

A műtrágyázás hatása az őszi búza tápelemtartalom- változására a tenyészidő folyamán

LÁSZTITY BORIVÓJ

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A növények ásványi tápelem-összetétele változatos, mivel számos belső és külső tényező függvényében alakul /KASTORI, 1981; KLEESE et al., 1968; MÓZSIK, 1977; NAKAPETIAN és BASSON, 1976; PRIMOST, 1965; PROHÁSZKA, 1978/. A belső genetikai tényezők közül a tenyészidő erős befolyást gyakorol a tápelemtartalmak változására. Az elem-koncentráció az elemek többségénél a növény korával csökken /CZUBA, 1969; GREGORY et al., 1979; KÁDÁR és LÁSZTITY, 1979; LAHKY, 1981; SIPPOLA és YLÄRANTA, 1978/. A különböző növényi részekben azonban a tápelemtartalmak eltérőek, általában a levélben található a nagyobb koncentráció és kevesebb a növény más szerveiben /GREGORY et al., 1981; KASTORI, 1981; KOSTIC et al., 1967; WALDREN és FLOWERDAY, 1979/. A szervek tápelemtartalma közötti eltérés a tenyészidő folyamán az élettani folyamatok következtében is változik, részarányuk az egyes szervek javára eltolódik /pl. búzaszem stb./ /DAIGGER et al., 1976; GREGORY et al., 1979; PRIMOST, 1967/.

A külső tényezők közül az esetek jelentős részében a trágyázás hatása bizonyult a legnagyobbak. Ezt a hatást több szerző igazolta eltérő talajviszonyok, trágyázási eljárások mellett /CZARNOWSKA, 1975; DAIGGER et al., 1976; GREGORY et al., 1979; HALLORAN és LEE, 1979; NECSAEVA, 1978/.

A növényben mérhető ásványi tápelemtartalmak lehetőséget nyújtanak a talaj tápelemviszonyainak megfigyelésére, a tápláltság diagnosztizálásához, a határértékek kidolgozásához. Egyben lehetőséget adnak a megfelelő táplálási mód, a fej-, ill. levéltrágyák kiválasztásához /KÁDÁR, 1980; KÁDÁR és LÁSZTITY, 1979; PETERBURGSZKIJ és NIKITISEN, 1970; SIPPOLA és YLÄRANTA, 1978/.

Jelen dolgozatban az őszi búza /teljes föld feletti növény, levél, szár és kalász/ tápelem-koncentrációinak változását mutatjuk be a tenyészidő és a műtrágyázás függvényében szabadföldi körülmények között.

Anyag és módszer

A szabadföldi trágyázási kísérletet az MTA TAKI Nagyhorcsóki Kísérleti Telepén 1981 őszen állítottuk be mészlepedékes csernozjom talajon. A kísérleti terület talajának néhány fontosabb talajtani és agrokémiai jellemzője: humusz: 3,5 %; CaCO₃: 6,3 %; pH /KCl/: 7,8; leiszapolható rész /< 0,02 mm/:

40 %. A talaj eredeti AL-P és AL-K-ellátottsága a hazai kategóriák szerint gyenge, illetve közepes.

A trágyázási kezelésekből a 200 kg N, 500 és 1000 kg P₂O₅, illetve K₂O feltöltő adagjainak kombinációit alkalmaztuk a klasszikus hfánykísérletnek megfelelően. Műtrágyaként pétisót /28 %/, szuperfoszfátot /17 %/ és kálisót /60 %/ használtunk. A P- és K-műtrágyákat ősszel alaptrágyaként, a nitrogént ősszel és tavasszal megosztva fejtrágyaként adagoltuk.

A növénymintákat tavasztól a betakarításig általában tíz naponként szedtük különböző fenofázisokban, összesen 10 alkalommal, 4 folyóméter teljes föld feletti növényi rész felhasználásával. A harmadik mintavételtől kezdve a négy ismétlésből kettőben a leveleket és a szárrészt, majd a hatodik mintavételtől kezdve a kalászokat is különválasztottuk és mértük tömegüket. Jelzőnövényként a hazai köztermesztésben elterjedt középkorai érésű MV-8 őszibúzafajtát vetettük el.

Megfelelő előkészítés után a teljes növényben, valamint egyes részeiben a nitrogént dead-stop eljárással, a foszfort fotometriásan, a káliumot és a kalciumot lángfotométerrel, a többi elemet sósavas hidrolízist követően atomabszorpciós spektrofotométerrel mértük.

A kísérleti terület néhány fontosabb éghajlati tényezőjének változását az 1. táblázatban adjuk meg.

Az adatok biometriai feldolgozását variancia-analízissel végeztük.

A kísérleti eredmények és értékelésük

A teljes föld feletti növényben a *nitrogéntartalom* folyamatosan csökkent a betakarításig /2. táblázat/. A N-műtrágya alkalmazása az összes mintavételnél a szem- és szalmatermésben egyaránt szignifikáns koncentráció-növekedést biztosított.

Az egyes növényi részekben /levél, szár, kalász/ /1.A. ábra/ a N-tartalom egységesen csökkent a tenyészidő előrehaladásával. A maximális koncentrációkat a virágzás végéig a levélben, utána a kalászban, majd a szemben ta-

1. táblázat

A kísérleti hely néhány éghajlati tényezőjének változása

/1/ Időpont	/2/ Csapa- dék, mm	/3/ Csapa- dékos napok száma	/4/ Hőmérséklet, °C		/5/ Hónap	/6/ Átlagos havi hő- mérsék- let, °C	/7/ Átlagos havi nap- fényes * órák száma
			Max.	Min.			
Márc.28-Ápr. 6.	22,3	1	16,7	6,1	Márc.	6,2	147
Ápr. 7-16.	19,9	3	14,0	5,6			
Ápr. 17-26.	-	-	13,6	2,8	Ápr.	8,6	196
Ápr. 27-Máj. 6.	23,9	3	17,5	5,7			
Máj. 7-17.	15,8	4	23,5	12,1			
Máj. 18-27.	1,3	2	27,5	14,0	Máj.	16,5	254
Máj. 28- Jún.7.	22,0	2	28,6	16,4			
Jún. 8-17.	44,0	3	27,9	14,1			
Jún. 18-28.	12,6	3	29,3	16,1	Jún.	19,7	279
Jún. 29-Júl.15.	26,4	6	27,2	13,9	Júl.	21,3	307

* VARGA-HASZONITS nyomán /1977/

láltuk. A szárban volt minden időpontban a legkisebb a N-tartalom. A műtrágyázás a levélben egy kivétellel szignifikáns növekedést eredményezett a vizsgált fejlődési szakaszokban.

