

Adatok a kis tenyészedények öntözésének módszertanához

SARKADI JÁNOS és PUSZTAI ANTAL

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

Az utóbbi időben számos szerző [1, 4, 5, 11, 12, 13, 14, 19] javasolt olyan tenyészedény kísérletet (biotesztet), amely lehetővé teszi, hogy edényenként 1 kg, vagy még kevesebb talaj felhasználásával mérjük tápanyagszolgáltatásukat, s így összefüggéseket állapítsunk meg a növények tápanyagfelvétele és a talajtulajdonságok között. E módszereknek az 5–6 kg vagy még több talajt használó tenyészedény kísérletekhez képest számos technikai előnyük van. (Kis hely- és talajtömeg igény, könnyebb kezelhetőség stb.) Hátrányuk viszont többek között, hogy a kisebb edényekben nehezebb a talaj nedvességtartalmát állandó szinten tartani. Már pedig igen sokan [3, 6, 7, 8, 15, 16, 20, 21] kimutatták, hogy a talaj tápanyagszolgáltatása, ill. a talajba adott tápanyagok hatása nagy mértékben függ a vízszolgáltatás mértékétől.

A már említett szerzők, valamint GIESECKE [9], SZOKOLOV [22], HANAN et al. [10] összefoglaló munkáiból kitűnik, hogy a számos súlymérési és súlymérés nélküli, különböző mértékben automatizált eljárás mindegyikének van előnye és hátránya. Adott esetben a rendelkezésre álló munkaerő, technikai lehetőség, s nem utolsósorban a kísérlet célja szerint célszerű kiválasztani a legmegfelelőbb öntözési eljárást.

Kétségtelen, hogy a kistenyészedényes kísérletezésben is az egyik legmunkaigényesebb művelet az edények súlyának mérése az öntözések alkalmával. A kis edényekkel viszonyaink között eddig még kevés tapasztalatot szereztünk, ezért szükségesnek tartottuk, hogy kísérletileg vizsgáljuk a súlymérések száma csökkentésének lehetőségét.

Anyag és módszer

Az MTA TAKI tenyészházában, a kistenyészedényekben gyakran használt angol perje (*Lolium perenne* L.) jelzőnövénnyel 1979. nyarán egy 4-tényezős kísérletet állítottunk be 4 ismétléssel, edényenként 1–1 kg talajjal, „3-szorosan osztott parcella” elrendezésben. (A „parcella” itt természetesen az egymás mellett elhelyezett edényeket jelenti).

E kísérletben az alábbi tényezők hatásait vizsgáltuk.

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1. Öntözés („főparcellák”) (Ö) | 3. Műtrágyázás („al-al parcellák”) (M) |
| 2. Talaj („alparcellák”) (T) | 4. Edénytípus („al-al-al parcellák”) (E) |

Az öntözési tényező kezelései a következők voltak:

- Ö₁ Naponta súlymérés nélkül, szubjektív módon.
 Ö₂ Hetenként kétszer súlyméréssel, a többi napon szubjektíve.
 Ö₃ Naponta súlyméréssel.

A szubjektív módon történő öntözést (Ö₁) sokéves tapasztalattal rendelkező szakmunkás végezte a növények és a talaj állapota szerint. Szűrőpróbás ellenőrző mérésekkel megállapítottuk, hogy az ily módon öntözött edények talajának nedvességtartalma a vízkapacitás 30–100%-a között változott. A talajok vízkapacitását a későbbiekben ismertetett alul lyukas tonyészede nyekben határoztuk meg úgy, hogy az edénybe töltött talajt átfolyásig beöntöttük, majd üveglappal lefedtük és 12 órai állás után meghatároztuk a talajban maradt víz mennyiségét.

Az Ö₂ öntözési kezelésben minden hét két-két napján (hétfőn és pénteken), az Ö₃ kezelésben pedig minden nap (a forró nyári napokon naponta kétszer is) súlyméréssel állítottuk be a talajok nedvességtartalmát a VK meghatározott %-ára. A vetés, ill. a vágások utáni első héten a VK 60, a 2. héttől kezdve a VK 70%-ra öntöttünk deionizált vízzel.

A kísérletben felhasznált két talaj, az őrbottyányi meszes homok (T₁) és a hosszúhátú savanyú réti talaj (T₂), szántott rétegeből származott. A talajok néhány fontosabb paraméterét az 1. táblázat tartalmazza.

A pH mérés üvegelektóddal, a CaCO₃ Scheibler-készülékkel, az y₁ és hy₁, valamint a kötöttségi szám a „Talaj- és trágyavizsgáló módszerek” [23] szerint, a mechanikai elemzés „A talaj fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságainak vizsgálata” c. MSz 080205-78 szabvány szerint, az S és T érték meghatározása a módosított MEHLICH módszerrel, az összes C TYURIN szerint [23], az összes N és a kicserélhető, valamint kötött-N BREMNER és munkatársai [In 2], az AL oldható P és K EGNÉR—RIEHM—DOMINGO [17], a H₂O—P SCHACHTSCHABEL [18] szerint történt.

A harmadik tényező, a műtrágyázás hatását, ugyancsak két szinten vizsgáltuk:

M₁: Alaptrágyázás nélkül, csak a vágások után adtunk edényenként 100 mg N-t, NH₄NO₃ oldatban (összesen 200 mg N/kg talaj).

M₂: Alaptrágyázás CHAMINADE [4] szerinti teljes tápoldat (azaz 175 mg N, 1000–1000 mg P₂O₅ ill. K₂O, 100 mg MgO, 350 mg CaO és a CHAMINADE féle nyomelem keverék), majd hetenként 100 mg N, NH₄O₃ oldatban (összesen 1075 mg N/kg talaj).

A negyedik tényező az edénytípus:

E₁: 12 cm magas, felül 13, alul 9 cm átmérőjű, csonkakúp alakú edény. Az edények alján három darab 1 cm átmérőjű, műanyag szitaszövetrel fedett lyuk lehetővé tette a felesleges víz átfolyását. Minden edény alá műanyag tálat is tettünk.

E₂: Ugyanaz mint E₁, de alul zárt edény. E kezelésben a levegőzés elősegítésére mindegyik edény aljába kavics drént tettünk, melyet műanyag szitaszövetrel választottunk el a talajtól.

