

A magyarországi növényi mikroelem kutatásról

Valamilyen növényi táplálóanyag akkor tekinthető nélkülözhetetlennek, ha hiánya hiánybetegséget okoz, amelyet csak a kérdéses táplálóanyaggal lehet megszüntetni.

A nélkülözhetetlenség megállapításának nehézségeire az utolsó húsz esztendőben sokan rámutattak. Így pl. Scharrer [32], Arnott [2], stb. Korábban a legnagyobb nehézség az volt, hogy a kísérleteknél felhasznált legtisztább kémiai reagensek is többé-kevésbé szennyezettek voltak, valamint az, hogy a táplálóoldat megtámadta a kísérletekhez felhasznált edényeket. Ezeket a nehézségeket ma már nagyjából áthidaltnak tekinthetjük, azonban még ma is mutatkoznak olyan problémák, amelyek a nélkülözhetetlenség megállapítására irányuló vizsgálatok megbízhatóságát befolyásolják. A következőkben csak néhány ilyen tisztázatlan problémára szeretnék rámutatni. Már a klasszikus növénytáplálkozási kísérletek is bebizonyították, hogy egyes clemek (ionok) fiziológiai, illetőleg biokémiai szerepét nagyon nehéz tisztázni, mert több ion együttesen alkot fiziológiai egységet. Röviden csak a közismert K/Ca, Ca/Mg, NH₄/Ca, stb. antagonizmusokra utalok. Újabban sok kutató megállapította, hogy ilyen antagonizmusok a mikro- és a makrotáplálóelemek között is fellépnek. Így például Bottoni [3] azt tapasztalta, hogy a bór a növények sófelvételét általában fokozza, a Cu viszont gátolja. Cooper, Gorton és Olson [4] szerint a bór a kalcium felvételét csökkenti, viszont a K felvételét elősegíti. Sanik, Perkins és Schrenck [28] azt észlelte, hogy egyes növények mikroelem felvételét a Ca/Mg aránya befolyásolja. Így egyes növényeknél a bór felvétele akkor optimális, ha a Ca/Mg arány 4/1, az optimális arány Cu és Mn számára 2,6/1, Zn számára pedig 2/1. A nélkülözhetetlenség megállapítása sok esetben egészen rendkívüli nehézségeket jelent. Így például akkor, amikor egyes növények magva jelentős mikro-táplálóanyag mennyiséget halmoz fel. Meagher, Johnson és Stout [23] szerint egyes növényi magvakban annyi Mo halmozódhat fel, amennyi tíz növénygeneráció számára is elegendő. Ebben az esetben 10 növénygenerációt kell teljesen Mo mentes táplálótalajon felnevelni, hogy a Mo nélkülözhetetlenségét kétségbevonhatatlanul be lehessen bizonyítani. (Hasonló nehézségekre bukkantak a kutatók már a klasszikus növény-táplálkozási vizsgálatoknál is, a Cl-ral kapcsolatosan.) Ismeretes az is, hogy egyes táplálóanyagokra vonatkozó igény a megvilágítás időtartamától és a megvilágítás intenzitásától is függ, mégpedig mind a makro- (Mazajeva [22]) mint a mikroelemeknél (Warrington [39], McVicar és Struckmeyer [37]). További komplikációt jelent az a körülmény,

hogy a növények különféle szervei fiziológiai szempontból sohasem egyidősek, sőt ugyanazon szervben belül vannak idősebb és egészen fiatal szövetrészek is. Az egyes táplálóanyagokat a különféle növényi szervek, szövetek, illetőleg szövetrészek tehát különféle időpontokban, különféle koncentrációkban igénylik, aszerint, hogy a kérdéses szerv, illetőleg a növény milyen fejlődési szakaszban van. Már kerek 100 esztendeje tudjuk, hogy a makro-táplálóelemek az előregedő növényi részekből a fiatal, fejlődésben levő részek felé áramlanak. Smith, Reuther és Specht [34] vizsgálatai szerint a citrus-növények leveleiből öregedéskor a mikroelemek (Cu, Mn, Zn) is elvándorolnak és megállapították, hogy egyes esetekben a Cu vándorlási sebessége a K vándorlási sebességét is felülmúlja. A nehéz fémek ilyen jellegű vándorlását a cukorrépa levele és gyökere között az Agrár-egyetem Szerves és Biokémiai Tanszékén végzett kísérletekben is észleltük [24]. Sziszakján és Kobjakova [35] megállapításai szerint egyes enzimek is vándorolnak a növény életciklusa során. Feltehető, hogy a nehéz fémek vándorlása — legalább részben — az enzim-vándorlással kapcsolatos. Ismeretes az is, hogy a táplálóanyagok levélből való elvándorlása során azok egyrésze nem kerül be a magasabban fekvő fiatalabb növényi szervekbe (új levelek, virágok, termések), hanem a gyökéren keresztül a növényből eltávoznak. Könnyen elképzelhető, hogy a vegetációs periódus különböző szakaszaiban az egyszer már felvett mikro-táplálóelemeket újból kiüríti a növény. Ha tehát a táplálótalajban valamilyen táplálóanyagot gyakorlatilag kvantitatíve ki tudunk mutatni, az még nem biztosíték arra, hogy a növény fejlődésének ismeretlen szakaszában a táplálóanyag legalább egy részét ne vette volna fel. Az újabb növényfiziológiai és mikrobiológiai kutatások végül arra mutatnak, hogy a magasabbrendű növény és gyökér zónájában élő mikroorganizmusok között sokkal szorosabb együttműködés van, semhogy a gyakorlatilag steril víz vagy homokkultúrákkal kapott eredményeket minden további nélkül elfogadhatnánk, annak ellenére, hogy Arnott [2] kimutatta, hogy vízkútirákban teljes értékű növényeket lehet tenyészteni. Úgy látszik, hogy a steril víz és a homokkultúrák túlságosan különböznek a növények természetes fiziológiás életkörülményeitől ahhoz, hogy ezeket az eredményeket fenntartás nélkül elfogadhatnánk. Nagyon fontos lenne azt is tudni, hogy az egyes növényfajtáknál és fajoknál melyek a minimális hatékony küszöbértékek és melyek a maximális tolerancia értékek az egyes mikroelemekre vonatkozólag. Közismertek a szántóföldi kísérletek értékelésénél mutatkozó nehézségek is. Általában elfogadott-

