

A mikroelemek növénytáplálási jelentősége

Az utóbbi évtizedekben a mezőgazdaságban történt gyökeres változás következtében a termelés és az ipari feldolgozás mind jobban szétvált egymástól. A korszerű feldolgozóipar, a nagyüzemi állattenyésztés stb. következtében a talajokból kivont nélkülözhetetlen, esszenciális elemek nem, vagy csak részben kerülnek vissza mezőgazdasági területeinkre. Ennek következtében mind többször találkozhatunk ezen elemek hiányával. A mezőgazdasági termékek minőségével szemben támasztott követelmények szigorodása és az egyre nyíló agrárrolló ugyanakkor felhívja a termelők figyelmét a helyes, arányos tápanyagellátás fontosságára. **Okszerű tápanyagellátással** azon túl, hogy nagyobb mennyiségű és jobb minőségű terméket állíthatunk elő, biztosíthatjuk talajaink termőképességének megőrzését is.

A jó minőségű termék előállításának alapfeltétele a harmonikus növénytáplálás. Ennek érdekében a három legfontosabb makro tápelem (N, P, K) mellett mind nagyobb figyelmet kell fordítanunk a megfelelő mikroelem-ellátásra is. **Csak így, a mikroelemek pótlására is kiterjedő arányos tápelem ellátással biztosíthatjuk termesztett növényeink stabilan kiváló minőségét és megfelelő hozamát.**

Szakítanunk kell a korábbi évek helytelen gyakorlatával, mely jó esetben is csupán a növény által felvett N, P, K pótlására korlátozódott. Fel kell ismernünk, hogy az uniós piacokon is eladható, megfelelő minőséget csak magas szintű agrotechnikával, rendelkezésre álló erőforrásaink ésszerű kihasználásával érhetünk el. Ennek egyik eleme a talaj- és növényvizsgálatokra alapozott, a mikroelemek (Fe, Cu, Zn, Mn) pótlására is kiterjedő tápelem ellátás.

Sokakban felmerül a kérdés, vajon megéri-e „drága” laboratóriumi analízisekre és az erre épülő szaktanácsadásra költeni a gazdaság amúgy is szűkösen rendelkezésre álló anyagi eszközeit, mikor számos területen látszólag nagyobb szükség lenne erre a pénzre. A kérdést egyszerűen meg tudjuk válaszolni. Tudatos gazdálkodást és ebből kifolyólag tervezett tápanyagellátást folytató üzemeknél a laboratóriumi vizsgálatokra alapozott tápanyag ellátási szaktanács költségei többszörösen megtérülnek. Amennyiben kiszámítjuk, hogy a minimálisan indokolt, 5 hektáronként 5 évente végeztetett *bővített* (mikroelemekre is kiterjedő) talajvizsgálat egy hektárra vetített éves költsége nem éri el a 180 forintot, belátjuk az előző okfejtés megalapozottságát.

A mikroelemek a növényi szervezetben csak kis mennyiségben (0,01% - 0,00001%) fordulnak elő. Csekély mennyiségeik ellenére azonban a növényi életfolyamatokban betöltött szerepük alapvető jelentőségű.

A növények számára esszenciális mikroelemek zömében fémionok. Elsődleges funkciójuk abban áll, hogy pozitív töltéseik révén kapcsolatba tudnak lépni az élő szervezetekben lévő, kis- és nagyméretű molekulák negatív, elektronban gazdag részeivel. A különböző fehérjékkel való kapcsolatuk következtében a mikroelemeknek alapvető szerepe van a különféle biokémiai folyamatokban, az élő sejtben végbemenő biokémiai reakciók szabályozásában és azok elősegítésében. Ahhoz, hogy ezen létfontosságú elemekkel megfelelően tudjunk gazdálkodni, ismernünk kell a növényi életfolyamatokban betöltött szerepüket, előfordulásukat a talajban, jellemző hiánytüneteiket, valamint elégtelen ellátottságuk esetén a gyógyítás lehetőségeit.

A vas (Fe)

A vas a növényi légzésben, anyagcserében, fotoszintézisben, valamint a fehérjéképző folyamatokban nélkülözhetetlen mikroelem. Legnagyobb része a növények leveleiben, a színtestecskek közelében található. Szerepe a katalázban, citokrómokban és egyéb Fe tartalmú enzimekben a vas oxidációs - redukációs képességén alapul.

