

149

Trágyázás hatása legeltetett ősgyepekre

¹KÁDÁR IMRE–¹MÁRTON LÁSZLÓ–¹RAGÁLYI PÉTER–²SZEMÁN LÁSZLÓ–

³CSATÁRI GÁBOR–³NAGY SÁNDOR–⁴ARDAI ÁRPÁD

¹MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet,

Budapest

²SZIE Gyepgazdálkodási Tanszék,

Gödöllő

³Öko Major Kft.,

Bakonszeg

⁴Magyar Juhtej Szövetséget tagja,

Cserkeszlő

Összefoglalás

A Hortobágyi és a Kiskunsági Nemzeti Parkkal szomszédos és hasonló adottságú Bakonszeg, ill. Cserkeszlő térségében vizsgáltuk a különböző korú, különböző módon tárolt juhtrágyák elemösszetételét, ill. a trágyázás hatását a terhelt területek jellemzőire, valamint a juhtrágya és az NPK-műtrágyák hatását az ősgyep termésére és ásványi elemeire. A réti szolonyec talajok feltalaja agyag mechanikai összetételű, felszínében mészhiányos/enyhén savanyú 4–5% humusztartalommal. A CaCO₃ mennyisége az 1 m-es rétegben már 12–21% körüli. Talajvizsgálatok alapján foszforral gyengén–közepesen, káliummal és egyéb makro/mikroelemekkel kielégítően ellátott volt. Főbb levont következtetéseinket az alábbiakban foglaljuk össze:

1. A háromezer darab tejhasznú anyajuh a felhajtótól, az itatók és a pihenő karám 0–20 cm-es feltalajában jelentős trágyaterhelést okozott 1998 óta. A pH(KCl)-érték 5,0-ről 5,5–6,8-ra, az NH₄-acetát + EDTA oldható K 300 mg/kg-ról 1000–2200 mg/kg-ra, a P₂O₅ 112 mg/kg-ról 319–940 mg/kg-ra, a S 28 mg/kg-ról 37–145 mg/kg-ra, a NO₃-N 7 mg/kg-ról 14–86 mg/kg-ra, az NH₄-N 13 mg/kg-ról 9–58 mg/kg-ra emelkedett Bakonszegen.
2. Cserkeszlőn a kétszáz darab anyajuh trágyaterhelése még nem volt kimutatható a legelőterület átlagához viszonyítva a feltalajban.
3. A juhtrágyák összetétele közelálló volt a két vizsgált termőhelyen. A pH(H₂O)-érték 7–8 közötti, a szerves anyag a friss trágyában 50–60%, mely 1–2 év után 20–30%-ra mérséklődhet. Korral csökkenő a N-, a K-, a P-, a S- és a Mo-, míg a Ca-, az Al-, a Fe-, a Sr- és a Ba-elemek mennyisége növekvő. Emelkedik a Pb, a Cr, a Ni, az As, a Co és a Sn környezetszennyezőnek minősülő elemek aránya is az előregedő trágyában. Ezzel párhuzamosan az NH₄-N forma túlsúlyát felválthatja a NO₃-N forma. Összességében az almos/szalmás juhtrágya közelálló volt az általunk korábban vizsgált almos istállótrágya összetételéhez.
4. Műtrágyázási kísérletben a N-, ill. NP-műtrágyázással a fűtermés 2–3, a szénatermés 1,5–2,2-szeresére nőtt. A K-trágyázás hatástalan maradt ezeken a kötött, K-mal jól ellátott termőhelyeken. A 10 t · ha⁻¹ · 3 év⁻¹-re kiadott juhtrágya a termést nem befolyásolta. Bakonszegen a széna dúsabb volt N-, K-, P- és Cu-, valamint szegényebb Ca-, Sr-, Fe-, Ba-, Pb- és Cr-elemekben a cserkeszlői termőhelyhez viszonyítva. Az NP- és az NPK-kezelésekben mindkét termőhelyen statisztikailag is igazolhatóan nőtt a széna N-, K-, P-, S- és Cu-koncentrációja. Egyidejűleg Bakonszegen emelkedett ugyanezen kezeléseknél a Mn és mérséklődött a Mo koncentrációja a trágyázatlan kontrollhoz viszonyítva.

5. Összefoglalóan megállapítható, hogy a vizsgált ösgyeppek makró-és mikroelemekben általában egyaránt gazdagok és kielégíthetik a legelő állatok ásványi elemekkel szembeni igényeit.

Kulcsszavak: trágyázás, ösgyep, talajvizsgálat, termés, elemösszetétel

Effect of fertilisation on grazed natural grasslands

¹I. KÁDÁR–¹L. MÁRTON–¹P. RAGÁLYI–²L. SZEMÁN–³G. CSATÁRI–³S. NAGY–⁴Á. ARDAI

¹Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

²Department of Grassland Management, Szent István University, Gödöllő

³Öko Major Co. Ltd., Bakonszeg

⁴Hungarian Sheep's Milk Association, Cserkeszőlő

Summary

The effect of sheep manure of various ages, stored in various ways was studied on the characteristics of treated soils. Also the effect of sheep manure and NPK mineral fertilisers on the yield and mineral composition of natural grassland were studied in Bakonszeg and Cserkeszőlő, which neighbour the Hortobágy and Kiskunsági National Parks, respectively, and have similar conditions. The top layer of the meadow solonetz soils was of clay texture, with a humus content of 4–5%, and was lime-deficient/slightly acidic on the surface, though the CaCO₃ content of the 1 m deep layer was 12–21%. Soil analyses showed that the soil was poorly to moderately supplied with phosphorus, but had satisfactory supplies of potassium and other macro- and microelements. The main conclusions can be summarised as follows:

1. The dairy flock in Bakonszeg, consisting of 3000 ewes, has caused considerable manure contamination of the 0–20 cm topsoil on the tracks and around the drinking troughs and sheep-pens since 1998. The pH(KCl) has risen from 5.0 to 5.5–6.8, the NH₄-acetate+EDTA-soluble K from 300 mg/kg to 1000–2200 mg/kg, the P₂O₅ from 112 mg/kg to 319–940 mg/kg, the S from 28 mg/kg to 37–145 mg/kg, the NO₃-N from 7 mg/kg to 14–86 mg/kg and the NH₄-N from 13 mg/kg to 9–58 mg/kg.
2. In Cserkeszőlő no manure contamination from the 200 ewes could be detected in the topsoil compared with the average for grazed land.
3. The composition of the sheep manure was similar on the two farms, having a pH(H₂O) of 7–8 and 50–60% organic matter in the fresh manure, which may drop to 20–30% after 1–2 years. As the manure aged there was a drop in the N, K, P, S and Mo contents, while the quantities of Ca, Al, Fe, Sr and Ba increased. There was also a rise in the ratio of environment-polluting elements such as Pb, Cr, Ni, As, Co and Sn as the manure aged. At the same time, the NH₄-N form of N was gradually replaced by the NO₃-N form. All in all the composition of the sheep manure was similar to that of cattle manure previously investigated, both of which contained straw bedding residues.
4. In a mineral fertilisation experiment, N and NP fertilisation caused a 2–3 times increase in the grass yield and a 1.5–2.2 times rise in the hay yield. K fertiliser had no effect, as the soil on both farms was of heavy texture and well supplied with K. The application of sheep manure at a rate of 10 t · ha⁻¹ · 3 years⁻¹ had no influence on the yield. In Bakonszeg the hay had a higher concentration of N, K, P and Cu and lower quantities of Ca, Sr, Fe, Ba, Pb and Cr than in Cserkeszőlő. On both farms the NP and NPK treatments led to a significant increase in the N, K, P, S and Cu concentrations of the hay. In Bakonszeg there was also an increase in Mn and a decline in Mo in these treatments compared with the non-fertilised control.
5. In summary it can be stated that the natural grasslands investigated were generally well supplied with macro- and microelements and were able to satisfy the demands of grazing animals for minerals.

Key words: fertilization, natural grasslands, soil analysis, hay yield, element composition

Bevezetés és irodalmi áttekintés

Thaer (1809-1821) hangsúlyozza, hogy a laza szerkezetű juhtrágya a marhatrágyához viszonyítva könnyen bomlik és nagyobb mennyiségben alkalmazva túlajtja a vetést. Mivel a vizeletből sok ammóniát fejleszt, kiváltképpen az oldhatatlan humuszt tartalmazó földeken előnyös. A trágyatermelés szemszögéből kívánatos, hogy a juhokat almozott istállóban tartsuk. Így szalmás trágyát kapunk, amely nem olyan gyors hatású, mint a karámozással nyert, de sokkal tartósabb. A kinti karámozás nagy előnye viszont, hogy a trágyakihordás költségeit megtakaríthatjuk. „Az angolok ellene vannak a karámozásnak. Szerintük a juhlegelő leromlik, ha az éjszakai trágyát megvonják, ill. láthatóan megjavul, ha ezt meghagyják” – jegyzi meg a szerző.

Wolff (1872) úgy tekinti, hogy a juhtrágya növényzetre gyakorolt hatását illetően a „forró” lótrágyához áll közelebb. „A juhok a takarmánnyal együtt és az itatóból sokkal kevesebb vizet vesznek fel mint a marhák, átlagosan a takarmány szárazanyagának egy fontjára alig többet mint két fontot. Ha kizárólag szénával és szalmával történik takarmányozásuk, akkor még kevesebbet. A friss juhtrágyának tehát szárazabbnak kell lennie. És valóban, általában 33–36%-a szárazanyag, míg a lótrágyában kb. 30%, a friss marhatrágyában 25%”. A bélsár mintegy 66% vizet, 31% szerves anyagot és 3% körüli hamut tartalmaz. A friss almos juhtrágyában átlagosan és szárazanyagra számítva 2,49% N, 1,68% K, 0,72% Ca, 0,48% Na, 0,33% Mg, 0,30% P és 0,18% S található.

