

**A monoammónium (MAP)- és a diammonium-foszfát (DAP)
hatásának tanulmányozása mikro-tenyészedény kísérletben
¹⁵N stabil izotópjelzéssel.**

**I. A MAP és DAP hatása az angolperje szárazanyag-hozamára
és tápelemfelvételére**

LATKOVICS GYÖRGYNÉ

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A foszforsav ammóniával való semlegesítésekor az ammonizálás mértékétől függően mono-, di-, illetve triammónium-foszfátok képződhetnek. Állandó összetétel szempontjából elsősorban csak a mono- és diammonium-foszfátoknak (MAP és DAP) van jelentősége. Vízben jól oldódnak, gyors hatásúak, elsősorban szilárd, illetve folyékony összetett műtrágyák előállítására használhatók, bár az egyes országokban közvetlenül starter trágyaként is alkalmazzák (DEBRECZENI, 1979; ALMÁSSY et al., 1968; COOKE, 1965; TISDALE & NELSON, 1966).

Általában az összetett és kevert műtrágyákat, beleértve a MAP- és a DAP-vegyületeket is, elsősorban a P-tápelem hatékonysága alapján értékelik. Az esetek többségében az összetett műtrágyák hatóanyagának hasznosulása azonos az egyszerű műtrágyaként adott tápelemek ekvivalens mennyiségének hatásával (DEBRECZENI & DEBRECZENINÉ, 1960; PETERBURGSZKIJ & VEREJKINA, 1960, HUNDAL & SEKHON, 1976; CREAMER & FOX, 1980, SPRATT, 1973; BARTOS et al., 1991).

A szerzők arra is rámutatnak, hogy a MAP és a DAP telített oldatainak eltérő pH-ja jelentős mértékben befolyásolja a különböző tulajdonságú talajokon kialakult reakciótermék típusokat, azáltal tápelemfelvételeikben és hatásukban is eltérés mutatkozhat.

Az irodalomban, különösen az utóbbi években találunk olyan adatokat is, amelyek a MAP és a DAP N-forrásainak hatásával, hasznosulásával és a talajban történő átalakulásával kapcsolatban adnak értékes információkat.

PREEZ & BURGER (1986, 1988) azonos pH-ra beállított különböző agyagtartalmú talajokon a talaj felszínére kiszórt N-vegyületek NH₃-vesztésének mennyiségét vizsgálták a N-adagok függvényében. Valamennyi talajon NH₃-vesztés mértékét mérték, amely érték a N-adaggal nőtt, de az adott N mennyiségéhez viszonyított érték csökkent. A legkisebb N-vesztés a mész-ammónium-nit-

rát esetében kapták, majd a MAP, az ammónium-szulfát, továbbá a DAP és a karbamid felhasználásnál. A fentiekhez hasonló eredményekről számoltak be a szerzők a Dél-Afrika-i 9 pH-jú homokos vályog és a 8,9 pH-jú agyagos talajon végzett kísérletek esetén is. A különböző N-forrásokból meghatározott NH_3 -veszteségek a fentiekben megállapított sorrenddel azonosak voltak. Kísérleteikben az agyagos talajon mért NH_3 -veszteség felülmúlta a homokos vályog talajon kapott értékeket.

TISDALE & NELSON (1966) szintén megállapítják, hogy meszes talajon a MAP hatásosabb, mint a DAP műtrágya. CREAMER & FOX (1980) rámutatnak arra, hogy a talaj pH értékének növekedésével és a talaj nedvességtartalmának csökkenésével a lokálisan elhelyezett DAP körül növekszik a szabad NH_3 -mennyisége, amely káros lehet a fiatal csíranövényre.

LU és munkatársai (1987) helyesen utalnak rá, hogy a MAP, illetve DAP műtrágyákkal, mint kettős tápelemforrással - a N és a P hatása tekintetében - kevés adat áll rendelkezésünkre. A szerzők tenyészedény-kísérletben meszes talajon vizsgálták a karbamid+P és a DAP műtrágyák hatását a 6 hetes kukoricánövény P- és N-felvételére, szárazanyag-hozamára, illetve az NH_3 -veszteségre. A kezelésekből, öntözés mellett, az NH_3 -veszteség az adott N-mennyiség 6 %-át sem érte el.

A DAP műtrágyából a fiatal kukoricánövény N-felvétele felülmúlta a karbamid-P-ből felvett N-mennyiséget függetlenül attól, hogy a műtrágyát a talaj felszínére, vagy mélyen a talajba helyezték el. Ugyanakkor a szárazanyag-hozam tekintetében a karbamid+P hatásosabbnak bizonyult.

STUMPE & ABDEL MONEM (1986) tenyészedény-kísérletükben a talaj felületére kiszórt ^{15}N -jelzett műtrágyák N-veszteségeit vizsgálták. A legkisebb N-veszteséget (6 %-ot) a K^{15}NO_3 esetében mérték, míg a nagyobb N-veszteség, elsősorban az NH_3 elillanása következtében, a karbamidnál és a DAP-nál mutatkozott. A műtrágyák kiszórása utáni öntözés hatására a karbamidból a N-veszteség jelentősen nőtt, a DAP esetében alig változott. Trágyázás után 5 nappal végzett öntözés hatására a DAP N-vesztesége nem változott, míg a karbamidnál jelentősen csökkent. A N-veszteség talajtípustól függően változott, meszes talajokon a DAP-kezelések N-vesztesége felülmúlta a többi N-forrás N-veszteségeit.

WALLEJO és munkatársai (1993) a különböző N-műtrágyák N-szolgáltatását vizsgálták tenyészedény-kísérletben homoktalajon, angolperje tesztnövényvel. Összefüggést állapítottak meg a különböző oldhatóságú nitrogént tartalmazó N-trágya hatékonysága és az EUF-I illetve EUF-I-II frakciói között. A szerzők szerint az EUF-módszer alkalmas a lassan ható N-trágyák hatóanyaga mobilizációjának jellemzésére, illetve meghatározására. Kísérleteikben a DAP a N oldhatósága tekintetében a közepes helyet foglalta el az ammónium-nitrát és a karbamid, illetve a lassan ható N-műtrágyák (IBDU, CDU stb.) között. Kísérleteikben a DAP-kezelésekben a nagy mennyiségű NH_4^+ az agyagásványokon adszorbeálódott.