Talajaink összes Fe tartalma 0,5-5,0% között változik. A növények számára hozzáférhető, oldható vastartalom azonban az összes Fe mennyiségének csak tört részét képezi. Ez a frakció a talaj kémhatásának csökkenésével fokozatosan növekszik (1. ábra).

A növény a vasat Fe^{2+} -, Fe^{3+} -, valamint komplex szerves sók formájában is képes felvenni, azonban leginkább az Fe^{2+} -forma felvétele dominál. Felvételét a talaj nagy foszfátion-, kalcium- és mangánion-koncentrációja, valamint a túlzott nitráttáplálás egyaránt akadályozza (2. ábra). **Lúgos, sok szénsavas**

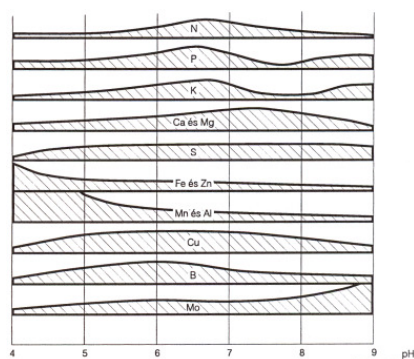
meszet tartalmazó talajokon, nitrátbőség és káliumhiány esetén, különösen aszályos időszakokban ezért a vasklorózis megjelenése valószínűsíthető.

Az idősebb növényi szervekből a fiatalabbakba gyengén retranszlokálódó elem átlagos mennyisége a különböző növényi részekben 100-200 mgkg⁻¹ szá. értékek között változik.

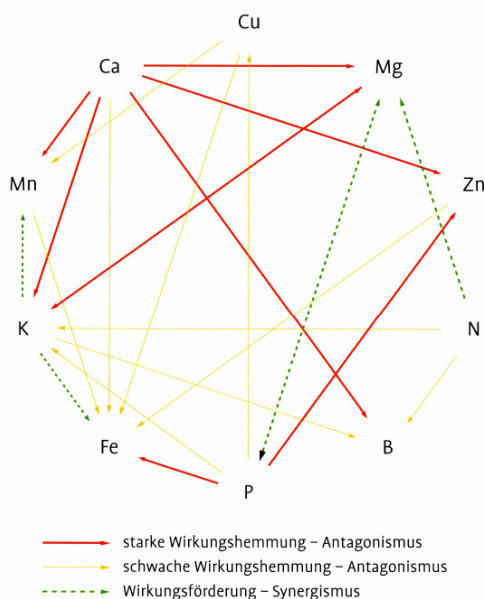
Vashiány esetén (3. ábra) a növény klorofiltartalma csökken és a fehérjeszintézis gátolttá válik. A hiány jellegzetes tünete a klorózis. A fiatal levelek érközei világosodnak, sárgulnak, míg az erek zöldek maradnak. Egyszikűeknél jellegzetes hosszanti levélsíkozottság jelentkezik. Súlyos hiány esetén a levelek szinte teljesen kifehérednek és a levelek erezte sem különül el a levéllemez többi részének színétől. Csökkent hajtásnövekedés, levél- és hajtáselhalás, valamint a szőlőnél bogyólerágás alakulhat ki, mely jelentős termésvesztéshez vezethet. A vashiányra a gyümölcsösök és a szőlő ültetvények különösen érzékenyek. A szőlőlevél kielégítő Fe és mikroelem-tartalmát, valamint az egyes mikroelemek egymáshoz viszonyított optimális arányát az 1. táblázat mutatja be.

A vas feleslege átlagos körülmények között gyakorlatilag ismeretlen.

Pótlása: A talajon keresztül mikroelemtartalmú N-, NPK műtrágyákkal, szervesetlen vegyületekkel ($FeSO_4 \times 7H_2O$) és Fe-kelátokkal (*Sequestren*) végzett tápanyagpótlás mellett mindenképpen indokolt a növényvédelmi permetezésekkel egy időben elvégezhető, gyors hatású levéltrágyázás. Levéltrágyázásra a szervesetlen sók mellett a kelatizált Fe vegyületek széles skálája áll a felhasználók rendelkezésére (*Peretrix*, *Mikromix*, *Folisol*, *Fitohorm*, *Komplex-C termékcsaládok stb.*).



