

Az olaszperje (*Lolium multiflorum* Lam.) tápelemfelvételének vizsgálata műtrágyázási tartamkísérletben

KÁDÁR IMRE

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest

Előző közleményünk (KÁDÁR & SCHILL, 2004) taglalta az eltérő N-, P- és K-ellátottsági szintek és kombinációik hatását az olaszperje 1. és 2. évi fejlődésére, termésére, takarmányértékére, valamint a talaj oldható elemkészletére. Jelen munkánkban a növényi összetétel változásait kísérfjük figyelemmel. Bemutatjuk az 1 t légszáraz szénatermés előállításához szükséges makro- és mikroelemkészletet, valamint azokat az optimum koncentrációkat, melyek a növény tápláltsági állapotának kontrolljául szolgálhatnak.

BERGMANN (1992) a *Lolium* fajok virágzáskori föld feletti hajtásának optimális koncentrációit az alábbiakban adja meg: 3,0–4,2% N, 0,35–0,50% P, 2,5–3,5% K, 0,6–1,2% Ca, 0,2–0,5% Mg, 6–12 mg/kg B és Cu, 20–50 mg/kg Zn, 40–100 mg/kg Mn, 0,15–0,50 mg/kg Mo a szárazanyagban. Megemlítjük, hogy a hazai szaktanácsadás számára összeállított, „Állókultúrák és szántóföldi növények mintavételi módszer” című MÉM NAK kiadvány (ELEK & KÁDÁR, 1980) csak a réti füvekre közöl átlagos növényi optimumokat, melyek az 1. virágzáskori állapotra adnak útmutatást. Az olaszperjére nincs hasonló közlés a hazai szakirodalomban, e növény tápelemigényét és -összetételét hazai szabadföldi kísérletekben átfogóan nem vizsgálták.

FLEMMING (1963) az olaszperje széna átlagos összetételére is közöl adatokat. A szerző szerint a N, K, Ca, P, Mg és Na 2,1%, 2,3%, 0,88%, 0,32%, 0,17% és 0,15% körül ingadozhat. Ami a mikroelemeket illeti, a Fe 100, Mn 40, Zn 20, Cu 5–10, Mo 0,5 mg/kg koncentrációt mutathat a széna szárazanyagában.

VOISIN (1965) arra hívja fel a figyelmet, hogy a szakszerűtlen trágyázás drasztikusan megváltoztathatja a takarmányfüvek összetételét és veszélyeztetheti az állatok, sőt az ember egészségét. Különösen a talajra gyakorolt hosszú távú hatásokat kell komolyan venni és a takarmányvizsgálatokat rendszeressé kell tenni. A kiegyensúlyozott tápláltság ellenőrizhető talaj- és növényvizsgálatokkal, amennyiben ezt megelőzően trágyázási tartamkísérletekben az optimumokat megállapítottuk.

FINCK (1982) szerint megközelítően hasonló a növényi és állati optimum a P, S, Ca és Mg elemek tekintetében. A takarmányok Na-, Cl- (kivéve a szikes legelők), és részben a Mn-, Zn- és Cu-készlete általában nem elégíti ki az állatok elemigényét. Ugyanakkor a K-, B- és Mo-koncentráció a takarmányban esetenként meghaladhatja az állatok szükségletét, ezért nem szabad növényeinket az optimum fölé trágyázni. A tejelő tehenek ásványi igényét pl. 12 kg/nap tömegtakarmány szárazanyag felvételénél a 0,3–0,4% P, 0,13–0,18% Mg és Na, 0,5–0,7% Ca, 50–60 mg/kg Fe és Mn, 30–50 mg/kg Zn, 8–10 mg/kg Cu, 0,1–0,2 mg/kg körüli Mo, Co és Se összetétel fedezheti. Nemkívánatos a N-túlsúly a felhalmozódó NO₃-N, valamint a K-túlsúly az indukált Mg-hiány miatt, mely utóbbi a fűtetaniához vezethet. A Mo és Se 5–10 mg/kg koncentráció felett toxikusnak minősül.

Anyag és módszer

Az 1973 őszén az MTA TAKI Nagyhörcsöki Kísérleti Telepén beállított műtrágyázási tartamkísérlet termőhelyi jellemzését, az alkalmazott kezeléseket, a növényi sorrendet, az olaszperje-kísérletben (1998, 1999) végzett műveleteket és megfigyeléseket, a talaj- és növénymintavétel és elemzések módszereit a folyóirat jelen számában (291–304. oldal) megjelenő közleményünk (KÁDÁR & SCHILL, 2003) ismerteti.