A fentiek szerint az első tényezőt, azaz az öntözést, három szinten, a többi két-két szinten vizsgáltuk. Az összes kezelés-kombináció száma tehát 24, az összes edény száma 96 volt. Az angol perjéből (G-658 fajta) július 3-án egységesen, edényenként 500 magot vetettünk. Az első vágás a vetéstől számított 1 hónap múlva történt, majd utána három hetenként vágtuk le a növedéket.

1. táblázat
Talajvizsgálati adatok

(1) Fizikai és kémiai vizsgálatok	(2) A talaj származási helye	
	Órbottyán (T ₁)	Hosszúhát (T ₂)
pH (H ₂ O)	7,7	6,0
pH (KCl)	7,6	5,6
CaCO ₃ %	3,3	—
v ₁	—	8,2
hy ₁	1,0	3,4
A _K	27	46
a) Mechanikai frakció mm%		
>0,25	0,8	4,0
0,25—0,05	80,6	3,6
0,05—0,02	4,8	21,4
0,02—0,01	2,8	13,3
0,01—0,005	2,4	6,4
0,005—0,002	3,2	6,8
<0,002	5,4	44,5
b) T-érték	11,0	41,4
c) S-érték	11,0	38,4
d) Szerves C%	0,6	1,9
e) Összes N mg/100 g talaj	67	186
f) Kicsérélhető NH ₄ -N ppm	5,4	9,7
Kicsérélhető NO ₃ -N ppm	8,9	11,9
g) Kötött NH ₄ -N ppm	57	211
AL-P ₂ O ₅ ppm	62	82
Al-K ₂ O ppm	68	340
H ₂ O-P ₂ O ₅ ppm	8	22

A_K = Arany-féle kötöttségi szám.

Összesen 3 növedék légszáraz súlyát mértük meg, majd meghatároztuk nedves roncsolással [24] NPK tartalmukat. A légszáraz terméshozamokat, s a termés-sel kivont N, P és K mennyiségét varianciaanalízissel értékeltük.

Az eredmények és azok megvitatása

A vizsgált tényezők főhatásainak és az „öntözés” tényező kölcsönhatásainak igazolhatóságát a 2. táblázat, a termések és a termés-sel kivont tápanyagok alakulását a 3. táblázat mutatja.

A 2. táblázat szerint az ötödrendű kölcsönhatások nem voltak szignifikánsak, ezért az alapadatokat — azaz a 24 kezelés eredményeit — a 3. táblázatban a vágások átlagában közöljük. E táblázatból látható, hogy a szubjektív módon öntözött edényekben termett angol perje súlya — az esetek többségében statisztikailag is igazolhatóan — kisebb volt az időnként, vagy mindennap súlyméréssel öntözött edények termésénél. Ez utóbbi két öntözési mód termései közötti különbségek — a műtrágyázott órbottyáni talaj (T₁M₂) kivételével — nem voltak szignifikánsak.

A termésadatokat egy-egy öntözési mód, valamint edénytípus szerint csoportosítva, egytényezős varianciaanalízissel azt is megvizsgáltuk, hogy a kísérlet pontosságát hogyan befolyásolja az öntözés, ill. az edénytípus. Az

2. táblázat

A vizsgált tényezők főhatásainak és az „öntözés” tényező kölcsönhatásainak szignifikanciája

(1) Tényező	(2) Légszáraz súly	(3) Kivonat		
		N	P	K
Öntözés (Ö)	***	***	***	***
Talaj (T)	***	***	***	***
Ö × T	*	*	+	+
Műtrágya (M)	***	***	***	***
Ö × M	**	**	*	***
Ö × T × M	—	*	+	—
Edény (E)	+	—	**	**
Ö × E	***	**	***	***
Ö × T × E	***	**	—	+
Ö × M × E	—	*	*	*
Ö × T × M × E	+	*	—	*
Vágás (V)	***	***	***	*
Ö × V	**	**	***	*
Ö × T × V	—	—	—	—
Ö × M × V	**	**	***	**
Ö × T × M × V	—	—	—	—
Ö × E × V	—	—	***	—
Ö × T × E × V	—	—	—	—
Ö × M × E × V	—	—	***	*
Ö × T × M × E × V	—	—	—	—

*** P = 0,1%-os szinten szignifikáns.

* P = 5%-os szinten szignifikáns.

** P = 1%-os szinten szignifikáns.

+ P = 10%-os szinten szignifikáns.

első öntözési kezelésben (Ö₁) mért terméssúlyok variációs koefficiense 20,6% volt, mely érték szignifikánsan nagyobb, mint az Ö₂ és Ö₃ kezelésekből mért terméssúly CV-je (14,6% ill. 12,5%). Ez utóbbi két öntözési kezelés hibaszórásai még P = 10%-os valószínűségi szinten sem különböztek egymástól. Ugyancsak azonosak voltak az alul lyuggatott és alul zárt edények termésének hibaszórásai (CV = 15,7 ill. 15,6%).

A terméssel kivont N mennyisége az M₂ kombinációkban (teljes műtrágyázás) a légszáraz súlyokhoz hasonlóan alakult, jelezve, hogy az N-nel bőven ellátott edények %-os N tartalma közel azonos, a vágások és kezelések átlagában mintegy 4,5% volt. Az 1. vágásban trágyázatlan, ill. a 2. és 3. vágásban 100–100 mg N-nel műtrágyázott növények által felvett N mennyiségét a kezelések nem befolyásolták igazolhatóan. Ez annak a következménye, hogy az M₁ (az alaptrágyázás nélküli) kezelésekből a növények %-os N-tartalma és súlya között a közismert „hígulás” miatt fordított volt az összefüggés. Az egyes vágások, valamint a talajok szerint csoportosított adatpárokból számított kovariancia analízisből kitűnt, hogy a regressziós állandók vágásonként, ill. az 1. vágásban talajonként eltérőek voltak, de a regressziós koefficiensek nem különböztek szignifikánsan egymástól. Ezért az 1. ábrán a közös „b”-értékekkel számított regressziós egyeneseket tüntettük fel.