1. ábra A pH hatása a tápelemek felvehetőségére (Füleky, 1999 nyomán)



2. ábra Egyes tápelemek kölcsönhatásai



3. ábra Jellegzetes Fe hiánytünetek (gabonafélék, kukorica, repce, szőlő)

1. táblázat: A szőlő mikroelem-ellátottságának megítélése a virágzaskor végzett levélvizsgálati eredmények alapján (Fardossi, 2000 és Szücs et al., 1981 nyomán).

Tápelem	Kielégítő ellátottság (mgkg ⁻¹ szá.)
Fe	2,25 – 3,30
Mn	30-300
Cu	6-25
Zn	25-60
B	20-40

A mangán (Mn)

A mangán a magnéziumhoz, a vashoz és egyes nehézfémekhez hasonlóan enzimaktivátorként vesz részt a növények anyagcsere-folyamataiban. Alapvető szerepet játszik a fehérjeszintézisben, a citromsav-ciklusban és a fotoszintézisben. A víz fotólízisének egyirányúságát biztosítja.

A mangán II, III és IV vegyértékű formában, szilikátokban, karbonátokban és oxidokban fordul elő a talajban. A különböző vegyértékű Mn-formák a talaj redoxpotenciáljának függvényében egymásba át is alakulhatnak. Savanyú talajokon (pH 5,5 alatt), redukzív viszonyok között jelentősen megnőhet a Mn²⁺-ion koncentrációja, mely akár toxikus hatású is lehet. A talaj Mn ellátottságának megítélését a talaj kötöttsége (K_A) és a pH_{KCl} függvényében a 2. táblázat mutatja be.

2. táblázat: A talaj EDTA-oldható Mn ellátottságának megítélése (Buzás, 1983 nyomán).

Kötöttség (K _A)	Kielégítő Mn ellátottság (mgkg ⁻¹)		
	pH _{KCl}		
	<6	6-8	8<
<37 (homok)	26 -	7 -	3 -
37-50 (vályog)	52 -	13 -	4 -
>50 (agyag)	118 -	30 -	7 -

A mangánt a növények Mn²⁺-ion, vagy szerves komplex formában veszik fel. A felvételt számos tényező (pH, nedvesség, mikroorganizmusok tevékenysége) befolyásolja. Retranszlokációja a vashoz hasonlóan gyenge. Átlagos koncentrációja a növényben 20 és 500 mgkg⁻¹ szá. értékek között változik.

Hiánya: A Mn hiány először a fiatal leveleken jelentkezik érközi klorózis formájában (4. ábra). A levelek érhálózata és maga az egész növény azonban zöld marad. A hiányt a fiatal levelek egyenetlen sárgulása, majd foltos pusztulása jelzi. Az egyszikűek közül a zab reagál legintenzívebben a Mn hiányra. Jellegzetes tünete az úgynevezett „szárazfoltosság”, mely tavasszal kezdődik a fiatal levelek piszkosszürke csíkosodásával, illetve foltosodásával, a levelek megtörésével.

Mn igényes növények: zab, borsó, spenót, cukorrépa. A Mn hiánytól veszélyeztetett területek a nagy szervesanyag-tartalmú láptalajok, valamint a frissen, nagy adagú meszezéssel javított termőhelyek.

Feleslege: Savanyú talajokon a Mn^{2+} akár toxikus szintet is elérhet. A mangánfelesleg hatására az eltolódó Fe:Mn arány relatív Fe hiányhoz és így klorózishoz vezethet. A Mn indukálta Fe hiány következtében az idősebb leveleken barna foltok keletkeznek, melyeket klorotikus gyűrű vesz körül. A levélszélek kanalasodnak, a hajtásokon és a gyümölcsfákon belső elhalt szövetrészek alakulnak ki, amelyek a felrepedt kérgen kidomborodnak (SÁRDI, 1999).

