

SZEMLE

A permetező trágyázás

A termésátlagok növelése és a gazdaságosabb termelés érdekében folytatott harc világszerte előtérbe helyezte a műtrágyák eredményesebb felhasználásának problémáját és ezzel együtt a helyi adottságok és a növény tápanyagigényének az eddigiek-nél fokozottabb figyelembe vételét. A régi sablontól való eltérés egyik legjellegzetesebb iránya a különböző fejtrágyázási eljárások alkalmazása, melyek közül úgy elméleti vonatkozásai, mint gyakorlati értékénél fogva külön figyelmet érdemel a permetező trágyázás. Ennek lényege ma már közismert. Az elmúlt években hazai szakirodalmunkban is ezen trágyázási eljárásról több általános ismertető közlemény [37, 40, 41, 43, 82], céldokumentáció [61], valamint irodalmi összefoglaló [62] jelent meg, és több vitaértekezleten tárgyalták

meg az ezzel kapcsolatos hazai eredményeket és problémákat.

A módszernek a gyakorlatban történő elterjedésével azonban egyre több szakember kapcsolódik be ténylegesen az eljárás kísérleti munkájába is és így egyre nagyobb érdeklődés nyilvánul meg az eddig elért eredmények iránt. Ezek kielégítésére célszerűnek látszik egy, az eddiginél részletesebb, irodalmi ismertetés közzlése, melyből az érdeklődők megfelelő tájékoztatást és irodalmi utalást kapnak az esetlegesen felmerülő problémák részletesebb tanulmányozásához.

A célnak megfelelően az alábbiakban vázolom az eljárással kapcsolatos főbb problémákat, közölve a világirodalmi adatok alapján kialakult véleményt, megjelölve a legfontosabb ezekre vonatkozó közleményeket.

A permetező trágyázás rövid történeti áttekintése

Az első irodalmi adat 1844-ben GRIES K.-tól [cit: 83] származik, aki meszes talajon nőtt klorotikus növényeket vasszulfát oldattal permetezve azok klorozisát megszüntette. Ezzel tulajdonképpen bebizonyította, hogy az eddigi felfogástól eltérőleg a levelek nemcsak gázokat (O_2 , CO_2) és vizet, hanem szervesetlen sóoldatokat is felvesznek és hasznosítanak. Módszere a kertészeti gyakorlatban elterjedt [53, 68] és mindmáig használják.

MAYER [50] 1874-ben vízkultúrás kísérletben bebizonyítja, hogyha a búza, borsó és uborka növények leveleit 2,5%-os ammóniumkarbonát oldattal ecseteli, a növények N-hiányos tápoldatban is fejlődnek.

HILTNER [27] 1911-ben fehérmustár, szója és burgonya növényekkel végzett rendszeres kísérleteiben már N—P—K-olatokat használ és bebizonyítja, hogy

ezek permetezésének is gyakorlati jelentősége van.

Az úttörők közé tartozik KERPELY is [32], aki Hiltner kísérletei alapján 1912-ben dohánnyal végzett K-permetező trágyázási kísérleteket. A módszert eredményesnek, de nem gazdaságosnak minősíti.

A gyakorlati végrehajtásban mutatkozó technikai nehézségek miatt a fenti megállapítások ellenére hosszú ideig az irodalomban nem találni utalást a módszer használatával kapcsolatosan.

A probléma ismét 1930-ban vetődik fel Prjanisnikov intézetében, ahol DOMONOVICS és ZSELEZNOV [cit. 48] több növény levelén keresztül történő K- és Mg-felvételét tanulmányozták és megállapították, hogy a különféle növények különböző módon reagálnak a permetező trágyázásra. Bár gyakorlati következtetéseket nem vontak le

kísérleteikből, mégis ennek hatására 1932-ben a harkovi mezőgazdasági intézet növényfiziológiai tanszékén rendszeres és kiterjedt kísérletekbe kezdtek a kérdés gyakorlati értékének tisztázása érdekében. Az intézet két munkatársának MACKOV és FARFELJ-nek munkássága folytán a kérdés a Szovjetunióban előtérbe került. Amint a közleményekből kitérnek (lásd Mackov irodalmi hivatkozásait [47]) a laboratóriumi kísérletek a háború éveiben sem szüneteltek, igazi lendületet azonban csak annak befejezése után kaptak.

A gépesítés előrehaladtával, a kísérletek száma ugrásszerűen megnövekedett és különösen két irányban mélyültek el. Egyrészt a mikroelemek ezúton történő pótlása, másrészt a fokozott P-ellátás érdekében. Ez utóbbi JAKUSKIN [30] koncepciója alapján különösen a cukorrépánál és a gyapotnál került nagy területeken alkalmazásra, a növény tenyészidejének megrövidítése céljából.

A Szovjetunióban elért eredményeket legrészletesebben MACKOV 1957-ben megjelent összefoglaló műve ismerteti [48], azonban ezenkívül számos cikk és könyv foglalkozik általánosságban a kérdéssel [46, 55, 56, 65, 70, 80].

Eltérőleg a Szovjetuniótól, ahol a gyakorlat követelményének megfelelően a módszert elsősorban a szántóföldi termesztés szolgálatába állították és a szocialista nagyüzemek lehetőségeinek kihasználása folytán, hatalmas területeken igyekeztek hasznosítani, Amerikában a termesztők főleg az intenzív gyümölcstermesztésben használják. A gyümölcsfák védelmi célokból történő többszöri permetezése, azok egyébként körülményes trágyázási lehetőségei, valamint az óriási lombfelület miatt egyaránt igen ésszerűnek látszik a módszer kínálta közvetlen trágyahatásokat kihasználni. Az USA-ban 1940-től kezdődően főleg az N és az egyes mikroelemekkel (Fe, Zn, Mn, Cu) végzett kísérletek száma nőtt rohamosan. Nitrogénforrásként főleg karbamidot használnak, ami magas N-tartalma, oldékonysága és az alkalmazott koncentrációban oldatának kisebb perzselési veszélye miatt különösen előnyös erre a célra.

Ezen kísérletek bibliográfiáját és elemenkénti csoportosítását a [5, 10, 14, 51, 66, 71] hivatkozási számú közlemények tartalmazzák.

Közép- és nyugat-európai országokban számos, a lombozaton keresztül történő tápanyagfelvétel hatásmechanismusát tárgyaló cikk mellett alig történt valami a gyakorlati felhasználás érdekében. Néhány közlemény általános jellegű ismertetést tartalmaz saját adatok nélkül [9, 14, 33, 81].

GEERING [24] kísérleti adatokra támaszkodva megállapítja, hogy svájci körülmények között főleg a mikroelemek pótlására jöhet számításba, tekintettel arra, hogy a makroelemek permetezése viszonyaik között nem rentabilis.

SCHLAGER [69] az osztrák viszonyok között csupán a gyümölcsösökben a védekezéssel együtt végrehajtva tartja célszerűnek alkalmazását.

