

A kálium körforgalma a talaj-növény rendszerben

A mezőgazdaság fokozódó kemizálásával kapcsolatban egyre nagyobb érdeklődés nyilvánul meg a legfontosabb növényi tápanyagok, a nitrogén, foszfor és kálium körforgalma iránt a talaj-növény rendszerben. Az esetek legnagyobb százalékában a nitrogénnek, illetve a foszfornak van terménynövelő hatása, viszont a kálium-műtrágyák szerepe éppen az intenzívebb nitrogén- és foszfortrágyázás esetén növekszik, ezért nem véletlen, hogy az utolsó években jelentősen fokozódott az érdeklődés a kálium szerepe iránt.

A káliumnak a talajban végbemenő dinamikájával kapcsolatban REITEMEIER [107] állított össze szakirodalmi összefoglalót 1950-ben. Majd LAWTON [71] 1953-ban összegezte a kálium növényélettani szerepéről nyert addigi értesüléseket. Azóta átfogó szakirodalmi értékelés nem látott napvilágot. Kivételt képeznek természetesen a különféle talajtani és agrokémiai összefoglaló jellegű kézikönyvek, amelyekben rendszerint önálló fejezet van a káliumról. Ezekben általános áttekintést nyerhetünk a fontosabb kérdésekről.

1954-től kezdve a Svájcban székelő Nemzetközi Kálium Intézet évenként nemzetközi szimpóziumot rendez a kálium egyes speciális kérdéseiről. A legutóbbi években pl. külön értekezlet foglalkozott a rétek és legelők káliumtrágyázásával [101], a kálium és a víz viszonyának kérdésével, valamint a káliumnak az állattenyésztés során betöltött szerepével [102, 103]. A japánok 1957-ben, majd 1958-ban megrendezték a Japán Kálium Szimpóziumot [42, 43]. Ezek során növényélettani és műtrágyázási kérdésekkel foglalkoztak. Ezeknek a kálium-szimpóziumoknak a háttérben a különféle kálium-szindikátusok állnak, amelyek nemzetközi propagandát fejtenek ki a kálium műtrágyák értékesítése érdekében.

A kálium talajtani, növényélettani és trágyázási szerepéről évente elég sok szak-

közlemény jelenik meg. Saját felmérés szerint 1947—1957. között évente mintegy 90—110 ilyen jellegű cikk látott napvilágot az ismertebb szaklapokban. Az utóbbi öt évben fokozódott a figyelem a kálium iránt. Erre vall az is, hogy 1957-től a káliummal foglalkozó cikkek száma 180—200-ra emelkedett évente. Ezek a számok is mutatják, hogy mindinkább nehezebbé válik a szakirodalom áttekintése.

Ha az utolsó öt év (1957—61) káliumirodalmát tematika szerint csoportosítjuk, akkor a következő százalékos megoszlást nyerjük a közlemények számát illetően: kálium a talajban — 23%, kálium a növényben — 30%, káliumtrágyázás — 38%, a kálium meghatározási módszerei — 9%. Láthatjuk, hogy a legnagyobb érdeklődés a gyakorlati, trágyázási kérdések iránt nyilvánul meg.

A jelen szakirodalmi összefoglalóban az utolsó öt év irodalmából kiragadott és fontosabbnak ítélt közlemények főbb mondanivalóját igyekeztem összegezni. Az analitikai, meghatározási kérdésekre nem térek ki. A káliumnak a talaj-növény rendszerben végbemenő körforgalmát nagyjából három különálló, de mégis szorosan egybekapcsolódó részre lehet felbontani:

1. a kálium viselkedése a talajban,
2. a kálium szerepe a növény anyagcseréje folyamataiban,
3. a kálium felvétele a talajból a növény által és ennek igen fontos gyakorlati vetülete — a káliumtrágyák ésszerű és gazdaságos alkalmazása.

I. Kálium a talajban

A talajok összes káliumtartalma jelentős, sokszor eléri a 2—3%-ot is. Ennek ellenére gyakran tapasztaljuk, hogy összes káliummal viszonylag elég jól ellátott

talajokon is 100—200 kg K_2O /ha kálisó alkalmazása esetén pozitív kálihatást mutathatunk ki. Pedig ilyen esetekben a bevitt kálium mennyisége a talajban levő összes káliumnak csupán néhány tized százalékát jelenti. Tehát a talajban eredetileg megtalálható káliumnak csupán elenyésző része hozzáférhető a növények számára [95].

A kálium vegyületei talajban igen változatosak lehetnek. Azonban leegyszerűsítve általában három főtípust különböztetünk meg [6, 108, 124]. A növények számára leginkább hozzáférhető a vízben oldott és a talajkolloidok felületén kicserélhetően adszorbeált kálium. Viszont ezek a káliumformák a talajban levő összes káliumnak átlagosan mintegy csak 10%-át képezik.

A következő csoportba tartoznak a közepesen hozzáférhető káliumformák. Itt elsősorban a csillámokat kell megemlíteni, amelyek viszonylag könnyen elmállnak és így a kálium felszabadul. Ide tartozik még az az igen fontos és nehezen definiálható káliumforma is, amelyet nem kicserélhető, fixált, vagy kötött káliumnak neveznek. A káliumsók gyakorlati alkalmazása során ennek a káliumformának igen nagy szerepe van.

A harmadik csoportba soroljuk az igen nehezen hozzáférhető káliumvegyületeket, elsősorban a földpátokban levő káliumot. Ezek az ásványok nagyon nehezen mállnak el és belőlük csak kevés kálium szabadul fel rövid idő alatt.

E három vegyületcsoport dinamikus egyensúlyban van egymással. Különösen a könnyen és közepesen hozzáférhető káliumformák között szoros a kapcsolat. Miután a növényi gyökerek felhasználták a könnyen felvehető káliumot, a nehezen felvehető kálium egy része is hozzáférhetővé válik [105].

A talajok káliumszolgáltató képessége attól függ, hogy milyen az adott talajnak az ásványtani összetétele, a mechanikai összetétele és ezen belül az agyagfrakció minősége. Általában egyenes arány van az agyagfrakció mennyisége és a talaj káliumszolgáltató képessége között. Ez érthető is, mert az agyagfrakció mennyiségével rendszerint együtt jár a talaj adszorpciós kapacitásának a növekedése

is. Az utóbbi időben elég sok közlemény jelent meg, amely ezzel a kérdéssel foglalkozik [1, 77, 81, 112, 114]. Az agyagfrakció minőségi összetételét a három főbb agyagásvány, a kaolinit, illit és montmorillonit aránya szabja meg. Az agyagásványok adszorpciós kapacitásának növekedésével általában növekszik az egységnyi talajra vonatkoztatott kicserélhető módon adszorbeált kálium mennyisége is s így a kálium felvételéhez kedvezőbb feltételek jönnek létre.

Az utolsó öt év szakirodalmát vizsgálva szembevetendő az angolszász kutatóknak az a törekvése, hogy egy-egy vidéknek főbb és jellemzőbb talajmintáit begyűjtik, majd ezeket részletesen megvizsgálják a különböző káliumvegyületekre és korrelációkat keresnek részben az oldószerek és vegyületformák, részben pedig a növények által való felvehetőség és a vegyületformák között [78, 82, 99, 109, 120]. Bár ezek az adatok a magyar viszonyokra semmiképpen sem vonatkoztathatók, mégis megállapítható, hogy a magyar talajkémiai kutatások az utóbbi években az ilyen irányú vizsgálatokra semmiféle komolyabb figyelmet nem fordítottak.

A külföldi szakirodalom sokat foglalkozott azzal is, hogy a kicserélhető kálium mennyisége biztosítja-e a növények fejlődését, avagy nem. Erre a célra a legegyszerűbb vizsgálati módszer a tenyészedény kísérlet olyan növényvel, amelynek földfeletti részét időnként le lehet vágni és a növény utána ismét kihajtatni. Általában a perje-féleségeket vagy lucernát, vörösheret használták fel erre a célra, hiszen ezek káliumigénye elég jelentős. A kísérletek előtt és után meghatározták a talaj kicserélhető és nem kicserélhető káliumtartalmát és ezeket az adatokat összevetették a növény által felvett kálium mennyiségével. Általában azt találták, hogy a növények jelentős mennyiségű nem kicserélhető káliumot vesznek fel még akkor is, amikor még bizonyos mennyiségű kicserélhető kálium is van a talajban. Ezek az adatok is bizonyítják azt a rendkívüli dinamizmust, ami az egyes vegyületformák között megtalálható [2, 27, 44, 72, 132].