E néhány irodalmi hivatkozásból is kitűnik, hogy az összetett műtrágyák - mint a MAP és a DAP - esetében, a P-szolgáltatáson túlmenően nagyobb figyelmet kell fordítani a másik komponens, a N-szolgáltatás mechanizmusára (felvétel, talajbani átalakulás), hatékonyságuk növelése céljából. Az eddigi vizsgálatok kimutatták, hogy a MAP N-hatása megegyezik, míg a DAP N-hatása alatta marad az ammónium-nitrát hatásának. A kísérleti eredmények rámutatnak, hogy a DAP transzformációja során keletkező NH_3 egy része vesztegként jelenhet meg, amelynek mértéke számos tényezőtől függ.

A MAP és a DAP hatékonyságának, N-felvételének és a talajban történő transzformációjának vizsgálata során különös jelentősége van olyan módszerek alkalmazásának, amelyek lehetőséget adnak a N-vegyületekből származó N mérésére és nyomon követésére. Ezt a célt szolgálta a ^{15}N -vegyületek alkalmazása, amelyet a fenti kérdések tanulmányozása során kísérleteinkben alkalmaztunk. Eredményeinkről részben jelen közleményben számolok be.

Kísérleti anyag és módszer

Az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézetében az agrokémiai kísérletek és vizsgálatok céljából összeállított "talajbank" hat eltérő tulajdonságú talajával mikrotenyészedény-kísérletet végeztünk. A kísérletben a ^{15}N stabil izotóppal jelzett monoammónium- és diammónium-foszfátot (MAP és DAP), illetve ammónium-nitrátot használtunk és hatásukat különböző paraméterek alapján hasonlítottuk össze.

A kísérlethez felhasznált talajok főbb agrokémiai jellemzőit az 1. táblázat tartalmazza. A kísérletet négy ismétlésben, edényenként 200 g talajmennyiséggel állítottuk be.

A kontrollt kivéve, a kísérlet beállításakor valamennyi kezelésben egységesen edényenként 200 mg K_2O tápelemet K_2CO_3 -ként szilárd formában, a 200 mg P_2O_5 foszformennyiséget részben MAP, illetve DAP, részben szuperfoszfát formában oldatként juttattuk a talajba.

A kísérlet beállításakor az azonos P-szinteknek megfelelően a N-mennyiség eltérő volt. A MAP esetében ^{15}N -ben 11,1 %-ra dúsított 39,6 mg, a DAP esetében 11,4 %-ra dúsított és az NPK-kezelésekben (mindkét csoporton jelzett, 10,4 %-ra dúsított ammónium-nitrát) viszont 78,84 mg nitrogént adtunk. A növények első vágása után azonban valamennyi kezelésben kiegészítettük a N-adagokat jelzetlen ammónium-nitrát felhasználásával 150 mg N/edény szintre. A növények második vágása után edényenként ismét 50 mg nitrogént adtunk. Ennek megfelelően a kísérletben egységesen 200 mg N/edény N ellátást biztosítottunk. Természetesen az adatok értékelése a N-tápelem vonatkozásában a fentiek figyelembevételével történik.

Az edényekbe 0,5 g angolperjét vetettünk. A talaj nedvességtartalma a teljes vízkapacitás 60 %-ának felelt meg.

L. táblázat
A kísérletben felhasznált talajok agrokémiai jellemzői

(1) Talaj	pH		(2) L %	CaCO ₃ %	Humusz %	(3) Összes- N mg/100g talaj	(4) Ásványi- N mg/100g talaj	(5) Kötött NH ₄ -N
	H ₂ O	KCl						
A. Karbonátos homok, Órbottyán	7,7	7,6	13,8	3,3	1,0	66,8	1,43	5,67
B. Kovárányos barna erdőtalaj, Nyírlugos	4,9	4,0	8,0	-	0,4	29,5	1,04	4,38
C. Réti talaj, Hosszúhát	6,0	5,6	71,0	-	3,4	185,8	2,16	21,12
D. Ramann féle barna erdőtalaj, Keszthely	7,0	6,7	43,2	-	1,6	129,5	1,26	12,53
E. Mészlepedékes csernozjom, Iregszemce	7,6	7,1	53,3	6,9	2,4	182,6	2,19	14,87
F. Réti szolonyec, Hajdúböszörmény	6,6	5,8	74,6	-	6,4	352,8	2,12	20,33

L = Leiszapolható rész

A kísérlet során az angolperje 21-17 napos időszakonként került levágásra. A növények súlya 60 °C-on történő szárítás utáni mérések eredményei. A kémiai vizsgálatokat a minták megfelelő előkészítése után elvégeztük, meghatároztuk a növények N-, P- és K-tartalmát és megmértük az oldatok ¹⁵N atom %-át. Az adatok alapján kiszámítottuk a növények N-, P- és K-felvételét és a N- vegyületekből származó N-mennyiségeket. A kísérleti eredményeket varianciaanalízissel értékeltük.

A kísérleti eredmények és értékelésük

Az angolperje szárazanyag-hozama

A 2. táblázat adataiból világosan kitűnik, hogy a kísérletben felhasznált talajokon műtrágyázás nélkül a növények száraz súlya - a három vágás összesített adatai alapján - mindössze 0,40-0,60 g/edény, talajtól függően. Megfigyelhető, hogy a legkisebb hozamot a nyírlugosi kovárványos barna erdőtalajon (B) kaptuk, míg a legnagyobb szárazanyag-mennyiséget az iregszemcsei mészlepedékes csernozjomon (E), illetve a hajdúböszörményi réti szolonycen (F) értük el. Az eltérés a talajok természetes tápanyag-ellátottságával és a növények eltérő, a talajtulajdonságokkal összefüggő (pH, kötöttség stb.) fejlődési ütemével magyarázható.