Eredmények

A kedvező csapadékviszonyok eredményeképpen nagy zöld- és légszáraz tömeget takarítottunk be kaszálásonként virágzáskor. Amint az 1. táblázatban látható, N-trágyázás nélkül a 2. évben a szénahozam már mintegy ¼-ére csökkent. A légszáraz anyag %-a a növény korával nőtt, ill. a N-trágyázás nyomán mérséklődött, ellensúlyozva némileg az állomány elöregedését. K-hatások érdemben nem jelentkeztek, míg a P-trágyázás az 1. évben virágzás idején 20–24% terméstöbbletet adott. A 2. évben már csak a N-hatások domináltak. Az olaszperje kielégítette a P és K elemek iránti igényét ezen a foszforral gyengén, káliummal közepesen ellátott vályog termőhelyen P- és K-trágyázás nélkül is.

A növény korával általában csökkent a nitrogén, kalcium, magnézium és kén átlagos koncentrációja, a N-trágyázással viszont nőtt. Ez alól kivételt a 2. évben a S %-a jelentett, mely igazolhatóan mérséklődött, hígult a nagyobb termést produkáló N-kezelésekben. BARCSÁK (1999) szerint a toxikus NO₃-N szintjét eltérően ítélik meg. Egyes államokban 0,4–0,7%-ot is engedélyeznek. Hazánkban 0,25% a megengedett takarmányokban. A 2. táblázat adatai szerint a 200 kg N/ha/év adagnál már a NO₃-N %-a a hazai határértéket túllépheti. A nitrát-tarték-tápanyagnak minősül a növényben, ezért a bőséges N-trágyázással kon-

1. táblázat

A N-ellátottsági szintek hatása az olaszperje termésére és légszáraz anyag %-ára virágzaskor (a: 1998. július 16-án, b: 1999. június 10-én) és éréskor (1999. július 12-én) (Karbonátos csernozjom talaj, Nagyhöresök)

(1) Vizsgálat fenofázisa	(2) N-trágyázás, kg N/ha/év				(3) SzD _{5%}	(4) Átlag
	0	100	200	300		
<i>A. Zöld tömeg, t/ha</i>						
a) Virágzás	20	31	35	36	3	30
b) Virágzás	8	30	41	38	5	29
c) Érés	3	11	12	14	2	10
<i>B. Légszáraz anyag, %</i>						
a) Virágzás	22	18	18	18	1	19
b) Virágzás	34	33	28	25	3	30
c) Érés	50	42	38	35	4	41
<i>C. Légszáraz tömeg (széna), t/ha</i>						
a) Virágzás	4,3	5,6	6,3	6,4	0,4	5,6
b) Virágzás	2,6	10,0	11,0	9,6	1,5	8,3
c) Érés	1,5	4,8	4,5	4,6	0,6	3,8

Megjegyzés: Az 1. évben virágzaskor a P-trágyázás 20–24% terméstöbbletet adott

centrációja nagyságrenddel nőhet. A nitráttáplálás elősegítette a Ca- és Mg-kationok beépülését is a növényi szövetekbe.

A N-túlsúly nyomán javult a foszfor beépülése mindkét évben virágzás idején. Éréskor viszont a hígulási effektus dominált. A nátrium látványosan akkumulálódott a N-dús növényben, különösen a 2. évben virágzás idején, amikor a koncentrációja a kontrollon mértnek 22-szeresére ugrott. Mérsékeltén nőtt a Mn- és Sr-tartalom mindhárom időpontban a N-kínálattal. Ki kell emelni a réz növekvő akkumulációját N-trágyázás hatására. A N-kontroll talajon fejlődött állomány ugyanis rézzel gyengén ellátottnak minősülhet, az optimális tartomány 5–10 mg/kg között alakul a takarmányokban irodalmi források szerint (BERGMANN, 1992). A P, Na, Mn, Sr és Cu elemek változásáról a 2. táblázat eredményei tájékoztatnak.

A talaj P-kínálatával átlagosan mintegy 50%-kal nőtt a P-tartalom, mérsékeltén és részben igazolhatóan a nátrium koncentrációja is. Kismértékben hasonlóképpen javult a mangán beépülése a növényekbe. A Sr-mennyiség mindhárom vizsgálat idején közel kétszeresére emelkedett a P-túlsúly nyomán, mely az alkalmazott szuperfoszfát 1–2%-ot elérő Sr-készletére vezethető vissza. A P-Zn antagonizmus eredményeképpen csökkent a növények Zn-készlete a Zn elemmel amúgy is gyengén ellátott termőhelyen (3. táblázat).