Bár a diagnosztikai célú növényanalízis kérdései nem tartoznak szorosan a vizsgált témához, a P = 0,1%-os valószínűségi szinten szignifikáns negatív összefüggés is felhívja a figyelmet arra, hogy önmagában a növények %-os N

3. táblázat

Az öntözés hatása az angol perje termésére és a terméssel kivont NPK-ra a három vágás átlagában

(1) Talaj származási helye és műtrágyázás	(2) Edény- típus	(3) Öntözés módja							
		Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃	SzD ₅ %	Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃	SzD ₅ %
		(4) Légszáraz súly g/edény				(5) N mg/edény			
<i>Örbottyán</i> (T ₁)									
Trágyázatlan (M ₁)	E ₁ lyukas	1,05	1,80	1,31		35	44	40	
	E ₂ zárt	0,96	1,36	1,70		32	41	43	
Trágyázott (M ₂)	E ₁ lyukas	3,39	5,10	4,41		159	235	198	
	E ₂ zárt	3,10	4,58	5,75		144	202	250	
<i>Hosszúhát</i> (T ₂)									
Trágyázatlan (M ₁)	E ₁ lyukas	1,83	2,18	1,83	0,60	43	46	42	26
	E ₂ zárt	1,63	1,98	1,83		47	43	44	
Trágyázott (M ₂)	E ₁ lyukas	5,17	6,14	5,70		240	265	257	
	E ₂ zárt	4,79	5,65	5,32		228	245	243	
SzD ₅ % E ₁ és E ₂ között		0,46				19			
		(6) P mg/edény				(7) K mg/edény			
<i>Örbottyán</i> (T ₁)									
Trágyázatlan (M ₁)	E ₁ lyukas	1,9	2,5	2,0		27	35	28	
	E ₂ zárt	1,6	2,0	2,3		23	28	30	
Trágyázott (M ₂)	E ₁ lyukas	17,5	23,4	20,6		150	222	191	
	E ₂ zárt	16,6	20,9	25,4		138	190	234	
<i>Hosszúhát</i> (T ₂)									
Trágyázatlan (M ₁)	E ₁ lyukas	4,7	5,9	4,6	3,0	72	85	68	26
	E ₂ zárt	3,8	5,1	5,0		66	76	70	
Trágyázott (M ₂)	E ₁ lyukas	32,6	40,5	33,6		253	298	275	
	E ₂ zárt	30,0	34,7	31,7		236	262	256	
SzD ₅ % E ₁ és E ₂ között		2,1				19			

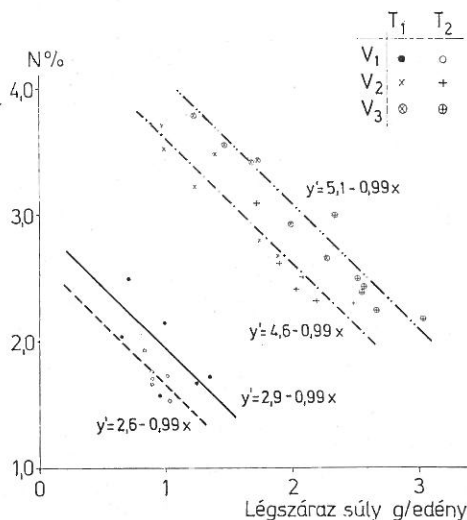
Öntözés módja: Ö₁ Naponta súlymérés nélkül, szubjektív módon;
 Ö₂ Hetenként kétszer súlyméréssel, a többi napon szubjektíve;
 Ö₃ Naponta súlyméréssel.

tartalma nem mindig tükrözi jól a talaj N szolgáltatását. Erre a célra egyéb paramétereket, köztük a növények súlyát, ill. a növényekkel kivont N-mennyiségét is célszerű figyelembe venni.

A növények %-os P-tartalma főleg a talajtól, valamint a trágyázástól függött. Az M₁ kezeléseknél a növedék P-tartalma a vágások átlagában az örbottyáni talajon 0,15%, a hosszúhát talajon 0,30%, a M₂ kezeléseknél 0,48 és 0,63% volt. A vízellátás mértéke, ill. a terméshozamok és az angol perje P %-a között nem volt olyan egyértelmű összefüggés, mint a N esetében. Míg az örbottyáni homok talajon termelt angol perje súlya és P %-a között a vágásoktól és a trágyázástól függő mértékben többnyire negatív, a hosszúhát agyagos talajon semmilyen, vagy inkább pozitív összefüggést tapasztaltunk.

A terméssel kivont P-mennyiségét — amint ez a 3. táblázatból látható — szintén a trágyázás és a talaj összetétele befolyásolta elsősorban. Az M_1 kezeléseknél sem az öntözés, sem az edénytípus hatásai nem voltak igazolhatóak.

A termés K %-a és súlya között az M_1 kezeléseknél a N-hez hasonlóan — általában szintén fordított arányosságot találtunk, azzal a különbséggel, hogy az összefüggés típusa és meredeksége vágásonként és talajonként erősen különböző volt. Egyébként a növények K %-át és a terméssel kivont K-mennyiséget



1. ábra

Összefüggés az angol perje légszáraz súlya és a hajtások N %-a között. T_1 = őrbotyányi talaj, T_2 = hosszúhíti talaj. V_1, V_2, V_3 a három vágás.

(3. táblázat) a talaj és a műtrágyázás nagyobb mértékben befolyásolta, mint az öntözés módja, ill. az edény típusa.

A trágyázatlan K-szegény őrbotyányi talajon termelt angol perje K-tartalma a vágások átlagában, a vízellátástól függő 1,8 és 2,8% szélső értékekkel 2,3%, a műtrágyázott kezeléseknél 4,2 és 4,4% szélső értékekkel 4,3% volt. A K-mal jól ellátott hosszúhíti talajon az M_1 kezeléseknél 3,9% (szélső értékek 3,8% és 4,1%) az M_2 kezeléseknél 4,9% (4,7 — 5,0%) K-ot tartalmaztak a növények. Így a K-mal jól ellátott angol perje K-felvételében az eltérő öntözési mód, ill. edénytípus okozta különbségek a légszáraz súlyokhoz hasonlóan alakultak.

A termés súlyával és kivont N-tartalmával mért abszolút és relatív műtrágyahatásokat a 4. táblázat tartalmazza. Ez utóbbit a tenyészedeénykísérletekben gyakran szokásos módon, a maximális termésű, jelen esetben az M_2 kezeléseknél %-ában adtuk meg.