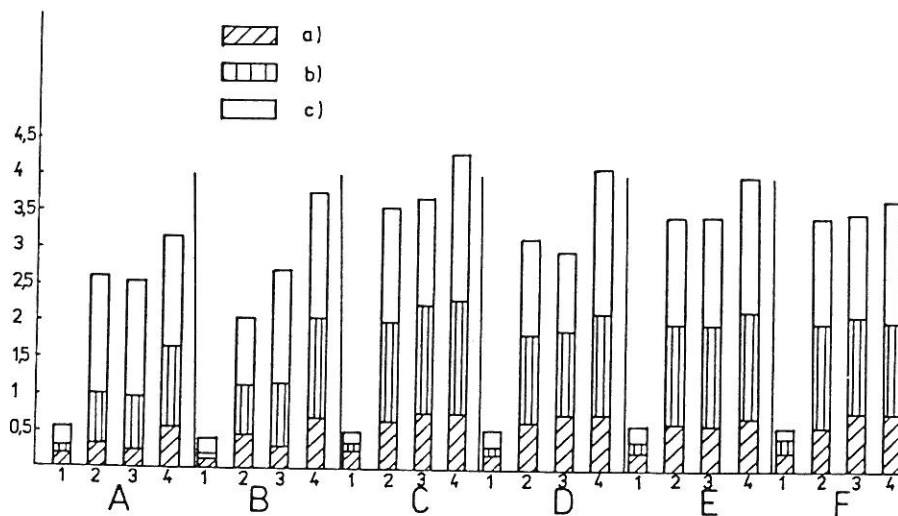
A kezelések hatására a növények szárazanyag-hozama a kontrollhoz viszonyítva többszörösére növekedett. Az adott körülmények között a mono- és a diammónium-foszfát hatására megmutatkozó szárazanyag-mennyiség valamennyi vizsgált talajon szignifikánsan kisebb az ammónium-nitrát+PK kezelés hatására kapott értékeknél. A MAP és a DAP hatását összevetve megállapítható, hogy

2. táblázat
Az angolperje szárazanyag-hozama, g/edény (3 vágás összege)

(1) Kezelés	(2) Talajok (T)						(3) Átlag	(4) SzD _{5%}	
	A	B	C	D	E	F			
1. Kontroll	0,54	0,39	0,49	0,53	0,60	0,58	0,52	0,13	
2. MAP+K	2,60	2,04	3,54	3,16	3,44	3,45	3,04		
3. DAP+K	2,51	2,72	3,68	2,97	3,46	3,51	3,14		
4. NPK	3,14	3,77	4,29	4,12	4,03	3,68	3,84		
a) Átlag	2,19	2,23	3,00	2,69	2,88	2,80	2,63		
b) SzD _{5%}	0,15								
c) SzD _{5%}	(bármely két kezelés között) 0,33								

A-F: lásd 1. táblázat

- egy esetet kivéve - közel azonos hatást mutatnak a szárazanyag-felhalmozás tekintetében. Az 1. ábrán megfigyelhető, hogy vágásonként változott a növények szárazanyag-mennyisége, a legnagyobb tömeget a harmadik vágás adta. A vágásokon belüli, illetve a vágások közötti különbségek talajtól és kezelésektől függően változtak.



1. ábra

Az angolperje szárazanyag-mennyisége vágásonként: 1. vágás(a), 2. vágás (b), 3. vágás (c). Kezelések: 1. Kontroll, 2. MAP+K, 3. DAP+K, 4. NPK. A-F: lásd 1. táblázat

A N-, P- és K-koncentrációk változása a kezelések hatására

A 3. táblázat adataiból kitűnik, hogy a kontroll növények N-tartalma az 1. vágáskor talajtól függően 1,46-1,80 %. A második vágás idején - a savanyú kovárványos barna erdőtalajt kivéve - ahol is 0,49 %-os N-tartalmat mértünk - a növények N-tartalma 1,10-1,24 % között változott, míg a harmadik vágású növények N-koncentrációja 0,65-0,88 %. A kezelések hatására valamennyi esetben jelentősen nőtt a növények N-koncentrációja. A legnagyobb értékeket - 3,53-4,30 % - a 3. és 4. kezeléseknél az első vágású növények esetében mértük. Mint az előzőekből ismert, a 2. kezelésben az első vágású növények csak fele annyi nitrogént kaptak, mint a fenti két kezelésben, tehát ennek tudható, hogy a hosszúhátú réti talajt kivéve a növények N-koncentrációjának maximuma a második vágásnál jelentkezett és valamennyi talajon a harmadik növényedék N-tartalma is felülmúlta a 3. és 4. kezelésben kapott értékeket.

3. táblázat
Az angolperje N-, P- és K-koncentrációjának változása a
kezelések hatására

(1) Kezelés	(2) Vágás	(3) Talajok					
		A	B	C	D	E	F
N %							
1. Kontroll	I.	1,62	1,55	1,80	1,46	1,64	1,77
	II.	1,18	0,49	1,20	1,14	1,10	1,24
	III.	0,68	0,65	0,85	0,77	0,80	0,88
2. MAP+K	I.	3,34	3,02	4,48	2,27	2,77	2,45
	II.	3,87	4,08	2,61	3,03	3,62	3,38
	III.	3,07	3,92	2,82	2,89	2,71	3,00
3. DAP+K	I.	3,88	4,10	3,83	3,63	3,97	3,55
	II.	3,77	2,59	2,61	2,83	3,25	3,16
	III.	2,86	2,61	2,54	3,04	2,49	2,49
4. NPK	I.	4,30	4,23	3,75	3,65	3,85	3,53
	II.	3,31	2,68	3,25	2,92	3,28	3,29
	III.	2,88	2,40	1,94	2,00	2,00	2,20
P ₂ O ₅ %							
1. Kontroll	I.	0,76	1,33	1,28	0,72	0,97	0,97
	II.	0,45	0,56	0,85	0,44	0,61	0,70
	III.	0,45	0,57	0,60	0,48	0,66	0,81
2. MAP+K	I.	1,79	2,50	1,85	1,71	1,42	1,80
	II.	0,68	1,52	1,06	1,39	1,11	1,33
	III.	1,03	1,30	1,28	1,22	1,17	1,35
3. DAP+K	I.	1,48	2,61	1,80	1,59	1,33	1,69
	II.	0,81	1,25	1,13	1,27	1,17	1,35
	III.	0,94	1,39	1,43	1,33	1,29	1,31
4. NPK	I.	1,10	1,76	1,67	1,47	1,18	1,66
	II.	0,58	1,66	1,18	1,28	0,95	1,27
	III.	0,69	1,41	1,22	0,99	0,88	1,29
K ₂ O %							
1. Kontroll	I.	3,77	4,29	5,64	4,80	4,73	5,00
	II.	2,90	4,21	8,56	3,17	3,02	3,59
	III.	1,76	1,91	2,15	1,38	2,17	2,06
2. MAP+K	I.	5,50	5,69	6,52	6,58	5,38	6,13
	II.	5,34	4,96	3,92	4,22	4,42	4,37
	III.	4,81	3,84	4,66	3,62	3,86	4,25
3. DAP+K	I.	4,96	4,82	6,89	6,09	5,11	6,35
	II.	5,49	4,74	4,70	4,41	4,59	4,33
	III.	4,66	4,74	4,54	3,95	4,25	4,04
4. NPK	I.	6,68	8,16	7,32	6,39	6,32	6,58
	II.	4,78	4,00	5,11	4,15	4,30	4,85
	III.	4,31	2,50	4,68	2,57	2,98	3,48

A trágyázatlan növénykéék P_2O_5 -tartalma az első vágás idején volt a legnagyobb, talajtól függően 0,76-1,33 %. Ez az érték a második és a harmadik vágású növények esetében 0,44-0,81 %-ra csökkent. A kezelések hatására valamennyi esetben jelentős növekedés figyelhető meg a növények P_2O_5 -tartalmában is.

