

# ADATOK A KUKORICA FOSZFOR-, VAS- ÉS MANGÁN- FELVÉTELÉHEZ IDŐSZAKOS VÍZÁLLÁS HATÁSÁRA

ELEK ÉVA

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A műtrágyák egyre intenzívebb mértékben való alkalmazásával fokozottan aktuálissá válik a növények „harmonikus” tápanyagellátásának kérdése. Ez különösen azokon a területeken érdekes, ahol a növények fejlődésében vagy termésképzésében szemmel látható rendellenesség mutatkozik. Itt feltétlenül szükséges az okok tisztázása a megfelelő intézkedések megtételéhez. A tünetekből sokszor nehéz kétséget kizáróan megállapítani, hogy melyik tápanyag hiányáról van szó. A növénytáplálkozásban ugyanis a talaj-növény rendszer sajátosságai komplexen hatnak, részben abban a tekintetben, hogy a talaj különböző tulajdonságai kölcsönhatásban vannak egymással és a növényvel, részben a növényben egy-egy elem hiánya, vagy nem kielégítő mennyisége megzavarja a tápanyagegyensúlyt, ez pedig azt jelenti, hogy a hiánytünetek nem tisztán jelentkeznek, hanem kísérő jelenségekkel együtt, több elem együttes hiánya esetén pedig a tünetek összeolvadnak.

Egy ilyen konkrét hiánytünetre hívta fel figyelmemet Stefanovits Pál professzor: Kecskemét környéki meszes homoktalajon termesztett kukorica növények az időszakos vízállás helyein — sokszor kiterjedt foltokban — bíborvörös elszíneződést mutatnak.

A Duna—Tisza közti hátság sajátos talajviszonyokkal rendelkezik keletkezése és felépítése következtében. A talajvíz viszonylag magas, és ennek következtében a mélyebb fekvésű helyeken tavasszal vízkárokat is okoz. A késsőig tartó levegőtlen viszonyok a kukorica fejlődését is fékezhetik [STEFANOVITS (1963)].

Az általunk vizsgált beteg növények sajátosságos bíborvörös elszíneződést mutattak szárukon és leveleiken, de egy részüknél nem volt megfigyelhető a P-hiányra jellegzetes haragoszöld színű levélzet. A megfigyelések tehát a Diagnostic Technic, 1948 irodalmi adatai alapján P-hiányra utaltak, néhol klorózissal együtt, ugyanakkor a talajsajátságok nem annyira a foszforhiány felléptét valószínűsítették, sokkal inkább valamilyen mérgezési tünetre (pl. mangán) utaltak.



## Anyag és módszer

A fentemlített terület 4 különböző helyén levő kukoricatáblából növény- és talajmintát gyűjtöttünk be, mégpedig egymás közelében levő egészséges és beteg növényt, valamint a növények gyökérszónájából talajmintát, a szántott rétegből. — A növény- és talajmintákon egyaránt elvégeztük a laboratóriumi vizsgálatokat.

Mértük a talajok pH-ját és  $\text{CaCO}_3$  tartalmukat a Talajvizsgálati módszer-könyvben (1962) leírt módon. Vizsgáltuk a  $\text{P}_2\text{O}_5$  és  $\text{K}_2\text{O}$  tartalmukat SARKADI és társai (1965) által közölt módszerrel. A talajok oldható Mg-tartalmát [SCHACHTSCHABEL (1954)] és SZŰCS (1953) szerint, valamint az aktív Mn-tartalmát SCHACHTSCHABEL (1957) módszerével. A talajok összes és oldható vas-tartalmát PIPER szerint (1950) — $\alpha$ - $\alpha$ -dipiridillel határoztuk meg. — A növényminták esetében mértük a nedves és száraz súlyukat, meghatároztuk a szárazanyag százalékot. Az összes N-tartalmat Kjeldahl roncsolás után átdestillálással. Az összes P tartalmat FISKE—SUBBAROW (1929) módszerével, a K-t a hamu sósavas oldatából lángfotometriásan, a magnézium- és vastartalmat BERGMANN (1964), illetve PIPER (1950) szerint határoztuk meg.

A hiánytünetek alapján ugyanis többféle elképzelés alakult ki:

1. A tipikus P-hiányt a talaj P-tartalmában levő hiány okozta.
2. Elképzelhető volt, hogy a redox viszonyok hatásának megváltozására valamilyen mérgezés lépett fel (pl. Mn), vagy
3. egyszerűen a gyökérlégzés gátoltsága következtében általános tápanyag felvételi hiány állapítható meg.