A varianciaanalízis szerint (2. táblázat) az „Öntözés” × „Talaj” × „Műtrágya” kölcsönhatásokat a „Vágás” tényező, az „Öntözés” × „Műtrágya” × „Vágás” kölcsönhatásokat pedig a talaj és az edénytípus nem befolyásolta igazolhatóan. Ezért az öntözési módtól függő műtrágyahatásokat talajonként

4. táblázat

A légszáraz súllyal és a kivont N-nel mért műtrágyahatások

(1) Talaj származási helye, edény és vágás	(2) Öntözés módja						
	Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃	SzD ₅ %	Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃
A) Légszáraz súly	$M_2 - M_1$ g/edény				100 M_1/M_2		
a) Vágások átlagában Órbottyán (T ₁)							
E ₁ lyukas edény	2,34	3,30	3,10		31	35	30
E ₂ zárt edény	2,14	3,22	4,05		31	30	30
Hosszúhát (T ₂)					0,82		
E ₁ lyukas edény	3,34	3,96	3,87		35	36	32
E ₂ zárt edény	3,16	3,67	3,49		34	35	34
SzD ₅ % E ₁ és E ₂ között	0,65						
b) Talaj és edény átlagában							
V ₁ első vágás	3,00	4,13	3,42	0,40	21	20	23
V ₂ 2. vágás	2,79	3,55	3,79	0,71	33	36	32
V ₃ 3. vágás	2,44	2,94	3,68	0,72	44	46	37
c) Talaj, edény és vágás átlagában	2,74	3,54	3,63	0,48	33	34	32
B) Kivont N	$M_2 - M_1$ g/edény				100 M_1/M_2		
a) Vágások átlagában Órbottyán (T ₁)							
E ₁ lyukas edény	124	191	158		22	19	20
E ₂ zárt edény	112	161	207		22	20	17
Hosszúhát (T ₂)					37		
E ₁ lyukas edény	197	219	215		18	17	16
E ₂ zárt edény	181	203	199		20	18	18
SzD ₅ % E ₁ és E ₂ között	27						
b) Talaj és edény átlagában							
V ₁ első vágás	170	225	192	18	9	7	9
V ₂ 2. vágás	150	186	198	31	23	22	20
V ₃ 3. vágás	140	168	195	33	29	27	24
c) Talaj, edény és vágás átlagában	153	193	195	21	20	18	18

és edénytípusonként a három vágás átlagában, vágásonként pedig a két talaj és két edénytípus átlagában mutatjuk be. Az adatokból látható, hogy míg az abszolút trágyahatások a szubjektív módon öntözött edényekben (Ö₁) — az órbottyáni talajon igazolhatóan is — kisebbek voltak, mint az Ö₂ és Ö₃ kezeléseknél, addig a %-os trágyahatások gyakorlatilag azonosnak tekinthetők.

A vágások számának növekedésével a relatív számok nagyobbak lettek, azaz a trágyahatások csökkentek, ami érthető, mert a 2. vágástól kezdve az M₁ kezelésben is adunk kis mennyiségű N-t. Az abszolút trágyahatásokban ez a csökkenés csak az Ö₁ és Ö₂ kezeléseknél nyilvánult meg. A naponta súlymérésrel öntözött edényekben ui. az M₂ kezelések termése a 2. és 3. vágásban valamivel nagyobb mértékben növekedett, mint az M₁ kezeléseké.

5. táblázat

A kivont foszforral és káliummal mért műtrágyahatások

(1) Vágás és edény	(2) Öntözés módja						
	Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃	SzD _{5%}	Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃
A) Kivont P	M ₂ – M ₁ g/edény				100 M ₁ /M ₂		
a) Talaj átlagában							
V ₁ Első vágás E ₁ lyukas edény	23,7	36,8	24,9	3,5	12	8	11
E ₂ zárt edény SzD _{5%}	24,6	29,7 3,3	27,6		9	9	10
V ₂ Második vágás E ₁ lyukas edény	22,6	28,1	25,6	4,4	13	15	12
E ₂ zárt edény SzD _{5%}	20,4	24,5 2,8	26,1		12	13	14
V ₃ Harmadik vágás E ₁ lyukas edény	18,8	18,4	20,8	3,4	15	20	15
E ₂ zárt edény SzD _{5%}	16,7	18,2 2,3	21,0		14	18	15
b) Vágás és talaj átlagában							
E ₁ lyukas edény	21,7	27,8	23,8	3,0	13	13	12
E ₂ zárt edény SzD _{5%}	20,6	24,1 2,1	24,9		12	13	13
c) E ₁ V és T átlagában	21,2	26,0	24,4	1,7	12	13	13
B) Kivont K							
a) Talaj átlagában							
V ₁ Első vágás E ₁ lyukas edény	166	252	188	27	18	11	14
E ₂ zárt edény SzD _{5%}	172	200 25	210		14	12	12
V ₂ Második vágás E ₁ lyukas edény	156	187	198	38	27	29	22
E ₂ zárt edény SzD _{5%}	140	166 28	188		27	27	25
V ₃ Harmadik vágás E ₁ lyukas edény	134	161	170	33	29	31	25
E ₂ zárt edény SzD _{5%}	116	147 21	186		32	31	23
b) Vágás és talaj átlagában							
E ₁ lyukas edény	153	200	185	25	24	23	21
E ₂ zárt edény SzD _{5%}	143	174 20	195		24	23	20
c) E ₁ V és T átlagában	148	187	190	14	24	23	20

Az angol perje P- és K-felvételében jelentkező kölcsönhatásokat a 2. táblázatban közölték szerint a talaj-tényező nem, vagy csak igen gyengén igazolhatóan befolyásolta, viszont az „Öntözés” × „Műtrágya” × „Edény” interakciók vágásonként szignifikánsan különböztek. Ezért az 5. táblázatban a kivont P-ral és K-mal mért műtrágyahatásokat a két talaj átlagában, vágásonként mutatjuk be.

Az adatokból kitűnik, hogy a 2. és 3. öntözéses kezelésekből mért trágyahatások, az alul lyukas edények 1. vágásának kivételével gyakorlatilag azonosak voltak. A kivont P-ral és K-mal mért abszolút műtrágyahatások általában a szubjektív módon öntözött edényekben voltak a legkisebbek, de a relatív műtrágyahatások közötti különbségek az esetek többségében nem voltak lényegesek.

