

Néhány elem koncentrációjának változása az őszi rozsban és triticalében a tenyészidő folyamán

LÁSZTITY BORIVÓJ

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A különböző növényi szövetekben ez ideig mintegy hatvan elem jelenlétét mutatták ki, valószínűsíthető azonban, hogy a növényi anyagban megtalálható a termőföld összetételében részt vevő összes elem (EPSTEIN, 1972; KASTORI, 1983). Az egyes elemek jelenléte a növényi szövetekben számos külső környezeti tényező és belső genetikai sajátosság függvényében más és más (BERGMANN és NEUBERT, 1976; CERLING, 1978; CHAPMAN, 1966).

Az elemek csoportosítása számos szempont, illetve tulajdonság (pl. gyakoriság, koncentráció, fiziológiai szerep, fiziko-kémiai sajátosság) szerint képzelhető el, és ez idáig nem lezárt kérdés (KASTORI, 1983; MENGEL és KIRKBY, 1978; PAIS, 1980). A sok közül az egyik átfogó és egyszerű osztályozásnak megfelelően az elemeket a nélkülözhetetlen, a hasznos és az egyéb elemek csoportjára különítik el. Még ez az igen általános klasszifikáció sem lezárt, hanem növényenként specifikusan változó (pl. a vanádium egyes alfajok esetében hasznos, sőt nélkülözhetetlen, más növények esetében csupán az egyebek csoportjába sorolható).

Az elemek általában akkor lehetnek toxikusak a növényre, állatra, emberre nézve, ha a talaj, takarmány, élelem egy nem mindig feltétlenül ismert küszöbértéknél nagyobb koncentrációban tartalmazza azokat, attól függetlenül, hogy tápelemről vagy egyéb elemről van szó (GYÖRI, 1980; LORENZ és REUTER, 1976; PAIS, 1980). Az emberi tevékenység kapcsán (ipari tevékenység, kommunális szennyezés stb.) a toxikuselem-terheléseket szándékunkon túl növelhetjük (ALLAWAY, 1968; BOWEN, 1979; KABATA-PENDIAS és PENDIAS, 1984; PAIS, 1980). Az intenzív trágyázás útján megváltoztatva a felvételi viszonyokat, hasonlóan befolyásolhatjuk az elemek koncentrációját a növényben, takarmányban és élelemben egyaránt (ALLAWAY, 1968; SARKADI, 1981; TÖLGYESI, 1969).

Az analitikai módszerek fejlődése lehetőséget nyújt a növényi szövetekben kisebb mennyiségben jelenlévő elemek, sőt több elem egyidejű és mind pontosabb meghatározására.

Kutatásaink során szabadföldi körülmények között, gazdasági növényekben, a tápelemek mellett néhány az *egyéb* csoportba tartozó elem koncentrációját is meghatároztuk a vegetációs periódus több időpontjában. E vizsgálatokkal adatokat kívántunk nyerni a talaj ez irányú szolgáltató képességéről, ezen elemkoncentrációk

dinamikájáról, a *Gramineae* családba tartozó őszi rozs (*Secale cereale* L.) és triticale esetében. Munkánk áttekintést ad a dinamikai törvényszerűségekről és utóbbiaknak az e növényekre vonatkozó sajátos jellegéről egyaránt. Közvetve mintegy előzetes információként is kezelhető, a későbbiek során történetesen esszenciálisnak bizonyuló elemek szempontjából is.

Eredményeink az aktuálisan, illetve potenciálisan mérgező elemekkel kapcsolatos ismereteinket bővíthetik, s ez a környezetvédelmi célú munkák körütekintő megalapozásához járulhat hozzá. A tápelemek dinamikájával számos közlemény foglalkozik (GLINSKI és BARAN, 1974; KÁDÁR et al., 1982; KOZAK és TARKOWSKI, 1979; PROHÁSZKA et al., 1969; RUEBENBAUER és STOPCZYK, 1972; SYVÄLAHTI és KORKMAN, 1978; SZEMES et al., 1982; VOGT és JAKHOLA, 1978), a nem tápelemek esetében viszont elsősorban csak a végtermékre vonatkozó, esetleg a diagnosztikai célú növényi analízisek eredményei között találhatunk adatokat (CHAPMAN, 1966; KABATA-PENDIAS és PENDIAS, 1984; LORENZ és REUTER, 1976).