A műtrágyázás gyakorlata számára igen fontos az a talajkémiai jelenség, amit röviden káliumfixációnak neveznek. Ennek

lényege az, hogy a talajba bevitt kálium egy része igen gyorsan olyan átalakuláson megy át, melynek következtében felvehetővé lesz. A kálium beépül az agyag-ásványok síkjai közé és a növények számára nehezen felvehetővé válik. Számos hatástalan kálium műtrágyázás okát ebben a jelenségben keresik [84]. A káliumfixáció mértéke elsősorban a talaj ásványtani összetételétől függ, pl. az illitben gazdag talajoknál ez igen erőteljesen fellép. A káliumfixáció ellen nehéz küzdeni a gyakorlatban, azonban bizonyos elvi szempontok már tisztázódtak. A talaj ásványtani összetételének megváltoztatására nincs módunk, úgyhogy a káliumfixációt csak ésszerű trágyázási módokkal lehet mérsékelni. Az egyik ilyen mód az, hogy a talaj mélyebb, nedvesebb rétegeibe viszik be a kálium műtrágyát és igyekeznek a lehetőségekhez képest csökkenteni a talaj és a trágya érintkezési felületét [97]. Továbbá egyes szerzők a ritkább, de nagyobb adagú káliumtrágyázást ajánlják a fixált kálium mennyiségének 0%-os csökkentésére [48, 93].

Egyes szerzők vizsgálták azt is, hogy kémiai oldószerekkel történő kezelés után milyen mértékben válik kicszerűléhetővé a fixált kálium. Ammónium acetátos többszörös átlósítás eltávolítja a kicszerűléhető káliumot. Ha az ilyen talajt 1—2 hétig állni hagyjuk, majd ismét kezeljük az előbbi oldószerekkel, akkor újabb adag kicszerűléhető kálium jelenlétét állapíthatjuk meg. Tehát a fixált kálium egy része felszabadult [3]. Hidrogénnel telített ionkicszerűléhető műgyantával [418], vagy talajból kiválasztott és nátriummal telített agyagfrakcióval [86] szintén kicszerűléhető alakba vitték át néhány ásvány (biotit, muszkovit) kálium tartalmát. MORTLAND szerint [87] a fixált kálium kioldódása diffúziós folyamat.

Az utóbbi években többen vizsgálták a talajok időszakos nedvesítésének és szárításának hatását a káliumfixációra. Azt tapasztalták ugyanis, hogy a lég-, illetve abszolút száraz talajnak és a nedves talajnak a káliumfixáló képessége eléggé eltérő. E kérdéssel kapcsolatban is a vélemények eltérők. Egyes kutatók véleménye szerint a talajok kiszáritása és ismételt nedvesítése növeli a káliumfixációt [15, 46], míg mások szerint pedig éppen ellenkezőleg,

csökkenti [33, 122]. Végül kompromisszum is született, egy bizonyos kálium határérték alatt a szárítás csökkenti a fixációt, a határérték felett pedig növeli [79]. A kérdés sajnos, elég bonyolult, mert a határérték szintje egy olyan érték, melyet abszolút számban csak egyes gazdasági táblák vonatkozásában lehetne megadni. Pedig ennek a kérdésnek van azért komoly gyakorlati vetülete is. Elsősorban a homoktalajoknál érdekes ez a kérdés, amelyek eredeti tápanyag tőkéje viszonylag csekély, s amelyek hőingadozása elég nagy, s ahol a felső szint egy-egy tenyészidő alatt jó párszor kiszárad és újból átnedvesedik.

A következő sokat vizsgált és vitatott kérdés a kálium mélységi irányban végbemenő mozgása az egyes talajokban. Itt is eléggé eltérőek a vélemények és az eredmények. Az általánosan uralkodó vélemény az, hogy a kálium könnyen kimosódik, különösen a lazább talajokból [56], de van olyan adat is, pl. Californiából [104], ahol 28 éves rendszeres káliumtrágyázás és öntözés hatására sem mutattak ki 30—40 cm-nél mélyebb káliumfelhalmozódást. Kisebb mérvű káliumkimosódást állapított meg OIEN és munkatársai [90], valamint HERBERT [36] is. A Szovjetunióban PETERBURGSKIJ megvizsgálta a Prjanyisnyikov által beállított tartamkísérletek talajainak káliumdinamikáját, és megállapította, hogy a 43 évig végzett rendszeres műtrágyázás hatására a 40 cm-nél mélyebb talajrétegbe a bevitt káliumnak mindössze 10—15%-a jutott le [98]. Hazánkban a meszes homokok esetében KOZÁK végzett megfigyeléseket a kálium mozgásával kapcsolatban és szintén arra a következtetésre jutott, hogy a kimosódástól nem kell félni, mert a kálium megkötődése és átalakulása sokkal gyorsabban végbemeleg, mint a mélységi irányú nagyobb mérvű elmozdulás [55].

A káliumtrágyázás szempontjából a legnagyobb problémát a káliumnak a talajon belüli körforgalma, illetőleg elsősorban a káliumfixáció okozza, melynek mértékétől függ elsősorban a trágyázás sikere és eredményessége.

Az első problémakör tárgyalásánál végezetül szeretném felhívni a figyelmet egy érdekességre, hogy a technikai fejlődés milyen hihetetlen vizsgálatokra is

lehetőséget ad. A Pocsvoedenie egyik utóbbi számában közlemény jelent meg arról, hogy sikerrel alkalmazták a Szovjetunióban nagyobb földrajzi egységek, pl. övezetek, zónák talajának átlagos káliumtartalom-meghatározási módszerét repülőgépről [51]. A módszer rövid lényege a következő: a káliumnak van egy természetes rádióaktív izotópjja is, amely részben gammasugarakat bocsát ki. E sugárzás energiája különbözik a talajban levő egyéb radioaktív anyagok gammasugárzásának energiájától, és így többszörös, impulzusamplitúdó analízissal felszerelt szcintillációs mérőműszer segítségével a káliumsugárzás nagysága kimérhető. Ily módon repülőgépről nagyobb területek átlagos összkáliumtartalma meghatározható.

II. Kálium a növényben

A talaj-növény rendszerben végbemenő kálium-körforgalom egyik igen fontos láncszeme a kálium felvétele a gyökereken keresztül. Ismeretes, hogy a felvétel mechanizmusát illetően két alapvető nézet alakult ki; csak a talajoldatból vehetik fel a növények a káliumot [11], illetőleg a talajkolloidok felületéről [45] és a micelláris oldatból [106]. A gyökerek kationkicszerű kapacitása is jelentős hatással van a káliumfelvételre. A bőséges nitrogénellátás növeli ezt a tulajdonságot s így a káliumfelvétel is intenzívebb lesz [40]. A felvételi mechanizmust illetően az Epstein-féle „szállító” (carrier) elmélet a legjelentősebb [19]. Kísérletei szerint a kálium és a rubidium felvétele hasonló természetű „szállítók” segítségével végbe, ezért e két ion között gyakran versengés van a „szállítók” szabad helyeiért. HANSON és KAHN [32] adatai szerint a kálium felvételénél komplexcarrierek vesznek részt és ennek a komplexumnak egyes elemei változnak a gyökérszövetek egyedi életkora folyamán. Bizonyos mennyiségű kalcium jelenléte igen kedvező a káliumfelvételnél. A kalcium növeli a kálium és a specifikus „szállítója” közötti affinitást [48].

A kationok közül a kálium található a legnagyobb mennyiségben az egyes növényekben. Elsősorban a fiatal szövetekben halmozódik fel, ahol az életfolyamatok

intenzitása igen gyors lefolyású. Mozgékonyasága a növényen belül igen nagy. Könnyen transzlokálódik az egyik szervből a másikba. Régi megállapítás az, hogy a kálium zömmel ionos állapotban fordul elő a növényben, vagy legalább is nagyon labilis kötésben, mert már vízzel is 90—95%-ban kimosódhat a növényből. Ezen a téren újdonság a japánoknak az a megállapítása, hogy a kimosódás sebessége függ a növény életfolyamataitól is [25]. Nevezetesen azt találták, hogy légzésgátló alkalmazása esetén a káliumnak a növényből való kioldódási, kimoshatósági sebessége jelentősen nagyobb lesz. Ez arra mutat, hogy nem lehet csupán mechanisztikusan magyarázni a kimosódási képességet és a kálium mozgékonyasága és a növény életfolyamatai között bizonyos kapcsolatnak léteznie kell.

