

A műtrágyázás hatása a triticaleszáranyag-felhalmozására és tápelemtartalmára

LÁSZTITY BORIVOJ

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A növényi száranyag-felhalmozás az egyik meghatározó mutatója a trágyázás hatékonyságának, ill. a talaj termékenységének, valamint a növényi fejlődésnek /a belső szervezeti és külső morfológiai bélyegek mellett/, továbbá a széndioxid-asszimiláció és a tápelembefelvétel produktivitásának is. Ismeretes, hogy a száranyag-felhalmozás és annak tenyészidő alatti változása a belső genetikai és a külső ökológiai körülmények együttes hatásának az eredménye. A dinamika jelzi az aktuális növényi igényeket, továbbá a faj specifikus megnyilvánulásait. Az ökológiai körülmények egyik csoportját az edafikus tényezők alkotják. E tényezők közül a talaj tápelem-ellátottsági viszonyai meghatározó jellegűek és hatásukat számos kísérleti eredmény és közlés is alátámasztja /GASHOW és MUGWIRA, 1981; GRAHAM et al., 1983; KISS, 1968; TARKOWSKI, 1972/.

A száranyag-felhalmozás dinamikájának ismerete alapot biztosít a tápelemigény számításához, a növényi tápelem-utánpótlás korszerűsítéséhez. A tenyészidő folyamán bekövetkezett dinamikai változásokon keresztül tanulmányozhatjuk a talaj-növény rendszer kapcsolatát, továbbá a növénytáplálás és a növényi produkció kölcsönhatását.

A növények tápelemtartalmának kutatása visszanyúlik az agrokémia kezdeti időszakára /di GLÉRIA, 1959/ és e téren szerzett ismereteink a mai napig tartó rendszeres munkának az eredménye. Az elemtartalmak vizsgálata elsősorban az esszenciális elemek megismerésére irányult. Ez a munka a növénytáplálás kiterjesztése, valamint az új növénykultúrák termesztésbe vonása kapcsán kiszélesedett. Már a korai vizsgálatok is arra utaltak, hogy az elemek koncentrációja a növényi fejlődés során időben változó és a környezeti tényezők befolyása következtében sem állandó. Az itt érvényesülő törvényszerűségek felderítéséhez szükség volt a változások nyomon követésére /EPSTEIN, 1972; FISCHER, 1973; KASTORI, 1983/.

A fontosabb kultúráknál a tápanyagfelvételi görbék vizsgálata már régóta folyik. A triticaléval - mely a jelenlegi szántóföldi kultúrák között az egyetlen mesterségesen létrehozott faj - kevés ilyen vizsgálatot végeztek /BROWN és ALMODARES, 1976; BUBICZ et al., 1981, 1982; GUEDES-PINIO és BERNARD, 1982; KOZAK és TARKOWSKI, 1979; IAL et al., 1978; LORENZ és REUTER, 1976; PAVLOV et al., 1979/.

Nálunk a triticales elsősorban, mint a homokterületek gabonája kerül szóba. Vetésterülete kicsi. A hazai vizsgálatok főként az alkalmazhatóságra,

valamint a minőségi paraméterek tanulmányozására irányultak /KISS, 1968; KISS, 1980; PROHÁSZKA et al., 1969; LÁSZTITY et al., 1984/.

Jelenlegi munkánkban a triticaleszáranyag-felhalmozása mellett bemutatjuk az NPK-műtrágyázás hatását a fontosabb esszenciális elemek koncentrációjának változására a tenyészidő folyamán.

Anyag és módszer

A szabadföldi kísérletet 1980 őszén állítottuk be egy gyengén humuszos, karbonátos homoktalajon az MTA TAKI Kísérleti Telepén Órbottyánban KT-77. triticales fajtaival. A kísérlet talajának néhány fontosabb jellemzője: humusz: 1,2 %; CaCO_3 : 1-3 %; leiszapolható rész /< 0,02 mm/: 15 %; AL- K_2O : 79 ppm; AL- P_2O_5 : 58 ppm; összes N: 0,110 %. A trágyázási kezelésekből 200 kg N-nel, 500 ill. 1000 kg/ha P_2O_5 -dal és ugyanennyi K_2O -dal egyenértékű műtrágyát adtunk ki a következő kombinációkban: 1. Kontróll; 2. N; 3. P_1K_1 ; 4. NP_1 ; 5. NK_1 ; 6. NP_1K_1 ; 7. NP_2K_2 . A hatóanyagot pétisó /28 % N/, szuperfoszfát /17 % P_2O_5 / és kálisó /60 % K_2O / formájában juttattuk ki. A P- és K-műtrágyákat őszi szántással, a N-trágya felét őszi alaptrágyaként, a másik felét tavasszal egyszeri fejtrágyaként adagoltuk. A növénymintákat kora tavasztól a betakarításig általában 10-10 naponként szedtük különböző fenofázisokban /LARGE, 1954/, 4-4 folyóméter teljes föld feletti rész felhasználásával. A második mintavételtől kezdve a levelet különválasztottuk és tömegét megmértük. A szárazanyag-tömegeket abszolút száraz értékben adjuk meg minden esetben. Az előkészített mintákból kénsavas peroxidos roncsolás után a nitrogén dead stop módszerrel /FÜLEKY, 1970/, a foszfort vanadátsós módszerrel /THAMM-NÉ et al., 1968/ fotometrián, a többi vizsgált elemet sósavas hidrolízis után atomabszorpciós spektrofotométerrel határoztuk meg. A felhalmozási dinamika leírásához, valamint a törvényszerűségek tanulmányozásához felhasználtuk a BICZÓK és munkatársai által kidolgozott biomatematikai modellt /BÉKÉSSY et al., 1982; BICZÓK et al., 1982, 1983; LÁSZTITY és BICZÓK, 1983; LÁSZTITY et al., 1982/.

A kísérleti eredmények

Szárazanyag-felhalmozás

A triticales teljes föld feletti részének és levelének szárazanyag-tömegét az egyes mintavételi időpontokban az 1. táblázatban adjuk meg. A kísérlet átlagában a teljes föld feletti rész száraz anyagának akkumulációja a teljes érésig tartott. Az, hogy a felhalmozódás intenzív szakasza - a többi őszi kalászshoz hasonlóan - a szárbaindulás és kalácsolás fázisai közé esett arra utal, hogy ez a tulajdonság genetikailag determinált. A két dekád /ápr. 30-máj. 21/ alatt a teljes felhalmozás közel egyharmadát állította elő a növény. A generatív szakaszban a felhalmozás mérsékeltebb ütemben folytatódott.

A tápelem-ellátottságot elemezve megállapítható, hogy az NP- és NPK-kezelések valamennyi vizsgált időpontban, az NK- és N-kezelések pedig a mintavételi időpontok többségében szignifikánsan növelték a szárazanyag-tartalmat a kontrollhoz képest. A szem- és szalmatermés száraz anyagának aránya 1:1,5 volt a kísérlet átlagában. Ez az arány az egyes kezelésekből kismértékben változott a szem-, ill. a szalmatermés javára. A N-hiányos kezelések kivételével szignifikánsan nőtt a szem és a szalma szárazanyag-tömege a trágyázás hatására.

