

Magnézium lombtrágyázás hatása a cékla (*Beta vulgaris* ssp. *esculenta* var. *rubra*) morfológiai és beltartalmi tulajdonságaira

Takácsné Hájos Mária¹ – Szöllősiné Varga Ilona²

¹Tessedik Sámuel Főiskola,
Mezőgazdasági Viz- és Környezetgazdálkodási Főiskolai Kar,
Kertészeti Tanszék, Szarvas
hajos.maria@mvk.tsf.hu

²Szegedi Tudományegyetem,
Természettudományi Kar,

Genetikai és Molekuláris Biológiai Tanszék, Szeged

ÖSSZEFOGLALÁS

A magnézium kezelés szárazanyag-tartalom növekedést okozott a répatestben, amely feltehetőleg a nagyobb asszimilációs felülettel magyarázható.

Lombtrágyázás hatására nőtt a répatestek belső színintenzitása és annak egyöntetűsége.

A Mg-szulfát 2%-os oldata kedvező hatást gyakorolt a színanyagok mennyiségére, melynek mértéke fajtától függően változott.

A színanyag mennyiség és az összes antioxidáns tartalom között szoros korrelációs kapcsolatot ($r=0,71$) állapítottunk meg.

A sárga (BX) és a vörös (BC) színanyagok szoros kapcsolata ($r=0,95-0,97$) a két vegyület hasonló bioszintetikus pályájára utal.

A Mg-szulfátos lombtrágyázás jelentős minőségjavító hatással bír, de a fajták egyedi reakciójának ismerete további kísérleteket igényel.

Kulcsszavak: cékla, lombtrágyázás, Mg-szulfát, színanyag tartalom, répatest minőség

SUMMARY

Mg-treatment increased solid soluble content in roots probably due to the larger assimilation area.

The applied foliage fertilization affected inner colour intensity and uniformity in roots positively.

The 2% Mg-sulphate solution affected pigment quantity favourably depending on varieties.

Close correlation ($r=0,71$) was found between the yellow (BX) and red (BC) pigments which indicates a similar biosynthetic pathway of the two compounds.

The Mg-sulphate foliage fertilization improves quality considerably but the individual reaction of varieties needs further studies.

Keywords: beetroot, foliage fertilization, Mg-sulphate, pigment content, root quality

BEVEZETÉS, IRODALOM

A lombtrágyázással olyan elemek pótlására van lehetőség, amely a talajba kijuttatva gyengébb hasznosulást adhat, valamint a gyorsabb beavatkozás lehetőségét nyújtja a tenyésztő folyamán. Kutatók megállapították, hogy a levélfelületre kijuttatott trágya hasznosulása kb. 95%, míg a talajba kijuttatott tápanyagoknál ez az érték ennek töredéke (akár

10%). Ez a magyarázata, hogy ennek a tápanyag kijuttatási módszernek nagyobb a jelentősége, minthogy csak a tápanyaghiány pótlására korlátozódjon (O'Dell in Hodossi, 2004). Ezt használják ki a palántanevelésben is, ahol a nagyobb talajnedvesség mellett a gyorsabban mobilizálódó kálium relatív hiányt okozhat a növény magnézium ellátottságában, amelyet Mg-lombtrágya kijuttatásával mérsékelni lehet. A kezelés eredményeként tojásgyümölcsnél vastagabb szárátmértőt és stabilabb palántákat kaptak (Terbe és Némethy-Uzonyi, 2003).

A magnéziumról köztudott kiemelt élettani szerepe, mivel több száz enzim aktivátoraként működik. Növényeknél a klorofill centrális atomja, így a foszforilálási folyamatokon keresztül elsődleges szerepe van a szénhidrát és a fehérjeszintézisben egyaránt.

Ezen túlmenően azonban nem feledkezhetünk meg a humánéletteni hatásáról sem, ezért alapvető fontosságú, hogy a táplálékkal milyen mennyiség jut a szervezetbe.

Korábbi kísérleteinkben számos kertészeti növényenél vizsgáltuk hatását, mely szerint sárgarépánál nagyobb szacharóz koncentrációt és jobb cukorösszetételt eredményezett (Takacs-Hajos et al., 2003), céklánál javította a vörös és sárga színanyagok egymáshoz viszonyított arányát (Takácsné Hájos és mtsai, 2001), növelte a vízdoldható szárazanyag tartalmat a céklánál és a paradicsomnál (Takácsné Hájos és mtsai, 2003), valamint paradicsomnál növelte a bogyók, míg sárgarépánál és céklánál a répatestek Mg tartalmát (Csikkel-Szolnoki et al., 2001; Csikkelné Szolnoki és mtsai, 2002; Takacs-Hajos et al., 2001). Hasonlóan nagyobb Mg koncentrációt mértek a saláta leveleiben is (Kolota-Biesiada, 1998).