Ugyancsak a gyümölcsösök trágyázásának kiegészítésére ajánlja a módszert TROCME [76] azon igen kedvező eredmények alapján, amit Franciaországban mikroelemekkel ért el.

Hazánkban a permetező trágyázási kísérletek — eltekintve KERPELY már ismertett kísérleteit [32] — 1950-ben kezdődtek el. KUTHY és munkatársai [36] a gabonaneműek késői N-fejtrágyázását műtrágya oldattal végezték el, miközben az oldat természetesen magára a növényre is rákerült. Az első szovjet irodalmi adatok birtokában az Agrokémiai Kutató Intézet és az Agrártudományi Egyetem kémiai tanszéke tervszerű kísérletsorozatba kezdett 1951-ben és azóta a burgonya, cukorrépa [57], kalászosok [21, 35, 38, 39, 42, 44], lucerna és szőlő [60] növényekre a gyakorlatban is többszörösen bevált módszereket dolgoztak ki, és számos más növényfélésegre a kidolgozás folyamatban van.

A nagyüzemi kísérleteket az FM Mezőgazdasági Szervezési Intézet szervezésében és felügyelete alatt 1960-tól számos állami gazdaságban végzik. Az eredményekről az intézet külön kiadványokban számolt be [52, 63, 64].

Ennek ellenére általánosan elfogadott elnevezése még nem alakult ki. Azonos fogalmat fejeznek ki a „Levéltrágyázás” [82], „Levélen keresztüli trágyázás” [40], „Permettrágyázás” [61, 62], „Permetező-trágyázás” [21], vagy a gyakran elhangzó „Gyökéren kívüli fejtrágyázás”, ill. „Lombtrágyázás” kifejezések, utalva ezen fej-

trágyázási eljárás lényegére ti., hogy a megfelelően diszpergált anyag a levélen keresztül hat. A módszernek a gyakorlatban történő terjedésével párhuzamosan, világszerte egyre nagyobb figyelmet fordítanak.

A permetező trágyázás irodalmát átolvasva a módszer gyakorlati értékelése röviden az alábbiakban foglalható össze:

1. A növények azon tulajdonsága, hogy lombozatukon keresztül, a gyökérhez hasonlóan, képesek az anyagfelvételre, a gyakorlati termesztés szolgálatába állítható. Ezen a révén a termés mennyisége és minősége egyaránt befolyásolható.

2. Tekintettel arra, hogy a lombozaton keresztül a növény makroelem-igényének gazdaságosan csupán egy töredéke (kb. $1-2\frac{1}{10}$ -a) biztosítható, a módszer csak kiegészítő trágyázásként jöhet számításba.

3. A mikroelemek csaknem teljes mennyisége biztosítható a lombozaton keresztül.

4. A lombozaton keresztül történő tápanyag felvétel közvetlenül befolyásolja a növény életfolyamatait, ezért hatása nagyobb, mint ugyanannyi gyökéren keresztül felvett „tápanyag”. Éppen ezért a felhasználásra kerülő anyagok, azok mennyiségei és alkalmazásuk időpontja csak a cél és a körülmények figyelembevételével történhet.

Ennek megfelelően fokozottan fennáll a negatív hatás veszélye.

5. Az egyes elemek elvileg bármilyen vízben oldható sójuk formájában felhasználhatók, de gyakorlatilag a kísérő ionok és pH viszonyok nagymértékben befolyásolják az eredményt.

Az egyes tápanyagok külön-külön és együttesen is alkalmazhatók.

6. Esetenként egy munkafolyamatban végezhető a védekező permetezéssel, tehát igen gazdaságos.

A fenti megállapítások értelmében a permetező trágyázás egy olyan trágyázási módszernek bizonyult, melynek az alábbi vitathatatlan előnyei vannak:

a) A tápanyagok a növény igényeinek, ill. a termés szempontjából a legmegfelelőbb arányban és időben adagolhatók.

b) Kiküszöböli a talajba való megkötődés és kimosás veszélyét, tehát a műtrá-

gyák leggazdaságosabb felhasználási mód-szere.

c) Hatása közvetlen, kevésbé függ a csapadékviszonyoktól.

d) Sok esetben összekapcsolható a védekező permetezéssel.

Ezen gazdag lehetőségek kiaknázására azonban csakis az egyes növényfajták tápanyagigényének, az egyes fejlődési szakaszok követelményeinek, valamint az anyagcsere folyamatok ismeretében lehetséges, s így ezen trágyázástechnikai eljárás sablon-szerűen nem alkalmazható. Minden növényfajta külön-külön kell kidolgozni az eljárást a célnak megfelelően megállapítva a kezelési időpontjait, az oldat összetételét és mennyiségét stb.

A permetező trágyázás módszerének kidolgozásában — annak nagy gazdasági jelentősége miatt — a gyakorlati szempontok érvényesültek és meglehetősen hosszú ideig a hatásmechanizmusra vonatkozó elméleti kutatások háttérbe szorultak. Az utóbbi 10 évben azonban az elért eredmények nyomán a figyelem mindjobban rátérrelődött azokra a problémákra, amelyek a módszer finomítása, és hatóságosabbá tétele szempontjából feltétlenül megoldásra várnak. Ilyenek a felvételt befolyásoló tényezők megismerése és azok befolyásolási lehetőségeinek tanulmányozása, valamint az anyagcsere befolyásolásának azon lehetőségeit kutatni, melyek a termésképzést az elérni kívánt irányba segítik. Ezen a téren különösen a radioaktív izotópok jelentettek nagy segítséget és jórészt ezek révén ma már a felvétel és a hatásmechanizmus sok részlete általánosan ismert. Azonban az egyes növényfajok és fajták leveleinek különböző anatómiai felépítése, valamint az anyagcsere különbségek miatt az általánosítás csak bizonyos fokig lehetséges.

Az ezen a téren tett fontosabb megállapításokat az irodalmi adatok alapján röviden az alábbi csoportosításban ismertetem:

1. Az oldatokból történő tápanyag felvétel a levélen keresztül.

2. A levélen keresztül felvett tápanyagok mozgása a növényben.

3. A tápanyagok levélen keresztüli felvételét és diszlokációját befolyásoló tényezők.

4. A levélen keresztül felvett tápanyagok hatásmechanizmusa.

1. Az oldatokból történő tápanyag felvétel a levélen keresztül

A növények gyökéren kívüli tápanyagfelvétele akárcsak a gyökéren keresztül történő felvétel, vagy a levelek víz és CO_2 megkötése, ill. felvétele, fizikai, fizikokémiai, kémiai, biokémiai és fiziológiai folyamatok által meghatározott tevékenység. A több vonatkozásban érvényesülő kölcsönös hatások miatt rendkívül bonyolult folyamat, melyről a modell-kísérletekből szerzett ismeretek alapján egyelőre csak hézagos és gyakran ellentmondó nézetek alakultak ki.

