

Az őszi rozs tápelemarányainak változása a tenyészidő folyamán

KÁDÁR IMRE és LÁSZTITY BORIVÓJ

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

Korábbi munkáinkban bemutattuk az őszi rozs szárazanyag-képződésének, valamint tápanyagfelvételének alakulását a tenyészidő folyamán. Vizsgálatainkat meszes homoktalajon beállított műtrágyázási tartamkísérletben végeztük [3, 4].

Ezúttal megkíséreljük az őszi rozs főbb tápelemarányainak változását nyomon kísérni a tenyészidő, valamint a műtrágyázási kezelések függvényében.

Mint ismeretes, napjaink intenzív műtrágyázási gyakorlata igen rövid idő alatt megváltoztathatja az egyes tápelemek egymáshoz viszonyított arányát mind a talajban, mind a növényben. A talajtermékenység kontrollja egyet jelent a kiegyensúlyozott tápláltság folyamatos kontrolljával, mely utóbbi során a növényanalízis egyre fontosabbá válik. A tápelem-arányosság kérdése a növényanalízis módszerének központi eleme. A növényanalízis klasszikusai szerint a tápelemtartalom a tápláltságot mennyiségileg jellemzi, míg az arányok a tápláltság minőségét, kiegyensúlyozottságát tükrözik, és utalnak az elemek közötti kölcsönhatásokra is. Ebből adódóan a növényanalízis során minél több elemet, illetve arányt kell meghatározni, néha nem kifejezetten tápelemeket is [1].

A növényi tápelem-arányosság problémája összetett, e kérdés részletesebb taglalására az őszi búza tápelemarányainak vizsgálatánál már kitértünk [2].

Az őszi rozs tápelemarányainak diagnosztikai értelmezését, ami a N/K, N/P és a K/P arányokat illeti, korábbi közleményünkben elvégeztük [3]. Az e közleményben ismertetésre kerülő többi lehetséges tápelemarány diagnosztikai célú értelmezésére — az őszi búzához hasonlóan — nem vállalkozhatunk. Sajnos ehhez ma még sem saját, sem irodalmi adatok, optimumok nem állnak rendelkezésre. Elsősorban ezért adatközlésre, az átlagos tápelemarányok változásának bemutatására szorítkozhatunk. Vizsgálati adataink a teljes föld feletti növényre vonatkoznak és elemi tápelemtartalmakból számított arányokat jelölnek. A tápelemarányok időbeni stabilitásának vizsgálata céljából azokat a bokrosodás végén kapott adatokhoz viszonyítottuk, és azok százalékában is feltüntettük.

1.

Az őszi rozs tápelemarányainak változása a műtrágyázás hatására,

(1) Kezelés	(2) Bokrosodás		(3) Szárba- indulás máj. 8.	(4) Kalászás máj. 23.	(5) Virágzás máj. 30.	(6) Szem	(7) Szalma
	nov. 17.	ápr. 17.				júl. 17.	
N/Ca							
—	3,8	4,3	4,1	3,3	2,8	35,7	1,4
PK	3,9	4,5	4,1	3,1	2,7	35,6	1,2
N ₁ K	5,1	6,4	6,1	5,0	4,2	36,0	1,7
N ₂ K	5,7	6,9	5,5	5,0	4,4	43,0	1,8
N ₁ PK	6,3	6,1	4,6	3,9	3,5	35,9	1,4
N ₂ PK	8,0	6,5	5,5	4,0	3,8	40,2	1,7
N/Mg							
—	11,1	16,6	13,5	10,2	9,0	14,5	7,5
PK	13,2	16,4	16,3	12,6	9,0	16,2	8,0
N ₁ K	13,8	27,9	25,3	18,9	16,1	16,9	8,6
N ₂ K	15,1	28,0	23,7	22,7	17,8	19,5	10,9
N ₁ PK	14,6	27,2	16,4	12,1	11,7	15,1	7,5
N ₂ PK	13,3	22,5	16,5	13,3	12,5	17,2	7,8
P/Ca							
—	0,4	0,4	0,7	0,8	0,7	8,9	0,2
PK	0,6	0,8	1,0	1,0	0,9	8,1	0,3
N ₁ K	0,4	0,3	0,4	0,5	0,5	7,0	0,1
N ₂ K	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	6,4	0,1
N ₁ PK	0,8	0,8	0,9	1,1	0,9	8,6	0,3
N ₂ PK	0,9	0,6	0,8	0,7	0,7	8,3	0,3
P/Mg							
—	1,1	1,7	2,4	2,4	2,5	3,6	1,2
PK	1,9	2,9	3,9	4,0	3,1	3,7	2,2
N ₁ K	1,1	1,3	1,8	2,0	2,0	3,3	0,7
N ₂ K	1,0	1,2	1,6	1,8	1,4	2,9	0,7
N ₁ PK	1,9	3,6	3,3	3,4	3,0	3,6	1,8
N ₂ PK	1,5	2,2	2,3	2,3	2,1	3,5	1,2
P/Fe							
—	3,5	7,2	15,8	9,6	7,0	111	2,7
PK	4,0	11,8	28,7	13,9	10,0	104	4,5
N ₁ K	2,9	4,8	13,6	5,8	8,4	89	1,9
N ₂ K	2,3	4,6	12,1	7,5	7,4	71	1,9
N ₁ PK	4,4	23,6	23,4	15,2	10,9	119	4,9
N ₂ PK	4,0	20,9	40,0	14,5	7,7	99	4,4
P/Mn							
—	29,9	34,7	65,0	73,3	74,1	157	31,4
PK	40,0	68,6	95,4	104,0	111,0	148	55,3
N ₁ K	22,3	24,6	43,3	43,4	56,7	148	19,8
N ₂ K	18,0	20,9	40,4	40,0	43,8	132	17,8
N ₁ PK	46,4	81,3	102,0	112,0	103,0	179	51,1
N ₂ PK	45,4	69,6	94,9	85,7	97,1	177	47,3