Ugyancsak figyelemre méltó megállapításuk az is, hogy a kálium élettani funkciója két fő részből áll: 1. abból a részből, amit a kálium helyett a rubidium teljes mértékben helyettesíthet, 2. amit a rubidium nem helyettesíthet és ez az ún. „K-ra specifikus” rész. Véleményük szerint ez a K-ra specifikus rész a fotoszintézissel, valamint a nukleinsavak bioszintézisével kapcsolatos [91]. FRIED és munkatársai [24] véleménye szerint az Rb^{86} csak víz és homokkultúrában használható fel a káliumtáplálkozási vizsgálatokhoz. Talajkultúrából ugyanis felvétele már eltér a káliumétól.

Rendkívül nehéz lenne konkrét, rövid és tömör választ adni arra a kérdésre, hogy tulajdonképpen mi is a kálium fiziológiai szerepe. Ha végiglapozzuk a növényélettani szakkönyveket és a közleményeket, alig találunk olyan életfolyamatot, amellyel kapcsolatban ne idézték volna a kálium fontosságát. Körülbelül ugyanez érvényes a többi, biológiailag fontos egyéb elemre is. Nagyon helytelen nézet lenne kizárólag egy-egy folyamatban való részvételre korlátozni a kálium szerepét. Káliumhiány esetén a különböző növényi anyagcsere folyamatokban változás állhat be és nagyon nehéz lenne megmondani, hogy ezek közül melyik az elsődleges és melyik a másodlagos változás. Általánosítva a szakirodalmi közléseket, négy nagyobb csoportba lehet besorolni a kálium hatását:

1. Hatása a fotoszintézisre és a szénhidrát anyagcserére. Káliumhiány esetén növekszik a redukáló cukrok mennyisége és csökken a keményítő, cellulóz és az összes szénhidrát mennyiség [34, 85, 125, 129, 130].

2. Hatása a nitrogén vegyületekre. Általánosan elfogadott nézet, hogy káliumhiány esetén növekszik az oldható nitrogén, az aminosavak és az ammónia mennyisége és csökken a fehérje frakció részaránya [29, 100, 117, 126].

3. Hatása a szerves-sav anyagcserére. Ez elsősorban feltételezésen alapul, mely szerint a szerves savakhoz időközönként kapcsolódik a kálium és azokat részben semlegesíti [25, 105].

4. Hatása az egyes enzimek aktivitására. Ez utóbbival kapcsolatban újabb mind több és több adat lát napvilágot [37, 80, 123]. Itt szeretném megemlíteni DOBY professzor véleményét [17] mely szerint bizonyos, egyelőre közelebbről még nem jellemzett K-vegyületek coenzim-szerűen hatnak. A keményítő hidrolízisét katalizáló amiláz koncentrációja a káliuméhes növényekben sokkal nagyobb. Ezen kívül a hexozmonofoszfátnak difoszfáttá való átalakulását is csak kálium jelenlétében észlelték. Igen érdekesek újabbban a német LATZKO-nak a megállapításai [68, 69]. Kísérleti eredményei alapján arra a következtetésre jutott, hogy a kálium jelentősen és specifikusan növeli a foszfor átalakulását az aerob foszforilálási folyamatok során. A fotoszintézisnél végbe menő foszforilálásnál a kálium, mint enzimaktivátor játszik szerepet. Ezzel kapcsolatban új fény került a növényi anyagcsere köztes folyamataiban játszott szerepére. LATZKO elég merészen azt is állítja, hogy a kálium valódi szerepe a növényen belüli energiafelhasználás terén keresendő az energiadás foszforvegyületek átalakulásával kapcsolatban.

Kétségek nélkül megállapítható, hogy ez az új irányzat, amely a káliumnak a szerepét az enzimmolekulákkal kapcsolatos kérdések tisztázásában keresi, rendkívül érdekes és perspektivikus. Valószínű, hogy ezen a téren a közeljövőben érdekes új tények látnak majd napvilágot.

Széleskörben vizsgált kérdés volt még az utóbbi évek során a kálium és a többi

kation, elsősorban a kalcium és a magnézium viszonya és kölcsönhatása [30, 38, 96, 115, 131, 133]. Az egy és kétvegyértékű kationok antagonizmusára már a múlt században rámutattak, de napjainkban is eléggé kedvelt kutatási téma. A fokozott káliumtáplálás jelentősen lecsökkenti a kétvegyértékű kationok mennyiségét a növényen belül.

BOSWELL adatai szerint [9] az emelkedő káliumadagok hatására a kukoricalével káliumtartalma következetesen növekszik. Ugyanakkor a kalcium és a magnézium pedig jelentősen lecsökken. A foszfortartalomra a káliumnak lényegileg jelentősebb hatása nem volt.

Ez az ionantagonizmus bizonyos gyakorlati jellegű kérdések szemszögéből nézve is fontos kérdés. Itt van pl. a burgonya káliumtrágyázása. Az intenzív műtrágyázás hatására előfordul a depresszió is, amit a harmonikus tápanyagviszonyok felbomlása vált ki. A burgonya esetében, amely nemcsak kálium-, hanem magnéziumigényes növény is, ily esetekben egyúttal a magnéziumellátásról is gondoskodni kell [38]. A kalciummal kapcsolatban néha fordított helyzet áll elő. Ha a talajban túl sok a kalcium, mint pl. a meszes homokok, vagy nagy adagú meszesítésben részesített egyéb talajok esetében, akkor a túlzott kalciumfelvétel következtében kedvezőtlenül lecsökkenhet a káliumfelvétel. Ezt a jelenséget mi is megfigyeltük erősen meszes homoktalaj esetében [64, 65, 66]. KEMENESY könyvében [49] is találunk utalást arra, hogy a Duna-Tisza közti meszes homoktalajokon a káliumműtrágyák kedvezően hatnak a szőlő és gyümölcs telepítésekre, és hatásuk elsősorban a növények túlzott kalciumfelvételének csökkentésével magyarázható.

A kálium élettani szerepével kapcsolatban a hazai és a külföldi szakirodalomban egyaránt találunk igen gyakran különféle utalást arra vonatkozólag, hogy a kálium egyes mezőgazdasági növények gazdaságilag hasznos tulajdonságát fokozza. Ilyenek pl. a cukorrépa cukortartalma, a burgonya keményítőtartalma, a gumók főzési tulajdonságai [116], a dohánylevél minőségi mutatóinak javulása [74], a gabonafélék szalmaszilárdasága, a gyümölcsök aromája és tárolhatósága stb. Ezek a megállapí-

tások rendszerint igen értékes gyakorlati megfigyeléseken alapulnak, azonban nagyon kevés megbízható, exakt kísérleti adatot találhatunk erre vonatkozólag. Valószínű, hogy egy-egy ilyen minőségi értékmutató javulásánál nem kizárólagosan a káliumnak, hanem általában a harmonikus és teljes tápanyagellátásnak van szerepe.

Az ilyen egyöntetű, pozitív megállapításokon túlmenőleg ellentétes nézetekkel is találkozunk. Az angol kutatók részletesen tanulmányozták a káliumtrágyák hatását a burgonyagumó keményítőtartalmára és azt találták, hogy a nagyobb káliumadagok csökkentik a gumók százalékos keményítőtartalmát [34].

BLACK és CAIRNS [7] burgonya-trágyázási kísérleteik során mindhárom műtrágyából három szintet alkalmaztak. Kálium esetében az alacsony szint egyenlő 2,5 q/ha kálisóval, a közepes 5 q-val, a nagyadag pedig 7,5 q/ha-val. A növekvő foszforadagok gyakorlatilag hatástalanok voltak a gumók keményítőszerűsége, a nitrogén hatására csökkenés állt be és a csökkenés a kálium esetében a legnagyobb. Természetesen ez csak a százalékos keményítőtartalomra vonatkozik. A gumótermés növekedett a káliumtrágyázás hatására.

Az élettani jellegű kérdésekkel kapcsolatban röviden említsünk meg még két problémát, nevezetesen a kálium és a szárazságtűrés, illetve a kálium és a hidegtűrés kapcsolatát.

Gyakran találkozunk olyan megállapításokkal, hogy a káliumtrágyák csökkentik az aszály káros hatását. Ezt a megállapítást PAAUW hollandiai adatai elég meggyőzően támasztják alá [92]. 15 év

során végzett káliumtrágyázás adatait dolgozta fel és összefüggést keresett a nyári időszak (május 1–július 31.) csapadékviszonyai és a burgonyatermés nagysága között. Adatai szerint a burgonya gumótermése igen bőséges káliumellátás esetén alig csökkent a szárazság hatására. Kisebb adagú kálium esetében már depresszió volt az eső nélküli napok számának növekedésekor.

