

## Őszi búza tápláltsági állapotának értékelése különböző trágyázási rendszerekben

ÁRENDÁS TAMÁS

MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, Martonvásár

### Bevezetés

A növények ásványi tápelemtartalma belső és külső tényezők hatására egy adott fajtán belül is igen változatosan alakulhat. A genetikailag determinált tenyészdő alapvetően meghatározza a tápelemtartalom változásait (CZUBA, 1969; GREGORY et al., 1979; LÁSZTITY, 1988a). A külső tényezők közül a trágyázás hatását ítéli több szerző döntő fontosságúnak (DAIGGER et al., 1976; HALLORAN & LEE, 1979). Ugyanakkor az időjárási feltételek változásából eredő tápelemszolgáltató-képesség módosulásait (DEBRECZENI & DEBRECZENINÉ, 1983) a növények tápelemfelvétele nem követi mechanikusan (KÁDÁR, 1992).

Az őszi búza föld feletti részeinek tápelemfelvételéről a hazai irodalomban nagy mennyiségű és igen részletes információkkal rendelkezünk (KÁDÁR & KRÁMER, 1977; KÁDÁR & LÁSZTITY, 1979, 1981; LÁSZTITY & KÁDÁR, 1978; LÁSZTITY, 1988a,b). Mindezek alapján az őszi búza ellátottsági kategóriái a bokrosodás végi stádiumot tekintve jól determináltak (KÁDÁR & KRÁMER, 1978; KÁDÁR & LÁSZTITY, 1981).

A különböző adaggal istálló- és műtrágyázott őszi búza kalászhányás utáni tápelemtartalma keszthelyi tartamkísérletek alapján vált ismertté (NÉMETH et al., 1986, 1987).

A kalászos gabonák tápláltsági állapotának a fejlődés későbbi stádiumában történő vizsgálatához a gyakorlat számára KÁDÁR (1987) a zászlós levél virágzás előtti analízisét ajánlja. Az ekkor szerzett információk ERDEI és munkatársai (1985) szerint az őszi búza minőségjavítását szolgáló fejtrágyázáshoz is segítséget nyújthatnak. A zászlós levél analízisen alapuló tápelem-ellátottsági kategóriák meghatározásához azonban még viszonylag kevés hazai kísérleti eredménnyel rendelkezünk. Jelen munkánkban - az aszályos 1990. év növényanalízis eredményeit közölve - az őszi búza tápelemfelvételéről kívánunk újabb információkkal szolgálni.

### Anyag és módszer

Vizsgálatainkat martonvásári erdőmaradványos csernozjomon 1955-ben beállított tartamkísérletben végeztük, melyben hatóanyag-azonos istálló- és műtrágyákat, azok kombinációit, valamint műtrágyával kiegészített búzaszalma ill. kukoricaszár trágyahatását hasonlítjuk össze. A kísérletet Sarkadi több ízben ismertette, legutóbb 1993-ban. Az 1.1 jelű kísérlet 35. évében a kezelések közül az alábbiak hatásait vizsgáltuk:

1. Kezeletlen kontroll (0);
2. 40 t/ha istállótrágya (I);
3. A 2. kezeléssel hatóanyag-azonos NPK-műtrágya (M);
4. M + 5 t/ha búzaszalma ill. 7 t/ha kukoricaszár (M+Sz);
5. M + I;
6. 2M.

A kontrollparcellák 1945 óta trágyázásban nem részesültek. Az érett, almos szarvasmarha trágyát a ciklusok első évének őszén, a N-műtrágyák felét és a PK-műtrágyákat ősszel, a N-műtrágyák másik felét pedig tavasszal négy évre elosztva juttattuk ki. Az istállótrágyával 1987 őszén 300-200-500, az M-kezelésben 1989-1990-ben 75-50-100 kg/ha N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O hatóanyagot adtunk. A trágyázás talajkontrolljaként 1990-ben a szántott rétegből (0-20 cm) a tavaszi N-trágyázást megelőzően 20-20 pontmintából átlagmintát képezve gyűjtöttünk be vizsgálati anyagot.

A négyszakaszos trágyázási ciklusok jelzőnövényei kukorica és őszi búza kétévenkénti váltásban. Vizsgálatainkat a IX. ciklus 3. évében végeztük Mv 15, középkésői éréscsoportú őszi búzán. Az első mintavételre az őszi búza bokrosodás végi fejlődési stádiumában (április 27. - ZADOKS 29 ill. FEEKES 4) került sor, parcellánként 4 fm teljes föld feletti növényt begyűjtve. A második mintavétel május 31-én (ZADOKS 61 ill. FEEKES 10.5.1 stádium) a virágzás kezdetén történt, amikor 50-50 zászlós levelet gyűjtöttünk be parcellánként. Betakarítás előtt (július 19. - ZADOKS 91 ill. FEEKES 11.3) parcellánként 4 fm kéveminta feldolgozásával vizsgáltuk az egyes kezelések növényeinek teljes föld feletti szárazanyag-termelését és makroelem-tartalmát.