Vizsgálati adatok:

I. táblázat

Talajvizsgálati adatok

Minta sz.	pH		$\text{CaCO}_3$ %	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{K}_2\text{O}$	Mg	Aktív Mn ppm	Oldh. Fe ppm	Összes Fe mg/g
	$\text{H}_2\text{O}$	KCl							
1	8,6	8,3	10,76	4,3	7,2	3,04	15,5	5,5	15,0
2	8,2	8,2	10,35	2,0	6,9	1,42	23,5	1,7	18,5
3	8,8	8,8	8,05	2,9	5,1	5,00	6,0	12,5	10,0
4	8,5	8,4	5,94	8,2	5,4	0,97	7,5	2,5	9,3
5	8,5	8,4	3,34	6,1	3,6	0,37	3,5	5,5	5,0
6	8,4	8,3	2,94	6,7	4,2	0,33	5,0	5,5	5,0
7	8,5	8,5	3,14	3,4	3,4	0,57	4,0	3,5	6,0
8	8,0	8,0	3,34	3,3	4,1	0,26	5,5	4,5	6,7

1, 3, 5, 7 beteg növények talaja  
2, 4, 6, 8 egészséges növények talaja

A talajvizsgálati adatok nem sokat mutatnak. A talajok pH-ja és mészállapota nem igazolt semmi olyan jellegű eltérést, ami egyöntetűen megállá-



pítható lett volna minden mintában. Valamennyi talaj pH-ja 8,0—8,6 között volt, a  $\text{CaCO}_3$  tartalom 3—10% között változott. — A talajok  $\text{P}_2\text{O}_5$  tartalmának vizsgálata sem igazolta a P-hiány okát, mert bár 2—8 mg/100 g talaj között ingadozott, de nem volt következetesen több vagy kevesebb a beteg, ill. egészséges növények talajainál. Valamivel kevesebb Mg-t és több Mn-t tartalmaztak az egészséges növények talajai, itt tehát a tendencia egységesnek mondható, de a tényleges értékek szintén nem voltak értelmezhetőek. Az általánosságban igen alacsony aktív Mn-tartalom és magas pH értékek arra mutatnak, hogy Mn mérgezés nem valószínűsíthető. Még tendenciában sem mondanak semmit a talajok K és Fe vizsgálati adatai.

## II. táblázat

## Növényvizsgálati adatok

Minta sz.	Nedves súly g	Száras súly g	Szárasanyag %	N	P	K	Mg	Mn ppm	Fe ppm	Fe : Mn
				mg/g a szárazanyagban						
1	57,6	16,5	28,6	12,60	1,09	4,00	1,40	38,0	370	9,7
2	130,4	27,2	20,9	20,37	2,72	20,00	2,20	80,0	180	2,2
3	105,7	27,0	25,5	10,22	0,94	9,00	2,27	30,0	260	8,6
4	171,1	39,9	23,3	15,30	2,56	12,80	1,85	36,0	140	3,8
5	72,3	18,0	24,9	10,22	1,34	12,80	1,73	53,0	220	4,1
6	176,6	32,1	18,2	10,74	2,48	18,60	1,65	75,0	140	1,8
7	37,1	11,3	30,4	13,54	1,25	9,00	1,99	28,0	315	11,2
8	120,9	25,5	21,1	14,07	2,12	19,00	1,12	51,0	60	1,1

1, 3, 5, 7 beteg növények  
2, 4, 6, 8 egészséges növények

Ezek után a növényvizsgálatoktól volt remélhető, hogy fényt derítenek a kérdésre. A növényminták friss és száraz súlyai következetesen alacsonyabb értékeket mutattak a beteg növényeknél. Ez arra enged következtetni, hogy a tápanyagfelvétel általában csökkent volt a vízállásos növényeknél, melyek a gyökérlégzés gátlása következtében nem tudták olyan mértékben biztosítani a tápanyagszükségletüket, hogy az megfelelő fejlődést biztosított volna. A szárazanyag % alakulásában megfigyelhettük, hogy a beteg növények szárazanyag %-a magasabb, tehát fiziológiai változás következett be, idő előtt elöregedtek. — Az N-tartalom, bár általában nagyobb az egészséges növényekben, a tényleges értékekben nem mutat meghatározott eltérést. Viszont jellegzetes P-hiány állapítható meg a növények P-tartalma alapján, mely P 1%-os szinten szignifikáns. — Tehát az irodalomból jól ismert P-hiányt a növények analízisével is szignifikánsan lehet igazolni.