Ennek oka jórészt az a metodikai nehézség, ami a tulajdonképpeni felvétel tanulmányozásánál jelentkezik. A levélre vitt és azon maradó anyag és a növény által felvett része fedik egymást és ez utóbbi csupán a diszlokációval együttesen vizsgálható. Ez a nehézség változatlanul fennáll a radioaktív izotópok alkalmazásánál is.

Az eddigi vizsgálatokadatai azt mutatják, hogy a levelek oldatokban történő tápanyagfelvételének mechanizmusa alapjaiban megegyezik a gyökéren keresztül történő tápanyag felvétellel [45, 48, 83]. Főszerepe itt is az ion cserének és az aktív abszorpciónak van, de a folyamat bizonyos mértékű reverzibilitása a diffúzió szerepét is igazolja [78].

Lényeges különbséget mutat az a tény, hogy a levelek felületét különböző vastagságú kutikula (esetleg ezenkívül viaszréteg is) fedi, ami kisebb-nagyobb mértékben hátráltatja a folyamatot. Az oldatok áthatolása a kutikula anyagán, törésein és repedésein azonban sokkal nagyobb mérvű, mint azt régebben gondolták [59]. Az epidermisz szövet megduzzadásakor a kutinvázat fedő lemezek egymástól eltávolodva lehetőséget szolgáltatnak az oldatok közvetlen behatolására, míg a hidratáció csökkenésekor az ellenkező hatás érvényesül. A sztómák szerepe az oldott anyagok felvételében a régebbi elképzelésekkel ellentétben [48] másodrenű [79], azonban a felületi feszültséget csökkentő anyagok használata esetében számuk bizonyíthatóan befolyásolja a felvétel intenzitását és sebességét [28]. A hidatódák, melyekben újabban kétirányú folyadékáramlást figyeltek meg [16], esetenként szintén közrejátszhatnak a felvételen, bár elhelyezkedésük a

levél felületén ebből a szempontból nem kedvező.

A levélszőrök, a vékonyfalú epidermisz-sejtek révén, közvetlenül is részt vesznek a felvételen [18]. A tulajdonképpeni felvétel első szakasza elektrolitok esetében a kicserélődési adszorpció, amely az elnyelő felületen igen gyorsan végbemegy, majd ezt követi az „aktív” felvétel”, melyre vonatkozóan ugyanazok az elképzelések, mint a gyökéren keresztüli felvétellel [11, 20, 77]. A nem elektrolitok esetében feltehetően szervesen ionok közrejátszásával intermedier vegyületek képződnek (mint pl. a cukrok esetében a cukorfoszfátok), melyek abszorpciója most már az ionokéval azonosan megy végbe. A továbbiakban a főszerepet valószínűleg az ún. „ektodezmata” és „plazmadezmata” plazmahidak játsszák [22, 45]. Ezek az epidermisz-sejtek külső falát azok protoplazmájával, ill. az egyes sejtek protoplazmáit összekötő plazmafonalak lehetőséget biztosítanak az oldatok aránylag szabad mozgásának. Ezen plazmaképződmények részletes tanulmányozása még nem történt meg, azonban azt máris megállapították, hogy nagyfokú változást mutatnak növényfajok, fiziológiai állapot, kor és napszak szerint [22]. Ezen változások jobb megismerése feltehetően nagymértékben elősegítik majd elsősorban a levélen keresztül felvett tápanyagok diszlokációjának, de magánál a felvételnél tapasztalható jelenségek értelmezését is.

Mindazon elemeket, amelyek a gyökéren keresztül a növénybe juthatnak, a levelek is felveszik [13] és a felvétel szelektivitására vonatkozóan is kb. ugyanez állapítható meg.

A felvételen az aktív jelleg dominál, amit bizonyítanak az anyagcsere inhibitorokkal végzett kísérletek [2, 12, 83], melyekben úgy a felvétel, mint a diszlokáció mértéke jelentősen befolyásolható, — egyes esetekben pozitív — máskor negatív irányban.

A felvétel — beleértve a kutikulán történő áthatolást is — az eddigi tapasztalatok szerint gyorsabb a kationok, mint az anionok esetében [79].

Általában megállapítható, hogy a levélen keresztül történő felvétel mechanizmusával kapcsolatosan is ugyanazok a prob-

lémák, mint a gyökéren keresztül történő felvételnél. A levelek is — különösen a fiatalabbak — szerkezetileg jól felszerelt

szervei a növényeknek és ha korlátolt mértékben is, de alkalmasak az oldatokból való tápanyag felvételére.

2. A levélen keresztül felvett tápanyagok mozgása a növényben

Bár a levélen keresztül felvett növényi tápanyagok mozgásával igen sokan foglalkoztak, tiszta kép mindeddig nem alakult ki ezen folyamatról. Mindjobban az a nézet alakul ki, hogy — akárcsak a felvételnél — lényegbevágó különbség ezen a téren sincs a gyökéren és a levélen keresztül abszorbeált anyagok között.

Radioaktív izotópokkal végzett kísérletekben megállapították, hogy az alkalmazás helyéről való elmozdulást elsősorban az anyagcserében való felhasználódás mértéke befolyásolja és az zömmel a hánceszöveten keresztül az asszimilátákkal együtt történik [7, 8, 84]. Bizonyos idő után a felvett anyag a xilém sejteiben is kimutatható, ahová kisebb részben közvetlen áthaladás (laterális transzlokáció) révén, de főleg a gyökéren áthaladva jut [49]. Az elmozdulás mértéke a fiatal növényi részek intenzívebb anyagcseréje miatt, nagyobb a csúcsok felé, mint a gyökér irányába. A diszlokációban az aktív és passzív jelleg egyaránt bizonyítható [26, 83]. A pusztán kicserélődési folyamatok is nagy szerepet játszanak, pl. a radioaktív izotópoknak a növény egyes részei között történő megoszlásánál [49]. Az egyes levelek által felvett tápanyagok megoszlának a szomszédos levelek között [72], azonban a teljesen egyenletes megoszlás a növényben csupán a gyökerek közvetítése útján történik meg [31, 75]. Feltehetőleg a levélen keresztül felvett anyag a gyökér felé csak abban az esetben mozdul el, ha mennyisége meghaladja a helyileg felhasználható értéket [6].

Az aktív transzportnak megfelelően a felhalmozódás különösen a fiatal és igen élénk anyagcserét végző növényrészekben következik be és nagymértékben függ a felvett tápanyagnak a növény életfolyamataiban betöltött szerepétől [3, 21, 38, 48, 72].