A talajminták NO<sub>3</sub>-N-tartalmát Contiflo-műszersoron az MSZ-080453-80 számú szabvány alapján fotometriásan, a könnyen oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és K<sub>2</sub>O mennyiségét EGNER, RIEHM & DOMINGO (1960) ill. SARKADI et al. (1965) szerint ecetsavas ammónium-laktát talajkivonatból fotometrius módszerrel, ill. lángfotométerrel határoztuk meg. A mikroelem-koncentrációt a talajok 0,1 M KCl + EDTA-s kivonatából atomabszorpciós spektrométerrel detektáltuk.

A növényminták makro- és mezoelem-koncentrációját kénsavas hidrogénperoxidos roncsolatból állapítottuk meg. A N-mennyiséget Kjeldahl-módszerrel, a foszfort THAMM et al. (1968) szerint molibdén-vanadát reakcióval, a káliumot lángfotometriásan mértük. A mezoelemeket AAS-1 atomabszorpciós fotométerrel határoztuk meg. A mikroelemek mennyiségét sósavas hidrolízist kö-

vetően szintén AAS-1 készülékkel mértük. Az eredményeket abszolút száraz-anyag-tartalomra számítottuk át. A kezeléshatások összehasonlítását a kísérletek regresszió- és variancia-analízisével végeztük (SVÁB, 1981).

### Eredmények

A növénytermelés abiotikus tényezői közül a víz- és tápanyag-ellátottság alapvetően meghatározzák a növények fejlődését. Az 1989-1990. évi tenyészidőszak sokéves átlagtól jelentősen eltérő hőmérséklet- és csapadékviszonyait az 1. táblázat mutatja be.

*1. táblázat*  
Az 1989-1990. évi őszi búza tenyészidőszak Martonvásáron mért  
léghőmérséklet- és csapadék adatai

(1) Hónap	t °C	d <sub>t</sub> °C	(2) Csapadék mm	d <sub>csap</sub> mm
Szeptember	17,9	1,4	3	-38
Október	12,4	1,4	3	-39
November	4,2	-0,9	20	-40
December	1,9	1,1	1	-45
Január	0,1	1,8	15	-22
Február	6,3	6,0	9	-25
Március	10,2	5,0	4	-24
Április	11,3	0,1	43	2
Május	18,9	2,5	22	-33
Június	20,6	0,8	40	-20
Július	21,8	0,3	23	-30
a) Átlag	11,4	1,8	17	-29

d = eltérés a 30 éves átlagtól

Az eltérő trágyázási módok hatására kialakult talaj-tápelemtartalom értékeit (1990. március 22.) a 2. táblázat tartalmazza.

Löszön képződött, jól szellőző vályogon a talaj NO<sub>3</sub>-N-tartalma NÉMETH (1992) szerint jól jellemzi a N-ellátottságot. Határértékei szerint az őszi búza 5-6 t/ha-os termésszintjén a 0-60 cm-es talajréteg 120 kg/ha N<sub>nitrát</sub> mennyisége biztosít "jó" ellátottságot amennyiben a felső réteg (0-30 cm) N-tartalma eléri az összmennyiség 30 %-át. E kritérium alapján megfelelő N-ellátottságot csupán a nagyadagú (M+I, 2M) kezelések talajaiban mértünk.

## 2. táblázat

Különböző trágyázási rendszerek 0-60 cm rétegének ásványi  $\text{NO}_3\text{-N}$ -, valamint művelt rétegének (0-20 cm) egyéb könnyen oldható tápelemtartalma (Martonvásár, 1990. március 22.)

(1) Tápelem, mg/kg	1. 0	2. I	3. M	4. M+Sz	5. M+I	6. 2M	(2) SzD <sub>5%</sub>
$\text{NO}_3\text{-N}$							
0-20 cm	3,3	4,6	4,7	4,7	8,1	10,0	2,2
20-40 cm	3,4	5,8	7,4	6,8	15,3	19,3	3,2
40-60 cm	2,4	5,3	4,6	4,6	13,7	22,8	8,8
0-60 cm*	27	47	50	49	113	157	25
AL- $\text{P}_2\text{O}_5$	45	98	74	82	215	182	48
AL- $\text{K}_2\text{O}$	198	302	286	352	405	346	58
KCl+EDTA-Fe	158	165	143	143	176	159	46
KCl+EDTA-Mn	438	429	412	388	391	367	46
KCl+EDTA-Zn	1,90	2,90	1,67	1,76	2,80	1,92	0,43
KCl+EDTA-Cu	4,81	5,05	4,72	4,63	4,77	4,53	0,43

\* kg/ha (megközelítőleg 10 mg/ha  $\text{NO}_3\text{-N}$  = 90 kg/ha)

Kezelések: 1. Kezeletlen kontroll (0); 2. 40 t/ha istállótrágya (I); 3. A 2. kezeléssel hatóanyag-azonos NPK-műtrágya (M); 4. M + 5 t/ha búzaszalma ill. 7 t/ha kukoricaszár (M+Sz); 5. M+I; 6. 2M.