A hiánytünet okára azonban a növények Fe és Mn vizsgálati adatai mutatnak rá, amennyiben a beteg növényekben mindig kevesebb a Mn és lényegesen több az Fe, függetlenül attól, hogy a megfelelő talajok milyen mennyiségben tartalmazzák a két elemet, mennyi a pH-juk, illetve a  $\text{CaCO}_3$ -tartalom.



muk. Az egészséges növények vas/mangán aránya 3,8 alatt van, az efölötti értékek esetében a növények betegek.

Az eredmények megvitatása:

A talaj redox rendszerként viselkedik, ahol az oxidációs és redukációs viszonyok nagymértékben befolyásolják a végbemenő folyamatokat. A redox rendszer a redox potenciállal ( $E_h$ ) jellemezhető, mely nagymértékben függ a talaj kémhatásától, és azzal egy rendszerbe foglalva a redukáló erő mértékéül szolgál (rH). A talaj redoxpotenciál, illetve rH értékének változása mint azt FLAIG (1955) és MCKENZIE (1954) munkáiból is látjuk, jól jellemzi a levegő gazdálkodási viszonyokat. MÁTÉ (1955) vizsgálatai szerint a talaj nedvesség-állapota és az ezzel szoros összefüggésben levő levegő viszonyai döntő befolyást gyakorolnak a redox folyamatok jellegére. Túlbő nedvesség hatása alatt álló talajok szélsőségesen alacsony redoxpotenciál és rH értékeket mutattak kísérletében. Ilyen redox viszonyok mellett a talajban levő vas és mangán feltétlenül redukált állapotban kell, hogy jelen legyenek, ami a növénytermesztés szempontjából jelentős, hiszen a redukált állapotú ionok felhalmozódása a növényekre súlyos károsodással járhat.

Nem közömbös a talajban levő vas állapota a foszfor növények által való felvehetősége szempontjából sem. Ha a talajban túlsúlyra jutnak azok a folyamatok, melyek a foszfor megkötődését segítik elő, szemben a felvehetőségét javító folyamatokkal, a talaj szervesetlen foszfor-tartalma vagy kémiai úton vagy a talajkolloidokon adszorpció útján kötődik meg. Meszes talajokban a kalciummal alkot felvehetetlen vegyületeket.

DEB és DATTA (1967) vizsgálatai szerint a szabad vas és alumínium ionok, valamint a talaj anionkicszerelő mechanizmusa játszik fő szerepet a foszfor megkötésében. Alacsony pH-n nagyobb a vas és alumínium ionok aktivitása és ez a pozitív töltések kifejlődésétől kísérve a talajkolloidokon nagyobb arányú foszfor megkötődést eredményez. A vas és alumínium szerepét ebben a kérdésben többen is vizsgálták, és mint azt ausztrál szerzők (1965) megállapították, a legnehezebb felvehetőségük a vas-foszfátoknak van. Bár egyesek vitatják a közvetlen kémiai reakciók elsőrendűségét, vitathatatlan az a tény, hogy savanyú talajban oldhatatlan vas és alumínium-foszfátok csapódnak ki és kísérletileg igazolt, hogy a szerves anionok, melyek a vassal és alumíniummal stabil komplexeket képeznek és ezáltal megakadályozzák az oldhatatlan foszfátvegyületek keletkezését és inaktíválják az anioncserelő mechanizmust, hatásosan csökkentik a talajok foszfor visszatartását.

Jelentős a kolloidokon való foszfor-megkötődés. Ha a vasoxid mennyisége nő, természetesen nő a megkötött foszfor mennyisége is [FEKETE (1964)].

BROWN (1963) a vasklorózis kihangsúlyozódását említi, ha nő a foszfát-koncentráció a tápközegben. A tápközeg viszonyaitól függően tehát feltételezhető vas klorózis, vagy foszforhiány attól függően, hogy a körülmények melyik alakulását segítik elő. Sárosiné tanulmányában több szerzőre hivatko-



zik, akik a kloróvizist okozó tényezők között a vashiányon kívül mangánmérgezést, illetőleg a nagy foszforellátást, vagy a bikarbonát ionok magas szintjét említik. Brown szerint a bikarbonát ionok a kloróvizis kialakulását csak közvetve segítik elő azzal, hogy a talajok oldható foszfortartalmát emelik [SÁROSINÉ (1959)].

A fenti irodalmi adatok alapján arra a következtetésre jutunk, hogy az általunk vizsgált beteg kukorica növények esetében az időszakos vízborítás ideje alatt a redukciós viszonyok következtében túl sok vas került aktív állapotba és gátolta egyfelől a növények foszfor felvételét, másfelől a mangánfelvételt. — Előzetes feltevésünk tehát, hogy esetleg mangán mérgezés játszhat szerepet, nem állta meg a helyét, hiszen mint a vizsgálati adataink mutatják, a talajok aktív mangántartalma minimálisnak mondható, és a beteg növények vas/mangán aránya, összehasonlítva az egészségesekével azt igazolja, hogy a növények mangánfelvételét is visszaszorította a vas.