A *fosszfortartalom* maximumát a teljes föld feletti részben a szárbaindulás fázisában mértük /2. táblázat/, ezt követően kis eltéréssel csökkenést regisztrálhattunk. A műtrágyázás hatására főként a fejlődés vegetatív szakaszában nőtt a P-koncentráció, ugyanakkor a generatív szakaszban elsősorban a NK-kezelés esetében csökkenés következett be.

A szalmatermésben a P-koncentráció csökkenő tendenciát mutat, mely az NK-kezelésben elérte a szignifikáns mértéket. A levélben a kalászolástól kezdődően a koncentráció közel a felére csökkent. A műtrágyázás hatását elemezve megfigyelhető, hogy főként a generatív szakaszban csökkent a P-tartalom a kontrollhoz viszonyítva, növekedés csupán a szárbainduláskor volt statisztikailag is igazolható az NP- és NPK-kezelésekben.

A szártermésben a változás közel azonos jelleget mutat, mint a levélben, csupán a mértéke tért el, gyorsabb volt. A kalászokban 0,5 %-ról 0,3 %-ra csökkent a P-koncentráció a vegetáció végére /l.B. ábra/.

A *káliumtartalom* az őszi búza teljes föld feletti részében a tenyészidő alatt folyamatosan csökkent /2. táblázat/. A kezelések hatása valamennyi mintavételkor szignifikánsnak bizonyult: a teljes érés kivételével minden időpontban növekedést mutatott elsősorban a káliumos /NK, NPK/ kezelésekben. A levélben kis ingadozással szintén csökkenést tapasztaltunk a K-tartalomban /l.C. ábra/. A műtrágyázás - egy mintavétel kivételével - csak a szárbaindulás periódusában biztosított szignifikáns koncentráció-emelkedést. A szemtermésben - a viszonylag magas K-tartalmú kontrollhoz viszonyítva - koncentráció-csökkenést figyelhattunk meg az NP- és NPK-kezelésekben. A K-tartalom a szártermésben betakarításig több mint a felére lecsökkent, a kalászban pedig folyamatos csökkenést mutatott /l.C. ábra/.

A *kalciumtartalom* a föld feletti részben az idő múlásával mind kisebb lett /2. táblázat/. A műtrágyázás a bokrosodáskor vett minták és a szalma-termés kivételével szignifikáns változásokat idézett elő a Ca-tartalomban. A változás a szemtermés kivételével növekedésben nyilvánult meg általában a nitrogénes /N-, NP-, NK-, NPK/ kezelésekben.

A levélben a Ca-koncentráció alakulása kissé eltér a teljes növényben megfigyeltétől, ugyanis a fejlődés vegetatív fázisában növekedés jellemezte, és csak a generatív szakaszban figyeltünk meg mérsékelt csökkenést /l.D. ábra/. Ismeretes, hogy a kalcium - élettani funkciója folytán - a fiatalokú növényekben található nagyobb mennyiségben, továbbá, hogy a kevésbé mozgékony elemek közé tartozik. A műtrágyázás hatása itt is megmutkozott, azonban ez matematikailag csak a mintavételek közel felénél volt bizonyítható. A szár- és kalásztermésben a K-tartalom csökkenése folyamatosnak bizonyult.

A növény teljes föld feletti részében a *magnézium-tartalom* mutatta a viszonylag legkisebb változásokat. A tenyészidőszak egészére a csökkenés tendenciája érvényesül, kisebb eltérésekkel. A műtrágyázás hatása viszont következetesen az összes időpontban szignifikáns volt és növekedést jelzett a trágyázatlan kontrollhoz viszonyítva.

A levélben /l.E. ábra/ a teljes érés fenofázisáig folyamatos növekedés figyelhető meg a kísérlet egészében. A műtrágyázás hatása statisztikailag ezúttal is igazolható volt, egy mintavétel kivételével növekedést, dúsulást jelzett a kontrollhoz képest. A szártermésben, valamint a kalászban a Mg-koncentráció virágzásig növekedett, majd csökkenés következett be.

Kísérleti növényünk föld feletti részében a *vastartalom* a tenyészidő folyamán csökkent, különösen a fejlődés vegetatív szakaszában /kb. 1/5-ére/ /2. táblázat/. A legalacsonyabb koncentrációt a szemben, míg a legmagasabbat

A műtrágyázás hatása a tápelem-koncentrációk
/Mv 8. Őszibúzafajta,

Kezelés	/1/		/2/			/3/			/4/		/5/		/6/		/7/	
	Bokrosodás		Szárbaingulás			Kalá- szolás		Virágzás		Tejes érés		Teljes érés		jul. 15.		
	ápr. 6	ápr. 16	ápr. 26	máj. 6	máj. 17	máj. 27	jun. 7	jun. 17	jun. 28	Szem	Szalma					