táblázat

a tenyészidő folyamán (Kecskeméti h. fajta, Órbottyán, 1978/79)

(1) Kezelés	(2) Bokrosodás		(3) Szárba- indulás máj. 8.	(4) Kalászolás máj. 23.	(5) Virágzás máj. 30.	(6) Szem	(7) Szalma
	nov. 17.	ápr. 17.				júl. 17.	
P/Zn							
—	80	138	226	172	104	169	66
PK	94	160	270	184	130	134	138
N ₁ K	62	81	99	77	59	138	33
N ₂ K	53	62	87	57	41	104	26
N ₁ PK	104	258	234	178	99	176	100
N ₂ PK	104	186	219	162	85	173	91
P/Cu							
—	300	643	867	489	308	597	194
PK	383	891	689	350	500	561	423
N ₁ K	223	588	880	514	320	446	125
N ₂ K	160	487	489	257	215	414	132
N ₁ PK	520	1080	429	343	277	563	146
N ₂ PK	377	930	1120	300	262	506	184
K/Ca							
—	2,9	3,7	5,1	5,8	5,4	12,3	1,3
PK	3,9	5,2	5,8	6,2	5,7	11,2	1,8
N ₁ K	4,9	5,3	6,1	6,7	6,3	10,4	1,9
N ₂ K	5,3	5,2	5,4	6,4	6,0	9,9	1,8
N ₁ PK	5,8	5,8	6,6	7,8	7,5	11,7	2,6
N ₂ PK	6,3	4,6	6,3	6,0	5,8	11,7	1,9
K/Mg							
—	8,4	14,4	16,7	17,9	18,4	5,0	7,3
PK	13,1	19,1	23,0	24,9	19,3	5,1	11,8
N ₁ K	13,2	23,3	25,5	25,2	24,3	4,9	9,4
N ₂ K	13,9	21,1	23,1	28,6	24,2	4,5	10,7
N ₁ PK	13,5	25,8	23,4	24,4	25,0	4,9	14,3
N ₂ PK	10,5	15,9	18,8	20,0	19,0	5,0	8,7
K/Mn							
—	207	297	460	537	544	217	197
PK	274	446	566	644	684	184	296
N ₁ K	274	431	602	547	688	220	262
N ₂ K	262	372	594	636	756	205	267
N ₁ PK	338	592	715	795	857	242	416
N ₂ PK	319	499	766	735	869	250	351
Ca/Mn							
—	71	80	90	93	100	18	148
PK	70	85	98	104	120	18	161
N ₁ K	56	81	98	82	110	21	139
N ₂ K	50	72	110	100	125	21	149
N ₁ PK	58	102	108	102	114	21	161
N ₂ PK	51	108	122	122	149	21	182

Kísérleti eredmények megvitatása

Amint az 1. táblázat adataiból látható, a műtrágyázás hatása több tápelemarány változásán nyomon követhető a tenyészidő folyamán. Így pl. a N/Ca aránya, a N-nek a Ca-hoz viszonyított túlsúlya, a NK- és a NPK-kezelésekben átlagosan mintegy 1,5-szerese a N-nel nem trágyázottakénak. A N/Mg arányokban, a virágzás stádiumáig, különösen kifejezett ez a jelenség az egyoldalú NK-variánsokban. E meszes, Ca-ban és Mg-ban gazdag, N-ben szegény talajon N-trágyázással tehát a N-nek a Ca- és Mg-elemekhez viszonyított aránya 1,5–2,0-szeresére módosítható, a N túlsúlya növelhető volt. Hasonló jelenséget figyelhattunk meg a K/Ca és K/Mg arányokban. A K-műtrágyázás a K-ban szegény meszes homoktalajon észrevehetően növelte a K-nak a Ca-hoz és Mg-hoz viszonyított túlsúlyát a növényben. A legnagyobb hozamú NPK-kezelésekben az N/Ca aránya kerekén 6, a N/Mg 22–27, a K/Ca 5–6, a K/Mg 16–26 körül alakult tavasszal, a bokrosodás vége stádiumában. Általában az is megállapítható, hogy érés idejére a tápelemarányokban a műtrágyázás hatására előálló változások kevésbé kifejezettek, illetve elmosódnak, különösen ami a generatív szervnek, a szemnek elemarányait illeti.