1. táblázat

A műtrágyázás hatása a triticales szárazanyag-felhalmozására /Órbottyán, 1981/

Kézelés száma és jele	/2/		/3/		/4/		/5/		/6/		/7/	
	Bokrosodás	Szárbaindulás	Kalászás	Virágzás	Teljes érés	Teljes érés	Teljes érés	Teljes érés	Teljes érés	Teljes érés	Teljes érés	Teljes érés
	márc. 31.	ápr. 9.	ápr. 21.	ápr. 30.	máj. 11.	máj. 21.	jún. 1.	jún. 10.	jún. 22.	összes	8/	9/
1. φ	0,382	0,679	1,122	1,505	2,262	2,915	2,963	3,612	4,080	3,695	1,40	2,30
2. N	0,494	0,991	1,647	1,926	2,924	4,029	4,850	5,900	6,605	6,570	2,66	3,91
3. P ₁ K ₁	0,335	0,701	1,226	1,372	2,086	2,722	2,769	3,070	3,719	4,305	1,60	2,71
4. NP ₁	0,538	1,170	2,004	2,447	3,126	4,778	5,805	6,927	6,674	8,050	3,24	4,81
5. NK ₁	0,456	0,942	1,738	1,970	3,001	4,382	4,519	5,465	6,347	7,355	2,92	4,44
6. NP ₁ K ₁	0,585	1,187	2,754	2,593	3,964	5,074	6,317	7,164	6,988	7,800	3,06	4,74
7. NP ₂ K ₂	0,529	1,256	1,970	2,374	3,677	5,341	6,919	6,958	8,076	9,100	3,80	5,70
a/ SzD _{5%}	0,087	0,207	0,411	0,376	0,663	0,849	1,390	1,352	1,604	2,369	1,09	1,01
b/ Átlag	0,474	0,990	1,780	2,027	3,006	4,177	4,877	5,585	6,083	6,696	2,67	4,03
%	7	15	27	30	45	62	73	83	91	100	40	60
A. Teljes föld feletti rész, t/ha												
B. Levél, t/ha												
1. φ	-	0,404	0,637	0,522	0,480	0,414	0,324	0,318	-	-	-	-
2. N	-	0,620	0,967	0,803	0,712	0,812	0,644	0,622	-	-	-	-
3. P ₁ K ₁	-	0,418	0,662	0,480	0,437	0,395	0,301	0,297	-	-	-	-
4. NP ₁	-	0,738	1,195	0,723	0,699	0,780	0,651	0,662	-	-	-	-
5. NK ₁	-	0,595	0,987	0,802	0,726	0,681	0,459	0,494	-	-	-	-
6. NP ₁ K ₁	-	0,708	1,490	0,925	0,918	0,831	0,747	0,655	-	-	-	-
7. NP ₂ K ₂	-	0,736	1,062	0,884	0,787	0,900	0,892	0,700	-	-	-	-
a/ SzD _{5%}	-	0,125	0,528	0,139	0,151	0,156	0,174	0,144	-	-	-	-
b/ Átlag	-	0,603	1,000	0,734	0,680	0,688	0,574	0,536	-	-	-	-
%	-	61	56	36	23	16	12	10	-	-	-	-

* A szárazanyag-felhalmozódás mértéke %-ban, a betakarításkori szárazanyag-mennyiséget 100 %-nak véve;
 ** A levél %-os szárazanyag-tömege a teljes föld feletti rész szárazanyag-tömegének %-ában kifejezve.

A levél szárazanyag-változását szintén az 1. táblázatban mutatjuk be. A kísérlet átlagában a levél szárazanyag-tömege a vegetáció előrehaladásával enyhe növekedést követően fokozatosan csökkent, miközben a teljes föld feletti rész szárazanyag-tartalmának %-ában kifejezett relatív mennyisége a kezdeti 61 %-ról 10 %-ra csökkent. A levelek leszáradása következtében a csökkenés viszonylag gyors volt. A levélszáradást a szárazság és a különféle levélbetegségek fokozták. A szár szárazanyag-tömege nőtt a tenyészidő során. A gyarapodás valamivel gyorsabb volt a fejlődés vegetatív szakaszában, mint a generatív időszakban.

2. táblázat

Az NPK-műtrágyázás hatása a triticales szárazanyag-felhalmozásának sebességére a föld feletti részben, kg/ha/nap /Örbottyán, 1981/

/1/ Kezelés száma	Márc.31- Ápr.9.	Ápr. 9-21.	Ápr. 21-30.	Ápr.30- Máj.11.	Máj. 11-21.	Máj.21- Jún.1.	Jún. 1-10.	Jún. 10-22.	Jún.22- Júl.17.
1.	33,0 ^x	36,9 ^x	42,6	63,1 ^x	65,3	4,4	72,1	39,0	-15,4
2.	55,4 ^x	54,5 ^x	31,0	83,2 ^x	110,5 ^x	74,6	116,7	58,8	-1,4
3.	40,7 ^x	43,8 ^x	16,2	59,5 ^x	63,6	4,3	33,4	54,1	23,4
4.	70,2 ^x	69,5 ^x	49,2 ^x	56,6 ^x	165,2 ^x	93,4	124,7	-21,1	55,0
5.	54,0 ^x	66,3 ^x	25,8	85,9 ^x	138,1 ^x	12,5	105,1	81,0	36,7
6.	66,9 ^x	130,6 ^x	-17,9	114,3 ^x	111,0 ^x	113,0 ^x	94,1	-14,7	32,5
7.	80,8 ^x	59,5 ^x	44,9	108,6 ^x	166,4 ^x	143,5 ^x	4,3	93,2	41,0
a/ SzD _{5%} ^{xx}	25,0	38,3	61,9	69,3	107,7	148,1	215,4	174,8	114,4
b/ Átlag	57,3 ^x	65,9 ^x	27,4 ^x	81,5 ^x	117,2 ^x	63,7 ^x	78,6 ^x	41,5	24,6

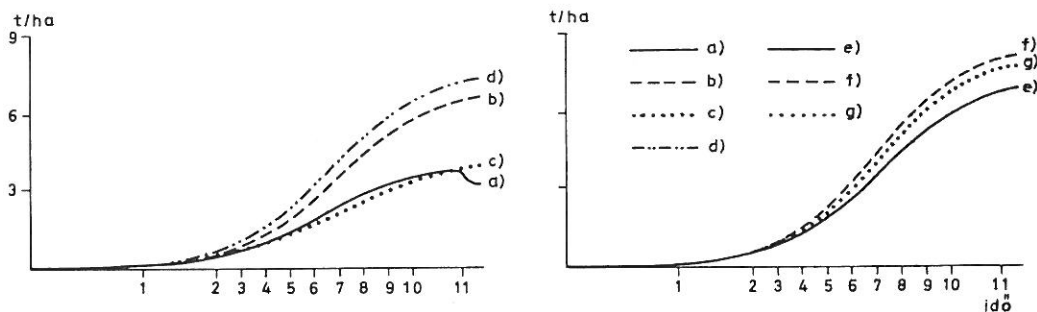
Megjegyzés: a táblázatban feltüntetett sebességek az egymást követő két mintavételi időpont közötti átlagértékek. ^x az egymást követő két mintavételi időpontban a száraz anyag mennyisége szignifikánsan különböző volt; ^{xx} SzD_{5%} az oszlopon belül.