A. Teljes föld feletti rész

N, %												
∅	3,81	3,88	3,62	3,43	2,62	1,91	1,61	1,43	1,69	1,94	0,36	
N	4,40	4,32	3,35	4,45	3,47	2,43	1,94	1,95	1,76	2,21	0,56	
P ₁ K ₁	4,06	3,36	2,89	2,72	1,94	1,61	1,24	1,44	1,29	1,85	0,33	
NP ₁	5,06	4,99	4,47	3,88	2,64	2,19	1,79	1,88	1,91	2,34	0,50	
NK ₁	4,42	4,49	4,35	4,34	3,05	2,42	2,13	1,95	1,60	2,26	0,48	
NP ₁ K ₁	5,10	4,92	4,23	3,93	2,73	2,07	1,70	1,91	1,63	2,25	0,49	
NP ₂ K ₂	5,08	4,84	4,33	3,77	2,84	2,18	1,83	1,81	1,80	2,22	0,48	
a/SzD _{5%}	0,52	0,61	0,15	0,26	0,23	0,10	0,08	0,06	0,09	0,17	0,08	
P, %												
∅	0,27	0,33	0,40	0,42	0,42	0,31	0,24	0,26	0,20	0,36	0,062	
N	0,30	0,37	0,39	0,43	0,37	0,31	0,23	0,26	0,20	0,35	0,062	
P ₁ K ₁	0,41	0,34	0,41	0,36	0,39	0,29	0,25	0,28	0,22	0,38	0,050	
NP ₁	0,41	0,42	0,47	0,45	0,37	0,27	0,24	0,27	0,22	0,36	0,049	
NK ₁	0,28	0,33	0,38	0,42	0,39	0,31	0,24	0,23	0,20	0,34	0,042	
NP ₁ K ₁	0,39	0,41	0,42	0,44	0,36	0,28	0,23	0,25	0,22	0,33	0,049	
NP ₂ K ₂	0,42	0,42	0,45	0,42	0,39	0,30	0,25	0,25	0,22	0,33	0,053	
a/SzD _{5%}	0,06	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,016	
K, %												
∅	2,76	2,82	2,81	3,01	2,75	2,51	1,63	1,48	0,90	0,48	0,87	
N	3,40	3,35	3,19	3,45	2,44	2,53	1,62	1,47	0,88	0,45	0,82	
P ₁ K ₁	3,36	2,64	2,66	2,41	2,61	2,36	1,58	1,44	0,75	0,46	0,83	
NP ₁	3,76	3,82	3,56	3,27	2,78	2,44	1,70	1,46	0,73	0,44	0,88	
NK ₁	3,17	3,17	3,44	3,93	2,92	2,82	1,94	1,59	0,88	0,46	0,91	
NP ₁ K ₁	3,74	3,84	3,51	3,46	2,84	2,93	1,68	1,60	0,84	0,41	0,99	
NP ₂ K ₂	3,71	3,66	4,01	3,68	3,02	3,09	1,85	1,66	0,82	0,42	1,02	
a/SzD _{5%}	0,51	0,71	0,21	0,23	0,15	0,28	0,06	0,08	0,06	0,04	0,19	
Ca, %												
∅	0,76	0,79	0,66	0,68	0,57	0,40	0,33	0,26	0,18	0,06	0,26	
N	0,77	0,81	0,74	0,80	0,61	0,44	0,35	0,21	0,21	0,05	0,27	
P ₁ K ₁	0,73	1,00	0,62	0,56	0,42	0,35	0,27	0,23	0,14	0,05	0,24	
NP ₁	0,77	0,78	0,66	0,68	0,58	0,43	0,35	0,27	0,15	0,04	0,28	
NK ₁	0,77	0,85	0,58	0,61	0,49	0,40	0,37	0,21	0,16	0,04	0,28	
NP ₁ K ₁	0,76	0,82	0,66	0,69	0,58	0,35	0,34	0,28	0,16	0,06	0,26	
NP ₂ K ₂	0,75	0,82	0,70	0,62	0,59	0,37	0,29	0,24	0,15	0,06	0,28	
a/SzD _{5%}	0,10	0,21	0,05	0,08	0,05	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	

változására a tenyészidő folyamán
Nagyhörcsök, 1982/

/1/ Kezelés	/3/ Szárbaindulás			/4/ Kalá- szolás	/5/ Virágzás		/6/ Tejes érés
	ápr.	máj.	máj.	máj.	jun.	jun.	jun.
	26.	6.	17.	27.	7.	17.	28.

B. Levél

∅	3,90	3,53	3,25	2,94	1,96	1,77	1,02
N	4,13	4,26	4,18	3,08	2,72	1,97	1,30
P ₁ K ₁	3,04	3,19	2,78	2,26	2,14	1,48	1,13
NP ₁	4,72	4,28	4,12	2,98	2,65	2,22	1,46
NK ₁	4,74	4,54	4,05	2,94	2,79	2,22	1,25
NP ₁ K ₁	4,44	4,35	4,02	2,68	2,74	2,22	1,43
NP ₂ K ₂	4,67	4,56	4,14	2,93	2,21	2,18	1,22
a/ SzD _{5%}	0,47	0,45	0,30	0,65	0,50	0,37	0,25
b/ Átlág	4,24	4,10	3,79	2,83	2,46	2,00	1,26
∅	0,28	0,33	0,36	0,36	0,26	0,21	0,16
N	0,29	0,32	0,36	0,31	0,23	0,19	0,14
P ₁ K ₁	0,29	0,31	0,33	0,32	0,24	0,17	0,17
NP ₁	0,31	0,35	0,36	0,30	0,26	0,18	0,15
NK ₁	0,29	0,38	0,36	0,31	0,24	0,17	0,14
NP ₁ K ₁	0,31	0,34	0,32	0,30	0,26	0,20	0,15
NP ₂ K ₂	0,31	0,34	0,34	0,32	0,23	0,17	0,13
a/ SzD _{5%}	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03
b/ Átlág	0,30	0,34	0,35	0,32	0,25	0,18	0,15
∅	2,78	2,58	2,77	3,34	2,11	1,47	0,82
N	3,52	3,56	3,32	3,41	2,11	1,34	0,88
P ₁ K ₁	2,64	3,61	2,78	3,10	2,23	1,48	0,97
NP ₁	3,72	3,41	3,19	3,30	2,42	1,43	0,98
NK ₁	3,40	3,62	3,51	3,58	2,62	1,18	1,03
NP ₁ K ₁	3,45	3,24	3,20	3,26	2,49	1,38	1,04
NP ₂ K ₂	3,27	3,04	3,12	3,66	2,02	1,47	1,04
a/ SzD _{5%}	0,49	0,17	0,60	0,78	0,46	0,26	0,35
b/ Átlág	3,25	3,15	3,12	3,38	2,28	1,39	0,96
∅	0,75	1,05	1,10	1,16	0,92	0,74	0,85
N	1,04	1,08	1,26	1,16	1,10	0,96	0,92
P ₁ K ₁	1,04	1,05	1,02	1,08	1,01	0,85	0,71
NP ₁	1,19	1,04	1,07	1,22	1,08	0,99	0,93
NK ₁	1,10	0,99	1,04	1,13	1,00	0,91	0,93
NP ₁ K ₁	1,08	1,11	1,10	1,47	1,10	1,04	0,82
NP ₂ K ₂	1,10	1,11	1,18	1,24	1,12	0,94	0,92
a/ SzD _{5%}	0,12	0,11	0,22	0,14	0,22	0,13	0,11