A P-nak a Ca-hoz és Mg-hoz viszonyított aránya az NK kezelésekben a legkisebb, átlagosan mintegy fele, mint a P-ral trágyázott PK- és NPK-kezelésekben. Ezek a különbségek a szemben kevésbé jelentkeztek, ugyanakkor a szalmában igen erősen kifejeződtek. Megállapítható, hogy a P-szegény, meszes talajon az őszi rozs P/Ca és P/Mg aránya P-műtrágyázással jelentősen módosítható. Hasonló megállapítás tehető a Fe-nak és a Mn-nak a P-hoz viszonyított aránya esetében is. A P túlsúlya, a P/Fe és a P/Mn aránya többszörösére volt növelhető NPK-trágyázással a kontrollhoz, de különösen a NK-kezelésekhez viszonyítva, a tenyészidő folyamán. A szemtermésben a különbségek ismét elmosódottabbak. A legnagyobb hozamú NPK-kezelésekben a P/Fe aránya 21–24, a P/Mn aránya pedig 70–81 körül alakult tavasszal a bokrosodás végén (1. táblázat).

A P/Zn aránya a NK-kezelések növényeiben volt a legszűkebb, míg a P-ral trágyázott parcellákon ez az arány a többszörösére is kitágult. Ez esetben is megfigyelhető, hogy a szemben a változások kisebb mérvűek, míg a szalmában a különbségek az érés előtti stádiumokban előálló változásokat is meghaladhatják. Tendenciájában hasonló jelenséget tapasztalunk a P/Cu arányainak változásában, bár ezek a változások abszolút értékben kisebbek és kevésbé következetesek voltak (1. táblázat).

A K/Mn aránya K-műtrágyázás hatására tágult (1. táblázat). A legkedvezőbb NPK-kezelések K/Mn aránya átlagosan mintegy 1,5 szerese volt a kontrollnak a tenyészidő átlagában. A szemtermésben ezek a különbségek gyengén, míg a szalmában erősebben jelentkeztek. A Ca/Mn arányában műtrágyázás hatására beálló változások mérsékeltébbek. A bokrosodás végétől az érésig tartó szakaszban azonban a teljes NPK-kezelések növényeiben a Ca/Mn aránya tágult. Utóbbi jelenség összefüggésben lehet azzal, hogy a kísérlet erősen meszes talaján a növekvő hozamokkal a Ca-felvétel jobban lépést tudott tartani, mint a Mn-felvétel. Mint ismeretes a Mn az alacsony pH mellett, a savanyú talajokon mozgékonyabb, felvehetősége a meszes talajokon lecsökken.

Az őszi rozs átlagos, a N- és a K-elemekhez viszonyított arányairól a 2. táblázat adatai nyújtanak áttekintést. A N-nek az egyéb vizsgált makro- és mikroelemekhez viszonyított túlsúlya a bokrosodás végén volt a legnagyobb.

2. táblázat

Az őszi rozs átlagos tápelemarányainak változása a tenyészidő folyamán
(Kecskeméti h. fajta, Órbottyán, 1978/79)

(1) Tápelemek	(2) Bokrosodás		(3) Szárba- indulás máj. 8.	(4) Külészülés máj. 23.	(5) Virágzás máj. 30.	(6) Szem	(7) Szalma
	nov. 17.	ápr. 17.				júl. 17.	
N/K	1,1	1,2	0,9	0,6	0,6	3,5	0,8
N/P	9,7	11,2	7,9	6,1	5,6	4,8	7,0
N/Ca	5,4	5,9	5,1	4,3	3,6	36,6	1,5
N/Mg	13	24	20	16	13	16	8
N/Na	23	24	20	13	11	171	6
N/Fe	35	107	160	62	48	455	23
N/Mn	323	499	524	412	417	734	241
N/Zn	823	1560	1280	711	457	710	458
N/Cu	3230	8640	5690	2030	1740	2380	1320
K/P	8,9	9,6	9,0	9,4	9,5	1,4	8,7
K/Ca	5,0	5,0	5,8	6,6	6,1	10,9	1,9
K/Mg	12,3	20,6	23,4	24,8	21,4	4,6	10,2
K/Na	20,9	20,6	23,4	19,8	19,0	51,0	7,6
K/Fe	32	91	183	96	82	136	28
K/Mn	297	427	598	637	707	219	300
K/Zn	757	1330	1460	1100	774	212	570
K/Cu	2970	7380	6500	3140	2950	708	1650
P/Ca	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	7,7	0,2
P/Mg	1,4	2,1	2,6	2,6	2,2	3,3	1,2
P/Na	2,4	2,1	2,6	2,1	2,0	36,0	0,9
P/Fe	3,6	9,5	20,3	10,2	8,6	95,7	3,3
P/Mn	33	44	66	68	74	155	34
P/Zn	85	139	163	117	84	149	65
P/Cu	333	769	722	333	310	500	189
Ca/Mg	2,4	4,1	4,0	3,8	3,5	0,4	5,3
Ca/Na	4,2	4,1	4,0	3,0	3,1	4,7	4,0
Ca/Fe	6,4	18,0	31,3	14,6	13,4	12,4	14,9
Ca/Mn	59	84	102	96	116	20	158
Ca/Zn	151	264	250	167	127	19	299
Ca/Cu	592	1460	1110	476	483	65	865
Mg/Na	1,7	1,0	1,0	0,8	0,9	11,0	0,8
Mg/Fe	2,9	4,4	7,8	3,9	3,8	29,3	2,8
Mg/Mn	24	21	26	26	33	47	30
Mg/Zn	62	65	62	44	36	46	56
Mg/Cu	242	359	278	127	138	153	162
Na/Fe	1,5	4,4	7,8	4,9	4,3	2,7	3,7
Na/Mn	14	21	26	32	37	4	39
Na/Zn	36	65	62	56	41	4	75
Na/Cu	142	359	278	159	155	14	216
Fe/Mn	9,2	4,7	3,3	6,6	8,6	1,6	10,6
Fe/Zn	23,6	14,6	8,0	11,4	9,5	1,6	20,1
Fe/Cu	92	81	36	33	36	5	58
Mn/Zn	2,6	3,1	2,4	1,7	1,1	1,0	1,9
Mn/Cu	10,0	17,3	10,9	4,9	4,2	3,2	5,5
Zn/Cu	3,9	5,5	4,4	2,8	3,8	3,3	2,9