3. táblázat

Néhány időjárási tényező változása a tenyészidőszak folyamán /Örbottyán, 1981/

/1/ Időpont	/2/ Csapadék, mm	/3/ Hőmérséklet, °C		/4/ Napfényes órák száma
		Max.	Min.	
Márc. 31.-Ápr. 9.	-	16,4	3,0	48,5
Ápr. 9-21.	1,0	19,3	0,8	63,5
Ápr. 21-30.	6,0	16,5	1,5	17,5
Ápr. 30-Máj. 11.	10,6	16,5	5,5	43,0
Máj. 11-21.	22,6	21,5	9,5	53,5
Máj. 21-Jún. 1.	19,9	22,4	11,0	55,5
Jún. 1-10.	48,7	27,5	14,1	59,0
Jún. 10-22.	11,1	23,4	13,4	79,5
Jún. 22-Júl. 17.	56,7	25,6	13,2	148,0

A teljes föld feletti rész száraz anyagának felhalmozási sebességét is kiszámítottuk, és a 2. táblázatban kg/ha/nap mértékegységben adjuk meg. A felhalmozás sebessége a tenyészidő folyamán hullámzó, a különböző külső tényezők /napfény, hőmérséklet, csapadék/ változása /3. táblázat/ miatt. A felhalmozás ütemében április harmadik dekádjában bekövetkezett visszaesést valószínűleg a hűvös és napfényzegény időjárás okozta. A maximális növekményeket /napi 120 kg/ha körüli mennyiség/ május első dekádjában, a kalászo-



1. ábra

Az NPK-műtrágyázás hatása a triticales szárazanyag-felhalmozására a teljes föld feletti részben /Órbottyán, 1981/. Vízzintes tengely: mintavétel időpontja: 1. Márc. 31.; 2. Ápr. 9.; 3. Ápr. 21.; 4. Ápr. 30.; 5. Máj. 11.; 6. Máj. 21.; 7. Jún. 1.; 8. Jún. 10.; 9. Jún. 22.; 10. Júl. 17. Kezelések: a/ Kontroll; b/ N; c/ P_1K_1 ; d/ NP_1 ; e/ NK_1 ; f/ NP_1K_1 ; g/ NP_2K_2

lást megelőző időszakban mértük. A minimumokat a teljes érést megelőző időszakban találtuk.

A teljes föld feletti rész szárazanyag-tartalmának felhalmozási görbéi az 1. ábrán láthatók.

Mint erre a módszertani részben utaltunk, a felhalmozódás dinamikájának tanulmányozásához a BICZÓK és munkatársai által kidolgozott modellt használtuk. Ez a modell két szubkompartmentet /felhalmozás és reflux/ tartalmaz. Az egyenlet paramétereit a 4. táblázatban mutatjuk be. A kontrollkezelésnél a görbe "leépüléssel" lefutást mutat. A trágyázott kezelésekben a legnagyobb gyorsulást /b/ és a legkorábbi felhalmozási inflexiós pontot / t_g / az NP_1K_1 -kezelésben, a legkisebb gyorsulást a K-, és a legkésőbbi inflexiós pontot a PK-kezelésben számítottuk. A trágyázatlan kezelés leépüléssel jelleget - ami elsősorban a levélvesztés miatt következett be - valószínűleg a tápelemhiány idézte elő.

A felhasznált egyszerű modell alkalmazhatóságát is vizsgáltuk. A modell segítségével számolt valamennyi felhalmozási értéket összevetettük a ténylegesen mért felhalmozási adatokkal. Az elvégzett regresszió-analízis eredményeit a 2. ábrán mutatjuk be. Az ábráról leolvasható, hogy az összefüggés lineáris volt, és igen szorosnak és magas valószínűségi szinten szignifikánsnak bizonyult. A kapott eredmények igazolják az általunk alkalmazott modellt és alátámasztják az alkalmazás lehetőségét e szántóföldi kultúra szárazanyag-akkumulációjának modellezésére.

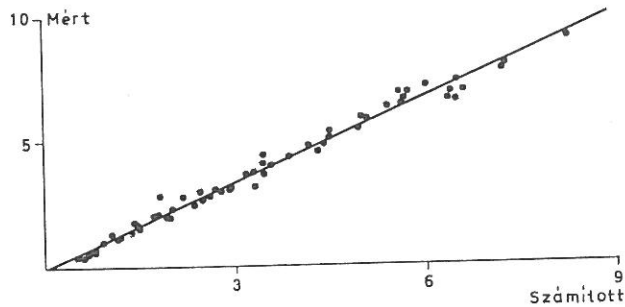
4. táblázat
A modell paramétereit és egyenlete

/1/ Kezelés száma	A	R	b	t_g	s	t_s
1.	3,92	0,61	0,047	227	0,961	294
2.	6,97	-	0,045	237	-	-
3.	4,35	-	0,036	238	-	-
4.	7,67	-	0,045	234	-	-
5.	7,09	-	0,044	239	-	-
6.	7,52	-	0,050	230	-	-
7.	8,77	-	0,048	237	-	-

$$U = \frac{A}{1+e^{-b(t-t_g)}} - \frac{R}{1+e^{-s(t-t_s)}}$$

ahol:

- A: a maximális felhalmozás értéke, t/ha;
 R: a teljes reflux /talajfelszínig, ill. a felszín alá történő visszahelyeződés, t/ha;
 b: fenológiaiilag meghatározott, a növényi fejlettségéből eredő felvételi gyorsulással, ill. a talaj tápelem pufferkapacitással rokon mennyiség;
 t_g : a felhalmozás inflexiós pontja, vegetációs nap;
 s: fenológiaiilag meghatározott, az öregeedés által indukált tápelemvesztés gyorsulásának, ill. tompításának mértéke;
 t_s : a reflux inflexiós pontja, vegetációs nap.



2. ábra

Összefüggés a triticale mért és a modell alapján számított szárazanyag-felhalmozása között /Órbottyán, 1981/.

$$y = -0,075 + 1,131x. \quad r = 0,994^{xxx}. \quad n = 70.$$

Tápelemtartalmak változása

A trágyázás hatására a talaj P- és K-ellátottsága kedvezően alakult, gyengéről a közepes és jó ellátottság szintjére emelkedett /5. táblázat/. Ugyancsak szignifikáns növekedéseket figyeltünk meg a szárazanyaghozamokban.

5. táblázat

A műtrágyázás hatása a talaj könnyen oldható PK-tartalmára, ppm /Örbottyán, 1981 őszi/

/1/ Kezelés száma	/2/ AL-oldható		/3/ NaHCO ₃ -oldható
	K ₂ O	P ₂ O ₅	P ₂ O ₅
1.	35,0	76,0	12,78
2.	38,3	89,6	13,86
3.	42,5	145,9	25,61
4.	36,0	114,6	23,13
5.	61,7	91,6	14,42
6.	57,3	110,5	21,84
7.	107,6	265,5	47,50
a/ SzD _{5%}	28,9	65,0	13,14
b/ Átlag	54,0	127,7	22,73

A nitrogén-koncentráció /6. táblázat/ a triticales teljes föld feletti részében a tenyészidő előrehaladásával fokozatosan csökkent, a teljes érésig kb. 2/3-ára. A levél N-tartalma a kalászoláig gyakorlatilag nem változott, e fenofázist követően csökkent, a virágzás után pedig erőteljesen csökkent. Ennek oka valószínűleg a szemtermésben történő növényen belüli átrendeződés. A levélben mért N-koncentrációk felülmúlták a teljes növényben található.

A teljes föld feletti rész N-tartalmát a N-trágyázás valamennyi mintavételnél szignifikánsan növelte, a N-hiányos kezelésekben csökkenés jelentkezett. A levélben a hatások hasonló képet mutattak az április 30-i mintavétel kivételével. Ebben az időpontban a hatás nem érte el a statisztikailag igazolható mértéket.

A foszfortartalom /6. táblázat/ a teljes föld feletti részben a virágzás végéig folyamatosan csökkent, azt követően növekedett. A levélben a P-koncentráció a vegetatív periódusban felülmúlt, a generatív szakaszban viszont nem érte el a teljes föld feletti részben mért értékeket. A levélben a csökkenő tendencia a tanulmányozott időben következetes volt.