Az uborka köztudottan érzékeny a talaj Mg ellátottságára. Gilingerné Pankotai és Takács (1998) kísérleteikkel megállapították, hogy Mg-trágyázással nőtt az uborka hozama és javult a minősége (ropogóssága) is. Továbbá minőség javulást tapasztaltak a cukorrépánál (Grzebisz, 1997; Kristek et al., 1997), és a gabonaféléknél is (Czuba, 1992).

A magnézium minőségjavító hatása feltehetőleg azzal magyarázható, hogy a megfelelő Mg ellátottság serkenti a klorofill szintézist (Csikkel-Szolnoki és Kiss, 1998), ezáltal nő az asszimilátumok

menyisége és kedvezőbbé válik annak összetétele is.

Kísérletünkben a Mg lombtrágyaként történő kijuttatásának hatását vizsgáltuk a cékla (*Beta vulgaris ssp esculenta var. rubra*) morfológiai tulajdonságaira és a minőségét meghatározó beltartalmi paraméterekre, így a színanyag összetételre, szárazanyag tartalomra és az összes antioxidáns tartalomra.

Vizsgáltuk továbbá a Mg-kezelés hatékonyságát a genotípus függvényében, valamint értékeltük a gazdasági értékmérő tulajdonságok közötti összefüggést.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérletet a Tessedik Sámuel Főiskola Mezőgazdasági Víz- és Környezetgazdálkodási Főiskolai Kar Kertészeti Tanszékének bemutató kertjében végeztük.

Réti öntés talajon 19 cékla fajtát (1. táblázat) vizsgáltunk 4 ismétléses véletlen elrendezésű kísérletben. A talajtani vizsgálat eredményeit a 2. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

Kísérletben alkalmazott fajták

Fajtanév(1)	Répatest típusa(2)	Származása(3)
Rubin	gömbölyű(4)	*ZKI Rt.
Cylindra	hengeres(5)	Seminis
Moneta	gömbölyű(4)	Bejo
Forono	hengeres(5)	Daehnfeldt
Tűzgolyó	gömbölyű(4)	*ZKI Rt.
Bikores	gömbölyű(4)	Bejo
Biborhenger	hengeres(5)	*ZKI Rt.
Favorit	gömbölyű(4)	*ZKI Rt.
Libero	gömbölyű(4)	Rijk Zwaan
Metauro	gömbölyű(4)	Rijk Zwaan
Biborgömb	gömbölyű(4)	*ZKI Rt.
Detroit	gömbölyű(4)	GUMO Kft.
Bordó	gömbölyű(4)	*ZKI Rt.
Bonel	gömbölyű(4)	Nickerson Zwaan
Red cloud F ₁	gömbölyű(4)	Bejo
Little Ball	gömbölyű(4)	Syngenta
Bolivar	gömbölyű(4)	Nunza
Rocket	hengeres(5)	Bejo
Pablo	gömbölyű(4)	Bejo

* Zöldsejtermesztési Kutató Intézet Rt.

Table 1: List of tested varieties
Variety(1), Rot type(2), Origin(3), Spherical(4), Cylindrical(5)

2. táblázat

Talajvizsgálati eredmények (Szarvas, 2004)

pH	EC	NO ₃ -N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	HCO ₃
	mS/cm	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
6,90	0,15	8,23	1,26	21,13	12,33	6,96	16,86	11,43	32,10

pH és EC értékek 1:2 arányú desztillált vizes kivonatra vonatkoznak.
A vizsgálatokat a Kar Kémiai- és Talajtani Tanszékén végezték.

Table 2: Results of soil analyses (Szarvas, 2004)

A vetést 2003. június 26-án végeztük, 40 cm-es sortávolságra.

A tenyészidő folyamán a fajra jellemző ápolási munkákat és az alábbi kezeléseket végeztük:

1. Mg-szulfátos lombtrágyázás, keserű só – MgSO₄·7H₂O, 2%-os oldatával,
2. kontroll – vízzel történő permetezés.

Az első kezelést virágzás előtt, május 3-án végeztük, majd 2 hetente, még kétszer megismételtük. Mindkét kezelésnél a kijuttatott lé mennyisége 200 ml/m².