Az intenzív káliumellátás kedvező hatással van a növények vízgazdálkodására [39], káliumhiány esetén a növényi szervek víztartóképesége lecsökken és a transpiráció intenzitása megnövekszik [110].

A hidegtűréssel kapcsolatban a vélemények eléggé ellentmondanak. JUNG [47] közlése szerint a lucerna fagyállósága jelentősen növekedett a kálium hatására, míg GUNAR [31] adatai szerint a kukorica hidegtűrése lecsökkent.

III. A káliumtrágyázás néhány problémája

A világ műtrágyafelhasználása és azon belül a kálisó termelése és felhasználása évről-évre növekszik [52]. 1920-ban 1173, 1930-ban 2240, 1940-ben 3066, 1950-ben 3719, 1959-ben 7300 ezer tonna K_2O -t használtak fel a világon.

Mivel egyes országokban a műtrágyázási kísérleteknek már több évtizedes múltja van, ezért több helyen összesítő adatok is megjelentek. Igen tanulságos megtekinteni a következő táblázatot, amely az utóbbi 30 év alatt Japánban lefolytatott kísérletek eredményét összegezi [134].

A két fő növényükkel, a rizszel, illetve a búzával és az árpával végeztek igen nagyszámú kísérletet. Az NPK kezelés százalékában fejezték ki a terméseredményeket.

Japán műtrágyázási kísérletek eredményei

Növény	Kísérleti módszer	NPK				Kísérletek száma
		∅	PK	NK	NP	
Rizs	tenyészedeny	53	55	89	88	2898
	szabadföldi	78	83	95	96	1187
Árpa és búza	tenyészedeny	26	34	62	81	1991
	szabadföldi	39	50	69	78	841

NPK = 100

Láthatjuk, hogy Japánban is a nitrogénhiány csökkenti leginkább a termést. A foszforhiány esetén is kisebb a termés. A kálihiány okozza a legkisebb termésesökkenést, bár ez a csökkenés az árpával és búzával végzett 841 szabadföldi és 1991 tenyészedeny kísérlet átlagos adatai szerint elég jelentős, mintegy 20%. Természetesen ezek az adatok csak a japán viszonyokra vonatkoznak.

A káliumtrágyázás alapvető kérdései közül elsősorban a következőket kell megemlíteni; milyen növényeknél és milyen talajon kell elsősorban alkalmazni a kálium műtrágyát, milyen műtrágya feleséget célszerű és gazdaságos alkalmazni, milyen legyen az alkalmazás módja és ideje, továbbá milyen legyen a kálium és a többi tápanyag viszonya.

A növények káliumigény szerinti csoportosítását már régen elvégezték. Ismeretes, hogy általános vélemény szerint a cukorrépa, burgonya, dohány, szőlő, egyes kertészeti és gyümölcsfélék hálálják meg legjobban a kálium műtrágyákat. A gabonafélék általában kisebb mértékben reagálnak. PAAUW [92] adatai szerint a növekvő káliumadagok a búza termését gyakorlatilag nem változtatták meg. Ugyanakkor a burgonya termése egy bizonyos optimális kálium szintig jelentősen növekedett.

Az önmagában alkalmazott kálium műtrágya csak egészen speciális esetekben vált ki termésnövelő hatást. A rétek és legelők trágyázásánál már gyakoribb ez a jelenség. Itt már sokszor előfordul, hogy nitrogén és foszfor nélkül is van kálihatás [93, 119]. Általában megállapítható, hogy a káliumigény a nitrogén és foszfortrágyák együttes alkalmazása esetén jelentkezik és egyúttal a kálium jelenléte az előbbi két műtrágya hatékonyságát is növeli [22, 41, 127]. A káliumműtrágyák adagjaival kapcsolatos külföldi adatok tulságosan nem érdekesek számunkra. Az adag nagysága elsősorban közgazdasági tényező, másrészt pedig annyira speciális probléma, amit lemásolni nem szabad. Egyetlen elvi jelentőségű kérdés itt csak az, hogy ritkábban nagy adagot, vagy gyakrabban kisebb adagot alkalmazzunk. Ez azzal kapcsolatban merül fel, hogy miképpen lehet csökkenteni a káliumtrágyák lekötődését a talajban. Általában a ritkább és nagyobb adagok mutatkoztak hatásosnak [18, 93].

A káliumtrágyák alkalmazási módját illetően az álláspontok viszonylag meg egyezők. Legcélszerűbbnek mutatkozik a vetéselőtti mélyebb szintekbe való bevitel. HAWKINS [35] adatai szerint burgonyánál káliumos fejtrágyázás is hatásos volt.

A káliumműtrágyák fajtájának kérdésével is sokat foglalkoztak. Általában a káliumszulfát váltja ki a kedvezőbb hatást, viszont jóval drágább, mint a káliumklorid. Igaz viszont, hogy a klór ion kedvezőtlen hatását gyakran túlbecsülik, s nem egy közlemény arról tájékoztat, hogy semmiféle jelentősebb különbséget nem találtak a két műtrágya feleség hatása között [58, 111, 113, 128]. LAUGHLIN [70] permetezőtrágyázást végzett káliumkloriddal és szulfáttal. 1.2%-os K_2O koncentrációig egyforma mértékben növelte a termést mindkét káliumvegyület. 2.4—4.8%-os koncentráció között a kloridos forma már levélperzselést okozott, a szulfátos azonban nem. Érdekes még a kálium metafoszfát alkalmazási lehetősége is, amely mint lassanható kettős műtrágya jönne számításba. Angol adatok szerint megfelelő szemcseméret esetén a növények káliumfelvétele ezekből az új típusú műtrágyákból éppen olyan mérvű volt, mint a vízoldható káliumvegyületekből [14, 83]. A káliumfoszfátok alkalmazása olyan talajokon lenne indokolt, ahol a lekötődés veszélye különösen erőteljes lehet. LEVIN [73] adatai szerint a káliumammoniumfoszfát igen jó vetéskori műtrágyának bizonyult a napraforgónál, melynek az olajhozamát 24%-kal növelte.

Az eredményes és gazdaságos káliumtrágyázási eredményekről tanúskodnak a következő kísérletek is, melyek legnagyobb részét vetésforgóban végezték.

VAZSENIN [127] közlése szerint a szolikámszki homokkísérleti telepen 20 év alatt a burgonyagumó összegezett szárazanyag-súlya trágyázás nélkül 221, NP kezelésnél 347 és NPK esetében 731 q/ha volt.

NIERSCHLAG [88] adatai arról tanúskodnak, hogy a humuszos homoktalajon végzett 20 éves vetésforgós kísérletben a burgonya, répa és részben a gabonafélék termése 10—15%-kal növekedett a káliumtrágyázás hatására.

A mironovói (SzU) kísérleti telepen az 1912-ben beállított trágyázási kísérletek-

ben GROSEV [28] azt találta, hogy a rendszeres káliumtrágyázás növelte a talaj könnyen hozzáférhető káliumtartalmát. Bizonyos korrelációt talált a cukorrépa és az őszi búza termésmenyekekedése és a 0,05 N és 0,1 N töménységű salétromsavval a talajból kivont kálium mennyisége között.

BISHOP és munkatársai [5] 1936—57. között végzett tartamkísérletek adatait dolgozták fel. A sokéves adatok szerint a burgonyánál állandó nitrogén és foszfor-szint mellett a növekvő káliumadagok elég jelentősen növelték a termést.

Hazánkban a káliumtrágya teljes mértékben importcikk. Figyelembe véve a növekvő műtrágyafelhasználásunkat, elég komoly anyagi megterhelést jelent népgazdaságunknak az évi kálisó-import biztosítása.

A távlati népgazdasági terveknek megfelelően a műtrágyafelhasználás és ezen belül a káliumfelhasználás is igen jelentősen fog növekedni. KORÓDI [52] szerint 1980-ban a felhasználásra kerülő káliumműtrágyák mennyisége 12—13-szor fogja felülmúlni az 1960-as évi szintet. Természetesen hasonló arányú lesz a fejlesztés a nitrogén és a foszforműtrágyák esetében is. Ez a program azonban komoly problémákat is felvet, amire Koródi is rámutat. Az észszerű káliumtrágyázás kérdéseivel az elkövetkező években igen komolyan kell foglalkoznunk. Az ilyen irányú kutatásoknak két irányban kell haladniuk: 1. megállapítani, hogy milyen talajtípusokon, mely növények esetében érjük el a káliumtrágyák legnagyobb hatásfokát, 2. milyen, országon belül fellelhető, egyéb káliumtartalmú anyagok jöhetnek számításba.