nak tekinthetjük, hogy a mikro-táplálóelemek felvétele jelentős mértékben függ a talaj pH-jától, humusz- és víztartalmától. Ha tehát a kutatásoknál a víz- és homokkultúrák eredményeinek értékelése komoly nehézségek elé állítja a kísérletezőt, a szabadföldi kísérletek értékelésénél a nehézségek még fokozottabb mértékben jelentkeznek, mert hiszen a talajban a körülményeket nem irányíthatjuk tetszésünk szerint.

A mikroelemek nélkülözhetetlenségének megállapítása elsősorban úgy történhet, hogy a növényeken észlelt hiánybetegségeket egy bizonyos táplálóanyag adagolásával meg tudjuk szüntetni. Van egy második módszer is, amelyet Arnon [2] megközelítési módszerek nevez. Ez lényegében az enzimes folyamatok vizsgálatából áll. A közelmúltban Schweigart irdalmi áttekintésében [33] megállapította, hogy az enzimek működésében — vagy mint a proszretikus csoportok alkotórésze, vagy pedig mint aktivátor — a következő mikroelemek játszanak szerepet: Li, Ba, Zn, Al, Ti, Mn, Fe, Ni, Co, Cl, J és F. A mikroelem kutatás második iránya Methodi Popov 1914-ben Bulgáriában megkezdett és jelenleg Ivan Popov [27] által folytatott magstimulációs kísérleteiből indult ki.

A mikroelem kutatás harmadik iránya szovjet vizsgálaton alapul. Szovjet kutatók megállapították, hogy a nedves fejtárgyázás (permetező trágyázás) bőr és bőr-magnézium oldatokkal akkor is 50% körüli maghozam többletre vezetett, ha egyébként hiánytünetek a növényeken nem mutatkoznak. (Lásd erre vonatkozólag Jakovleva [13], Martynov [21], Kedrov—Zihman [14], Mackov és Kliscsevskaja [19], Mackov [18] és Kekuh [15] kísérleteit).

A következőkben egész röviden összefoglaljuk a magyarországi e három irányban lefolytatott kísérletek eredményeit.

Az első mikroelem kutatásokat Husz végezte 1939/40-ben [12]. Már akkor felismerte, hogy különféle gyümölcsfák rozettabetegségét (törpezárúság) így pl. alma, cseresznye, meggy, kajszis- és őszibarack fáknál Zn hiányra kell visszavezetni. Magyarország különböző vidékein végzett vizsgálatai bebizonyították, hogy ez a betegség könnyű, humusz-szegény homoktalajokon és láptalajokon különösen gyakran fellép. Husz a betegséget április és június közötti időszakban végzett 3%-os $ZnSO_4$ oldattal való permetezéssel gyógyítani tudta. A rozetta-betegséget azóta külföldön is sokan megvizsgálták és Husz adatait megerősítették.

A következő kísérletsorozat Magyarországon a Mn klorózissal kapcsolatos. Sárosiné 1944-ben bebizonyította [30], hogy zabnál akkor is jelentkezik hiánybetegség (szárazfoltosság), ha a talajban elegendő Mn van.

Szerinte a Mn hiány betegséget a zabnál a talaj hiányos szellőzöttsége okozta. Kimutatta, hogy a csíranövénykéek P és K felvételét a talaj Mn tartalma illetőleg a növény Mn ellátottsága jelentős mértékben befolyásolta. Zabnál Nembauer-edényeket 80 mg-ig növelt a K felvétel, nagyobb Mn dózisra csökkent. Az árpánál már közepes Mn adagok is csökkentették a P felvételt. Kiderült továbbá, hogy míg a zab tekintélyes mennyiségű Mn-t is elbír, addig a rozs a Mn-ra nagyon érzékeny. Sokirányú kísérleteiből Sárosiné azt a következtetést vont le, hogy Mn-klorózis oka az ion-egyensúlyban bekövetkező eltolódás, illetőleg az egyensúly felbillenése.

Egy későbbi kísérletsorozatban Sárosiné [31] Badacsonyan vizsgált Mn klorotikus szőlőket újból arra a következtetésre jut, hogy a Mn klorózis az ion-egyensúly felbillenése folytán jön létre.

