



A mikroelemkutatások eredményeiről, különös tekintettel a Cu és Zn elemekre

KÁDÁR IMRE

Magyar Tudományos Akadémia
Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete
Budapest

Általános megállapítások

A mikroelemek növényi felvehetőségét legmarkánsabban a talaj reakcióállapota, a pH szabályozza. Minden olyan tevékenység, behatás, mely közvetetten vagy közvetlenül módosítja a pH-t, a mikroelem felvételre is hat. E téren a műtrágyázás szerepe jelentős. Savanyodással egyes elemek (főként a fém kationok, mint a Fe, Al, Mn, Zn, Cu, Pb, Ni, Cd stb.) mobilitása nő, míg másoké csökken (főként az anionformáké, mint a Mo, Se, Cr, részben a B és As). Túlmeszezéskor vagy magas pH-jú talajon számolni kell a Fe, Mn, Zn, Cu esetleges hiányával. Az elemek felvételét módosítja az egyéb elemek hiánya vagy jelenléte az antagonizmusok és szinergizmusok által (pl. P x Zn antagonizmus, N x Cu szinergizmus).

Gyengén ellátott talajokon és növekvő N-trágyázáskor csökken a növények Cu-tartalma, erősödik a hígulás. A növekvő termés Cu-igényét a talaj nem képes kielégíteni, látszólagos N x Cu antagonizmus lép fel. Amennyiben a talaj rézzel jól ellátott vagy egyidejűleg Cu-trágyázást is folytatunk, a N-trágyázással a Cu-felvétel is nőni fog. A N illetően „hajtó” hatása már régről ismert a legtöbb elem felvételére. A N-műtrágyák savanyító hatása, a NO₃⁻ anion jelenléte különösen serkentőleg hat a fémkationok felvételére. A P x Zn antagonizmus jelenségének magyarázata nem a képződő cinkfoszfát a talajban, mert a Zn₃(PO₄)₂ megfelelő Zn és P forrásul szolgálhat. A P-túlsúly azonban gátolhatja a Zn növénybeni transzportját, tehát a P x Zn antagonizmus a növényben játszódik le és faj, illetve fajtaspecifikus.

Az országos helyzet értékelése

Az országos ellátottság értékelését az tette lehetővé, hogy befejeződött a talajvizsgálatok első és második szakasza. A talajvizsgálati adatok, illetve határértékek alapján soroltuk be a vizsgált területeket, talajokat. Magyarország talajainak Zn és Cu ellátottságát a megvizsgált terület %-ában kifejezve megállapítottuk, hogy a vizsgált terület nem egészen 9%-a

bizonyult Cu-ben gyengén ellátottnak országosan. Békés megyében azonban ez az arány 23, Szabolcs-Szatmárban 17, Fejér, Győr-Sopron, Tolna megyékben 10–13%-ot ért el. A Cu-hiányos talajok között meszes és savanyú talajokat egyaránt találtunk. Gyakori volt a meszes alapkőzetten kialakult csernozjom, öntés és réti csernozjomok gyenge ellátottsága. E talajok főként DK-Magyarországon fordulnak elő, termékeny búza és kukorica földeket jelentenek. Országosan a vizsgált talajok 46%-a Zn-ben gyengén ellátottnak minősült. Békés és Fejér megyékben azonban ez az arány 85–87%.

A nemzetközi (FAO) felmérés eredményei

A 30 országot felölelő FAO felmérés eredményeiből az alábbi következtetéseket vontuk le az ország réz és cink ellátottságára vonatkoztatva:

1. A mintavételi helyek (200 termőhely) viszonylag egyenletesen oszlottak meg az ország egész területét lefedve, így hazánk sokszínű talajtakaróját kielégítően reprezentálták és széles sávban változtak.
2. A hazai talajok és növények egyaránt alacsony Zn-ellátottságot jeleztek. A növények átlagos koncentrációja a 23., a talajoké a 21. volt a rangsorban, tehát a legalacsonyabb 7–9 ország között helyezkedett el. A talajok felvehető Zn készlete és a növényi Zn-tartalmak kiugró, extra nagy értékeket nem mutattak, a termőterületek nem szennyezettek. A meszes és foszforral is jól ellátott talajokon a Zn-igényes kultúrák (elsősorban a kukorica) Zn-trágyázást igényelhetnek.
3. A talajok felvehető Cu-készlete és a növényi Cu-tartalmak nemzetközi összehasonlításban egyaránt átlagosnak minősültek extremitások nélkül. Az ellátottság összességében kielégítő és nem fordulnak elő kiugróan nagy vagy alacsony értékek, Cu-hatások sem várhatók a trágyázás nyomán. (Kivételt a szerves talajok, lápok, sovány homokok képezhetnek.)