A levélen keresztül felvett elemek mozgása nagymértékben különbözik egymástól. BUKOVAC és WITTEW [13] csoportosítása szerint az alkali fémek, a halogének, a kén és a foszfor mozgékonyak, az alkáli földfémek alig mozdulnak el a felvétel helyétől, míg a különböző nehézfémek átmenetet képeznek a fenti két csoport között. A valóságban az alkáli földfémek is áthelyeződnek a növényekben, azonban az elmozdulás mértéke a növény biológiai sajátosságától függ [54]. Ha az sok szerves savat tartalmaz (pl. a mahorka), akkor ezek azonnal megkötik, ellenkező esetben akropetális irányban napi néhány centiméteres elmozdulás tapasztalható. (A burgonyanövényben pl. napi 2 cm [73]). Bizonyos anyagok jelenlétében (trijódbenzoesav, dietiléter) a fenti kationok mozgékonyasága növekszik, valószínűleg egy mobilsabb komplex képződése révén [12]. A különböző ionok bazopetális irányban történő mozgása feltétlenül kapcsolatban van az asszimiláták ilyen irányú mozgásával, melyekkel labilis vegyületeket alkotnak [49]. A mozgás a sejtek légzési energiájának felhasználásával történik, mint ezt KURSZANOV és munkatársainak vizsgálatai bizonyítják [34].

3. A tápanyagok levélen keresztül történő felvételét és diszlokációját befolyásoló tényezők

A levelek oldatokból történő tápanyag felvételét, valamint a felvett anyag diszlokációját számos belső és külső körülmény befolyásolja. A befolyásoló tényezők egymásrahatása miatt igen nehéz általános érvényű megállapításokat tenni, azonban a rendelkezésre álló kísérleti anyag bizonyos összefüggéseket kétségtelenül igazol.

A legfontosabb befolyásoló tényezők az alábbiak szerint csoportosíthatók:

Fizikai és kémiai tényezők:

- a) A levélre vitt anyag.
- b) A pH viszonyok.
- c) A koncentrációs viszonyok.

Biológiai és biokémiai tényezők :

- d) A növényi anyag.
 e) A növény fejlődési foka.
 f) A növény tápanyag ellátottsága.

Külső tényezők :

- g) Hőmérséklet.
 h) Páratartalom.
 i) Napszak.
 j) A felvitel módja.

A már említett metodikai nehézségek miatt, ezen tényezőknek a felvételre és diszlokációra külön-külön kifejtett hatása nehezen választható szét és ezért célszerűnek látszik ezeket összefontan tárgyalni. Az ezen a téren tett fontosabb megállapítások a következőkben összegezhetők:

Fizikai és kémiai tényezők

A növény levelére vitt különböző anyagok behatolási és mozgási sebessége igen eltérő. Ezt a „tulajdonságot”, mely számos kölesönös hatás eredménye, elsősorban az oldott anyag fizikai és kémiai tulajdonságai szabják meg. Ezt indokolják azok az adatok, melyek ugyanazon kationok és anionok különböző vegyületeikből történő felvételére vonatkoznak [1, 25, 33, 58].

A felvételben szerepet játszó fizikokémiai folyamatok, mint pl. a diffúzió és adszorpció, jól meghatározott törvények alapján, már a tulajdonképpeni felvétel előtt jelentős különbségeket okoznak az egyes vegyületek esetében. Így a diffúzió sebessége függ a diffundáló részek (molekulák, ionok) tömegétől, térfogatától, az anyag higroszkóposzától, ill. az oldat beszáradási idejétől; az adszorpció pedig adott adszorbens esetén az ionok töltésétől, azok liotrop sajátosságaitól és az adszorbenshez viszonyított beépülési képességtől [15]. (A H^+ és az OH^- ionok valamennyi kation, ill. anion között a legnagyobb mértékben adszorbeálódnak.) A fenti szorosan vett anyagi sajátosságok mellé adódnak a növény anyagcsere folyamatával kapcsolatos kölesönös hatások, melyek nemcsak növényenként, hanem esetenként is változnak és melyek együttesen a diszlokáció mértékével jellemezhetők.

A gyakorlatban — elsősorban a mért hatás alapján — a makroelemek reálisan számbajöhető vegyületei között az alábbi

sorrendet állapították meg [33], az N és P esetében zab, a K vegyületekre vonatkozóan pedig bab növényen:

N: $NH_3NO_3 > KNO_3 > CO(NH_2)_2 >$

$NaNO_3 > (NH_4)_2SO_4 > NH_4Cl$

P: $Mg(H_2PO_4)_2 > NH_4(H_2PO_4) >$

$KH_2PO_4 >$ szuperfoszfát $>$

$(NH_4)_2HPO_4 > K_3PO_4 > K_2HPO_4$

K: $KNO_3 > KCl > KH_2PO_4 > K_2SO_4$

A sorrend a növényfajtól függően változik, ezt igazolják pl. az almával végzett vizsgálatok [75], melyben a karbamid bizonyult a legeredményesebb N forrásnak, míg a P vegyületek közül az $(NH_4)_2HPO_4$ adta a legjobb eredményt [4, 19].

A levél érzékenysége elsősorban faji tulajdonság, de nagymértékben függ a levelek korától is és a permet diszperziós fokától. A fiatal levelek érzékenyebbek, mint a vastagabb kutikularéteggel fedett idősebbek; és az oldat diszperzitásának növekedésével az érzékenység csökken.

Általában megállapítható, hogy a kétszikű növények jóval érzékenyebbek az egyszikűeknél. Irodalmi adatok alapján [14] érzékenységük szerint a növények három kategóriába sorolhatók:

Igen érzékenyek : a bab, uborka, paradicsom, kukorica, alma, körte, cseresznyefélék (általában a gyümölcsfák).

Közepesen érzékenyek : a burgonya, káposzta, saláta, répafélék, lucernafélék.

Kevésbé érzékenyek : a gabonafélék, fűvek, (általában az egyszikűek).

A levélre vitt oldat kémhatásának és ennek, a későbbiek folyamán beálló változásainak, két szempontból is nagy jelentősége van. Egyrészt a különböző növényfajok levelei nem egyforma mértékben ellenállók a szélsőséges pH értékekre, másrészt az egyes ionok adszorpcióját és felvételét igen nagymértékben befolyásolja a közeg kémhatása.

A növények általában jobban tűrik a savanyú, mint a lúgos kémhatást. A 3,5—8,0 pH közötti intervallumban általában nem történik perzselés még akkor sem, ha a levél felületén összefolyások révén nagyobb eseppek alakulnak ki. Ezen pH határokon

kívül a legtöbb növényen átmeneti, vagy maradandó elváltozás következik be, melyek súlyosabb esetben az egész levél elhalásához vezethetnek.

Az oldat kezdeti kémhatása mellett igen nagy jelentősége van a beszáradás révén bekövetkező pH változásnak, valamint az anionok és kationok nem azonos mértékben történő felvétele miatt előálló ún. fiziológiai pH eltolódásoknak [67], amelyek úgy a tiszta, mint a keverék oldatokban bekövetkeznek. Tekintettel arra, hogy a felvétel sebessége és így a fiziológiai pH eltolódás számos olyan belső és külső faktortól függ, melynek komplex hatása kvantitatíve előre ki nem számítható, egyedüli célravezető megoldás, minden növény esetében az oldatok megfelelő koncentrációjának előzetes kikísérletezése és egy megfelelő biztonsági hányad leszámítása.

