

## SZEMLE

### Keresztény Béla (1924–1980) agrokémiai–talajtani munkássága

KERESZTÉNY BÉLA születésének 60. évfordulója alkalmából a Keszthelyi Agrártudományi Egyetem Mosonmagyaróvári Mezőgazdaságtudományi Kara, a Magyar Agrártudományi Egyesület Talajtani Társasága, valamint a Magyar Agrártudományi Egyesület Győr—Sopron megyei Talajtani Szakosztálya 1984. október 10-én tudományos emlékülést rendezett Mosonmagyaróváron, az Egyetemen.

DEBRECZENI BÉLA rektor megnyitója után NOSTICZIUS ÁRPÁD „Keresztény Béla élete, munkássága”, VARGA JÁNOS „A talajtani tudomány története Mosonmagyaróváron”, KRÁMER MIHÁLY és FÜLEKY GYÖRGY „Keresztény Béla szerepe a magyar talajtani tudományokban”, VÁRALLYAY GYÖRGY „Keresztény Béla munkássága és a nagyléptékű üzemi talajterképezés”, GYÖRI DÁNIEL „Az országos mikroelemmerleg elkészítésének és értelmezésének problémái”, HARGITAI LÁSZLÓ „A humusz és mikroelem kapcsolata, agrokémiai és környezetvédelmi jelentősége”, TÖLGYESI GYÖRGY „Magyarországi mikroelem-kutatások eddigi eredményei és a jövő feladatai”, NAGY LEHEL „Keresztény Béla mikroelem-kutatási tevékenysége; a Dunántúl egyes talajföldrajzi tájainak mikroelem-ellátottsága”, IVÁNCICS JÓZSEF „Visszaemlékezés az oktatóra” címmel tartott előadást. Az egész napos tudományos emlékülés SCHMIDT JÁNOS dékán zárszavával ért véget. Bejelentette, hogy az emlékülésen elhangzott előadások anyaga a Mosonmagyaróvári Kar Közleményeiben fog megjelenni.

Az emlékülésen megmutatkozó igény késztetett bennünket arra, hogy e folyóirat hasábjain részletesebben értékeljük KERESZTÉNY BÉLA talajtani—agrokémiai munkásságát.

Viszonylag rövid életpályája ellenére kiemelkedőt alkotott a hazai talajtani és agrokémiai tudományban. Nemcsak új eredményeivel és módszereivel, de lehetőségei legcélsebb hasznosításával is példát mutatott. Megkezdett kutatási irányzatának a folytatása szaktudományunknak és az erőforrások leggazdaságosabb hasznosítására törekvő mezőgazdaságunknak egyaránt érdeke.

Pályája kezdetén a hazai mezőgazdasági tudomány új korszakba lépett. A talajtani és agrokémiai kutatás már az előző évtizedek mostoha gazdasági viszonyai között is sokat fejlődött. Az ország különböző részeiben lévő munkahelyeket széles látókörű és a gyakorlat igényeit jól ismerő egyéniségek irányították. Világosak voltak a megoldandó feladatok és tisztázottak az ezekhez megkívánt módszerek [80, 81]. A cél a hazai talajok termőképességének megismerése és gazdaságos növelése volt. Időszzerűvé vált a munkákat országosan összefogó központ megszervezése. Egyre nőtt az igény a kísérleti adatok matematikai feldolgozására, a jelenségek törvényszerű leírására. A szaporodó gyakorlati talajvizsgáló laboratóriumoknak pontos, de könnyen elvégezhető, olcsó elemzési módszerekre volt szüksége. A műtrágyázás terjedésével és az adagok növelésével a mikroelemek alkalmazása is időszzerűvé vált.

KERESZTÉNY BÉLA Budapesten, SIK KÁROLY mellett kezdte munkáját. Az újonnan alakult Agrokémiai Intézetben ismerkedett meg a mikroelem-meghatározási módszerekkel [3, 4], és ott készítette el első irodalmi összefoglalóját a mangán témakörében [1].

Rövidesen az Intézet mosonmagyaróvári talajtani laboratóriumába helyezték át id. VÁRALLYAY GYÖRGY munkatársának. Az ottani hagyományok egész pályájára meghatározó hatást gyakoroltak.

Magyaróvárt tartják a hazai mezőgazdasági tudományok bölcsőjének. Így volt ez a trágyázástan területén is CSERHÁTI óta. Számos neves kutató (SIGMOND, DOBY, HERKE) került onnan ki. Mindnyájukat a jelenségek beható tanulmányozása, a külföldi eredmények tudatos alkalmazása és a gyakorlat szolgálata jellemezte.

