



A levéltrágyázás jelentősége és szerepe a növénytáplálásban

(Elméleti alapok összefoglalása)

KÁDÁR IMRE

Magyar Tudományos Akadémia
Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete
Budapest

A levéltrágyázás élettani alapjai

Ismeretes, hogy a talaj nem ideális közvetítője a növényi tápanyagoknak. Felléphet a leköltődés, kimosódás, elsavanyodás, a kiegyensúlyozatlan tápelem-kínálat. Földi élet a vízből, feltehetően az őstengerből ered. A szárazulatok kiemelkedésével a szárazföldi növényeknél egyfajta munkamegosztás alakult ki. A levél párologtat, CO_2 -ot és egyéb gázokat vesz fel a légkörből, illetve O_2 -t bocsát ki, miközben a fotoszintézis során szerves anyagot termel. A gyökér fő funkciója a víz és a benne oldott ásványi elemek felvétele és az asszimiláták, a képződött szerves anyag átalakítása. A funkciómegosztás azonban nem kizárólagos. A gyökér is képes oldott HCO_3^- alakjában CO_2 -ot, a levél pedig vizet és a benne oldott anyagokat felvenni.

A gyökérhez hasonló mechanizmussal történik a felvétel a levélben is. Lejátszódik az ionsere, abszorpció, diffúzió, tömegáramlás. A levelet bőrszerű kutikula védi a túlzott fény, hő, szárazság és kórokozók ellen. A levélre került ionok és molekulák a kutikula mikropórusain hatolnak át. Nedvesítve ugyanis a viaszos, bőrszerű kutikula kitágul és folytonossági hiányait, pórusait feltárja. A bejutott tápanyagok a sejt közötti járatokon át a felhasználás helyére jutnak. A H^+ leadásával a protoplazma szelektíven fém kationokat, HCO_3^- leadásával anionokat köt meg. A diffúzió fenntartja az egyirányú anyagáramlást, hiszen a sejtbe lépett tápelemek folytonosan felhasználódnak. A sztómák gázcsere nyílásainak nincs különösebb szerepe a felvételben.

Elvileg minden növényi szerv, így a levél, szár, termés, sőt a fák kérge is képes ionfelvételre. Gyümölcsösben részben ezért is alkalmazzák a tömény tápoldatos permetezést rügfakadás előtt. A gyökéren kívüli (extraradikális) felvételnél döntő a levél szerepe, hiszen nagy a felülete és intenzív fotoszintézis, vagyis beépítés, felhasználás színtere. A gyökér elméletileg ki is kapcsolható a növény táplálásából, illetve a növény élete levélen keresztüli táplálással is fenntartható, de gyakorlatilag ez csak ritkán valósulhatna meg. Általában

a bevitel nem elég, a gyakori permetezés zavarja a levelek fő funkcióját, a fotoszintézist, gyakori lesz a levélváltás és erősen zavart a termésképzés stb. A felvétel felületi jelenség. A gyökerek felvevő felülete a gyökérszőrökkel sok ezerszerese vagy több százezerszerese a föld feletti lombnak. A levélen keresztül történő táplálásnak tehát a legtöbb esetben csak kiegészítő szerepe lehet.

Hatásos lehet a levéltrágyázás rejtett vagy kifejezett mikroelem-hiány esetén, amikor a Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo elemek felvételét a talajbani megkötődés, aszály, vagy egyéb más tényező gátolja. A terápiának ez lehet az egyetlen módja az állókultúráknál, ahol a talajtrágyázás nehézségekbe ütközhet, hiszen a gyökérzet mélyen helyezkedik el. Így pl. a bőtermő almánál éréskor a Ca-transzportja a gyümölcsbe gyakran elégtelen. Savanyú talajon felléphet a stíppedés, romlik az alma minősége, piacképessége, tárolhatósága. Ilyenkor az egyébként is szükséges növényvédelmi célú permetezésekkel együtt Ca-levéltrágya javasolható.