Ezen kísérletekből kiindulva a Szőlészeti Kutató Intézet megindította a fontosabb borvidékek szőlőtalajának Mn-tartalom meghatározását. Jelenleg a következő adatok állnak rendelkezésre [36]:

1. Tarcal, vályogtalaj, 0,06—0,10% Mn
2. Eger, nyiroktalaj, 0,09—0,15% Mn
3. Badacsony, bazalttörme-
lékes vályog, 0,05—0,11% Mn
4. Keckemét, homoktalaj .. 0,02—0,03% Mn

Folyamatban van a talajok B tartalmának meghatározása is.

A Popov-féle stimulációs kísérletekből kiindult mikroelemkutatás Bulgáriában jelentős eredményeket hozott [27]. A gabonaféléknél 12—18%-ig, cukorrépánál 18%, dohánynál 16%, stb. terméstartományt sikerült elérni. A több évtizedes kutatás alapján Bulgáriában ma már nagyüzemi méretekben is alkalmazzák a vetőmagvak stimulálását.

Magyarországon 1953-ban kezdődtek meg a stimulációs kísérletek, amelyeket Márkus indított meg. Később a kísérletekbe bekapcsolódott Ferencz és Kovács is [20]. Ezek a több évre terjedő kísérletek a következő eredményekkel jártak: Cukorrépánál és burgonyánál 0,3-3%-os KBr oldatokkal való kezelés a terméseredményeket nem befolyásolta, a burgonyánál depresszió mutatkozott. Kedvezőbbek voltak ezzel szemben a kukoricával szerzett tapasztalatok. 1953-ban KBr-os stimulálás (vetőmag pácolás) útján nagyparcellás kísérletekben 10%-os, 1954-ben pedig 25%-os terméstartományt sikerült elérniük. Ezeknek a kísérleteknek az alapján megvizsgálták a csíranövények levél- és gyökércsírának fejlődését kezeletlen és stimulált magvak esetében, valamint megvizsgálták azt is, hogy a csíranövényekben (húsznapos korig) hogyan történik a fehérje- és szénhidrát tartalékanyagok átalakítása. Ugyancsak megvizsgálták az amiláz

és a kataláz aktivitását is. Ezekben a kísérletekben lényeges vagy legalábbis egyértelmű különbséget a stimulált és stimulálatlan növények között nem találtak. A bolgár eredményeket fenti kutatók tehát csak részben tudták megerősíteni.

Az Agrárcserejtem Szerves és Biokémiai Tanszékén évek óta szintén folynak makro-táplálóanyagokkal stimulációs kísérletek, amelyeket Nagy Mihály végez. 1955-ben azonban két kísérleti sorozatot állítottak be, mikro-táplálóanyagokkal, mégpedig fehérvirágú csillagfürttel és a korai édes cukorcirokkal. Azért választották ezeket a növényeket, mert ezek természetese másodikvetésben takarmánybázisunk emelése szempontjából különös jelentőséggel bírhatnak.

A fehérvirágú csillagfürttel Gyulai [11] foglalkozott. Előkísérletekben igen sok különféle só hatását vizsgálta, részben egyes sókat, részben összetett sóoldatokat, abból a szempontból, hogy a csírázás sebességét — a csírahossz mérése alapján — hogyan befolyásolják. Kísérleteiből arra lehet következtetni, hogy több só a pácoló oldatban hatásosabb, mint az egyes sók. Érdekesen kiugrottak a mangán sók a csírázásra gyakorolt hatásnál. A szabadföldi kiscellás kísérleténél a $MnCl_2$ -os kezelésnél kisebb mértékű terméstöbblet jelentkezett, szemben a $MnSO_4$ -kezeléssel, amely érdekes módon depressziót mutatott. A magkezelésnél 10%-os oldatokat használt.

Egy másik kísérlet sorozatban az előzőhöz hasonló tényezők stimuláló hatását korai édes cirokra (*Early Sumac*) Sárközi [29] vizsgálta. A hatást nem a csíra hosszával mérte, mint Gyulai, hanem a gyökér és a levél-csíra súlyával. Az előkísérletek szerint külön-

nösen a mangán sók mutatkoztak hatásosnak, főleg híg H_2O_2 -oldatokkal együtt alkalmazva, egyes esetekben 60-80% csírasúlytöbbletet mutatva, a kontrollal szemben. 0,5%-os H_2O_2 oldat egyedül alkalmazva kerek 30%-os, a desztillált vízzel való kezelés pedig 15%-os, a csírasúly többletet eredményezett. Sárközi a magvakat 22 óra hosszat pácolta, utána 24 óráig szárította és a csírasúlyokat 8 napos Petri-csészés csírázás után mérte. Az előkísérletek alapján marionvásári kiscellás kísérleteiben (34 m²-es parcellák) humózus homoktalajon a következő nyolc variánst alkalmazta:

- I. kezeletlen kontrol
- II. Deszt. vizes kezelés
- III. 0,5%-os H_2O_2 oldat
- IV. 0,5%-os H_2O , 1%-os $MnCl_2$ és 1%-os $MgSO_4$ tartalmú oldat
- V. 0,5%-os H_2O_2 , 1%-os $MnCl_2$ és 1%-os K_2SO_4 tartalmú oldat
- VI. 0,5%-os H_2O_2 , 1%-os $CaCl_2$, 1%-os $MgCl_2$ és 1%-os $MnSO_4$ tartalmú oldat,
- VII. 0,5%-os H_2O_2 , 1%-os $MgSO_4$, 1%-os $MnCl_2$ tartalmú oldat
- VIII. 0,5%-os H_2O_2 , 1%-os $CaCl_2$, 1%-os $MgCl_2$ és 1%-os $MgSO_4$ tartalmú oldat.