Azokban a kezelésekben, amelyekben P-műtrágyát is alkalmaztunk, a műtrágyázás minden mintavételnél a P-tartalom szignifikáns növekedését idézte elő. Három mintavételnél a P-hiányos kezelésekben statisztikailag igazolható P-koncentráció csökkenés következett be. A levélben a P-műtrágyázás P-koncentrációt növelő hatása mindvégig kimutatható.

A triticales teljes föld feletti részének kálium-koncentrációja /6. táblázat/ kisebb ingadozással minden kezelésben a tenyészidő végéig a tavaszi

6.

A műtrágyázás hatása a triticales tápelemtartalmára

/1/ Keze- lés száma	/2/ Bokrosodás		/3/ Szárba- indulás		/4/ Kalászolás		/5/ Virágzás		/6/ Tejes érés	/7/ Teljes érés
	márc.	ápr.	ápr.	ápr.	máj.	máj.	jún.	jún.	jún.	júl.
	31.	9.	21.	30.	11.	21.	1.	10.	22.	17.
A. Teljes föld feletti rész										
<u>N, %</u>										
1.	3,19	2,28	2,09	1,44	0,99	0,88	0,90	0,85	0,68	0,90
2.	3,96	2,70	2,05	1,66	1,77	1,51	1,43	1,39	0,93	1,25
3.	2,97	2,22	1,63	1,35	0,97	0,82	0,80	0,72	0,75	0,89
4.	4,17	2,76	2,29	1,73	1,93	1,57	1,34	1,22	1,01	1,26
5.	3,86	2,73	2,22	1,65	1,72	1,55	1,39	1,32	1,18	1,18
6.	3,77	2,69	2,15	1,66	1,82	1,71	1,31	1,51	1,28	1,29
7.	4,08	2,86	2,20	1,65	1,93	1,67	1,36	1,48	1,23	1,36
a/ SzD _{5%}	0,31	0,28	0,22	0,11	0,15	0,25	0,19	0,16	0,18	0,11
b/ Átlag	3,72	2,60	2,08	1,58	1,59	1,39	1,22	1,21	1,00	1,16
<u>P, %</u>										
1.	0,38	0,21	0,25	0,24	0,19	0,18	0,17	0,18	0,18	0,20
2.	0,37	0,24	0,24	0,17	0,18	0,14	0,11	0,11	0,18	0,19
3.	0,44	0,34	0,29	0,25	0,21	0,19	0,18	0,18	0,22	0,25
4.	0,49	0,35	0,31	0,23	0,24	0,19	0,14	0,13	0,16	0,19
5.	0,38	0,27	0,19	0,15	0,15	0,12	0,12	0,10	0,17	0,19
6.	0,44	0,33	0,26	0,24	0,19	0,18	0,14	0,12	0,21	0,16
7.	0,51	0,35	0,32	0,29	0,25	0,18	0,18	0,14	0,17	0,20
a/ SzD _{5%}	0,06	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
b/ Átlag	0,43	0,30	0,26	0,22	0,20	0,17	0,15	0,14	0,18	0,19
<u>K, %</u>										
1.	2,59	1,69	1,82	1,48	1,53	1,26	0,90	0,74	0,74	0,71
2.	2,74	1,98	1,87	1,50	1,68	1,24	0,99	0,86	0,81	0,70
3.	3,01	2,54	2,10	1,89	1,69	1,37	1,09	0,87	0,85	0,85
4.	2,71	1,89	1,71	1,52	1,54	1,14	0,86	0,67	0,79	0,74
5.	3,21	2,45	1,86	1,55	1,70	1,27	1,07	0,96	0,83	0,80
6.	3,21	2,42	1,93	1,79	1,51	1,35	0,91	0,85	0,83	0,88
7.	3,56	2,70	2,36	2,19	2,01	1,48	1,18	0,95	0,97	0,95
a/ SzD _{5%}	0,49	0,43	0,20	0,21	0,17	0,07	0,10	0,09	0,09	0,14
b/ Átlag	3,00	2,24	2,36	1,70	1,66	1,30	1,00	0,84	0,83	0,79
<u>Ca, %</u>										
1.	0,43	0,25	0,22	0,33	0,18	0,15	0,13	0,10	0,11	0,15
2.	0,50	0,30	0,27	0,28	0,32	0,23	0,22	0,18	0,16	0,16
3.	0,39	0,28	0,21	0,23	0,20	0,15	0,14	0,12	0,12	0,12
4.	0,48	0,31	0,29	0,30	0,27	0,21	0,20	0,18	0,17	0,19
5.	0,46	0,27	0,23	0,23	0,25	0,17	0,16	0,14	0,13	0,16
6.	0,46	0,28	0,24	0,24	0,25	0,19	0,17	0,13	0,13	0,18
7.	0,46	0,32	0,25	0,25	0,26	0,19	0,18	0,16	0,14	0,19
a/ SzD _{5%}	0,06	0,06	0,02	0,09	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03
b/ Átlag	0,45	0,28	0,24	0,26	0,24	0,18	0,17	0,14	0,14	0,16

táblázat
a fejlődés különböző szakaszaiban /Örbottyán, 1981/

/7/ Teljes érés jul. 17.		/3/ Szárbaindulás		/4/ Kalászolás		/5/ Virágzás		/6/ Tejes érés
/8/ Szem	/9/ Szalma	ápr. 21.	ápr. 30.	máj. 11.	máj. 21.	jún. 1.	jún. 10.	jún. 22.
B. Levél								
1,79	0,38	2,01	2,38	1,66	1,26	1,21	0,85	0,80
2,47	0,44	1,96	2,01	2,78	2,68	2,24	1,48	1,06
1,74	0,41	1,94	2,05	1,56	1,37	1,42	0,88	0,76
2,36	0,52	2,52	2,34	2,38	2,62	2,24	1,76	1,11
2,28	0,48	2,48	2,20	2,74	2,43	2,32	1,67	1,10
2,41	0,58	2,30	2,28	2,64	2,29	2,06	1,42	1,24
2,47	0,58	2,43	2,44	2,89	2,48	2,39	1,68	1,11
0,17	0,16	0,28	0,48	0,35	0,22	0,22	0,28	0,09
2,21	0,48	2,24	2,24	2,38	2,16	1,98	1,40	1,03
0,46	0,05	0,26	0,26	0,16	0,12	0,10	0,10	0,08
0,43	0,03	0,24	0,19	0,17	0,14	0,10	0,08	0,04
0,54	0,08	0,34	0,29	0,21	0,16	0,18	0,12	0,11
0,40	0,05	0,34	0,24	0,20	0,16	0,14	0,10	0,06
0,42	0,04	0,20	0,16	0,14	0,12	0,10	0,08	0,06
0,36	0,05	0,28	0,26	0,20	0,17	0,12	0,10	0,07
0,42	0,05	0,35	0,35	0,25	0,16	0,16	0,12	0,10
0,04	0,03	0,03	0,04	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
0,43	0,05	0,28	0,25	0,19	0,15	0,13	0,10	0,08
0,44	0,79	2,01	1,56	1,79	1,47	1,11	0,84	0,65
0,47	0,86	2,03	1,74	1,56	1,32	0,92	0,70	0,56
0,55	0,85	2,48	2,30	2,12	1,98	1,52	0,99	0,74
0,54	0,87	1,82	1,66	1,38	1,06	0,80	0,68	0,51
0,50	0,99	2,03	1,75	1,58	1,32	1,04	0,88	0,74
0,53	1,11	2,17	2,14	1,72	1,62	0,99	0,86	0,62
0,51	1,27	2,72	2,72	2,46	1,98	1,59	1,30	1,19
0,08	0,21	0,27	0,27	0,21	0,17	0,20	0,18	0,32
0,50	0,96	2,18	1,98	1,80	1,54	1,14	0,89	0,76
0,02	0,23	0,33	0,35	0,40	0,45	0,50	0,50	0,58
0,03	0,25	0,40	0,44	0,68	0,74	0,77	0,72	0,76
0,03	0,18	0,32	0,37	0,46	0,52	0,57	0,52	0,62
0,03	0,29	0,42	0,46	0,70	0,74	0,84	0,92	0,92
0,03	0,25	0,33	0,35	0,51	0,53	0,64	0,68	0,72
0,02	0,28	0,37	0,42	0,60	0,64	0,66	0,66	0,79
0,03	0,30	0,37	0,39	0,58	0,68	0,73	0,76	0,78
-	0,09	0,03	0,05	0,05	0,09	0,07	0,11	0,06
0,03	0,25	0,36	0,40	0,56	0,62	0,67	0,68	0,74