Radioaktív izotópvizsgálatok kimutatták, hogy a levélre került anyagok viszonylag gyorsan szétterjednek a növényben. Ez a transzport a P esetén 10 cm/óra sebességet ért el egyes fajoknál és a 6. óra után már az egész földfeletti hajtásban, míg 48 óra után a magba beépülve is kimutatható volt a P-levéltrágya foszfora. Vándorlás az edénynyalábokon (háncsrész, floem) keresztül történik a gyökér irányába a levélben képződött asszimilátákkal, cukrokkal együtt. Viszonylag mobilis és gyorsan szállítódik a K, Na, Cl, S, P; átmenetet képeznek a Fe, Cu, Zn nehézfémek; míg nem mobilis a Ca, Mg. Utóbbi alkáli földfémek a növényi szervek szerves savaival sókat alkotva megkötődnek.

A levéltrágyázás alapelvei és módszere

Levéltrágyázás alatt hagyományosan a levelek híg tápoldatokkal vagy szuszpenziókkal történő permetezését értik. Gyakorlatban elterjedt a 400 l/ha permetezés finom eloszlású 0,1–0,2 mm cseppekkel, illetve 100–200 l/ha aeroszolos befúvás. Fő gondot a levelek érzékenysége okoz, ezért a permetlé általában 1–2% koncentrációjú oldatot jelent. Kivételt képezhet a karbamid, urea oldatok mint „nemsók”, amelyeknél kicsi az ozmotikus nyomás, a perzselés veszélye, így a levelek 15–20%-os koncentrációt is elviselhetnek. A levélbeni gyors beszáradás ugyan csökkentheti a perzselés mértékét, de a hatást is. Az ajánlott koncentrációkat szilárd műtrágyák esetében 400 l/ha permetlére számítva az *1. táblázatban* mutatjuk be irodalmi források alapján, tájékoztató jelleggel.

Megemlítjük, hogy bizonyos „kritikus” fejlődési fázisokban a permetezés nem ajánlott. A füvek rétv/legelő esetén a kaszálások vagy legeltetés utáni napokon közvetlenül, a repcénél a kezdeti fejlődés idején, a répánál 4–5 leveles korig, a gabonában 3–4 leveles korig és kalászhányás előtt. Fontos, hogy a permetlé egyenletesen tapadjon a felületen, ne képződjenek elfolyó cseppek. A cukrok növelik az extraradikális felvételt. Ezért a permetlébe tapadást elősegítő nedvesítő anyagokat és cukrokat is kevernek. Javul a fémek, a mikroelemek felvétele, amennyiben azokat fémkelátok formájában alkalmazzák, vagyis a fémek szerves kötésben vannak. A sejtbe került fémkelátok szétesnek, a fémionok leválnak és beépülnek.

1. táblázat Útmutató levéltrágyázáshoz 400 l/ha oldattal szilárd trágyák esetében
(Finck 1979, Frohner 1965 és más szerzők nyomán)

Trágyaszer megnevezése	Kémiai formája	Permetlé koncentr. %	Adható mennyiség (kg/ha)			Alkalmazás területe
			trágyában	elemben		
Karbamid	CO(NH ₂) ₂	8–16	32–65	15–30	N	gabona, repce
Karbamid	CO(NH ₂) ₂	0,5–1,0	2–4	1–2	N	állókultúrák*
N-oldat	NH ₄ NO ₃ +	–	50–100	14–28	N	gabona, repce
	CO(NH ₂) ₂	–	25–35	7–10	N	repce, burgonya
Triplefoszfát	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	2,0	8,0	1,6	P	ritkán
Kálium-szulfát	K ₂ SO ₄	2,0	4,0	1,7	K	ritkán
Kalcium-nitrát	Ca(NO ₃) ₂	0,5–1,0	2–4	0,3–0,6	Ca	gyümölcsös
Magnézium-szulfát	MgSO ₄	2,0	8,0	0,8	Mg	gabona, gyümölcsös
Vaskelát	Fe-EDTA	0,1–0,2	0,4–0,8	0,03	Fe	állókultúrák*
Mangán-szulfát	MnSO ₄	1–2	4–8	1–2	Mn	gabona
Mangán-szulfát	MnSO ₄	0,5	2,0	0,5	Mn	kertészet
Cink-szulfát	ZnSO ₄	0,5	2,0	0,5	Zn	gabona
Cink-szulfát	ZnSO ₄	0,2	0,8	0,2	Zn	kertészet
Réz-szulfát	CuSO ₄	0,5	2,0	0,5	Cu	gabona
Réz-szulfát	CuSO ₄	0,2	0,7	0,2	Cu	kertészet
Bórax	Na ₂ B ₄ O ₇	1,0	4,0	0,4	B	B-igényesek
Bórax	Na ₂ B ₄ O ₇	0,5	2,0	0,2	B	állókultúrák
Molibdát	NH ₄ - v. Na-sója	0,1	0,4	0,03	Mo	karalábé, fák