Növénytermesztőink a századfordulótól kezdve foglalkoztak a káliumtrágyázás kérdéseivel. KOVÁCS [53] elkészítette a Kísérleti Közleményekben 1898—1947. között megjelent ilyen irányú cikkek összefoglalóját, amiből az derül ki, hogy több száz kiszűrhető kálihatással rendelkező kísérletet végeztek el. FEKETE B. [20] 47 magyar káliumvonatkozású kísérlet rövid összegezését adja meg. Egy másik kéziratosszállításában 63 hasonló jellegű magyar közlemény jegyzéke található meg. Tehát vannak nálunk is elég szép számmal kísérleti eredmények. Persze az igazság kedvéért azt is meg kell mondani, hogy nyom-

tatásban rendszerint a pozitív eredménnyel záruló kísérletek jelennek meg. Annál nagyobb az úr az utóbbi évek hazai szakirodalmi termékeiben. A Kísérletügy 10 éves évfordulója alkalmából megjelent összefoglaló és értékelő jelentésben [23] a káliumtrágyázási résznél a keszthelyi láptrágyázási eredményeket leszámítva, gyakorlatilag semmi adat nincs. Agrokémiai és növénytermesztési kézikönyveinkben hazai konkrét számadatokat csak elvétve találunk [8, 16, 21, 57, 63, 89]. Az újabban megjelent búza és kukoricatermesztési kísérleteket összegezve, egyébként igen értékes könyvekben sincs adat a kálium hatásáról — egy közleményt leszámítva a kukorica esetében [40, 59]

Hazai talajaink közül leginkább káliigényesek a láptalajok, amelyek igen jól reagálnak a káliumműtrágyák alkalmazására [23]. Ezután következnek a homoktalajok. Népgazdasági szinten azonban a káliumprobléma elsősorban a homokoknál kezdődik, mivel a láptalajok mennyisége lényegesen kisebb. Az erdőtalajok esetében van még kisebb káliigény. A mezősi, réti és a szikes talajaink eredeti káliumtökéje elég jelentős. Ezek a talajokon csak helyenként mutatható ki gazdaságos kálihatás, főleg a káliigényes növények és nagyobb adagú nitrogén és foszfor alkalmazása esetén [12, 13, 61]. Tehát a hazai káliumtrágyázás kérdése elsősorban, de nem kizárólagosan a homoktalajokat érinti. A kérdés azonban itt sem egyértelmű és világos. Elég sokszor hatástalan homoktalajon is a kálium műtrágya. Nagyon szükséges és indokolt lenne egyszerű sémájú tapogatózó kísérletek beállítása annak eldöntésére, hogy az ország melyik részén van elsősorban kálihatás a káliigényes s a nem káliigényes növények esetében. A korlátozott mennyiséggel rendelkező kálisót csak akkor tudjuk észszerűen felhasználni és koncentrálni, ha ilyen előzetes felméréseket már elvégeztünk. Ma, amikor a nitrogén és a foszfor-szint abszolút értéke még elég alacsony, elképzelhető, hogy a kevésbé káliigényes növényektől átcsoportosítjuk a káliumot oda, ahol felhasználása rentábilisebb, pl. a burgonya, dohány, gyümölcs, szőlő, réti és legelő [26, 124]. Érdekes, hogy újabban mind több adat gyűlik össze arról is, hogy a kukorica is sok esetben igen kedvezően reagál a káliumra [67]. Természe-

tesen ilyen átesoportosítás csak kényszerű szükségmegoldás és a kemizálási szint növekedésével a káliumtrágyák jelentősége a kevésbé káliigényes növények, pl. a gabonafélék esetében is növekedni fog.

LÁNG G. [62] kimutatása szerint elsősorban a burgonyatermesztő gazdaságok káliummérlege kedvezőtlen, mert itt a legnagyobb a káliumkivonás a gazdaságból, ugyanakkor a burgonyatermesztés éppen a káliumban szegény homoktalajokra koncentrálódik. A kálisó egyik leggazdaságosabb felhasználási módja a permetezőtrágyázás. КУТНУ [60] adatai szerint 20%-os kálisó oldattal való permetezés 10—18 q/ha gumótermés többletet eredményezett a burgonyánál.

A hazai káliumprobléma másik fontos része az országon belül fellelhető egyéb nyersanyagok felhasználása. Itt elsősorban a kálitrachit jön számításba. Ebből igen jelentős készletekkel rendelkezünk. Hátránya az, hogy káliumtartalma csak 10% körül van, igen nehezen oldódik [4] és csak megfelelő finomságú őrlés esetén használható fel. Ez esetben viszont ПЕЦНИК és munkatársai [94], illetve újabban KOVÁCS [54] adatai szerint már az egyéves növényeknél is kedvező hatást vált ki. A kálitrachit perspektivikus és gazdaságos lehet

az új szőlő és gyümölestelepeken is nagyobb adagban alkalmazva, amikor is, mint hosszú ideig tartó tartaléktrágya jöhet számításba. A trachittal kapcsolatos kísérletek továbbvitele feltétlenül indokolt és szükséges.

Az utóbbi időben sok közlemény jelent meg külföldön, főleg a lengyeleknél a cementgyári por, mint kálitrágya hasznosításáról [75, 76]. Ezt a port az ún. elektro-szűrők választják le, lengyel adatok szerint a káliumtartalom eléri a 8%-ot. A magyar cementgyárakban elektro-szűrők nincsenek és az Építőanyagipari Kutató Intézet adatai szerint a magyar cementgyári por csak 3—4 K₂O-t tartalmaz [50], ez pedig trágyázási célra kevés.

A felsorolt szakirodalmi adatok azt mutatják, hogy a kálium körforgalma iránt világszerte jelentősen megnőtt az érdeklődés az utóbbi években. A káliumkérdés a hazai agrokémiai kutatásoknak természetesen nem a legfőbb problémája, de a növekvő nitrogén és foszfortrágyázás mellett ez a kérdés is mindjobban előtérbe kerül.

LÁNG ISTVÁN

Érkezett: 1962. október 4.

Irodalom

- [1] ARNOLD, P. W.: Potassium-supplying power of some British soils. *Nature*. **187**. 436—437. 1960.
- [2] ARNOLD, P. W. & CLOSE, B. M.: Release of non-exchangeable potassium from some British soils cropped in the glasshouse. *J. Agric. Sci.* **57**. 295—304. 1961.
- [3] BANERJEE, S.: Release of fixed potassium from soils. *J. Indian Soc. Soil. Sci.* **6**. 11—14. 1958.
- [4] BIDLÓ, G.: A telkibányai kálitrachit mállási vizsgálata. *Agrokémia és Talajtan*. **6**. 137—142. 1957.
- [5] BISHOP, R. F. et. al.: A long-term field experiment with commercial fertilizers and manure. II. Fertility levels and crop yields in a rotation of potatoes, oats and hay. *Canad. J. Soil Sci.* **42**. 49—60. 1962.
- [6] BLACK, C. A.: *Soil-plant relationships*. J. Wiley and Sons. New York. 1957.
- [7] BLACK, W. N. & CATRNS, R. R.: The effect of varying level of nitrogen, phosphorus and potassium and manure on the yield, starch content of potatoes. *Canad. J. Soil Sci.* **38**. 1—7. 1958.
- [8] BÓNA, J.: Nagyüzemi trágyázás. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1955.
- [9] BOSWELL, F. C. & PARKS, W. L.: The effect of soil potassium levels on yield, lodging and mineral composition of corn. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **21**. 301—305. 1957.
- [10] Búzatermesztési kísérletek. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1961.
- [11] CSRIKOV, F. V.: *Agrohimija kalija i foszfora*. Szel'hozgiz. Moszkva. 1956.
- [12] DEBRECZENT, B.: Szravnitelnoe izucsenie effektivnoszti foszfátov prosztüh i szlozsnüh udobrenij. Kandidátusi értekezés. Moszkva. 1961.
- [13] Délalföldi Mezőgazdasági Kísérleti Intézet. Kutatási eredmények a gyakorlatnak. Csongrád megyei Tanács VB. Hódmezővásárhely. 1961.