A vágások számának növekedésével a kivont P-ral mért műtrágyahatások minden öntözéses kezelésben csökkentek. Ez — a már említett különböző N adagoláson kívül — annak is a következménye, hogy a műtrágyázott növények P %-ában a vágások közötti különbség nagyobb volt, mint a trágyázatlan növényekében. (Az M_1 kezelésekből a hosszúhátú talaj átlagában az 1., 2. és 3. vágás növedékei rendre 0,32 — 0,21 — 0,17%, míg a M_2 kezelésekből 0,69 — 0,55 — 0,43% P-t tartalmaztak).

A növények K %-a a vágások folyamán általában a talaj K-ellátottságától függő mértékben csökkent. A trágyázatlan órbottyáni talajon az 1. vágásban a kezelés átlagában mért 2,8% K-tartalom a 3. vágásban 1,4%-ra, a trágyázatlan hosszúhátú talajon viszont az 1. vágásban mért átlagos 3,8% K csak 3,5%-ra esett vissza. Az M_2 kezelésekből az órbottyáni talajon az 1. vágásban 4,8%, a 3.-ban 3,8%, a hosszúhátú talajon 5,5 ill. 4,3% K-t találtunk, tehát a 3. vágásban mindkét talajon kerekén 20%-kal kisebb volt az átlagos K-tartalom, mint az 1. vágásban.

Így a két talaj átlagában a relatív műtrágyahatások kisebbek voltak, mint a P esetében. Egyébként az öntözéstől, az edénytípustól és a vágásoktól függő műtrágyahatások alakulása hasonló volt. A szubjektív öntözés kedvezőtlenebb volta itt is elsősorban az abszolút műtrágyahatásokban nyilvánult meg.

A kísérlet eredményeiből tehát megállapítható, hogy amikor a termések és a kivont tápanyagok abszolút értékeiből akarunk következtetéseket levonni, súlymérés alapján célszerű a vizet adagolni. Minél kisebb kezeléskülönbségeket akarunk megbízhatóan kimutatni, annál gyakrabban kell az edények súlyát mérni. Viszonyaink között azonban nem csökkent igazolhatóan a kísérlet pontossága, ha csak hetenként két ízben öntöztünk súlyméréssel, s a többi napon szubjektív módon. Sőt, ha a további következtetésekhez a relatív műtrágyahatások ismerete is elegendő, és a relatív hatások között viszonylag nagy különbségek várhatók, úgy a csak szubjektív öntözési mód is megengedhető, feltevése persze, hogy az öntözést gyakorlott szakmunkás végzi.

Összefoglalás

1979. nyarán, angol perje jelzőnövényvel, kétféle talajon 1 l-es, alul zárt és alul lyukas műanyag tenyészedényekben vizsgáltuk az öntözés módja és a talaj, edénytípus, valamint a műtrágyázás közötti kölcsönhatásokat. Három

vágásban megmértük a légszáraz termések súlyát, meghatároztuk NPK tartalmukat és kiszámítottuk a termékkel kivont főtápanyagok mennyiségét.

A kísérlet eredményeiből kitűnt, hogy a naponta súlyméréssel és a hetenként kétszer súlyméréssel, a többi napon a talaj és a növény állapotának szubjektív megítélésével öntözött edények terméseinek hibaszórásai nem különböztek szignifikánsan ($CV = 12,5$ és $14,6\%$). A súlymérés nélkül, csak szubjektíve öntözött növények terméseinek hibaszórása igazolhatóan nagyobb volt az előző két módon öntözöttekénél ($CV = 20,6\%$). Az alul zárt és alul lyukas edények terméseinek hibaszórásai gyakorlatilag azonosak voltak ($CV = 15,7$ ill. $15,6\%$).

A növények $\%$ -os P és K tartalma elsősorban a talajok P és K ellátottságától, ill. a trágyázás mértékétől függött. Az öntözés módja főleg a trágyázatlan növények $\%$ -os N és K tartalmát befolyásolta. A trágyázatlan kezelésekben a termés súlya és N $\%$ -a között szignifikáns negatív korreláció volt kimutatható.

A termések súlya, a termékkel kivont tápanyagok mennyisége, valamint a műtrágyahatások abszolút értékei kisebbek voltak a szubjektíve öntözött edényekben, mint a naponta, vagy hetenként kétszeri súlymérés alapján öntözöttekben. A relatív $\%$ -os műtrágyahatásokat azonban az esetek többségében sem az öntözés módja, sem az edénytípus nem befolyásolta jelentősen.

Irodalom

- [1] BAKER, D. E. & WOODRUFF, C. M.: Influence of volume of soil per plant upon growth and uptake of phosphorus by corn from soils treated with different amounts of phosphorus. *Soil Sci.* **94.** 409–412. 1962.
- [2] BLACK, C. A.: Methods of soil analysis. Amer. Soc. Agr. Madison. Wisconsin. USA 1965.
- [3] BLANCHET, R., BOSE, M. & MAERTENS, C.: The effect of soil moisture status on the phosphorus nutrition of plants. *Phosphorus in Agriculture.* **72.** 1–10. 1978.
- [4] CHAMINADE, R.: Bilan de trois années d'experimentation en petits vases de vegetation. *Agronomic Tropical.* (11) 1101–1162. 1965.
- [5] CONFORTH, I. S. & SINCLAIR, S. G.: Two pot techniques for controlled environment cabinets. *N. Z. Exp. Agric.* **5.** 189–192. 1977.
- [6] DEBRECZENI, B.-né: Víz- és tápanyagellátás hatása a kukorica transpirációjára és tápanyagfelvételére. *Öntözéses Gazdálkodás.* **3.** (2) 129–148. 1965.
- [7] DEBRECZENI, B. & DEBRECZENI, B.-né: A növények ásványi táplálkozása és a transpiráció kapcsolata. *Agrokémia és Talajtan.* **23.** 376–390. 1974.
- [8] DOMBÓVÁRI, J.: Újabb adatok a lucerna foszfor- és vízellátásához. *Öntözéses Gazdálkodás.* **3.** (2) 71–86. 1965.
- [9] GIESECKE, F.: Der Vegetationsversuch. Neuman. Radobeuł-Berlin. 1954.
- [10] HANAN, J. J., HOLLEY, W. D. & GOLDSBERRY, K. L.: Greenhouse management. Springer. Berlin-Heidelberg. 1978.
- [11] KOVÁCS, K., & NAGYMIHÁLY, F.: Kistenyészedényes eljárás a talajok tápanyagellátottságának vizsgálatára. *Műszaki Fejlesztési Tájékoztató. Élelmiszer és Fagazdaság.* (5). 68–77. 1973.
- [12] KOVÁCS, K. & PECZNIK, J.: Kistenyészedényes talajtermékenység vizsgálatok néhány növénytáplálkozási összefüggése. Előadás a termesztett növények táplálkozásának ellenőrzésével foglalkozó 3. Európai és Mediterrán Kollokviumon. Budapest. 1972.
- [13] LEMAIRE, F.: Nouvelles observations sur l'appréciation de la fertilité des sols cultivés en moyen de l'experimentation en petits vases de végétation. *Ann. Agron.* **28.** 425–444. 1977.
- [14] LOW, A. I. & PIPER, F. J.: The influence of water supply on the growth and phosphorus uptake of Italian ryegrass and white clover in pot culture. *Plant and Soil.* **13.** 242–252. 1961.