* Állókultúrák (gyümölcs, szőlő) és zöldségfélék együtt

Ismert, hogy a terméskötés után a gyökéren keresztüli felvétel intenzitása lecsökken. Ilyenkor a levélen adott tápelemek hatékonyan javíthatják az egyes elemek beépülését, ezzel a terméskilátásokat, főként azonban a minőséget. A kezeléseket célszerű este, vagy a kora reggeli órákban végezni, amikor kicsi a párolgás, illetve a levélfelület még nedves. Fontos, hogy a tápoldat fiziológiásan kiegyensúlyozott legyen, az oldat pH-ja ne szenvedjen hirtelen extrém változásokat. A KNO₃ alkalmazásakor pl. a K⁺ és NO₃⁻ ionokat a növény egyenletesen felveheti és beépíti. Amennyiben a K pótlására a KCl oldatát használjuk, a növény számára kevésbé igényelt Cl⁻ marad vissza és sósavat képezve perzselést okozhat.

A növényi sejtek pH-ja 3,0 körüli, savanyú, ami főként a kationok/fémek felvételének kedvez. Ezért a savas, 3,0 körüli pH értékű tápoldatokat a növények jól elviselik, míg 8,0 körüli pH értéknél károsodhatnak. A szerves urea-oldatoktól eltekintve kívánatos tehát, hogy a tápoldatok tompítva, puffertolva legyenek. Fontos a vízdoldhatóság (elektrolitok, melyek oldódáskor ionokat képeznek) és az olyan összetétel, mely fiziológiásan semleges. A növény egyenletesen igényelje az ionpárokat, a savlúg maradékokat. Előnyös, ha a műtrágya higroszkópos, a levegőből sok vizet képes megkötni. Ne felejtjük el, hogy a gyökéren keresztüli felvételnél a talaj puffertol és a talajoldat rendkívül híg, csak ritkán éri el egy-egy elemnél a mg/liter koncentrációt. A permetlé koncentrációja ezzel szemben %-os, tehát 4–6 nagyságrenddel nagyobb.

A levéltrágyázás hatékonyságát befolyásoló tényezők

A növény szelektíven, igénye szerint veszi fel a tápanyagokat és esetleges nagy hatást az anyagcseréhez való közvetlen bekapcsolódás révén érhet el. A levéltrágyázás után ideális esetben a levél zöld színe elmélyül, megnő a klorofilltartalma, a fotoszintézis intenzitása, módosul az enzimrendszer, a sejtkolloidok állapota és a gyökéren való felvétellel is. A felvételt befolyásolja az oldat összetételén és koncentrációján túl a levél/növény kora, levélfelület és levélállás. A nagylevelű és kétszikű növények mint a paradicsom, az uborka, a kelkáposzta, a gyümölcsfák igen érzékenyek, a fűfélék és a gabonák töményebb oldatokat is elviselnek.

A gyökéren és a levélen keresztüli felvételben a konkurencia/antagonizmus és a szinergizmus/segítés egyaránt fennállhat. Amennyiben a növény tápláltsági állapota kielégítő, a levélen keresztüli felvétel természetszerűen jelentéktelenné válhat. Ugyanakkor többen igazolták, hogy pl. a N-levéltrágyázás nyomán nőhet a növények K- és P- felvétele a gyökéren keresztül és így javulhat a KP-ellátottság. Az alkalmazási technikán kívül (oldat pH-ja, koncentrációja, nedvesítőszer és szacharóz adalékok, cseppméret stb.) a felvételt befolyásolják a környezeti tényezők, mint a hőmérséklet, fény- és csapadékviszonyok is. Egy bizonyos határig előnyös lehet a több fény és a magasabb hőmérséklet, mert növeli az anyagcserefolyamatok intenzitását. A szárazság nyomán fellépett víz- és tápelemhiányt a permetezéssel mérsékeljük. A növényi tényezők között a már említett állományfejltség, nedvességi és tápláltsági állapot meghatározó. A cseppméret fontosságát ismételtelen hangsúlyozni szükséges, mert finomporlasztással és segédanyagok alkalmazásával nagy töménységű, akár 10–20%-os tartós, filmszerű bevonatok képezhetők, melyek a levelet nem károsítják.