/1/ Keze- lés száma	/2/ Bokrosodás		/3/ Szárba- indulás		/4/ Kalászoslás		/5/ Virágzás		/6/ Tejes érés	/7/ Teljes érés
	marc.	apr.	apr.	apr.	máj.	máj.	jún.	jún.	jún.	júl.
	31.	9.	21.	30.	11.	21.	1.	10.	22.	17.

A. Teljes föld feletti rész

<u>Mg, %</u>										
1.	0,10	0,09	0,08	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08	0,12	0,09
2.	0,10	0,09	0,08	0,09	0,11	0,10	0,10	0,10	0,11	0,07
3.	0,09	0,07	0,08	0,09	0,09	0,07	0,09	0,08	0,11	0,09
4.	0,11	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,10	0,11	0,10	0,07
5.	0,09	0,08	0,08	0,08	0,11	0,08	0,10	0,09	0,11	0,06
6.	0,10	0,07	0,07	0,08	0,10	0,09	0,09	0,09	0,12	0,07
7.	0,09	0,07	0,08	0,09	0,09	0,09	0,11	0,10	0,09	0,08
a/ SzD _{5%}	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02
b/ Átlág	0,10	0,08	0,08	0,08	0,10	0,09	0,09	0,09	0,10	0,07
<u>Fe, ppm</u>										
1.	414	274	148	163	179	175	180	168	155	148
2.	378	345	163	153	184	129	173	162	143	116
3.	386	391	158	153	184	162	176	177	125	155
4.	400	295	149	216	170	167	153	122	136	103
5.	414	331	156	176	183	130	163	108	121	113
6.	360	293	140	167	209	143	148	142	124	117
7.	503	329	189	162	196	129	166	119	118	135
a/ SzD _{5%}	124	80	20	21	87	18	17	13	17	17
b/ Átlág	408	322	158	170	186	148	166	142	129	126
<u>Mn, ppm</u>										
1.	94	78	47	52	49	43	42	38	38	32
2.	89	74	51	53	57	49	49	42	38	32
3.	96	80	60	55	55	83	47	34	39	32
4.	109	76	54	58	62	47	47	43	45	42
5.	98	77	57	58	61	49	46	43	42	34
6.	113	88	66	67	72	58	55	54	49	45
7.	119	79	66	64	73	55	56	56	48	43
a/ SzD _{5%}	23	16	11	8	11	29	9	6	8	7
b/ Átlág	102	79	57	58	61	54	49	44	42	37
<u>Zn, ppm</u>										
1.	26	21	16	14	14	12	16	15	18	17
2.	28	20	19	17	18	18	16	15	16	15
3.	25	21	17	14	16	12	15	13	18	15
4.	30	22	18	18	18	17	13	12	13	13
5.	27	23	18	17	18	16	18	14	19	16
6.	25	22	16	16	15	15	16	15	16	13
7.	28	25	18	17	17	14	17	15	14	11
a/ SzD _{5%}	4	5	2	2	2	2	3	3	2	3
b/ Átlág	27	22	17	16	16	15	15	14	16	14

6. táblázat folytatása

/7/		/3/		/4/		/5/		/6/
Teljes érés júl. 17.		Szárbaindulás		Kalászosítás		Virágzás		Tejes érés
/8/	/9/	ápr.	ápr.	máj.	máj.	jún.	jún.	jún.
Szem	Szalma	21.	30.	11.	21.	1.	10.	22.

B. Levél

0,11	0,08	0,10	0,10	0,12	0,16	0,19	0,18	0,20
0,11	0,05	0,10	0,10	0,16	0,18	0,20	0,20	0,19
0,12	0,07	0,09	0,10	0,12	0,14	0,18	0,19	0,23
0,10	0,05	0,12	0,14	0,14	0,22	0,22	0,26	0,24
0,10	0,04	0,10	0,10	0,15	0,16	0,20	0,18	0,21
0,10	0,06	0,08	0,10	0,14	0,15	0,18	0,18	0,20
0,10	0,07	0,09	0,10	0,12	0,16	0,20	0,21	0,20
0,01	0,04	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03	0,02
0,11	0,06	0,10	0,11	0,14	0,17	0,20	0,20	0,21
25	222	209	252	302	216	472	683	531
28	175	224	225	302	216	441	639	492
27	229	234	212	337	232	434	653	488
28	155	206	324	351	238	374	430	417
29	166	202	228	332	230	374	466	558
29	174	194	258	330	194	355	556	417
29	211	222	246	364	206	412	436	382
2	46	27	56	85	64	53	108	73
28	190	213	249	331	219	409	552	469
26	36	60	70	75	77	95	100	105
29	36	66	71	86	94	105	117	112
26	36	78	74	88	83	100	99	116
33	49	72	76	113	98	114	129	130
29	38	74	77	94	98	106	126	135
30	55	90	93	119	120	124	144	160
30	53	88	88	118	120	139	154	157
3	18	16	15	25	17	27	23	39
29	43	76	78	99	98	112	124	130
29	10	17	14	14	10	20	26	18
27	7	20	18	16	15	22	19	18
25	9	18	14	20	11	18	20	18
24	6	20	18	16	14	16	20	18
28	8	20	15	16	16	22	22	19
22	7	18	16	14	14	22	21	16
17	6	20	18	16	15	22	21	18
2	2	1	1	2	2	3	3	1
25	8	19	16	16	14	20	20	21

/1/ Keze- lés száma	/2/ Bokrosodás		/3/ Szárba- indulás		/4/ Kalászolás		/5/ Virágzás		/6/ Tejes érés	/7/ Teljes érés
	márc. 31.	ápr. 9.	ápr. 21.	ápr. 30.	máj. 11.	máj. 21.	jún. 1.	jún. 10.	jún. 22.	júl. 17.

A. Teljes föld feletti rész

Cu, ppm										
1.	6,6	4,9	3,9	4,4	3,5	3,2	3,4	4,0	4,3	3,9
2.	6,3	5,5	4,3	3,8	4,2	3,7	3,5	3,7	4,1	4,1
3.	6,4	5,5	4,1	3,9	3,3	3,1	3,7	3,9	4,6	3,8
4.	7,3	5,8	4,7	5,2	5,3	3,7	3,1	3,7	4,3	4,2
5.	6,3	6,6	4,0	4,4	3,9	3,4	3,7	3,8	4,6	4,0
6.	6,6	5,6	4,2	4,1	4,0	3,4	3,3	3,2	4,4	3,6
7.	7,3	6,5	4,6	4,3	4,3	3,3	4,2	4,4	4,0	3,4
a/ SzD _{5%}	1,0	0,7	0,5	0,7	0,7	0,4	0,4	0,5	0,6	0,5
b/ Átlág	6,6	5,8	4,2	4,3	4,0	3,4	3,5	3,8	4,3	3,8

bokrosodáskori maximum mintegy egynegyedére esett vissza. Hasonlóan változott a levél K-koncentrációja is. A levél K-tartalma mindig nagyobb volt, mint a teljes föld feletti részé, de ez a különbség a tenyészidő végéig fokozatosan csökkent.