Így például a K-tartalom 1,2-, a Ca kereken 6-, a P 11-, a Mg és a Na 24-, a Fe 107-, a Mn 500-, a Zn 1560-, a Cu 8640-szer volt alacsonyabb a N koncentrációjánál a növényben. Ez a N-túlsúly virágzás idején általában csökkent. A csökkenés elemenként többé-kevésbé eltérő volt. A bokrosodáskori tavaszi arányokat 100 %-nak véve, virágzáskor a N/Mn arány kereken 80; a N/Ca 60; a N/Mg, K, P, Na, Fe arányai kereken 50, a N/Zn 30, míg a N/Cu 20 %-ára esett. Az érés idején ez a tendencia megfordult, és a N-túlsúly a legtöbb elemhez képest ismét nőtt. Ez a növekedés elsősorban a szemben jelentkezett, és a Mn, Fe, Na, Ca, K N-hez viszonyított arányának többszörös, esetleg egy nagyságrenddel való elmozdulását eredményezte. A szalmában ezzel szemben a legtöbb arány a virágzáskori állapothoz képest tovább szűkült, ez alól kivételt csak a N/K és N/P képezett.

A K-tartalom bokrosodás végén kereken a Ca 5-, a P 10-, a Mg és Na 20-, a Fe 90-, a Mn 400-, a Zn 1300-, a Cu 7400-szorosa volt. A K-hoz viszonyított 8 tápelem arányában a változások virágzás idejére eltérőek voltak. A K/P, Ca, Mg, Na arányok kevéssé változtak, többé-kevésbé közeláltak a bokrosodás végén mért adatokhoz, míg a K/Mn aránya mintegy 1,5-szeresére nőtt, a N/Zn és a N/Cu aránya pedig 40–60 %-ára csökkent. A K túlsúlya érésre a legtöbb elemhez viszonyítva, határozottan mérséklődik a növény föld feletti részeiben. Ez a tendencia a szalmában egyértelműen és határozottan jelentkezett, a szemben a K/Ca, Na, Fe arányai kivételt képeztek, átlagosan mintegy 1,5–2,0-szeresére tágulva a szemtermésben. Az őszi bokrosodás eleji állapotokat a tavaszi bokrosodás vége állapottal összevetve megállapítható, hogy a N és K túlsúlya a többi vizsgált elemhez viszonyítva általában növekvő. Különösen kifejezett volt ez a N/Mg, Fe, Zn, Cu és a K/Mg, Fe, Zn, Cu arányokban, ahol az arányok tágulása közel 2–3 szoros (2. táblázat).

A P/Ca aránya viszonylag állandónak mutatkozott a tenyészidő folyamán, és a Ca túlsúlya érvényesült. Ez alól a szem jelentett kivételt, ahol a P túlsúlya közel 8-szorosa volt a Ca-énak. A szalmában ugyanakkor 5-szörös Ca-túlsúlyt figyelhetünk meg. Hasonlóképpen lényegesen nem módosult a P/Mg, Na, Fe aránya virágzás idejére, a bokrosodás vége állapothoz képest. A P/Mn aránya ezzel szemben virágzásig folyamatosan tágult, míg a P/Zn és különösen a P/Cu aránya szűkült. Általában megfigyelhető, hogy a szalmában a P túlsúlya lecsökkent, a szemben pedig megnőtt, különösen a P/Ca, Na, Fe arányok nőttek egy egész nagyságrenddel (2. táblázat).

A Ca túlsúlya virágzáskor — a bokrosodás vége állapotot 100-nak véve — a Mg-, Na-, Fe-elemekhez viszonyítva átlagosan mintegy 80 %-ára, a Ca/Zn aránya felére, a Ca/Cu pedig 1/3-ára csökkent. Aratáskor a szemtermés Ca/Mg aránya 15 %-kal haladja meg a bokrosodáskorit, míg a Ca/Fe 69-, a Ca/Mn 24-, a Ca/Mg 10-, a Ca/Zn 7- és a Ca/Cu 4 %-ára süllyedt. Tehát a Ca túlsúlya a Na-ot kivéve az egyes elemekkel szemben igen erősen csökkent a szemben, ugyanakkor a szalmában enyhén, de következetesen nőtt a virágzáskori állapothoz képest és a Ca/Na, Fe megközelíti, sőt a Ca/Mg, Mn, Zn pedig meghaladja a bokrosodás végi értékeket. A P/Ca, Na, valamint a Ca/Na arányok kivételével a P és a Ca túlsúlya a legtöbb elemhez viszonyítva magasabb volt tavasszal a bokrosodás idejének végén, mint ősszel, e fejlődési stádium kezdetén (3. táblázat).