A kontrollnövénykéék K_2O -tartalma az első vágás idején talajtól függően 3,77-5,64 %. A második és a harmadik vágású növények K_2O -tartalma - egy esetet kivéve - csökkent. A kezelések hatására jelentősen nőtt a növények K-tartalma és a vágások számával megmutatkozó csökkenés a kontrollhoz viszonyítva kisebb mértékű.

Az angolperje tápelemfelvétele

A növények által felvett N-mennyiségeket - a három vágás összesített adatai alapján - a 4. táblázat tartalmazza. A trágyázatlan növények N-hozama elenyésző, mindössze 3,9-8,2 mg, amely a kezelések hatására az esetek többségében közel 20-szorosára nőtt. A monoammónium- és a diammónium-foszfát hatása között mindössze egy esetben - az őrbottyáni karbonátos homokon - feltehetően az NH_3 -vesztés miatt - mutatkozott megbízható különbség a MAP javára, míg a többi vizsgált talajon a N-felvétel tekintetében azonos hatásúnak bizonyultak.

A MAP, illetve DAP és az azonos tápelemmennyiséget tartalmazó NH_4NO_3 +PK-műtrágyák hatása között a növények N-felvételében - a hajdúböszörményi réti szolonyecen kapott értékeket kivéve - szignifikánsak a különbségek, és pedig az ammónium-nitrát+PK kezelésekben a növények szignifikánsan több nitrogént vettek fel.

4. táblázat
Az angolperje N-hozama, mg N/edény (3 vágás)

(1) Kezelés	(2) Talajok (T)						(3) Átlag	(4) SzD _{5%}
	A	B	C	D	E	F		
1. Kontroll	6,0	3,9	6,7	5,9	7,4	8,2	6,3	4,57
2. MAP+K	85,9	76,6	107,7	89,0	106,0	105,0	95,0	
3. DAP+K	79,6	74,3	104,3	91,8	105,1	104,7	93,3	
4. NPK	102,9	107,0	116,9	107,7	112,5	105,2	108,7	
a) Átlag	68,6	65,4	83,9	73,6	82,8	80,7	75,8	
b) SzD _{5%}	5,01							
c) SzD _{5%}	(bármely két kezelés között) 11,2							

A-F: lásd 1. táblázat

A nitrogénhez hasonló nagymértékű trágyahatás mutatkozott az angolperje foszforfelvételében is, mint az az 5. táblázat adataiból is kitűnik. A trágyázásban nem részesült növények által kivont P-mennyiség talajtól függően 2,9-4,9 mg P₂O₅/edény. A trágyázás hatására valamennyi talajon, a kontrollhoz viszonyítva, több mint tízszeresére (23,6-59,0 mg-ra) növekedett a növények által kivont foszfor mennyisége. A monoammónium- és a diammónium-foszfát hatását

5. táblázat
Az angolperje P és K-felvétele, mg/edény (3 vágás)

(1) Kezelés	(2) Talajok						(3) Átlag	(4) SzD _{5%}	
	A	B	C	D	E	F			
P₂O₅									
1. Kontroll	2,9	3,1	4,8	2,9	4,6	4,9	3,8	1,68	
2. MAP+K	26,6	33,4	46,1	43,7	40,9	49,1	39,9		
3. DAP+K	23,6	40,0	51,3	40,7	43,9	49,6	41,5		
4. NPK	24,6	59,0	54,9	48,3	38,6	50,1	45,9		
a) Átlag	19,4	33,8	39,2	33,9	32,0	38,4	32,7		
b) SzD _{5%}							1,84		
c) SzD _{5%}	(K+T)						4,13		
K₂O									
1. Kontroll	14,4	11,9	20,7	16,5	20,9	22,7	17,8		6,86
2. MAP+K	130,6	94,9	167,6	140,7	150,6	160,0	140,7		
3. DAP+K	121,7	128,9	187,6	138,2	157,2	164,4	149,6		
4. NPK	153,6	154,2	226,7	156,3	163,3	170,0	170,6		
a) Átlag	105,0	97,4	150,6	112,9	123,0	129,2	119,6		
b) SzD _{5%}							7,51		
c) SzD _{5%}	(K+T)						16,8		

összehasonlítva megállapítható, hogy a karbonátos homoktalajon és a Ramann-féle barna erdőtalajon a MAP, míg a többi négy talajon a DAP hatása volt pozitív. Az ammónium-nitrát+PK hatása négy talajon felülmúlta a MAP és a DAP hatását a növény P-felvétele tekintetében. A hat talaj átlagában a kezelések között a felvett P-mennyiségben a különbség csekély, mindössze néhány mg: 39,9, 41,5, illetve 45,9 mg.

A N- és a P-felvételhez hasonlóan a trágyázatlan növények K-felvétele között - talajtól függően - különbségek mutatkoznak. Homoktalajokon a növények által kivont 11,9-14,4 mg K₂O/edény mennyiséggel szemben a többi talajon a növények K-hozama elérte a 16,5-22,7 mg-ot. A kezelések hatására közel tízszeresére nőtt a növények K-felvétele. A legnagyobb K-mennyiségeket a vizsgált talajokon az ammónium-nitrát+PK kezelés hatására kaptuk. A meszes

homoktalajt és a Ramann-féle barna erdőtalajt kivéve a növények a DAP+K-kezelésekben több káliumot vettek fel, mint a MAP+K-kezelésekben, bár az is megfigyelhető, hogy esetenként a különbség csekély, mint azt a talajok átlagában kapott értékek is tükrözik (140,7-149,6 mg).