A vas és mangán kölcsönhatását bizonyította TANAKA és NAVASEW (1966) tápoldatos kísérletben. Megfigyelték, hogy a két elem valamelyikének növelése a tápoldatban a másik elem mennyiségének csökkenésével jár a növényben. Ez az összefüggés leginkább a gyökerekben figyelhető meg, jelezve ezen elemek versengését az abszorpciós helyekért. Általánosságban kimondják, hogy a vaskoncentráció emelkedését okozó állapot a mangántartalom csökkenését okozza a növényben. Ezek a tendenciák a vas és mangán közötti kölcsönhatásban mérgezési, vagy hiánytünet kifejlődését eredményezhetik.

A mangán növekedése a talajoldatban ellensúlyozza a vas toxicitását. Mégis a vas mérgezés egy vízborította talajban gyakran annak a következménye, hogy a pH alacsony és a vasszint igen magas. A mangán nagy mennyisége szükséges, hogy ellensúlyozza a magas vasszintet és az ilyen mennyiségben való mangán bevitel mangán toxicitást eredményezhet.

SCHARRER (1934) több szerzőre hivatkozik, akik a vas/mangán antagónizmusát tanulmányozták különböző növényeken. SÁROSINÉ (1958) szerint a 2 : 1 a kedvező arány.

AGARVALA és társai (1964) szignifikáns összefüggést találtak árpanövények vas- és mangánfelvétele, valamint terméshozama között. Megállapításuk szerint azonban a terméshozam sokkal inkább függött a vas és mangán abszolút mennyiségétől, mint a kettő arányától. Nem teljesen egységes tehát a felfogás ebben a kérdésben az irodalomban.

Saját eredményeink azt mutatták, hogy a vizsgált kukorica növényeink mangántartalma önmagában nem magyarázható, csak a vastartalommal együtt. A növények vastartalma sokkal magasabb értéket mutatott a beteg, mint az egészséges növényeknél, ugyanakkor a beteg növényeknél klorotikus tünetek is megfigyelhetők voltak a foszforhiány mellett. Ahol tehát a vas/mangán arány magas, azoknál a növényeknél a foszforhiány is fellépett, míg alacsony vas/mangán arány mellett a növények egészségeseknek bizonyultak.



## Összefoglalás

Kecskemét környéki meszes homoktalajon termesztett kukorica növényeknél az időszakos vízállás helyein a növények bíborvörös elszíneződése foszfor hiánytünetre utalt, ugyanakkor klorotikus tünetek is megfigyelhetők voltak. — A hiánytünet okát keresve a talajvizsgálati adatokból semmiféle következtetést nem lehetett levonni. A növényvizsgálati adatok szignifikánsan igazolták a foszforhiányt, ugyanakkor bebizonyosodott, hogy a növényekben levő vas/mangán arány sem kielégítő. A foszforhiány oka tehát a redukációs viszonyok következtében fellépő vas toxikus hatása.