A K-trágyát is tartalmazó kezelések mind a teljes föld feletti részben, mind a levélben többségében szignifikánsan növelték a K-koncentrációt.

A kalcium-koncentráció /6. táblázat/ a teljes föld feletti részben a tejes érésig csökkent, azonban a szalmában bekövetkező Ca-dúsulás miatt a betakarítás idejére növekedett. A levélben a Ca-koncentráció az idő előrehaladásával folyamatosan növekedett. Elsősorban fiziológiai okokra /a fiatal szerekben történő koncentrálódás/ vezethető vissza a levelekben történő dúsulás.

A nitrogént is tartalmazó trágyázási kezelések hatására valamennyi mintavételnél statisztikailag igazolhatóan nőtt a Ca-koncentráció. Ezzel szemben a káliumos kezeléseknél csökkenést figyeltünk meg. A levélben hasonló a műtrágyázás hatása, mint a teljes föld feletti részben, negatív hatás azonban egyetlen mintavételnél sem volt statisztikailag igazolható.

A triticales teljes föld feletti részének magnézium-tartalma /6. táblázat/ a tenyészidő folyamán csupán pár tized százalékot változott. A változás irányának tendenciája nem állapítható meg. A levélben a Mg-tartalom változása hasonló, mint a kalcium esetében. A mért Mg-koncentrációk szintén magasabbak a teljes föld feletti részben találtaknál, de a különbség a tenyészidő előrehaladtával növekedett.

A N- és NP-kezelésekben a növény Mg-tartalma növekedett, a NK-, NPK- és PK-kezelésekben pedig csökkent. A műtrágyázás következetesen növelte a levél Mg-koncentrációját.

A vaskoncentráció a triticales teljes föld feletti részében 500 és 1000 ppm között változik /6. táblázat/, inkább csökkenő tendenciájú. A Fe-koncentráció ugyancsak nagyobb a levélben, mint a teljes föld feletti részben és a különbség a tenyészidő folyamán növekszik.

A műtrágyázás hatására a teljes föld feletti rész Fe-tartalma a vegetatív fejlődési szakaszban és a szemben növekedett, míg a generatív fázisban és a szalmában csökkent a kontrollhoz viszonyítva. A levél Fe-tartalmát a N-kombinációk a vegetatív fázisban növelték, míg a generatív szakaszban csökkentették.

6. táblázat folytatása

/7/		/3/		/4/		/5/		/6/
Teljes érés		Szárbaingulás		Kalászolás		Virágzás		Tejes érés
júl. '17.								
/8/	/9/	ápr.	ápr.	máj.	máj.	jún.	jún.	jún.
Szem	Szalma	21.	30.	11.	21.	1.	10.	22.

B. Levél

4,2	3,7	4,4	5,5	3,8	3,8	4,3	6,0	4,8
4,3	3,9	5,0	4,4	5,4	5,4	4,8	6,0	4,3
4,0	3,6	5,0	5,0	3,8	3,8	5,4	6,0	4,3
4,2	4,2	5,5	6,6	5,4	4,8	4,3	4,8	4,3
4,3	3,8	4,4	5,0	4,9	4,8	5,4	6,0	5,4
3,4	3,7	5,0	5,0	6,0	5,4	4,8	4,8	4,3
3,1	3,6	5,5	5,5	5,4	6,0	6,0	5,4	3,8
0,6	0,9	0,9	0,9	0,7	0,8	0,9	0,9	0,5
3,9	3,8	5,0	5,3	5,0	4,8	5,0	5,6	4,4

A mangán a redoxireakciókban, valamint a klorofill-szintézisben is részt vesz. A triticales teljes föld feletti részében az Mn-koncentráció kb. 100-ról 30 ppm körüli értékre csökkent. A maximumot az első mintavételkor /bokrosodáskor/ mértük és ezt követően kisebb ingadozásokkal a betakarításig csökkent /6. táblázat/. Betakarításkor a szalmában nagyobb volt a Mn-tartalom, mint a szemben. A levélben - a Mn említett élettani szerepe miatt - a tenyészidő előrehaladásával a Mn-koncentráció fokozatosan nőtt, nagysága minden mintavételi időpontban jelentősen meghaladta a teljes föld feletti rész Mn-tartalmát.

A műtrágyázás a teljes föld feletti részben egy mintavételi időpont kivételével, a levélben pedig minden időpontban szignifikánsan növelte a Mn-tartalmat. Ez a műtrágyák savanyító hatásával és esetleg a szinergizmussal magyarázható.

A cink fontos szerepet játszik a növények életében, mivel, mint enzimalkötő közreműködik a fehérjeszintézisben. A triticales föld feletti részében a tavasszal mért Zn-koncentráció a betakarítás időpontjára a felére csökkent /6. táblázat/. A teljes érést megelőzően a növényen belüli átrendeződés Zn-gyapapodást idézett elő a szalma rovására.

A levél Zn-koncentrációja minden mintavételkor nagyobb volt, mint a teljes föld feletti részé. A Zn-koncentráció ingadozása a levélben kisebb mérvű volt és a maximális koncentrációt a virágzáskor mértük.

A műtrágyázás a teljes föld feletti rész Zn-tartalmát a vegetatív fejlődési fázisban növelte, míg a generatív szakaszban csökkentette. Ez a hatás a vegetatív periódusban elsősorban a N- és NP-kezeléseknél, míg a generatív fejlődési szakaszban a N-, NP- és NPK-kezeléseknél volt kifejezett. A foszfor antagonist hatása a NK-kezelésben nem érvényesült a NP-hez viszonyítva a generatív fázisban, ezért itt növekedést regisztrálhattunk. A műtrágyázás hatása a levél Zn-tartalmára megegyezett a teljes föld feletti résznél elmondottakkal.

A gabonafélék - így a triticales is - rézigényes kultúrák, részkoncentrációjuk ennek ellenére kicsiny. A föld feletti növényi rész réztartalma a tenyészidő alatt csökkent /6. táblázat/. A különböző kezelések hatására csak kisebb változás figyelhető meg a növény Cu-tartalmában. A levélben a Cu-tartalom a vizsgált elemek többségéhez hasonlóan nagyobb, mint a teljes növényi részben. Az időbeni csökkenés is hasonló, azonban az ingadozás kisebb mértékű, mint a teljes föld feletti részben volt.

A műtrágyakezelések átlagában a teljes föld feletti rész Cu-koncentrációjában virágzásig növekedést, majd ezután csökkenést, ill. hatástalanságot figyeltünk meg. A hatást nem lehetett egyes kezelésekhez kötni. A levélben a generatív szakaszban a NP-kezelés Cu-koncentráció-csökkentő hatása minden mintavételkor megmutatkozott.