Természetes — főleg réti — növénytársulásokra és gyepre vonatkozólag is rendelkezünk néhány analitikai adattal, bár a vizsgálatokat az állati takarmányozás szempontjából végezték (TÖLGYESI, 1969).

Anyag és módszer

A növényi anyag szabadföldi kísérletből származik, amelyet 1980. őszén állítottunk be karbonátos, gyengén humuszos homoktalajon, sávos split-plot elrendezésben, őszi rozs és triticale jelzőnövényvel, négy ismétlésben. A kísérleti talaj és az alkalmazott műtrágyák — pétisó (28% N), szuperfoszfát (17% P_2O_5), kálisó (60% K_2O) — elemtartalmait az 1. táblázatban mutatjuk be. Jelzőnövények a hazai köztermesztésben használatos Kecskeméti H. rozs és a KT-77 fajtájú triticale voltak. A növényi mintaanyagot a vegetáció során általában dekádonként vettük parcellánként, és 4—4 folyóméter föld feletti növényi rész felhasználásával képeztünk átlagmintákat. Az előkészített mintaanyagból kénsavas peroxidos roncsolás után a nitrogént dead-stop eljárással, a foszfort fotometriásan, a káliumot és kalciumot lángfotométerrel, a magnéziumot, vasat, mangánt, cinket és rezet atomabszorpciós eljárással határoztuk meg. A többi elemet sósavas hidrolízist követően (PREMI és CORNFIELD, 1968; VARJÚ és ZSOLDOS, 1974) ICP-készülékkel a Hajdú-Bihar megyei NAÁ mérte. A talajnál AL-kivonatból, a pétisónál és kálisónál vizes, a szuperfoszfátnál 2%-os citromsav oldatból történt az elemek meghatározása szintén ICP-készülékkel.

A közölt koncentrációadatokat abszolút száraz anyagra vonatkoztatva elemekben adtuk meg, és minden időpontban 14 és 28 ismétlés átlagait jelentik.

Kísérleti eredmények

Csaknem általános tendenciaként jelentkezik, hogy a vegetációs időszak előrehaladtával csökken a rozs- és triticale-növényekben valamennyi vizsgált elem mennyisége. A legnagyobb értékeket — a B és Ti kivételével — a kora tavaszi első mintavételkor, bokrosodáskor mértük. A Ti a bokrosodás végén, a B

I. táblázat
Elemtartalom-vizsgálatok

(1) Elem	(2) Műtrágyákban			(6) Talajban	
	(3) Pétisó	(4) Szuperfoszfát szemcsés	(5) Kálisó	(7) Rozs	(8) Triticale
				növény alatt	
Ca %	11,47	11,26	0,18	0,10	0,09
P %	0,124	10,313	0,023	0,024	0,035
K %	0,129	0,303	63,52	0,07	0,044
Na %	0,068	0,872	18,8	0,003	0,003
Mg ppm	137	159	296	109	79
Fe ppm	0,006	0,276	0,501	32,34	43,98
Mn ppm	0,001	0,132	0,001	85,53	74,01
Zn ppm	0,7	30	1,6	0,19	0,05
Cu ppm	0,2	4,4	0,001	0,001	0,001
B ppm	0,001	8,09	9,09	0,291	0,010
Mo ppm	0,019	3,18	0,019	0,171	0,019
Cd ppb	4	4	22	55	18
Co ppb	6	616	50	457	319
Cr ppb	6	3920	6	109	108
Hg ppb	50	1390	212	1	1
Li ppb	7	449	82	46	44
Ni ppb	8	2050	833	340	79
Pb ppb	2430	3850	430	79	79
Sr ppb	471	*	17	6460	6640
Ti ppb	1	1073	1	1160	1030
Be ppb	1	349	46	56	46