A levéltrágyázás anyagai

Kezetben főként a műtrágyák vizes oldatait használták, majd külön e célra teljesen vízoldható keverékeket állítottak elő. Újabban szuszpenziós, szilárd lebegő részeket tartalmazó oldatokat, valamint finom porozással felvitt szilárd trágyaszereket is alkalmaznak. A pétisó, agronit a vízoldható NH_4NO_3 mellett nem oldódó mészkőport vagy dolomitot tartalmaz, ezért kevésbé alkalmas levéltrágyaszernek. Hasonló a helyzet a szuperfoszfáttal. Ezek a műtrágyák előzetes oldást, szűrést igényelnének. A 40–60%-os kálisó viszonylag vízoldható, de hátrányos a nagymennyiségű Cl-tartalom.

Ezért N-forrásként a tiszta NH_4NO_3 ajánlott a kiegyensúlyozott anion/kation összetételével, valamint az ugyancsak vízoldható karbamid. A N és S együttes pótlására alkalmas az $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; a K és N pótlására a KNO_3 ; a K, S és Mg együttes pótlására a Kamex, mely $\text{KCl} + \text{MgSO}_4$ keveréke és vízben szintén jól oldódik. Amint az *1. táblázatban* látható, a Mn, Zn, Cu mikroelemek adhatók szulfát alakban is, bár gyakoribb a kelát forma a Fe-hoz hasonlóan. A bórt bórax vagy bórsav, a molibdént NH_4 vagy Na-molibdenát sójaként alkalmazzák.

Amennyiben 1–1–1%-os N– P_2O_5 – K_2O oldatot kívánunk készíteni pl. a hagyományos műtrágyákból 34%-os NH_4NO_3 , 18%-os szuperfoszfát és 60%-os kálisó felhasználásával,

100 liter vízre bemérendő közelítően 3 kg NH_4NO_3 , 5,6 kg szuperfoszfát és 1,7 kg kálics, mely 1 kg N + 1 kg P_2O_5 + 1 kg K_2O hatóanyagoknak felelne meg. Az oldás lehűléssel jár. Az előoldást ülepítés, szűrés követi. A gyári termékeknel a felhasználási útmutatóban megadják a koncentrációt ha-ra vagy növényre. Növényvédőszerrel akkor keverhető a tápoldat, ha nem képez csapadékot. Olajos és szervesen kéntartalmú szerekkel kerülni kell a keverést. Permetezés előtt célszerű minden esetben keverési próbát végezni és így ellenőrizni a keverhetőséget.

A levéltrágyázás történelmi adatai

A levéltrágyázás feltehetően épp oly régi módszer, mint a talajtrágyázás. Történelmi adatai csak az írott történelemre vonatkozhatnak. A ókori görögöknél együtt jelent meg a négy tápláló-fenntartó őselem: a levegő, föld, víz és a tűz (bomlás). Az újkorban, a növény-táplálás és agrokémia tudományának kezdeteinél, az 1800-as évek elején *Boussingault* francia kutató/kísérletező is vizsgálta a levéltrágyázás lehetőségeit. Az agrokémia megalapítójának tartott *Boussingault* pozitív választ adott a növények levélen keresztüli táplálását illetően.

Thaer (1809–1821) a humuszelmélet és a tudományos agronómia egyik megalapítója szerint a gipsz, a CaSO_4 , régóta használatos trágyaszer, szélesebb körben azonban csak az 1700-as évek közepén terjedt el Európában. A nedvszívó anyagot a szárazabb időjárás idején javasolja alkalmazni: „Jó hatékonyságú a pillangós és keresztesvirágú növényekre. Minden kétséget kizáróan közvetlenül serkenti a növények fejlődését, különösen, ha finom por alakjában rárakódik a levelekre és rájuk tapad ... Korábbi véleményemmel szemben ma már elismerem, hogy a gipsz nemcsak ily módon, hanem a talajon keresztül is hat. A kiszórásra szélcsendes harmatos hajnalon vagy késő esete kerüljön sor, hogy a nedves leveleken megtapadjon. Ideális a herét május elején lekezelni, amikor a lombja már a talajt takarja.”