Az angolperje nitrogénfelvétele az ¹⁵N jelzett vegyületekből

Az adatok értékelésénél természetesen figyelembe vettük, hogy a kísérletben felhasznált N-, P- és K-hatóanyag mennyiség azonos volt, de a kísérlet beállításakor a 2. kezelésben a ¹⁵N-jelzett monoammónium-foszfáttal edényenként 39,6 mg N-hatóanyagot adtunk, míg a 3. és 4. kezeléseknél a diammónium-foszfátból, illetve az ammónium-nitrátból 78,84 mg N/edény adagot alkalmaztunk.

6. táblázat
A ¹⁵N jelzett N-vegyületekből származó N mennyiség, %

(1) Kezelés	(2) Talajok						(3) Átlag	(4) SzD _{5%}
	A	B	C	D	E	F		
A. I. vágás								
2. MAP+K	61,7	60,3	58,5	59,6	58,9	49,1	58,0	1,10
3. DAP+K	60,4	63,8	73,0	72,8	69,5	66,6	67,6	
4. NPK	72,8	84,2	75,2	76,0	74,5	70,3	75,5	
a) Átlag	64,9	69,4	68,9	69,4	67,6	62,0	67,0	
b) SzD _{5%}	1,55							
c) SzD _{5%}	(Bármely két kezelés között) 2,69							
B. II. vágás								
2. MAP+K	10,6	12,7	23,0	24,6	10,1	8,4	14,9	2,68
3. DAP+K	18,4	46,3	0,4	23,6	31,3	20,8	23,5	
4. NPK	31,7	26,7	9,1	27,1	29,2	24,2	24,7	
a) Átlag	20,2	28,6	10,8	25,1	23,6	17,8	21,0	
b) SzD _{5%}	3,79							
c) SzD _{5%}	(Bármely két kezelés között) 6,57							
C. III. vágás								
2. MAP+K	4,4	8,0	6,6	7,6	6,2	9,4	7,0	0,77
3. DAP+K	9,1	15,1	11,1	12,3	14,7	15,2	13,0	
4. NPK	15,2	11,5	13,8	14,4	13,5	13,6	13,7	
a) Átlag	9,6	11,6	10,5	11,4	11,5	12,7	11,2	
b) SzD _{5%}	1,09							
c) SzD _{5%}	(Bármely két kezelés között) 1,88							

A 6. táblázat a ^{15}N -jelzett vegyületekből származó N-mennyiségek arányát tartalmazza vágásonként. Első vágáskor - a kísérlet átlagában - a növények által felvett összes N-mennyiségnek 67 %-a származott a jelzett ^{15}N -vegyületekből. Ez az érték a talajok átlagában a monoammónium-foszfát esetében 58 %, a diammónium-foszfátnál 67,6 %, míg az ammónium-nitrát kezelésben eléri a 75,5 %-ot. A kezelések közötti különbségek valamennyi esetben szignifikánsak. Esetenként a kezelések hatását a talajok megbízhatóan befolyásolják. A jelzett ^{15}N -vegyületekből származó N-mennyiségek legkisebb aránya - kezeléstől függően - 49,1, 66,6, illetve 70,3 %, valamint a kezelések átlagában 62,0 % a nitrogénben gazdag hajdúböszörményi réti szolonyecen mutatkozott. A további talajokon - a karbonátos homoktalajt kivéve - a N-kezelések átlagában közel azonos értékeket kaptunk a növény által felvett nitrogénnek trágyából származó arányára vonatkozólag.

A vágások számának növekedésével, lényegében a ^{15}N utóhatás mérésével kimutatott, hogy a ^{15}N -vegyületekből származó nitrogén a felvett nitrogénhez képest csökken. A kísérlet átlagában az első vágás utáni növedék esetében a növények által felvett N-mennyiségnek 21,0 %-a, míg a harmadik vágású növények esetében 11,2 %-a származott a talajba adott N-vegyületekből.

Talajonként és kezelésenként is megbízható különbségek mutatkoznak. A talajok átlagában a második és harmadik vágáskor a növények N-felvételében a DAP+K és az ammónium-nitrátból származó N-részaránya közel azonos - 23,5-24,7 %, illetve 13,0-13,7 %, míg a MAP+K-kezelésben ennek az értéknek a fele, amely arányos az adott ^{15}N -mennyiséggel. Ugyanakkor az adatok azt is mutatják, hogy a N-vegyületek hatékonysága az egyes talajokon eltérő - például meszes homokon a DAP-részaránya a N-hozamban - feltehetően a N-vesztés miatt - nem éri el az ammónium-nitrát hatására kapott értékeket.

Az első vágású növényeknél a talajok átlagában a MAP-ból származó N-mennyiség 8,8 mg (7. táblázat). Azonos N-adag mellett a diammónium-foszfátból 15,1 mg, míg az ammónium-nitrátból 20,8 mg nitrogén származott a talajba adott vegyületből. Réti szolonyecen és réti talajon a diammónium-foszfátból és az ammónium-nitrátból közel azonos mennyiséget - 19,0-21,0 mg - hasznosítottak a növények, míg a többi talajon az ammónium-nitrátból megbízhatóan több nitrogént vettek fel a növények. A különbség elsősorban a kedvezőtlen talajtulajdonságokkal (pH érték, CaCO_3 -tartalom stb.) rendelkező homoktalajon szembevetőd.

A második vágás során a N-vegyületekből származó N-mennyiség a kísérlet átlagában 7,7 mg/edény, míg a harmadik vágáskor a növények a kísérlet átlagában 4,3 mg trágya-nitrogént hasznosítottak. A talajok, illetve a N-források átlagában megadott értékek arra utalnak, hogy az utóhatás kisebb mértékű, de tendenciájában megegyező az első vágású növények trágya-N felvételének értékeivel. Az adatok azt is mutatják, hogy az eltérő tulajdonságú talajok nagymértékben befolyásolhatják a N-vegyületek hatását.