- [14] DE MENT, J. D. & STANFORD, G.: Potassium availability of fused potassium phosphates. *Agron. J.* **51**. 282—285. 1959.
- [15] DE MUMBRUM, L. E. & HOOVER, C.D.: Potassium release and fixation related to illite and vermiculite as single minerals and in mixtures. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **22**. 222—225. 1958.
- [16] DI GLÉRIA, J.: Mezőgazdasági kémia. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1959.
- [17] DOBY, G.: Növényi biokémia. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1959.
- [18] DOLL, E. C., HATFIELD, A. L., & TODD, J. R.: Effect of rate and frequency of potash additions on pasture yield and potassium uptake. *Agron. J.* **51**. 27—29. 1959.
- [19] EPSTEIN, E.: Mutual effect of ions in their absorption by plants. *Agrochimica.* **6**. 293—319. 1962.
- [20] FEKETE, B.: A hazai káliumtrágyázás kritikai elemzése. *Agrártudomány.* **11**. (8—9) 20—24. 1959.
- [21] FEKETE, Z.: Talajtan és trágyázástan. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1958.
- [22] FLORIAN, C. M. & NIEMANN, A.: Über den Einfluss verschiedener Stickstoff und Kaligaben auf Ertrag und Qualität der Zuckerrübe. *Landw. Forsch.* **11**. 238—245. 1958.
- [23] FM. Szakoktatási és Kísérletügyi Főigazgatósága irányítása alatt dolgozó Kutató Intézetek 10 évi kutatási eredményei. (1950—1960). Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1961.
- [24] FRIED, M., HAWKIS, G. & MACKIE, W. Z.: Rubidium-potassium relations in the soil-plant system. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **23**. 360—362. 1959.
- [25] FUJIIWARA, A. & JIDA, S.: Problems of biochemistry of potassium. Japanese Potassium Symposium. 1957. 33—55. *Int. Pot. Inst. Berne.* 1958.
- [26] GÉCZI, K.: Új vonások az állami gazdaságok talajerő-gazdálkodásában. Állami Gazdaságok termelési ankétjai. 1960. Bábolna. FM. Áll. Gazd. Főig. Budapest. 1961.
- [27] GRISSINGER, E. & JEFFRIES, C. D.: Influence of continuous cropping on the fixation and release of potassium in three Pennsylvania soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **21**. 409—415. 1957.
- [28] GROSEY, H. A.: O formah podvzvisnogo kalija v vüscselocsennüh csernozjomah v szveklovicsnüh szevooborotah. *Dokl. Ak. Sz/h. Nauk.* **9**. 40—43. 1957.
- [29] GUKOVA, M. M.: Pitanie bobovüh rasztenij foszforom i kaliem. *Izv. T. Sz. H. A.* (3) 177—192. 1958.
- [30] GUNAR, I. I., KRASZTINA, E. E., & PETROV-SZEPIRIDONOV, A. E.: Vlijanie kationnogo szosztava pitatel'nogo rasztvora na ritmicsnoszt' poglосsenija i vügvelenija szolej rasztenijami. *Dokl. T. Sz. H. A.* **34**. 80—84. 1958.
- [31] GUNAR, I. I., KRASZTINA, E. E., & PETROV-SZEPIRIDONOV, A. E.: Zaviszimoszt' holodosztjokoszti kukuruzü ot szootnoseniya kalija i kalcija v pitatel'nom rasztvore i v rasztenii. *Izv. T. Sz. H. A.* (5) 19—28. 1959.
- [32] HANSON, J. B. & KAHN, J. S.: The kinetics of potassium accumulation by corn roots as a function of cell maturity. *Plant Physiol.* **32**. 497—498. 1957.
- [33] HANWAY, J. J. & SCOTT, A. D.: Soil potassium — moisture relations. III. Determining the increase in exchangeable soil potassium on drying soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **23**. 22—24. 1959.
- [34] HARRAP, F. E. G.: Some aspects of the potash nutrition of the potato. *J. Sci. Food Agric.* **11**. 293—298. 1960.
- [35] HAWKINS, A.: Placement and source of potash on yield and solids content of potatoes. *Amer. Potato J.* **36**. 294. 1958.
- [36] HERBERT, J.: La fumure potassique dans les regions temperies. Potassium Symposium 1958. 229—249. *Int. Pot. Inst. Berne.* 1959.
- [37] HONG, J. U.: Einfluss steigender Kaligaben auf Ertrag, Qualität und Enzymgehalt bei Roggen, Gerste und Ackerbohnen. *Bayer. Landw. Jb.* **37**. 729—734. 1960.
- [38] HOVLAND, D. & COLDWELL, A. C.: Potassium and magnesium relationship in soils and plants. *Soil Sci.* **89**. 92—96. 1960.
- [39] HUDSON, J. P.: General effects of potash on the water economy of plants. Potassium Symposium 1958. 95—108. *Int. Pot. Inst. Berne.* 1959.
- [40] INDEN, T., MOSOWA, C. & TOKEI, A.: Potassium requirement of vegetable crops. Japanese Potassium Symposium 1958. 60—75. *Int. Pot. Inst. Berne.* 1959.
- [41] JANISZEVSZKIJ, F. V.: O roli azota i foszfora pri primenii kalijnüh udobrenij. *Dokl. T. Sz. H. A.* **52**. 213—219. 1960.
- [42] Japanese Potassium Symposium. 1957. *Int. Pot. Inst. Berne.* 1958.

- [43] Japanese Potassium Symposium. 1958. Int. Pot. Inst. Bern. 1959.
- [44] JAWORSKI, C. A. & BARBER, S. T.: Soil properties in relation to potassium uptake by alfalfa. *Soil Sci.* **87.** 37—41. 1959.
- [45] JENNY, H.: Contact phenomena between adsorbents and their significance in plant nutrition. Mineral nutrition of plants. 107—132. University of Wisconsin Press. Wisconsin. 1953.
- [46] JONES, M. B., PRATT, P. F. & MARTIN, W. P.: The effect of HPAN and IBMA on the fixation and availability of potassium in several Ohio soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **21.** 95—98. 1957.
- [47] JUNG, G. A. & SMITH, D.: Influence of soil potassium and phosphorus content on the cold resistance of alfalfa. *Agron. J.* **51.** 585—587. 1959.
- [48] KAHN, J. S. & HANSON, J. B.: The effect of calcium on potassium accumulation in corn and soybean roots. *Plant Physiol.* **32.** 312—316. 1957.
- [49] KEMENESY, E.: Talajerőgazdálkodás. Akadémiai Kiadó, Bpest. 1959.
- [50] Klinkerégető kemencék szállóporának hasznosítása. Építőanyagipari Központi Kutató Intézet 169. sz. jelentése. Bp., 1960.
- [51] KOGAN, P. M., NIKIFOROV, M. V. & FRIDMAN, S. D.: K voproszu ob opredelenii szoderzsaniya kaliya v pocsvah po γ -lucsam. *Pocsvovedenie.* (8) 92—98. 1961.
- [52] KORÓDI, J.: A műtrágyaipar gazdasági földrajzi kérdései különös tekintettel a terephelyválasztási problémáira. Kandidátusi értekezés. Budapest. 1961.
- [53] KOVÁCS, K.: Káliumtrágyázási kísérletek eredményei a Kísérletügyi Közlemények c. folyóiratban 1898—1947. között. Kézirat.
- [54] KOVÁCS, K.: A hazai előfordulású káliumtrachit közvetlen mezőgazdasági hasznosításának lehetőségéről. Kísérletügyi Közlemények. **54.A.** 57—88. 1961.
- [55] KOZÁK, M.: Tápanyagmozgás tanulmányozása meszes homoktalajon. MTA Agrártud. Oszt. Közl. **19.** 299—314. 1961.
- [56] KRAUSE, H. H. & WILDE, S. A.: Uptake of potassium by red pine seedlings and losses through leaching from fertilizers of various solubility. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **24.** 513—515. 1960.
- [57] KREYBIG L.: Az agrotechnika tényezői és irányelvei. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1956.
- [58] KUDRIN, Sz. A.: Vlijanie kalijnüh udobrenij na razvitie urozsaja jacsmen'ja i ovsza. *Agrobiologija.* **25.** 621—623. 1959.
- [59] Kukoricatermesztési kísérletek. Akadémiai Kiadó, Bpest. 1962.
- [60] KÚTHY, S.: Előkísérletek egyes gazdasági növények permetező trágyázási technikájának kidolgozására. *Iregszemcse Bulletin.* **1.** 92—101. 1961.
- [61] Külföldi búzafajták termesztése. TIT Csongrád megyei szervezete. Hódmezővásárhely. 1961.
- [62] LÁNG, G.: Istállótrágya-gazdálkodás a vetésváltó földművelési rendszerben. Keszthelyi Mezőgazdasági Akadémia Kiadványai. No 9. 1960.
- [63] LÁNG, G.: Növénytermesztés. Mezőg. Kiadó, Budapest. 1961.
- [64] LÁNG, I.: A réteges homokjavítás hatása a homoki bab termés hozamára és tápanyagfelvételére. *Agrokémia és Talajtan.* **10.** 389—404. 1961.
- [65] LÁNG, I.: Über den Antagonismus von Kali und Kalzium in einigen Pflanzen auf kalkhaltigen Sandböden in Ungarn. *Agrochimica.* **6.** 358—365. 1962.
- [66] LÁNG, I. & GÁTI, F.: A réteges homokjavítás hatása a kukorica ásványi táplálkozására. MTA Agrártud. Oszt. Közl. **14.** 369—381. 1958.
- [67] LATKOVICS, GY. NÉ: Adatok a kukorica műtrágyázásához. *Agrokémia és Talajtan.* **7.** 205—222. 1958.
- [68] LATZKÓ, E.: Die Funktion des Kaliums im Stoffwechsel der energiereichen Phosphate pflanzlicher und tierischer Organismen. *Agrochimica.* **3.** 148—164. 1959.
- [69] LATZKÓ E. & CLAUS, D.: Über die spezifischen Funktionen mineralischer Nährstoffe im intermediären Stoffwechsel. *Landw. Forsch.* **11.** 101—109. 1958.
- [70] LAUGHLIN, W. M.: Spray concentrations of potassium chloride and potassium sulfate affected potato growth, yields and composition. *Am. Potato J.* **39.** 100—106. 1962.
- [71] LAWTON, K. & COOK, R. L.: Potassium in plant nutrition. *Advances in Agronomy.* **6.** 253—303. 1954.
- [72] LAWTON, K. & TESAR, M. B.: Yield, potassium content and root distribution of alfalfa and bromegrass grown under three levels of applied potash in the greenhouse. *Agron. J.* **50.** 148—151. 1958.
- [73] LEVIN, A. M. & ZSEVIN, D. F.: Vlijanie priposzevnogo udobrenija na urozsaj i maszlicnoszti szemjan podszolnecsnika. *Agrobiologija.* **122.** 197—201. 1960.