A növényi Zn-állapot megítéléséhez figyelembe kell venni, hogy irodalmi adatok szerint a zöld növényi részek 20–50 mg/kg Zn-koncentráció esetén tekinthetők megfelelően ellátottnak, amikor a P/Zn hányadosa 70–150 között

2. táblázat
A N-ellátottsági szintek hatása az olaszperje elemösszetételére
(Karbonátos csernozjom talaj, Nagyhörösök)

(1) Vizsgálat fenofázisa	(2) N-trágyázás, kg N/ha/év				(3) SzD _{5%}	(4) Átlag
	0	100	200	300		
	<i>N, %</i>					
a) Virágzás (1998)	1,66	2,50	2,92	3,15	0,17	2,56
b) Virágzás (1999)	1,00	1,07	1,75	1,89	0,12	1,43
c) Érés (1999)	0,99	0,97	1,46	1,62	0,16	1,26
	<i>NO₃-N, %</i>					
a) Virágzás (1998)	0,05	0,19	0,33	0,43	0,02	0,25
b) Virágzás (1999)	0,07	0,07	0,31	0,44	0,04	0,22
c) Érés (1999)	0,02	0,03	0,23	0,34	0,03	0,16
	<i>Ca, %</i>					
a) Virágzás (1998)	0,59	0,61	0,69	0,72	0,04	0,65
b) Virágzás (1999)	0,34	0,33	0,48	0,51	0,05	0,42
c) Érés (1999)	0,36	0,36	0,41	0,46	0,05	0,40
	<i>Mg, %</i>					
a) Virágzás (1998)	0,17	0,22	0,25	0,25	0,02	0,22
b) Virágzás (1999)	0,11	0,09	0,14	0,15	0,02	0,12
c) Érés (1999)	0,11	0,08	0,11	0,12	0,02	0,10
	<i>S, %</i>					
a) Virágzás (1998)	0,19	0,21	0,22	0,21	0,01	0,20
b) Virágzás (1999)	0,21	0,12	0,14	0,14	0,03	0,15
c) Érés (1999)	0,20	0,12	0,15	0,15	0,02	0,16
	<i>P, %</i>					
a) Virágzás (1998)	0,17	0,17	0,18	0,19	0,02	0,18
b) Virágzás (1999)	0,11	0,15	0,18	0,18	0,03	0,15
c) Érés (1999)	0,22	0,11	0,11	0,12	0,03	0,14
	<i>Na, mg/kg</i>					
a) Virágzás (1998)	239	840	812	686	126	644
b) Virágzás (1999)	28	196	580	621	147	356
c) Érés (1999)	52	166	322	398	82	234
	<i>Mn, mg/kg</i>					
a) Virágzás (1998)	89	99	109	117	5	104
b) Virágzás (1999)	67	86	116	119	6	97
c) Érés (1999)	79	106	113	123	13	105
	<i>Sr, mg/kg</i>					
a) Virágzás (1998)	21	22	24	24	2	23
b) Virágzás (1999)	13	12	16	17	2	15
c) Érés (1999)	14	14	15	16	2	15
	<i>Cu, mg/kg</i>					
a) Virágzás (1998)	5	7	8	9	1	8
b) Virágzás (1999)	2	3	5	5	1	4
c) Érés (1999)	3	3	4	5	1	4

3. táblázat
A P-ellátottsági szintek hatása az olaszperje elemösszetételére
(Karbonátos csernozjom talaj, Nagyhörcsök)

(1) Vizsgálat fenofázisa	(2) Ammónium-laktát- (AL-) oldható P ₂ O ₅ , mg/kg				(3) SzD ₉₅	(4) Átlag
	78	107	173	262		
	<i>P, %</i>					
a) Virágzás (1998)	0,14	0,17	0,19	0,22	0,02	0,18
b) Virágzás (1999)	0,11	0,15	0,18	0,18	0,03	0,15
c) Érés (1999)	0,11	0,13	0,17	0,16	0,03	0,14
	<i>Na, mg/kg</i>					
a) Virágzás (1998)	508	723	616	730	126	644
b) Virágzás (1999)	273	368	379	404	147	356
c) Érés (1999)	227	241	239	230	82	234
	<i>Mn, mg/kg</i>					
a) Virágzás (1998)	98	102	102	111	5	104
b) Virágzás (1999)	92	97	98	102	6	97
c) Érés (1999)	101	106	103	110	6	105
	<i>Sr, mg/kg</i>					
a) Virágzás (1998)	16	21	25	29	2	23
b) Virágzás (1999)	9	13	17	19	2	15
c) Érés (1999)	10	14	17	19	2	15
	<i>Zn, mg/kg</i>					
a) Virágzás (1998)	17	16	15	14	3	15
b) Virágzás (1999)	10	9	9	7	3	9
c) Érés (1999)	12	10	10	9	2	10