Thaer (1809) megemlíti a trágyaadagot, várható terméstoppletet és utal a túladagolás veszélyeire is: „A gipsz adagja 2–4 véka között ingadozik holdanként. A finom minőségű porból kevesebbet, a durvából többet használnak ... Jól beállt közepes hereföldön 13–18 centnerrel nagyobb szénatermést lehet nyerni. Amikor azonban a here amúgy is buján fejlődik az erősebb talajon, a gipsz túltrágyázást idézhet elő és az állomány rothadásához vezethet, ezért a gipszesítés kerülendő.” A közelmúltban új technológiának számítót, szilárd trágyaszert finom por alakban növényre juttató módszert tehát elődeink is alkalmazták. Más trágyaszerekre is utal *Thaer* (1809) „Az ésszerű mezőgazdaság alapjai” c. könyve trágyázástani fejezetében, így a FeSO_4 -ra és a hamura. „A vitriol tartalmú szemet porítva szórjuk a növényre, vagy a talajra, leszántás nélkül. A hamut kis mennyiségben a here felültrágyázására (lombtrágyázásra) használják.” Megszívlelendő számunkra az alábbi megjegyzése: „Sokféle mesterséges trágyasó állítólag már kis mennyiségben csodálatos hatásokat idéz elő. Összetételüket titokban tartják. A csodaszerek a sarlatánság és a nyereségvágy szüleményei, melyeknek remélhetőleg rövidesen bealkonyul. A csodaszerekkel nem tévesztendő össze a már tárgyalt gipsz, FeSO_4 , hamu stb.”

Az 1800-as évek második felében, a növénytáplálást érintő tudományos ismeretek birtokában kidolgozták a tápoldatos kultúrák módszerét. Tisztázódik, hogy a növényi test anyagai három forrásból származhatnak: víz, levegő és a talaj. A talaj döntően az ásványi sók szállítója. Talaj nélkül is teljes értékű növényeket nevelhetünk fel, amennyiben az ásványi sókat és a N-t a tápoldatban adagoljuk. Vízkultúrák kísérletekben kimutatták az egyes tápelemek hiányát, szükségességét. A módszer arra is alkalmas volt, hogy a levélen keresztüli táplálás lehetőségét ellenőrizzék. Elsőként Mayer (1874) bizonyította ilyen kísérleteiben, hogy több növényfaj életben tartható, amennyiben N-igényét a levélre kent $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ oldattal fedezi.

Később Hiltner (1912) a csillagfürt klorózisát FeSO_4 permetezésével gyógyította eredményesen, illetve NPK-oldatokkal is dolgozott. Itthon Kerpely (1913) igazolta, hogy a dohány levelére adott K-ot a növény felveszi, bár a módszer gyakorlatilag nem lehet gazdaságos. Még a háború előtt Husz Béla (1941) az almafák Zn-hiányra visszavezethető törpeszártágúságát kezelte 2%-os ZnSO_4 oldattal és eredményeit „A beteg növény és gyógyítása” c. munkájában közölte. A Szovjetunióban kidolgozták az 1930-as évektől kezdődően a szántóföldi növények levéltrágyázásának módszerét repülőgépes permetezéssel, nagyüzemi méretekben. Az Egyesült Államokban főként a gyümölcsösök N- és mikroelem-pótlásával foglalkoztak kiterjedten. A tudományos igényű, átfogó kísérletezés úttörői Magyarországon Kuthy Sándor és Ferencz Vilmos (Agrokémiai Kutató Intézet Biokémiai Osztálya, Budapest), valamint Leszek Éva, Nagymihály Ferenc és Pecznik János (Agrártudományi Egyetem, Budapest–Gödöllő) voltak az 1950-es éveket követően.