- [74] LOVETT, W. J.: Studies on the metabolism of detached tobacco leaves. 1. The influence of potassium nutrition on the growth of tobacco and the quality of cured leaf. *Aust. J. Agric. Res.* **10**. 27—40. 1959.
- [75] LYTINSKI, T. & MAZUR, K.: Wartosc nawozowa pylow kominowych z cementowni na uzsitkach zielonych. *Roczniki Gleboznawcze.* **10**. 661—662. 1961.
- [76] LYTINSKI, T., MAZUR, K. & GUZECKA, A.: Nawozenie burakow cukrowych pylami cementowymi. *Roczniki Gleboznawcze.* **10**. p. 663. 1961.
- [77] MACLEAN, A. J.: Potassium-supplying power of some Canadian soils. *Canad. J. Soil Sci.* **41**. 196—206. 1961.
- [78] MACLEAN, A. J.: Fixation of potassium in some Canadian soils. *Canad. J. Soil Sci.* **42**. 96—104. 1962.
- [79] MATTHEWS, B. C. & SHERREL, C. G.: Effect of drying on exchangeable potassium of Ontario soils and the relation of exchangeable potassium to crop yield. *Canad. J. Soil Sci.* **40**. 35—41. 1960.
- [80] MCCOLLUM, R. E., HAGEMAN, R. H. & TYNER, E. H.: Influence of potassium on pyruvic kinase from plant tissue. *Soil Sci.* **86**. 324—331. 1958.
- [81] McLEWEN, H. B. & MATTHEWS, B. C.: Rate of release of non-exchangeable potassium by Ontario soils in relation to natural soil characteristics and management practices. *Canad. J. Soil Sci.* **38**. 36—43. 1958.
- [82] McLEAN, E. O. & SIMON, R. H.: Potassium status of some Ohio soils as revealed by greenhouse and laboratory studies. *Soil Sci.* **85**. 324—332. 1958.
- [83] METSON, A. J. & SAUNDERS, W. M. H.: Comparison of potassium chloride, bicarbonate and metaphosphate and calcined orthoclase, as sources of potassium for white clover. *New Zealand J. Agric. Res.* **5**. 145—157. 1962.
- [84] MISRA, S. G.: Adsorption and fixation of potassium from potassium phosphate under wet conditions. *J. Indian Soc. Soil Sci.* **6**. 49—52. 1958.
- [85] MITSUI, S. & HIRATA, H.: The significance of carbohydrate metabolism on potassium uptake, especially compared with phosphorus uptake by rice plants. *Japanese Potassium Symposium.* 1958. 6—20. *Int. Pot. Inst.* Berne. 1959.
- [86] MORTLAND, M. M.: The dynamic character of potassium release and fixation. *Soil Sci.* **91**. 11—14. 1961.
- [87] MORTLAND, M. M. & ELLIS, B.: Release of fixed potassium as a diffusion controlled process. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **23**. 363—364. 1959.
- [88] NIESCHLAG, F.: Ergebnisse eines 20-jährigen Kalidüngungsversuches auf humosen Sand. *Landw. Forsch.* **12**. 87—97. 1959.
- [89] NIZSALOVSKI, J.: Trágyázás, talajerőgazdálkodás. *Mezőgazd. Kiadó.* Budapest, 1960.
- [90] OIEN, A., SEM, G. & STENBERG, L.: Comparison of leaching and fixation of potassium and rubidium in soils using the isotopes K^{42} and Rb^{86} . *Soil Sci.* **88**. 284—287. 1959.
- [91] OKUDA, A. & NAKAMIGAWA, K.: The roles of potassium in plant physiology. *Japanese Potassium Symposium*, 1958. 21—29. *Int. Pot. Inst.* Berne. 1959.
- [92] PAAUW, F. V.: Relations between the potash requirements of crops and meteorological conditions. *Plant and Soil.* **9**. 254—268. 1958.
- [93] PCSELKIN, V. U.: Primenenie kalijnüh udobrenij na lugah. *Udobrenie i Urozsaj.* **4**. (11) 47—53. 1959.
- [94] PECZNIK, J., FEKETE, B., KOVÁCS, K. & BALA B.: Műtrágyázási kísérletek káliumban gazdag trachitporral. *Agrártud. Egy. Agr. Kar Kiadványa.* **3**. 1—32. 1956.
- [95] PEJVE, JA. V.: *Biochimija pocsv.* *Izd. Sz/H. Lit. Moszkva*, 1961.
- [96] PERKINS, H. F. & STELLY, M.: Ca and Mg content of oats and crimson clover grown on Norfolk sandy loam as affected by Na and K. *Soil Sci.* **86**. 305—309. 1958.
- [97] PETERBURGSZKIJ, A. V.: K. K. Gedroje o dosztupnoszti rasztenijam kalija pocsvü i dal'nejsee rajvitie etogo voprosza. *Pocsvovedenie* (11) 88—96. 1957.
- [98] PETERBURGSZKIJ, A. V. & JANISEVSKIJ, F. V.: Izucsenie povedenija kalija v dernovo-podzolisztoj legkoszuglinisztoj pocsvü pri dlitel'nom primenenii udobrenij v uszlovijah beszszmennogo para i monokultur rzi i kartofelja. *Izv. T. Sz. H. A.* **30**. 75—94. 1959.
- [99] PIPER, C. S. & DE VRIES, M. P. C.: The availability of potassium in some Tasmanian soils. II. Exhaustive cropping in relation to potassium reserves in the soil. *Aust. J. Agric. Res.* **11**. 774—804. 1960.
- [100] PLESHKOV, V. P. & FOWDEN, L.: Amino acid composition of the proteins of barley leaves in relation to the mineral nutrition and age of plants. *Nature.* **183**. 1445—1446. 1959.