Megjegyzés: Virágzás: a: 1998. július 16-án, b: 1999. június 10-én; Érés: 1999. július 12-én. Egyéb elemek átlagosan: Fe: 60–120, Al: 40–90, Mo és Se: 0,7–1,2, Ni: 0,5–0,6, Cr és Co: 0,1 mg/kg körül. Az As, Hg és Pb a 0,1 mg/kg kimutatási határ alatt maradt

alakul. Esetünkben nemcsak az abszolút Zn-koncentráció alacsony, hanem a P/Zn aránya is eltolódott és másodlagos Zn-hiányra utalhat. Így pl. a P-kontroll-parcellákon a P/Zn aránya még a 82–110 közötti tartományban van, a 262 mg AL-P₂O₅/kg ellátottságú talajon 157–257 közötti hányadost mutat. Megemlíthető még, hogy az egyes fenofázisokban – a kezelésektől függetlenül – a Fe átlagosan 60–120, Al 40–90, Mo és Se 0,5–1,0, Ni 0,5–0,6, Cr és Co 0,1 mg/kg koncentrációt mutatott. Az As, Hg, Pb 0,1 mg/kg kimutathatósági határ alatt maradt (3. táblázat).

Bár a talaj K-kínálata a termés tömegét nem befolyásolta, a növényi összetételt számottevően módosította. Igazolhatóan és érdemben növelte a K %-át, valamint mérsékelten a Ba-koncentrációt. A többi vizsgált elem esetében kation-antagonizmus nyilvánult meg és mérséklődött a Ca-, Mg-, Na- és Sr-tartalom a növényi szövetekben. Bár a bór nem kationként viselkedik, a K–B

4. táblázat
A K-ellátottsági szintek hatása az olaszperje elemösszetételére
(Karbonátos csernozjom talaj, Nagyhörsök)

(1) Vizsgálat fenofázisa	(2) Ammónium-laktát- (AL-) oldható K ₂ O, mg/kg				(3) SzD _{5%}	(4) Átlag
	122	190	280	370		
	<i>K, %</i>					
a) Virágzás (1998)	2,40	2,87	3,40	3,68	0,18	3,09
b) Virágzás (1999)	1,62	1,80	2,02	2,17	0,14	1,90
c) Érés (1999)	1,31	1,46	1,55	1,70	0,13	1,50
	<i>Ca, %</i>					
a) Virágzás (1998)	0,72	0,67	0,63	0,58	0,04	0,65
b) Virágzás (1999)	0,47	0,43	0,40	0,36	0,05	0,42
c) Érés (1999)	0,42	0,40	0,38	0,38	0,05	0,40
	<i>Mg, %</i>					
a) Virágzás (1998)	0,25	0,23	0,21	0,20	0,02	0,22
b) Virágzás (1999)	0,14	0,13	0,12	0,11	0,02	0,12
c) Érés (1999)	0,11	0,11	0,10	0,10	0,02	0,10
	<i>Na, mg/kg</i>					
a) Virágzás (1998)	744	728	594	510	126	644
b) Virágzás (1999)	504	493	286	142	147	356
c) Érés (1999)	329	305	181	122	82	234
	<i>Sr, mg/kg</i>					
a) Virágzás (1998)	25	23	22	21	3	23
b) Virágzás (1999)	16	15	14	13	2	15
c) Érés (1999)	15	15	15	14	2	15
	<i>Ba, mg/kg</i>					
a) Virágzás (1998)	8	8	9	10	1	9
b) Virágzás (1999)	9	10	11	12	3	10
c) Érés (1999)	12	12	15	16	2	14
	<i>B, mg/kg</i>					
a) Virágzás (1998)	5,3	5,3	5,1	4,9	0,3	5,2
b) Virágzás (1999)	3,8	3,3	3,2	2,9	0,5	3,3
c) Érés (1999)	3,2	3,4	3,5	3,2	0,3	3,3

Megjegyzés: Virágzás: a: 1998. július 16-án, b: 1999. június 10-én; Érés: 1999. július 12-én

antagonizmus szintén ismert jelenség, melynek eredményeképpen a B-mennyiség mérséklődött a virágzaskori hajtásban mindkét évben. Éréskor változás már nem figyelhető meg a B-tartalomban (4. táblázat).