- [15] PETERBURGSZKIJ, A. V.: Obmennoe pogloščenie v počve i uszvoenie rasztenijami pitatel'nyh vosesesztv. Izd. Vűszsaja Skola. Moszkva. 1959.
- [16] PRJANISNIKOV, D. N.: Opűti po vlijaniju vlaznoszti počsvű na razvitie rasztenij. Izd. A. N. Moszkva. 1953.
- [17] SARKADI, J., KRÁMER, M. & THAMM, F.-né: Kalcium és ammoniumlaktátos talaj-kivonatok P-tartalmának meghatározása aszkorbinsavas-ónkloridos módszerrel melegítés nélkül. Agrokémia és Talajtan. **14.** 75-86. 1965.
- [18] SCHACHTSCHABEL, P.: Beziehungen zwischen den Phosphorgehalt in Böden und jungen Haferpflanzen. Z. Pflernähr. Bodenk. **135.** 31-43. 1973.
- [19] STANFORD, C. & DE MENT, J. D.: A method for measuring short term nutrient absorption by plants. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **23.** 47-50. 1959.
- [20] SZMIRNOV, P. M.: Uszvoenie rasztenijami foszfora v zaviszimoszti ot vlaznoszti počsvű. Izv. Timirjazev. Sz/H. Akadomii. **23.** (4) 99-114.
- [21] SZOKOLOV, A. V.: Iszpol'zovanie raszteniem pitatel'nyh vosesesztv iz počsvű sz nizkoj vlaznoszttju. Pocsvoedenie. (2) 77-86. 1946.
- [22] SZOKOLOV, A. V.: Vegetacionnij metod. Izd. A. N. Moszkva. 1959.
- [23] Talaj és trágyavizsgálási módszerek. Ed.: BALLENEGGER, R. DI GLÉRIA, J. Mezűgazd. Kiadó. Budapest 1962.
- [24] THAMM, F.-né, KRÁMER, M. & SARKADI, J.: Nűvények és trágyaanyagok foszfortartalmának meghatározása ammónium-molibdovanadátos módszerrel. Agrokémia és Talajtan. **17.** 145-156. 1968.

Érkezett: 1980. július 2.

Some Data about the Method of Watering Small Pots

J. SARKADI and A. PUSZTAI

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

Summary

In the summer of 1979 the interactions between the watering method, the soil type, the pot type and the fertilizations were studied. The pots used had perforated bottoms and full ones. The test plant was ryegrass (*Lolium perenne* L.).

The weight of the air dry matter of 3 cuts and the NPK-content of the same were determined, and the quantities of the main nutrients were calculated using these data.

The variants of the watering were the following: \ddot{O}_1 = watering only according to the conditions of the soil and the plants, without weighing; \ddot{O}_2 = watering two times weekly after having weighed the pots, and on the other days only as \ddot{O}_1 ; \ddot{O}_3 = watering every day after having weighed the pots.

The standard deviations of the hay-yields of the variants \ddot{O}_3 and \ddot{O}_2 did not differ significantly (CV = 12.5% and 14.6%, resp.). The one of the variant \ddot{O}_1 differed significantly from the earlier mentioned ones (CV = 20.6%). The standard deviations of the yields of the two pot-types (perforated and full bottomed) were quite equal (CV = 15.7 and 15.6%, resp.).

The P- and K-content of the plants (in percents) mainly depended on the P- and K-supply of the soils and on the degree of fertilization, resp. The procedure of watering mostly influenced the percentual N- and K-content of the unfertilized plants. In the untreated variants a significant negative correlation existed between the weight of the yield and the percentual N-content.

The absolute values of the yield weight, the quantity of nutrients taken up by the yield and the fertilizer effects were the lowest with the variant \ddot{O}_1 . The relative fertilizer effects were affected neither by the watering procedure, nor by the pot-type significantly.

Table 1. Data of analysis of the soils. (1) Physical and chemical investigations: y_1 = hydrolytic acidity; A_K = sticky number according to Arany; a) Mechanical fractions, mm %; b) T-value; c) S-value; d) organic C, %; e) total N, mg/100 g soil; f) exchangeable NH_4-N and NO_3-N , ppm; g) absorbed NH_4-N . (2) Origin of soil: T_1 = calcareous sandy soil of Órbottyán; T_2 = acid meadow soil of Hosszúhát.

Table 2. Significance of the main effects of the investigated factors and of the interaction of the factor „watering”. (1) Factors: \ddot{O} = watering; T = soil; M = fertilizer; E = pot; V = cut. (2) Air dry weight. (3) N, P and K taken up by the plants. Significant at a level of 0.1% (***) ; 1.0% (**); 5% (*) and 10% (+).

Table 3. Influence of watering on the yield of *Lolium perenne* and on the N-, P- and K-quantities taken up by the plants in the average of the three cuts. (1) Origin of the soil and fertilization: T₁ and T₂; see Table 1.; M₁ = without basal fertilization, only 100 mg N/pot were given after every cut as a NH₄NO₃-solution (in total 200 mg N/kg soil); M₂ = total basal dressing was given (i.e. 175 mg N, 1000–1000 mg P₂O₅ and K₂O, 100 mg MgO, 350 mg CaO and a mixture of micronutrients according to Chaminate [4] per pot, then weekly 100 mg N/pot as an NH₄NO₃-solution (in total 1075 mg N/kg soil). (2) Pot-type: E₁ = with perforated bottom; E₂ = with full bottom. (3) Watering procedure: Ö₁–Ö₂–Ö₃: see in the text. (4) Air dry weight g/pot. (5) N mg/pot. (6) P mg/pot. (7) K mg/pot.