Kezelés	/1/		/2/			/3/			/4/		/5/		/6/		/7/	
	Bokrosodás		Szárbaingulás			Kalá- szolás			Virágzás	Tejes érés	Teljes érés jul. 15.				Szem	Szalma
	ápr. 6.	ápr. 16.	ápr. 26.	máj. 6.	máj. 17.	máj. 27.	jun. 7.	jun. 17.	jun. 28.							
A. Teljes föld feletti rész																
<u>Mg, %</u>																
∅	0,16	0,16	0,12	0,11	0,11	0,15	0,13	0,13	0,11	0,11	0,06					
N	0,20	0,18	0,12	0,14	0,15	0,18	0,16	0,17	0,10	0,12	0,08					
P ₁ K ₁	0,17	0,25	0,10	0,10	0,12	0,13	0,13	0,13	0,09	0,11	0,06					
NP ₁	0,19	0,18	0,13	0,13	0,18	0,18	0,16	0,16	0,11	0,13	0,08					
NK ₁	0,17	0,21	0,11	0,13	0,13	0,17	0,16	0,15	0,10	0,12	0,08					
NP ₁ K ₁	0,18	0,19	0,11	0,11	0,12	0,17	0,16	0,17	0,16	0,12	0,08					
NP ₂ K ₂	0,19	0,19	0,12	0,13	0,14	0,16	0,16	0,18	0,11	0,12	0,06					
a/SzD _{5%}	0,03	0,07	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01					
<u>Fe, ppm</u>																
∅	1888	1224	338	230	101	99	123	112	112	34	109					
N	2320	1191	281	244	101	113	111	92	98	40	99					
P ₁ K ₁	2114	2398	241	182	70	100	111	139	117	34	84					
NP ₁	1367	1023	281	225	85	112	110	94	93	40	95					
NK ₁	2353	1794	439	214	109	110	121	94	128	36	105					
NP ₁ K ₁	1353	1312	255	188	104	106	157	95	90	34	96					
NP ₂ K ₂	1641	1372	230	209	104	126	110	92	102	42	88					
a/SzD _{5%}	1344	1672	105	31	11	13	26	22	18	5	33					
<u>Mn, ppm</u>																
∅	134	121	92	100	73	56	52	48	44	31	27					
N	147	117	96	86	75	62	59	56	48	35	26					
P ₁ K ₁	179	129	127	102	64	60	54	47	47	37	26					
NP ₁	135	130	126	112	73	74	61	58	47	36	28					
NK ₁	149	147	114	101	74	59	60	53	48	34	29					
NP ₁ K ₁	142	126	114	110	82	68	60	56	52	33	28					
NP ₂ K ₂	158	157	118	102	83	72	58	57	53	37	28					
a/SzD _{5%}	35	30	7	12	8	3	3	4	2	4	6					
<u>Zn, ppm</u>																
∅	23,0	19,9	17,7	22,2	15,4	17,4	14,2	16,0	17,0	19,0	5,0					
N	22,2	24,6	19,8	20,6	19,8	18,3	16,1	18,0	17,2	20,0	6,0					
P ₁ K ₁	23,9	22,1	16,6	15,5	10,6	12,4	12,5	13,0	16,0	19,0	4,0					
NP ₁	18,1	24,0	19,8	18,8	12,4	19,4	14,8	12,6	15,2	17,0	6,0					
NK ₁	21,0	26,0	22,2	20,9	22,1	22,4	19,0	14,5	17,9	18,0	6,0					
NP ₁ K ₁	19,9	25,0	18,8	22,2	13,8	26,4	13,0	16,7	18,6	16,0	5,0					
NP ₂ K ₂	18,5	22,6	22,8	17,2	14,4	17,6	14,8	12,8	17,9	15,0	4,0					
a/SzD _{5%}	7,7	4,9	2,3	3,0	2,0	3,8	2,0	1,5	2,2	3,4	1,0					

2. táblázat folytatása

/1/ Kezelés	/3/ Szárbaindulás			/4/ Kalá- szolás	/5/ Virágzás		/6/ Tejes érés
	ápr. 26.	máj. 6.	máj. 17.	máj. 27.	jun. 7.	jun. 17.	jun. 28.
B. Levél							
∅	0,11	0,13	0,25	0,20	0,30	0,28	0,24
N	0,15	0,13	0,22	0,23	0,35	0,35	0,31
P ₁ K ₁	0,13	0,13	0,18	0,18	0,28	0,24	0,22
NP ₁	0,18	0,16	0,24	0,23	0,36	0,36	0,32
NK ₁	0,15	0,13	0,20	0,22	0,36	0,36	0,34
NP ₁ K ₁	0,15	0,15	0,22	0,27	0,38	0,38	0,34
NP ₂ K ₂	0,16	0,16	0,21	0,22	0,34	0,38	0,37
a/ SzD _{5%}	0,01	0,01	0,03	0,02	0,07	0,07	0,07
b/ Átlág	0,15	0,15	0,22	0,22	0,34	0,34	0,30
∅	322	318	150	220	203	203	183
N	374	259	144	208	137	236	201
P ₁ K ₁	316	223	129	154	190	236	219
NP ₁	337	252	189	275	130	183	194
NK ₁	344	253	141	129	166	172	204
NP ₁ K ₁	310	235	202	196	124	187	222
NP ₂ K ₂	341	259	150	172	128	167	184
a/ SzD _{5%}	164	53	95	80	27	43	66
b/ Átlág	335	257	158	193	154	198	201
∅	124	139	125	78	83	82	80
N	134	134	108	90	83	92	91
P ₁ K ₁	162	148	112	104	85	92	87
NP ₁	141	146	129	110	96	95	105
NK ₁	152	138	104	84	94	98	96
NP ₁ K ₁	160	138	134	118	101	112	98
NP ₂ K ₂	169	155	128	111	100	112	136
a/ SzD _{5%}	25	12	28	16	16	12	17
b/ Átlág	149	143	120	99	92	98	99
∅	18,4	19,8	18,0	13,6	10,0	8,8	5,4
N	21,0	23,4	20,9	15,4	12,1	9,8	6,1
P ₁ K ₁	17,2	16,6	14,0	12,0	7,7	5,9	5,8
NP ₁	19,5	21,6	17,4	13,4	9,4	6,7	5,8
NK ₁	25,3	23,2	21,3	18,2	11,4	8,2	6,0
NP ₁ K ₁	20,0	18,9	18,6	13,2	9,0	7,2	7,4
NP ₂ K ₂	19,8	18,8	15,6	12,0	9,0	6,0	5,0
a/ SzD _{5%}	3,8	3,2	3,0	1,8	4,2	3,2	3,0
b/ Átlág	20,2	20,3	18,0	14,0	9,8	7,5	5,9