A pH érték nagymértékben befolyásolja az egyes ionok felvételét; általában a sávyú közeg az anionok, a lúgos a kationok felvételének kedvez.

A *P-felvételre* a legalkalmasabb a 2—3 pH közötti intervallum [58, 79, 83]. A közeg pH értékének emelkedésével a felvétel mértéke rohamosan csökken. Relatív értékben kifejezve: ha 2,7 pH-nál 100, akkor 4,5 pH-nál 48, 7,8 pH-nál 37 [58].

Az *N források* közül az irodalomban főleg a karbamiddal foglalkoznak, amely gyakorlatilag a legalkalmasabb vegyület az N levélen keresztül történő adagolásra, elsősorban magas N %-a miatt (46%). Bár hatása az ureáz aktivitás mértékétől függ, a gyakorlati tapasztalatok szerint ez nem korlátozza általános használhatóságát. Optimálisan 5, ill. 8 pH-nál hat [67], ahol a kettős maximumot nyilvánvalóan az enzimikus bomlás és a megfelelő adszorpciós viszonyok által megkívánt kettős feltételek okozzák.

A nitrátok, elsősorban az ammónium-nitrát, kezdetben közel semleges kémhatású tiszta oldata a fiziológiai savanyodás miatt igen veszélyes, ezért használata csak keverék oldatokban, vagy pedig megfelelő kísérőanyagokkal együtt (mint pl. a pétéisóban) ajánlatos.

A *K⁺-felvételének* legjobban a 8 pH körüli kémhatás felel meg [83], ami a káliumsók tiszta oldata esetében az elsavanyodás következtében csak átmenetileg biztosítható.

A levélre vitt oldatok koncentrációs viszonyai általában igen gyorsan változnak. A cseppek beszáradásával nő a viszkozitás és ezzel csökken a felvehetőség mértéke is. Ezt a csökkenést első közelítésben a következő exponenciális függvény fejezi ki [31]:

$$h = h_0 e^{-Kt},$$

ahol h_0 = a felvehetőség t = időben, h = felvehetőség t -idő eltelte után. K = konstans, amely a beszáradási sebességtől, az oldat koncentrációjától, a növényi anyagtól stb. függ.

A beszáradási sebességet is számos körülmény szabja meg, pl. a csepp nagysága, az oldott só higroszkóposága, a levegő hőmérséklete és páratartalma, a növényfelület hőmérséklete, a levegőmozgás stb.

Ezen tényezők közül elsősorban a csepp nagysága, azaz a porlasztás mértéke az, ami a permetező trágyázás gyakorlati keresztülvitelénél változtatható és ami bizonyos határok között az oldat koncentrációját is megszabja.

A gyakorlatban az oldat víztartalma olyan gyorsan elpárolog, hogy a sófelvételt alig segítheti elő. Ezt csupán a higroszkóposan megkötött nedvesség teszi lehetővé, aminek jelenléte vagy hiánya döntően befolyásolja a permetező trágyázás hatását [1, 47].

Ebben a tekintetben az egyes műtrágyák között igen lényeges különbség van, mint azt az alábbi adatok igazolják [23].

A fontosabb műtrágyák által megkötött higroszkópos víz: %

Chilei salétrom.....	7 ⁰ / ₀
Mészsalétrom	55 ⁰ / ₀
Kálisalétrom	4 ⁰ / ₀
Ammóniumsulfát	igen kicsi
Ammóniumnitrát	32 ⁰ / ₀
Pétisó.....	28 ⁰ / ₀
Szuperfoszfát	2,5 ⁰ / ₀
40 ⁰ / ₀ -os kálisó	3,5 ⁰ / ₀
kénsavas káli	0,5 ⁰ / ₀

A kipermetezett víznek tehát elsősorban az oldott, vagy szuszpendált anyagnak a levél felületén történő egyenletes megosztásában van szerepe. Ez természetesen a minél magasabb fokú porlasztást feltételezi és kizárja az összefolyásokat és ezzel bizonyos helyeken — többnyire a

levélperemeken — bekövetkező akkumulációt előidéző nagy cseppeket.

Ezzel a feltétellel szemben áll viszont az a kíváncsi, hogy a megengedett határok között a lehető legtöbb hatóanyag kerüljön a levélfelületre anélkül, hogy azt többszöri menetben kelljen a növényre vinni.

A gyakorlatban a rendelkezésre álló gép, valamint a fenti szempontok figyelembevételével, ésszerű kompromisszummal oldják meg a problémát — az előkísérletek eredményei alapján.

Biológiai és biokémiai tényezők

A biológiai tényezőket elsősorban a növényi anyag és a növény fejlődési foka határozza meg. Az előbbi a levélfelületet fedő kutikularéteg permeabilitása, az utóbbit az élettani folyamatok intenzitása által jellemzett élettani kor határozza meg. A felvétel általában legintenzívebben a növény rohamos fejlődési periódusaiban, amikor az életfolyamatok maximális mértékben igénylik a növényi tápanyagokat.

A biokémiai tényezők a növény által felvehető tápanyag mennyiségben jutnak kifejezésre. A növény egyes fejlődési szakaszában az anyagcsere folyamatok iránya adott és azok mértékét az egyes befolyásoló tényezők — köztük a növényi tápanyagok mennyisége és aránya szabja meg. Ez a tény az alapja annak az általános tapasztalatnak, hogy a levélre juttatott tápanyagok közvetlen hatása rendkívül nagy mértékben nyilvánul meg. A felmerülő igényekhez való alkalmazkodás a növény fejlődésének és növekedésének csupán fokozott mértékét eredményezi, anélkül, hogy annak irányát befolyásolná. Ez esetben a kontrollhoz viszonyítva nagyobb, de összetételében változatlan termés várható. Más a helyzet akkor, ha a levélen keresztül adagolt tápanyagok mennyiségei és arányai valamilyen irányban kimozdítják a növényt az eredeti fejlődési vonalából. Ebben az esetben a kontrolltól eltérő összetételű és attól mennyiségben is különböző termés alakul ki. Ez az eltérés, tudatosan irányítható, s így szinte beláthatatlan lehetőségeket nyújt a módszer alkalmazása a növény, ill. a termés minőségének befolyásolására [21, 35, 38].

Természetesen ugyanígy fennáll a kedvezőtlen hatás lehetősége is. Ez jut kifejezésre azokban a gyakran teljesen elütő eredményekben, amelyek az alkalmazás időpontjától és az alkalmazott tápanyag mennyiségétől függően a növény, ill. termés mennyiségében és összetételében nyilvánul meg. Az eddigi kísérleti tapasztalatok szerint tehát, a levél felületére vitt növényi tápanyagok abszorbeálódnak függetlenül attól, hogy a növény optimális igénye ezen tápanyagokból kielégített vagy sem.