Az 5. táblázatban összefoglaltuk az 1. és a 2. évben virágzás idején mért minimum és maximum koncentrációkat és javaslatot dolgoztunk ki az olaszperje tápláltsági állapotának megítélésére a föld feletti hajtás elemösszetétele, valamint irodalmi adatok alapján. A BERGMANN (1992) által közölt optimumok

iránymutató jelleggel elfogadhatók az 1. kaszálás tápláltsági állapotának becslésére. Nincs közlés viszont a 2. évi, 2. kaszálás összetételére, mely lényegesen alacsonyabb elemkoncentrációkat mutat a 6 makroelem tekintetében. A bemu-

5. táblázat

Az olaszperje kielégítő tápelem-ellátottságának megítélése virágzáskor növényanalízissel (Karbonátos csernozjom talaj, Nagyhöresök)

(1) Elem jele és mértékegysége		(2) 1. évben mért min.–max.	(3) Javasolt optimum*	(4) 2. évben mért min.–max.	(5) Javasolt 2. évi optimum*
K	%	2,40 – 4,20	2,50 – 3,50	1,60 – 2,50	1,50 – 2,50
N	%	1,70 – 3,50	2,50 – 3,50	1,00 – 2,00	1,50 – 2,50
Ca	%	0,50 – 0,80	0,50 – 1,00	0,30 – 0,60	0,30 – 0,60
Mg	%	0,17 – 0,25	0,20 – 0,30	0,08 – 0,18	0,10 – 0,20
S	%	0,17 – 0,22	0,15 – 0,30	0,11 – 0,21	0,10 – 0,20
P	%	0,15 – 0,25	0,15 – 0,30	0,08 – 0,24	0,10 – 0,20
Fe	mg/kg	100 – 150	100 – 150	50 – 100	50 – 100
Mn	mg/kg	90 – 130	50 – 100	60 – 120	50 – 100
Zn	mg/kg	12 – 20	20 – 50	6 – 12	15 – 30
Cu	mg/kg	5 – 9	5 – 10	2 – 6	5 – 10
B	mg/kg	5 – 6	5 – 10	3 – 6	5 – 10

* Saját és irodalmi adatok alapján javasolt optimum koncentrációk

6. táblázat

Az olaszperje elemfelvételének minimum–maximum értékei virágzásban és éréskor (Karbonátos csernozjom talaj, Nagyhöresök)

(1) Elem		(2) 1. év virágzásban		(3) 2. év virágzásban		(4) 2. év éréskor	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
K	kg/ha	91	294	40	300	22	77
N	kg/ha	65	245	25	240	15	75
Ca	kg/ha	19	56	8	72	5	21
Mg	kg/ha	7	18	2	22	2	6
P	kg/ha	6	18	3	29	3	6
S	kg/ha	6	15	2	25	3	7
Na	g/ha	874	5600	75	7200	78	1831
Fe	g/ha	380	1050	125	1200	201	616
Mn	g/ha	342	910	150	1440	118	566
Al	g/ha	190	700	75	600	120	368
Sr	g/ha	61	224	20	240	23	69
Zn	g/ha	46	140	15	144	15	46
Ba	g/ha	27	77	22	180	21	64
Cu	g/ha	19	63	5	72	5	23
B	g/ha	19	42	8	72	5	15

Megjegyzés: $K \times 1,20 = K_2O$; $Ca \times 1,40 = CaO$; $Mg \times 1,67 = MgO$; $P \times 2,29 = P_2O_5$

tatott határértékek útmutatást adhatnak a gyakorlati termesztés, ill. a trágyázási szaktanácsadás során.

Amint a 6. táblázatban látható, az olaszperje nagymennyiségű tápelemet képes a talajból felvenni, ha a talaj kínálata megfelelő és a csapadékellátás is kielégítő. A hektáronként kivont maximális mennyiségek az alábbiak adódtak: 240–245 kg N, 294–300 kg K (360 kg K_2O), 56–72 kg Ca (78–101 kg CaO), 18–22 kg Mg (30–37 kg MgO), 18–29 kg P (41–66 kg P_2O_5), 15–25 kg S. Emellett a Na 5,6–7,2 kg/ha, a Fe 1,0–1,2 kg/ha és Mn 0,9–1,4 kg/ha felvételt eredményezett a nagy termésekkel. Érés idejére a nagytömegű leszáradó és lehulló lombbal a felvett tápelemek nagyobb része, különösen az igen fejlett, sűrű, jól táplált állományban visszakerült a talajba, ill. talajra.