KERESZTÉNY főképpen két nagy egyéniségtől tanult sokat.

A Magyaróvári Növénytermelési Kísérleti Intézet vezetője, DWORÁK LAJOS már 1930 óta a hazai „agrikultúrkémia” lázadó szelleme [74]. Elvetette a talajvizsgálatok elszigetelt értékelését, olyan ismeretrendszer megteremtésére törekedett, amely a termésképző tényezőket együttesen és számszerűen veszi figyelembe. A mezőgazdaságban ő hangsúlyozta elsőként a kutatók matematikai műveltségének a fontosságát [75].

Id. VÁRALLYAY GYÖRGY, az Intézet talajtani laboratóriumának a vezetője volt az első években KERESZTÉNY irányítója, és ő maradt mindvégig a példaképe. VÁRALLYAY — mint KERESZTÉNY később írja [67] — „... nem boncolgatott gyakorlati haszonnal nem járó elméleti kérdéseket, egyaránt járatos és kezdeményező volt a laboratóriumi munkákban, a tenyészedény- és szabadföldi kísérletekben. Sokoldalú volt, a talaj fizikai, biológiai tulajdonságai, vízgazdálkodása egyaránt foglalkoztatták.” KERESZTÉNY a vele együtt töltött néhány év alatt, amint erről közös cikkek [4, 5, 6] tanúskodnak, sok mindent elsajátított, és így felkészülten folytatta tovább a munkát a Mezőgazdasági Főiskola (majd Egyetem) kémiai—talajtani tanszékén. Akárcsak mesterét, őt is kritikus magatartás jellemezte. „VÁRALLYAY — írja [67] — eredményeit sohasem tekintette véglegeseknek, mindig kész volt ezeknek továbbfejlesztésére, esetleg újabbakkal való felváltására.”

KERESZTÉNY munkásságát úgy értékelhetjük a legtárgyilagosabban, ha témánként áttekintjük eredményeit és munkamódszereit.

#### *A P- és K-hatások törvényszerűségei*

Első szélesebb körű önálló kutatásai 1955 és 1958 között VÁRALLYAY munkásságához kapcsolódtak. Az 1950-ben közölt [85] NPK-hiánykísérletek adatai között próbált regresszióelemzéssel összefüggéseket találni.

VÁRALLYAY összesen 125 kispárcellás kísérletet ismertetett: 6 talajtípuson főleg búza- és burgonyanövényekkel. A kontrollkezelések termésén kívül közli az őszel középmelegen beszántott műtrágyák ( $N_{35}$ ,  $P_{60}$  és  $K_{70}$ ) hatására kapott %-os terméstöbbleteket, valamint a szántott rétegből vett talaj-átlagminták érleléses N-, DL-P-, valamint NEHRING-K értékeit. KERESZTÉNY ezeket az adatokat sokoldalúan (növények, talaj kémhatása, talajtípusok szerint) csoportosítva korrelációt számolt a kapott terméstöbbletek és a talajvizsgálati értékek között [9, 10, 11, 12, 15, 17]. Az összefüggések akkor voltak a legszorosabbak, ha az adatoknak nem az abszolút értékét, hanem egy azonos minőségű nagyobb adathalmaz átlagához viszonyított relatív értékét vette tekintetbe. Ezzel igazolta DWORÁK felfogását a relatív hatásokról [76], hogy valamely talajon a termés nem egy kiemelt tényezőnek, hanem mindig a tényezőik összességének a függvénye. Ez annyit is jelent, hogy a tápanyag-ellátottságot, vagyis a kérdéses tápanyagnak a talajban levő mennyiségét valamennyi tápanyag felvehető állapotban található mennyiségéhez viszonyítva kell megítélni. A különböző adatcsoportokban számított korrelációkat összevetve, a terméstöbblet kiszámításánál a talaj felvehető tápanyagtartalma és a kontrollkezelés termése (T) mellett egyéb paramétereket (a növény %-os tápanyagtartalma, a talaj pH-ja, kötöttsége) is bekapcsolt, és így az összefüggéseket egyre szélesebb körre terjesztette ki.