Barrow és *Lambourne* (1962), ill. *Barrow* (1967) arra utal, hogy Ausztráliában a legelő juh és szarvasmarha bélsárában meglehetősen stabilan 0,8 g N található 100 g elfogyasztott takarmány-szárazanyagra vetítve. A többlet/maradék N a vizelettel távozik, mennyisége a takarmány N-készletének függvénye. Amikor pl. a fű N-tartalma 4% felett volt, a kibocsátott N 80%-át találták a vizeletben, míg 0,8% tartalmú fű esetében a juhok által ürített N-nek csupán 43%-át. *Sears* és *Newbold* (1942), ill. *Sears* (1950) Új-Zélandon szintén konstatálja, hogy az ürített N 70–75%-át a juhok vizelete tartalmazza, amikor N-ben gazdag herefüves takarmányt fogyasztanak. Dél-Afrika natív legelőin ugyanakkor a kibocsátott N 80%-a a bélsárban jelenik meg nehezen felszabaduló oldhatatlan formában.

Whitehead (1970) nagyszámú irodalmi utalásra támaszkodva arra a következtetésre jut, hogy a juh 0,5–3,0 l vizeletet üríthet naponta (télen kevesebbet, ill. nyáron többet) a legeltetés intenzitásától is függően. Esetenkénti ürítés átlagosan 150 ml körüli 1–2% N-tartalommal. Intenzív legeltetésnél a terület 15–25%-a kaphat vizeletet évente, 200–400 kg/ha pontszerű N-terhelést okozva. A vizelet az érintett terület kétszeresét benedvesítheti a talaj pH-értékét emelve. A N mintegy 50%-a elveszhet, azonban az ammónia elillanásával vagy esős időben a képződő NO₃-N kimosódásával. A friss bélsár 0,5–0,8% szárazanyagra számítva 2–3% N-t tartalmazhat. A talaj felszínén a napon kiszáradva azonban a N nagyobb része, akár 80%-a NH₃ formájában elillanhat.

Ismeretes, hogy a világ számos pontján a legelők gyenge termékenységét bizonyos mikroelemek hiánya vagy túlsúlya (Mn, Zn, Cu, B, Mo, Se) okozza. Miután a hiányokat azonosították és korrigálták, az állattenyésztés és a mezőgazdaság rohamos fejlődésnek indulhatott pl. Ausztráliában és az USA-ban. *Szalay et al.* (1977) felvetették, hogy a Hortobágy szikes legelőinek kicsi hozamait talán nemcsak az emelkedett sótartalom, hanem egyéb elemhiány is előidézheti. Több száz növénymintát elemeztek, ill. növényrendszertani és takarmányozási szempontból értékelték harminchét mintavételi helyet érintve.

Az 1. táblázatban bemutatott vizsgálataik szerint a hortobágyi száraz szikes legelőkön honos *Achillea-Festucetum pseudovinae* növénytársulás növényei általában szegényebbek mikroelemekben, mint ugyanezen növények jobb termőhelyen. A legelő állat (juh és tehén) igényét a hortobágyi takarmányszéna átlagosan 114 mg/kg Fe-tartalma 100%-ban, az 50 mg/kg körüli Mn 85%-ban, a 18 mg/kg Zn 30%-ban, az 5 mg/kg Cu 52%-ban elégítheti ki (2. táblázat). Ez a fokozatos elszikesedés és a pH-érték emelkedésének következménye. „A juhállomány szaporodási indexe mintegy 40%-kal kisebb a jó legelőkön megszokottnál, amit a Zn, Cu, Mn hiánya is okozat” – állapítják meg a szerzők. Eközben utalnak *Anke et al.* (1973) vizsgálataira, amelyek szerint az 50–60 mg/kg Mn-tartalom alatt felléphet a meddőség (In: *Szalay et al.* 1977).

Jávor (2003) megállapítja, hogy az Európai Unió 1,8 nagyállat-egységig, azaz 18 anyajuhsűrűségig extenzívnek tekinti a területhasznosítást. A magyar állatsűrűség ennek csak töredéke. A kívánatos állatlétszám többszöröse lehetne a jelenleginek, a veszendőbe

1. táblázat. Hortobágy száraz, szikes legelőinek mikroelem-tartalma a főbb borítottságot adó növényfajok összetétele alapján (*Szalay et al.* 1977)

Uralkodó fontosabb növényfajok (1)	Átlagos zöld borítási % (2)	Tartalom mg/kg szárazanyagban (3)			
		Fe	Mn	Zn	Cu
<i>Festuca pseudovina</i>	54	111	35	12	4
<i>Achillea setacea et collina</i>	14	169	93	29	9
<i>Poa pratensis</i>	8	69	46	22	4
<i>Poa bulbosa</i>	5	91	30	10	5
<i>Alopecurus pratensis</i>	5	73	79	21	5
<i>Koeleria gracilis</i>	5	87	63	20	2
Súlyozott középérték (4)	–	114	51	18	5

Table 1. Microelement content of the most abundant fodder plant species on the Hortobágy Heath (*Szalay et al.* 1977). (1) Dominant plant species, (2) Average green cover %, (3) Element content in mg/kg dry matter, (4) Estimated weighted mean values.

2. táblázat. A hortobágyi legelők mikroelem-ellátottságának megítélése takarmányozási szempontból (*Szalay et al.* 1977 nyomán)

A réti növények minősítése ellátottságuk szerint (1)	Tartalom mg/kg szárazanyagban (3)				Irodalmi források (3)
	Fe	Mn	Zn	Cu	
Hiányzó határa növényben (4)	80 alatt	30 alatt	20 alatt	8 alatt	Különböző szerzők szerint
Kielégítő ellátottság (5)	150–200	70–150	21–40	10–12	
Juh, tehén igénye (6)	50	60	60	7–8	MTA (1974 <i>Szalay et al.</i> 1977)
Hortobágyi legelők átlaga (7)	114	51	18	5	
(Ellátottsági %-a) (8)	(100)	(85)	(30)	(62)	

Table 2. Assessment of the microelement supply of the Hortobágy Heath based on the needs of grazing animals. (1) Classification of the meadow plants, (2) Element content, mg/kg dry matter, (3) Literature sources, (4) Upper limit of micronutrient deficiency, (5) Satisfactory supply, (6) Normal demands of sheep and cows, (7) Mean for Hortobágy pastures, (8) As a % of grazing animal needs, (9) According to various authors.

menő takarmány értéke milliárdokra tehető. Mindezt a lakosság foglalkoztatása, helybentartása is indokolja. Nemzeti program és finanszírozás szükséges a jövedelmező és ugyanakkor kötelező hasznosítás biztosításához.

Béri *et al.* (2004) vizsgálatai alapján a vizelet hatására a hortobágyi talaj sótartalma a mintegy $\frac{1}{4}$ ha itatóhelyen 0,02 %-ról 0,3 %-ra emelkedett. Egyidejűleg nőtt az össz-N, a $\text{NO}_3\text{-N}$, a $\text{NH}_4\text{-N}$ mennyisége is. A trágyázás mintázata egyenletlen. Kiugróan nagy a felhajtó utakon, a pihenő- és itatóhelyeken. Megállapításaik szerint a legeltetett területen nagyobb a biodiverzitás, melynek megőrzéséhez erős legeltetésre van szükség a szikes pusztákon. A marha kevéssé mélyen kanyarintva legel és kevéssé válogat. A juh szelektíven és mélyen legel, erős gyomosodást okozhat (In: Béri *et al.* 2004).

Béri *et al.* (2004) a védett természeti területek legeltetése kapcsán hangsúlyozzák, hogy a gyepekhez kötődik a védett növény- és állatfajok egyharmada. A hazai gyepek több mint 50 %-a extenzíven kezelt és 200 000 ha természetvédelmi oltalom alatt áll. Fenntartásuk igényli a legelő-taposó-trágyázó állat jelenlétét. A gyepek termőképessége kicsi, mert csak ott maradtak fenn, ahol rosszak a talajadottságok és kevés a csapadék. A kistermetű füvek a taposást jobban elviselik, sőt az aprócsenkeszes gyepek kimondottan igénylik is. Megemlítik, hogy az 1989. évi Vörös Könyvben közölt védett állatfajból 137, a fajok 43 %-a található ebben az alacsony és nyitott, mezőgazdasági munkákkal kevéssé zavart vegetációban, amit a gyepek jelent.

Frame (1992) közlése szerint angliai viszonyok között juhoknál a szilárd ürülék napi 1–1,5 kg/legelő juh, ami napi 6–8 ürítéssel 0,1–0,2 trágya kg/ürítésből adódik össze. Ez a legeltetési idényre számítva 300–700 kg (körülbelül 200–400 kg szárazanyag) trágyát jelent. A legelőterület juhtrágyával való várható lefedése 0,05–0,07 m^2 állatonként. A vizelet 1–2 liter \cdot juh⁻¹ \cdot nap⁻¹ 15–20 ürítés mellett. A lefedésről nem közöl adatokat. A tejlő marha az évi 200 napos legeltetési idényben 5500–6500 kg (700–800 kg szárazanyag) bélsarat választ ki, ami napi 10–12 ürítéssel 25–35 kg/nap friss trágyát jelent. Ez a mennyiség napi 0,6–0,7 m^2 legelőterület-lefedéssel számolva, legeltetési idényenként 100–130 m^2 legelőterület trágyázásának felel meg legelő állatonként. A legeltetési idényben tehenenként 100 m^2 terület lefedése érhető el naponta 10–12 ürítéssel számolva, összesen 20–25 liter \cdot állat⁻¹ \cdot nap⁻¹ vizeletkiválasztással.

Összegezve megállapítja, hogy a bélsárral és a vizelettel legelő állatonként 700–800 kg N/ha, 200–500 kg P_2O_5 , ill. 250–400 kg K_2O /ha terhelés, míg a vizelettel hektáronként 300–450 kg N, 25–50 kg P_2O_5 és 700–800 kg K_2O foltszerű terhelés érheti a talajt (Frame 1992).