Az 1 t légszáraz szénatermés fajlagos elemigénye lényegesen eltért a talaj NPK-kínálata és az évek/kaszálások függvényében. Az 1. kaszálásnál az átlagos fajlagos elemtartalom az alábbiak szerint alakult: N: 26 kg, K: 30 kg (36 kg K_2O), Ca: 6 kg (8–9 kg CaO), Mg: 2 kg (3–4 kg MgO), P: 2 kg (4–5 kg P_2O_5). A 2. évben kisebb fajlagos értékek adódtak: N (átlagosan): 14 kg, K: 20 kg, Ca: 4 kg, Mg: 1,2 kg, P: 1,5 kg minden tonna légszáraz szénatermésben. A 7. táblá-

7. táblázat

Az olaszperje széna fajlagos elemigénye virágzáskor
(Karbonátos csernozjom talaj, Nagyhörsök)

(1) Elem jele, mértékegység	(2) 1. kaszálás, 1998. júl. 16-án			(6) 2. kaszálás, 1999. jún. 10-én		
	(3) Min.	(4) Max.	(5) Átlag	(3) Min.	(4) Max.	(5) Átlag
K kg/t	24	42	30	16	25	20
N kg/t	17	35	26	10	20	14
Ca kg/t	5	8	6	3	6	4
Mg kg/t	1,7	2,5	2,0	0,8	1,8	1,2
S kg/t	1,7	2,2	2,0	1,1	2,1	1,5
P kg/t	1,5	2,5	2,0	0,8	2,4	1,5
Na g/t	230	800	400	30	600	360
Fe g/t	100	150	100	50	100	70
Mn g/t	90	130	100	60	120	90
Al g/t	50	100	80	30	50	40
Sr g/t	16	32	20	8	20	15
Zn g/t	12	20	20	6	12	8
Ba g/t	7	11	9	9	15	12
Cu g/t	5	9	8	2	6	4
B g/t	5	6	5	3	6	4

Megjegyzés: $K \times 1,20 = K_2O$; $Ca \times 1,40 = CaO$; $Mg \times 1,67 = MgO$; $P \times 2,29 = P_2O_5$

A termőhely gyengén ellátott P és Zn, közepesen ellátott N, K, Cu és B, valamint kielégítően ellátott Ca, Mg, S, Na, Fe, Mn, Al, Sr és Ba elemekkel

zat lábjegyzetében a termőhely eredeti tápelem-ellátottságát is feltüntettük, mely segítheti az adatok értelmezését a szaktanácsadásban, a műtrágyaszükséglet becslése során.

Összefoglalás

Löszön kialakult karbonátos csernozjom vályogtalajon, egy műtrágyázási tartamkísérlet 25. (1998) és 26. (1999) évében vizsgáltuk az eltérő N-, P- és K-ellátottsági szintek és kombinációik hatását az olaszperje (Barmultra) termésére, elemösszetételére, fajlagos elemtartalmára és ellátottsági optimumaira. A termőhely talaja a szántott rétegben mintegy 3% humuszt, 5% CaCO_3 -ot és 20–22% agyagot tartalmazott; N és K elemekben közepesen, P és Zn elemekben gyengén ellátottnak minősült. A kísérlet $4\text{N} \times 4\text{P} \times 4\text{K} = 64$ kezelést $\times 2$ ismétlést = 128 parcellát foglalt magában. A talajvíz 13–15 m mélyen helyezkedik el, a terület aszályérzékeny. A vizsgált 1998. és 1999. években a lehullott csapadék mennyisége és eloszlása kedvező volt: 1998-ban 682 mm, 1999. első félévében 432 mm eső esett, mely a sokévi átlagot 20–30%-kal haladta meg.

Főbb eredményeink:

– Érdemi K-hatásokat nem kaptunk. A P-trágyázás az 1. évben 20–24% terméstöbbletet adott. A 2. évben már csak a N-hatások domináltak, nitrogén nélkül a termések mintegy 70–80%-kal csökkentek. Az olaszperje kielégítette P- és K-igényét trágyázás nélkül is ezen a foszforral gyengén, káliummal közepesen ellátott vályog termőhelyen hosszú tenyészideje alatt.