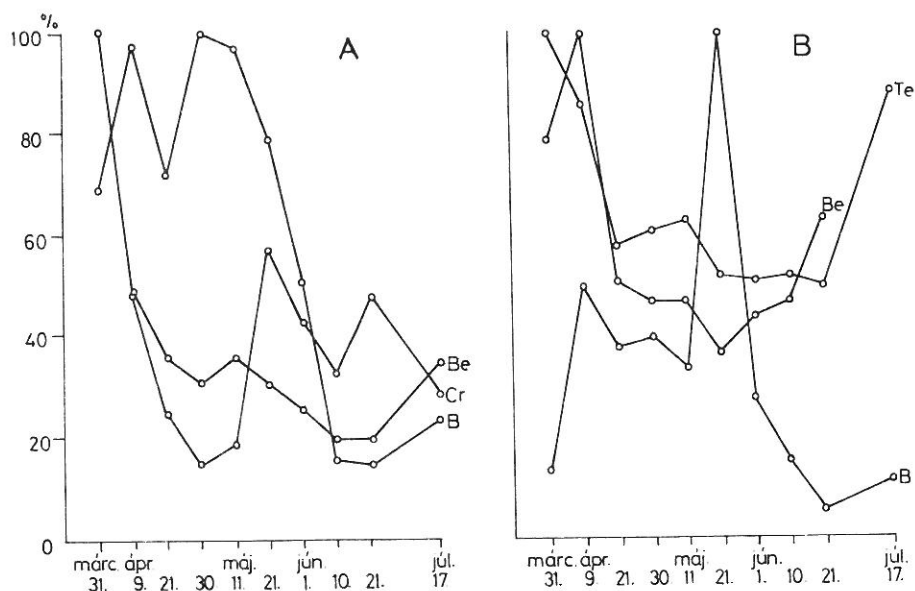
* = mérési határon aluli

kalászoláskor mutatta a legnagyobb koncentrációt. Néhány elem jellegzetesnek mondható dinamikáját az 1. ábrán szemléltetjük.

A dinamika követésére a roznövény elemtartalmait a maximumok százalékában, viszonyzámban tüntettük fel a 2. táblázatban. Folyamatos csökkenést mutatott az aratásig a N, P, K, Ca, Mn, Be, Sr, Te, Ti és V koncentrációja a maximumot követően. A Mg-, Fe-, Zn-, Cu-, Bi- és Hg-tartalmak kis hullámzással, míg a Ba-, Cr-, Se-, Sn- és As-tartalmak nagy ingadozással csökkentek kora tavasztól a betakarításig. Eltérő dinamikát jeleztek a B-tartalmak, a maximum későbbre tolódott, azonban azután szintén csökkenést tapasztaltunk. A tejes és teljes érés fent fázisai között a N-, P-, Zn-, Sn-, Te-, Sr-, As-, Ba- és V-tartalom növekedett, a Mg és Cu mennyisége gyakorlatilag nem változott, míg a többi elemnél további folyamatos csökkenést észleltünk. A végtermék elemtartalmát vizsgálva a belső átrendeződés folytán a szemben nagyobb N-, P-, Mg-, Zn-, Cu-, Sn-, Te-, As-, Hg- és Se-meny-

nyiségeket mértünk, a szalmában viszont a K, Ca, Fe, B, Ba, Be, Bi, Cr, Sr és V koncentrációja volt nagyobb, a növényi anyagcsere genetikai sajátosságainak megfelelően.