Pótlása: A növények Mn trágyázása a talajban lejátszódó megkötődési folyamatok miatt meglehetősen bizonytalan. A hiány leküzdésére éppen ezért a talaj- és a levéltrágyázás együttes alkalmazása javasolható. A talajon keresztül adagolt Mn mennyisége a kémhatás és a N trágyázás mértékétől függően általában $3-15 \text{ kg ha}^{-1}$. A kijuttatás szervesetlen vegyületek, illetve Mn-kelátok formájában történhet. Mangánmérgezés esetén a terméskiesés mérséklésére a kémhatás és a talaj felvehető mangántartalmának negatív összefüggése alapján a talaj meszezése jöhet szóba.



4. ábra Jellegzetes Mn hiánytünetek (árpa, gabonafélék, cukorrépa, szőlő)

A réz (Cu)

A réz specifikus élettani hatását a szakirodalom kis ionátmérőjével, nagy atomtömegével, változó vegyértékével és komplexképző hajlamával magyarázza. Enzimek alkotórészeként részt vesz az elektrontranszportban és légzési anyagcserében, fontos szerepet játszik a fehérjésintézis és a szénhidrát-anyagcsere folyamataiban.

A réz döntő része kétértékű formában, szerves, illetve szervesetlen adszorpciós felületekhez kötve található a talajban. Mozgékonyasága a talajban nagyon kicsi, mely azonban a kémhatás csökkenésével növekszik (1. ábra). A nagy szervesanyag-tartalmú, laza szerkezetű podzolos talajok, valamint a magas pH értékű, bázikus táblák EDTA-oldható réztartalma általában alacsonyabb, így ezeken a területeken réztrágyázás válhat indokolttá. A különböző talajok Cu ellátottságának megítélését a 3. táblázat mutatja be.

A növények átlagos réztartalma $2-20 \text{ mg kg}^{-1}$ sza. értékek között alakul, így szembeötlő tehát, hogy a rézet a növények csak igen kis mennyiségben igénylik. A réz felvétele Cu^{2+} -ion formájában, vagy szerves anyagokhoz kötve történik. A gabonafélék átlagos rézfelvétele alig haladja meg a 30 g ha^{-1} -os értéket. Mozgékonyasága a növényben csekély.

Hiánya: A rézhiány következtében a növények növekedése lassul, a levelek szürkészöldekké válnak, klorotikusak lesznek. A hiánytünetek mindig a fiatal növényeken jelentkeznek. Gabonaféléknél a Cu hiánya a levelek kifehéredésével kezdődik. Jellegzetes tünet az ún. „fehérkalászúság” (4 ábra). A rézhiányos állományok gátolt buga-, illetve kalászképzése-, valamint a léha szemek részarányának

növekedése jelentős veszteségekhez vezet. A rézre legjobban reagáló növények: kukorica, zab, herefélék, gyümölcsfélék, sárgarépa, cékla.

3. táblázat: A talaj EDTA-oldható Cu ellátottságának megítélése (mg kg^{-1}) (Buzás, 1983 nyomán).

Kötöttség (K_A)	Kielégítő Cu ellátottság (mgkg^{-1})		
	Humusz (%)		
	<1	1-3	3<
<30	0,2 -	0,3 -	0,6 -
30-42	0,3 -	0,6 -	1,4 -
>42	0,6 -	1,2 -	3,2 -

A réz feleslege ritkán fordul elő, mivel a réz a talajrészecskékhez erősen kötődik. Az erősen savanyú talajokon esetlegesen fellépő réztöbblet következményei a satnya gyökernövekedés, a gyökércsúcspusztulás, valamint a termésdepresszió.

Pótlása: A talajon keresztül (mikroelem trágyák, egyszerű szervesen sók, kelátok), illetve levéltrágyázás formájában. Réztartalmú növényvédő szerek használatával a növények rézhiánya biztonságosan megelőzhető. A talajon keresztül adagolt Cu mennyisége a kötöttség, valamint a kijuttatott N hatóanyag mennyiségétől függően $3\text{-}20 \text{ kg ha}^{-1}$. Rézhiányos termőhelyen a helyesen kivitelezett Cu levéltrágyázás kalászos gabonáink értékmerő tulajdonságainak akár 20%-os javulását is eredményezheti.