Nagy és Vinczeffy (1997) pányvázásos legeltetéssel mérte a tejlő marha trágyatermelését és annak hatását a gyepek hozamára. Adataikat összevetve egy 1956 és 1996 között közölt kutatási eredmény alapján azt kapták, hogy a tizenhat szerző átlagában a bélsár-ürítés 36, a vizelet 20 kg/ha, a napi hatóanyag-kijuttatás pedig N 250; P_2O_5 120; K_2O 270 g/nap. Adataikból megállapították, hogy a területre jutó ürülék hatására évről évre javul a gyepek hozama és annak ütemében javul az állattartó képesség.

Szopkó és Barcsák (1992) összehasonlító kísérletben megállapítja, hogy a 20 t/ha szerves trágyázással nyert 22 t/ha fűtermés hozama megegyezik az 50 kg \cdot ha⁻¹ \cdot év⁻¹ \cdot NH_4NO_3 -műtrágya 23 t/ha fűtermésével, míg a 40 t/ha kezelés 30 t/ha zöldhozama a 100 kg \cdot ha⁻¹ \cdot év⁻¹ \cdot NH_4NO_3 -adag 30 t/ha termésével. A szerzők vizsgálatai a *Festuca arundinacea* (nádképző csenkesz) vezérnövényű gyepek történetek.

Csizi és Monori (2005) 20-40-60 t/ha túlérett juhtrágya hatását vizsgálva megállapította, hogy a 20 t/ha dózis kedvezően befolyásolja a növényállomány faji összetételét, a 40 t/ha pedig már a termést is növeli mintegy 30%-al. A 60 t/ha trágya adag nem eredményez olyan fokú változásokat, ami indokolná az alkalmazását.

Vinczeffy (2005) szerint a 60 kg tömegű anyajuh 7 kg/nap körüli vízszükségletét a legeltető vegetatív vízkészlete mintegy 60%-ban kielégítheti 3,0–3,7 kg/nap itatás mellett. A hortobágyi legelők gyógynövényeiben a K 3,23%, a Ca 1,42%, a Fe 179 mg/kg, a Mn 54 mg/kg, a Zn 29 mg/kg, a Cu 8,5 mg/kg mennyiséget tett ki a szárazanyagban. A mikroelemek tartalma összességében 78%-kal múlta felül a fűvek és a pillangósok átlagát. „A legelők és rétek egyes növényzetének fehérjetartalma azonos a pillangósok átlagával és meghaladja a fűfélékét. Végeredményben a természetes gyepek teljes értékű takarmányai a legelőn kialakult állatoknak” – állapítja meg.

Összefoglalóan elmondható, hogy a trágya érvényesülését az éghajlat és a talajfauna befolyásolja alapvetően, hisz a trágyának be kell jutnia a talajba, a gyökerekkel átszőtt felső rétegbe. A trágyaborítás az állatsűrűség függvényében 1–5%-ra tehető éves szinten. Különösen száraz vidékeken nagy a föltterhelés, a trágya nehezen bomlik. A trágyahatás tekintetében ellentmondásosak az adatok. A hullott trágya egyenetlenül oszlik el legeltetés közben és nagyok a N-veszteségek, a trágya-N érvényesülése kicsi. A N körforgalma a legeltetésnél nem zárt, a N mozgása a talaj-növény-állat rendszerben tehát nem nevezhető „gazdaságosnak”. A legeltetés trágyahatása ritkán mutatható ki a fenti okok miatt, hiszen az első minimumban általában a N van a gyepek táplálásában, melynek döntő része elveszhet. Ezért is nagyok a N-hatások a műtrágyázási kísérletekben. A továbbiakban a saját vizsgálataink első eredményeit ismertetjük, melyeket ösgyepeken végeztünk 2005-ben.

A gazdálkodás ismertetése

Az Öko Major Kft., valamint a szomszédos területek ösgyepein, a Berettyó árterein téli-nyári legeltetésre alapozott nomád pásztorkodást folytat mintegy 1000 ha természetvédelmi gyepen. Az 5–10 cm hóréteg még nem zavarja a legelő rackát. Az extenzív juhászati telepre év végén, az új év elején hajtják vissza a nyáját, hogy az állomány felkészüljön az ellésre. A juhok március elejével ellenek úgymond a „zöld fűre”. A bárányok 40–45 napig maradnak az anyjukkal, majd áprilisban a fejés indulásával elválasztják őket. A választáskorú bárányok 10–12 kg-osak. Az átlagosan 2000–3000 darab, főként tejhasznú gyimesi racka 1998–2000 között került az extenzív telepre.

A legeltetett anyajuhállomány a napi fejés miatt a közeli gyepeken marad, ill. áprilistól augusztusig naponta behajtják a legelőről. Ha elfogy a fű augusztusban a kisülési időszak miatt, akkor befejezik a fejést és megkezdődik a folyamatos teregető-pásztoroló legeltetés az addig nem hasznosított vagy korábban kaszált legelőkön. A gyeptertermés tömege tehát meghatározó a tejelési időszak hosszára. A kötött szikes talaj esetenként csupán 1-2 AK (aranykorona) minőségű, az aprócsenkeszes gyep hozama függ az évjárattól, a csapadéktól. Termésnövelő beavatkozások a védett területeken nem alkalmazhatók, a hatékonyság a legeltetési technológia optimalizálásával javítható.

A gazdaság véleménye szerint a legelő nemcsak jó levegőt, napfényt, mozgási lehetőséget biztosít a fiatal állatok egészséges neveléséhez, hanem kiváló minőségű fűvet is terem. Az ösgyepék növényflórája rendkívül gazdag, itt mintegy kétszáz növényfaj fordul elő. A gyógyhatású és antibakteriális növényi hatóanyagok a tejsírban is megjelennek. A növényeket az állatok akkor legelik le, amikor nagy a tápértékük, fehérjében gazdagok és kiváló az emészthetőségük. Az állattartás gazdaságos és az élők munkahatékony az uralkodó aprócsenkeszes legelőkön.

A tejelés ideje alatt szakaszos legeltetés folyik a közeli gyepeken, ahol tizehat darab öthektáros legelőkert és tizenhat hektár báránynelvelő kert, valamint egy kilencven hektáros egybefüggő legelőkert van kialakítva. A legelőkerteket az aszálykár kivédése és a nagyobb termés elérése érdekében öntözik. A kertek növényállományát a tisztán telepített zöld pántlikafű, ill. vöröshere és a betelepült őshonos legelőfű keveréke alkotja. A 186 ha-os terület 17 km villanypáasztorral van felszerelve. Az 5-6 hónapos fejési időszak alatt a juhokat szakaszosan legeltetik a legelőkertben, mely fagymentes labdás önitatóval van ellátva mézpadon, hogy elkerüljék a lábvég betegségeit. Fejéskor 20-30 dkg csalogatóabrákot (szárított répaszelet, kukorica, árpa vagy zab) kapnak az állatok. Ezen túlmenően tápanyagszükségletüket legeléssel kell fedezniük, melyre a két fejés között nyolc óra áll rendelkezésükre. A fejés 6 és 16 órakor történik 50 fejőállásos karusszelben. Az állományt négy ember négy óra alatt feji meg. Az évi átlagos tejtermés választás után 55-60 l/anyajuh.

A Magyar Juhtej Szövetkezet Cserkeszőlő gazdálkodó tagja cigája és lacaune fajtát tart 1999 óta többszáz hektáros ösgyepen, kétszáz anyajuhot legeltetve. A juhászat kettős hasznosítású, juhtej és pecsenyebárány félintenzív tartástechnológia mellett. A tejhozam $144 \text{ l} \cdot \text{laktáció}^{-1} \cdot \text{db}^{-1}$, az átlagos bárányhozam 1,3-1,4 db/anya. A nyári takarmányozás legelőre alapozott, indokolt esetekben 40 dkg/nap kukoricaabrákkal kiegészítve. A kiegészítés az ellésre való felkészítés idején, augusztus 15-szeptember 30. közötti időszakra, valamint a tenyészkos, a növendék és a gyenge egyedek számára a legeltetés időtartamára is vonatkozik. Legeltetési időny az aprócsenkeszes legelőn március közepétől november végéig tarthat az időjárástól függően.

Novembertől márciusig adagolt téli takarmányok a lucernaszéna, gyepszéna, répaszelet, melasz és a célirányos abrakkeverékek, mint a tejelőtáp, a báránytáp. A napi kiosztás 5 és 15 órakor történik. Alkalmazott technológiai elemek: szénarácsok, itatóvályúk, abrakos vályúk, rövid szerfaszerkezetes juhhodály és a méz padozattal ellátott bekerített kifutók. Fejés a párhuzamos állásokkal ellátott dobogós fejőpadon történik, mely a tejet zárt rendszerben viszi be a hűtőbe. A fejés márciustól augusztus végéig, a növendék nevelése márciustól június közepéig, a vemhes anyák ellésre való felkészítése decembertől január közepéig, az elletés pedig januártól február közepéig tarthat általában.

A lehullott csapadék mennyisége januárban 11, februárban 54, márciusban 37, áprilisban 67, májusban 44, júniusban 67, júliusban 151, augusztusban 119, szeptemberben 47 mm-t tett ki. A kisülési időszak elmaradt 2005-ben a szokatlanul bőséges júliusi és augusztusi esők miatt. Az átlagos állatlétszám 3-4 db/ha volt, míg az átlagos tejtermelés 47-54 kg/anyajuh mennyiséget tett ki. Az egy anyajuhra vetített hozamok az alábbiak szerint alakultak 2005-ben: bárány 0,8 db, gyapjú 3 kg, termelési érték 16-17 000 Ft/év, termelési költség 8 500-11 000 Ft/év, a nettó jövedelem 6 000-7 600 Ft/év.

Anyag és módszer

Ahhoz, hogy a juhtrágya környezetre gyakorolt hatását megítéljük, mindenekelőtt a trágya összetételét kell megismerni. Mivel ilyen átfogó vizsgálatok hazánkban nem folytak és erre vonatkozó részletes adatközlést az elérhető külföldi irodalomban sem találtunk, vizsgálatainkat kiterjesztettük nemcsak a fontosabb makro- és mikrotápelemekre, hanem a környezetre esetleg káros, toxikus elemekre/nehézfémekre is. A mintavételi terv magában foglalta az eltérő korú, ill. eltérő körülmények között tárolt trágyák begyűjtését. Minden esetben párhuzamos átlagmintákat vettünk, egy-egy átlagmintát 25-25 részmintából állítottunk össze.