A Mg/Na és a Mg/Fe aránya bokrosodás végén és a virágzáskor közeli volt, a Mg/Zn és a Mg/Cu felére-harmadára csökkent, míg a Mg/Mn arány 60 %-kal emelkedett virágzás idejére. A szalmában többé-kevésbé a virágzáskori ará-

3. táblázat

Az őszi rozs átlagos tápelemarányainak változása a bokrosodás végén mért adatok százalékában

(1) Tápelemek	(2) Bokrosodás		(3) Szárba- indulás máj. 8.	(4) Kalászolás máj. 23.	(5) Virágzás máj. 30.	(6) Szem	(7) Szalma
	nov. 17.	ápr. 17.				júl. 17.	
N/K	92	100	75	50	50	292	67
N/P	87	100	70	54	50	43	63
N/Ca	92	100	86	73	61	620	25
N/Mg	55	100	85	66	52	64	34
N/Na	95	100	85	53	46	709	25
N/Fe	33	100	150	58	45	425	21
N/Mn	65	100	105	83	84	147	48
N/Zn	53	100	82	46	29	46	29
N/Cu	37	100	66	23	20	28	15
K/P	93	100	93	98	99	15	91
K/Ca	100	100	116	132	122	218	38
K/Mg	60	100	114	120	104	22	49
K/Na	101	100	114	96	92	248	37
K/Fe	35	100	201	105	90	149	31
K/Mn	70	100	140	149	166	51	70
K/Zn	57	100	110	83	58	16	43
K/Cu	40	100	88	42	40	10	22
P/Ca	120	100	120	140	120	1540	40
P/Mg	67	100	124	124	105	157	57
P/Na	114	100	124	100	95	1714	43
P/Fe	38	100	214	107	91	1007	35
P/Mn	75	100	150	155	168	352	77
P/Zn	61	100	117	84	60	107	47
P/Cu	43	100	94	43	40	65	25
Ca/Mg	58	100	97	93	85	10	129
Ca/Na	102	100	98	73	76	115	98
Ca/Fe	36	100	174	81	74	69	83
Ca/Mn	70	100	121	114	138	24	188
Ca/Zn	57	100	95	63	48	7	113
Ca/Cu	41	100	76	33	33	4	59
Mg/Na	170	100	100	80	90	1100	80
Mg/Fe	66	100	177	89	86	666	64
Mg/Mn	117	100	124	124	160	228	143
Mg/Zn	95	100	95	68	55	71	86
Mg/Cu	67	100	77	35	38	43	45
Na/Fe	34	100	177	111	98	61	84
Na/Mn	69	100	124	156	180	21	190
Na/Zn	56	100	96	86	63	6	115
Na/Cu	39	100	77	44	43	4	60
Fe/Mn	196	100	70	140	183	34	226
Fe/Zn	162	100	55	78	65	10	138
Fe/Cu	114	100	44	40	44	6	71
Mn/Cu	58	100	63	28	24	18	32
Mn/Zn	84	100	77	55	35	32	61
Zn/Cu	71	100	80	51	69	60	53

nyosságok találhatók, a szemben ugyanakkor nőtt a Mg túlsúlya. Ez a növekedés a Zn- és Cu-elemekkel szemben kicsi volt (3. táblázat).

A Na/Fe arány szárbaindulásig tágult, majd ezt követően érésig csökkent. A Na/Mn arány virágzásig folyamatosan nőtt, míg a Fe/Zn és a Fe/Cu a bokrosodás végétől virágzásig többé-kevésbé egyenletesen csökkent. A Na túlsúlya a Fe-, Zn-, Mn-, Cu-elemekhez viszonyítva igen erős volt a szalmában, meghaladva a legtöbb esetben a virágzaskori állapotot is, míg a szemtermésben ez a túlsúly általában egy nagyságrenddel kisebbé vált.

A Fe/Mn arány szárbaindulásig csökkent, majd virágzásig ismét növekvő tendenciát mutatott. Hasonlóképpen közel 1/3-ára csökkent a Fe/Zn és a Fe/Cu arány a szárbaindulást követően a bokrosodás elejéhez képest. A Mn/Zn, Mn/Cu arányai bokrosodás végén tavasszal voltak a legnagyobbak és virágzásra 1/3-ára 1/4-ére szűkültek. A Zn/Cu arányában a változások nem következetesek. A Fe túlsúlya a Mn-, Zn-, Cu-elemekkel szemben átlagosan egy nagyságrenddel nagyobb a szalmában, mint a szemben. A Mn/Zn és a Mn/Cu aránya a szemtermésben kereken fele annyi, mint a szalmában, míg a Zn/Cu aránya mind a szemben, mind a szalmában közeli (3. táblázat).

Az előzőekben ismertetett adatok alapján megállapíthatjuk, hogy a növényi tápelemarányok nem állandóak, változnak mind a tenyészidő, mind a trágyázás függvényében. A trágyázás nagyobb változásokat képes létrehozni az egyes arányokban, mint amelyek a tenyészidő folyamán az idő függvényében bekövetkezhetnek. A diagnosztikai célú növényanalízis során, amikor az optimális tápelemarányokat megadjuk és értelmezzük mint standard értékeket, a fejlettségi állapottól nem tekinthetünk el.