(1955-ben a csapadékviszonyok egészen rendkívüliek voltak, a nyár folyamán hihetetlenül sok volt az eső). Sárközi parcellánként 25-25 növényt vizsgált meg és eredményeit 100 növényre számolta át. A vegetációs idő alatt megállapítható volt már, hogy a stimulálás a virágzást meggyorsította. Szeptember 20-án a kezeletlen növényeknek csak 8,8%-a, a deszt. vízzel kezeltnek 9,3%-a, ezzel szemben a

1. táblázat

A stimulálás hatása a Sorghum terméshozamára és összetételére

	Termés friss súly		Nyersfehérje hozam			Hamu		
	kg	relatív %	friss súly %	hozam kg	relatív %	friss súly %	hozam kg	hozam rel. %
I.....	29,4	100	11,7	1,73	100	4,9	1,44	100
(Kontrol)								
II.....	29,3	99	11,9	1,38	80	4,6	1,33	92
III.....	32,2	109	14,1	1,84	106	4,5	1,45	100
IV.....	30,0	102	14,0	1,53	86	4,5	1,34	93
V.....	35,5	121	12,7	1,79	104	4,3	1,50	104
VI.....	36,1	123	13,1	2,04	118	4,9	1,75	121
VII.....	32,8	111	12,1	1,74	100	5,0	1,63	113
VIII.....	34,3	117	12,1	2,00	116	4,9	1,68	116

VI. oldattal stimulált növények 47,5%-a állott virágzásban. A növények levágása után megmérte a növények friss súlyát, szárazanyag tartalmát, megállapította a nyersfehérje és

a valódi fehérje tartalmát és hozamot. Az első számú táblázat a friss súly, a nyers fehérje és a hamuhozamra vonatkozó adatokat tartalmazza (1. tábl.).

A táblázatból látszik, hogy elsősorban a VI. és a VIII. kezelés mutatott hatást. Világosan kiderül, hogy nem a magvak előduzzasztása hozta létre az észlelt tüneteket és eredményeket, mert akkor nem lenne különbség a deszt. vizes és a sóoldatos kezelések között.

A hazai stimulációs kísérletek eddigi eredményeiből a következő lényeges következtetéseket vonhatjuk le: a stimuláláshoz (vetőmagpácoláshoz) felhasznált sóoldatok összetételét a növényfajhoz (esetleg fajtához) kell alkalmazni, azaz minden egyes növényfajnál vagy növényfajtnál más és más sóoldat fejthet ki kedvező hatást. Ha a sóoldat összetétele nincs a növényhez alkalmazva, akkor a fejlődés meggyorsítása illetőleg a terméshozam emelése helyett depresszió is jelentkezhet. Úgy látszik, mintha az összetett sóoldatok hatásosabbak lennének, mint az egyes sók oldata. Le kell azonban szögezni, hogy az összetett sóoldatok biológiai, illetőleg biokémiai hatásmechanizmusának tisztázása nyilvánvalóan nehezebb lesz mint az egyes sóké. Az eddigi eredmények csak előkísérleteknek számítanak, kívánatosnak látszik azonban a kísérletek folytatása.

A harmadik magyarországi mikroelem kutatási irány a szovjet irodalmi adatokra támaszkodott, amelyek szerint a B, B + Mn vagy Mn permetezés akkor is jelentős hatást érhet el, ha a növényeken hiánytünetek nem észlelhetők. Az első kísérleti sorozatot D w o r a k és munkatársai [5] végezték az 1952/54. években. A Hungária műtrágyagyár olyan gipszhulladékot állít elő a bórsavgyártás során, amely kb. 10%-os bórsavat tartalmaz. Az Agrokémiai Intézet ezzel az anyaggal az ország különböző részein különböző talajokon állított be kísérleteket, amelyeknek során holdanként 160 kg-os szuperfoszfát adagolás mellett olyan kísérleti parcellákat is állítottak be, ahol a fenti gipszhulladékból holdanként 60 kg-ot alkalmaztak, ami 4,2 kg B₂O₃-nak felelt meg. A rövidség kedvéért a következőkben csak az egyes kísérletek relatív terméshozam értékeit tüntetem fel (a kontrol = 100 értékre vonatkoztatva). A kontrol ebben az esetben a szuperfoszfátos trágyázás.

Viszonylagos terméshozam

I. Cukorrépa kísérletek:

1. Mátételkén	103,8%
2. Makón	105,7%
3. Szegeden	101,6%
4. Tápiószelén	101,4%
5. Kompolton	104,5%
6. Herceghalmon	99,3%
7. Mosonmagyaróvárott	100,3%

II. Takarmányrépa kísérlet

Viszonylagos terméshozam

1. Hosszúhátan	115,7%
----------------------	--------

Mint az eredményekből látszik, átlagosan a cukorrépánál kismértékű terméstöbbletet eredményezett a bőrtrágyázás, a takarmányrépánál az eredmény már jelentős volt. A burgonyakísérleteknél hatás nem mutatkozott, a lucerna maghozamában pedig kismértékű depresszió jelentkezett.