Hasonló módon 25-25 lefűréssel képeztünk átlagmintákat a feltalaj jellemzésére. Párhuzamos átlagmintákat vettünk a trágyaterhelési foltokon, az adagoló legeltetéssel terhelt területeken (ítató, felhajtó út, pihenő karám), valamint a terelgető/pásztoroló gyepterületeken. A legelő két pontján mélyfúrásokat végeztünk a 0–20, a 20–40, a 40–60, a 60–80 és a 80–100 cm talajrétegeket érintve. A talajmintákban az agronómiai és környezeti szempontból fontos NH_4 -acetát + EDTA oldható elemkészletet kísértük figyelemmel, valamint meghatároztuk az alapvető egyéb termőhelyi alaptulajdonságokat is, mint a pH-érték, a kötöttség, a humusz, a CaCO_3 , az „összes só”.

2005. április elején trágyázási kísérletet indítottunk a két nemzeti park területén azonos kísérleti sémával, hogy az eredmények összevethetők legyenek. A parcellák $5 \times 5 = 25 \text{ m}^2$ alapterületűek. A műtrágyázási kezelések az ún. klasszikus hiánykísérleti sort követik (kontroll, N, P, K, NP, NPK), hogy a trágyahatások, ill. a talaj feltöltöttsége szabatosan megállapítható legyen. A hat kezelést három ismétlésben és latintégla-elrendezésben állítottuk be, mely kiegészül a juhtrágya vizsgálatával, így $7 \times 3 = 21$ parcellás kísérletekkel dolgozunk. A N $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{év}^{-1}$ N-, a P $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{év}^{-1}$ P_2O_5 -, a K $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{év}^{-1}$ K_2O -adagot, míg a juhtrágya $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot 3 \text{ év}^{-1}$ mennyiséget tett ki (7. táblázat). Trágyázás előtt a kísérleti területről párhuzamos átlagmintákat vettünk a feltalajból, ill. a kísérlet szegélyében mélyfúrásokat végeztünk 1 m mélységig 20 cm-enként. A trágyát parcellánként kézzel szórtuk ki a sarjadó gyepre, bemunkálás nem történt.

Egy hónappal később, 2005. május 11-én a kísérleti parcellák növényeit mintáztuk. Megállapítottuk $0,5 \text{ m}^2$ -es mintavételek alapján a növények friss és légszáraz tömegét, légszárazanyag %-át, majd a széna fontosabb makro- és mikroelemeinek meghatározására került sor. A mintavétellel egy időben állománybonitálást is végeztünk fejlettségre, ill. a botanikai összetételt is felvételeztük. Laboratóriumi vizsgálatok az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézetében történtek az alábbi feltárási módszerekkel és az ICP technika felhasználásával:

1. Növény: $0,5 \text{ g}$ bemért légszáraz anyaghoz $5 \text{ cm}^3 \text{ cc.HNO}_3 + 1 \text{ cm}^3 \text{ cc.H}_2\text{O}_2$ adagolása, majd 15 perces roncsolás a mikrohullámú berendezésben. Elemek mérése ICP készülékkel.
2. Juhtrágya: $0,5 \text{ g}$ bemért légszáraz anyaghoz $5 \text{ cm}^3 \text{ cc.HNO}_3 + 1 \text{ cm}^3 \text{ cc.H}_2\text{O}_2$ adagolása, majd 30 perces roncsolás a mikrohullámú berendezésben. Elemek mérése ICP készülékkel.

3. Talaj: 5 g bemért talajhoz 50 cm³ NH₄-acetát + EDTA kirázó oldat az oldható elemtartalom meghatározásához *Lakanen és Erviö (1971)* szerint. Elemek mérése ICP készülékkel. A pH-érték, a CaCO₃, a humusz, a kötöttség, az összes só, az NH₄-N és az NO₃-N *Baranyai et al. (1987)* által ismertetett módszerekkel.
4. Összes N: 0,5 g bemért légszáraz növényhez (vagy 1,0 g talajhoz) 10 cm³ cc. H₂SO₄ + 2 cm³ cc. H₂O₂ adagolása az MSz 20135 (1999) szerint.
5. Szerves anyag: (Tyurin szerint) 0,2–1,0 g talajhoz 10 cm³ kénsavas K-bikromát, majd Mohr sóval titrálás.

Talajvizsgálati eredmények

A Hortobágyi Nemzeti Parkkal szomszédos Bakonszeg térségében vizsgált talajszelvényeinek adatait a 3. táblázat foglalja össze. A réti szolonyec genetikai típusba tartozó ösгыep feltalaja agyag mechanikai összetételű, mészhiányos, enyhén savanyú, humuszban gazdag. A mélységgel a kötöttség és a pH-érték emelkedik, az 1 m körüli rétegben már 12–13% CaCO₃ található és a nehéz agyag erősen lúgos reakciót jelez. Szervesanyag-készlete ugyanitt egytizedére zuhan, viszont 4–5-szörösére ugrik az „összes só” mennyisége. Az NH₄-acetát ÷ EDTA oldható Ca-, Mg-, Na-, S-, Sr- és B-elemek mennyisége általában egy nagyságrenddel megnő az 1 m körüli rétegben, mely a feltalaj kilúgzására utal ezen elemekben.

A Mn és a Ba felhalmozódási maximumát a 20–40, míg a mobilisabb Cr akkumulációs csúcsát a 40–80 cm réteg jelzi. A 0–20 cm feltalaj a leggazdagabb az alábbi elemekben: Fe, K, Al, P, Ni, Pb, Cu, Co, Zn. A Cd egyenletesen oszlik meg a talajszelvényben 0,1 mg/kg koncentrációban. Az NH₄-N és a NO₃-N formák csökkenő tendenciát mutatnak a mélységgel, felhalmozódási maximumuk a 20–40 cm-es rétegben mérhető. Megemlítjük, hogy az NH₄-acetát + EDTA oldható Se a 0,6, az As 0,4, a Hg 0,1, a Mo 0,04 mg/kg kimutathatósági határ alatt maradt.

A Kiskunsági Nemzeti Parkkal szomszédos Cserkeszölő térségében vizsgált talajszelvények eredményeit a 4. táblázat tekinti át. A főbb talajtulajdonságok tekintetében a két termőhely hasonló vagy közelálló talajt reprezentál, a réti szolonyec genetikai típusát. A feltalaj itt is agyag mechanikai összetételű, mészhiányos, gyengén savanyú, humuszos. A mélységgel nő a pH-érték, megjelenik a CaCO₃, mely 21%-ot ér el a 80–100 cm-es rétegben. Szervesanyag-készlete csökken, míg az „összes só” a 40–80 cm-es rétegben dúsul. Az NH₄-acetát + EDTA oldható Ca-, Mg-, S-, Sr-, Ba- és Cr-elemek a 80–100 cm-es rétegben akkumulációs maximumot jeleznek. A Ni viszont a 20–40 cm, a K és a Mo a 20–60 cm, a Na és a B a 40–60 cm rétegekben dúsult. Az NH₄-N és a NO₃-N formák mennyisége a 80 cm-ig csökken, majd ismét emelkedik az 1 m körüli rétegben. A NO₃-N készlete csupán egynegyede a Bakonszegen mértnek.

Külön vizsgáltuk a felhajtóutak, az itatók, a pihenőkarámok feltalaját is 2005-ben, hogy a foltyszerű trágyaterhelés mértékét megítéljük. Cserkeszölő térségében érdemi trágyaterhelés nem volt kimutatható. A juhtenyésztő a közelmúltban (1999-ben) kezdte meg tevékenységét mintegy kétszáz cigája anyajuh beállításával. Az eltelt rövid idő és a csekély állatlétszám hatása még nem jelentkezett a feltalaj összetételében, ezért az adatok átlagát közöljük az 5. táblázatban.

3. táblázat. Bakonszeg talajszelvényének vizsgálati eredményei 2005-ben (két fúrás adatainak átlagai)

Vizsgált jellemzők (1)	Mértékegység (2)	Talajmintavétel mélysége [cm] (3)					Átlag (4)
		0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	
Kötöttség (5)		52	51	61	72	76	62
CaCO ₃	%	0	3	10	13	12	7
pH(H ₂ O)-érték		6.4	8.2	9.0	9.2	9.2	8.4
pH(KCl)-érték		5.6	7.1	7.7	7.9	8.0	7.2
Humusz (6)	%	4.41	1.62	0.82	0.71	0.45	1.60
„Összes só” (7)	%	0.05	0.09	0.17	0.28	0.22	0.16
NH ₄ -acetát + EDTA oldható elemkészlet (8)							
Ca	%	0.40	1.27	3.28	4.83	4.05	2.77
Mg	%	0.09	0.16	0.24	0.28	0.30	0.22
Na	%	0.03	0.11	0.20	0.26	0.27	0.17
Mn	mg/kg	319	548	436	289	286	376
Fe	mg/kg	557	227	108	97	81	214
S	mg/kg	16	30	163	371	382	192
K ₂ O	mg/kg	255	175	149	154	136	174
Al	mg/kg	142	117	113	99	93	113
Sr	mg/kg	15	28	64	76	75	52
Ba	mg/kg	38	56	27	14	15	30
P ₂ O ₅	mg/kg	54	12	17	16	12	22
Ni	mg/kg	8.8	8.1	4.2	3.3	4.4	5.8
Pb	mg/kg	7.1	6.0	5.1	5.2	5.0	5.7
Cu	mg/kg	7.9	5.9	3.8	3.2	2.7	4.7
B	mg/kg	0.7	2.2	3.4	4.2	4.0	2.9
Co	mg/kg	4.3	4.6	2.0	1.5	1.8	2.8
Zn	mg/kg	4.8	1.2	1.0	0.3	0.4	1.6
Cr	mg/kg	0.2	0.2	0.4	0.4	0.2	0.3
Cd	mg/kg	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
NH ₄ -N	mg/kg	11.2	12.5	5.5	2.8	4.4	7.3
NO ₃ -N	mg/kg	5.7	9.7	7.1	3.8	5.5	6.4

Megjegyzés: a Se 0.6, az As 0.4, a Hg 0.1, a Mo 0.04 mg/kg kimutathatósági határ alatt maradt. (9)

Table 3. Data of soil analysis at Bakonszeg in 2005 (Mean of two core samples). (1) Parameter, (2) Units, (3) Depth of soil sampling, cm, (4) Mean, (5) Water-holding capacity, (w/w)%, (6) Humus, (7) "Total salt", (8) NH₄-acetate+EDTA-soluble element contents according to *Lakanen and Erviö (1971)*, (9) Note: Below the detection limit: Se 0.6, As 0.4, Hg 0.1, Mo 0.04 mg/kg.