Végző soron az adott P- és K-adagok hatásának kiszámítására dolgozott ki képleteket. Így a K-műtrágyázás esetében [15]:

$$dT = 0,0178 \cdot K\% \left[ \frac{\log 100 T/T\bar{a} \cdot (pH + 6)}{\log k + 0,97} - 10 \right]$$

E képlet önmagában is mutatja KERESZTÉNY széles látókörét és eredményei hosszú távú érvényességét. A műtrágyahatások ( $dT$ ) ugyan a talaj könnyen oldható tápanyagtartalmától ( $k$ ), pontosabban ezeknek a túl nagy értékeket simító logaritmusától függenek, önmagukban azonban a trágyázási szaktanácsadásban nem mértékadóak. A képletben a  $T\bar{a}$  (országos termésátlag) az egyéb termelési tényezők (mondhatnánk az agrotechnikai színvonal) döntő befolyására utal. A természetdó növény %-os tápanyagtartalma ( $K\%$ ) és a talaj kémhatása ( $pH$ ) a képletben igazolja, hogy a trágyahatásokban a növény tápanyagigényének és a talaj hatóanyag-megkötésének egyaránt van szerepe. Így KERESZTÉNY, DWORÁKKAL egyezően, de VÁRALLYAYVAL nem ellentétben eléggé átfogó kísérleti anyag matematikai-statisztikai feldolgozásával bebizonyította, hogy talajaink általános termőképessége, a termesztett növények igényeinek sokoldalú és harmonikus biztosítása, előfeltétele a műtrágyázás eredményességének. A  $T/T\bar{a}$  hányadossal (kontrollparcella termése osztva az országos átlagterméssel) a táblatermések és a parcellatermések szisztematikus eltérésének a helyesbitésére is törekedett.

Munkáját még értékesebbé teszi mértéktartása. Képleteit csak az adott kísérleti körülmények között, főképp az alkalmazott műtrágyaadag-tartományban tartotta érvényesnek. Tudatában volt tehát annak, hogy a termelési tényezők szerepét a mezőgazdaság belterjesebbé válásával újra és újra meg kell vizsgálni, valamennyi jelentős termőtájunkat képviselő kísérleti hálózatra mindig szükség van.

Képleteivel a talaj könnyen oldható tápanyagtartalmát nem önmagában, hanem a műtrágyázás egyéb tényezőivel együttesen értékeli. A kevéssé bonyolult esetekre érvényes mutatót újabb és újabb paraméterek figyelembevételével módosítja. Ez az eljárás — amely mint a talajvizsgálati értékek korrigálása ismeretes — csak a legutóbbi évtizedben vált belföldön és külföldön általánossá [78, 82, 83]. A tápanyagtartalmak korrigálásában KERESZTÉNY nagyra becsülte VÁRALLYAY mikrotrágyázásos módszereit. Ezek pontosítására hazánk 50 talajfélésegeről vett mintákon, modellkísérletek beállításával maga is végzett vizsgálatokat [21, 23]. E módszerekkel a Mn [32] és a Mo [14] megkötődését is tanulmányozta.

Joggal vetődik fel a kérdés, miért nem akadtak követői KERESZTÉNYNEK a műtrágyázási szaktanácsadás összefüggés-vizsgálatokra alapozott továbbfejlesztésében. Az 1960-as évek elején a még csekély műtrágyahasználat okozta érdektelenség, a szakmai körök nem elégséges biometriai ismeretei és a magyaróvári viszonylagos elszigeteltség egyaránt indokolja ezt. Ma azonban, országos talajvizsgáló hálózat és számítógép-kapacitás birtokában, egyre időszerűbb a lerakott alapokon a műtrágyahatások törvényszerűségeinek további tanulmányozása.

#### *Érleléses N-, P- és K-talajvizsgálatok*

KERESZTÉNYNEK a fenti, a P- és K-megkötődés feltételeit tanulmányozó modellkísérleteihez kapcsolódnak még a talaj könnyen oldható, ásványi-N-tartalmával összefüggő vizsgálatai. Szabadföldön, időszakosan és különböző talajokon vett minták szerint a VÁRALLYAY-féle laboratóriumi érleléses N-szolgáltatásmérés [84] nem alkalmas az egyes termőhelyeken várható felvehető N-készleteknek a becslésére [13, 18, 24, 26]. Ezek alakulásában ugyanis nemcsak a biológiai, de a fizikai és kémiai talajtulajdonságok (hőmérséklet, nedvesség, mechanikai összetétel), sőt a talajfelszín menti szélereősség is közrejátszanak. Ezt igazolta a különböző tényezők közötti összefüggések szorosságának a kiszámításával, illetve e tényezőket együttesen is figyelembe véve [20]. A N-veszteségek eredetének a tisztázására szabadföldön, a zavaró körülményeket (szél, harmat, rovarok stb.) ötletesen kiküszöbölve mérte a talajból elpárolgó  $NH_3$ -mennyiségeket [28].