/1/ Kezelés	/2/ Bokrosodás		/3/ Szárbaingulás			/4/ Kalászolás		/5/ Virágzás		/6/ Tejes érés		/7/ Teljes érés jul. 15.	
	ápr. 6.	ápr. 16.	ápr. 26.	máj. 6.	máj. 17.	máj. 17.	jun. 7.	jun. 17.	jun. 28.	Szem	Szalma		
A. Teljes föld feletti rész													
Cu, ppm													
∅	10,5	9,6	10,4	10,7	10,4	7,4	6,8	6,4	6,9	5,3	2,5		
N	10,2	9,2	10,4	9,6	10,4	8,9	7,9	7,5	7,8	5,3	2,4		
P ₁ K ₁	10,1	9,8	9,1	10,4	8,1	6,7	6,3	6,4	6,9	4,9	1,9		
NP ₁	10,2	9,5	10,7	10,4	7,8	7,7	7,2	7,0	7,4	5,7	3,0		
NK ₁	10,7	11,2	11,2	9,9	10,9	9,2	7,9	7,6	9,4	5,4	2,9		
NP ₁ K ₁	8,6	10,0	9,6	10,2	10,1	7,6	7,2	7,9	8,4	4,9	2,6		
NP ₂ K ₂	9,9	9,8	11,0	10,2	10,1	7,8	6,9	7,6	8,8	5,2	2,4		
a/SzD _{5%}	1,7	2,3	0,5	0,7	1,7	0,6	0,6	0,3	0,6	1,2	0,4		

a fiatalokú növényben mértük. A műtrágyázás hatása a vegetatív növekedési periódusban nem volt kimutatható, vagy csökkenést tapasztaltunk, míg a generatív szakaszban - tejes éréskor, valamint a szalmatermés kivételével - a növekedésben igazolhatóan jelentkezett.

A levélben a koncentráció-változás enyhe ingadozással csökkenő tendenciát mutatott a vegetáció során a kísérlet átlagában /1.F ábra/. A csökkenés mértéke azonban lényegesen kisebb, mint a teljes föld feletti részben. A műtrágyázás a mintavételek többségében nem befolyásolta, ill. esetenként csökkentette a Fe-tartalmat. A szártermésben a Fe-tartalom a kalászoláskor érte el a maximumot, majd a tejes érésig csökkent, ezt követően ismét emelkedés következett be.

A hízakalászban a Fe-tartalom ugyancsak csökkent a tenyészidő során, kisebb ingadozással.

Az ősibúzanövény teljes föld feletti részében a mangántartalom /2. táblázat/ a bokrosodástól a teljes érésig folyamatosan csökkent. A műtrágyázás általában növelte a Mn-tartalmakat, és csak egy mintavétel esetén nem lehetett statisztikailag is igazolni a hatást. A műtrágyahatást főként a PK, NP, NK és NPK kezelésekhez kötődött, az egymagában adott N-műtrágya hatása általában nem volt igazolható.

A levél Mn-koncentrációja /1.G. ábra/ a vegetatív periódusban csökkent, míg a generatív időszakban gyakorlatilag nem változott. A műtrágyázás hatása hasonló volt a teljes növényben tapasztaltakkal és azonos kezelésekhez kötődött. Az eltérés abban jelentkezett, hogy kevesebb esetben volt szignifikáns. A szártermésben ugyancsak csökkent a koncentráció a vegetáció végéig. A kalászban a Mn-tartalom 30 és 40 ppm között alakult és a tenyészidő előrehaladásával fokozatosan emelkedett, eltérően a többi növényrészről /levél és szár/, valamint a teljes növényben mért Mn-tartalmaktól.

A cinktartalom /2. táblázat/ a teljes föld feletti részben viszonylag szűk határok között változott a tenyészidő folyamán, enyhe csökkenő tendencia volt megfigyelhető. A teljes éréskor a szemtermésben dúsulás, a szalmában viszont további intenzív hígulás következett be a Zn-tartalomban. A mű-

2. táblázat folytatása

/1/ Kezelés	/3/ Szárbaingulás			/4/ Kalá- szolás	/5/ Virágzás		/6/ Tejes érés
	ápr. 26.	máj. 6.	máj. 17.		jun. 7.	jun. 17.	