A triticale esetében az elemek döntő többségénél szintén megfigyelhető a koncentrációcsökkenés az idő múlásával. A N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Sr, Te, Sb és V maximumait bokrosodáskor, a Ba, Be, Bi, Sn, Ti, As, Cr, Hg és Se maximumát a bokrosodás végén mértük. Lényegesen eltérő időpontban, a virágzás kezdetén jelzett maximumot a B-tartalom. A dinamika alakulásának könnyebb nyomon követésére az elemtartalmakat a legnagyobb értékek százalékában mutatjuk be (3. táblázat).



1. ábra

Néhány elem dinamikája a vizsgált növényekben a tenyészidő folyamán. A. Őzsi rozs. B. Triticale. Vízszintes tengely: mintavételi időpontok. Függőleges tengely: elemtartalom, %

A tenyészidő alatt a tejes érés végéig folyamatos csökkenést mutattak a N-, P-, Ca-, V-, Hg-, As- és Te-, egy-egy kivétellel a P-, Fe-, Mn-, Zn-, Cu-, több eltéréssel a Ba-, Be-, Bi-, Sn-, Sr-, Ti- és Sb-tartalmak. Viszonylag minimális eltéréseket jelzett a Mg-tartalom a maximumhoz képest. A B-tartalom dinamikája alapvetően különbözött az előző elemekétől egyrészt a késői maximum, másrészt az azt követő erős csökkenés következtében.

Hasonlóan eltérő a Se koncentrációjának változása egyrészt a relative kisebb csökkenés, másrészt a hullámzó, nem következetes ingadozás miatt.

A tejes és a teljes érés fázisai között a N-, P-, Ba-, Zn-, B-, Bi-, Sn-, Sr-, Te-, As- és V-tartalmak növekedtek, a Mg-mennyisége gyakorlatilag nem változott, míg a többi elemnél további csökkenést regisztrálhattunk. A fő- és melléktermék elemtartalmait

2. táblázat

Az őszi rozs elemtartalmának változása a tenyésztési folyamán, viszonyszámokban (Kecskeméti H. fajta, Órbottyán, 1981)

(1) Elem	(2) Föld feletti növényi rész										(3) Szem	(4) Szalma
	(5) Mintavételi időpontok											
	március 31.		április			május		június			július 17.	
		9.	21.	30.	11.	21.	1.	10.	21.			
N	4,38%	100	72	48	42	40	29	24	24	23	45	13
P	0,55%	100	69	56	47	42	31	29	24	25	73	15
K	3,29%	100	79	68	59	53	45	39	29	25	15	26
Ca	0,68%	100	57	47	46	37	28	28	24	22	4	29
Mg	0,15%	100	86	93	93	80	67	67	60	60	60	53
Fe	521 ppm	100	83	32	35	34	28	26	18	19	6	25
Mn	91 ppm	100	87	59	55	57	56	58	44	38	33	33
Zn	26 ppm	100	85	73	73	58	46	46	50	46	88	31
Cu	7,9 ppm	100	94	75	61	59	48	44	47	49	52	47
B	12,3 ppm	69	97	72	100	97	79	51	16	15	15	28
Ba	37,6 ppm	100	69	63	64	60	94	64	60	66	24	180
Be	0,39 ppm	100	49	36	31	36	31	26	20	20	5	51
Bi	1,12 ppm	100	57	41	38	47	46	39	31	30	8	56
Sn	6,68 ppm	100	58	50	48	52	53	73	45	44	73	57
Sr	7,27 ppm	100	64	48	41	41	33	31	31	32	8	84
Te	1,16 ppm	100	71	55	48	47	46	43	36	34	64	62
Ti	0,72 ppm	82	100	38	28	27	22	11	10	10	—	38
As	78,2 ppb	100	36	16	17	21	32	27	12	11	64	39
Cr	75 ppb	100	48	25	15	19	57	43	33	48	20	33
Hg	29,6 ppb	100	40	33	33	33	39	28	31	28	10	4
Se	240 ppb	100	20	13	14	13	38	29	12	12	8	3
V	21,2 ppb	100	66	31	25	26	17	13	13	12	13	35

összevetve a teljes éréskor a szemben jelentkezett a nagyobb N-, P-, Mg-, Zn-, B-, Sn-, As-, Hg-, Se-tartalom míg a többi elemből — a Cu kivételével — a szalmában mértük a nagyobb mennyiségeket.