– A növény korával általában mérséklődött az elemek koncentrációja a növényi szövetekben. A N-bőség ezzel szemben hatott és javította a N, Ca, Mg, S, P, Na, Mn, Sr és Cu elemek beépülését. A 200 kg N/ha/év adagnál már a $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentráció a megengedett 0,25% koncentrációt túllépte. A talaj P-ellátottságának emelkedésével nőtt a P-, Na-, Mn- és Sr-, valamint a P–Zn antagonizmus nyomán mérséklődött a Zn-tartalom. A K-trágyázás antagonistá hatása nyilvánult meg a Ca-, Mg-, Na- és Sr-kationokkal, valamint a B-felvétellel szemben. Csupán a K és Ba akkumulációját serkentette.

– A növény tápláltsági állapotát a virágzáskor mért föld feletti hajtás elemkoncentrációi jellemezhetik. Az irodalomban közölt határértékek (BERGMANN, 1992) az 1. kaszálás idején iránymutatónak szolgálhatnak a szaktanácsadás számára. Adataink alapján ezeket a határkoncentrációkat finomítottuk és a 2. év, ill. kaszálás viszonyaira is megállapítottuk. Utóbbiak a makroelemek tekintetében mintegy 30–40%-kal kisebbek az 1. kaszálásra megadottnál.

– Amennyiben a csapadékellátottság megfelelő és a talaj tápelemkínálata is kielégítő, a 10–12 t/ha szénatermés az olaszperje elemfelvétele kaszálásonként elérheti a 360 kg K_2O -, 245 kg N-, 100 kg CaO -, 37 kg MgO -, 66 kg P_2O_5 -, 25 kg S-, 7 kg Na- és az 1 kg körüli Fe-mennyiséget ha-onként.

– Az 1 t légszáraz szénatermés fajlagos elemigénye eltérhet a talaj NPK-kínálata és az évek/kaszálások függvényében. Az 1. kaszálásnál az átlagos

elemtartalom 26 kg N, 30 kg K, 6 kg Ca, 2 kg Mg és P, míg a 2. évi 2. kaszálásnál 14 kg N, 20 kg K, 4 kg Ca, 1,5 kg P és 1,2 kg Mg volt minden tonna légszáraz szénatermésben. Adataink iránymutatóul szolgálhatnak a tervezett termés elemigényének számításakor, a műtrágyázási szaktanácsadás során.

Kulcsszavak: műtrágyázás, olaszperje, növényanalízis, elemfelvétel

Irodalom

- BARCSÁK Z., 1999. A gyepek tápanyagellátása. In: Tápanyag-gazdálkodás. (Szerk.: FÜLEKY GY.) 522–535. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- BERGMANN, W., 1992. Nutritional Disorders of Plants. Gustav Fischer Verlag. Jena–Stuttgart–New York.
- ELEK É. & KÁDÁR I., 1980. Állókultúrák és szántóföldi növények mintavételi módszere. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest.
- FINCK, A., 1982. Fertilizers and Fertilization. Verlag Chemie. Deerfield Beach, Florida–Basel.
- FLEMMING, G. A., 1963. Distribution of major and trace elements in some common pasture species. *J. Sci. Food and Agric.* **14**, 203–208.
- KÁDÁR I. & SCHILL J., 2004. Az olaszperje (*Lolium multiflorum* Lam.) műtrágyázása csernozjom talajon. *Agrokémia és Talajtan.* **53**, 291–304.
- Voisin, A., 1965. Fertilizer Application. Soil, Plant, Animal. Crosby Lockwood. London.

Érkezett: 2004. július 27.

Nutrient Uptake of Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) in a Long-term Mineral Fertilization Experiment

I. KÁDÁR

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

Summary

A previous paper (KÁDÁR & SCHILL, 2004; see 291–304. pages of this issue) discussed the effects of various N, P and K supply levels and their combinations on the 1st and 2nd year development, yield and feed value of Italian ryegrass (cv. Barmultra) and on the available nutrient reserves of the soil in the 25th (1998) and 26th (1999) years of a long-term mineral fertilization experiment. The present paper deals with changes in the element composition of the plants. Mention will be made of the macro- and micronutrient levels required for the production of 1 t air-dry hay yield, and of the concentrations indicative of optimum plant nutritional status.

The main results can be summarized as follows:

– No significant K effects were observed. In the first year P fertilization resulted in a yield surplus of 20–24%. In the 2nd year only N effects were recorded; without nitrogen the yields declined by 70–80%. During its long vegetation period, Italian ryegrass was able to satisfy its P and K requirements even without fertilization on this loam soil, which was poorly supplied with phosphorus and moderately well supplied with potassium.