Bakonszegen a foltszerű trágyaterhelés mértéke az alábbiak alapján becsülhető. A felhajtó utakon naponta 2-szer átlagosan 700-1200 db anyajuh halad át májustól szeptemberig. Az egyes itatók környékén 700 db körüli anyajuh delel 5 ha-os legelő-kertenként 2 napig, naponta 3-4 óra időtartammal májustól szeptemberig. A nyitott pihenőkarámban napi 4-6 órát tartózkodik átlagosan 200 db állat egész évben. A biogazdálkodás irányelvei szerint a bélsárral és vizelettel kijuttatott összes N nem haladhatja meg a 170 kg/ha/év mennyiséget. Ez 13 anyajuh/ha állatsűrűséget enged meg a

4. táblázat. Cserkeszölő talajszelvényének vizsgálati eredményei 2005-ben (két fúrás adatainak átlagai)

Vizsgált jellemzők (1)	Mértékegység (2)	Talajmintavétel mélysége [cm] (3)					Átlag (4)
		0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	
Kötöttség (5)		51	52	62	62	59	57
CaCO ₃	%	0	0	3	11	21	7
pH(H ₂ O)-érték		6.7	8.3	9.2	9.4	9.3	8.6
pH(KCl)-érték		6.0	7.2	8.0	8.2	8.0	7.5
Humusz (6)	%	4.02	2.11	1.65	0.88	0.62	1.85
„Összes só” (7)	%	0.04	0.16	0.19	0.19	0.10	0.13
NH ₄ -acetát + EDTA oldható elemkészlet (8)							
Ca	%	0.20	0.17	0.85	2.93	6.98	2.23
Mg	%	0.05	0.18	0.49	0.73	1.08	0.51
Na	%	0.03	0.18	0.22	0.20	0.13	0.15
Mn	mg/kg	367	433	366	167	80	282
K ₂ O	mg/kg	201	364	363	229	142	260
Fe	mg/kg	701	251	160	85	82	256
S	mg/kg	28	105	230	227	130	144
Al	mg/kg	177	150	135	86	60	122
Sr	mg/kg	8	11	56	113	142	66
Ba	mg/kg	16	13	17	27	42	23
P ₂ O ₅	mg/kg	32	10	17	13	8	16
Ni	mg/kg	7.4	15.0	11.5	3.4	1.1	7.7
B	mg/kg	0.6	7.6	11.8	6.6	2.2	5.8
Pb	mg/kg	7.9	4.6	5.0	5.3	4.3	5.4
Cu	mg/kg	8.3	8.6	5.3	2.2	1.9	5.3
Co	mg/kg	4.1	5.0	4.0	1.4	0.4	3.0
Zn	mg/kg	3.5	0.8	0.5	0.6	0.8	1.2
Cr	mg/kg	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.2
Mo	mg/kg	0.1	0.2	0.2	<0.1	<0.1	0.1
Cd	mg/kg	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
NH ₄ -N	mg/kg	7.9	8.5	7.0	2.0	6.6	6.4
NO ₃ -N	mg/kg	2.1	1.1	1.8	0.9	1.5	1.5

Megjegyzés: a Se 0.6, az As 0.4, a Hg 0.1 mg/kg kimutathatósági határ alatt maradt. (9)

Table 4. Data of soil profile analysis at Cserkeszölő in 2005 (Mean of two core samples). (1) Parameter, (2) Units, (3) Depth of soil sampling, cm. (4) Mean, (5) Water-holding capacity, (w/w) %, (6) Humus, (7) "Total salt", (8) NH₄-acetate+EDTA-soluble element contents, (9) Note: Below the detection limit: Se 0.6, As 0.4, Hg 0.1 mg/kg.

legeltetés során. A trágyaterhelés tükröződik a talajtulajdonságokban. A kísérleti legelőterülethez, ill. Cserkeszölő átlagához viszonyítva megemelkedett a pH értéke, különösen a felhajtót és az itató talajában. A mészpados itató 3% körüli CaCO₃ tartalommal rendelkezik. A talaj 7% feletti szervesanyag készlete a pihenő karám alatti akkumulációt mutatja. Ugyanitt, valamint az itató alatti talajban éri el maximumát a sók, az elektrolitok mennyisége a trágyaterhelés nyomán. A mészpados itató természetesen az NH₄-acetát + EDTA oldható Ca és Mg készletben is dúsul (5. táblázat).

5. táblázat. Foltszerű trágyaterhelés Bakonszeg területén, valamint a Cserkeszőlői terület átlaga a 0–20 cm rétegben, 2005-ben

Vizsgált jellemzők (1)	Bakonszeg, foltszerű trágyaterhelés megnevezése (3)					Cserkeszőlő átlaga (8)
	Mérték-egység (2)	Felbajtót (4)	Itató-1 (5)	Pihenőkaram (6)	Kísérleti terület (7)	
Kötöttség (9)		57	63	56	52	46
CaCO ₃	%	1	3	0	0	0
pH(H ₂ O)-érték		7.3	7.2	6.1	5.6	6.0
pH(KCl)-érték		6.8	6.8	5.5	4.7	4.8
Humusz (10)	%	5.53	6.88	7.19	6.63	4.37
„Összes só” (11)	%	0.07	0.16	0.16	0.04	<0.02
NH ₄ -acetát + EDTA oldható elemkészlet (12)						
Ca	%	0.87	1.47	0.52	0.38	0.15
Mg	%	0.11	0.13	0.10	0.09	0.05
K ₂ O	%	0.11	0.22	0.10	0.03	0.02
Fe	mg/kg	336	791	710	841	440
P ₂ O ₅	mg/kg	558	940	319	112	19
Mn	mg/kg	327	240	301	258	384
Na	mg/kg	103	327	48	270	341
Al	mg/kg	78	98	130	169	207
S	mg/kg	37	145	58	28	18
Ba	mg/kg	40	25	39	34	14
Sr	mg/kg	27	25	22	14	7
Zn	mg/kg	8.7	33.3	5.6	6.4	4.2
Ni	mg/kg	6.7	6.7	7.6	8.3	8.1
Cu	mg/kg	6.5	7.4	7.3	8.2	7.6
Pb	mg/kg	6.6	6.3	6.3	7.1	7.0
Co	mg/kg	3.2	2.3	3.4	4.0	4.4
B	mg/kg	2.2	2.1	0.8	0.5	0.7
Cd	mg/kg	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Cr	mg/kg	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
Mo	mg/kg	0.07	0.04	<0.04	<0.04	0.07
NH ₄ -N	mg/kg	8.9	15.9	58.4	12.6	7.9
NO ₃ -N	mg/kg	14.4	47.9	85.9	7.2	2.1

Megjegyzés: a Se 0.6, az As 0.4, a Hg 0.1 kimutathatósági határ alatt (13)

Table 5. Patches of manure pollution in Bakonszeg and average for the Cserkeszőlő area in the 0–20 cm soil layer, 2005. (1) Parameter, (2) Units, (3) Patches of manure pollution in Bakonszeg, (4) Tracks, (5) Drinking troughs. (6) Sheep-pen, (7) Experimental area, (8) Mean for Cserkeszőlő, (9) Water-holding capacity, (w/w) %, (10) Humus, (11) “Total salt”, (12) NH₄-acetate + EDTA-soluble element content, (13) Note: Below the detection limit: Se 0.6, As 0.4, Hg 0.1 mg/kg.

Wolff (1872) számos vizsgálat adatait értékelve arra utal, hogy a juhok friss vizelete átlagosan 1,95% N-, 1,88% K-, 0,40% Na-, 0,20% Mg-, 0,12% S- és 0,11% Ca-összetétellel rendelkezhet. Mivel a N nagyobb része elveszhet, a vizelet az almos trágyához hasonlóan elsősorban K-forrást jelent. Amint az 5. táblázatban látható, az NH₄-acetát + EDTA oldható K₂O-készlete a feltalajban Cserkeszőlő átlagában 200, a bakonszegi lege-

lön/kísérleti területen 300 mg/kg körüli értéket mutat. A 200–300 mg/kg oldható K_2O -tartalom e módszerrel mérve már kielégítő K-ellátottságra utal agronómiai szempontból (Kádár 1993, Csathó 2004).

A foltszerű trágyaterhelés eredményeképpen az oldható K_2O -készlete a pihenőkarám feltalajában 1000, a felhajtó út 0–20 cm felső rétegében 1100, míg az itató feltalajában 2200 mg/kg, azaz 0,22%-ra ugrik, nagyságrendbeli emelkedést okozva. Hasonlóan nagyságrenddel nőtt meg az oldható P_2O_5 -készlete, valamint a talaj S- és Zn-tartalma. A kívánatos „kielégítő” P-ellátottság agronómiai szempontból a 80–100 mg/kg P_2O_5 -tartalom volna hasonló meszes talajon. A kiugró S-tartalom a trágyaterhelést tükrözheti, míg az extrém 33,3 mg/kg oldható Zn-készlet további magyarázatra szorul. A Zn általában mozgékonyabb a savas, mint a lúgos talajokban, pH 7 fölött felvehetetlen forma az uralkodó. Az Na-alkalikus talajokban azonban jól oldódó Na-Zn vegyületek képződnek, ezért a szódás lúgossággal nő a Zn felvehetősége. A pH-értéket e talajokon nem tekintjük irányadónak (MÉM NAK 1979).