A Cr-, Se-, Sb- és Ti-elemknél nem minden mintavétel esetében tudtuk a koncentrációkat e módszerrel megmérni.

A két, botanikailag azonos családba tartozó növény elemdinamikáját összehasonlítva a következőket figyelhetjük meg. A rozs nagyobb fejlődési érlye következtében a Ba-, Be-, Bi-, Sn-, As-, Hg-, Cr-, Se- és B-tartalma korábban, már bokrosodáskor elérte a maximumot. A beérés szakaszában az elemtartalmak változási irányai a Mn és B kivételével mindkét növényenél azonosak, mind szemben, mind a szalmában, a nagyságban természetesen eltérés mutatkozott. Az elemek dinamikájának általános

3. táblázat

A triticales elemtartalmának változása a tenyésztő folyamán, viszonzyszámban (KT-77 fajta, Órbottyán, 1981)

(1) Elem	(2) Föld feletti növényi rész										(3) Szem	(4) Szalma
	(5) Mintavételi időpontok											
	március 31.		április			május		június			július 17.	
		9.	21.	30.	11.	21.	1.	10.	21.			
N	3,72%	100	70	56	42	43	37	33	32	27	59	13
K	3,00%	100	75	79	57	55	43	33	28	28	17	32
P	0,43%	100	70	60	51	46	39	35	33	42	100	12
Ca	0,45%	100	62	53	58	53	40	38	31	31	7	56
Mg	0,10%	100	80	80	80	100	90	90	90	100	110	60
Fe	408 ppm	100	79	39	42	46	36	41	35	32	7	47
Mn	102 ppm	100	77	56	57	60	53	48	43	41	28	42
Zn	27 ppm	100	81	63	59	59	56	56	52	59	93	30
Cu	6,6 ppm	100	88	64	65	61	52	53	58	65	59	58
B	7,0 ppm	14	50	38	40	34	100	28	16	6	16	10
Ba	29,8 ppm	69	100	51	47	47	37	44	47	63	16	212
Be	0,30 ppm	79	100	42	29	37	26	18	21	18	—	58
Bi	0,56 ppm	66	100	49	38	53	47	47	49	41	12	78
Sn	3,43 ppm	41	100	45	33	55	57	58	58	55	91	75
Sr	7,26 ppm	100	48	36	36	39	29	25	27	33	4	102
Te	1,09 ppm	100	86	58	61	63	52	51	52	50	81	92
Ti	0,43 ppm	33	100	—	36	34	—	—	—	—	—	55
As	31,6 ppb	32	100	—	21	22	17	17	18	13	35	33
Cr	199 ppb	88	100	—	—	—	—	—	—	—	12	28
Hg	7,8 ppb	28	100	50	36	36	28	28	28	18	10	4
Se	55* ppb	—	100	—	58	87	67	91	95	—	44	15
Sb	10,82 ppb	100	40	—	—	—	48	48	51	48	11	73
V	18,4 ppb	100	52	34	34	36	20	18	19	19	21	50

* Ezt az értéket ápr. 9-én mértük, márc. 31-én a mérési határ alatt volt

menete néhány elem kivételével közel azonos volt mindkét növénynél. A csökkenés mértéke a B, Ba, Be, Hg és V kivételével a triticalénál volt kisebb.

Az egyes elemeket összevetve a lefutásban jelentősebb eltéréseket a B, Sr és Ti esetében találtunk, a többi elemnél nagyobb különbség nem volt kimutatható. A tejes érés és a teljes érés fázisai között a Ca, B, Bi és Cu a triticalében ellenkező irányú változásokat, feldúsulást jelzett. A többi elemnél azonos tendencia volt megfigyelhető.