B. Levél

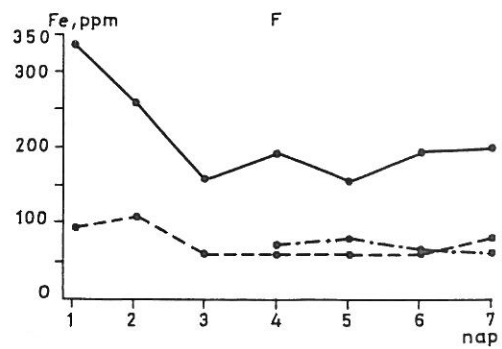
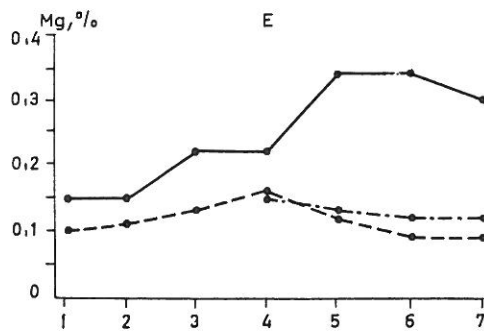
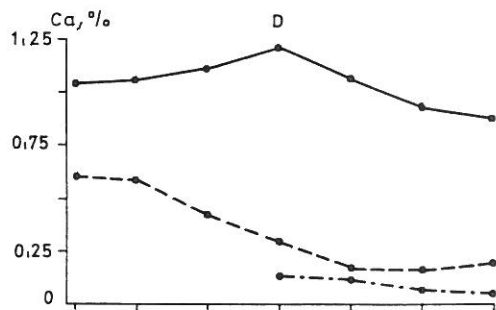
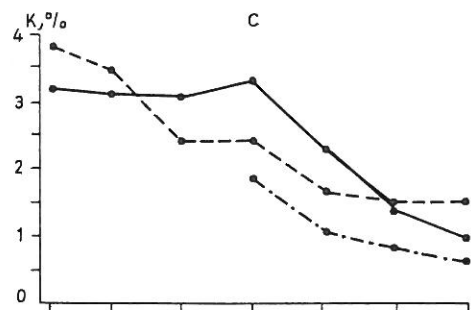
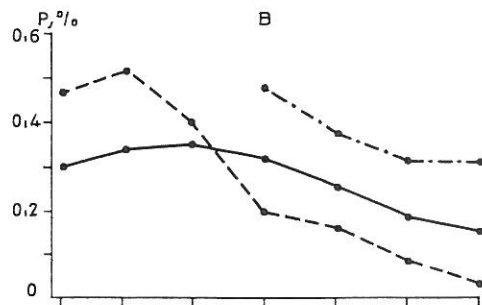
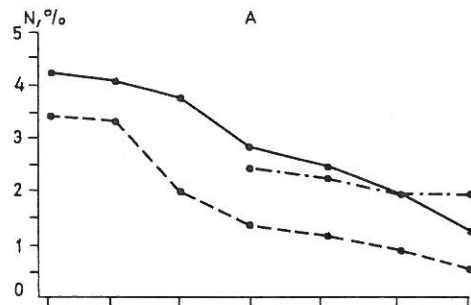
∅	11,0	12,8	12,6	12,9	9,0	8,4	8,2
N	10,6	12,7	12,2	12,8	8,8	8,9	7,8
P ₁ K ₁	12,1	11,0	10,2	12,1	8,2	8,1	8,0
NP ₁	11,9	13,0	11,4	10,4	8,6	8,4	7,8
NK ₁	13,6	14,2	12,6	11,7	8,9	8,8	8,6
NP ₁ K ₁	13,6	11,0	11,4	10,8	8,9	8,9	8,3
NP ₂ K ₂	12,8	11,7	11,4	11,6	8,4	8,4	7,8
a/ SzD _{5%}	0,8	3,7	2,6	2,7	1,3	1,7	2,0
b/ Átlág	12,2	12,4	11,7	11,8	8,7	8,6	8,1

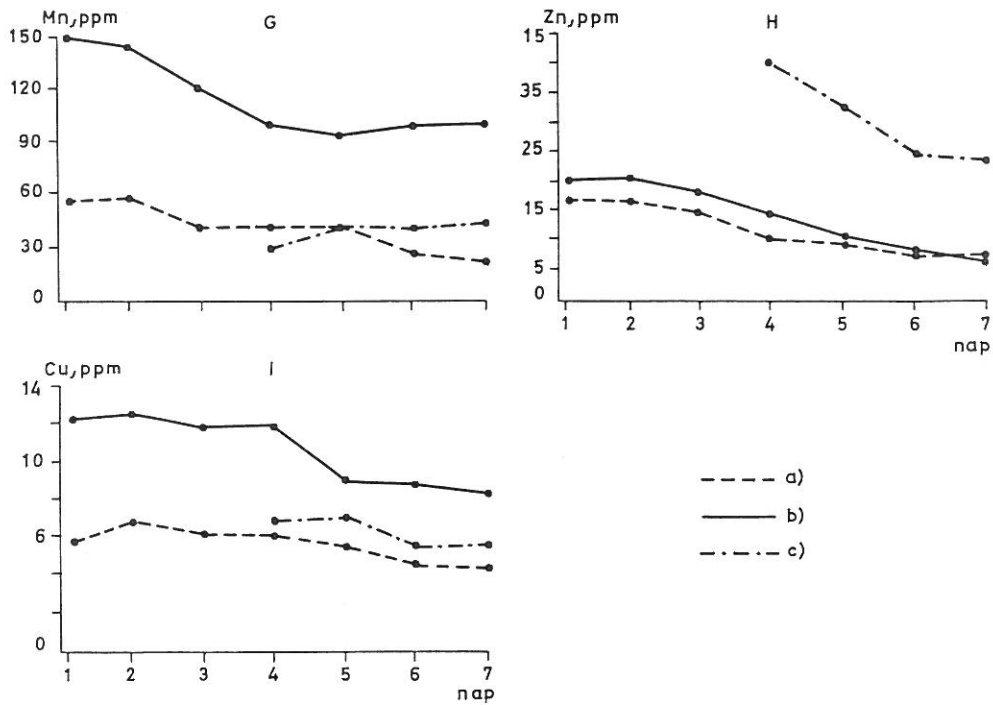
trágyázás az alkalmazott kezeléskombinációkban két időpont kivételével szignifikáns változásokat idézett elő, ezen belül a kalászosig növekedést, ezt követően mind növekedés, mind csökkenés jelentkezett a kontrollhoz viszonyítva. A teljes éréskor a szentermésben a foszforos /NP és NPK/ kezeléseknél csökkenés jelentkezett, valószínűleg az ismert antagonizmus következtében.