Külső tényezők

A külső tényezők, ún. a levegő hőmérséklete, páratartalma, napszak stb. hatása elsősorban a felvétel intenzitását szabályozzák döntő mértékben, a felvételhez nélkülözhetetlen nedvesség viszonyok közvetlen befolyásolása révén, bár kétségtelenül ezen faktorok a növény életfolyamatainak keresztül is hatnak. Az irodalomban számos megállapítás és gyakorlati tanács szerepel, anélkül azonban, hogy számszerű adatokkal volnának alátámasztva. Ez különösen a napszakra áll, melyre vonatkozóan a hajnali és napnyugta utáni időpontokat jelölik meg a permetező trágyázás optimális végrehajtási idejeként [48]. Tekintettel azonban az időkorlátozás hátrányaira, a gyakorlatban ettől a megkötöttségtől általában eltekintenek.

Mint igen lényeges faktor külön megemlítenő az oldat felvitel módja. A levél felületét borító oldat különbözőképpen fejti ki hatását, ha egymástól jól elhatárolt cseppekben, vagy pedig összefolyó nagy felületeken helyezkedik el. Ez utóbbi esetben az összemosódás révén általában az anyag egy helyre koncentrálódik és így a felvétel, ill. hasznosulás szempontjából igen kedvezőtlen viszonyok jönnek létre. Ez legtöbbször a levél szélein következik be, ahol zsugorodás, perzselés, ill. az asszimiláló felület csökkenése következik be.

A felvitel szempontjából legelőnyösebb a nagyvonalú finom cseppmegoszlás, mely révén az egységnyi felületre a legnagyobb anyagmennyiség vihető fel perzselési veszély nélkül.

4. A levélen keresztül felvett tápanyagok hatásmechanizmusa

A levélen keresztül felvett anyagok megelépedően nagy hatásukat az anyagcsere folyamatokba történő közvetlen bekapcsolódásuk révén fejtik ki. Bár a hatásmechanizmus részletei még nem ismertek, az eddigi kísérleti adatok kétségtelenül igazolják a főbb fiziológiai folyamatokra, a fotoszintézisre, légzésre, az enzimszerek működésére, a megtermékenyítésre gyakorolt közvetlen hatást. Az adatok leg részletesebb összefoglalóját MACKOV már többször idézett közleményei [48, 49] és SKONDE [70] cikkgyűjteménye adja.

Általános tapasztalat, hogy a permetező trágyázás hatására a növények színe átmenetileg (7—10 napig) elmélyül, ami a klorofill tartalom növekedését igazolja. Számos kutató megállapította, hogy ez a növekedés bár némi időeltolódással, a fotoszintézis intenzitásának 30—40%/o-os növekedésével jár [17]. Ez a hatás bizonyos mértékig független a levélre vitt anyagtól, és így abban nyilvánvalóan szerepet játszik a pusztán mechanikai serkentés folyamata is.

C^{14} -gyel végzett vizsgálataink szerint a közvetlen hatás már az első 20 percben a levélre adott ionok hatására egyöntetűen a fotoszintetizáló tevékenység esőkenésével jelentkezik. Ezen átmeneti állapot alatt is azonban az anyagcserefolyamatok a szintézis irányában hatnak, amit a szénhidrátokba és fehérjékbe beépült jelentékeny C^{14} mennyiség igazol. A fotoszintézis üteme — a körülményektől függően — néhány óra után nyeri vissza eredeti értékét, majd azt követően fokozódik.

A légzés intenzitása szintén nő, bár ennek mértéke nem éri el a fotoszintézis növekedésének szintjét. Azonnali változások az enzimszerek működésében tapasztalhatók [29] és a sejtkolloidok fizi-

ko-kémiai állapotában is, amelyek adott esetben kedvező következményekkel járnak a termés kialakítása szempontjából. Bizonyított tény, hogy a levélen keresztül felvett tápanyag elősegíti a gyökéren keresztül való felvételt [74, 83]. Növekedik a növény ellenálló képessége a különböző betegségekkel szemben, ami a nagyobb vitalitással magyarázható.

Ezen részhatások szerencsés összegeződése révén alakul ki az a gyakran feltűnő nagy hatás, ami a levélre vitt anyagok szorosan vett „tápanyaghatásával” nem indokolható. És mindezt csak fokozza az a tény, hogy a permetező trágyázás alkalmazásával az adott környezeti tényezők valamilyen fogyatékoságán módunkban van javítani.

Bár a permetező trágyázás módszerét elvileg bármilyen növénynél alkalmazni lehet, gyakorlatilag csupán azok jöhetnek számításba, amelyeknek az alkalmazás időpontjában már megfelelő lombfelületük van, s melyek permetezése technikailag nem ütközik nehézségbe. Ennek megfelelően alakultak ki azok a gyakorlati alkalmazások, melyek főleg a burgonya, cukorrépa, kalászosok, a pillangós takarmánynövények és a különböző gyümölcsfák, valamint a szőlő esetében gazdaságosak. Hazánkban az évek óta végzett kísérletek igazolták a külföldi eredményeket és ma már több gazdasági növény esetében hasznos termelési eljárásá váltak. Tulnóe ezen szemle keretében az egyes növényekre kidolgozott módszereket és azok irodalmát részletesen ismertetni, s így azt adandó alkalommal egy következő szemle cikk keretében tesszük.

FERENCZ VILMOS

Érkezett: 1963. július 12.

Irodalom

- [1] BARINOV, G. V. & RATNER, E. I.: Oszobennosztii posztuplenija vescesztv eserez lisztja pri vnekornevoj podkormke rasztenij. Fiziol. Raszt. **6**, 3. 324—332. 1959.
- [2] BARRIER, G. E. & LOOMIS, W. E.: Absorption and translocation of foliar applied phosphorus. Plant Physiol. **32**, 463—470. 1957.
- [3] BÁRTEFAY T.-NÉ: Foszforvegyületek alkalmazása a borsónövény fejlődése folyamán. Növénytermelés. **5**. 321—330. 1956.
- [4] BÁRTEFAY T.-NÉ: Levélen keresztül adott radioaktív foszfor felvételének tanulmányozása kukoricánövényen. Agrokémia és Talajtan. **10**. 479—492. 1961.
- [5] A bibliography on the application of plant nutrients by leaf spraying. Soils and Fert. **16**. 246—263. 1953.