A szabadföldi mezőföldi tartamkísérletek eredményei

A P-ral gyengén ellátott talajon, az évenként adott 100 kg/ha P_2O_5 -trágyázás kielégítheti a kukorica P-igényét. Előretrágyázás formájában ez a mennyiségű foszfor (P) 4–5 évre számolva egyszerre is kiadható. Az 1000 kg/ha feltöltő P_2O_5 -trágyázás gazdaságtalan és Zn-hiányt indukálva termés-csökkenéshez vezethet. Az ammoniumlaktát (AL)-oldható P_2O_5 -tartalom optimumát a 100–150 mg/kg érték jelezheti a szántott rétegben. Az egyoldalú, 1000 kg/ha P_2O_5 adaggal előidézett P-túlsúlyt és szemterméscsökkenést a 40 kg/ha Zn-trágyázással lehetett ellensúlyozni. A KCl + EDTA módszerrel meghatározott Zn-tartalom optimumát 2–3 mg/kg talajbani koncentráció mutatta. Irodalmi adatokkal összhangban a kukorica kiegyensúlyozott tápláltsági állapotát a 4–6 leveles légszáraz hajtásban mért 0,3–0,5% P és 30–60 mg/kg Zn, míg a címerhányáskori levél optimális összetételét 0,25–0,40% P és 25 mg/kg feletti Zn koncentrációtartomány jellemezheti. A P/Zn arányának ideális értéke a vegetatív növényi részekben 50–150 közöttire tehető. Amennyiben ez a P/Zn arány jelentősen 200 fölé emelkedik, a Zn-trágyázás hatékony lehet.

A levéltrágyázás megítélése

A levéltrágyázás előnyeit és hátrányait áttekintve az alábbiak állapíthatók meg, kitérve a módszer szerepére, jelentőségére, illetve jövőbeni szerepére a növénytáplálásban: a növények főbb makroelemekkel szembeni igényét a levéltrágyák csak néhány %-ban képesek kielégíteni a gyakorlatban. Levéltrágyázás nem pótolhatja, csak kiegészítheti a talajon keresztül történő felvételt. Ez alól részben a N jelenthet kivételt, amennyiben az urea-oldatokkal akár 30–50 kg/ha N kijuttatható gabonára, jelentősen javítva a terméskilátásokat és a minőséget ideális, csapadékosabb körülmények között. A levéltrágya közvetlenül a felhasználás helyére, a levélsejtekbe kerülhet, hatását azonnal kifejtheti a talaj kikapcsolásával (lekötődés, kilúgzás, antagonizmusok, aszály akadályozta felvétel). Mélyen gyökerező álló kultúráknál a hiány megszüntetésére gyakran nincs is más lehetőség, mint a többszöri permetezés a hiányzó elem oldatával. Aszályos időben is fenntartható kevés vízzel a tápanyagfelvétel.

Ideális körülmények között a tápelem hasznosulás a 100%-ot is elérheti (sőt meg is haladhatja az indukált gyökéraktivitás miatt). Nem lép fel környezetszennyezés. Amennyiben amúgy is sor kerül növényvédelemre és a két szer keverhető, nem igényel külön beavatkozást, eszközrendszert, így gazdaságos és olcsó eljárás lehet pl. a burgonya, szőlő, gyümölcs kultúrákban. A levéltrágyázás csak akkor lehet eredményes, ha valóban a hiányzó tápelemet/elemeket pótoljuk a megfelelő módon és időben. Több háttér-információt, ismeretet feltételez. Megbízhatóan vezetni kell a táblatorzskönyvet, tisztában kell lenni a termőhely talajviszonyaival, rendszeres talaj- és növényanalízisre van szükség. És végül levéltrágyázási próbákat, kísérleteket kell végezni, hogy ellenőrizzük a trágyaszerek hatását. A felhalmozódó tudás, tapasztalat nem amortizálódik, arra építve beavatkozásaink egyre célzottabbá, prognózisaink egyre jobbá válnak.

A levéltrágyázással szemben túlzott várakozások alakultak ki a kereskedelmi propaganda nyomán az elmúlt évtizedekben. Szántóföldön a legtöbb növény makro- és mikroelemekkel szembeni szükséglete általában jól kielégíthető talajon keresztül is. A levéltrágyázást a jelenlegi, döntően extenzív, külterjesebb gazdálkodás kevésbé igényli. A módszer jövőbeni elterjesztését átfogó kísérletes kutatásokkal kell megalapozni. Tisztázni szükséges szabatos, ismétléses kisparcellás kísérletekben a levéltrágyák hatékonyságát befolyásoló tényezőket és javaslatokat kidolgozni a szaktanácsadás számára. Meg kell állapítani, hogy mely talajon, mely kultúrában milyen elemhiányok léphetnek fel és azok milyen módon azonosíthatók és orvosolhatók. Ezek a kísérletes kutatások másutt és mások által nem végezhetőek el. A kereskedelmi cégek által adott ajánlások, amennyiben nem a hazai kísérletek adataira támaszkodnak, érvényüket veszítik és félrevezetőek lehetnek az eltérő természeti és gazdálkodási viszonyok miatt.