Table 4. Fertilizer effects measured by the air dry weight and the N taken up by the plants. (1) Origin of the soil, pot and cut: A) Air-dry weight; B) N, taken up; a) in the average of the cuts; b) in the average of the soils and the pots; c) in the average of the soils, the pots and the cuts: V₁ = first cut; V₂ = second cut; V₃ = third cut. The other signs see Table 3. (2) Procedure of watering.

Table 5. Fertilizer effects measured by the P and K taken up by the plants. (1) Cut and pot: a) P taken up; B) K taken up; b) in the average of the soils at the first, second and third cut, in perforated and full bottomed pots; c) in the average of the cuts and the soils in perforated and in full bottomed pots; e) perforated pots, in the average of the cuts and the soils. (2) Procedure of watering: see Table 3.

Fig. 1. Relation between the air-dry weight of *Lolium perenne* and the N% of its shoots. T₁ = soil of Órbottyán; T₂ = soil of Hosszúhát. V₁, V₂ and V₃: the three cuts.

Angaben zur Methode der Bewässerung bei kleinen Gefässen

J. SARKADI und A. PUSZTAI

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturrechemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest

Zusammenfassung

Im Sommer 1979 wurden die Wechselwirkungen zwischen der Art der Bewässerung, sowie dem Boden, dem Gefässtyp und der Mineraldüngung in unten geschlossenen und unten durchlochenden Kunststoffgefässen mit deutschem Weidelgras (*Lolium perenne* L.) als Testpflanze untersucht. In drei Schnitten wurde das Gewicht des luftgetrockneten Heues, sowie sein NPK-Gehalt (%), sowie Entzug) festgestellt.

Der Unterschied zwischen den Streuungen der Heuerträge bei Bewässerung nach täglichem Abwiegen der Gefässe (Ö₃) bzw. nach wöchentlich zweimaligem Abwiegen und an den übrigen Tagen nach subjektiver Beurteilung des Zustandes des Bodens und der Pflanzen durchgeführt (Ö₂), war statistisch nicht gesichert (CV = 12.5% bzw. 14.6%).

Die Streuung im Falle der ausschliesslich subjektiv — d.h. ohne Abwiegen — begossenen Pflanzen (Ö₁) war statistisch gesichert grösser, als im Falle der beiden vorhergenannten Varianten (CV = 20.6%).

Die Streuungen im Falle von unten geschlossenen und unten durchlochenden Gefässen waren praktisch gleich (CV = 15.7% bzw. 15.6%).

Der prozentuelle P- und K-Gehalt der Pflanzen hing in erster Reihe von dem P- und K-Versorgungsgrad der Böden, bzw. vom Ausmass der Düngung ab. Die Art der Bewässerung hat hauptsächlich den prozentuellen N- und K-Gehalt der ungedüngten Pflanzen beeinflusst. In den ungedüngten Varianten war zwischen den Ertragsgewichten und den prozentuellen N-Gehalten eine signifikante negative Korrelation aufzuzeigen.

Die absoluten Werte des Ertragsgewichtes, der Menge der durch den Ertrag entzogenen Nährstoffe, wie auch der Mineraldüngerwirkungen waren bei den nur subjektiv begossenen Gefässen am niedrigsten. Die relativen (prozentuellen) Mineraldüngerwirkungen wurden aber zumeist weder durch die Art der Bewässerung, noch durch den Gefässtyp bedeutend beeinflusst.

Tab. 1. Angaben der Bodenuntersuchung. (1) Physikalische und chemische Untersuchungen: y₁ = Hydrolytische Azidität; A_K = Bindigkeitszahl nach Arany; a) Mechanische Fraktion, mm%; b) T-Wert; c) S-Wert; d) organischer C-Gehalt, %; e) gesamter N-Gehalt mg/100 g Boden; f) austauschbares NH₄-N und NO₃-N, ppm; g) gebundenes NH₄-N. (2) Herkunftsort des Bodens: T₁ = kalkhaltiger Sandboden aus Órbottyán; T₂ = saurer Wiesenboden von Hosszúhát.

Tab. 2. Signifikanz der Hauptwirkungen der untersuchten Faktoren und der Wechselwirkungen des Faktors "Bewässerung". (1) Faktoren: Ö = Bewässerung; T = Boden; M = Mineraldünger; E = Gefäss; V = Schnitt. (2) Lufttrockenes Gewicht. (3) Entzogenes N, P und K. *** = signifikant bei P = 0,1%; ** = bei P = 1%; * = bei P = 5%; + = bei P = 10%.

Tab. 3. Wirkung der Bewässerung auf den Ertrag und den durch den Ertrag aufgenommenen N-, P- und K-Gehalt des Weidelgrases im Mittel der drei Schnitte. (1) Herkunftsort des Bodens und Düngung: T₁ und T₂ s. Tab. 1.; M₁ = ohne Grunddüngung, nur nach den einzelnen Schnitten wurden 100 mg N/Gefäss in Form einer NH₄NO₃-Lösung gegeben (insgesamt 200 mg N/kg Boden); M₂ = Grunddüngung mit vollkommener Nährlösung (d.h. 175 mg N, 1000 mg P₂O₅, bzw. 1000 mg K₂O, 100 mg MgO, 350 mg CaO und die Spurenelementmischung nach CHAMINADE (4) pro kg Boden), dann wöchentlich 100 mg N in einer NH₄NO₃-Lösung (insgesamt 1075 mg N/kg Boden). (2) Gefässtyp: E₁ = unten durchlohtes Gefäss; E₂ = unten geschlossenes Gefäss. (3) Art der Bewässerung: Ö₁-Ö₂-Ö₃: s. im Text. (4) Lufttrockenes Gewicht, g/Gefäss. (5) N mg/Gefäss. (6) P mg/Gefäss. (7) K mg/Gefäss.

Tab. 4. Mineraldüngerwirkung gemessen am lufttrockenen Gewicht und am aufgenommenen Stickstoff. (1) Herkunftsort des Bodens, Gefäss und Schnitt: A) Lufttrockenes Gewicht; B) Aufgenommenes N; a) im Mittel der Schnitte; b) im Mittel der Böden und der Gefässe; c) im Mittel der Böden, der Gefässe und der Schnitte; V₁ = erster Schnitt; V₂ = zweiter Schnitt; V₃ = dritter Schnitt. Die übrigen Bezeichnungen s. Tab. 3. (2) Art der Bewässerung.