Az AL-oldható  $\text{P}_2\text{O}_5$ -tartalom szerint a kezeletlen kontroll (0) "gyenge", az alapdózisú trágyakezelések (I, M, M+Sz) "közepes", míg a kétszeres adagokkal kezelt parcellák talajai (M+I, 2M) "igen jó" ellátottságúak voltak.

A talajok AL-oldható  $\text{K}_2\text{O}$ -tartalma a trágyázatlan (0) parcellákban "közepes", a műtrágyázott (M) talajokban "jó", az egyéb kezelések talajaiban "igen jó" ellátottságot jelentett.

A cink kivételével a talajok művelt rétegének (0-20 cm) EDTA-oldható mikroelem-tartalma a MÉM NAK által közölt (1979) határértékek alapján valamennyi kezelésben "jó" ellátottságot jelzett. Az EDTA-Zn-tartalom a CSATHÓ (1992) által megadott intervallumok alapján az istállótrágyázott parcellák (I, M+I) talajában "magas", a többi kezelésben "közepes" tápanyag-ellátottságot mutatott.

A növényelemzés klasszikusai szerint a koncentráció a tápláltság mennyiségi viszonyait, míg az arányok a tápláltság minőségét tükrözik. A koncentrációk és arányok úgy válnak értelmezhetővé, hogy megfelelő kísérletekkel kalibrált optimum tartományokhoz viszonyítjuk őket. A 3. táblázatban ezért nem csupán az őszi búza bokrosodás végén mért teljes föld feletti produkcióját, tápelem-

3. táblázat  
A tartós trágyázás hatása az Mv 15 őszi búza bokrosodás végén mért föld feletti produkciójára, tápelem-koncentrációjára és -arányára (Martonvásár, erdőmaradványos csernozjom, 1990. április 27.)

(1) Tulajdonság	(2) Kielégítő ellátottság*	1. 0	2. I	3. M	4. M+Sz	5. M+I	6. 2M	(2) SzD <sub>5%</sub>
a) Friss tömeg, t/ha	-	2,87	4,92	8,54	7,50	15,15	16,20	2,35
b) Szárazanyagtömeg, t/ha	-	0,63	1,01	1,54	1,45	2,54	2,60	0,32
c) Szárazanyagtömeg, %	-	22,0	20,5	18,0	19,3	16,8	16,0	1,2
N %	4,0-4,5	2,98	3,18	3,38	3,38	4,56	4,54	0,33
P %	0,4-0,5	0,37	0,42	0,41	0,41	0,51	0,51	0,04
K %	3,5-4,5	3,73	3,84	4,23	4,15	4,91	4,97	0,36
Ca %	0,5-1,0	0,61	0,65	0,63	0,58	0,63	0,69	0,11
Mg %	0,2-0,4	0,20	0,20	0,19	0,21	0,24	0,22	0,02
Fe, mg/kg	20-200	162	154	140	145	135	123	17
Mn, mg/kg	34-65	92,2	89,5	83,1	88,8	77,6	72,4	5,8
Zn, mg/kg	29-40	37,7	31,0	31,4	33,9	37,6	34,5	5,1
Cu, mg/kg	5-10	7,3	7,9	9,2	9,0	7,1	8,4	1,4

3. táblázat folytatása

<sup>(1)</sup> Tulajdonság	<sup>(2)</sup> Kielégítő ellátottság*	1. 0	2. I	3. M	4. M+Sz	5. M+I	6. 2M	<sup>(2)</sup> SzD <sub>5%</sub>
N/P	9,0-12,0	8,1	7,6	8,2	8,2	8,9	8,9	1,1
N/K	1,0-1,5	0,79	0,82	0,80	0,81	0,92	0,91	0,08
N/Ca	4,5-8,0	4,9	4,9	5,4	5,8	7,2	6,6	1,1
N/Mg	11,0-20,0	14,9	15,9	17,8	16,1	19,0	20,6	2,6
N/Zn	1100-1400	790	1026	1076	997	1213	1316	148
N/Cu	4500-8000	4082	4025	3674	3756	6423	5405	1329
K/P	7,5-12,5	10,1	9,1	10,3	10,1	9,6	9,7	1,1
K/Mg	-	18,7	19,2	22,3	19,8	20,5	22,6	2,3
P/Ca	0,5-1,0	0,60	0,65	0,65	0,71	0,80	0,73	0,16
P/Mg	1,0-2,0	1,85	2,10	2,16	1,95	2,12	2,31	0,25
P/Fe	25-200	22,8	27,3	29,3	28,3	37,8	41,5	6,9
P/Mn	80-120	40,1	46,9	49,3	46,2	65,7	70,4	5,2
P/Zn	100-150	98	135	131	121	136	148	21
P/Cu	500-800	507	532	446	456	718	607	144