### Mikroelem-kutatások

KERESZTÉNY munkásságának zöme és kiemelkedő eredményeinek java része a talajok mikroelem-tartalmával és a mikroelem-trágyázással kapcsolatos. 1950-től a Cu és a Zn meghatározásának néhány egyszerűsítésétől [2] 1980-ig, egy termelőszövetkezet többé-kevésbé régen meszezett tábláin a mikroelem-ellátottság tanulmányozásáig [71] a témakör csaknem minden részletével foglalkozott. A kérdések világirodalmi állását többször is ismertette témadokumentációkban [58, 68], sokat tett a meghatározások pontosítására és egyszerűsítésére. Az egyes talajtípusok mikroelem-tartalmának szabályszerűségeit egyre kiterjedtebb és körültekintően megválasztott mintaanyagon tanulmányozta. A hetvenes évek második felében ezek összegezésékképpen eljutott a talajok felvehető mikroelem-ellátottságának egy jelzőszámmal való kifejezéséig. Növénykísérletekre csak ritkán volt alkalma, a növények mikroelem-tartalmára, a különböző ellátottsági szintekre vonatkozó adatait többnyire más szerzőktől vette át. E munkáit az alábbiakban részletezzük.

*Analitika.* — Tudva, hogy minden vizsgálat alapja a céloknek megfelelően pontos és jól reprodukálható elemzés, rendszeresen foglalkozott a zavaró körülmények kiiktatásával és a munkamenetek minél szabatosabbá tételével. Főképpen így volt ez a B [31, 41, 44] és a Mo [14, 16, 33, 49, 54] esetében, emellett még fejlesztette a Cu [30, 37], a Mn [32] és Six LÁSZLÓVAL közösen a Zn [64] kolorimetrikus vizsgálatát. A hibaforrások feltárásában saját mintaanyagán kívül a KGST-együtműködés mintaanyagát is felhasználta. Ez utóbbiaknak a munkahe-lyenkénti szisztematikus eltérések és a szórások nagysága alapján döntötte el, hogy melyek az alaposabb kidolgozásra szoruló módszerek. Ilyen esetekben a lehetséges hibaforrások súlyát külön részkísérletekben mérte fel [37, 38]. Számára a matematikai statisztika nemcsak a vizsgálatok megbízhatóságát jelezte, hanem a kutatások irányát is megszabta. Kiváló kémiai érzékének bizonyítéka többek között a B-meghatározásnál a szerves anyag zavaró hatásának a kiküszöbölése [31], a Mo-meghatározásnál a KJ színerősítő hatásának a felfedezése [49] és az 1976-ban Six LÁSZLÓVAL együtt közreadott — csupán puffer- és szinelőhívó oldattal a legkülönbözőbb talaj-, illetve növénykivonatok Zn-tartalmának meghatározására kidolgozott — kolorimetrikus eljárása [64].

A könnyen oldható mikroelem-tartalmak meghatározásának legfőbb hibaforrása a talajkivonatok nem eléggé szabatos készítése. Így KERESZTÉNY kimutatta, hogy a B forróvizes kivonásakor a gyors szűrés [36], a  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ -os Mn-kivonásakor a kivonószer  $\text{SO}_2$ -tartalmán felül még a rázatás összes fordulatszáma (= percenkénti fordulatszám  $\times$  rázatás ideje percekben) és az előírt hőmérséklet megtartása [32, 38] a jó reprodukálhatóság feltétele.

Természetesen a reális eredményekhez nem a kivonás technikája, hanem a kivonószer helyes, a talaj tulajdonságaihoz igazodó megválasztása a legfontosabb. Az ez irányú vizsgálatairól részletesebben lesz még szó.

*Talajminta-választék.* — Igen céltudatos volt KERESZTÉNY a vizsgálatra szánt mintaanyag megválasztásában is. Eleinte Mosonmagyaróvár környéki talajokkal dolgozott [32, 34, 35, 39, 41]. Itt egymáshoz közel sok talajtípus (humuszos öntés, csernozjom réti talaj, réti talaj, lápos réti talaj, lecsapolt — telkesített síkláp) fordul elő. Ezek jellemzői igen változatosak:  $\text{CaCO}_3$  %: 0—35; humusz %: 1,5—25; kötöttség 43—106; a  $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$  viszont csak 7,2—7,8 közötti értékű.