A három vágás összesített eredményeiből megállapítható, hogy a kísérlet átlagában a növények a ^{15}N -jelzett vegyületekből edényenként 26,9 mg nitrogént

7. táblázat
A növény által felvett trágya ^{15}N mennyiség, mg N/edény

(1) Kezelés	(2) Talajok						(3) Átlag	(4) SzD _{5%}
	A	B	C	D	E	F		
<i>A. I. vágás</i>								
2. MAP+K	6,9	8,1	11,2	8,7	10,5	7,4	8,8	0,66
3. DAP+K	5,6	7,5	21,5	19,6	17,2	19,1	15,1	
4. NPK	17,2	24,9	21,3	20,9	21,0	19,4	20,8	
a) Átlag	9,9	13,5	17,7	16,4	16,2	15,3	14,9	
b) SzD _{5%}	0,93							
c) SzD _{5%}	(Bármely két kezelés között) 1,61							
<i>B. II. vágás</i>								
2. MAP+K	2,8	3,9	7,7	8,9	5,0	4,0	5,4	0,73
3. DAP+K	5,1	9,7	0,2	7,7	13,9	8,7	7,5	
4. NPK	11,6	9,7	4,6	10,9	13,8	10,2	10,1	
a) Átlag	6,5	7,8	4,1	9,2	10,9	7,6	7,7	
b) SzD _{5%}	1,04							
c) SzD _{5%}	(Bármely két kezelés között) 1,79							
<i>C. III. vágás</i>								
2. MAP+K	2,2	2,6	3,0	2,9	2,4	4,0	2,9	0,53
3. DAP+K	3,9	6,2	4,1	4,0	5,3	5,2	4,8	
4. NPK	6,6	4,8	5,3	5,7	5,0	4,8	5,4	
a) Átlag	4,2	4,5	4,1	4,2	4,3	4,7	4,3	
b) SzD _{5%}	0,75							
c) SzD _{5%}	(Bármely két kezelés között) 1,29							
<i>D. I-III. vágás</i>								
2. MAP+K	11,9	14,6	21,9	20,5	17,9	15,4	17,0	0,64
3. DAP+K	14,6	23,4	25,9	31,3	36,4	33,0	27,4	
4. NPK	35,4	39,4	31,2	37,5	39,8	34,4	36,2	
a) Átlag	20,6	25,8	26,3	29,7	31,4	27,6	26,9	
b) SzD _{5%}	0,91							
c) SzD _{5%}	(K+T) 1,56							

vettek fel. A kezelésként megmutatkozó különbség részben az eltérő N-adaggal - 2. kezelés, amelyről már korábban is szó volt - részben a diammonium-foszfát és az ammónium-nitrát - 3. és 4. kezelés - eltérő hatásával magyarázható a vizsgált talajokon. A MAP hatását külön értékelve megállapítható, hogy a két homoktalajon 11,9-14,6 mg nitrogént vettek fel a növények. A réti szolonyecen és a mészlepedékes csernozjom talajon ez az érték 15,4-17,9 mg volt, míg a réti és a Ramann-féle barna erdőtalajon meghaladta a 20 mg-ot.

Azonos N-szinten különbség mutatható ki a diammónium-foszfátból és az ammónium-nitrátból származó N-mennyiségek tekintetében. A kísérlet átlagában a diammónium-foszfátból 27,4 mg, míg az ammónium-nitrátból 36,2 mg nitrogént vettek fel a növények. Az átlagtól való eltérés a DAP esetében - talajtól függően - jelentős. Karbonátos homoktalajon, feltehetően az NH₃-veszteség miatt mindössze 14,6 mg nitrogént vettek fel a növények. A kovárványos barna erdőtalajon és a réti talajon ez az érték 23,4-25,9 mg, míg a három másik talajon 30 mg-ot meghaladó N-mennyiséget hasznosítottak a növények a trágyából.

Mint a táblázat adataiból is kitűnik, a N-források közül a legtöbb nitrogént (31,2-39,8 mg) az ammónium-nitrátból vették fel a növények, a talajoktól függően csak kisebb eltérést mutatva.

8. táblázat
A ¹⁵N-műtrágyák hasznosulása, %

(1) Kezelés (K)	(2) Talajok (T)						(3) Átlag	(4) SzD _{5%}
	A	B	C	D	E	F		
2. MAP+K								
I.	17,34	20,53	28,27	22,04	26,49	18,80	22,2	
II.	7,05	9,92	19,41	22,51	12,61	10,11	13,6	
III.	5,48	6,55	7,57	7,41	6,18	10,07	7,2	
a) Összesen	29,87	37,00	55,25	51,96	45,28	38,98	43,0	
3. DAP+K								
I.	7,15	9,49	27,22	24,85	21,77	24,18	19,1	
II.	6,43	12,37	0,20	9,78	17,62	11,04	9,5	
III.	5,00	7,91	5,23	5,05	6,76	6,65	6,1	
a) Összesen	18,58	29,77	32,65	39,68	46,15	41,87	34,7	
4. NPK								
I.	21,81	31,61	26,96	26,46	26,58	24,62	26,3	
II.	14,66	12,31	5,82	13,85	17,52	12,99	12,9	
III.	8,38	6,06	6,72	7,28	6,37	6,09	6,8	
a) Összesen	44,85	49,98	39,50	47,59	50,47	43,70	46,0	
<i>A- I-III. vágás összesen</i>								
2. MAP+K	29,87	37,00	55,25	51,96	45,28	38,98	43,0	0,98
3. DAP+K	18,58	29,77	32,65	39,68	46,15	41,87	34,7	
4. NPK	44,85	49,98	39,50	47,59	50,47	43,70	46,0	
b) Átlag	31,10	38,92	42,40	46,41	47,30	41,52	41,2	
c) SZD _{5%}							1,39	
d) SZD _{5%}	(K+T)						2,38	

A ^{15}N -jelzett vegyületek alkalmazása lehetővé tette a növények által felvett trágya-N mennyiségének meghatározását. Ha a három N-forrásból származó N-mennyiségeket a talajba adott ^{15}N -jelzett vegyületek N hatóanyagának %-ában fejezzük ki, hasznos információkat kaphatunk a műtrágyák N-hatóanyagának hasznosulására eltérő tulajdonságú talajokon (8. táblázat). Az adatokból kitűnik, hogy a kísérlet átlagában a talajba adott N-vegyületek hatóanyaga 41,2 %-ban hasznosult. A monoammónium-foszfát a talajok átlagában a 3 vágás adatainak együttes értékelése alapján 43,0 %-ban, a diammónium-foszfát nitrogénje 34,7 %-ban, míg az ammónium-nitrát nitrogénje 46,0 %-ban hasznosult. A legnagyobb értékeket a növények első vágásánál kaptuk: a N-forrásoktól függően a talajok átlagában 22,2-19,1, illetve 26,3 %. A második és harmadik növedék esetében, utóhatást mérve ez az érték 13,6-9,5-12,9 %, illetve 7,2-6,1-6,8 %-ra csökkent. Az adatok azt is bizonyítják, hogy az adott körülmények között a növények a legnagyobb mértékben az ammónium-nitrát nitrogénjét hasznosították. Közel azonos értékeket kaptunk a monoammónium-foszfát esetében is. A diammónium-foszfát kezelésben megmutatkozó kisebb hatékonyság részben magyarázható a két homoktalajon, feltehetően a N-veszteséggel összefüggő alacsonyabb hasznosulási értékkel, illetve a hosszúhátú réti talajon a második vágású növények szinte elhanyagolható értékével.