\* KÁDÁR & LÁSZTITY, 1981

koncentrációját és -arányát, hanem a kielégítő ellátottságot jelző kalibrált optimum intervallumokat (KÁDÁR & LÁSZTITY, 1981) is feltüntettük.

A föld feletti szárazanyag-értékek alapján megállapítható, hogy a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva valamennyi trágyakezelés szignifikáns növekedést eredményezett. Az időben egyenletesebb tápanyag-kijuttatást biztosító műtrágyázás (M) szárazanyag-produkciója statisztikailag igazolhatóan nagyobb volt, mint az istállótrágya (I) 3. évben mért utóhatása. A leszántott melléktermék (M+Sz) nem módosította a vizsgált paraméter értékeit. A kétszeres hatóanyag-mennyiség (M+I, 2M) tovább növelte a szárazanyag-termést, ugyanakkor az adott trágyaszinten a két eltérő trágyázási rendszer között eltérést nem tapasztaltunk.

A makroelemek közül a növények N-tartalma a műtrágyázás hatására valamennyi kezelésben szignifikánsan nőtt a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva, de kielégítő ellátottságot csak az 5. és 6. kezeléseknél mértünk. A tápelem-koncentrációk a trágyázatlan parcellák növényeiben a foszfornál megközelítették, a káliumnál pedig meghaladták az optimum tartomány alsó küszöbértékét. LÁSZTITY (1988a) tapasztalataival megegyezően kísérletünkben mi is megfigyeltük a műtrágyázás NPK-koncentrációt növelő hatását.

A mezo- és mikroelemek mennyisége kezeléstől függetlenül kielégítő ellátottságot jelzett az Mv 15 őszi búzában. Bár KÁDÁR és ELEK (1988) vizsgálatai szerint a talajok EDTA-oldható Mn-tartalma gyakorlatilag semmiféle összefüggést nem mutat a fiatal növények Mn-tartalmával, mégis a bokrosodás végén mért koncentrációk valamennyi kezelésben meghaladták a kielégítő ellátottság felső határát, s a talaj Mn-ellátottságával azonos tendenciát követtek.

A tápláltság minőségét jellemző tápelem-arányok is egyértelműen jelzik az egyes kezelések állományának N-ellátottságában megnyilvánuló hiányokat, mind a makroelemek (N/P, N/K), mind a mikroelemek (N/Zn, N/Cu) egységnyi mennyiségéhez viszonyítva. Az őszi búza bokrosodás végi stádiumában a tápelem-koncentrációk és -arányok alapján kielégítő ellátottságot csupán a nagy trágyaadagú kezeléseknél (M+I, 2M) állapítottunk meg.

A talaj- és növényvizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy az őszi búza bokrosodás végén mért makroelem-tartalma jól tükrözte a különböző trágyázási rendszerek hatására a talajban kialakult könnyen oldható makroelem-ellátottságot. A mikroelemek esetében - a Mn kivételével - ilyen analógiákat nem találtunk.

A bokrosodott növények föld feletti részének területegységre vonatkoztatott tápelemmennyiségét a 4. táblázat tartalmazza. Az istállótrágyázás csupán a kivont N, P, Ca, Mg, Mn és Cu mennyiségét növelte szignifikánsan. Az istállótrágyázott parcellák növényeihez viszonyítva tovább nőtt a tápanyag-felhalmozódás az értékeit tekintve szinte teljesen azonos M és M+Sz kezeléseknél. A fejlődési stádium érzékenységét jól mutatja, hogy a trágyaadagok növekedése (M+I, 2M) az alapdózisok megfelelő értékeihez képest a bokrosodáskori őszi búza föld feletti részének hektáronkénti tápelemmennyiségét mintegy kétszerezte növelte.

## 4. táblázat

A tartós trágyázás hatása az Mv 15 őszi búza bokrosodás végén mért tápanyag-felhalmozására (Martonvásár, erdőmaradványos csernozjom, 1990. április 27.)