Összefoglalás

Szabadföldi kísérletben, őszi rozs és triticale tíz időpontban vett föld feletti növényi anyagában vizsgáltuk a N-, P-, K-, Ca-, Mg-, Fe-, Mn-, Zn-, Cu-, B-, Ba-, Be-, Bi-, Sn-, Sr-, Te-, Ti-, As-, Hg-, Se-, V-, Sb-, Cr-tartalmak változásait. A mért adatok alapján a következő megállapításokat tehetjük:

- A vizsgált elemek döntő többsége a tenyészidő előrehaladtával folyamatosan vagy kisebb hullámmal koncentrációcsökkenést jelzett.
- A B kivételével valamennyi elem legnagyobb koncentrációját a bokrosodás fázisában mértük.
- A teljes érés szakaszában az elemek közvetlen, vagy közvetett funkciója kapcsán a szemben a N-, P-, Mg-, Zn-, Cu-, Sn-, As-, Hg- és Se-, a szalmában a K-, Ca-, Fe-, Ba-, Bi-, Cr-, Sr- és V-tartalom volt a magasabb mindkét növénynél.
- A teljes érés után a N-, P-, Zn-, Sn-, Te-, Sr-, As-, Ba- és V-tartalmak mindkét növényben növekedtek, míg a többinél a csökkenés ezután is folytatódott.
- Az őszi rozs Ba-, Be-, Bi-, Sn-, As-, Hg-, Cr-, Se- és B-tartalma a triticalénál gyorsabban — már a bokrosodáskor — elérte a maximumot.
- Az elemkoncentrációk többsége nagyobb az őszi rozsnál, ugyanakkor a vegetáció alatti csökkenés is kifejezettebb, mint a triticalénál.

Irodalom

- ALLAWAY, W. H., 1968. Agronomic controls over the environmental cycling of trace elements. *Adv. Agron.* **20**. 235—274.
- BERGMANN, W. & NEUBERT, P., 1976. *Pflanzen diagnose und Pflanzenanalyse*. G. Fischer Verlag. Jena.
- BOWEN, H. J. M., 1979. *Environmental chemistry of the elements*. Academic Press. New York.
- CERLING, V. V., 1978. *Agrohémicseszkie osnovü diagnosztiki mineralnogo pitaniya szelszko-hozjajsztvennüh kultur*. Izd. Nauka. Moszkva.
- CHAPMAN, H. D. (Ed.), 1966. *Diagnostic criteria for plants and soils*. Riverside.
- EPSTEIN, E., 1972. *Mineral nutrition of plants. Principles and perspectives*. J. Wiley and Sons Inc. New York.
- GLINSKI, J. & BARAN, S., 1974. Content of trace elements in winter wheat at different stages of development correlated with NPK Ca fertilization and irrigation of soil. *Ann. UMCS* **28/29**. 129—142.
- GYÓRI D., 1980. *A talaj termékenysége*. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- KABATA-PENDIAS, A. & PENDIAS, H., 1984. *Trace elements in soils and plants*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- KASTORI, R., 1983. *Role of elements in plant nutrition*. Matica Srpska. Novi Sad.
- KÁDÁR I., LÁSZTITY B. & SZEMES I., 1982. Az őszi rozs ásványitápanyag-felvételének vizsgálata szabadföldi tartamkísérletben. II. Levélanalízis: Na-, Fe-, Mn-, Zn- és Cu-felvétel. *Agrokémia és Talajtan*. **31**. 17—28.
- KOZAK, L. & TARKOWSKI, C., 1979. Zawartosc Cu, Zn, Mn, Fe i Mg w rozných fazach wzrostu pszenzyta, pszenicy i zyta. *Rocz. Nauk. Roln. Ser. A*. **104** (2) 113—129.