Egy másik kísérletsorozatban 1953/54-ben az Agrokémiai Kutató Intézet Biokémiai Osztálya híg borax és MnSO₄ oldatokat (0,01%-0,1%) virágzás idején permetezett ki különféle növényekre. A kísérleti eredményeket ugyancsak kontrolra vonatkoztatott relatív százalékokban fejezem ki (Ferencz és munkatársai [7]):

I. Cukorrépa kísérletek Sopronhorpácson: hatás nem mutatkozott

II. Lucerna kísérleteknél a maghozam viszonylagos arányszámai a következők:

	Bórax permetezés	MnSO ₄
1. Mosonmagyaróvárott		
egyszeri permetezés	96%	96%
háromszori permetezés	107%	105%
2. Keszthely,		
egyszeri permetezés	112%	104%
III. Olajlén (0,01%-os borax oldattal permetezve):		
1. Vácott	144%	
2. Martonvásárott	115%	
IV. Napraforgó		

kétszeri permetezés 0,01%-os borax oldattal

	Relatív maghozam
1. Székkutason	119%
2. Iregszemcsén	109%

Szójánál a bőrkezelés hatást nem mutatott, ricinuszánál kisebb depresszió mutatkozott. A következő kísérletsorozatot Ferencz [6] kisparcellás kísérletiben (48 m² parcella) búza bőrkezelésével végezte 1954-ben Vácott. A hatszoros ismétlésben végzett kísérletben azt kívánta megvizsgálni, hogyan befolyásolja a szemtermést őszi búzánál a virágzáskor alkalmazott 0,01%-os boraxoldat, (parcellánként 5 liter). A fehérjehozam kb. 10%-kal emelkedett, ezzel szemben a minőségi értékszámok így a hektolitersúly, laborográf érték, ezerszemsúly, stb. nem változott. Hogy a bór a búzatermést alig befolyásolta, nem meglepő, minthogy K o v a l e y a és S k o l n y i k [16] 1952-ben bizonyították, hogy az egyszikűek bórigenye lényegesen kisebb, mint a kétszikűeké. Szerintük a B fontos szerepét játszik a növények redox rendszerében. Az egyszikűek redox rendszere sokkal kiegyenlítettebb és így biztosítottabb mint a kétszikűeké.

2. táblázat
Késői nedves fejtrágyázás hatása cukorrépa terméshozamára

	Kontrol (kezeletlen)	KPN		B + Mn
		kezelés		
Levélhozam, frissúly IX. 14-én	100	109,8		110,9
IX. 27-én	100	51,5		90,9
X. 6-án	100	92,5		101,1
Répahozam, frissúly IX. 14-én	100	102,9		106,7
IX. 27-én	100	104,3		102,1
X. 6-án	100	102,5		106,5
Szárazanyaghozam (refrakció)				
IX. 14-én	100	99,4		105,0
IX. 27-én	100	97,7		96,7
X. 6-án	100	99,2		99,4

Az Agráregyetem Szerves és Biokémiai Tanszékén 1951. óta cukorrépa késői fejtrágyázási (permetező trágyázási) kísérleteket végeztek. 1953-ban martonvásári kísérletükben Nagymihály, Leszek, Rotkó és Belea [25] beállítottak olyan variáns is, ahol 0,1%-os bórsavat és 0,1%-os mangánszulfátot tartalmazó oldattal permeteztek (hat-szoros ismétlésben). A permetezést elég késői időpontban, szeptember 2-án végezték el, mert a szovjet kísérleti adatok arra mutattak, hogy a bórsav a szénhidrátoknak a levéltől a gyökérbe való áramlását is elő tudja segíteni. A kísérletek eredményeit a következő 2. táblázat tünteti fel.

A táblázat szerint a B + Mn permetezés lényeges hatást nem mutatott. Jelentkezett ugyan átmeneti stimulációs jellegű hatás, a termés végeredményében azonban a hatás nem mutatkozott meg. Egyidejűleg feltüntettem a táblázatban (a kontrol relatív százalékában) az ugyanabban az időpontban alkalmazott 3%-os KPN (1-1%-os kálisó, szuperfoszfát és pétisó) oldattal való permetezés eredményeit is. Ennél a variánsnál hatás helyett inkább kiskokú depresszió mutatkozott, a bór + mangánkezelésénél legalábbis depresszió nem jelentkezett. (Félreértések elkerülése végett megjegyzem, hogy a korábban, júliusban alkalmazott KPN kezelések a terméshozam fokozását idézték elő.)

Az 1954. évi cukorrépa kísérletekben a 3%-os KPN-es kezelés mellett még Hoagland-féle A-Z oldatot is tettek a KPN oldatba, literenként 1 ml-t. Egy-egy növényre 10 ml oldat jutott (Nagymihály, Leszek, Rotkó [26]). A permetezést június hó 29-én végezték. A vizsgálati eredményekből két részeredményt ragadok ki, mégpedig a levelek redukáló cukortartalmának alakulását a permetezés időpontjától kezdve, valamint a hamufelvételt és szárazanyag termelést. A levelek összes szénhidrát tartalmában a KPN és a KPN + Hoagland-kezelések között különbség nem mutatkozott.