A meteorológiai adatokat a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat

Meteorológiai adatok (Szarvas, 2003)

HÓNAPOK(1)											
I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Csapadékmennyiség (mm) havi bontásban(2)											
7,03	42,2	3,8	7,1	20,2	1,5	35,2	13,3	19,1	94,6	29,0	13,9
Átlag középhőmérséklet (°C) havi bontásban(3)											
-3,7	-7,0	3,7	10,5	20,6	23,7	22,8	24,4	16,3	8,8	7,4	0,6
Napfényes órák száma havi bontásban(4)											
55,1	129,7	199,5	213,0	309,1	351,3	286,0	342,3	220,0	132,1	116,6	85,7
Átlag talajhőmérséklet (°C) alakulása, 5 cm mélységben, havi bontásban(5)											
0,2	0,3	1,6	7,3	17,6	22,9	22,7	22,7	14,6	8,0	5,6	0,6

Table 3: Meteorological data (Szarvas, 2003)

Months(1), Precipitation (mm) in months(2), Average mean temperature (°C) in months(3), Sunshine hours in months(4), Average soil temperature (°C) 5 cm deep, in months(5)

A betakarítást 2003. október 14-én végeztük, melynek keretében az alábbi morfológiai tulajdonságokat vizsgáltuk:

- lombohosszúság (cm),
 - répatest belső színintenzitása (bonitált érték: 1-5),
 - répatest belső fehérgyűrűssége (bonitált érték: 1-3),
 - talpgyökér vastagsága (bonitált érték: 1-3).
- A laboratóriumi mérések az alábbiak voltak:
- színanyag tartalom és összetétel, vörös (BC) és sárga (BX) komponensek (mg/100 g),
 - vízben oldható szárazanyag tartalom (refr. %),
 - összes szárazanyag tartalom (%),
 - összes antioxidáns tartalom (FRAP $\mu\text{M/l}$).

Az össz antioxidáns tartalmat az ún. FRAP értékkel (ferric reducing ability of plant) $\mu\text{M/l}$ -ben fejeztük ki. A módszer lényege, hogy a pufferolt

savanyú (pH=3,6) közegben a vas (III) ionokat az antioxidánsok vas (II)-vé redukálják, amelyet fotométeren lehet mérni. Az abszorbancia arányos a keletkezett vas (II) ionok, illetve az antioxidánsok mennyiségével.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSEK

A különböző cékla fajták morfológiai tulajdonságaira vonatkozó adatok (4. táblázat) alapján megállapítható, hogy a Mg-szulfátos lombtrágyázás szinte valamennyi fajtánál intenzívebb lombnövekedést serkentett. E mellett a répatestek belső színintenzitásában is kedvező változást okozott, valamint a répatestek piacosságát kedvezőtlenül befolyásoló fehérgyűrűsséget és a talpgyökér vastagságát is csökkentette.