## IRODALOM

- AGARVALA S. C.—SHARMA C. P.—KUMAR A. (1964): Interrelationship of iron and manganese supply in growth; chlorophyll, and iron porphyrin enzymes in barley plants. *Plant Physiol. Lancaster Pa* **39**, 603—609.
- BALLENEGGER R.—DI GLERIA J. (szerk.) 1962. Talaj és trágyavizsgálati módszerek. Mezőg. Kiadó Bp.
- BERGMANN W. szerk. (1964): Gemeinsame Bestimmung von Co, Mo, Mg, Mn und Cu aus der Pflanzenasche. Kézirat. Inst. für Pflanzenernährung. Jena.
- BROWN J. C. (1963): Interactions involving nutrient elements. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **14**, 93—106.
- DEB D. L.—DATTA N. P. (1967): Effects of associating anions on phosphorus retention in soil I. *Plant and Soil The Hague* **26**, 303—314.
- DEB D. L.—DATTA N. P. (1967): Effects of associating anions on phosphorus retention in soil II. *Plant and Soil Hague* **26**, 432—444.
- DIAGNOSTIC Techniques for Soils and Crops: 1948. Published by The American Potash Institute Washington 6. D. C.
- FEKETE Z. (szerk.) 1964.: Talajtan és Agrokémia, Mezőgazd. Kiadó Bp.
- FISKE, C. H.—SUBBAROW J. (1929): The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.* **31**, 629—632.
- FLAIG W.—SCHARRER K.—JUDEL G. K. (1955): Zur Methodik der Bestimmung des Redoxpotentials. *Z. Pflanzenernährung Düng. u. Bodenk.* **68**, 97—122.
- FORMS of available phosphorus 1965 Rur. Res. C. S. I. R. O. Melbourne **53**, 9—11.
- MÁTÉ F.—SZABOLCS I. (1955): A talajok redox viszonyainak vizsgálata modell kísérletekben. *Agrokémia és Talajtan* **4**, 297—304.
- McKENZIE L. J.—ERICKSON A. S. (1954): The use of redox potentials in studies of genesis. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **18**, 481—485.
- PIPER, C. S. (1950): *Soil and Plant Analysis*. Interscience Publishers, Inc. New York.
- SARKADI J.—KRÁMER M.—THAMM F.-né (1965): Kalcium és ammóniumlaktátos talajkivonatok P tartalmának meghatározása aszkorbinsav-ónkloridos módszerrel melegítés nélkül. *Agrokémia és Talajtan* **14**, 75—86.
- SCHACHTSCHABEL P. (1957): Bestimmung des Manganversorgungsgrades von Böden und seine Beziehung zum Auftreten der Dörrfleckenkrankheit bei Hafer. *Z. Pflanzenernährung Düng. u. Bodenk.* **78**, 147—167.
- SCHACHTSCHABEL P. (1954): Das Pflanzenverfügbare Magnesium des Boden und seine Bestimmung. *Zeitschrift pflanzenernährung Düngung u. Bodenkunde.* **67**, 9—23.
- SCHARRER K.—SCHROPP W. (1934): Wasser- und Sandkultur-Versuche mit Mangan. *Z. Pflanzenern. Düng. und Bodenk.* **36**, 1—15.
- SÁROSI D.-né (1959): A vas-mangán antagonizmus vizsgálata szőlőlevélelemzéssel a mézsklorózis kutatásban. *Szőlészeti Kutató Intézet Évkönyve* **12**, 183—193.
- SÁROSI D.-né (1958): Szőlőklorózis vizsgálatok. *Szőlészeti Kutató Intézet Évkönyve* **11**, 167—179.
- STEFANOVITS P. (1963): Magyarország taljai. Akad. Kiadó Bp.



Szűcs L. (1953): Magnézium meghatározása talajkivonatokban. *Agrokémia és Talajtan* 2, 119—124.

TANAKA A.—NAVASEW S. O. (1966): Interaction between iron and manganese in the rice plant. *Soil Sci. Plant Nutr.* 12, 29—33.

(Érkezett: 1968. november 10.-én)

## ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕННОГО ЗАСТОЯ ВОДЫ НА УСВОЕНИЕ КУКУРУЗОЙ ФОСФОРА, ЖЕЛЕЗА И МАРГАНЦА

Э. ЭЛЕК

Институт Почвоведения и Агрохимии АН Венгрии, Будапешт

### РЕЗЮМЕ

На известково-песчаной почве около г. Кечкемет на местах временного застоя воды демнокрасный цвет растений кукурузы указывал на недостаток фосфора. В то же время наблюдались и признаки хлороза. Причины вышеуказанных признаков на основании таных почвенных исследований объяснить было невозможно. Данные химического анализа растений достоверно подтвердили недостаток фосфора, и одновременно выяснилось, что соотношение железо/марганец в растениях тоже не было благоприятным. Причиной недостатка фосфора является токсическое влияние железа, вызванное условиями редукции.

## WIRKUNG DES ZEITWEILIGEN WASSERSTANDES AUF DIE PHOSPHOR-, EISEN- UND MANGANAUFNAHME DER MAISPFLANZE

É. ELEK

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

### ZUSAMMENFASSUNG

Bei Maispflanzen, die auf kalkhaltigen Sandböden in der Umgebung von Kecskemét gezogen wurden, zeigte sich eine purpurrote, auf Phosphormangel hinweisende Verfärbung an den Stellen, welche zeitweilig unter Wasser stehen. Zu gleicher Zeit konnten Symptome der Chlorose beobachtet werden. Die Ursache der Mangelsymptome suchend konnten aus den Bodenuntersuchungsdaten keinerlei Folgerungen gezogen werden. Die Ergebnisse der Pflanzenuntersuchungen bestätigten einen signifikanten Phosphormangel, und gleichzeitig wurde bewiesen, dass das Eisen-Mangan Verhältnis in den Pflanzen nicht ausreichend war. Die Ursache des Phosphormangels kann also als die toxische Wirkung des infolge der Reduktionsverhältnisse auftretenden Eisens angegeben werden.