A redukáló cukrok mennyisége, a szárazanyag százalékára vonatkoztatva a kétféle kezelésnél a következőképpen alakult:

	KPN	KPN + Hoagland kezelés
A vizsgálat időpontja:		
VII. 13.	16,1%	15,7%
VII. 27.	16,5%	15,9%
VIII. 13.	16,2%	16,9%
VIII. 31.	16,3%	16,2%
X. 6.	16,9%	19,3%

Úgy látszik tehát, hogy a levelekben a Hoagland-oldat hatására kezdetben csökkent a redukáló cukrok mennyisége VIII. 13-tól kezdve azonban a cukorértékek mindenütt magasabbak, mint a kontrol KPN-kezelésnél. Úgy látszik, hogy a szovjet irodalmi adatoknak megfelelően a mikroelem kezelés a szénhidrát egyensúlyt a hidrolízis irányba tolta el. Az alábbi adatok a két fenti variánsnál a hamufelvételt és a szárazanyag termelést tükrözik. A hamuvizsgálatok és a szárazanyag vizsgálatok a VIII. 13-i mintavételből származnak, azaz arra az időpontra vonatkoznak, ahol a redukáló cukrokban a hidrolízis felé való eltolódás már jelentkezett. Az adatok a kezeletlen kontrolszéria relatív százalékában adják meg a vizsgálatok eredményeit.

	KPN	KPN + Hoagland kezelés
%-os hamutartalom		
levélben	100%	104%
gyökérben.....	104%	107%
15 növény összes hamutartalma		
levelekben	128%	103%
a gyökerekben... 116%		119%
az egész növényben	118%	106%
szárazanyagtermelés		
a levelekben	106%	100%
a gyökerekben... 109%		110%

Úgy látszik tehát, hogy az A-Z oldattal való kezelés inkább csökkentette a hamuanyagok felvételét. A kismértékű különbség, ami a levelek százalékos hamutartalmában jelentkezik, talán annak tudható be, hogy a levelek szárazanyag termelése egyidejűleg csökkent. A Hoagland-oldat hatására átmenetileg jelentkező súlynövekedés valószínűleg azáltal jön létre, hogy a mikroelemek közvetlenül az enzimes működésbe kapcsolódnak be, s nem hozzák létre a fokozott táplálóanyag felvételt.

Egy további kísérletsorozatot a Kertészeti Főiskola soroksári tangazdaságban végeztek Borsóval 1954-ben (Füleky né, Nagy Mihály, Sirokmánné, Jávorné [9]). A nyolc különféle variáns közül a következőkben csak hármat emelünk ki, mégpedig a kezeletlen kontrollt, a KP és a KP + B kezelést. A kísérleteket négyszeres ismétlésben 40 m²-es kisparcellákon hajtották végre. A KP parcellák virágzaskor olyan oldatot kaptak (permetezve), amely 1,5% KCl-t és 0,8% Ca(H₂PO₄)₂-ot tartalmazott. A KP + B parcellák pedig a

3. táblázat

Késői nedves fejtrágyázás hatása a borsó terméshozamára és összetételére (25 növényre számítva)

		Száranyag hozam		Nyersfehérje tartalom		Valódi fehérjetartalom	
		abszolút	relatív %	a száraz anyag %-ában	relatív %	a száraz anyag %-ában	relatív %
Kontrol (trágyázatlan)	Levél és szár	75,0	100	12,7	100	8,5	100
	hüvely	33,6	100	11,4	100	4,6	100
	mag	40,8	100	25,2	100	16,8	100
KP	Levél és szár	76,2	101	14,5	114	9,0	106
	hüvely	35,1	104	11,0	96	5,2	114
	mag	44,2	108	35,0	99	16,8	100
KP + B	Levél és szár	92,0	123	15,4	121	9,5	112
	hüvely	40,3	120	10,4	97	4,8	105
	mag	45,3	111	24,5	91	16,2	96

4. táblázat

A késői nedves fejtrágyázás hatása a borsó fehérje hozamára (25 növényre számítva)

Kezelés	Nyersfehérje hozam		Valódi fehérje hozam	
	g	relatív %	g	relatív %
Kontrol (kezeletlen)	24,6	100	14,8	100
KP	26,0	106	15,8	107
KP + B	29,5	120	17,9	122

5. táblázat

Késői nedves fejtrágyázás hatása a spenót maghozamára és a mag minőségére

Kezelés	Maghozam parcellánként		1000 szemsúly		Csírázóképeség	
	g	relatív %	g	relatív %	abszolút %	relatív %
Kontrol (trágyázatlan)	37,6	100	5,75	100	55	100
B	39,7	132	5,95	103	100	182
B + Mg	48,6	129	5,95	103	85	155

fenti oldatban még 0,1%-os bórsavat is kaptak. A vegetációs idő során az érett hüvelyeket négy ízben szedték le és egyidejűleg 25 teljes növényt dolgoztak fel, amikor is különválasztva vizsgálták a) a levelet és szárát, b) a hüvelyeket, c) a magvakat. Az alábbi táblázatok a június hó 9-én elvégzett szedés idejére vonatkoznak (az utolsó szedés vizsgálata technikai okok miatt nem volt megbízhatóan értékelhető).