A Cu és Zn nehézfémek, mint talajszennyezők

Jelenlegi ismereteink szerint csaknem két tucat elem túlsúlya fejthet ki káros hatást az élővilágra és a felszín alatti vizekre. A hagyományos agronómiai kísérletekben vizsgáljuk

a N, P, K, Ca, Mg, S makroelemek, valamint a Mn, Zn, Cu, B, Mo esszenciális mikroelemek hatását a talajra és a növényre. Az agronómiai célú kísérletek azonban nem terhelési vizsgálatok, eredményeik nem adnak választ a környezetszennyezés által felvetett újkori kérdésekre. A hazai talajtani adottságokból kiindulva kell meghatározni a kutatási prioritásokat, melyek eredményei alapján megítélhető mozgásuk a talaj–növény rendszerben, kialakíthatók a szennyezettségi határértékek.

Cu-kezelést mindhárom termőhelyen alkalmaztunk. A szennyező elem mindhárom talajon egyértelműen megkötődött a beviteli zónában, kilúgzásától nem kell tartanunk. Mozgása a talaj–növény rendszerben, illetve a táplálékláncban is gátolt, a növények felvétele sehol sem haladta meg a határértékeket. Savanyú talajon azonban a maximális 270 kg/ha terhelés a búza termését 1/3-ával csökkentette, a talaj termékenységére tehát negatív hatást gyakorolhat. Kontroll mélyfúrásokat 5–10 évente javasolunk megismételni.

Zn-kezelést mindhárom termőhelyen alkalmaztunk. Vizsgálataink szerint a Zn mind a meszes, mind a savanyú talajokon megkötődött a 0–30 cm rétegben. Kilúgzásnak nincs alávetve annak ellenére, hogy a friss szennyezés 30–50%-a felvehető formában mutatható ki. Mivel a magyar talajok zöme inkább Zn-hiányos, a mérsékelt terhelés növelheti a talajok termékenységét. Legalábbis egy határig, amennyiben savanyú erdőtalajon a 270 kg/ha maximális terhelés nyomán az első évben termelt búza termése 30–40%-kal csökkent. A kisebb Zn-adagok nem bizonyultak károsnak. Összességében a Zn kevésbé mobilis és mérgező, a mélyfúrásokat elégséges 5–10 évente végezni a felső 1 m körüli, gyökerekkel átszótt rétegben.

A közúti közlekedés környezetszennyező hatása

Vizsgáltuk a közlekedés nyomán dúsuló legfontosabb elemeket az M7 út mentén vett talaj- és növényminták összetételének változásán, az úttól való távolság függvényében. Amint az adatokból látható, az ammon-acetát + EDTA kioldással nagyobb koncentrációkat határozunk meg, mint a KCl + EDTA módszerrel. A talajvizsgálatokból leszűrt következtetéseket és trendeket a gyeperősségének összetétele is megerősíti: az úthoz közelítve, különösen a padkán, ugrásszerűen nőhet a Na, Pb, Zn, P, Cu és Cd szennyezettsége. A dúsulási faktor természetesen eltér a talajban (talajvizsgálati módszerek szerint is) és a növényben. A növény nem képes a terheléssel arányos elemfelvételre, bár jól jelzi a szennyezettséget.

A növényi Cu- és Zn-tartalom jobban kiegyenlített és nem, vagy gyengén tükrözi a talaj Cu- és Zn-tartalmát. Ismert, hogy a Cu és részben a Zn felvétele akadályozott a talajból, a növények nem képesek kifejezett luxusfelvételre. A kísérleti telepek szántott rétegében 2–4 ppm között ingadozott az e módszerrel meghatározott felvehető Cu- és Zn-készlet. A szennyezett talajokban nem ritkán ennek 10–20-szorosa is előfordulhat. A talajok szennyezése azonban kisebb veszélyt jelent a táplálékláncra, mert a Cu nem és a Zn is csak mérsékelt mobilis a talaj–növény rendszerben. Hozamfokozás céljából a takarmányokat gyakran Cu- és Zn-sókkal dúsítják a hízlalás során. Mindez nem kérdőjelezi meg azt a tényt, hogy a Cu és főként a Zn környezetszennyező nehézfémek közé tartozik.