Az 1960–1980 közötti időszakban sok száz kísérletet (tenyészedény, szabadföldi, kisparcellás és nagyüzemi) végeztek a levéltrágyák alkalmazásával. A tapasztalatokat több tucat tudományos és népszerűsítő közlemény taglalta. A kemizálás és a mezőgazdasági termelés fellendülésének idején, a korlátlan export és a támogatott kemikáliák viszonyai között gyakorlati igény jelentkezett e kiegészítő eljárásra. Az első monográfia is korán megjelent, összefoglalva a levéltrágyázás elvi és gyakorlati problémáit, alkalmazási javaslatokat nyújtva (Ferencz et al. 1964). A későbbi kiadás az elméleti alapokon túl bemutatta a levéltrágyázás gépeit és eszközeit, az üzemi kísérletek tapasztalatait, valamint kitért a gazdaságosság kérdésre is (Pecznik J. Szerk. 1976). Az utóbbi 172 oldalas, 11 A/5 ív terjedelmű kiadvány 10.000 példányban jelent meg puha kötetben, 15.– Ft eladási áron.

A levéltrágyázás szükségességének megállapítása

Levéltrágyákat vakon, tudományos alapok nélkül alkalmazva az eredmény is véletlenszerű lesz. Amennyiben a növény már kielégítően vagy túlzottan ellátott egy-egy elemmel, úgy a trágyázás hatástalanná, esetleg károsná válhat. A felesleges beavatkozáson túl a növény szennyeződhet, minősége romolhat. Nem szabad olyan trágyaszert alkalmazni, amelynek összetétele nem ismert és nem dokumentált. Először azonosítani kell a tápelemhiányt, konkrétan mely elemekben vagy elemekben nem kielégítő az ellátottság, és csak az adott hiányzó elemet szabad pótolni. A sok mikroelemet és egyéb titokzatos „serkentő” szereket tartalmazó drága „csodaszereket” kerülni kell.

A növény tápláltsági állapota megbízhatóan növényelemzéssel állapítható meg. A növény-mintavétel alapelvei és technikája kidolgozott. Legutóbb az Agroforum 9. évf. 13. számában és másutt is részletesen ismertettük a szántóföldi növények ajánlott mintavételi eljárását, valamint bemutattuk alkalmazását a búza, a kukorica, a burgonya és a cukorrépa példáján, ellátottsági optimum koncentrációkat és arányokat közölve (Kádár 1987, 1998). Korábban a MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ által kiadott „Zöld könyv” adott útmutatást az állókultúrák és szántóföldi növények mintavételére és a kapott elemzési adatok értelmezésére, felhasználására (Elek és Kádár 1980). Levéltrágyázási javaslatokat Mn, Zn és Cu mikroelemekre az ún. „Kék könyv” foglalta össze (MÉM NAK 1979). Hely hiányában a növényanalízis, illetve a levélanalízis részletes ismertetésétől, újratárgyalásától ezért eltekintünk.

Hazai viszonyaink között szántóföldön a N-levéltrágya iránti igény mérsékelt, míg Északnyugat-Európában a 2–3-szori karbamidos permetezés jelentősen javíthatja pl. a búza nyersfehérje- és sikértartalmát. A N hiánya ugyanis a csapadékos tájakon és években kifejezett. Ilyenkor a talaj $\text{NO}_3\text{-N}$ készlete a kilúgzás nyomán lecsökken, valamint a nagytömegű vegetatív növényállomány is kimeríti a talaj N-tartalmát. Így a növényben a N koncentrációja hígul, gyenge minőségű, lágy búza terem. Nálunk a helyzet gyakran fordított. A talajoldat betöményedik, a N transzspirációs árammal (felvett vízzel) bejutva felhalmozódik a növényben, magban. Az aszály, a szárazság tehát nem csökkenti, hanem növeli a mobilis N-formák felvételét a növényben.

Lássuk, mi a helyzet a foszforral? Hazánkban nincsenek olyan talajok, melyek a P-t oly mértékben megkötnék, hogy a talajtrágyák hatástalanná válnának. Hasonló a helyzet a K-mal. Igaz, hogy a N-nel ellentétben száraz talajban megnehezül a P és K felvétele, mert a talaj P és K vegyületei rosszabbul oldódnak. Ezen elemek felvételében nem a tömegáramlás/transzspiráció, hanem a lassú diffúzió a meghatározó. A diffúzió lelassul, a diffúziós utak meghosszabbodnak. Elméletileg tehát a levélen keresztüli PK-pótlás extrém viszonyok között előnyössé válhatna.