5. ábra Jellegzetes Cu hiánytünetek (gabonafélék)

A cink (Zn)

A cink is nélkülözhetetlen mikroelem. Jelentős enzimalkotórész és enzimaktivátor. Aktívan részt vesz a fehérjeanyagcserében és az auxintermelés serkentése révén a növények növekedésszabályozásában.

A cink koncentrációja a talajban csekély. A rézhez hasonló tulajdonságokkal rendelkeznek. Ásványi alkotóként kétértékű ionként fordul elő a talajban. Mozgékonyága a talajban csekély, a kémhatás csökkenésével növekvő tendenciájú. A nagy mennyiségű szénsavas meszet tartalmazó, illetve a nagy adagú foszfátrágyázásban részesített talajok gyakran Zn hiányosak. A különböző talajok Zn ellátottságának megítélését a 4. táblázat segíti.

A növények a cinket Zn^{2+} -ion, illetve kelatizált formában veszik fel a talajból. Átlagos mennyisége a növényben 25 és 150 mgkg^{-1} sza. A levélszövet 20 mgkg^{-1} sza. alatti Zn tartalma az állomány elégtelen cinkellátottságára figyelmeztet.

Hiánya: Míg a gabonafélék viszonylag kevésbé, a burgonya, a paradicsom, a cukorrépa és a lucerna közepesen érzékenyek a Zn hiányra, addig a kukorica, a komló, a len és a bab jelentős termésvesztéssel válaszol az elégtelen Zn ellátottságra. Cinkhiány esetén a felső levelek érközi klorózisa, majd a levéllemez teljes kifehéredése tapasztalható. A levelek aprók maradnak és a fellépő auxinhiány miatt rozettásodás, torzulás, valamint törpe szártágúság figyelhető meg. A cinkhiány a kukoricán és a cirkon a legszembetűnőbb (6. ábra). A hiány következtében a kukorica növekedése visszafogottá válik, az ízközők lerövidülnek. Az állomány lemarad az adott fenológiai fázisra jellemző növénymagasságtól. A hiány következtében az idősebb leveleken a középér mellett mindkét oldalon fehéres-halványárgás klorotikus csíkok alakulnak ki. Ezek a levélalaptól egészen

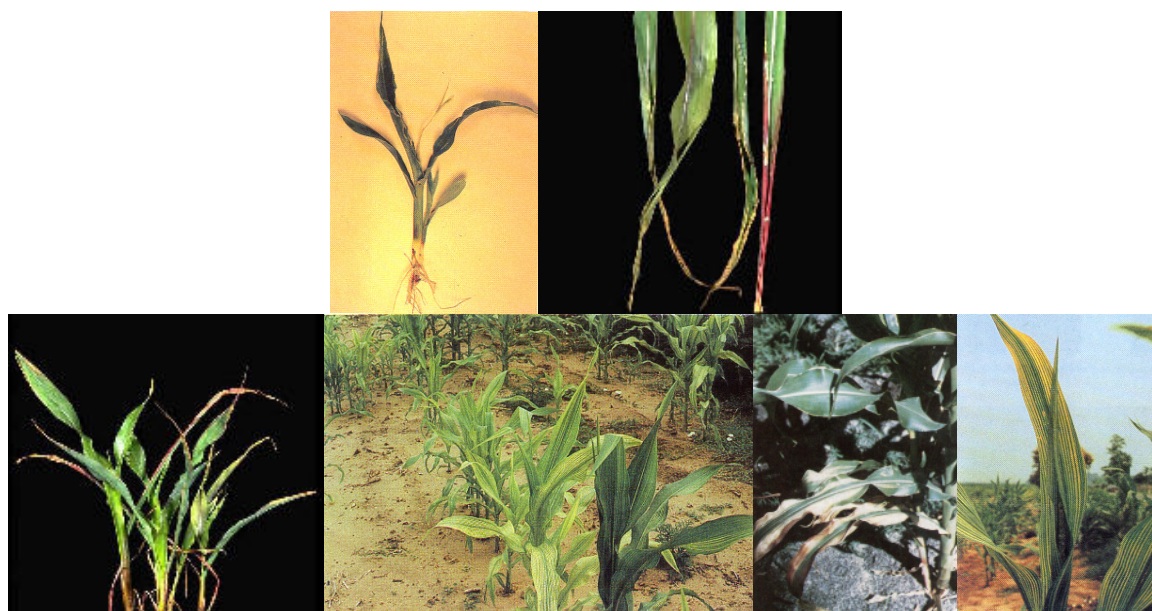
a csúcsig futnak, miközben a középér, a levélszél és a levélcsúcs zöld marad. Tartós hiány esetén a levél sűrű, bronzszínű lesz, majd nekrotizál. Az egészen fiatal levelek is jellegzetes hiánytüneteket mutatnak. A fiatal kukoricalevelek a Zn hiány következtében világossárgák, közel fehér színűek lesznek. Ezt a jelenséget „rügyfehéredésnek” nevezzük.