- LÁSZTITY B., SIMONNÉ SARKADI L. & HIDVÉGI M., 1984. A NPK-műtrágyázás hatása az őszi rozs és a triticales szemtermésének néhány beltartalmi jellemzőjére. *Agrokémia és Talajtan*. **33**. 391—402.
- LORENZ, K. & REUTER F. W., 1976. Mineral composition of developing wheat, rye and triticales. *Cereal Chem.* **53**. 683—691.
- MENGEL, K. & KIRKBY, E. A., 1978. Principles of plant nutrition. Intern. Potash. Inst. Bern.
- PAIS I., 1980. A mikrotápanyagok szerepe a mezőgazdaságban. *Mezőgazd. Kiadó*. Budapest.
- PREMI, P. R. & CORNFIELD, A. H., 1968. Determination of total Cu, Zn, Fe, Mn, and Co in plant materials and organic residues by extraction with HCl followed by AAS. *Spectrovision*. **19**. 15—16.
- PROHÁSZKA, K., CSERNI, I. & FEHÉR, B., 1969. Effect of nitrogen on yield and mineral matter content in triticales. *Acta Agron. Hung. Acad. Sci.* **20**. 101—107.
- RUEBENBAUER, T. & STOPCZYK, K., 1972. The content and distribution of some microelements in wheat, diploid and tetraploid rye as well as wheat-rye. *Acta Agrar. Silv.* **12**. 75—82.
- SARKADI J., 1981. Főbb szántóföldi növényeink tápanyagfelvételi dinamikája és fajlagos tápanyagigénye. In: *A növények ásványi táplálkozása és a műtrágyázás*. (Ed.: DEBRECZENI B.) 169—184. *Agrártud. Egy. Gödöllő*.
- SYVÄLAHTI, J. & KORKMAN, J., 1978. The effect of applied mineral elements on the mineral content and yield of cereals and potato in Finland. *Acta Agric. Scand. Suppl.* **20**. 80—89.
- SZEMES I., KÁDÁR I. & LÁSZTITY B., 1982. Az őszi rozs ásványitápanyag-felvételének vizsgálata szabadföldi tartamkísérletben I. Szárazanyag-felhalmozódás, N-, P-, K-, Ca-, Mg-felvétel. *Agrokémia és Talajtan*. **31**. 5—16.
- TÖLGYESI GY., 1969. A növények mikroelem-tartalma és ennek mezőgazdasági vonatkozásai. *Mezőgazd. Kiadó*. Budapest.
- VARJÚ M. & ZSOLDOS L., 1974. Növényi anyag előkészítése elemzésre zárt térben történő hidrolizissel. *Agrokémia és Talajtan*. **23**. 149—156.
- VOGT, P. & JAKHOLA, A., 1978. The effect of mineral elements added to Finnish soils on the mineral contents of cereal, potato and hay crops. I. *Acta Agric. Scand. Suppl.* **20**. 53—79.

Érkezett: 1985. október 17.

Changes in the Mineral Composition of Winter Rye and Triticales During the Vegetative Period

B. LÁSZTITY

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

Summary

During the vegetative period average samples were regularly collected from the above-ground portion of winter rye and triticales (0.5 m²/plot) grown in a field experiment, and their N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Ba, Be, Bi, Sn, Sr, Te, Ti, As, Hg, Se, V, Sb and Cr contents were measured. The experiment was conducted on a calcareous sandy soil of low fertility. The findings of the study are summarized below.

— In the course of the vegetative period there is a continuous or slightly fluctuating decrease in the concentration of the majority of the examined elements.

— The highest concentrations of all elements (except B) occur at tillering.

— When comparing the mineral contents of grain and straw it was found that the amounts of N, P, Mg, Zn, Cu, Sn, As, Hg, and Se were higher in the grain, while the straw contained more K, Ca, Fe, Ba, Bi, Cr, Sr and V in the case of both plants.

— After milky ripening the N, P, Zn, Sn, Te, Sr, As, Ba and V contents increased in both plants but the concentration of the other elements continued to decrease.