Ahhoz, hogy az 5. táblázatban mért egyéb elemek készletét kellően megítélhessük, összehasonlításként közöljük a termékeny mezőföldi meszes vályog csernozjom (Nagyhörcsöki Kísérleti Telep) szántott rétegének jellemzőit: K_A 40, pH(H_2O)-érték 8,0, pH(KCl)-érték 7,8, $CaCO_3$ 5%, humusz 3,1%, „összes só” <0,02. Az NH_4 -acetát + EDTA oldható elemkészlet az alábbiak adódik [mg/kg] a talajban: Mn 420, Mg 372, K_2O 160, P_2O_5 80, Fe 70, Al 70, Sr 23, S 20, Ba 20, Na 15, Pb 5, Cu és Ni 4, Co és B 3, Zn 1-2, Cr és Mo 0,1 alatt (Kádár és Németh 2003). Amint az összevetésből látható, Bakonszeg és Cserkeszlő talajaiban eredendően több az oldható Mg, a Fe és a Na nagyságrenddel nagyobb készletet mutat, de emelkedett a Zn, a Cu és a Ni nehézfémek koncentrációja is a mezőföldi vályog csernozjom szántott rétegéhez képest.

Mezőföldi csernozjom talajunkon a KCl-dal kicserélhető NH_4 -N 5–10 mg/kg, a NO_3 -N 10–20 mg/kg közötti értékeket mutat trágyázatlan talajon, átlagos években. Amennyiben feltesszük, hogy a talaj 1,5 kg térfogatömegű, az egy hektár szántott réteg mintegy hárommillió kg hektárra vetítve, akkor 1 mg/kg 3 kg-nak adódik. A feltalaj tehát 30–60 kg/ha NO_3 -N-t szolgáltathat a növénynek. Bakonszegen az itató- és a pihenőkarám talajában az NH_4 -N 16, ill. 58 mg/kg értékre, míg a NO_3 -N kereken 48, ill. 86 mg/kg értékre emelkedett. A feltalaj tehát e számítás szerint 144, ill. 258 kg/ha, a gyp számára közvetlenül asszimilálható N-t tartalmaz. További mélyfúrásokkal kell tisztázni az altalaj, a talajprofil NO_3 -N-készletének, a NO_3 -N-bemosódásának alakulását. Fennáll természetszerűen a talajvíz NO_3 -szennyeződésének lehetősége is.

A juhtrágyaminták vizsgálatának eredményei

A bakonszegi és a cserkeszlői juhászatban gyűjtött különböző korú, tárolású légszáraz szalmás/almos juhtrágya-átlagminták összetételéről a 6. táblázat tájékoztat. A trágyák pH(H_2O)-értéke általában 7–8 közötti, lúgos tartományban van. A szerves anyag a friss trágyákban 50–60% körüli, mely az idő múlásával 20–30%-ra mérséklődik, elbomlik. Jelentős eközben a N-veszteség, mely 2,5–2,9%-ról akár 1,0% alá csökkenhet. Általában csökkenő tendenciát jelez még a korról a K, a P, a S és a Mo, mely elemek részben kilúgzással vagy elillanással távozhatnak. Egyértelműen nő a „földes” elemek

6. táblázat. A Bakonszegen és Cserkeszölőn gyűjtött különböző korú légszárász szalmás/almos juhtrágya-átlagminták összetétele 2005-ben

Vizsgált jellemzők (1)	Mérték egység (2)	Bakonszeg (3)			Cserkeszölő (4)		
		1-2 hetes (5)	1-2 hónapos (6)	0,5-1 éves (7)	1-2 hetes (5)	1-2 hónapos (6)	0,5-1 éves (7)
Friss mintában (8)							
Víz (9)	%	82	57	59	69	67	57
Száranyag (10)	%	18	43	41	31	33	43
Légszárász anyag (11)	%	22	51	47	36	38	52
Légszárász mintában (12)							
Szerves C (13)	%	36.5	33.3	9.00	30.8	32.8	20.6
Szerves anyag (14)	%	63.2	57.5	15.5	53.4	56.7	35.6
pH(H ₂ O)-érték		7.24	7.09	8.21	7.60	7.47	7.66
N	%	2.89	2.52	0.74	2.50	2.61	1.66
Ca	%	1.62	1.62	10.76	2.00	1.92	2.25
K	%	2.08	1.31	1.61	3.53	3.02	2.18
Al	%	0.30	0.44	1.76	0.47	0.36	1.35
P	%	1.11	0.94	0.25	0.76	0.96	0.58
Mg	%	0.72	0.63	0.63	0.63	0.67	0.68
Fe	%	0.04	0.06	1.28	0.11	0.06	1.03
S	%	0.45	0.35	0.29	0.51	0.51	0.44
Na	%	0.34	0.14	0.30	0.34	0.31	0.32
Mn	mg/kg	497	455	348	311	330	411
Zn	mg/kg	121	111	68	92	140	82
Sr	mg/kg	79	77	100	103	99	153
Ba	mg/kg	69	69	90	50	47	97
B	mg/kg	21	19	22	39	31	58
Cu	mg/kg	42	30	14	25	35	21
Pb	mg/kg	6.1	3.8	8.3	3.7	2.9	7.5
Cr	mg/kg	3.6	5.1	22.6	6.8	4.7	20.3
Ni	mg/kg	9.2	7.7	16.0	7.0	6.5	13.9
As	mg/kg	1.58	1.62	6.46	2.30	1.81	5.99
Co	mg/kg	1.15	1.51	5.77	1.99	1.57	5.21
Mo	mg/kg	1.05	1.03	0.17	5.29	5.26	2.35
Sn	mg/kg	0.36	<0.25	0.90	<0.25	<0.25	0.65
Cd	mg/kg	0.59	0.42	0.19	0.25	0.32	0.23
NH ₄ -N	mg/kg	212	384	195	292	364	465
NO ₃ -N	mg/kg	76	78	175	88	80	624

Cserkeszölő: 1-2 hetes (fedett hodály), 1-2 hónapos (fedett hodály), 0,5-1,0 éves (nyitott trágyakazal).

Bakonszeg: 1-2 hetes (legelő), 1-2 hónapos (legelő), 0,5-1,0 éves (nyitott trágyakazal) (15)

Table 6. Average composition of sheep manures of different ages collected at Bakonszeg and Cserkeszölő in 2005. (1) Parameter, (2) Units, (3) Bakonszeg, (4) Cserkeszölő, (5) 1-2 weeks old, (6) 1-2 months old, (7) 0.5-1 year old, (8) Fresh manure, (9) Water, (10) Dry matter, (11) Air-dry matter, (12) In air-dry samples, (13) Organic C, (14) Organic matter, (15) Note: Cserkeszölő: 1-2-week-old and 1-2-month-old samples taken from a covered barn and 0.5-1-year-old samples from dung-heaps stored in the open air. Bakonszeg: 1-2-week-old and 1-2-month-old samples taken from the pasture and 0.5-1-year-old samples from dung-heaps stored in the open air.

(Ca, Al, Fe, Sr, Ba), ill. néhány környezetszennyezőnek tartott mikroelem/nehézfém mennyisége (Pb, Cr, Ni, As, Co, Sn) az előregedő trágyában. A friss vagy 1–2 hónapos trágyákat még az $\text{NH}_4\text{-N}$ forma túlsúlya jellemzi, míg 0,5–1 éves korban az $\text{NH}_4\text{-N}$ és az $\text{NO}_3\text{-N}$ formák egyensúlyba kerülnek, esetleg a nitrifikáció előrehaladtával a $\text{NO}_3\text{-N}$ forma kerül előtérbe az érett istállótrágyáknál megfigyeltekhez hasonlóan.

A juhtrágya mikroelem- tartalma többé-kevésbé megfelel a hasonló korú átlagos istállótrágya összetételének. Saját elemzéseink szerint az érett istállótrágyában a N és a K 2,0–4,0%, a Ca 1,6–4,0%, az Al 0,5–4%, a P 0,4–1,6%, a Mg 0,4–1,2, a S 0,2–0,8, a Na 0,1–0,5, a Fe 0,1–0,5% között ingadozott a szárazanyagban. A mikroelemek szórása ugyanitt az alábbiak adódott: Mn 120–400, Sr 40–120, Zn 20–200, Ba 20–100, B 20–40, Cu 10–100, Cr és Pb 4–22, Ni 4–15, As és Co 0,6–3,0, Mo 0,4–1,0, Se 0,1–0,8, Cd 0,1–0,2 mg/kg. A $\text{NO}_3\text{-N}$ 100–600, az $\text{NH}_4\text{-N}$ 80–300 mg/kg határ között változott. A vizsgált gazdaságokban mért juhtrágya összevetve az érett istállótrágyával tehát esetenként emelkedett As-, Co-, Mo- és Cd-készletet jelezett, míg a Se minden esetben a 0,6 mg/kg kimutathatósi határ alatt maradt. Az As, a Sn és a Co mindkét termőhelyen/telephelyen a 0,5–1 éves nyitott trágyakazalban nőtt meg, míg a Mo a Cserkeszőlőn gyűjtött trágyában. További vizsgálatok szükségesek az okok felderítésére, ill. a mintavételi hiba kiszűrésére és becslésére (6. táblázat).