A vegetatív szervek károsodása mellett, amennyiben nem sikerült a hiányt pótolni, a generatív szervek fejlődési rendellenességeit is megfigyelhetjük. Krónikus cinkhiány esetén a virágképződés késik, sőt sok esetben el is marad. A virág- és termésképzési zavarok következtében erős hiány esetén akár 80 %-kal is csökkenhet a hektáronkénti termés mennyisége.

A cinkhiány a kezdeti tünetek megjelenésekor még orvosolható, azonban gyakorlati szempontból legnagyobb jelentősége a talajvizsgálatokon alapuló megelőzésnek van.

4. táblázat: A talaj EDTA-oldható Zn ellátottságának megítélése (Buzás, 1983 nyomán).

Kötöttség (K _A)	Zn (mgkg ⁻¹)	
	gyenge	jó
<38 (homok)	<1,0	1,0<
38-50 (vályog)	<2,5	2,5<
>50 (agyag)	<3,5	3,5<



6. ábra Jellegzetes Zn hiánytünetek (kukorica)

Hazai talajainkon Zn felesleg csak ritkán fordul elő. A tünetek hasonlóak a vas-, illetve a mangánhiányhoz. A növények a növekedésben visszamaradnak, majd elhalnak. Az árpa különösen érzékenyen reagál a Zn többletre.

Pótlása: Talaj- és levéltrágyázással. A talajon keresztül végzett cinkpótlás általános adagjai 3-10 kgha⁻¹ nagyságúak, azonban indokolt esetben 30-50 kgha⁻¹ Zn hatóanyag-mennyiség talajba dolgozása is célravezető lehet. Az alkalmazható trágyaanyagok spektruma a szerves Zn-sóktól a különböző komplex vegyületekig széles skálán mozog. Cinkhiányos termőhelyen a helyesen kivitelezett Zn levéltrágyázás termesztett növényeink értékmérő tulajdonságainak akár 30%-os javulását is eredményezheti.

A bór (B)

A bór nemfémes elem. Esszenciális mikroelem, mely alapvető szerepet játszik a növények tápelem-felvételében, a szénhidrátok és egyéb asszimiláták szállításában és felhalmozásában, a gyökér- és szállítószövetek kialakításában, valamint a virág- és termésképzésben. A bibe börtartalma teszi lehetővé a

pollentömlő kihajtását azáltal, hogy leköti a hajtást gátló glükozidokat és stimulálja a pollentömlő növekedését.

A bór a talajban főleg csillámokban, szilikátokban és más ásványokban fordul elő. Egy része bórsav és borátok formájában, illetve szabad anionként a talajrészecskék felületéhez kötött állapotban található talajainkban. A talaj felvehető bórtartalma a kötöttség, valamint a talaj szénsavas mésztartalmának növekedésével (pH emelkedéssel) csökken (1. ábra).

A növények a bórt $B_4O_7^{2-}$, $H_2BO_3^-$, HBO_3^{2-} , illetve BO_3^{3-} formákban vehetik fel. A felvétel egyes szakaszai még kevésbé tisztázottak. Transzlokációja a növényben korlátozott és főleg a vegetatív részekben halmozódik fel. A kétszikűek bórtartalma és bórigenye (20-60 mgkg⁻¹ szá.) jóval meghaladja az egyszikűekre jellemző értékeket (6-18 mgkg⁻¹ szá.).