4. táblázat

Céklafajták morfológiai tulajdonságai Mg-kezelt és kontroll kezelésekben

Sor- szám (1)	Fajta(2)	Lombohossz. (cm) (3)		Répatest belső színe (1-5)(4)		Fehérgyűrűsség (1-3)(5)		Talpgyökér vastagsága (1-3)(6)	
		kontroll(7)	Mg- kezelt(8)	kontroll(7)	Mg- kezelt(8)	kontroll(7)	Mg- kezelt(8)	kontroll(7)	Mg- kezelt(8)
1.	Rubin	25,3	26,7	4,8	4,7	1,7	1,1	2,5	1,0
2.	Cylindra	23,0	24,7	5,0	4,8	1,3	1,4	2,5	1,5
3.	Moneta	21,1	20,4	3,0	4,0	1,4	1,6	1,8	1,0
4.	Forono	26,8	25,1	5,0	4,9	1,9	1,9	2,0	2,0
5.	Tűzgolyó	24,9	29,1	4,2	4,6	2,1	1,6	2,0	1,0
6.	Bikores	23,4	25,5	4,1	4,8	2,0	1,5	1,5	1,0
7.	Bíborhenger	23,7	25,0	5,0	4,9	2,1	1,9	2,0	2,0
8.	Favorit	24,5	26,6	4,1	4,5	1,8	1,7	1,5	2,0
9.	Libero	23,8	26,1	4,4	4,1	2,2	2,3	1,0	1,0
10.	Metauro	23,7	25,5	3,9	4,2	2,4	2,0	1,0	1,0
11.	Bíborgömb	27,5	28,2	3,1	4,3	2,7	2,5	1,0	1,0
12.	Detroit	29,1	29,0	2,7	4,3	3,0	2,2	1,5	1,0
13.	Bordó	25,8	29,7	4,7	4,1	1,9	2,3	1,0	2,0
14.	Bonel	24,8	28,5	4,0	4,5	2,5	2,0	1,0	1,0
15.	Red cloud F ₁	25,1	27,2	3,9	4,4	1,7	2,0	1,0	1,0
16.	Little Ball	21,7	28,9	4,0	3,7	2,3	2,3	1,0	1,0
17.	Bolivar	25,4	31,1	4,7	4,3	2,2	1,9	1,0	2,0
18.	Rocket	19,8	24,1	4,8	4,6	1,6	1,6	2,0	2,0
19.	Pablo	24,0	25,0	4,0	4,5	1,9	1,8	1,0	1,0
	Fajták átlaga(9)	24,39	26,71	4,18	4,48	2,04	1,87	1,49	1,34

Répatest belső színe(4): Fehérgyűrűsség(5): Talpgyökér vastagsága(6):
 1 – kármínpiros(10) 1 – nem látható(12) 1 – igen vékony talpgyökér(15)
 . 2 – alig látható(13) 2 – közepes(16)
 . 3 – fehérgyűrűs(14) 3 – vastag(17)
 .
 5 – bíborvörös(11)

Table 4: Morphological traits of Mg-treated and control beetroot varieties

Number(1), Variety(2), Foliage length (cm)(3), Root inner colour (1-5)(4), White ring (1-3)(5), Bottom root thickness (1-3)(6), Control(7), Mg-treated(8), Variety mean(9), Root inner colour(4): 1 – carmine(10)...5 – purple(11), White ring(5): 1 – not visible(12), 2 – hardly visible(13), 3 – white ring(14), Bottom root thickness(6): 1 – very thin(15), 2 – moderate(16), 3 – thick(17)

Néhány fajta kivételével viszonylag egységes hatást tapasztaltunk, amelyet a fajták átlagát mutató 1. és 2. ábra oszlopdiagramjai is jól érzékeltetnek.

A répatestek beltartalmi értékeire vonatkozó adatokat az 5. táblázat tartalmazza.

1. ábra: Mg-kezelés hatása a morfológiai és beltartalmi tulajdonságokra a fajták átlagában

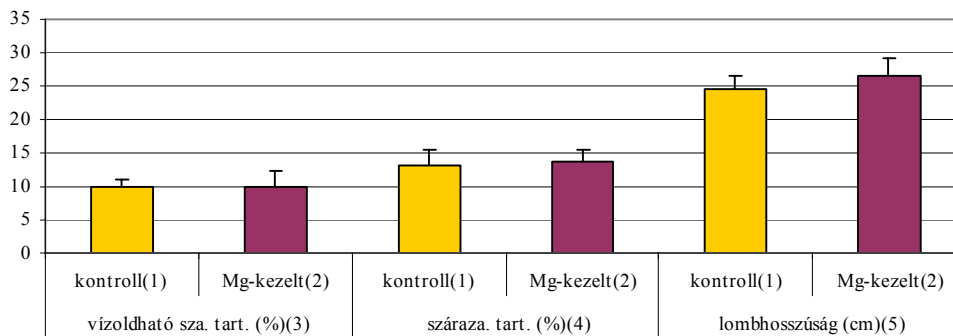


Figure 1: The effect of Mg-treatment on morphological and quality traits in the mean of varieties
Control(1), Mg-treated(2), Water soluble solids, %(3), Solids content, %(4), Foliage length (cm)(5)