— The Ba, Be, Bi, Sn, As, Hg, Cr, Se and B contents reached their maximum sooner in winter rye (at tillering) than in triticale.

— The concentrations of most elements were higher in winter rye but their decrease during the vegetative period was also more pronounced than in the case of triticale.

Table 1. Mineral analysis. (1) Element. (2) Fertilizers: (3) Calcium ammonium nitrate; (4) Granular superphosphate; (5) Potassium salt. (6) Soil. Under (7) winter rye and (8) triticale. * = below the measureable quantity.

Table 2. Changes in the mineral composition of winter rye (cv. Kecskeméti H.) during the vegetative period (expressed as a percent of the highest measured quantity). (1) Element. (2) Above-ground portion of the plants. (3) Grain. (4) Straw. (5) Sampling dates. (In the 2nd column the absolute amounts measured on 31 March are given.) * = below the measurable quantity.

Table 3. Changes in the mineral composition of triticale (cv. KT-77) during the vegetative period (expressed as a percent of the highest measured quantity). For (1) — (5) see Table 2. * This value was measured on 9 April because it had been below the measureable quantity on 31 March.

Fig. 1. Changes in the quantity of certain elements in the plants during the vegetative period. A. Winter rye. B. Triticale. Horizontal axis: sampling dates. Vertical axis: element content, %.

Изменение концентрации отдельных элементов в озимой ржи и тритикале в течение вегетационного периода

Б. ЛАСТИТЬ

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

Резюме

В опытах, продолжавшихся на малоплодородном, карбонатном песке, исследовали изменение содержания в растительных образцах, взятых из надземной части озимой ржи и тритикале (в 10 сроках, с делянок на площади 0,5 м²) следующих элементов: N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Ba, Be, Bi, Sn, Sr, Te, Ti, As, Hg, Se, V, Sb, Cr. На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы:

— В продолжении вегетационного периода наблюдается постоянное или немного волнообразное снижение концентрации большинства изученных элементов.

— Самую высокую концентрацию элементов, за исключением B, измерили в фазе кущения.

— В стадии полной зрелости, в связи с прямой или косвенной функцией элементов, в обоих растениях в зерне содержалось больше N, P, Mg, Zn, Cu, Sn, As, Hg, Se, в соломе — K, Ca, Fe, Ba, Bi, Cr, Sr, V.

— После наступления молочной спелости содержание N, P, Zn, Sn, Te, Sr, As, Ba, V в обоих растениях увеличилось, содержание других элементов продолжало снижаться.

— Содержание Ba, Be, Bi, Sn, As, Hg, B, Cr, Se в озимой ржи быстрее достигло своего максимума, уже в стадии кушения, по сравнению с тритикале.

— Концентрация большинства элементов выше в озимой ржи, в то же время у нее же и гораздо выраженнее снижение концентрации в период вегетации, чем у тритикале.

Табл. 1. Анализ содержания элементов. (1) Элемент. (2) В минеральных удобрениях: (3) Петская соль. (4) Суперфосфат, зернистый. (5) Калийная соль. (6) В почве. (7) Под озимой рожью. (8) Под тритикале. * = ниже пределов измерения.

Табл. 2. Изменение содержания элементов в озимой ржи в продолжении периода вегетации, в относительных величинах (сорт Кечкемети X., Эрботтян, 1981). (1) Элемент. (2) Надземная часть растений. (3) Зерно. (4) Солома. (5) Время взятия образцов. *: величины ниже предела измерения.

Табл. 3. Изменение содержания элементов в тритикале в продолжении периода вегетации, в относительных величинах (сорт КТ-77, Эрботтян, 1981). (1) — (5) смотри в таблице 2. * Эту величину измерили 9 апреля, 31 марта была ниже пределов измерения.

Рис. 1. Динамика некоторых элементов в изученных растениях за период вегетации. А. Озимая рожь. В. Тритикале. По горизонтальной оси: время взятия образцов. По вертикальной оси: содержание элементов, %.