<sup>(1)</sup> Kivont tápanyag	1. 0	2. I	3. M	4. M+Sz	5. M+I	6. 2M	<sup>(2)</sup> SzD <sub>5%</sub>
N, kg/ha	18,8	32,1	52,0	49,0	115,8	118,0	11,8
P, kg/ha	2,3	4,2	6,3	5,9	12,8	13,2	1,4
K, kg/ha	23,4	38,7	65,1	60,1	124,7	129,2	16,8
Ca, kg/ha	3,8	6,5	9,7	8,4	16,0	17,9	2,4
Mg, kg/ha	1,2	2,0	2,9	3,0	6,0	5,7	0,8
Fe, g/ha	102,1	155,5	215,6	210,3	342,9	319,8	57,5
Mn, g/ha	58,1	90,4	128,0	128,8	197,1	188,2	24,2
Zn, g/ha	23,8	31,3	48,5	49,2	95,5	89,7	12,7
Cu, g/ha	4,6	8,0	14,2	13,3	18,0	21,8	3,4

Kezelések: lásd 2. táblázat

A fejlődés későbbi szakaszában, virágzás előtt a zászlós levelek analízisével kontrolláltuk az állomány tápelem-ellátottságát. Hazai kalibrációs kísérletekben meghatározott ellátottsági kategóriák híján eredményeinket PLANK (1988) optimum intervallumaival összehasonlítva (5. táblázat) vizsgáltuk növényeink tápláltságát. Az első mintavétel eredményeihez hasonlóan a kezeletlen kontrollhoz viszonyított szignifikáns N-koncentráció növekedést a műtrágyázott kezelések növényeiben mértük. Az irodalomban közölt optimum intervallumok alapján a trágyázatlan (0), valamint az alap-trágyadózisú (I, M, M+Sz) parcellák növényeinek zászlós levelei alacsony, a kétszeres hatóanyag-tartalmú kezelésekre pedig kielégítő N-ellátottságot jeleztek.

A P- és K-mennyisége az április végi állapottal megegyezően kezeléstől függetlenül kielégítő ellátottságot mutatott, ugyanakkor a trágyázás koncentráció-növelő hatását a zászlós levelekben már nem lehetett kimutatni.

Az optimum intervallumok szerint a mezo- és mikroelemek mennyisége is megfelelő tápláltsági állapotot jelzett valamennyi kezelésben. A növények Fe-koncentrációja a műtrágyázott parcellák növényeiben azonosnak bizonyult, de szignifikánsan kisebb volt, mint a trágyázatlan (0), valamint az állótrágyázott (I) kezeléseknél. A Mn mennyisége az alap-trágyaadaggal (I, M, M+Sz) kezelt parcellák növényeiben statisztikailag igazolhatóan nőtt a kontrollhoz viszonyítva. A zászlós levelek Zn-tartalom növekedését mértük a műtrágyázott parcellákon, míg a Cu-koncentrációban kezeléstől függő igazolható eltéréseket nem találtunk.



5. táblázat

A tartós trágyázás hatása az Mv 15 őszi búza zászlós levelének virágzáskori tápelem-koncentrációja (Martonvásár, erdőmaradványos csernozjom, 1990. május 31.)

(1) Tápelem	(2) *Kielégítő ellátottság	1. 0	2. I	3. M	4. M+Sz	5. M+I	6. 2M	(2) SzD <sub>5%</sub>
%								
N	3,5-4,5	2,80	3,06	3,36	3,40	4,63	4,59	0,37
P	0,3-0,5	0,33	0,34	0,31	0,31	0,31	0,34	0,04
K	2-3	2,43	2,50	2,38	2,47	2,40	2,41	0,12
Ca	0,3-0,5	0,69	0,72	0,72	0,71	0,75	0,80	0,07
Mg	0,2-0,6	0,33	0,36	0,33	0,40	0,39	0,40	0,06
mg/kg								
Fe	25-100	104,7	105,8	83,5	85,9	85,5	76,7	18,9
Mn	35-475	44,6	67,9	74,6	78,1	53,3	52,2	23,4
Zn	15-70	17,90	20,37	21,92	21,19	20,97	23,12	2,89
Cu	5-25	4,90	4,67	5,34	5,57	4,66	5,55	1,11

\* PLANK (1988)

6. táblázat

A tartós trágyázás hatása az Mv 15 őszi búza teljes érésben mért produktivására, makroelem-tartalmára és -felvételére (Martonvásár, erdőmaradványos csernozjom, 1990. július 22.)