Hiánya: Számos természetett növényünk intenzíven reagál a bórhiányra (7. ábra). Általános tünetegyüttes a merisztémaszövetek normálistól eltérő növekedése és a gyökerek tenyészócsúcsainak pusztulása. Cukorrépánál bórhiány esetén az úgynevezett szív- és szárazrothadás tünetegyüttesét diagnosztizálhatjuk, mely a tenyészócsúcs abnormális fejlődésének a következménye. A répa fiatal levelei sötétzöld színezetűek és merev tartásúak lesznek, később klorotikussá válnak és nekrotizálódnak, mely a répafej üregesedéséhez vezethet. A gyümölcsfákon és a szőlőn sem ismeretlen a bórhiány fogalma. A hiány következtében romlik a megporzás hatékonysága, az ízközök rövidek lesznek, a virágok lehullanak. Szőlőnél jellegzetes tünet az úgynevezett „madárkás fürt”, mely a hiányos termékenyülés és a gátolt bogyófejlődés következménye. A bórhiány következtében a bogyók aprók maradnak és minden esetben jelentős minőségromlással számolhatunk.



7. ábra Jellegzetes B hiánytünetek (cukorrépa, repce, szőlő)

A bór feleslege esetén az idősebb levelek csúcsi része és szélei megbarnulnak, majd elhalnak. Idővel, súlyos túladagolás esetén ezek a nekrozisok az egész levélre, majd az egész növényre is kiterjedhetnek. A felesleg következménye jelentős termésvesztés, illetve akut esetben az állomány pusztulása is lehet.

Pótlása: Az előzőekben tárgyalt mikroelemekhez hasonlóan a bórhiány talaj- illetve levéltrágyázással orvosolható. Szántóföldi növényeinknél a vetés előtt, egyenletesen adagolt 1-7 kg ha⁻¹ bórtrágyázás rendszerint hatékonyan bizonyul. Veszélyeztetett termőhelyeken azonban mindenképpen javasolható a vegetációs periódusban végzett kiegészítő levéltrágyázás is. (Ismert bórtartalmú levéltrágyaféleségek pl. *Borax*, *Solubor*) A megfelelően kivitelezett, a növény adott fenológiai fázisára jellemző tápelemigényt figyelembe vevő állománykezelés hatékonyan csökkenti a bórhiányból fakadó veszteségeket.

A molibdén (Mo)

A molibdén a növények számára szintén létfontosságú átmeneti elem. Hatása Mo^{V} - Mo^{VI} vegyértékváltásán alapul. Több enzim, köztük a hidrogenáz, a xantinoxidáz, a nitrogenáz és a nitrát-reduktáz aktivátora.

A talajok összes molibdentartalma általában rendkívül kicsi ($1-10 \text{ mg kg}^{-1}$). A molibdén legnagyobb hányada molibdenát formában található a talaj adszorpciós komplexumához kötve, másik része szerves kötésben van jelen a talajban. A molibdén adszorpciós kötődése a talaj savanyúságának fokozódásával nő, így savanyú talajokon gyakran kell a hiányával számolnunk.

A növények Mo tartalma általában alacsony, csak ritkán haladja meg az 1 mg kg^{-1} sza. értéket. Felvétele molibdenátion formában történik. Felvételét a szulfátion gátolja, a foszfátion segíti. Nem vándorol a növényben. Legnagyobb mennyiségben a hánscrészben és a szállítóedények parenchimájában található.

Hiánya: Nem kielégítő molibdén ellátottság esetén a növény klorofiltartalma csökken, fotoszintézise gátoltá válik. Annak ellenére, hogy a tünetek növényfajonként jelentős eltéréseket mutatnak, a molibdénhiány jellemző tünetegyüttese a sűrűzöld levélszín, a levelek közötti klorózis, a középső és az idősebb leveleken fellépő nekrotikus, valamint a generatív szakasz zavarai (8. ábra). Hiánya pillangósok esetében a nitrogénhiányra jellemző tünetekkel társul, aminek a háttérben a velük szimbiózisban élő gümöbaktériumok jelentős Mo-igénye áll. A kétszikűek (pl. káposztafélék, pillangósok) Mo-igénye az egyszikűeknél magasabb.