- [101] Potassium Symposium. 1957. Int. Pot. Inst. Berne. 1958.
- [102] Potassium Symposium 1958. Int. Pot. Inst. Berne. 1959.
- [103] Potassium Symposium 1960. Int. Pot. Inst. Berne. 1961.
- [104] PRATT, P. F. et. al.: Chemical changes in an irrigated soil during 28 years of differential fertilization. *Hilgardia*. **28**. 387—420. 1959.
- [105] RATNER, E. I.: Pitanie rasztenij i dejatel'noszt' kornevoj szisztémü. *Szelhozgiz*. Moszkva. 1957.
- [106] RATNER, E. I.: Mineralnoe pitanie rasztenij i poglotitel'noja szposzobnoszt' pocsv. Izd. AN SzSzSzR. Moszkva. 1950.
- [107] REITEMEIER, R. F.: Soil potassium. *Advances in Agronomy*. **3**. 113—164. 1961.
- [108] REITEMEIER, R.: Soil potassium and fertility. *Soil Yearbook of Agriculture*. p. 101—106. Washington. 1957.
- [109] RICHARDS, G. E. & McLEAN, E. O.: Release of fixed potassium from soils by plant uptake and chemical extraction techniques. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **25**. 98—101. 1961.
- [110] ROGALEV, I. E.: Vlijanie ionov K, Cl i SO₄ na intenzivnoszt' transzpiracii kul'turnüh rasztenij. *Fiziol. Raszt.* **5**. 494—500. 1958.
- [111] SCHARRER, K. & JUNG, J.: Über den Einfluss verschiedener Anionen auf die Aufnahme von Calcium, Natrium und Kalium. *Plant and Soil*. **9**. 49—63. 1957.
- [112] SCHEFFER, F., WELTE, E. & REICHENBACH, H.: Über den Kaliumhaushalt und Mineralbestand des Göttinger E-Feldes. *Z. PflErnähr. Düng.* **38**. 115—128. 1960.
- [113] SCHMALFUSS, K. & REINICKE, J.: Über die Wirkung gestaffelter K-Gaben als KCl und K₂SO₄ auf Ertrag und Gehalt an Wasser, N-Verbindungen, K, Cl und S-Fractionen von Spinatpflanzen im Gefässversuch. *Z. PflErnähr. Düng.* **91**. 21—29. 1960.
- [114] SEMB, G., SORTEBERG, A. & OIEN, A.: Investigations of potassium available in soils varying in texture and parent material. *Acta Agric. Scand.* **9**. 229—252. 1959.
- [115] SCHARRER, K. & MENGEL, K.: Über den Kalium-Magnesium Antagonismus bei Mais und Sonnenblumen. *Z. PflErnähr. Düng.* **33**. 149—162. 1958.
- [116] SHEARD, R. W. & JONSTON, G. R.: Influence of nitrogen, phosphorus and potassium on the cooking quality of potatoes. *Canad. J. Plant. Sci.* **38**. 394—400. 1958.
- [117] SIRCAR, S. M. & DATTA, S. C.: Studies on the physiology of rice. X. Effects of potassium deficiency on growth and nitrogen metabolism. *Indian J. Agric. Sci.* **27**. 1—23. 1957.
- [118] STAHLBERG, S.: Studies on the release of base from minerals and soils. I. The release of potassium from potassium feldspar and micas at contact with synthetic ion exchangers. *Acta Agric. Scand.* **9**. 361—369. 1959.
- [119] STURM, H.: Zehnjährige Wiesendüngungsversuch auf oberbayerischen Niedermoor. *Bayer. Landw. Jahrb.* **35**. 530—543. 1958.
- [120] SUTTON, P. & SEAY, W. A.: Relationship between the potassium removed by millet and red clover and the potassium extracted by 4 chemical methods from 6 Kentucky soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **22**. 110—115. 1958.
- [121] Szőlőtermesztés homokon. *Mezőgazdasági Kiadó*. Bpest, 1961.
- [122] THOMAS, F. H. & GIDDENS, J. E.: Release of nonexchangeable Na and K to exchangeable forms. *Soil Sci.* **85**. 273—277. 1958.
- [123] THOMAS, G. W., COLEMAN, N. T. & JACKSON, W. A.: Influence of magnesium, potassium and nitrogen nutrition on phosphoenolpyruvate-stimulated carbon dioxide fixation. *Agron. J.* **51**. 591—594. 1959.
- [124] TRUOG, E.: Soil as a medium for plant growth. *Mineral nutrition of plants*. 23—56. University of Wisconsin Press. Wisconsin. 1953.
- [125] TSO, T. C., McMURTLEY, J. E. & SOROKIN, T.: Mineral deficiency and organic constituents in tobacco plants. I. Alkaloids, sugars and organic acids. *Plant Physiol.* **35**. 860—864. 1960.
- [126] TSO, T. C. & McMURTLEY, J. E.: Mineral deficiency and organic constituents in tobacco plants. II. Amino acids. *Plant Physiol.* **35**. 865—870. 1960.
- [127] VAZSENIN, I. G. & KARASZEVA, G. I.: O formah kalija v pocsve i kalijnom pitanii rasztenij. *Pocsvovedenie* (3) 11—21. 1959.
- [128] VLASZJUK, P. A.: Ulucsenie uszlovij pitanija rasztenij primeneniem raznüh form kalijnüh udobrenij. *Agrobiologija*. **115**. 9—22. 1959.
- [129] WARD, G. M.: Potassium in plant metabolism. II. Effect of the potassium upon the carbohydrate and mineral composition of potato plants. *Canad. J. Plant Sci.* **39**. 246—252. 1959.

- [130] WARD, G. M.: Potassium in plant metabolism. III. Some carbohydrate changes in the wheat seedling associated with varying rates of potassium supply. *Canad. J. Plant. Sci.* **40**, 729—735. 1960.
- [131] WEHUNT, R. L., STELLY, M., & COLLINS, W. O.: Effect of Na and K on corn and crimson clover grown on Norfolk sandy loam at two residual K levels. *Soil Sci.* **83**, 175—183. 1957.
- [132] WELTE, E., NIEDERBRUDDE, E. A. & WERNER, W.: Zur Kalium-Dynamik illitreicher Aulehme bei intensiver Bepflanzung. *Z. PflErnähr. Düng.* **96**, 157—169. 1962.
- [133] WOODRUFF, C. M. & McINTOSH, J. L.: How potassium caused boron deficiency in soybeans. *Bett. Crops.* **44**, 4—8. 1960.
- [134] YAMASAKI, T.: Trend of the study on the manurial effect of potassium in Japan in recent years. *Japanese Potassium Symposium*. 1957. 15—33. *Int. Pot. Inst. Berne*. 1958.

ÜTMUTATÁS A SZERZŐK RÉSZÉRE

Az AGROKÉMIA ÉS TALAJTAN a szűkebb értelemben vett agrokémián, talajtanon, trágyázástanon, a növények táplálkozásának kémiáján kívül foglalkozni kíván a növényi biokémia, talajmikrobiológia, növényélettan stb. mezőgazdaságot illető területeivel. A közlésre beküldött dolgozatok összeállításánál, a folyóirat egységes kiállítása érdekében az alábbiak figyelembe vételét kérjük:

1. A dolgozat felépítését tekintve legjobban bevált az alábbi tagolás: 1. Bevezetés: a kísérleti munka kiindulása és rövid irodalmi áttekintés. 2. A felhasznált anyag és módszerek. 3. A kísérleti rész. 4. Az eredményekből levonható következtetések. 5. Összefoglalás.

2. A kéziratok egy oldalon, baloldalt 5 cm-es margóval, kettes sorközzel, fogalmi papíron két példányban géppel írandók. A szerző neve alatt fel kell tüntetni az intézetet, ahol a szerző a munkáját végezte. Lábjegyzet alkalmazását kérjük mellőzni. Táblázatokat, grafikus ábrázolásokat, fényképeket szükséghez képest közlünk.

3. Az idézett irodalom a dolgozat végén betűrendbe szedve és sorszámozva tüntetendő fel. A szövegben a hivatkozás a szerző neve után szögletes zárójelbe tett számmal történik. A folyóirat idézetek tartalmazzák a szerző, ill. szerzők nevét aláhúzva, a dolgozat címét, a folyóirat megnevezését a szokásos rövidítéssel, a kötetszámot kétszer aláhúzva, a kezdő és végző oldalszámot és végül a megjelenés évszámát. Könyv idézése esetén a szerző után a könyv címe, a kiadó, valamint a kiadás helye és éve közlendő. Pl.: [19] Szaboles, I. & Máté, F.: *Die Bildung der ungarischen Alkaliböden*. *Z. PflErnähr. Düng.* **73**, 140—145. 1956.

4. A magyar nyelvű összefoglalásnál valamivel bővebb összefoglalást kérünk fordítás céljára 3 példányban, mely önmagában is érthető és teljes legyen. Kérjük csatolják ehhez az ábra aláírásokat és a táblázatok sorszámozott rovatainak szövegét.

5. A kijavított kefelevonásokat 3 nap múlva a szerkesztőségnek kell visszaküldeni. A kefelevonaton már csak a hibás szedés javítása történhet, olvashatóan, tintával, a szokásos jelzések alkalmazásával. Szövegrész törlése vagy új szövegrész beiktatása költséges és ezért mellőzendő. A közlemények tartalmáért a szerzők felelősek.

6. A szerzők díjtalanul 100 db különnyomatot kapnak.

A kiadásért felelős az Akadémiai Kiadó igazgatója

Műszaki szerkesztő: Vidosa László

A kézirat nyomdába érkezett: 1962. XII. 19. — Példányszám: 1400 — Terjedelem: 16,4 (A/5) iv