- [6] BIDDULPH, O.: The diurnal variation in the translocation of minerals across bean roots. *Plant Physiol.* **28**, 356—370. 1953.
- [7] BIDDULPH, S. F.: Visual indications of S^{35} and P^{32} translocation in the phloem. *Amer. J. Bot.* **43**, 143—148. 1956.
- [8] BIDDULPH, S. F., BIDDULPH, O. & CORY, R.: Visual indications of upward movement of foliar applied P^{32} and C^{14} in the phloem of the bean stem. *Amer. J. Bot.* **45**, 648—653. 1958.
- [9] Blattbehandlungen bei Gemüsekulturen. *Zbl. Dtsch. Erwerbsgartenbau.* **8**, (10.) 2. 1956.
- [10] BOYNTON, D.: Nutrition by foliar application. *Ann. Rev. Plant Phys.* **5**, 31—54. 1954.
- [11] BÖSZÖRMÉNYI, Z. & CSEH, E.: Az anyagfelvétel kérdései. Felsőoktatási Jegyzet-ellátó Váll. Budapest. 1959.
- [12] BUKOVAC, M. J., WITTEW, S. H. & TUKKY, H. B.: Anesthetisation by diethyl-ether and the transport of foliar applied radio-calcium. *Plant Physiol.* **31**, 254—255. 1956.
- [13] BUKOVAC, M. J. & WITTEW, S. H.: Absorption and mobility of foliar applied nutrients. *Plant Physiol.* **32**, 428—435. 1957.
- [14] BURGHARDT, H.: Blattdüngung der Kulturpflanzen. *Angew. Bot.* **35**, 191—214. 1961.
- [15] BUZÁGH, A.: Kolloidika. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1951.
- [16] CURTIS, L. C.: Deleterious effects of guttated fluids on foliage. *Amer. J. Bot.* **30**, 778. 1943.
- [17] DOROHOV, V. L.: Vlijanie vnekornevüh podkormok na intenzivnoszt fotoszintezta. *Fiziol. Raszt.* **4**, 183—191. 1957.
- [18] DYBING, C. D. & CURRIER, H. B.: Foliar penetration by chemicals. *Plant Physiol.* **36**, 169—174. 1961.
- [19] EGGERT, R., KARDOS, I. T. & SMITH R. T.: The relative absorption of phosphorus by apple trees and fruits from foliar sprays, and from soil applications of fertilizer, using radioactive phosphorus as a tracer. *Proc. Amer. Soc. horticult. Sci.* **60**, 75—86. 1952.
- [20] EPSTEIN, E.: Mineral nutrition of plants: mechanism of uptake and transport. *Ann. Rev. Plant Phys.* **7**, 1—24. 1956.
- [21] FERENCZ, V.: A permetezőtrágyázás hatása a búza termés hozamára. *Növénytermelés.* **3**, 203—208. 1954.
- [22] FRANKE, W.: Ectodesmata and foliar absorption. *Amer. J. Bot.* **48**, 683—691. 1961.
- [23] GARRAU, J. G.: Les engrais. Dunod, Paris, 1955.
- [24] GEERING, J.: Blattbespritzung als Düngungsverfahren. *Mitt. Schweiz. Landw.* **4**, 7. 105—112. 1956.
- [25] GULJAKIN, I. V. & Judiceva, E. V.: Posztuplenie radioaktivnih izotopov v rasztenija cserez liszt'ja. *Dokl. AN SSSR.* **111**, 709—712. 1956.
- [26] GUSTAFSON, F. G.: Absorption of Co^{60} by leaves of young plants and its translocation through the plant. *Amer. J. Bot.* **43**, 157—160. 1956.
- [27] HILTNER, L.: Über die Ernährung der Pflanzen mit mineralischen Stoffen durch die Blätter. *Die Ernährung der Pflanze.* **8**, 1912.
- [28] HUMPHRIES, E. C.: Entry of nutrients into the plant and their movement within it. *The Fertiliser Society.* **48**, 36. 1958.
- [29] IKONENKO, T. K.: O vzaimosvjazi mezsdu kornevüm, vnekornevüm i vozdušnum pitaniem rasztenij. *Fiziol. Raszt.* **6**, 95—97. 1959.
- [30] JAKUSKIN, I. V. & EDELSTEIN, M. M.: Vnekornevaja podkormka szelszkohozjajstvvennih kultur. *Izd. Znanie. Moskva*, 1955.
- [31] KAINDL, K.: Untersuchung über die Aufnahme von P^{32} markiertem primärem Kaliumphosphat durch die Blattoberfläche. *Die Bodenkultur.* **7**, 324—354. 1953.
- [32] KERPELY, K.: Dohánypermetezés kálisóoldattal. *Köztelek.* **23**, 3330—3331. 1913.
- [33] KRZYSZC, G.: Blattdüngung mit Mineralsalzen. *Z. Pflernähr. Düng.* **80**, 42—55. 1958.
- [34] KURSZANOV, A. & TURKINA, M.: Dihanie szoszudisztovolkiszti pucskov. *Dokl. AN SSSR.* **84**, 1073. 1952.
- [35] KUTHY, S., FERENCZ, V. & BÁRTFAY, T.-NÉ: Permetező trágyázási kísérleteink gyakorlati eredményei. *Agrártud.* **3**, 191—193. 1951.
- [36] KUTHY, S., FERENCZ, V., BÁRTFAY, T.-NÉ & MÁRKUS, L.: Nitrogén fejtrágyázás hatása a gabona termés hozamára. *Agrokémia és Talajtan.* **1**, 437—446. 1952.
- [37] KUTHY, S.: A permetező trágyázás problémái és magyarországi tapasztalatai. *MTA Agrártud. Oszt. Közl.* **9**, 317—335. 1956.
- [38] KUTHY, S., FERENCZ, V., VÁNDOR, E. & BÁNÓ, T.: Permetező trágyázás hatása az őszi árpa termés és fehérjehozamára. *Kísérl. Közl.* **52**, A, 93—108. 1959.
- [39] KUTHY, S., BÁNÓ, T. & CSANAK, I.: Az őszi árpa permetező trágyázása. *Kísérl. Közl.* **53**, A, 25—41. 1960.
- [40] KUTHY, S.: Levélen-keresztül trágyázás. *OMgK és Dok. Közp. Mezőgazdasági Világtudomány.* **3**, 1—31. 1960.
- [41] KUTHY, S. & al.: A permetező trágyázás néhány elvi problémája. *Délkeletdunántúli Kísérl. Int. kiad. Iregszemese*, 1960.
- [42] KUTHY, S.: Az őszi búza trágyázása repülőgéppel. *Magyar Mezőgazdaság.* **19**, 10—11. 1961.