Összefoglalva a tápelemtartalom változására vonatkozó megfigyeléseinket, a következő megállapítások tehetők:

- A triticales teljes föld feletti részében a K-, Mg-, Fe-, Mn-, Zn- és Cu-koncentráció a bokrosodástól a betakarításig, a N-koncentráció a tejes érésig, míg a P-koncentráció a virágzás végéig csökkent.
- A P-koncentráció a virágzástól, a N-koncentráció pedig a tejes érést követően enyhén növekedett.
- A levélben a vizsgált elemek koncentrációja a K és P kivételével minden mintavételkor meghaladta a teljes föld feletti részben található.
- A levél P-tartalma a vegetatív szakasz elején, míg K-koncentrációja a generatív szakasz végén kisebb, mint a teljes föld feletti növényi részben.
- A levélben a N-, P- és K-koncentráció a betakarításig csökkent, a Ca-, Mg-, Fe- és Mn-koncentráció általában növekedett, a Zn-koncentráció a kezdeti csökkenés után a generatív szakaszban növekedett, míg a Cu-koncentráció gyakorlatilag nem változott.
- Teljes éréskor a N, P, Mg és Zn a szemben, a K, Ca, Fe és Mn pedig a szalmában voltak nagyobb koncentrációban. A Cu közel azonos koncentrációban található mindkét végtermékben.
- Az NPK-műtrágyázás a tápelem-koncentrációk tenyészdő alatti változásának irányát nem változtatta meg.
- A műtrágyázás a N-, P- és K-koncentrációkat valamennyi, a Mg-, Mn- és Zn-koncentrációkat egy, a Fe- és Cu-koncentrációkat pedig két mintavételi időpont kivételével statisztikailag igazolhatóan megváltoztatta.
- Műtrágyázás hatására - a szemtermésben a Ca, a szalmában a Ca és Cu kivételével - az összes vizsgált elem koncentrációja szignifikánsan megváltozott. A szemben a Zn és Cu, a szalmában a Mg, Fe és Zn kivételével koncentráció-növekedés mutatható ki.
- A levélben a P-, K, Ca, Mg és Mn koncentrációját a műtrágyázás valamennyi mintavételkor szignifikánsan növelte. Egy mintavételi időpont kivételével a N-koncentráció is mindig növekedett.
- A levél Fe-, Zn- és Cu-koncentrációra a műtrágyázás a fenofázistól függően különbözőképpen hatott.

Összefoglalás

Szabadszíriai kísérletben karbonátos, gyengén humuszos homoktalajon tanulmányoztuk a műtrágyázás hatását a triticales föld feletti részének és levélzetének szárazanyag-felhalmozására. A felhalmozás dinamikáját egyszerű biomatematikai modellel is leírtuk és a modell használhatóságát ellenőriztük.

Vizsgáltuk a KT-77. triticales fajtában a N-, P-, K-, Ca-, Mg-, Fe-, Mn-, Zn- és Cu-tápelemek koncentrációjának változását műtrágyázás hatására a tenyészdő alatt. A mintákat a vegetáció tavaszi megindulásától a betakarításig tíz naponként vettük, összesen tíz időpontban 4-4 folyóméter felhasználásával. A szárbaindulástól kezdődően a levelet külön is megvizsgáltuk.

A vizsgálat során kapott eredményeket az alábbiak szerint foglalhatjuk össze:

- A szárazanyag-felhalmozás a teljes föld feletti részben általában a teljes érésig tartott és az intenzív szakasza a szárbaindulás fenofázisára esett.

- A levél szárazanyagtömege a szárbaindulás elején volt a legnagyobb, ezt követően mind abszolút, mind a teljes föld feletti részhez viszonyított mennyisége csökkent.
- A felhalmozás sebessége a kalászoláskor érte el a maximumot, majd a teljes érés fenofázisáig csökkent.
- A műtrágyázás szignifikánsan növelte a teljes föld feletti rész és a levél szárazanyagtömegét a kontrollhoz képest és a felhalmozás sebességét is befolyásolta.
- A felhalmozás - amely jellegét tekintve a kontroll kivételével leépülésmentes volt - a modellel jól leírható és szoros összefüggést mutatott a mért adatokkal.
- A vizsgált tápelem-koncentrációk a teljes föld feletti részben csökkenő tendenciát mutattak. A csökkenés a P és K kivételével a vegetáció végéig tartott.
- A levélben a N-, P- és K-tartalom a tenyészidő végéig csökkent, a többi elem koncentrációja általában növekvő tendenciát mutatott.
- Az NPK-műtrágyázás mind a teljes föld feletti részben, mind a levélben növelte a N-, P- és K-tartalmat.
- A Ca-, Zn- és Mg-koncentrációt elsősorban a N- és K-műtrágyázás, a Mn-tartalmat pedig a N-műtrágyázás növelte.
- A Fe és Cu koncentrációját a műtrágyázás csak kismértékben befolyásolta.

Irodalom

- BROWN, A. R. and ALMODARES, A., 1976. Quantity and quality of triticale forage compared to the other small grains. *Agron. J.* 68. 264-266.
- BÉKÉSSY, A., BICZÓK, Gy. and RUDA, M., 1982. Modelling the dynamics of arable crop nutrient uptake. MTA SZTAKI Working Paper IV/21. 1-13.
- BICZÓK Gy., BÉKÉSSY A. és RUDA M., 1982. Szántóföldi növények tápelemfelvételi dinamikájának modellezése. In: Számítástechnikai és kibernetikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és biológiában. /Szerk.: GYÓRI I. et al./ 127-131. NEUMANN Számítástud. Társ. XI. Kollokviuma, Szeged.
- BICZÓK, Gy. et al., 1983. Analysis of agroecological systems and modelling their nutrient cycles. System Science VIII. Conference, Wrocław. MTA SZTAKI Working Paper IV/27. 1-23.
- BUBICZ, M., KOZAK, L. i TARKOWSKI, Cz., 1981. Zawartosc i rozmieszenie Cu, Zn, Mn, Fe w pszenicy, pszenicy i zycie. *Rocz. Nauk. Roln. Ser. A.* 104. /4/ 29-41.
- BUBICZ, M., KOZAK, L. i TARKOWSKI, Cz., 1982. Poziom N, P, K, Na, Ca, Mg w roslinach pszenicy, pszenicy i zycie. *Rocz. Nauk. Roln. Ser. A.* 105. /1/ 109-126.
- DI GLÉRIA J., 1959. Mezőgazdasági kémia. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- EPSTEIN, E., 1972. Mineral nutrition of plants. Principles and perspectives. J. Wiley and Sons. New York.
- FISCHER, R. A., 1973. Agronomy and physiology of triticale. In: *Triticale Proc. of Intern. Simp.*, El Batan, Mexico. 201-209.
- FÜLEKY Gy., 1970. "Dead-stop" végpontjelzéses nátrium-hipobromitos titrálás alkalmazása növényi anyagok és műtrágyák nitrogéntartalmának meghatározására. *Agrokémia és Talajtan.* 19. 339-346.
- GASHOW, L. and MUGWIRA, L. N., 1981. Ammonium and nitrate-N effect on the growth and mineral composition of triticale, wheat and rye. *Agron. J.* 73. 47-51.