Az ammónium-nitrát hatása a kísérletben felhasznált hat talajon kiegyenlített volt. A monoammónium- és a diammónium-foszfát hatása meszes homokon volt a legkisebb, amelyet az alacsony hasznosulási érték is igazol.

Összefoglalás

A mono- és diammónium-foszfát (MAP és DAP) N-tápelem hatékonyságának vizsgálatára hat eltérő tulajdonságú talajjal mikrotenyészedény-kísérletet végeztünk angolperje teszt növényvel. A kísérletben ^{15}N stabil izotóppal jelzett mono- és diammónium-foszfátot, illetve ammónium-nitrátot használtunk.

A kísérlet eredményei rámutatnak, hogy a kontrollnövények száraz súlya csekély, talajtól függően eltérő, amely a talajok természetes tápanyag-szolgáltatásával és a növények eltérő, a talajtulajdonságokkal összefüggő fejlődési ütemével magyarázható. A kezelések hatására a növények szárazanyag-hozama - a kontrollhoz viszonyítva - többszörösére növekedett. Az adott körülmények között a mono- és a diammónium-foszfát hatására megmutatkozó szárazanyag-mennyiség valamennyi vizsgált talajon szignifikánsan kisebb az ammónium-nitrát+PK kezelés hatására kapott értéknél, míg a MAP és a DAP hatása - egy esetet kivéve - közel azonosnak mondható.

A trágyázásban nem részesült növények N-, P- és K-tartalma a vágások számával csökkent. A kezelések hatására valamennyi esetben jelentősen nőtt a növények N-, P- és K-koncentrációja, amelynek a vágások számával megmutatkozó csökkenése a kontrollhoz viszonyítva kisebb mértékű. A kontrollnövények által felvett N-mennyiségekhez viszonyítva a kezelések hatására az esetek

többségében közel 20-szorosára nőtt a felvett N-mennyiség. A MAP és a DAP hatása között mindössze egy esetben - az őrbottyáni karbonátos homokon - feltehetően az NH_3 -veszteség miatt - mutatkozott megbízható különbség a MAP javára, míg a többi vizsgált talajon a N-felvétel tekintetében azonos hatásúnak bizonyultak, míg az ammónium-nitrát+PK kezelésben szignifikánsan több nitrogént vettek fel a növények.

A nitrogénhez hasonló nagymértékű trágyahatás mutatkozott az angolperje foszfor- és káliumfelvételében is.

Első vágáskor a kísérlet átlagában a növények által felvett összes N-mennyiségnek 67,0 %-a származott jelzett vegyületekből. A kezelések közötti különbségek valamennyi esetben szignifikánsak. A vágások számának növekedésével a ^{15}N -vegyületekből származó N a felvett nitrogénhez viszonyítva csökken. A növények N-felvételében a DAP+K és az ammónium-nitrát+PK kezeléseknél a vegyületekből származó N részaránya közel azonos, míg a MAP+K kezelésben ennek az értéknek a fele, amely arányos az adott ^{15}N -mennyiséggel.

A kísérlet átlagában a növények a ^{15}N -jelzett vegyületekből edényenként 26,9 mg nitrogént vettek fel. A vizsgált talajokon kezelésenként megmutatkozó különbség részben az eltérő N-adaggal, részben a DAP és az ammónium-nitrát eltérő hatásával magyarázható. Az átlagtól való eltérés a DAP esetében talajtól függően jelentős, míg az ammónium-nitrátnál ez az eltérés csak kisebb mértékű.

A talajba adott N-vegyületek hatóanyaga a kísérlet átlagában 41,2 %-ban hasznosult. A legnagyobb értékeket a növények első vágásánál mértük, a második és a harmadik növedék esetében, utóhatást mérve kisebb értékeket kaptunk.

Az adott körülmények között a legjobban az ammónium-nitrát nitrogénjét hasznosították a növények. Közel azonos értékeket kaptunk a MAP esetében is. A DAP-kezelésekben megmutatkozó kisebb hatékonyság elsősorban a két homoktalajon, feltehetően a N-veszteséggel összefüggő alacsonyabb hasznosulási értékkel magyarázható.

Irodalom

- ALMÁSSY GY., MÁTÉ F. & ZÁDOR GY., 1968. Műtrágyák. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- BARTOS, J. M. et al., 1991. Availability of phosphorus in the water-insoluble fraction of monoammonium-phosphate fertilizers. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **55**. 539-543.
- COOKE, G. W., 1965. Trágyázás és jövedelmező gazdálkodás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- CREAMER, F. L. & FOX, R. H., 1980. The toxicity of banded urea or diammonium-phosphate to corn as influenced by soil temperature, moisture and pH. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **44**. 296-300.
- DEBRECZENI B. & DEBRECZENI B-NÉ, 1960. Összehasonlító kísérletek különböző egyszerű és kombinált műtrágyákkal. *Agrokémia és Talajtan.* **9**. 291-306.