(1) Tulajdonság	1. 0	2. I	3. M	4. M+Sz	5. M+I	6. 2M	(2) SzD <sub>5%</sub>
a) Szemtermés, t/ha (86% sz.a.)	1,9	2,0	3,9	4,0	3,6	3,7	0,9
b) Szárazanyag- produkción, t/ha	4,1	4,3	7,7	7,9	7,2	7,2	2,1
N %*	0,94	1,00	1,13	1,09	1,70	1,77	-
P %*	0,22	0,21	0,22	0,22	0,21	0,21	-
K %*	0,53	0,53	0,61	0,59	0,61	0,61	-
N, kg/ha	39	43	87	86	123	127	-
P, kg/ha	9,0	9,1	16,9	17,4	14,8	15,4	-
K, kg/ha	22	23	47	47	44	44	-

\* I-IV. ismétlés átlagmintái alapján a föld feletti rész száraz anyagára számítva

A teljes érés időszakában elvégzett makroelemtartalom-vizsgálatok (6. táblázat) a bokrosodáskori állapothoz viszonyítva mindhárom tápelemnél jelentős hígulást mutattak. Ez a kezelések átlagában a nitrogénél 66, a foszfornál 50, a kálium esetében pedig 87 %-os koncentráció-csökkenést jelentett, vagyis az irodalmi közlésekkel összhangban a kísérletben a K-hígulás volt a legkifejezettebb a tenyészidő folyamán. Az egyes kezelések hatására kialakult N-koncentrációk a hígulási effektus ellenére a két megelőző vizsgálat adataival megegyezően jelezték a növények N-ellátottságát. Az összefüggés-vizsgálatok mind az 1-2. ( $r = 0,997^{***}$ ), mind a 2-3. mintavétel ( $r = 0,990^{***}$ ) során meghatározott N-értékek között igazolható kapcsolatot mutattak. A P és K esetében az egyes fejlődési stádiumok koncentrációi között hasonlóan szoros, szignifikáns korreláció nem adódott.

A szárbaindulástól aratásig terjedő újabb csapadékhiányos időszak hatására a növények eltérő tápelem-koncentrációi sem a szemtermésben, sem a teljes föld feletti szárazanyag-termékben nem realizálódtak. Az aszályos 1989-1990. évi tenyészidőszakban kísérletünk műtrágyázott alapdózisai (M, M+Sz) és kétszeres adagjai (M+I, 2M) között e két paraméter értékeit tekintve statisztikailag igazolható eltérés nem volt. Bizonyos fokig esetünkben is igazolódott CSATHÓ és szerzőtársai (1991) megfigyelése, mely szerint hosszabb aszályos időszakban a nagy adaggal trágyázott parcellák növényeinek intenzívebb kezdeti fejlődése a talaj vízkészletének gyorsabb kimerülését idézheti elő, míg a gyengébb ellátottságú, a fejlődésben némiképp visszamaradt növények kisebb transzspirációja ezt a folyamatot késleltetheti. Erre utal a növények bokrosodás végén és teljes éréskor meghatározott makroelem-felvétele is, hiszen az április végi állapothoz viszonyítva a nagydózisú (M+I, 2M) trágyakezelésekben a betakarításig a nitrogénél 6 ill. 8, a foszfornál 16 ill. 17 %-kal nőtt csupán a felhalmozás. Ezzel szemben a kontrollparcellák (0) növényeiben a nitrogén mennyisége 107, a foszforé 291 % többletet mutatott. A kálium esetében ismert, hogy a szárbaindulást követően a felvétel gyakorlatilag leáll, ezt követően nem csupán hígulás, hanem abszolút értelemben is K-vesztés következik be. A kísérletben kezeléstől függően jelentős különbségek adódtak a bokrosodásvégi és a teljes érés stádiumai között. A legkisebb (6 %) csökkenést a trágyázatlan (0) parcellákon mértük, míg a kétszeres hatóanyaggal (M+I, 2M) kezelt talajok növényeiben a kivont K mennyisége közel egyharmadára (35 és 34 %) csökkent.

### Irodalom

- CZUBA, R., 1969. Badania nad pobieraniem skladnikow pokormowych przez psenice ozima. Roczn. Nauk Roln. Ser. A. 96. 5-28.
- CSATHÓ P., 1992. A Zn-trágyázás alapelvei. KSzE Műtrágyázási Szaktanácsadási Rendszere. Budapest.