- [43] KUTHY, S.: A permetező trágyázásról. Az FM és a Magyar Mezőgazdaság szerk. Tudományos Tanácsadója. 7. sz. 1—4. 1963.
- [44] KUTHY, S.: Mikor legjobb a kalászosok permetező trágyázása? Magyar Mezőgazdaság. **23.** (6). 1963.
- [45] LAMBERTZ, P.: Untersuchungen über das Vorkommen von Plasmodesmen in den Epidermissausenwänden. *Planta*. **44.** 147. 1954.
- [46] LIGUN, Sz. T.: Znaesenie vnekornevoj podkormki v Kurszkoj oblaszti. Szah. Szvekla. **6.** 36—39. 1956.
- [47] MACKOV, F. F.: Podkormka rasztenij cserez liszt'je. Izd-vo AN USSR. Kiev. 1952.
- [48] MACKOV, F. F.: Vnekornevoe pitanie rasztenij. Izd-vo AN USSR, Kiev. 1957.
- [49] MACKOV, F. F.: Nekotorie voproszi teorii vnekornevoego pitaniya rasztenij. *Izv. AN SSSR. Szerija biol.* **2.** 193—206. 1962.
- [50] MAYER, A.: Über die Aufnahme von Ammoniak durch oberirdische Pflanzenteile. *Dtsch. Landw. Jahrb.* **17.** 329—340. 1874.
- [51] MEDERSKI, H. J. & VOLK, G. W.: Foliar fertilization of field crops. *Ohio Agric. Exp. Stat.* **35.** 1—12. 1956.
- [52] A Mezőgazdasági Tudomány eredményei a gyakorlatnak sorozat: A mezőgazdasági kutatás 1961. évben befejezett és a gyakorlatban bevezethető, további nagyüzemi kipróbálásra ajánlott eredményei. FM Tájékoztatói és Propaganda Oszt. Budapest. 1962.
- [53] MOLISCH, H.: Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen. Jena. 1892. cit [14].
- [54] MOSZOLOV, I. V., LAPSINA, A. N. & PANOVA, A. V.: Peredvizsenie radioaktivnogo kal'cija Ca^{46} v rasztenii pri vnekornevoego vneszenii. *Dokl. AN SSSR.* **98.** 495—496. 1954.
- [55] MOSZOLOV, I. V., LAPSINA, A. N. & PANOVA, A. V.: O vnekornevoj podkormke rasztenij. *Zemledelie*, **5.** 121—124. 1956.
- [56] MOSZOLOV, I. V., LAPSINA, A. N., & PANOVA, A. V.: K voproszu o vnekornevom pitanii rasztenij. *Dokl. AN SSSR.* **111.** 1134—1137. 1956.
- [57] NAGYMIHÁLY, F., LESZEK, É. et al.: Permetező trágyázás hatása a cukorrépa I—III. *Agrokémia és Talajtan* **1.** 4. 425—430. 1954.; **3.** 3. 197—204. 1956.; **5.** 2. 203—212. 1958.
- [58] ORUDA, A., KAWASAKI, T. & YAMADA, Y.: Foliar absorption of nutrients I. The effect of different phosphorus compounds and pH on foliar absorption by use of radioactive isotopes. *Soil Plant Food.* **6.** (2) 66—71. 1960.
- [59] VAN OVERBEEK, J.: Absorption and translocation of plant regulators. *Ann. Rev. Plant Phys.* **7.** 355. 1956.
- [60] PECZNIK, J. & MAJERNÉ KISS, T.: Szőlő permetezőtrágyázási kísérletek 3 évi eredményei. *Agrár.-tud. Egyet. Mezőgazd. Karának Közleményei.* Budapest. 305—327. 1958.
- [61] Permettrágyázás kérdése. OMgK Céldokumentáció B. 1. 1954.
- [62] Permettrágyázás bibliográfiája. OMgK Rb 4612. 1955.
- [63] Permetező levéltrágyázási nagyüzemi kísérletek. FM Mezőg. Szervezési Int. Közleménye. Budapest. 1960.
- [64] Permetező levéltrágyázási nagyüzemi kísérletek. FM Mezőg. Szervezési Int. Közleménye. Budapest. 1961.
- [65] PINEVICS, V. V.: Nekotorie voproszi pitaniya rasztenij cserez liszt'ja. *Vesztzn. Leningr. Univ. Szer. biol.* **3.** (15.) 96—106. 1956.
- [66] POTTS, S. F.: Foliage application of nutrients. *Agric. Chem.* **14.** (10). 67—68. 1959.
- [67] PRJANISNIKOV, D. N.: Der Stickstoff im Leben der Pflanzen und im Ackerbau der USSR. Berlin. 1952.
- [68] SACHS, J.: Erfahrungen über die Behandlung chlorotischer Gartenpflanzen. *Arb. Bot. Inst. Würzburg.* **3.** 433—458. 1888. át [14].
- [69] SCHLAGER, H.: Möglichkeiten der Blatt- oder Laubdüngung. *Der Förderungsdienst.* **7.** (3.) 75—78. 1959.
- [70] SKONDE, E. I.: Vnekornevoe pitanie rasztenij. Izd. I. L. Moszkva. 1956.
- [71] Spraying foliar food produces higher yield. *Farm Management.* **7.** (10.) 22—24. 1958.
- [72] SOMOS, A., FERENCZ, V. & KATONA, M.: A levélen keresztül történő P-felvétel és áthelyeződés tanulmányozása paradicsom növényen P^{32} segítségével. *Kertészeti és Szőlészeti Főiskola Évkönyve.* **25.** 17—22. 1961.
- [73] Süss, A.: Aufnahme und Verteilung von radioaktiven Calcium (Ca^{45}) bei einigen Kulturpflanzen. *Bayer. Landw. Jahrbuch.* **34.** 5. 617—621. 1957.
- [74] THORNE, G. N.: The effect of applying nutrient in leaf sprays on the absorption of the same nutrient by the roots. *J. Exp. Bot.* **8.** 401. 1957.
- [75] TREFTZ, G.: Ein Beitrag zur Frage der Ernährung über das Blatt. *Die Kulturpflanze.* **4.** 325—340. 1956.
- [76] TROCME, S.: La fumure foliaire. *L'Arboriculture Fruitière.* **8.** 89—90. 1961.
- [77] TRUOG, E.: Mineral nutrition of plants. The Univ. Wisconsin Press. 1953.
- [78] TUKEY, H. B., JR. TUKEY, H. B. & WITWER, S. H.: Loss of nutrients by foliar leaching as determined by radio-

- isotopes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **71**. 496. 1958.
- [79] TUKEY, H. B., WITTWER, S. H. & BUKOVAC, M. J.: The uptake and loss materials by leaves and other above-ground plant parts with special reference to plant nutrition. L'assorbimento nutrizionale dei vegetali. Atti del IV Simposio Internazionale di Agrochimica Istituto di chimica Agraria, Pisa. 1962.
- [80] Vnekornevaja podkormka szel'szkohozjajszenüh rasztenij. Szel'hozgiz. Moszkva. 1955.
- [81] WAGNER, H. Nasskopfdüngung zu Hackfrüchten. Mitschurin Bewegung **5**. 779—782. 1956.
- [82] WALGER, J.: A levéltrágyázás. Agro-kémia és Talajtan. **2**. 73—80. 1953.
- [83] WITTWER, S. H. & TEUBNER, F. G.: Foliar absorption of mineral nutrients. Ann. Rev. Plant Phys. **10**. 13—32. 1959.
- [84] YATASAWA, M.: Die Verwendung von radioaktiven Phosphor P^{32} bei Untersuchungen über die Blattdüngung mit Phosphorsäure. Phosphorsäure. **14**. 219—226. 1954.