Az összefüggés-vizsgálatokba bevont talajjellemzők megválasztásában — a korlátozott laboratóriumi kapacitásra tekintettel —, igen mértéktartó volt. Többnyire a pH-t (esetleg  $\text{CaCO}_3$  %-ot), a  $K_A$ -t (= Arany-féle kötöttségi szám), esetleg a  $h$ -t, vagy a leiszapolható részek %-át, végül pedig a humusz %-ot vette figyelembe. Újabb munkáiban ezekhez még a HARGITAI-féle humuszminőség-jellemzők járultak [44, 47]. Lehetőleg ugyanazt a talajmintát több vizsgálatsorozatba is beiktatta. Munkássága utolsó évtizedében, a módszerei egyszerűsítésével megnövekedett vizsgálókapacitásnak köszönhetően, esetenként 20—30 helyről származó,

összesen 600—800 minta alapján tanulmányozhatta a talajtulajdonságok és a mikroelem-tartalmak közötti összefüggéseket [60, 61, 62]. A mintagyűjtésben elsősorban külső munkatársak, volt tanítványai, üzemi, illetőleg NAK laboratóriumok szakemberei segítettek.

*A talajok mikroelem-tartalmának összefüggései egyéb jellemzőikkel.* — A VÁRALLYAY kísérleti anyagán bevált egy- és többváltozós regressziós elemzéseket e téren igen jól hasznosíthatta. Kitűnt, hogy a talaj szerves anyagának mennyisége és minősége leginkább a Cu- és Mo-tartalmakat, pH-ja a Mn- és a Zn-tartalmakat, kötöttsége pedig a B- és Mn-tartalmakat, illetve ezek oldhatóságát befolyásolta. A talaj felszíni rétegeiben akár a nagyobb gyökértömeg, akár a nagyobb humusztartalom miatt a mikroelemek felhalmozódnak. Esetenként ugyancsak felhalmozódást okozhat az egyes rétegek eltérő pH-ja ( $\text{CaCO}_3$ -tartalma), kiemelkedően nagy szervesanyag-tartalma, valamint agyagtartalma [60]. A talajok keletkezésében a hidromorf jelleg az egyes mikroelemekkel kapcsolatos összefüggéseket ellenkező előjelűvé is változtathatja [40]. A szoloncsákos szintekben a Na-sókkal együtt a mikroelemek, főként a Mo, felhalmozódnak [59].

A vizsgált földrajzi tájakon (Kisalföld [53], Alpokalja [55], Mezőföld [40, 57], Mezőhegyes vidéke [59], Veszprémvarsány vidéke [65], Marcal-medence, Rábántúl, Bakonyvidék [51]) a különböző talajtípusokban az összes és a könnyen oldható mikroelem-tartalom szelvénybeli eloszlása egymástól többnyire szignifikánsan különbözött. Mégis a vizsgálatok arra mutattak, hogy egy-egy termőhelyen a talajok mikroelemkészletét a környezet és az emberi befolyások (agyagáthelyeződések, kimosódás — trágyázás, növényvédelem) annyira megváltoztatják, hogy a talajok mikroelem-ellátottságát nem lenne reális a típusok szerint osztályozni [60, 61].

A talajtípusok és a mikroelem-tartalmuk közötti összefüggéseket KERESZTÉNY mondhatni egész pályafutása alatt tanulmányozta. Ebben nyilván szerepet játszottak a külföldi, főleg szovjet, pozitív eredmények [42] és VÁRALLYAY ismert nézete a talajtípusoknak a tápanyag-gazdálkodásban játszott szerepéről [85], ami tulajdonképpen SIGMOND álláspontjából eredt [80]. KERESZTÉNY BÉLA ezt a kérdést is igen sokoldalúan tanulmányozta. A kellően nagy számú és változatos mintaanyag alapján a gyakoriság-eloszlási görbék (hisztogramok) elemzését is alkalmazta [40, 43, 44]. Az eloszlások többszűcsúsúsága és ferdültsége vagy valamely egyéb tényező következetes hatását jelezte, vagy pedig kiugró, a statisztikai feldolgozásból kihagyandó értékekre figyelmeztetett. KERESZTÉNY mindig tudatában volt annak, hogy a kísérleti adatok gondos szűrése a megbízható következtetések előfeltétele [52, 59].