Tab. 5. Mineraldüngerwirkungen gemessen an der aufgenommenen P- und K-Menge. (1) Schnitt und Gefäss: A) Aufgenommenes P; B) Aufgenommenes K; a) Im Mittel der Böden beim ersten, zweiten und dritten Schnitt in durchlochten und geschlossenen Gefässen; b) im Mittel der Schnitte und Böden in durchlochten und geschlossenen Gefässen; c) durchlochte Gefässe im Mittel der Schnitte und Böden. (2) Art der Bewässerung, s. Tab. 3.

Abb. 1. Zusammenhang zwischen dem lufttrockenen Gewicht des Weidelgrases und dem N% der Schnitte. T₁ = Boden von Órbottyán, T₂ = Boden von Hosszúhát. V₁, V₂, V₃ = die drei Schnitte.

Данные к методике полива малых вегетационных сосудов

Я. ШАРКАДИ и А. ПУСТАИ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии Венгерской Академии Наук, Будапешт

Резюме

Летом 1979 года, в однолитровых пластмассовых вегетационных сосудах (имеющих отверстия и закрытых снизу), наполненных двумя различными почвами, с посевом райграса английского (*Lolium perenne* L.) изучали взаимодействие между методом полива и почвой, типом сосуда и минеральными удобрениями. В трех срезах измерили вес воздушносухого урожая, определили содержание азота, фосфора и калия и рассчитали количество питательных элементов, вынесенных урожаем.

Результаты исследований показали, что при поливе с ежедневным взвешиванием сосудов (O₃) или при поливе со взвешиванием сосудов два раза в неделю, а в остальные дни по субъективной оценке состояния почвы и растений (O₂), рассеивание ошибок данных по урожайности не дало достоверных различий (CV = 12,5 и 14,6%). При поливе без взвешивания сосудов, только на основании субъективной оценки, рассеивание данных по урожаю растений было достоверно выше, чем при первых двух способах полива (CV = 20,6%). Рассеивание ошибок данных урожаев, полученных в имеющих отверстия или закрытых снизу сосудах, практически было одинаковым (CV = 15,7 или 15,6%).

Процентное содержание в растениях фосфора и калия зависит, в первую очередь, от обеспеченности почв этими элементами и от доз, вносимых минеральных удобрений. Способ полива оказал главным образом влияние на процентное содержание азота и калия в недобреваемых растениях. На недобреваемых вариантах отмечали достоверную отрицательную корреляцию между весом урожая и процентным содержанием азота.

Вес урожая, количество питательных элементов вынесенных урожаем, а также относительные величины эффективности минеральных удобрений были меньше для сосудов, поливаемых по субъективной оценке, чем поливаемых на основании измерения веса ежед-

невно или два раза в неделю. Относительная процентная эффективность минеральных удобрений в большинстве случаев не зависела ни от способа полива, ни от типа сосуда.

Табл. 1. Данные почвенного анализа. (1) Физические и химические исследования: y_1 гидролитическая кислотность; A_K связность по Арань; а) Механические фракции мм %. б) Величина Т. с) Величина S. д) Органический C, %. е) Общий азот мг/100 г почвы. ф) Обменные NH_4-N и NO_3-N , ппм. г) Необменный NH_4-N . (2) Место происхождения почвы: T_1 Эрботтян, карбонатная песчаная почва. T_2 Хоссухат, кислая луговая почва.

Табл. 2. Достоверность воздействия изученных факторов и взаимодействие «факторов полива». (1) Факторы: O = полив. T = почва, M = минеральное удобрение, E = сосуд. V = срез. (2) Воздушносухой вес. (3) Вынесенные азот, фосфор и калий. *** P = 0,1% ** P = 1%. * P = 5%. + P = 10%.

Табл. 3. Влияние поливов на урожай райграсса английского и на содержание в урожае азота, фосфора и калия в среднем по трем срезам. (1) Место происхождения почвы и внесение минеральных удобрений: T_1 и T_2 смотри в таблице 1. M_1 без внесения основных удобрений, только после среза внесли в почву каждого сосуда 100 мг азота (раствор NH_4NO_3), всего 200 мг азота на кг почвы. M_2 внесение основных удобрений в виде раствора (т. е. 175 мг азота, 1000—1000 мг P_2O_5 или K_2O , 100 мг MgO, 350 мг CaO и смесь микроэлементов Чаминаде (4), затем еженедельно 100 мг азота в виде раствора NH_4NO_3 (всего 1075 мг/кг почвы). (2) Тип сосуда: E_1 снизу открыт, E_2 снизу закрыт. (3) способ полива: O_1 без ежедневного измерения веса, субъективным методом. O_2 при измерении веса два раза в неделю, в остальные дни субъективная оценка. O_3 = ежедневное измерение веса. (4) Воздушносухой вес г/сосуд. (5) Азот в мг/сосуд. (6) Фосфор мг/сосуд. (7) Калий в мг/сосуд.

Табл. 4. Эффективность минерального удобрения, оцененная по воздушносухому весу и количеству вынесенного азота. (1) Место происхождения почвы, сосуд и срез: А) Воздушносухой вес. В) Вынесенный азот. а) В среднем по срезам. б) В среднем по сосудам и почве. с) В среднем по почве, сосудам и срезам. V_1 = первый срез. V_2 = второй срез. V_3 = третий срез. Остальные обозначения смотри в таблице 3. (2) Способ полива.

Табл. 5. Эффективность минерального удобрения, оцененная по выносу фосфора и калия. (1) Срез и сосуд: А) Вынесенный фосфор. В) Вынесенный калий. а) В среднем по почвам, первый, второй и третий срез в открытых и закрытых сосудах. б) В среднем по срезам и почвам в открытом и закрытом сосудах. с) Открытый сосуд, в среднем по срезам и почвам. (2) Способ полива. Обозначения смотри в таблице 3.

Рис. 1. Связь между сухим весом райграсса английского и процентным содержанием азота в срезах. T_1 Почва из Эрботтян, T_2 Почва из Хоссухат. V_1, V_2, V_3 — три среза.