyep ásványi elemtartalmára. 3. Gyepgazd. Közl. 2: 57–66.
- Kádár I.*: 2005c. Műtrágyázás hatása a telepített gyep ásványi elemfelvételére. 4. Gyepgazd. Közl. 3: 3–10.
- Kádár I.*: 2006a. Műtrágyahatások vizsgálata a 2. éves telepített gyepen. Termés és elemtartalom. Gyepgazd. Közl. 4. (In print)
- Kádár I.*: 2006b. Műtrágyahatások vizsgálata a 2. éves telepített gyepen. Ásványi elemfelvétel. Gyepgazd. Közl. 4. (In print)
- Kádár I.*: 2006c. Műtrágyahatások vizsgálata a 2. éves gyepen. Minőség, tápanyaghozam. Gyepgazd. Közl. 4. (In print)
- Kádár I.*: 2006d. Műtrágyahatások vizsgálata 3-éves telepített gyepen. Gyepgazd. Közl. 5. (In print)
- Kádár I.–Győri Z.*: 2005a. Műtrágyázás hatása a gyepszéná takarmányértékére és tápanyag-hozamára. 2. Gyepgazd. Közl. 2: 46–56.
- Kádár I.–Győri Z.*: 2005b. Műtrágyázás hatása a telepített gyep aminosav-tartalmára és hozamára. 5. Gyepgazd. Közl. 3: 11–20.
- 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.
- Thamm F.-né*: 1990. Növényminták nitráttartalmának meghatározását befolyásoló tényezők vizsgálata. Agrokémia és Talajtan 39: 191–206.

Érkezett: 2007. 10. 03.

A szerző levelezési címe – Address of the author:

Dr. Kádár Imre

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet

Budapest

Herman O. u. 15.

H-1022