A 3. és 4. táblázat világosan mutatja, hogy a bórkezelés hatására emelkedett a levél, szár és a hüvely frissanyag termelése, valamint a szárazanyag termelés is. Növekedett a nyersanyaghozam a levélben és a szárbán, úgyszintén a valódi fehérjehozam is az egész növényre vonatkoztatva. Valószínű, hogy az utolsó szedés — a teljes piacérettség — időpontjában a fehérjertartalom és fehérjehozam emelkedés is jelentkezett volna a magvaknál.

Spenóttal végezték a következő kísérlet-sorozatot négyes ismétlésben mikroparcellás kísérletekben. A variánsok a következők voltak: a) kezeletlen kontrol, b) 0,12%-os bórsav oldattal és c) 0,12%-os bórsavat és 0,20% mangánszulfát oldatot tartalmazó oldattal való permetezés. Mint az 5. táblázat mutatja, a maghozam emelkedés nagyságrendje mindkét permetezésnél azonos volt, az ezerszemsúly gyakorlatilag alig változott, viszont igen jelentős mértékben fokozódott a csíráképeség (K ú t h y és munkatársai [17]).

Bizonyos szempontból különösen érdekesek Földesi 1954-ben *Arachis*-on végzett bórtrágyázási kísérletei [8]. A kísérleteket Szigetcsépen, vályogos homoktalajon kisparcellákon, négyszeres ismétlésben végezte. Sok különféle kísérleti variánsa közül a következőkben a trágyázatlan kontrol mellett a kétféle B-kezelést emelen ki. Ez abban állott, hogy a) hektárra számítva 10 kg boraxot alkalmazott talajtrágyaként és b) virágzás idején 0,5%-os borax-oldattal permetezte kísérleti növényeit. A termés eredményei abszolút értékben és relatív százalékban a következők voltak:

q ha	Relatív terméshozam
1. trágyázatlan kontrol	16,4 100%
2. B-talajtrágyázás	23,4 143%
3. B-permetezés	16,7 102%

A terméshozammal arányosan a növények friss gyökérsúlya a talajtrágyázásnál 43%-kal, a permetezésnél pedig 2,5%-kal emelkedett a kontrolhoz képest. Ebben az esetben tehát a B-permetezés gyakorlatilag eredménytelennek bizonyult talán azért, mert a 0,5%-os boraxoldat túlságosan tömény volt. Ezzel szemben a talajtrágyázás igen jelentős termésfokozást idézett elő.

Befejezésül röviden Walger és Vereczky kísérleteit [38] ismertetem, amelyekkel 1952-ben a bórnak a transpirációra gyakorolt hatását vizsgálták. Fiatal, 2-5 levelű saláta-

növénykéket négy különféle koncentrációjú bórsav-oldattal permeteztek be és a növénykék transpirációját Arland [1] némileg módosított módszerével vizsgálták. Kiderült, hogy a híg oldatok a transpirációt csökkentik, töményebb oldatok pedig emelik. A különféle koncentrációkra igen nagyszámú növényen végzett vizsgálataik középértékei a következők:

	A vízleadás
0,1%-os bórsav	11,1%-kal csökkenti
1,0%-os bórsav	31,5%-kal csökkenti
2,0%-os bórsav	7,4%-kal emeli
5,0%-os bórsav	46,3%-kal emeli.

A mikroelemeknek a fotoszintézisben betöltött szerepére vonatkozólag magyarazatként talán fel lehetne használni Garai és Felér vizsgálatait [10]. Kísérleteik szerint a bórsav, illetve a borát ion az ATP-vel komplex vegyületeket ad, amelyek keletkezését az UV abszorpciós spektrum igazolja. Kísérleteik szerint ez a komplexus fény hatására könnyebben hasít le foszforsavat mint az ATP egymagában. Borát jelenlétében tehát fokozódik az ATP fotoszenzibilizálhatósága és a fényenergia jobban kihasználható. Ezen kísérletek szerint egyes nehézfémek is ugyanígy hatnak az ATP-re, bizonyos koncentráció határokon belül. A mikroelemek hatása tehát ezek szerint részben abban nyilvánulhat meg, hogy belépnek az enzimek proszteritikus csoportjába, aktíválnak egyes enzimeket, illetőleg fokozzák az ATP fotoszenzibilizálhatóságát. Természetesen egyéb fiziológiai illetőleg biokémiai hatásmechanizmus is elképzelhető.

A magyarországi eddigi mikroelem kísérletek is azt bizonyítják, hogy a mikroelemek szerepének és alkalmazásának kutatása jelenleg még kezdeti stádiumban van és még nagyon sok feladat vár megoldásra. Mindenesetre komoly eredménynek könyvelhető el többek között az, hogy a mikroelem kutatások egyes esetekben ma már közvetlenül szolgálhatják a növénytermesztést. Ilyen módszer lenne a különféle mikroelemek, elsősorban a bór alkalmazása késői nedves fejtrágyázás formájában. A magyarországi vizsgálatok egyben annak a szükségességére is rámutatnak, hogy a magyar talajok mikroelemtartalmát is meg kell vizsgálni, mert csak ezeknek az adatoknak birtokában lehet a következő esztendőben a mikroelemkutatást elméleti és gyakorlati irányban megfelelő lendülettel továbbvinni. A Szőlészeti Kutatóintézet már megkezdte a fontosabb borvidékek talajának vizsgálatát, az Agrokémiai Kutatóintézet Biokémiai Osztálya pedig általában a szántóföldi területek B, Cu, Mn, Co és Zn tartalmának vizsgálatát kezdte meg és kívánja a jövőben általánosan kiterjeszteni.