A kisparcellás trágyázási kísérlet eredményei

A trágyázási kezelések hatását a gyepnövényzet fejlődésére és hozamára a 7. táblázatban tanulmányozhatjuk. Bakonszeg térségében döntően a N-trágyázás növelte a zöld fű, ill. a légszáraz széna tömegét. Az állomány fejlettségére utaló bonitálási és a mért termésadatok összecsengenek. A P-trágyázás csak a N-nel együtt adva mutatott pozitív hatást. A K-trágyázás a várakozásoknak megfelelően hatástalan maradt ezen a K-mal kielégítően ellátott agyagos talajon. A N-, NP- és NPK-kezelésekben csökkent a szárazanyag-tartalom, a fű nedvdúsabb és fiatalabb maradt élettanilag. A zöld fűtermés e kezeléseknél 2–3-szorosára, míg a szénatermés átlagosan 1,5–2,2-szeresére emelkedett.

Cserkeszőlő területén, ezen az oldható P-ral gyengébben ellátott talajon csak az együttes NP-trágyázás bizonyult hatékonynak. Mivel mind a N, mind a P terméslimitáló tényező, ezért a külön N- és külön P-kezelés eredménytelen maradt. A K-trágyázás itt is hatástalan, hisz a talaj K-szolgáltatása csaknem kimeríthetetlen. A mért adatok jó egyezést mutatnak az előzetes bonitálás eredményével. A zöld fűtömeg 2,4-szeresére, a széna tömege 1,6-szorosára emelkedett statisztikailag igazolhatóan az NP-kezelésben, összevetve a trágyázatlan kontrollal. A P-, NP- és NPK-kezelésekben drasztikusan mérséklődött a fű szárazanyag-tartalma (7. táblázat).

Összefoglalóan megállapítható, hogy a vizsgált ősgyepék hozamai a $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{év}^{-1}$ N- és P_2O_5 -hatóanyagok alkalmazásával megkétszerezhetők. Az egyszerre három évre kiadott 10 t/ha friss juhtrágya ugyanakkor az első évben igazolhatóan nem növelte a gyepék termését. A szerves trágya lassan bomlik, hatóanyagai nehezen szabadulnak fel, ill. alakulnak át a növények számára felvehető formába. A trágya-N az átalakulások során jelentős veszteséget szenvedhet. Az évenkénti trágyahatások az időjárási körülmények miatt változhatnak, az első éves eredményeket ezért előzetesnek tekintjük. Fel-

7. táblázat. A trágyázási kezelések hatása a gyepnövényzet fejlődésére és hozamára 2005. május 11-én

Kezelések		Bonitálás állományra (2)	Zöld tömeg [t/ha] (3)	Légszáraz anyag [%] (4)	Széna [t/ha] (5)
száma	jele (1)				
Bakonszeg (6)					
1.	Kontroll (7)	1.0	5.8	21.7	1.3
2.	N	4.0	12.7	17.3	2.2
3.	P	2.7	6.6	21.4	1.4
4.	K	1.0	6.2	21.6	1.3
5.	NP	4.0	17.9	16.6	2.9
6.	NPK	5.0	12.0	16.8	2.0
7.	Juhtrágya (8)	2.0	6.5	19.7	1.3
	SzD _{5%} (9)	1.4	5.9	2.0	0.9
	Átlag (10)	2.8	9.7	19.3	1.8
Cserkeszölő (11)					
1.	Kontroll (7)	2.0	6.3	28.1	1.8
2.	N	3.7	6.7	25.9	1.7
3.	P	1.7	6.9	22.1	1.5
4.	K	1.3	5.0	31.0	1.5
5.	NP	4.7	14.9	17.4	2.6
6.	NPK	4.3	10.7	17.3	1.8
7.	Juhtrágya (8)	2.7	4.7	27.1	1.3
	SzD _{5%} (9)	1.5	7.0	4.7	1.0
	Átlag (10)	2.9	8.7	24.0	1.8

Megjegyzés: N = 100 kg/ha N, P = 100 kg/ha P₂O₅, K = 200 kg/ha K₂O évente, a juhtrágya 10 t/ha/3 évre.
Bonitálás: 1 = igen gyenge, 2 = gyenge, 3 = közepes, 4 = jó, 5 = igen jó állományfejltség. (12)

Table 7. Effect of fertiliser treatment on the development and yield of the grassland on 11th May 2005.
(1) Treatment number and code, (2) Scoring for stand development, (3) Fresh mass, t/ha, (4) Air-dry matter, %, (5) Hay, t/ha, (6) Bakonszeg, (7) Control, (8) Sheep manure, (9) LSD_{5%}, (10) Mean, (11) Cserkeszölő, (12) Note: N = 100 kg/ha/yr N, P = 100 kg/ha/yr P₂O₅, K = 200 kg/ha/yr K₂O in mineral fertilizer form; sheep manure 10 t/ha/3 yr. Scoring: 1 = very poorly developed, 2 = poorly, 3 = moderately well, 4 = well, 5 = very well developed stand.

vetődik a kérdés: mennyiben módosulhat a fajdiverzitás, a gyep botanikai összetétele a trágyázás nyomán. A további vizsgálatok során erre is keressük a választ.

Megemlítjük, hogy a kijuttatott juhtrágya Bakonszegen 2,07% N-, 4,30% K-, 0,93% P-, míg Cserkeszölőn 1,66% N-, 2,18% K-, 0,58% P-összetételt mutatott. A 10 t · ha⁻¹ · 3 év⁻¹-adagok tehát Bakonszegen 207 kg N-, 430 kg K- (516 kg K₂O-), 93 kg P- (213 kg P₂O₅-), míg Cserkeszölőn 166 kg N-, 218 kg K- (262 kg K₂O-), 58 kg P- (133 kg P₂O₅-) mennyiségnek feleltek meg a három évre számítva.

A termés megállapítása, ill. a mintavételeket követően a kísérleti területen a legeltetés a szokásos módon folytatódott. A kísérleti parcellák gyeptakarójának ásványi összetételéről a 8. táblázat informál. Mivel önmagukban a P- és K-kezelések a fűvek összetételét nem módosították, csak a trágyázatlan kontroll, az NP- és az NPK-kezeléseket szemléltetjük. A statisztikailag is bizonyítható változásokat *-gal jelöltük. A kontroll par-

8. táblázat. A trágyázás hatása a légszáraz gyepszéna elemösszetételére Bakonszeg és Cserkeszölő területén.
A mintavétel időpontja: 2005. május 11.

Elem jele (1)	Mérték egység (2)	Bakonszeg (3)			Cserkeszölő (4)		
		Kontroll (5)	NP	NPK	Kontroll (5)	NP	NPK
N	%	2.78	3.43*	3.19	1.89	2.83*	2.59*
K	%	2.91	3.27*	3.76*	1.96	2.77*	3.12*
Ca	%	0.59	0.57	0.49	0.77	0.80	0.64
P	%	0.42	0.51*	0.47*	0.27	0.44*	0.39*
S	%	0.28	0.38*	0.31	0.26	0.43*	0.35
Mg	%	0.24	0.27	0.23	0.24	0.25	0.24
Na	%	0.12	0.06	0.03	0.12	0.22	0.18
NO ₃ -N	%	0.05	0.09*	0.09*	0.05	0.10*	0.06
Fe	mg/kg	207	144	178	294	317	202
Mn	mg/kg	220	148	173	200	152	377*
Al	mg/kg	122	47	80	191	196	102
Zn	mg/kg	36	34	34	41	44	44
Sr	mg/kg	29	20	20	40	40	32
Ba	mg/kg	18	14	18	48	42	32
B	mg/kg	18	14	12	17	14	14
Cu	mg/kg	10	12*	12*	7	10*	10*
Ni	mg/kg	2.9	2.1	2.6	2.0	1.5	2.1
Pb	mg/kg	-	-	-	1.3	1.3	0.7
Mo	mg/kg	0.32	0.20*	0.22*	0.35	0.28	0.44
Cr	mg/kg	0.22	0.14	0.20	0.40	0.43	0.25
Cd	mg/kg	0.20	0.15	0.17	0.18	0.24	0.20
Co	mg/kg	0.17	0.14	0.14	0.21	0.19	0.62

Megjegyzés: As 0.4, Se 0.6, Pb 0.3, Hg 0.1 mg/kg kimutathatósági határ alatt (6)

* szignifikáns változás 95%-os valószínűségi szinten a kontrollhoz képest (7)

Table 8. Effect of mineral fertilisers on the element content of the hay at Bakonszeg and Cserkeszölő on 11th May 2005. (1) Element, (2) Units, (3) Bakonszeg, (4) Cserkeszölő, (5) Control, (6) Note: Below the detection limit: As 0.4, Se 0.6, Pb 0.3, Hg 0.1 mg/kg, (7) * Significant changes compared to the control (LSD_{5%}).

cellák növényeit összevetve megállapítható, hogy a hortobágyi (Bakonszeg) termőhelyen a széna gazdagabb N-, K-, P- és Cu-, valamint szegényebb Ca-, Fe-, Sr-, Ba-, Pb- és Cr-elemekben a cserkeszölői termőhelyhez viszonyítva. Az Pb Bakonszegen nem is volt kimutatható. Az As 0,4, a Se 0,6, a Hg 0,1 mg/kg kimutathatósági határ alatt maradt a vizsgált szénákban.