Szántóföldi kultúrákban ritkán fordul elő a Fe és Mn hiánya, viszont annál gyakoribb az állókultúrákban, ahol kelátok vagy ásványi sók formájában levéltrágyázás javasolt. A Zn hiánya is gyakori az állókultúrákban és a szántóföldön egyaránt, különösen a P-ral jól ellátott meszes termőhelyeken. Tapasztalataink szerint az érzékeny kukorica Zn-hiánya levéltrágyázással megszüntethető. Célszerűbb azonban a talajon keresztül ZnSO_4 trágyázás 20–40 kg/ha Zn-adaggal, mely tartósan helyreállítja a talaj kiegyenlített P–Zn kínálatát és feleslegessé teszi az évenkénti, esetleges többszöri levéltrágyázást (Kádár és Csathó 2002).

A Cu hiánya jelentkezik gyümölcsfákon, szántóföldön pedig főként a gabonában laza talajokon. A talajtrágyázás nem hatékony, főként a szerves anyagban és mészben gazdag termőhelyeken. A bőséges N-trágyázás javítja a növény Cu-felvételét, de a kiegészítő Cu-sók, Cu-kelátok alkalmazása szükségessé válhat. Ugyanakkor a Cu és Zn gyakori talajszennyezők. Autóutak mentén, ipari területeken, városi talajokban, valamint ahol korábban gombaölőszerben nagymennyiségű Cu- és Zn-szulfátot permeteztek ki, akár mérgező mennyiség is előfordulhat. A Cu túlsúlya Mo-hiányt indukálhat. A B és a Mo

hiánya a savanyú kilúgzott, kolloidszegény talajokon gyakori. Mindkét elem a NO_3 -hoz hasonlóan mobilis és száraz években a földfeletti növényi részekben a transzspirációs vízzel könnyen felhalmozódik. Levéltrágyák (Mo a pillangós, B főképpen a burgonya, a répa) alkalmazása a Nyugat-Dunántúl egyes talajain talajtrágyázás hiányában a szántóföldön is indokolt lehet.

ÖSSZEFOGLALÁS

A levéltrágyázás előnyeit és hátrányait áttekintve az alábbiak állapíthatók meg, kitérve a módszer szerepére, jelentőségére, illetve jövőbeni szerepére a növénytáplálásban:

1. 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.
2. A levéltrágya közvetlenül a felhasználás helyére, a levélsejtekbe kerülhet, hatását azonnal kifejtheti a talaj kikapcsolásával (lekötődés, kilúgzás, antagonizmusok, aszály akadályozta felvétel). Mélyen gyökerező állókultúráknál a hiány megszüntetésére gyakran nincs is más lehetőség, mint a többszöri permetezés a hiányzó elem oldatával. Aszályos időben is fenntartható kevés vízzel a tápanyagfelvétel.
3. Ideális körülmények között a tápelemhasznosulás 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.
4. 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. 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.
5. A levéltrágyázással szemben túlzott várakozások alakultak ki a kereskedelmi propaganda nyomán az elmúlt évtizedekben. Szántóföldön a legtöbb növény makro- és mikroelemekkel szembeni szüksége 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.

IRODALOM

- Elek É.* – *Kádár I.* (1980): Állókultúrák és szántóföldi növények mintavételi módszere. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest.
- Ferencz V.* – *Nagymihály F.* – *Mérei Gy.* (1964): Permetezőtrágyázás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Husz B.* (1941): A beteg növény és gyógyítása. Kir. Magyar Természettud. Társulat. Budapest.
- Kádár I.* (1987). A növénymintavétel alapelvei és technikája. Növénytermelés. 36:395–404.
- Kádár I.* (1998): Növényanalízis jelentősége és alkalmazhatósága a racionális tápanyaggazdálkodásban. Agrofórum. 9. évf. 13. sz. 52–55.
- Kádár I.* – *Csathó P.* (2002): A P x Zn kölcsönhatás vizsgálata kukorica monokultúrában. In: XVI. Országos Környezetvédelmi Konferencia, Siófok. 161–169.
- Kerpely K.* (1913): Dohánypermetezés kálisó oldattal. Köztelek. 23:3330–3331.
- Pecznik J.* (Szerk. 1976): Levéltrágyázás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Thaer, A.* (1809-1821): Az ésszerű mezőgazdaság alapjai. A trágyázásban. Szerk.: *Kádár I.* (1996). MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete. 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.