- DEBRECZENI B., 1979. Kis agrokémiai útmutató. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- HUNDAL, H. S. & SEKHON, G. S., 1976. Comparative effectiveness of nitric phosphates as a source of fertilizer phosphorus to Berseem (*Trifolium alexandrium*). *J. Indian Soc. Soil Sci.* **24**. 73-77.
- LU, D. Q. et al., 1987. Evaluation of short-term efficiency of diammonium-phosphate versus urea plus single superphosphate on a calcareous soil. *Agronomy Journal*. **79**. 896-900.
- PETERBURGSZIKIJ, A.V. & VEREJKINA, JU. V., 1960. Prosztie i szlozsnie udobrenija dlja ovoscnych kultur. *Dokladi TSzA Vip.* **57**. 125-131.
- PREEZ, C. C. DU. & BURGER, R. DU, T., 1986. A proposed mechanism for the volatilization of ammonia from fertilized neutral to alkaline soils. *Soils and Fertilizers*. **49**. 841-849.
- PREEZ, C. C. & BURGER, R. DU. T., 1988. Ammonia losses from ammonium-containing and forming fertilizers after surface application at different rates on alkaline soils. *Fertilizer Research*. **15**. 71-78.
- SPRATT, E. D., 1973. The effect of ammonium and urea phosphates with and without a nitrification inhibitor on growth and nutrient uptake of wheat. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **37**. 259-263.
- STUMPE, J. M. & ABDEL MONEM, M. A. S., 1986. Greenhouse evaluation on the effect of topsoil moisture and simulated rainfall on the volatilization from surface-applied urea, diammonium-phosphate and potassium nitrate. *Fertilizer Research* **9**. 229-239.
- TISDALE, S. L. & NELSON, W. L., 1966. A talaj termékenység és a trágyázás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- WALLEJO, A. et al., 1993. Nitrogen availability of soluble and slow release nitrogen fertilizers as assessed by electroultrafiltration. *Fertilizer Research*. **34**. 121-126.

Érkezett: 1995. január 25.

Studies on the Effect of Monoammonium (MAP) and Diammonium Phosphate (DAP) in a Micro-pot Experiment Using ^{15}N Stable Isotope Labelling. 1. Effect of MAP and DAP on the Dry Matter Yield and Nutrient Uptake of Ryegrass

I. LATKOVICS

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the HAS, Budapest

Summary

Mono- (MAP) and diammonium phosphate (DAP) labelled with stable ^{15}N isotope and ammonium nitrate were applied in a micro-pot experiment set up on six different soils, with ryegrass as the test plant.

With the exception of the control, each pot was supplied with 200 mg K_2O and P_2O_5 nutrients. At the beginning of the experiment 39.6 mg ^{15}N was applied in the case of monoammonium phosphate and 78.84 mg in the diammonium phosphate and NPK (ammonium nitrate) treatments. After the first cut the N rates were supplemented to 150 mg N/pot in all treatments using unlabelled ammonium nitrate; after the second cut a further 50 mg N/pot was supplied. A uniform N supply of 200 mg N/pot was thus provided in the course of the experiment.

The dry weight of the control plants was very low, though it varied with the soils. As the result of the treatments the dry matter yield of the plants became many times greater than the control. The dry matter increase obtained as the result of applying MAP and DAP was significantly smaller on all the soils examined than that recorded in the case of ammonium nitrate + PK.

The N, P and K contents of the control plants decreased with the number of cuts. As the result of the treatments there was a substantial rise in the N, P and K concentrations of the plants in every case; the reduction with the number of cuts was less pronounced than in the control. The treated plants took up almost 20-times as much N as the control plants. Only in one case, on calcareous sand at Órbottyán, was there a significant difference between the effects of MAP and DAP, in favour of MAP. The plants took up significantly more N in the ammonium nitrate + PK treatment. Similarly large fertilizer effects were observed in the P and K uptakes of ryegrass.

At the first cut, over the average of the experiments, 67.0% of the total N uptake of the plants originated from labelled compounds. The differences between the treatments were significant in every case. With an increase in the number of cuts the proportion of N uptake arising from ^{15}N compounds decreased. The proportion of N taken up by the plants in the DAP+K and ammonium nitrate+PK treatments from these compounds was much the same, while only half as much was taken up in the MAP+K treatment.

Averaged over the experiment, 41.2% of the active agents of the N compounds applied to the soil was utilized. The highest values were recorded at the first cut, with lower figures for the second and third growth. The plants made the best use of nitrogen from ammonium nitrate. Similar values were obtained in the case of MAP, while lower efficiency was exhibited in the DAP treatments.

Table 1. Agrochemical properties of the soils used in the experiment. (1) Soil. A. Calcareous sand, Órbottyán. B. Sandy brown forest soil with thin interstratified layers of colloid and sesquioxide accumulation, Nyírlugos. C. Meadow soil, Hosszúhát. D. Ramann brown forest soil, Keszthely. E. Pseudomyceliar (calcareous) chernozem, Iregszemcse. F. Meadow solonetz, Hajdúböszörmény. (2) Sediment. (3) Total N, mg/100 g soil. (4) Mineral N, mg/100 g soil. (5) Bound $\text{NH}_4\text{-N}$, mg/100 g soil.

Table 2. Dry matter yield of ryegrass, g/pot (total of 3 cuts). (1) Treatment. a) and (3) Mean; b) and (4) $\text{LSD}_{5\%}$; c) $\text{LSD}_{5\%}$ between any two treatments. (2) Soils. A-F: see Table 1.

Table 3. Changes in the N, P and K concentrations of ryegrass as the result of the treatments. (1) Treatment. (2) Cut. (3) Soils. A-F: see Table 1.

Table 4. N yield of ryegrass, mg N/pot (3 cuts). (1) Treatment. a)-c): see Table 1. (2) Soils. (3) Mean. (4) $\text{LSD}_{5\%}$. A-F: see Table 1.

Table 5. P and K uptake of ryegrass, mg/pot (3 cuts). (1)-(4): see Table 4.

Table 6. N quantities arising from N compounds labelled with ^{15}N , %. (1)-(4): see Table 4. A. 1st cut. B. 2nd cut. C. 3rd cut.

Table 7. Quantity of fertilizer ^{15}N taken up by the plants, mg N/pot. (1)-(4): see Table 4. A. 1st cut. B. 2nd cut. C. 3rd cut. D. Total for cuts 1-3.

Table 8. Utilization of ^{15}N fertilizers, %. (1) Treatment. a) Total; b) and (3) Mean; c) and (4) $\text{LSD}_{5\%}$; d) $\text{LSD}_{5\%}$ between any two treatments. (2) Soils. A-F: see Table 1.

Fig. 1. Dry matter yields of ryegrass per cut. a) 1st cut, b) 2nd cut, c) 3rd cut. A. Calcareous sand, Órbottyán. B. Sandy brown forest soil with thin interstratified layers of colloid and sesquioxide accumulation, Nyírlugos. C. Meadow soil, Hosszúhát. D. Ramann brown forest soil, Keszthely. E. Pseudomyceliar (calcareous) chernozem, Iregszemcse. F. Meadow solonetz, Hajdúböszörmény. Treatments: 1. Control. 2. MAP +K. 3. DAP+K. 4. NPK.