2. ábra: Mg-kezelés hatása a répatest minőségére a fajták átlagában

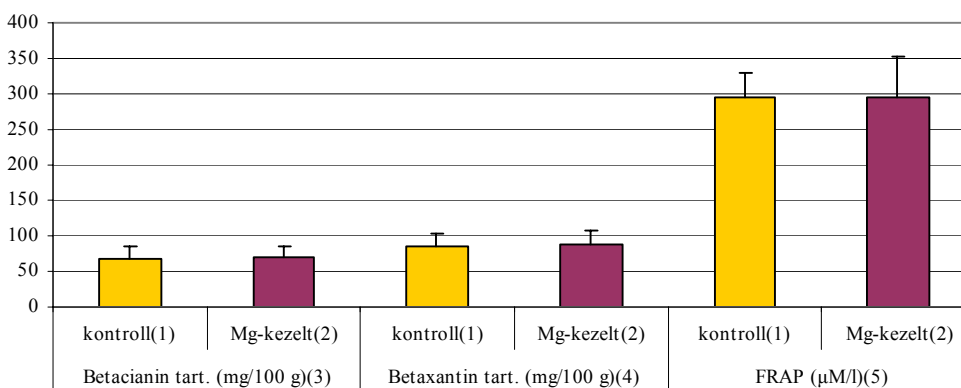


Figure 2: The effect of Mg-treatment on root quality in the mean of varieties
Control(1), Mg-treated(2), Betacyanin content (mg/100 g)(3), Betaxanthin content (mg/100 g)(4), FRAP (µM/l)(5)

5. táblázat

Céklafajták beltartalmi értékei Mg-kezelt és kontroll kezelésekben

Sor-szám (1)	Fajta(2)	Vízoldható sza. tart. (%) (3)		Összes szárazanyag tart. (%) (4)		FRAP (µM/l) (5)		Összes színya. (BC+BX) (mg/100 g) (6)	
		kontroll(7)	Mg-kezelt(8)	kontroll(7)	Mg-kezelt(8)	kontroll(7)	Mg-kezelt(8)	kontroll(7)	Mg-kezelt(8)
1.	Rubin	9,17	8,60	14,05	14,84	282,89	340,96	182,40	191,14
2.	Cylindra	9,50	4,80	15,38	13,33	360,42	391,81	213,09	245,82
3.	Moneta	8,70	10,50	11,63	14,49	281,26	331,47	115,80	170,62
4.	Forono	9,80	11,20	13,70	14,81	281,91	303,34	151,95	181,77
5.	Tűzgolyó	9,80	10,50	14,13	13,57	309,39	360,09	165,44	171,56
6.	Bikores	9,70	10,20	13,52	14,14	360,58	437,78	194,35	178,80
7.	Bíborhenger	9,30	10,20	12,55	12,50	285,68	406,87	198,95	193,37
8.	Favorit	11,80	14,20	15,93	16,50	300,20	312,99	152,31	147,70
9.	Libero	7,50	9,00	12,38	10,57	272,26	228,59	152,52	112,69
10.	Metauro	12,50	11,20	13,78	13,54	361,89	281,42	174,65	163,45
11.	Bíborgömb	8,70	9,70	10,23	12,98	306,77	291,20	119,50	119,78
12.	Detroit	10,50	12,20	13,76	15,00	231,77	270,30	87,58	130,94
13.	Bordó	12,00	12,50	17,54	17,78	299,25	282,56	156,90	179,65
14.	Bonel	9,80	7,70	14,89	12,17	306,98	252,96	153,88	122,61
15.	Red cloud F ₁	9,30	8,80	13,64	14,38	283,05	239,22	107,15	129,58
16.	Little Ball	10,80	7,00	12,26	11,57	293,20	271,24	146,37	130,80
17.	Bolivar	10,30	10,20	6,92	11,59	334,09	311,18	166,71	119,29
18.	Rocket	8,20	11,50	11,58	14,20	294,56	364,84	146,63	136,67
19.	Pablo	9,30	11,30	12,30	13,78	357,97	267,84	138,33	159,82
	Fajták átlaga(9)	9,87	10,07	13,17	13,78	294,66	295,02	153,92	157,16

Table 5: Inner values of Mg-treated and control beetroot varieties
Number(1), Variety(2), Water soluble solids (%) (3), Total solids (%) (4), FRAP (µM/l) (5), Total pigments (BC+BX) (mg/100 g) (6), Control(7), Mg-treated(8), Variety mean(9)

Megállapítható, hogy a fajták többségénél növekedést tapasztaltunk mind a vízdoldható szárazanyag tekintetében, mind az összes szárazanyag vonatkozásában.

Ezt mutatja a fajták átlagát ábrázoló oszlopdiagram is (1. ábra), ahol a szórás értékeket figyelembe véve látható, hogy ez a kezeléshatás minden fajtára nem általánosítható.