Összefoglalás

Szabadföldi műtrágyázási tartamkísérletben vizsgáltuk az őszi rozs fontosabb tápelemarányainak változását a tenyészidő, valamint a trágyázási kezelésekké függvényében. Adataink a teljes föld feletti növényre vonatkoznak és elemi tápelemtartalmakból számított arányokat jelölnek. Főbb megállapításaink az alábbiakban foglalhatók össze:

Műtrágyázással a makroelemeknek egymáshoz, valamint a mikroelemekhez való aránya jelentősen, esetenként többszörösére módosítható. Így pl. kísérletünkben a N/Ca, N/Mg, K/Ca, K/Mg, K/Mn arányok 1,5–2,0-szeresére tágultak a műtrágyázási kezelésekké függvényében a tenyészidő folyamán. Az érés idejére általában ezek a változások lecsökkentek, a szemtermésben gyakran kiegyenlítődték. Hasonló jelenség nyilvánult meg a P/Ca, P/Mg arányokban is (1. táblázat).

A P túlsúlya a Fe-, Mn-, Zn- és részben a Cu-mikroelemekhez viszonyítva 2–5-szörösére nőtt NPK-műtrágyázás hatására a kontroll, valamint a NK-kezelések növényeivel szemben. Ez esetben is megfigyelhető volt, hogy éréskor elsősorban a szalma tápelemarányai változtak meg, elérve, esetleg meghaladva a fejlődés korai szakaszaiban tapasztalt különbségeket. A Ca/Mn aránya nagyobb hozamú NPK-kezelések növényeiben általában mérsékelten tágult (1. táblázat).

Az őszi rozs átlagos, a kísérlet átlagában számított tápelemarányai szintén változtak a tenyészidő folyamán. A bokrosodás végétől a virágzásig tartó szakaszban egyértelműen csökkent a N túlsúlya az összes vizsgált elemhez

viszonyítva. Hasonlóképpen a K és a P túlsúlya is csökkent a legtöbb elemmel szemben, kivéve a Ca-ot, a Mg-ot és a Mn-t, amelyekhez képest a K és P túlsúlya virágzásig nőtt. A Ca-, Mg-, Na-, Fe-elemek Mn-hoz való aránya virágzásig növekedett, míg az egyéb feltüntetett mikroelemekkel szemben csökkent. A Mn-tartalom igen erős hígulását tükrözte a Mn/Zn és a Mn/Cu arányok 1/3-ára, 1/4-ére való szűkülése a virágzás idejére, a bokrosodás végi arányokhoz képest. A Zn/Cu aránya, a Zn túlsúlya a Cu-hez képest a tenyészidő folyamán szintén csökkent (2. és 3. táblázat).

A tápelemarányok nem állandóak a növényben, változhatnak mind a tenyészidő, mind a tápláltság függvényében. A trágyázás nagyobb változásokot indukálhat az arányokban, mint a növény kora. A diagnosztikai célú növényanalízis során az optimális tápelemarányok csak adott fejlettségi állapothoz kötve értelmezhetők.

Irodalom

- [1] CERLING, V. V.: *Agrohímicseszkie osznovü diagnosztiki mineral'noöo pitaniija szel'szkohozajsztvännüh kultur.* Izd. Nauka. Moszkva, 1978.
- [2] KÁDÁR, I. & LÁSZTITY, B.: Az őszi búza tápelemarányainak változása a tenyészidő folyamán. *Agrokémia és Talajtan.* **30.** 291—306. 1981.
- [3] KÁDÁR, I., LÁSZTITY, B. & SZEMES, I.: Az őszi rozs ásványitápanyag-felvételének vizsgálata szabadföldi tartamkísérletben. II. Levélanalízis; Na-, Fe-, Mn-, Zn-, Cu-felvétel. *Agrokémia és Talajtan.* **31.** 17—28. 1982.
- [4] SZEMES, I., KÁDÁR, I. & LÁSZTITY, B.: Az őszi rozs ásványitápanyag-felvételének vizsgálata szabadföldi tartamkísérletben. I. Szárazanyag-felhalmozódás, N-, P-, K-, Ca-, Mg-felvétel. *Agrokémia és Talajtan.* **31.** 5—16. 1982.

Érkezett: 1982. január 22.

Changes in the Nutrient Ratios of Winter Rye During a Vegetation Period

I. KÁDÁR and B. LÁSZTITY

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

Summary

The changes in the ratios of the more important nutrients during a vegetation period as influenced by various fertilizer treatments were studied within the framework of a long-term fertilization field experiment. The ratios given in the paper were calculated from the content of each nutrient determined in the above ground portion of the plant. The results of the investigations may be summarized as follows:

The ratios of macronutrients to each other and to micronutrients can be changed considerably by fertilizer application. For example, in our experiments the ranges of N/Ca, N/Mg, K/Ca, K/Mg, K/Mn ratios increased 1.5—2 fold during the vegetation period due to various fertilizer treatments. By the time of ripening the differences among the various treatments diminished in general, and the ratios were often equalized more or less in the grain yield. The changes in the P/Ca and P/Mg ratios displayed the same trend.