Ami a trágyahatásokat illeti, látható, hogy mindkét termőhelyen emelkedett a széna N-, K-, P-, S- és Cu-koncentrációja az NP- vagy/és NPK-kezelések nyomán. Ezen túlmenően igazolható Bakonszegen a Mo csökkenése az NP és az NPK, ill. a Mn emelkedése az NPK-kezelésben a kontrollhoz képest. Ahhoz, hogy a vizsgált gyepszénák tápláltsági állapotát diagnosztikai szempontból megítéljük, a 9. táblázatban áttekintést adunk a gyepszéna elemkészletéről különböző szerzők és eltérő termesztési/hasznosítási módok szerint. Általában elfogadott, hogy a növényi optimum és az állatok számára

9. táblázat. A gyepszéna elemtartalma különböző szerzők és eltérő termesztési/hasznosítási módok szerint

Elem	Wolff (1872) (2)	Romasev (1960) (3)	Horváth (1976, 1979) (4)	Finck (1982) (5)	Bergmann (1992) (6)	Kádár (2005) (7)
N %	1.42	0.8–3.0	2.0–3.0	-	2.6–4.0	0.9–3.0
K %	1.10	1.0–3.5	1.5–2.0	-	2.0–3.0	1.7–3.1
Ca %	0.61	0.3–0.7	0.6–0.8	0.5–0.7	0.6–1.2	0.4–0.8
P %	0.18	0.2–0.4	0.26–0.34	0.3–0.4	0.35–0.60	0.12–0.36
Mg %	0.20	0.1–0.3	0.18–0.20	0.1–0.3	0.20–0.60	0.10–0.31
S %	0.10	-	-	-	-	0.14–0.32
Na %	0.17	-	0.12–0.16	0.1–0.2	-	0.01–0.07
Fe mg/kg	-	-	100–160	50–60	-	100–420
Mn mg/kg	-	-	60–100	50–60	35–100	80–200
Zn mg/kg	-	-	30–40	30–50	25–50	7–16
Cu mg/kg	-	-	8–10	8–10	5–12	2–6
B mg/kg	-	-	6–8	-	6–12	3–8

Wolff (1872): átlagos összetétel (réti széna)

Romasev (1960): a termesztési viszonyok függvényében

Horváth és Prohászka (1976 és 1979): a takarmányozási szempontból optimális összetétel

Finck (1982): a tejelő tehének számára megfelelő összetétel

Bergmann (1992): intenzíven kezelt rét/legelő terület optimális összetétele

Kádár (2005): minimum-maximum elemtartalom NPK-műtrágyázási tartamkísérletben meszes esernyőjóm vályogtalajon (pillangós nélküli telepített gyep).

Table 9. Element content of the hay according to various authors and as a function of the growing or utilisation conditions. (1) Element, (2) Wolff (1872): average content of meadow hay, (3) Romasev (1960): as a function of growing conditions, (4) Horváth and Prohászka (1976 and 1979): optimum values for animal needs, (5) Finck (1982): optimum composition for dairy cows, (6) Bergmann (1992): optimum values for high yielding, intensive grassland, (7) Kádár (2005): minimum and maximum contents of a grassland established without legumes as part of a long-term field experiment on a calcareous chernozem soil, as a function of different N, P, K supply levels.

optimális összetétel a takarmányban közeli vagy azonos lehet a P-, a S-, a Ca-, a Mg-elemek tekintetében. Az állatok Na- és Cl-igényét csak a szikes legelő füve elégítheti ki. A takarmányok Mn-, Zn-, Cu-, Mo-, Se-készlete esetenként nem felel meg az állatok élettani szükségletének Finck (1982) és az MTA AOTB (1974) szerint.

A 9. táblázatban megadott elemkoncentrációk alapján a gyepszéna mindkét termőhelyen többé-kevésbé megfelelő összetételt mutat takarmányozási szempontból a főbb tápelemek tekintetében a trágyázatlan talajon, figyelembe véve Horváth és Prohászka (1976 és 1979), ill. Finck (1982) által javasoltakat. A N és a P némileg kisebb tartalommal rendelkezik az optimálisnál NP-trágyázás nélkül, míg Bakonszegen NP-, ill. NPK-műtrágyázással a Na kerül a hiányzónába. Egyéb elemek koncentrációja eléri vagy meghaladja a megkívánt mértéket: K, Ca, S, Mg, Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo, Co.

Az Al, a Sr, a Ba fémeket mai tudásunk szerint nem tekintjük sem érdemi szennyező elemeknek, sem érdemi táplálkozás-élettani szempontból fontos anyagoknak. A Ni, Pb, Cr, Cd, Co nyomelemek általában 0,1–1,0 mg/kg tartományban mutathatók ki a füvekben. Az Pb és Cd 1 mg/kg koncentráció felett már szennyezőnek minősülhet. A NO₃-N

0,25% felett, azaz 2,5 g/kg tartalmat meghaladóan nemkívánatos a takarmányban, a vizsgált termőhelyeken tehát nem mutat káros dúsulást még a NP- vagy NPK-kezelésekben sem. A kiegyensúlyozott tápláltságot jellemezhetjük a „normális” elemarányokkal is. A N/S, ill. K/Mg aránya 10, a N/P 7–8, a Cu/Mo 10–50, a P/Zn 50–150, a P/Mo 1000 körülire tehető. Ezek az arányok többé-kevésbé fennállnak Bakonszeg és Cserkeszlő gyepszénájában. Az említett arányok is jelzik azonban Cserkeszlőn a némileg kicsi N- és P-ellátottságot (8. táblázat).

IRODALOM

- Anke, M. et al.: 1973. Manganmangel beim Wiederkäuer. Arch. Tierernährung 23: 197–211.
- Baranyai F.–Fekete A.–Kovács I.: 1987. A magyarországi talajtápanyag-vizsgálatok eredményei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Barrow, N. J.: 1967. Some aspects of the effects of grazing on the nutrition of pastures. J. Aust. Inst. agric. Sci. 33: 254–262.
- Barrow, N. J.–Lambourne, L. J.: 1962. Partition of excreted nitrogen, sulphur and phosphorus between the faeces and urine of sheep being fed pasture. Aust. J. agric. Res. 13: 461–471.
- Bergmann, W.: 1992. Nutritional Disorders of Plants. Gustav Fischer Verlag, Jena–Stuttgart–New York.
- Béri B.–Vajna T.-né–Czeglédi L.: 2004. A védett természeti területek legeltetése. Debreceni Gyepgazd. Napok. 20: 51–58. Szerk.: Nagy G.–Lazányi J. Agrártud. Centrum, Debrecen.
- Csathó P.: 2004. A talaj–növény rendszer tápelemforgalmának agronómiai és környezetvédelmi vonatkozásai. Akadémiai Doktori Értekezés Tézisei. Kézirat, Budapest.
- Csizi I.–Monori I.: 2005. Túlerett juhtrágya hatása az *Alopecuretum pratensis* gyeptársulásra. In: Gyep–Állat – Vidék–Kutatás–Tudomány. 123–129. Szerk.: Jávor, A. DE ATC, Debrecen.
- Finck, A.: 1982. Fertilizers and Fertilization. Verlag Chemic, Deerfield Beach, Florida, Basel.
- Frame, J.: 1992. Improved Grassland Management. Farming Press Books, Ipswich, UK.
- Horváth R.–Prohászka K.: 1976. Adatok a rét–legelő növényzetének tápelem-tartalmáról. Növénytermelés 23, 1: 51–56.
- Horváth R.–Prohászka K.: 1979. Ösgyepék tápelemtartalmát befolyásoló tényezők. Bot. Közlem. 66: 103–107.
- Jávor A.: 2003. A juhászat szerepe az uniós területhasznosítási elvárások megvalósításában. In: Legeltetési állattartás! 227–232. (Szerk.: Jávor A.) DE. ATC, Debrecen.
- Kádár I.: 1993. A káliumellátás helyzete Magyarországon. KTM–MTA TAKI, Budapest. 1–112 p.
- Kádár I.: 2005. Műtrágyázás hatása a telepített gyepek ásványi elemtartalmára. 3. Gyepgazd. Közl. 2: 57–66.
- Kádár I.–Németh T.: 2003. Mikroelem-szennyezők kimosódásának vizsgálata szabadföldi terhelési tartamkísérletben. Agrokémia és Talajtan 52: 315–330.
- 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.
- MÉM NAK: 1979. Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ, Budapest.
- MTA AOTB: 1974. MTA Állatorvostudományi Bizottság állásfoglalása a gazdasági állatok mikroelem-szükségletéről. Állattenyésztés 23: 87–88.
- Nagy G.–Vinczeffy I.: 1997. Úrülékhatás a legelőn. In: Debreceni Gyepgazdálkodási Napok 14. Legeltetési állattartás. 109–117. (Szerk.: Nagy G.–Vinczeffy I.) DATE, Debrecen.
- Romasev, P. I.: 1960. Luga i pasztviscsa. In: Szpravocnyik po mineral’num udobrenijam. 331–336. (Szerk.: Katalimov, M. V.) Gosz. Izd. Sz/h, Literatürü, Moszkva.
- Sears, P. D.: 1950. Soil fertility and pasture growth. J. Br. Grassld. Soc. 5: 267–280.
- Sears, P. D.–Newbold, R. P.: 1942. The effect of sheep droppings on yield, botanical composition and chemical composition of pasture. 1. N. Z. J. Sci. Technol. Sect. A. 24: 36–61.
- Szalay S.–Sámsoni Z.–Siroki Z.–El-Hyatemi, Y.: 1977. Hortobágy legelőterületeinek mikroelem-ellátottsága. Agrokémia és Talajtan 26: 95–112.

- Szopkó T.–Barcsák Z.*: 1992. Szerves és műtrágyázás hatása a gyep termésére. In: Debreceni Gyepgazdálkodási Napok 10. Legeltetési állattartás. 51–56. Szerk.: Vinczeffy I. DATE. Debrecen.
- Thaer, A.*: 1809–1821. Az ésszerű mezőgazdaság alapjai. IV. rész. A trágyázástan. (Szerk.: Kádár I.) MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete. Budapest.
- Vinczeffy I.*: 2005. Gyepgazdálkodásunk helyzetének ismertetése. Kézirat. Debrecen. 17 p.
- Whitehead, D. C.*: 1970. The role of nitrogen in grassland productivity. Commonwealth Agric. Bureau. Bulletin N. 48. Hurley, Berkshire. England.
- Wolff, E.*: 1872. Praktische Düngerlehre. 4. Auflage. Verlag Wiegand und Hempel. Berlin.

Érkezett: 2007. 09. 12.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

- Dr. Kádár Imre–Dr. Márton László–Ragályi Péter
MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete
Budapest
Herman O. út 15.
H-1022
- Dr. Szemán László
Szent István Egyetem Gyepgazdálkodási Tanszék
Gödöllő
Páter K. u. 1.
H-2103
- Csatári Gábor–Nagy Sándor
Öko Major Kft.
Bakonszeg
H-4164
- Ardai Árpád
Magyar Juhtej Szövetkezet
Cserkeszőlő
H-5465