A fajták különböző Mg-hasznosító és felvevő képességéről már több közlemény megjelent

(Szlovák és Oncsik, 1999), amely igazolja a különböző cékla genotípusok eltérő reakcióját.

Azoknál a fajtáknál, amelyeknél nagyobb szárazanyag tartalmat mértünk, ott a répatetek színanyag tartalma is magasabb volt, hasonlóan az antioxidáns hatást igazoló FRAP érték is.

Ennek megfelelően célszerű megvizsgálni a beltartalmi értékeket meghatározó paraméterek közötti összefüggést a kezelések különböző szintjén. Ezt mutatja a 6. és a 7. táblázat korrelációs mátrixa.

6. táblázat

Korrelációs mátrix a kontrollnál

	Ref. %(1)	Sza. a. %(2)	FRAP	BC	BX	BC+BX
Ref. %(1)		0,415762	0,228433	0,04378	0,152122	0,102737
Sza. a. %(2)			-0,049181	0,259534	0,070774	0,172827
FRAP				0,450911	0,663028	0,583751
BC					0,822109	0,954302
BX						0,954681

Table 6: Correlation matrix of control

Ref. (%) (1), Solids (%) (2)

7. táblázat

Korrelációs mátrix a Mg-kezelt egyedek minőségi paramétereire

	Ref. %(1)	Sza. a. %(2)	FRAP	BC	BX	BC+BX
Ref. %(1)		0,59333	-0,058411	-0,178128	-0,22499	-0,20951
Sza. a. %(2)			0,113544	0,320596	0,348796	0,344226
FRAP				0,714619	0,595538	0,660766
BC					0,912227	0,970809
BX						0,983863

Table 7: Correlation matrix of Mg-treated plants for quality parameters

Ref. (%) (1), Solids (%) (2)

Az értékekből jól látható, hogy kontroll parcella növényeinél a színanyagok – betanin (BC) és betaxanitin (BX) – és az antioxidáns aktivitás között közepesen erős kapcsolat van. Szoros összefüggést ($r=0,82$) mutat a két festékanyag közötti érték, amely a bioszintézisük kezdeti szakaszának azonosságával magyarázható.

Mg-kezelt állománynál a vörös színanyagok

menyisége (BC) és az antioxidáns aktivitás között szorosabb összefüggést kaptunk ($r=0,71$), hasonlóan a vörös (BC) és a sárga (BX) komponensek között is ($r=0,91$).

A morfológiai tulajdonságok és a betanin tartalom közötti összefüggést a kontroll és a Mg-kezelt parcellákra vonatkozóan a 8. és a 9. táblázat tartalmazza.

8. táblázat

Összefüggés a morfológiai tulajdonságok és a színanyag-tartalom között kontroll parcellák növényeinél

	Lombhosszúság(1)	Belső szín(2)	Fehérgyűrűsség(3)	Talpgyökér vastagság(4)	Betanin tartalom(5)
Lombhosszúság(1)		-0,25226	-0,36774	0,177053	-0,27825
Belső szín(2)			-0,774832	-0,4013	0,711302
Fehérgyűrűsség(3)				-0,45045	-0,570475
Talpgyökér vastagság(4)					-0,56014

Table 8: Correlation between morphological traits and pigment content in control plants

Foliage length(1), Inner colour(2), White ring(3), Bottom root thickness(4), Betanin content(5)

Összefüggés a morfológiai tulajdonságok és a színanyag-tartalom között Mg-kezelt növényeknél

	Lombhosszúság(1)	Belső szín(2)	Fehérgyűrűsség(3)	Talpgyökér vastagság(4)	Betanin tartalom(5)
Lombhosszúság(1)		-0,22354	-0,44304	-0,03334	-0,40356
Belső szín(2)			-0,58809	-0,3234	0,624922
Fehérgyűrűsség(3)				-0,05859	-0,658532
Talpgyökér vastagság(4)					-0,14935

Table 9: Correlation between morphological traits and pigment content in Mg-treated plants
Foliage length(1), Inner colour(2), White ring(3), Bottom root thickness(4), Betanin content(5)

Az organoleptikus belső szín vizsgálat és a betanin tartalom közötti szoros kapcsolat mind a kontroll, mind pedig a Mg-kezelt állománynál ($r=0,71$, illetve $0,62$) rámutat, hogy érzékszervi vizsgálattal is viszonylag pontosan meg lehet állapítani a cékla minőségét, amely a feldolgozóipari nyersanyag elsődleges minősítéséhez elegendő lehet.