Due to NPK treatment the proportion of P in relation to Fe, Mn, Zn and partly to Cu increased 2—5 fold as compared to the values determined in the plants of the control or in those that had received NK treatment. It could be observed also in this case that, first of all, the nutrient ratios of the straw changed at ripening, displaying the same, or possibly even larger differences than in the early stages of growth. Usually the range

of the Ca/Mn ratio increased moderately in the plants that brought higher yields due to NPK treatments (Table 1).

The average nutrient ratios (calculated from the averages of the experiment) of winter rye changed during the vegetation period, too. In the period lasting from the end of tillering to flowering the proportion of N decreased in relation to all the other elements studied, just as the proportions of K and P did, except in relation to Ca, Mg and Mn. In the case of these three elements the proportions of K and P increased till flowering. The ratios of Ca, Mg, Na and Fe to Mn increased till flowering, while in the case of the other elements studied they decreased. The significant dilution of the Mn content was reflected by the decrease of the range of Mn/Zn and Mn/Cu ratios to 1/3 and 1/4, respectively, from the end of tillering to flowering. The Zn/Cu ratio also decreased during the vegetation period (Tables 2 and 3).

Nutrient ratios are not stable in the plants, they change as a function of both plant development and nutrient supply. Fertilizer application may induce greater changes in the nutrient ratios than age. When evaluating the results of plant analyses carried out for diagnostic purposes, it must be kept in mind that the optimum nutrient ratios vary in the different stages of growth.

Table 1. Changes in the nutrient ratios of winter rye (cv. Kecskeméti h.) due to fertilization during a vegetation period. (Órbottyán, 1978/1979.) (1). Treatment. (2) Tillering. (3) Shooting. (4) Earing. (5) Flowering. (6) Grain. (7) Straw.

Table 2. Changes in the average nutrient ratios of winter rye (cv. Kecskeméti h.) during the vegetation period. (Órbottyán, 1978/1979.) (1) Nutrients. (2) — (7) see Table 1.

Table 3. Changes in the average nutrient ratios of winter rye expressed as a percentage of values measured at the end of tillering. (1) Nutrients. (2) — (7) see Table 1.

Änderungen der Verhältnisse der Nährstoffelemente im Falle von Winterroggen während einer Vegetationsperiode

I. KÁDÁR und B. LÁSZTITY

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

Zusammenfassung

Es wurden die Änderungen der wichtigeren Nährstoffelementen-Verhältnisse beim Winterroggen in einem Düngungsdauerversuch in der Funktion der Vegetationszeit und der Düngungsvarianten untersucht. Unsere Angaben beziehen sich auf die oberirdischen Pflanzenteile und wurden mit Hilfe der elementaren Nährstoffgehalte berechnet. Zusammenfassend kann folgendes festgestellt werden:

Das Verhältnis der Makroelemente zueinander, wie auch zu den Mikroelementen kann durch Mineraldüngung gegebenenfalls um ein Vielfaches geändert werden. So haben sich in unserem Versuch z. B. die Verhältnisse von N/Ca, N/Mg, K/Ca, K/Mg und K/Mn in Abhängigkeit von der Düngerbehandlung während der Vegetationsperiode auf das 1,5 bis 2,0-fache erweitert. Zur Zeit der Reife haben sich die Änderungen im allgemeinen vermindert, im Korntrag oft ausgeglichen. Eine ähnliche Erscheinung zeigte sich in den Verhältnissen von P/Ca und P/Mg (Tab. 1.).

Das Übergewicht von P — im Verhältnis zu den Mikroelementen Fe, Mn, Zn und teilweise Cu — erhöhte sich in den Pflanzen bis auf das 2—5-fache infolge der NPK-Düngung verglichen mit der ungedüngten, sowie mit der NK-Variante. Auch in diesem Falle konnte beobachtet werden, dass sich bei der Reife vor allem die Nährelementenverhältnisse des Strohes geändert haben, manchmal die in den früheren Stadien für die ganze oberirdische Pflanzenmenge ermittelten Werte erreichend, sogar überschreitend. Das Verhältnis Ca/Mn erweiterte sich im allgemeinen bei den Pflanzen der höhere Erträge bringenden NPK-Varianten nur mässig (Tab. 1.).

Die durchschnittlichen, im Mittel des Versuches berechneten Nährelementenverhältnisse im Winterroggen änderten sich ebenfalls im Laufe der Vegetationsperiode. Vom Ende der Bestockung bis zur Blüte nahm das N-Übergewicht im Verhältnis zu sämtlichen untersuchten Elementen eindeutig ab. Ebenso sank das Übergewicht von K und P zu den meisten Elementen — Ca, Mg und Mn bildeten eine Ausnahme, wobei das Über-

gewicht von K und P bis zur Blüte zugenommen hat. Das Verhältnis der Elemente Ca, Mg, Na und Fe zu Mn war bis zur Blüte steigend, den übrigen angeführten Mikroelementen gegenüber sinkend. Der Mn-Gehalt wies eine sehr starke Verdünnung zur Zeit der Blüte auf (dies widerspiegelte sich in der Verengung der Verhältnisse von Mn/Zn und Mn/Cu auf das Drittel, bzw. auf das Viertel) im Verhältnis zu den Proportionen gegen Ende der Bestockung. Im Falle der Zn/Cu-Proportion hat das Übergewicht des Zn dem Cu gegenüber während der Vegetationsperiode ebenfalls abgenommen (Tab. 2. und 3.).