- GRAHAM, R. D., GEYTENBEEK, P. E. and RADCLIFFE, B. C., 1983. Response of triticale, wheat, rye and barley to nitrogen fertilizer. *Austr. J. of Exp. Agric. and Anim.* 23. 73-79.
- GUEDES-PINTO, K. et BERNARD, M., 1983. Etude comparative de quelques cultivars de blé seigle et triticale dans le Nord du Portugal. I. Productions de grain de paille de proteines. *Agronomie.* 3. 691-700.
- KASTORI, R., 1983. Role of elements in plant nutrition. *Matica Srpska. Novi Sad.*
- KISS Á., 1968. Triticale, a homok uj gabonája. *Mezőgazd. Kiadó. Budapest.*
- KISS J. M., 1980. Nagy termőképességű és jó minőségű, széles alkalmazkodó képességű kenyér és takarmánygabona /Triticale/ előállítására. *Kand. értekezés.*
- KOZAK, L. i TARKOWSKI, Cz., 1979. Zawartosc Cu, Zn, Mn, Fe i Mg w roznnych fazach wzrostu pszenicy, pszenicy i zyta. *Rocz. Nauk. Roln. Ser. A.* 104. /2/ 113-129.
- LAL, P., REDDY, G. G. and MODI, M. S., 1978. Accumulation and redistribution pattern of dry matter and N in triticale and wheat varieties under water stress condition. *Agron. J.* 70. 623-626.
- LARGE, E. C., 1954. Growth stages in cereals, illustration of the Feekes scale. *Plant Pathology.* 3. 128-219.
- LÁSZTITY, B. and BICZÓK, Gy., 1983. Modelling on the kinetics of dry matter and nutrients accumulation in winter barley. *Agrochimica.* XXVII. 514-520.
- LÁSZTITY B., BICZÓK Gy. és RUDA M., *Mezőgazdasági táblák tápelemforgalmának egy kettős szubkompartment modellje különböző talaj-növény rendszer esetén.* In: Számítástechnikai és kibernetikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és biológiában. /Szerk.: GYŐRI I. et al./ 132-138. NEUMANN Számítástud. Társ. XI. Kollokviuma. Szeged.
- LÁSZTITY B., SIMONNÉ SARKADI L. és HIDVÉGI M., 1984. Az NPK-műtrágyázás hatása az őszi rozs és triticale szemtermésének néhány beltartalmi jellemzőjére. *Agrokémia és Talajtan.* 33. 391-402.
- LORENCZ, K. and REUTER, F. W., 1976. Mineral composition of developing wheat, rye and triticale. *Cereal Chemistry.* 53. 683-691.
- PAVLOV, A. N. et al., 1979. Uszlovija mineralnogo pitanija i formirovanija kacsesztva zerna triticale. *Agrohimiija.* 10. 55-59.
- PROHÁSZKA, K., CSERNI, I. and FEHÉR, B., 1969. Effect of nitrogen on yield and mineral content in triticale. *Acta Agron. Acad. Sci. Hung.* 20. 101-107.
- TARKOWSKI, Cz., 1972. Hodowla Triticale. *Bul. Inst. Hod. i. Aklim. Rosl.* 5-6. 71-74.
- THAMM F-né, KRÁMER M. és SARKADI J., 1968. Növények és trágyanyagok foszfortartalmának meghatározása ammónium-molibdovanadátos módszerrel. *Agrokémia és Talajtan.* 17. 145-156.

Érkezett: 1987. február 10.

Effect of Fertilization on the Dry Matter Accumulation and Nutrient Content of Triticale

B. LÁSZTITY

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

Summary

The effect of fertilization on the dry matter accumulation in the above-ground parts and leaves of triticale was studied in a field experiment set up on a calcareous, weakly humic sandy soil.

The dynamics of accumulation was also described using a simple biomathematical model, the applicability of which was checked.

Changes in the concentrations of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn and Cu as the result of fertilization were studied in the triticale variety KT-77 during the vegetation period. Samples were taken from the beginning of vegetation in spring until harvest every ten days on a total of ten occasions, using a four-metre row for each sampling. From shooting onwards the leaves were also analyzed separately.

The results obtained in the course of the examinations can be summarized as follows:

- Dry matter accumulation in the whole above-ground part generally continued until full maturity, the intensive period coinciding with the shooting growth stage.
- The dry matter mass of the leaves was greatest at the beginning of shooting, after which a reduction was observed both in absolute terms and as regards the quantity relative to the whole above-ground part.
- The rate of accumulation reached a maximum at earing, then decreased until milky ripening.
- Fertilization significantly increased the dry matter mass of the whole above-ground part and the leaves compared to the control and also influenced the rate of accumulation.
- The accumulation, which was of the reflux-free type with the exception of the control, could be well described using the model and was in close correlation with the measured data.
- The nutrient concentrations examined showed a tendency to decline in the whole above-ground part. With the exception of P and K, this reduction continued until the end of the vegetation period.
- In the leaves the N, P and K contents decreased until the end of the vegetation period, while the concentrations of the other elements usually showed a tendency to increase.
- NPK fertilization increased the N, P and K contents both in the whole above-ground part and in the leaves.
- The Ca, Zn and Mg concentrations were principally increased by N and K fertilization and the Mn content by N fertilization.
- The concentrations of Fe and Cu were only slightly influenced by fertilization.

Table 1. Effect of fertilization on the dry matter accumulation of triticale /Örbottyán, 1981/. /1/ No. of treatment. a/ $LSD_{5\%}$; b/ Average. /2/ Tillering. /3/ Shooting. /4/ Earing. /5/ Flowering. /6/ Milky ripening. /7/ Full ripening. /8/ Total. /9/ Grain. /10/ Straw. A. Whole above-ground

part, t/ha. B. Leaf, t/ha. * Degree of dry matter accumulation as a %, taking the dry matter quantity at harvest as 100%; ^{xx} % dry matter mass of the leaves as a % of the dry matter mass of the whole above-ground part.

Table 2. Effect of NPK fertilization on the rate of dry matter accumulation in the above-ground part of triticale, kg/ha/day /Órbottyán, 1981/. /1/ See Table 1. Note: The rates given in the table are mean values between two consecutive sampling times. ^x The quantity of dry matter at two consecutive sampling times was significantly different; ^{xxx} LSD_{5%} within the column.

Table 3. Changes in certain climatic factors during the vegetation period /Órbottyán, 1981/. /1/ Date. /2/ Precipitation, mm. /3/ Temperature, °C. /4/ No. of sunny hours.

Table 4. Parameters and equation of the model. /1/ No. of treatment. A: maximum value of accumulation, t/ha; R: Complete reflux /replacement on or below the soil surface/; b: quantity related either to the acceleration in uptake determined phenologically and stemming from the state of development of the plant, or to the nutrient buffering ability of the soil; t_{α} : point of inflexion of accumulation, day of vegetation; s: degree of acceleration or retardation of nutrient loss induced by aging, and thus phenologically determined; t_{β} : point of inflexion of reflux, day of vegetation.

Table 5. Effect of fertilization on the readily soluble PK content of the soil, ppm /Órbottyán, 1981/. /1/ No. of treatment. a/ LSD_{5%}; b/ Average. /2/ AL-soluble K₂O and P₂O₅. /3/ NaHCO₃-soluble P₂O₅.

Table 6. Effect of fertilization on the nutrient content of triticale in various phases of development /Órbottyán, 1981/. /1/-/7/ and A, B: See Table 1. /8/ Grain. /9/ Straw.

Fig. 1. Effect of NPK fertilization on the dry matter accumulation in the whole above-ground part of triticale /Órbottyán, 1981/. Horizontal axis: Date of sampling: 1. March 31. 2. April 9. 3. April 21. 4. April 30. 5. May 11. 6. May 21. 7. June 1. 8. June 10. 9. June 22. 10. July 17. Treatment: a/ Control? b/ N; c/ P₁K₁; d/ NP₁; e/ NK₁; f/ NP₁K₁; g/ NP₂K₂.

Fig. 2. Correlation between the measured dry matter accumulation of triticale and that calculated on the basis of the model /Órbottyán, 1981/. $y = -0.075 + 1.131x$. $r = 0.994^{xxx}$. $n = 70$.