A répatetek belső színének egyöntetűségét, azaz a fehérgyűrűsségét vizsgálva látható, hogy ez negatív kapcsolatot mutat a betanin tartalommal mindkét

kezelésben ($-0,57$, ill. $-0,66$).

Tehát ez a minőségbeli hiányosság nemcsak esztétikai problémát okoz, hanem jelentős színanyag csökkenést is egyben, amely feldolgozást követően ugyan kevésbé lesz látható, de a belőle előállított termék színintenzitása gyengébb lesz, ezáltal táplálkozás-élettani hatása is.

A kísérletet a Bolyai János kutatási ösztöndíj támogatta.

IRODALOM

Csikkelné Szolnoki A.-Takácsné Hájos M.-Kiss A. S. (2002): A magnéziumos levéltrágyázás hatása a különböző paradicsomfajták bogyóinak makro- és mikroelem-tartalmára. 45. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés, Siófok, 2002. július 1-3. 167-170.

Csikkel-Szolnoki, A.-Kiss, A. S. (1998): Uptake of the Magnesium leaf-fertiliser in different plants. Magnesium and Interaction of Magnesium with Trace Elements 6th European Magnesium Congress, Budapest, Hungary, 13-16 May

Csikkel-Szolnoki, A.-Takács-Hájos, M.-Kiss, S. A. (2001): Effect of magnesium leaf-fertilisation on contents of macro and micro elements in carrot varieties. Al doilea simposium national de magneziu, Odorheiu Secuiesc, 4-6 October 2001, 69.

Czuba, R. (1992): Versorgung und Düngung mit Magnesium in Polen. Expertise of Inst. of Crop Production, Fertilisation and Soil Science Wroclaw

Gilingerné Pankotai, M.-Takács, F. (1998): The magnezium fertilisation in vegetable production. Magnesium and interaction of magnesium with trace elements, Budapest, 373-376.

Grzebisz, W. (1997): Fertilisation for obtaining high quality roots of sugar beets. Report of Agricultural University, Poznan

Hodossi S. (2004): A tápanyagok levélen keresztüli adagolása. Hajtatás Korai Termesztés, 35. 2. 26-27.

Kolota, E.-Biesiada, A. (1998): Biological value of lettuce in relation to different methods of magnesium application. Magnesium and interaction of magnesium with trace elements. Budapest, 303-304.

Kristek, A.-Andres, E.-Kovacevic, V.-Liovic, I.-Rastija, M. (1997): Response of sugar beet to foliar fertilisation with Epsom salt (MgSO₄.7H₂O). Proceeding of the XIII. International Plant Nutrition Colloquium, 13-19 September 1997, Tokyo, Japan, Development in Plant and Soil Science, 78.

Szlovák, S.-Oncsik, B. M. (1999): A study of magnesium uptake using Szlovak-type weighing lysimeters. Acta Agronomica Hungarica, 47. 3. 253-263.

Takács Hájos, M.-Nagyné Gasztonyi, M.-Kiss, A. S. (2001): The effect of Mg treatment on the content and composition of table beet root varieties. Magnesium Research, 14. 4. 321.

Takácsné Hájos M.-Csikkelné Szolnoki A.-Kiss A. S. (2003): Magnézium szulfátos lombtrágyázás hatása a paradicsom ásványi elem tartalmára és terméskomponenseire. In: Mikroelemek a táplálékláncban. Szerk.: Simon L.-Szilágyi M. Nyíregyháza, 262-272.

Takácsné Hájos M.-Nagyné Gasztonyi M.-Kiss A. S. (2001): Mg kezelés hatása különböző céklafajták színanyag tartalmára és összetételére. VII. Magyar Magnézium Szimpózium, Siófok, 2001. június 7-9. 53-54.

Takácsné Hájos, M.-Tóthné Márkus, M.-Kiss, A. S. (2003): Yield, sugar composition and ratio of mono- and disaccharides in carrot varieties as affected by Mg leaf fertilisation. Ed.: Escanero, J. F.-Alda, J. O.-Guerra, M.-Durlach, J. Advances in Magnesium Research, Physiology, Pathology and Pharmacology, 117-123.

Terbe I.-Némethy-Uzonyi H. (2003): Magnézium-hiány kezelése a hajtatásban lombtrágyákkal. 8. Magyar Magnézium Szimpózium, 2003. május 29-30. 59.