A levélben a virágzás fenofázisától kezdődően gyors Zn-tartalom csökkenést figyelhetünk meg, főként a növényben végbemenő transzlokáció következtében /l.H. ábra/. A műtrágyázás hatására a vegetatív szakaszban az N- és NK-kezelésekben koncentráció-növekedés következett be, a foszforos kezeléseknél /PK, NP, NPK/ viszont csökkenést tapasztaltunk. Éréskor hasonló lefutást figyeltünk meg, azonban a hatás mértéke kisebb, és így statisztikailag nem igazolhatók a változások. A szártermésben a vegetatív fejlődési szakaszban mértük a maximális, míg az érés folyamán a minimális tartalmakat. A kalászosban mutattuk ki a legmagasabb Zn-tartalmakat, a legnagyobb dúsulás itt következett be, valószínűleg a fehérjeszintézis elősegítése céljából a szentermésben. A kalászosban is jelentkezett a csökkenés a vegetáció előrehaladásával, hasonlóan a többi növényi részhez.

A réztartalom /2. táblázat/ a teljes föld feletti részben a vegetáció során a fejlődés vegetatív szakaszában kis hullámmal közel azonos, míg az érés folyamán jelentősen csökken, azon belül minimális az eltérés az egyes fenofázisok között. A szem-, de különösen a szalmatermésben a csökkenés kifejezett. A műtrágyázás hatására a vegetatív szakaszban inkább csökkenést, a generatív szakaszban viszont statisztikailag is igazolható növekedést mutathattunk ki, elsősorban N-műtrágya alkalmazásakor a kedvező kölcsönhatás következtében.

A levélben a Cu-tartalom dinamikája hasonló jelleget mutatott a vegetáció során, mint a teljes növényben, ugyanakkor a műtrágyázás csupán a szárbainguláskor biztosított matematikailag is igazolható növekedést. A szártermésben a Cu-koncentráció-változás /l.I. ábra/ menete hasonló a teljes növényben megfigyelttel, csupán az abszolút értékekben mutatkozott eltérés. A kalászosban a Cu-tartalom az idő függvényében kis ingadozásokkal mind kisebb lett.





1. ábra

A szár /a/, levél /b/ és kalász /c/ tápelem-koncentrációjának változása a tenyészidő folyamán. /Őszi búza, MV-8. fajta, Nagyhörcsök, 1982/ /A kezeléselek átlaga/. Vízzintes tengely: Mintavétel időpontja: 1. Ápr. 26.; 2. Máj. 6.; 3. Máj. 17.; 4. Máj. 27.; 5. Jún. 7.; 6. Jún. 17.; 8. Jún. 28.

Összefoglalás

Négy ismétléses szabadföldi műtrágyázási kísérletben mészlepedékes csernozjom talajon vizsgáltuk az MV-8. ősibúzafajta tápelem-koncentrációjának változását a teljes föld feletti növényben és egyes részeiben a tenyészidő folyamán. A növénymintákat a betakarításig általában tíz naponként vettük, összesen tíz alkalommal, négy folyóméter teljes föld feletti rész felhasználásával. Tömegeiket megmértük és tápelemtartalmaikat meghatároztuk. A kapott eredmények alapján a következő megállapításokat tehetjük:

- A vizsgált tápelemek koncentrációja általában csökkent a tenyészidő folyamán. A koncentrációk változása egyrészt az adagolt műtrágyaféleségtől, másrészt mennyiségétől függően, továbbá az egyes elemek kölcsönhatásai szerint alakult.

- A változások általában az idő függvényében erősebben jelentkeztek, mint a műtrágyázás hatására.

- Az őszi búza teljes föld feletti részében a N-, P-, K-, Ca-, Mg-, Fe-, Mn-, Zn-, Cu-koncentrációja folyamatosan, vagy kisebb ingadozással csökkent a tenyészidő folyamán. Hasonló volt a helyzet a levélben a Fe, a szárban a Mg, a kalászban a Mn kivételével.

- Tejes éréskor a N-, P-, Mg-, Mn-, Zn- és Cu-koncentrációk a szemben, a K-, Ca- és Fe-tartalmak a szalmában voltak nagyobbak.
- A műtrágyázás az őszi búza teljes föld feletti részében a N-, P-, K- és Mg-koncentrációkat valamennyi fenofázisban, a Ca-, Fe-, Mn-, Zn- és Cu-elemeknél maximum két időpont kivételével statisztikailag is igazolhatóan megváltoztatta.
- A műtrágyázás hatására a szemtermésben - a Cu kivételével - a N-, P-, Mg-, Fe- és Mn-tartalmak szignifikánsan nőttek, a K-, Ca- és Zn-koncentrációk csökkentek.
- A szalmatermésben a műtrágyázás hatása - a K, Ca, Fe és Mn kivételével - matematikailag igazolható, a N és Cu esetében növekedés, a P, Mg, Zn elemeknél koncentráció-csökkenés jelentkezett.
- A műtrágyázás a levélben szignifikánsan növelte a N- és Mn-, csökkentette a P- és Mg-tartalmakat a tenyészidő egészében, míg a többi elemnél csak a mintavételek egy részében volt igazolható a változás.