Die Nährstoffverhältnisse in der Pflanze sind nicht konstant, sie können sich sowohl mit der Vegetationsperiode, wie auch mit dem Ausmass der Nährstoffversorgung ändern. Die Düngung kann grössere Veränderungen in diesen Verhältnissen verursachen, als das Alter der Pflanzen. In der diagnostischen Pflanzenanalyse können die optimalen Nährstoffverhältnisse nur an den gegebenen Entwicklungszustand gebunden gedeutet werden.

Tab. 1. Änderungen in den Nährstoffverhältnissen des Winterroggens infolge Mineraldüngung im Laufe der Vegetationsperiode (Sorte: *Kecskeméti h.*, Versuchsort: Órbottyán, Versuchsjahr: 1978-79.) (1) Düngungsvariante. (2) Bestockung. (3) Schossen. (4) Ährenschleiben. (5) Blüte. (6) Körner. (7) Stroh.

Tab. 2. Änderungen der durchschnittlichen Nährstoffverhältnisse des Winterroggens im Laufe der Vegetationsperiode (Sorte: *Kecskeméti h.*, Versuchsort: Órbottyán, Versuchsjahr: 1978/79). (1) Nährstoffverhältnisse. (2) - (7): s. Tab. 1.

Tab. 3. Änderungen der durchschnittlichen Nährstoffverhältnisse des Winterroggens angegeben in Perzenten der am Ende der Bestockung gemessenen Werte. (1) Nährstoffverhältnisse. (2) - (7): Bezeichnungen s. in Tab. 1.

Изменение соотношения питательных элементов в озимой ржи в ходе вегетации

И. КАДАР и Б. ЛАСТИТЬ

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

Резюме

В многолетних полевых опытах по внесению минеральных удобрений изучили изменение соотношений наиболее важных питательных элементов в озимой ржи в зависимости от времени вегетации и вариантов обработки. Данные относятся ко всей надземной части растений и означают соотношения, рассчитанные по элементарным содержаниям питательных элементов. Получили следующие наиболее важные выводы:

Внесением минеральных удобрений можно значительно, в отдельных случаях в несколько раз, изменить соотношение макроэлементов друг к другу или к микроэлементам. Так например, в наших опытах минеральные удобрения в ходе вегетации расширили в 1,5-2,0 раза соотношения N/Ca, N/Mg, K/Ca, K/Mg, K/Mn. Ко времени созревания эти изменения обычно снижались, в урожае зерна часто выравнивались. Подобное явление наблюдало и в соотношениях P/Ca, P/Mg. (Таблица 1).

Под влиянием внесения азотных, фосфорных и калийных минеральных удобрений по сравнению с контролем и с внесением только азота и фосфора перевес фосфора в соотношении с Fe, Mn, Zn возрос в 2-5 раз. В этом случае отметили, что в период созревания соотношения питательных элементов изменялись в соломе, достигая, иногда превышая разницы, отмеченные в более ранних стадиях развития. Расширение соотношения Ca/Mn в растениях на вариантах с внесением NPK, дающих более высокие урожаи, было умереннее (Табл. 1).

За вегетационный период изменились средние соотношения питательных элементов в озимой ржи, рассчитанные в среднем по опытам. В период с конца кущения до цветения заметно снизился перевес азота по отношению к содержанию всех изученных элементов. Подобным образом снизился и перевес K и P по отношению к другим элементам, исключение составляли Ca, Mg и Mn по отношению к которым перевес K и P постоянно увеличивался вплоть до цветения. Содержание Ca, Mg, Na, Fe по отношению к Mn возрастало до цветения, по отношению к другим микроэлементам снижалось. На значительное разбавление концентрации марганца указывало изменение соотношения Mn/Zn и Mn/Cu до 1/3 и

1/4 к моменту цветения по сравнению с соотношениями, полученными в конце кушения. В соотношении Zn/Cu перевес цинка по отношению к меди также снижался в течение вегетационного периода (Табл. 2. и 3).

В растениях соотношение питательных элементов не постоянное, оно изменяется в зависимости от вегетационного периода и от степени обеспеченности питательными веществами. Удобрения оказывают более значительное влияние на их изменение, чем возраст. При диагностическом растительном анализе оценку оптимального соотношения питательных элементов следует проводить, относя к определенной стадии развития растений.

Табл. 1. Изменение соотношения питательных элементов в озимой ржи под влиянием минеральных удобрений в течение вегетационного периода. (Местный кечкеметский сорт, Эрботтян, 1978/79). (1) Обработка. (2) Кушение. (3) Выход в трубку. (4) Колошение. (5) Цветение, (6) Зерно. (7) Солома.

Табл. 2. Изменение среднего соотношения питательных элементов в озимой ржи в течение вегетационного периода (Местный кечкеметский сорт, Эрботтян, 1978/79). (1) Питательные элементы. Обозначения от (2) до (7) смотри в таблице 1.

Табл. 3. Изменение среднего соотношения питательных элементов в озимой ржи в процентах от величин, полученных в конце периода кушения. (1) Питательные элементы. Обозначения от (2) до (7) смотри в таблице 1.