- CSATHÓ P., LÁSZTITY B. & SARKADI J., 1991. Az "évjárat" hatása a kukorica termésére és terméslemeire P-műtrágyázási tartamkísérletben. *Növénytermelés*. **40**. 339-351.
- DAIGGER, L. A., SANDER, D. M. & PETERSON, G. A., 1976. Nitrogen content of winter wheat during growth and maturation. *Agron. J.* **68**. 815-818.
- DEBRECZENI B. & DEBRECZENI B-NÉ, 1983. A tápanyag- és a vízellátás kapcsolata. *Mezőgazd. Kiadó. Budapest.*
- EGNER, H., RIEHM, H. & DOMINGO, W., 1960. Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. *Kungl. Lantbrukshögsk. Ann., Uppsala.* 199-215.
- ERDEI P., GYÖRGY R. & SALLAI A., 1985. A nitrogénforma és a nitrogén adagolás hatása a búzatermés mennyiségére és minőségére. In: *Búzatermesztési kísérletek 1970-1980.* (Szerk.: BAJAI J. & KOLTAY Á.) 304-308. *Akadémiai Kiadó. Budapest.*
- GREGORY, P. J., CRAWFORD, D. V. & MCGOWAN, M., 1979. Nutrient relations of winter wheat. I. Accumulation and distribution of Na, K, Ca, Mg, P, S. and N. *J. Agric. Sci., Camb.* **93**. 485-495.
- HALLORAN, G. M. & LEE, J. W., 1979. Plant nitrogen distribution in wheat cultivars. *Austr. J. Agric. Res.* **30**. 779-789.
- KÁDÁR I., 1987. A növénymintavétel alapelvei és technikája. *Növénytermelés*. **36**. 395-403.
- KÁDÁR I., 1992. A növénytáplálás alapelvei és módszerei. *MTA Talajtani és Agro-kémiai Kutató Intézete. Budapest.*
- KÁDÁR I. & ELEK É., 1988. Összefüggés-vizsgálatok néhány talajtulajdonság, valamint a búza és a kukorica jellemzői között. *Agrokémia és Talajtan*. **36-37**. 253-270.
- KÁDÁR I. & KRÁMER M., 1977. Az őszi búza tápanyag-ellátottságának megállapítása növényvizsgálatokkal. A mezőgazdaság kemizálása. *Ankét, Keszthely*. 53-61. *NEVIKI. Veszprém.*
- KÁDÁR I. & KRÁMER M., 1978. Újabb adatok az őszi búza tápanyag-ellátottságának megítéléséhez növényanalízissel. A mezőgazdaság kemizálása. *Ankét, Keszthely*. 177-185. *NEVIKI. Veszprém.*
- KÁDÁR I. & LÁSZTITY B., 1979. Az őszi búza tápanyagfelvételének tanulmányozása szabadföldi kísérletben. *Agrokémia és Talajtan*. **28**. 451-472.
- KÁDÁR I. & LÁSZTITY B., 1981. Az őszi búza tápelemarányainak változása a tenyészidő folyamán. *Agrokémia és Talajtan*. **30**. 291-306.
- LÁSZTITY B., 1988a. A műtrágyázás hatása az őszi búza tápelemtartalom-változására a tenyészidő folyamán. *Agrokémia és Talajtan*. **36-37**. 163-176.
- LÁSZTITY B., 1988b. A műtrágyázás hatása az őszi búza mikroelem-felvételére és eloszlására a tenyészidő folyamán. *Növénytermelés*. **37**. 345-356.
- LÁSZTITY B. & KÁDÁR I., 1978. Az őszi búza szóranyag-felhalmozódásának, valamint tápanyagfelvételének tanulmányozása szabadföldi kísérletben. *Agrokémia és Talajtan*. **27**. 429-444.
- Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer, 1979. *MÉM NAK. Budapest.*
- NÉMETH I., TÓTH B. & TÖLGYESI GY., 1986. A különböző adagú istálló- és műtrágya hatása az őszi búza egyes makro- és mezelemtartalmának alakulására. *Növénytermelés*. **35**. 553-559.

- NÉMETH I., TÓTH B. & TÖLGYESI GY., 1987. A különböző adagú istálló- és műtrágya hatása az őszi búza mikroelem-tartalmának alakulására. *Növénytermelés*. **36**, 117-123.
- NÉMETH T., 1992. Ásványi-N tartalom mérésén alapuló nitrogén szaktanácsadási blokk. KSZE Műtrágyázási szaktanácsadási rendszere. Budapest.
- PLANK, C. O., 1988. *Plant Analysis Handbook for Georgia*. Coop. Ext. Serv. Univ. of Georgia. Athens.
- SARKADI J., 1993. Szerves- és műtrágyák tápelemtartalmának érvényesülése tartamkísérletekben. I. Nitrogénforgalom. *Agrokémia és Talajtan*. **42**, 293-308.
- SARKADI J., KRÁMER M. & THAMM F-NÉ, 1965. Kalcium- és ammónium-laktátos talajkivonatok P-tartalmának meghatározása aszkorbinsav-ónkloridos módszerrel, melegítés nélkül. *Agrokémia és Talajtan*. **14**, 75-86.
- SVÁB J., 1981. *Biometriai módszerek a kutatásban*. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- THAMM F-NÉ, KRÁMER M. & SARKADI J., 1968. Növények és trágyaanyagok foszfortartalmának meghatározása ammónium-molibdo-vanadátos módszerrel. *Agrokémia és Talajtan*. **17**, 145-156.