A molibdén feleslegére a növények kevésbé érzékenyek. Erősen bázikus talajokon a molibdén felesleg hatására kialakuló vörössárga – aransárga klorózis, később a levelek nekrotizisa figyelhető meg. Különösen takarmánytermő területeken okozhat jelentős károkat a talajok túlzott Mo-ellátottsága, hiszen a kérődzők a nagy Mo-tartalmú takarmányra érzékenyen reagálnak (*molibdenózis*). A növények szárazanyagának 5 mg kg^{-1} Mo mennyisége állattenyésztési oldalról a mérgezőhatás küszöbértékének tekinthető.

Pótlása: Savanyú, kedvezőtlen szerkezetű talajaink meszezése, nagyobb adagú foszfortrágyázása, lazítása általában elegendő a molibdénhiány leküzdésére. Amennyiben azonban a növények kielégítő Mo tápláltsági állapotának biztosításához trágyázás szükséges, úgy ebben az esetben is javasolhatók a talajon, illetve a levélen keresztül végzett tápanyagellátás egyes módzatai. Talajtrágyaként $150-250 \text{ g ha}^{-1}$ Na-molibdenát, levéltrágyaként 0,3%-os ammónium-molibdenát, illetve különböző Mo-kelátok alkalmazása ajánlott. Egészségügyi okokból kerüljük a túlzottan nagy adagok alkalmazását!



8. ábra Jellegetes Mo hiánytünetek (cukorrépa)

Az előzőekben elemenként részleteztük a legfontosabb mikroelemek növényi életfolyamatokban betöltött jelentőségét, előfordulásukat a talajban, jellemző hiánytüneteiket, valamint a gyógyítás lehetőségeit. **Általánosságban, valamennyi mikroelemre kiterjedően megállapíthatjuk, hogy a sok szénsavas meszet tartalmazó lúgos talajokon, vagy nagy adagú foszfát- illetve mésztrágyázás után mindenképpen számolnunk kell mikroelem-hiány megjelenésével.** Ennek elkerülése érdekében a veszélyeztetett területeken végezzünk talaj – és növényvizsgálati eredményekre épülő tudatos és célzott tápanyag-visszapótlást:

- Mikroelem-hiányos területeken alkalmazzunk mikroelem-tartalmú műtrágyaféleségeket a hiány elkerülése érdekében
- Meszes, bázikus talajokon részesítsük előnyben a savasan hidrolizáló műtrágyaformákat

Jegyezzük meg, hogy talajtulajdonságoktól és környezeti adottságoktól függően (*pl. szárazság esetén*) számos esetben még a legprecízebb trágyázás sem biztosítja növényeink optimális tápanyag ellátottságát a vegetációs idő során.

Az ilyen időszakok kivédéséhez, különösen mikroelem-hiány esetén nyújthat jelentős segítséget a gyakorló gazda számára a **levéltrágyázás**, mely hatékonyságát tekintve mintegy 8-20 %-kal hatékonyabb lehet az alaptrágyázásnál. Minden olyan esetben javasolt az alkalmazása, mikor gyors és hatékony beavatkozásra van szükség az állományban a termésveszteség és/vagy minőségromlás elkerülése érdekében. A levéltrágyázás ugyanis kiválóan alkalmas arra, hogy a növény életfolyamatainak kedvező irányba terelése által hatékonyan kiegészítse a talajon keresztül végzett tápanyagellátást. A megfelelő időpontban a megfelelő tápanyagmennyiségekkel végzett levéltrágyázás segít a környezeti stresszel, kórokozókcal és károsítókkal szembeni ellenálló képesség növelésében, a növény *fitness*-ének javításában. Az így megerősödő növény több gyökérexudátumot bocsát a rizoszférába. A talajba jutó cukrok és egyéb anyagok stimulálják a talaj hasznos mikrobapopulációját. Ennek során javul a talaj tápanyagfeltáró képessége, valamint a mikrobák által termelt előnyös anyagok hatására tovább erősödik a növény betegségekkel szembeni ellenálló képessége is.

Fenti folyamatok egymást erősítve így drámai változásokat eredményezhetnek a legyengült, tápelem hiánytól szenvedő állományokban.

Dr. Kalocsai Renátó¹ – Dr. Schmidt Rezső²

¹UIS Ungarn Laborvizsgáló és Szolgáltató Kft

² Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdasági és Élelmiszertudományi Kar, Mosonmagyaróvár
Mosonmagyaróvár