Irodalom

- CZARNOWSKA, K., 1975. Zawarosc niektórich mikroelementow i azotu w rozných fazach rozwojowych pszenicy ozimej na tle nawozenia azotowego. Roczn. Nauk Roln. Ser. A. 101. 63-77.
- CZUBA, R., 1969. Badania nad pobieraniem skladnikow pokormowych przez pszenice ozima. Roczn. Nauk Roln. Ser. A. 96. 5-28.
- DAIGGER, L. A., SANDER, D. M. and PETERSON, G. A., 1976. Nitrogen content of winter wheat during growth and maturation. Agron. J. 68. 815-818.
- GREGORY, P. J., CRAWFORD, D. V. and MC GOWAN, M., 1979. Nutrient relations of winter wheat. 1. Accumulation and distribution of Na, K, Ca, Mg, P, S and N. J. Agric. Sci., Camb. 93. 485-495.
- GREGORY, P. J., MARSHALL, B. and BISCOE, P. V., 1981. Nutrient relations of winter wheat. 3. Nitrogen uptake photosynthesis of flag leaves and translocation of nitrogen to grain. J. Agric. Sci., Camb. 96. 539-547.
- HALLORAN, G. M. and LEE, J. W., 1979. Plant nitrogen distribution in wheat cultivars. Austr. J. Agric. Res. 30. 779-789.
- KÁDÁR I., 1980. Növényanalízis alkalmazása az agrokémiai szaktanácsadásban és kutatásban. Agrokémia és Talajtan. 29. 323-344.
- KÁDÁR I. és LÁSZTITY B., 1979. Az őszi búza tápanyagfelvételének tanulmányozása szabadföldi kísérletben. Agrokémia és Talajtan. 28. 451-472.
- KASTORI, R., 1981. Sadržaj is raspodela biogenih elemenata u pšenici. In: Fiziologija pšenice. Sep. Ed. DXXXVI. Serb. Acad. Sci. 53. 79-101. Beograd.
- KLEESE, P. A., RASMUSSEN, D. C. and SMITH, H. L., 1968. Genetic and environmental variation in mineral element accumulation in barley wheat and soybeans. Crop Sci. 8. 591-593.
- KOSTIĆ, M., DIJKSHOORN, W. and DE WIT, C. T., 1967. Evaluation of nutrient status of wheat plants. Neth. J. Agric. Sci. 15. 267-280.
- LAHKY, J., 1981. Odrovode rozdiely vo vyzivovom stave ozimnych psenic. Agrochemia. 21. 70-72.
- MÓZSIK L., 1977. Az agrotechnikai tényezők hatásának produkciós biológiai értékelése. II. Tápanyagfelhalmozás. Növénytermelés. 26. 323-333.
- NAKAPETIAN, A. and BASSON, A., 1976. Variations in concentrations and interrelationships of phytate, phosphorus, magnesium, calcium, zinc and iron in wheat varieties during two years. Agr. and Food Chem. 24. 947-950.

- NECSAEVA, E. G., 1978. Nekatorúe osszobenosti szóderzsanija i vúnosza mikro-elementov ozúmoj psenyicej. *Agrohimiya*. 11. 59-62.
- PETERBURGSZKIJ, A. V. i NIKITISEN, V. I., 1970. Dinamika hemicseszkogo szosztava ozimoj psenyicü kak pokazately obeszpecsenoszti jejo elementami mineralnogo pitanija. *Izv. TSzHA*. 6. 80-91.
- PRIMOST, E., 1965. Die Düngung im Getreidebau Weizen. In: *Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung* /Ed.: SCHARRE, K. und LINSE, M./ 174-238. Springer Verlag. Wien.
- PROHÁSZKA K., 1978. Néhány talajtulajdonság hatása a talaj és a rajta termesztett búza Mn, Zn, Cu tartalmára. *Növénytermelés*. 27. 77-83.
- SIPPOLA, J. and YLÄRANTA, T., 1978. Macronutrient contents of wheat during the growing season. *Ann. Agric. Fenn*. 17. 158-162.
- VARGA-HASZONITS Z., 1977. *Agrometeorológia*. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- WALDREN, R. P. and FLOWERDAY, A. D., 1979. Growth stages and distribution of dry matter Np and K in winter wheat. *Agron. J.* 71. 391-397.

Érkezett: 1987. január 21.

Effect of Fertilization on Changes in the Nutrient Contents of Winter Wheat

B. LÁSZTITY

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

Summary

A fertilizer field experiment was conducted with four replications on a calcareous chernozem soil to study the changes in the nutrient concentrations in the whole above-ground part and in the individual organs of the winter wheat variety Mv8 in the course of the vegetation period. Plant samples were taken till harvest, generally every ten days on a total of ten occasions. The samples consisted of the whole above-ground material from a 4-metre row. The masses were measured and the nutrient contents determined. On the basis of the results, the following statements can be made:

- The concentrations of the nutrients examined generally decreased in the course of the growing season. The changes in the concentrations depended partly on the types of fertilizer applied and partly on the quantities, and were also influenced by interactions between the individual elements.
- The changes were generally more apparent as a function of time than as an effect of fertilization.
- In the whole above-ground part of winter wheat the concentrations of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn and Cu decreased continuously or with minor fluctuations during the growing season. A similar situation was found in the leaf, the stem and the ear with the exception of Fe, Mg and Mn, respectively.

- At full ripening the N, P, Mg, Mn, Zn and Cu concentrations were greater in the grain, and those of K, Ca and Fe in the straw.
- Fertilization caused a statistically significant change in the N, P, K and Mg concentrations of the whole above-ground part of winter wheat in every phenophase and for Ca, Fe, Mn, Zn and Cu with the exception of at most two growth stages.
- With the exception of Cu, fertilization had a significant effect on nutrient concentrations in the grain yield; the contents of N, P, Mg, Fe and Mn increased, while those of K, Ca and Zn decreased significantly.
- With the exception of K, Ca, Fe and Mn, fertilization had a significant effect on nutrient concentrations in the straw yield: a rise in the contents of N and Cu and a drop in those of P, Mg and Zn could be demonstrated.
- Fertilization significantly increased the N and Mn contents and reduced the P and Mg contents in the leaves throughout the vegetation period, while for the other elements the changes were only significant for certain samples.

Table 1. Changes in certain climatic factors at the experimental site. /1/ Date. /2/ Precipitation, mm. /3/ Number of rainy days. /4/ Temperature, °C. /5/ Month. /6/ Average monthly temperature, °C. /7/ Average number of sunny days per month. * After VARGA-HASZONITS /1977/.

Table 2. Effect of fertilization on changes in nutrient concentrations during the vegetation period /Nagyhörcsök, 1982/. A. Whole above-ground part. B. Leaf. /1/ Treatment. a/ SzD₅₈; b/ Average. /2/ Tillering. /3/ Shooting. /4/ Earing. /5/ Flowering. /6/ Milky ripening. /7/ Full-ripening /8/ Grain. /9/ Straw.

Fig. 1. Changes in the nutrient concentrations of the stem /a/, leaves /b/, and ear /c/ during the vegetation period, averaged over the treatments. /Winter wheat variety Mv 8, Nagyhörcsök, 1982/. Horizontal axis: Sampling date.