KÜTHY SÁNDOR

Érkezett: 1956. március 19.

Irodalom

- [1] *Arland, A.*: Die Ernähr. d. Pflanze. **1.** 27. 1952.
- [2] *Arnon, D. I.*: cit. *Troug, E.*: Nutrition of Plants. pp. 313. Univ. Wisconsin. 1951.
- [3] *Bottoni, E.*: Ann. Sper. Agron. Roma. **4.** 895. 1950.
- [4] *Cooper, W. C., Gorton, B. S. & Olson, E. O.*: Plant Physiol. **27.** 191. 1951.
- [5] *Dworak, L., Kerpely, A., Jánosy, É. & Bálint, I.*: Közöletlen kísérletek. 1952—54.
- [6] *Ferencz, V.*: Növénytermelés. **3.** 203. 1954.
- [7] *Ferencz, V., Márkus, L., Bártfay, T.-né, Plósz, A. & Walger, J.*: Közöletlen kísérletek. 1953.
- [8] *Földesi, D.*: Agráregyetemi diplomamunka Budapest. 1955.
- [9] *Füleky, Gy.-né, Nagymihály, F., Sirokmán, K.-né & Jávör, S.-né*: Közöletlen kísérletek. 1954.
- [10] *Garay, K. & Fehér, I.*: Agrokémia és Talajtan. **2.** 231., 255. és 273. 1953.
- [11] *Cyulai, M.*: Agráregyetemi diplomamunka Budapest. 1956.
- [12] *Husz, B.*: Kertészeti Akadémia Évkönyve. **1.** 11. 1940.
- [13] *Jakovleva, V. V.*: Szel. i. Sem. **9.** 60. 1951.
- [14] *Kedrov—Zihman, O. O.*: Sel. i. Sem. **10.** 75. 1951.
- [15] *Kekuh, A. M.*: Dokladi. Akad. Nauk. Ukrajn. S. S. S. R. 1953. évf. 168. o.
- [16] *Kovaleva, N. V. & Skolnyik, M. J.*: Dokladi. Akad. Nauk. Ukrajn. S. S. S. R. 1952. évf. 425. o.
- [17] *Kuthy, S., Füleky, Gy.-né, Sirokmán, K.-né & Jávör, S.-né*: Közöletlen kísérletek 1954.
- [18] *Mackov, F. F.*: Izv. Ann. Ukrajn. S. S. S. R. 53. 1952.
- [19] *Mackov, F. F. & Kliscsencsakaja, M. S.*: Sel. i. Sem. **9.** 53. 1951.
- [20] *Márkus, L., Ferencz, V. & Kovács, K.*: Közöletlen kísérletek.
- [21] *Martünov, G. A.*: Sel. i. Sem. **5.** 62. 1951.
- [22] *Mazajeva, M. M.*: Dokladi. Akad. Nauk. S. S. S. R. **73.** 191. 1950.
- [23] *Meagher, W. R., Johnson, C. M. & Stout, P. R.*: Plant Physiol. **27.** 191. 1951.
- [24] *Nagymihály, F., Leszek, É. & Rotkó, C.*: Közöletlen kísérletek. 1954.
- [25] *Nagymihály, F., Leszek, É., Rotkó, C. & Belea, A.*: Agrokémia és Talajtan. **3.** 197. 1954.
- [26] *Nagymihály, F., Leszek, É. & Rotkó, C.*: Közöletlen kísérletek. 1954.
- [27] *Popov, I. D.*: Izv. Biologicseszkaja. Inst. Szofia. **5.** 184. és 203. 1954.
- [28] *Sanik, I., Perkins, A. P. & Schrenck, W. G.*: Proc. Soil Sci. Amer. Soc. **16.** 263. 1952.
- [29] *Sárközi, F.*: Agráregyetemi diplomamunka. Budapest. 1956.
- [30] *Sárosi, D.-né*: Kertészeti Akadémia Évkönyve. **10.** 34. 1944.
- [31] *Sárosi, D.-né*: Agrokémia és Talajtan. **5.** 221. 1956.
- [32] *Scharrer, K.*: Biochemie der Spurenelemente. Paul Parey. Berlin. 1944.
- [33] *Schweigart, H. A.*: Z. PflErnähr. Düng. **54.** 36. 1951.
- [34] *Smith, F. F., Reuther, W. & Specht, A. W.*: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **59.** 31. 1952.
- [35] *Sziszakjan, N. M. & Kobjakova, A. M.*: A protoplazma szerkezetének fermentműködése. Akad. Kiadó, Budapest, 1953. 75. oldal.
- [36] Szőlészeti Kutató Intézet adatközlése.
- [37] *McVicar, R. & Struckmeyer, D. E.*: Botan. Gaz. **107.** 454. 1956.
- [38] *Walger, J. & Vereckey, P.*: Agrokémia és Talajtan. **2.** 293. 1953.
- [39] *Warrington, K.*: Ann. Botany. **47.** 430. 1933.