– As the plant aged there was generally a decline in the element concentrations in the plant tissues. This was counteracted by high N rates, which improved the incorporation of N, Ca, Mg, S, P, Na, Mn, Sr and Cu. At an annual N rate of 200 kg/ha, the NO₃-N concentration was in excess of the permitted 0.25% level. As the soil P supplies improved, there was an increase in the P, Na, Mn and Sr contents and a reduction in the Zn content, as the result of P–Zn antagonism. The antagonistic effect of K fertilization was observed in the case of the Ca, Mg, Na and Sr cations and in the uptake of B. Only the accumulation of K and Ba was stimulated by K fertilizer.

– Plant nutritional status can be characterized by the element concentrations in the aboveground shoots at flowering. The limit values recorded in the literature (BERGMANN, 1992) for the first cut can be used as guidelines for fertilizer recommendations. On the basis of the present data these limit concentrations have been modified, and values have also been established for the 2nd year, or 2nd cut. These are some 30–40% lower in the case of macroelements than those given for the 1st cut.

– If there is sufficient rainfall and the soil nutrient supplies are adequate, the element uptake of a 10–12 t/ha hay yield of Italian ryegrass in each cut may amount to around 360 kg K₂O, 245 kg N, 100 kg CaO, 37 kg MgO, 66 kg P₂O₅, 25 kg S, 7 kg Na and 1 kg Fe per hectare.

– The specific nutrient requirements for 1 t air-dry hay yield may differ as a function of the soil NPK supplies and the year/cut. In the first cut the average element contents were 26 kg N, 30 kg K, 6 kg Ca and 2 kg each of Mg and P, while in the 2nd cut in the 2nd year these values were 14 kg N, 20 kg K, 4 kg Ca, 1.5 kg P and 1.2 kg Mg in each

tonne of air-dry hay yield. These data could be used by the fertilizer recommendation service as guidelines for calculating the nutrient requirements of the planned yield.

Table 1. Effect of N supply levels on the yield and air-dry matter % of Italian ryegrass at flowering and maturity (Calcareous chernozem soil, Nagyhorcsök). (1) Phenophase. a) Flowering (16 July 1998); b) flowering (10 June 1999); c) maturity (12 July 1999). (2) N fertilization, kg N/ha/year. (3) LSD_{5%}. (4) Mean. A. Green mass, t/ha. B. Air-dry matter, %. C. Air-dry mass (hay), t/ha. *Remark:* In the 1st year P fertilization resulted in 20–24% surplus yield.

Table 2. Effect of N supply levels on the nutrient composition of Italian ryegrass (Calcareous chernozem soil, Nagyhorcsök). (1)–(4): see Table 1.

Table 3. Effect of P supply levels on the nutrient composition of Italian ryegrass (Calcareous chernozem soil, Nagyhorcsök). (1), (3)–(4): see Table 1. (2) Ammonium lactate (AL)-soluble P₂O₅, mg/kg. *Note:* Other elements on average. As, Hg and Pb were below the 0.1 mg/kg detection limit.

Table 4. Effect of K supply levels on the nutrient composition of Italian ryegrass (Calcareous chernozem soil, Nagyhorcsök). (1), (3)–(4): see Table 1. (2) Ammonium lactate (AL)-soluble K₂O, mg/kg.

Table 5. Use of plant analysis to judge adequate nutrient supply levels for Italian ryegrass at flowering (Calcareous chernozem soil, Nagyhorcsök). (1) Element symbol, units. (2) Min.–max. in the 1st year. (3) Recommended optimum (optimum concentrations recommended on the basis of current data and those in the literature). (4) Min.–max. in the 2nd year. (5) Recommended optimum in the 2nd year.

Table 6. Minimum and maximum nutrient uptake of Italian ryegrass at flowering and maturity (Calcareous chernozem soil, Nagyhorcsök). (1) Element. (2) At flowering in the 1st year. (3) At flowering in the 2nd year. (4) At maturity in the 2nd year.

Table 7. Specific element requirements of Italian ryegrass hay at flowering (Calcareous chernozem soil, Nagyhorcsök). (1) Element symbol, units. (2) 1st cut on 16 July 1998. (3) Minimum. (4) Maximum. (5) Mean. (6) 2nd cut on 10 June 1999. *Note:* The experimental site had poor supplies of P and Zn, moderately good supplies of N, K, Cu and B, and satisfactory supplies of Ca, Mg, S, Na, Fe, Mn, Al, Sr and Ba.