IRODALOM

- 10/2000. (VI.2.) KöM-EüM-FVM-KHVM együttes rendelete a felszín alatti víz és földtani közeg minőségi védelméhez szükséges határértékekről. Magyar Közlöny. 2000/53. sz. 3156–3167.
- 33/2000. (III. 17.) Korm. sz. rendelet a felszín alatti vizek minőségét érintő tevékenységekkel összefüggő egyes feladatokról. CD Jogtár. 1–20.
- Arnon, D. L. – Stout, P. R. (1939): The essentiality of some elements in minute quantity for plants with special reference to copper. *Plant Physiol.* 14:371–375.
- Baranyai F. – Fekete A. – Kovács I. (1987): A magyarországi talajtápanyag-vizsgálatok eredményei. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Bergmann, W. – Neubert, P. (1976): Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. VEB Gustav Fischer Verlag. Jena.
- Brauer, H. (1998): Handbuch des Umweltschutzes und der Umweltschutztechnik. Springer. Berlin, Heidelberg, Tokio.
- Csathó P. – Kádár I. – Sarkadi J. (1989): A kukorica műtrágyázása meszes csernozjom talajon. *Növénytermelés.* 38:69–76.
- Csathó P. – Lásztity B. (1990): A Zn-hexamin hatásának vizsgálata kukoricában. Jelentés. MTA TAKI. Budapest.
- Elek É. – Kádár I. (1980): Állókultúrák és szántóföldi növények mintavételi módszere. MÉM NAK Kiadványa. Budapest.
- Elek É. – Patócs I. (1984): A magyarországi I. talajvizsgálati ciklus eredményeinek értékelése. MÉM NAK Kiadványa. Budapest.
- Glass, A. D. M. (1989): Plant nutrition. An introduction to current concepts. Jones and Bartlett Publishers. Boston/Portola Valley.
- Kádár I. (1980): Növényanalízis alkalmazása az agrokémiai szaktanácsadásban és kutatásban. *Agrokémia és Talajtan.* 29:323–344.
- Kádár I. (1991): A talajok és növények nehézfém tartalmának vizsgálata. KTM-MTA TAKI. Budapest.
- Kádár I. (1993): Adatok a közlekedés, település és az ipar által okozott talajszennyeződés megítéléséhez. *Növénytermelés.* 42:185–190.
- Kádár I. (1995): A talaj–növény–állat–ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon. KTM-MTA TAKI. Budapest.
- Kádár I. (1998): A szennyezett talajok vizsgálatáról. Kármentesítési Kézikönyv. 2. Környezetvédelmi Minisztérium. Budapest.
- Kádár I. (1999): A tápláléklánc szennyeződése nehézfémekkel. *Agrokémia és Talajtan.* 48:561–581.
- Kádár I. – Elek É. – Fekete A. (1983): Összefüggés-vizsgálatok néhány talajtulajdonság, a műtrágyázás, valamint a termesztett növények jellemzői között. *Agrokémia és Talajtan.* 32:57–76.
- Kádár I. – Shalaby, M. H. (1984): A N x Cu trágyázás közötti kölcsönhatások vizsgálata meszes homoktalajon. *Agrokémia és Talajtan.* 33:268–274.
- Kádár I. – Shalaby, M. H. (1985): A N és Cu trágyázás hatása a talaj és a növény tápelemtartalmára. *Növénytermelés.* 34:119–126.
- Kádár I. – Shalaby, M. H. (1986): A P és Zn trágyázás közötti összefüggések vizsgálata csernozjom talajon. *Növénytermelés.* 35:419–425.
- Kádár I. – Elek É. (1987–88): Összefüggés-vizsgálatok néhány talajtulajdonság, valamint a búza és a kukorica jellemzői között. *Agrokémia és Talajtan.* 36–37:253–270.
- Sauerbeck, D. (1985): Funktionen, Güte und Belastbarkeit des Bodens aus agrikulturnchemischer Sicht. *Materialien zur Umweltforschung.* Kohlhammer Verlag. Stuttgart.
- Shalaby, M. H. – Kádár I. (1984): A foszfor és cink trágyázás közötti kölcsönhatások vizsgálata meszes homoktalajon. *Agrokémia és Talajtan.* 33:261–267.
- Sillanpää, M. (1982): Microelements and the nutrient status of soils: a global study. *FAO Soil Bulletin.* N. 48. Rome.
- Simon L. (1999): Talajszennyeződés, talajtisztítás. Környezetgazdálkodási Intézet. KMGT-5. Budapest.
- TIM (1995): Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer. I. Módszertan. FM Növényvédelmi és Agrárkörnyezetgazdálkodási Főosztály. Budapest.

A szerző levélcíme – Address of the author:

KÁDÁR Imre
Magyar Tudományos Akadémia
Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete
H-1022 Budapest, Herman Ottó út 15.