*Érkezett: 1994. március 30.*

## Studies on the Nutritional Status of Winter Wheat Grown in Various Fertilization Systems by Means of Growth Analysis

T. ÁRENDÁS

Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár (Hungary)

### Summary

In the 3rd year of the 9th cycle of a long-term fertilization experiment carried out on a chernozem soil with forest residues in Martonvásár, the effects of various fertilization systems set up on the principle of active agent equivalence were compared by growth analysis on the medium late winter wheat variety Mv 15. The dry matter production, nutrient concentrations and nutrient ratios of winter wheat were measured on whole plants collected over a 4-metre length of each plot at the end of tillering (ZADOKS 29 or FEEKES 4), on 50 flag-leaves collected prior to flowering (ZADOKS 61 or FEEKES 10.5.1.) and on whole plants collected over a 4-metre length of each plot at full maturity (ZADOKS 91 or FEEKES 11.3). The nutrient supply levels of the plants were determined by comparing these values with the calibrated optimum intervals published in the literature.

In the experiments the growth analysis results of identical fertilization treatments indicated an identical supply level at the end of tillering and the beginning of flowering, irrespective of the sampling method. The nutrient concentration of Mv 15 winter wheat reached the lower limit values of the optimum intervals for all nutrients studied (P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu) with the exception of nitrogen, irrespective of

the treatments. Although fertilization increased the N content, a satisfactory supply level was only measured in plants treated with a double rate of active agents (plots M+I, 2M).

The dry matter production of the above-ground organs of winter wheat at the end of tillering gave a good reflection of the effect of various fertilizer forms and rates. Compared to the untreated control, all the fertilizer treatments significantly increased the dry matter yield. Compared to the after-effect of stable manuring (I) in the 3rd year, mineral fertilizer (M) increased the dry matter mass of the plants at tillering by over 50%. The application of double quantities of active agent (M+I, 2M) led to a further significant increase, though at the given fertilizer level no difference could be observed between the two fertilization systems. The ploughing in of by-products (M+ stalks or straw) did not modify the values of the parameters examined.

An analysis of the macroelement contents of the plants indicated that the greatest drop in concentration during the vegetation period occurred for K and the smallest for P.

A realistic estimation of the different effects of various fertilization systems on dry matter production, as revealed by soil analyses and checked by growth analysis, could not be made in 1990 due to the lack of rainfall from shooting to maturity. In the present experiments, the basic rate of fertilizer proved sufficient for the achievement of maximum yields.

*Table 1.* Atmospheric temperature (t) and precipitation data measured at Martonvásár during the 1989-1990 wheat vegetation period. (1) Months. a) Mean. (2) Precipitation, mm. d = deviation from the 30-year average.

*Table 2.* Mineral  $\text{NO}_3\text{-N}$  content of the 0-60 cm layer of various fertilization systems and the other readily soluble nutrient contents of the cultivated layer (0-20 cm) (Martonvásár, March 22 1990). (1) Nutrient, mg/kg. (2)  $\text{LSD}_{5\%}$ . Treatments: 0 = untreated control, I = 40 t stable manure/ha; M = NPK fertilizer equivalent in active agents to the stable manure; M+Sz = M + 5 t wheat straw/ha or 7 t maize stalks/ha. \*kg/ha - approximately 10 mg/ha  $\text{NO}_3\text{-N}$  = 90 kg/ha.

*Table 3.* Effect of long-term fertilization on the above-ground production, nutrient concentrations and nutrient ratios of Mv 15 winter wheat at the end of tillering (Martonvásár, chernozem soil with forest residues, April 27 1990). (1) Characteristic. a) Fresh mass, t/ha; b) Dry matter mass, t/ha; c) Dry matter mass, %. (2) Satisfactory supply level\*. (3)  $\text{LSD}_{5\%}$ . \*KÁDÁR & LÁSZITTY, 1981. Treatments: see Table 2.

*Table 4.* Effect of long-term fertilization on the nutrient accumulation of Mv 15 winter wheat at the end of tillering (Martonvásár, chernozem soil with forest residues, April 27, 1990). (1) Extracted nutrient. (2)  $\text{LSD}_{5\%}$ . Treatments: see Table 2.

*Table 5.* Effect of long-term fertilization on the nutrient concentration of the flag-leaf of Mv 15 winter wheat at flowering (Martonvásár, chernozem soil with forest residues, May 31 1990). (1) Nutrient. (2) Satisfactory supply level. (3)  $\text{LSD}_{5\%}$ . Treatments: see Table 2.

*Table 6.* Effect of long-term fertilization on the production, macroelement contents and macroelement uptake of Mv 15 winter wheat at full maturity (Martonvásár, July 22 1990). (1) Characteristic. a) Grain yield, t/ha; b) Dry matter production, t/ha. (2)  $\text{LSD}_{5\%}$ . \*The dry matter content of the above-ground organs of the plant were calculated on the basis of mean samples from replications I-IV. Treatments: see Table 2.