*Kivonószerez-megválasztás.* — Valamely mikroelem oldhatóságának a vizsgálatánál az oldószerek és ezzel együtt a talaj/oldószer arányok helyes megválasztását KERESZTÉNY is, mint általában az agrokémikusok [68], a trágyázási szaktanácsadás alapkérdésének tekintette. Szokásosan ezt széleskörűen változó tulajdonságú talajmintaanyagon nevelt növények tápanyag-felvétele alapján, az egyes kivonószereket kalibrálva kellett volna eldönteni [73].

Bár KERESZTÉNY szakirodalmi adatok alapján megpróbálkozott NEUBAUER-jellegű modellkísérletekben a talaj felvehető Mn-tartalmának a meghatározásával [48], s két éven át egy helyen a talaj- és növényvizsgálati adatok gondos mérlegelésével szabadföldi mikroelem-trágyázási kísérletet is végzett [22], a nagy számú összetartozó talaj- és növényminták együttes feldolgozására csak a hetvenes évek második felében volt módja. Ekkor lehetősége nyílt a szaktanácsadásban új fordulatot jelentő mikroelem-ellátottsági számok kísérletes megállapítására [69, 70].

Addig is többféleképpen próbált tájékozódni arról, hogy az egyes talajtulajdonságok miképpen befolyásolják a kivonószerek hatékonyságát. Így pl. a Cu esetében 0—36% között váltakozó  $\text{CaCO}_3$ -tartalmú talajsorozaton azt találta, hogy a WESTERHOFF-féle 0,42 N  $\text{HNO}_3$  esetében a talaj mésztartalma inkább befolyásolta az értékeket, mint a PEIVE—RINKISZ-féle N HCl-t alkalmazva [37, 47]. Megoldásként a talaj  $\text{CaCO}_3$  %-a alapján történő korrigálást

javasolta. Az általánosnak szánt kivonószereket (forró  $H_2O$ ,  $N H_2SO_4$ ) a különböző talajokon tapasztalt „mikroelem-oldhatóság” (ezt a paramétert vezette be a talaj tápanyagtökéjének a jellemzésére [44]) alapján minősítette [45, 46]. Úgy találta, hogy ezekkel az oldószerekkel az értékek változatossága jóval kisebb, mint a hazai szerzők (GYÖRI, TÖLGYESI) növényvizsgálatai alapján észlelt felvehető mikroelem-tartalmak [48]. A legzavaróbb a könnyen oldható Mo meghatározására általában használt GRIGG-féle ammónium-oxalát—oxálsavas kivonószert oldóképességének a függése volt a talaj pH-jától [45, 62, 71]. Értéke a pH növekedésével csökkent, jóllehet köztudomásúan éppen ekkor lesz nagyobb a Mo felvehetősége. A Mo kivonásában a talaj pH-jától nem függő forróvízes módszer pedig csekély oldóképessége (1/10-e a GRIGG-félének) miatt nem vált be [62]. KERESZTÉNY a Mn kioldására országosan bevezetett 0,05 N EDTA + 1 N KCl kivonószert is pH-érzékenynek találta [69].

*A talaj mikroelemformáinak tanulmányozása.* — KERESZTÉNY vizsgálatai alapján többször is hangsúlyozta, hogy a talaj szerves anyagának „különleges” szerepe van a Mo felhalmozásában [35]. Nagy szervesanyag-tartalmú talajokat  $H_2O_2$ -dal kezelve a kivonható Mo-tartalmuk növekedett. A vizsgált talajok többségében a C/Mo éppen olyan állandó volt, mint a C/N [19]. E talajokat vízborítással, illetve levegős körülmények között érlelve kitűnt, hogy a redukációs viszonyok a Mo-vegyületek oldhatóságát oxidáltsági fokukat csökkentve visszaszorították [27]. (Megjegyzendő, hogy KERESZTÉNY — VÁRALLYAY munkatársaként — 1953-ban már foglalkozott a vízborításnak a talaj tápanyagai mozgékonyágát befolyásoló hatásával [7].) A Cu-tartalom kilúgozásánál a kivonószereket semlegesítő talajokon is a  $HNO_3$ -as kivonatok Cu-tartalma nagyobb volt, mint a  $N H_2SO_4$ -as kivonatoké. A regressziós vizsgálatok szerint ez a szerves anyagon kötött Cu eltérő oldatba juttatásának a következménye [37].

A mikroelemek kötésformáiról közölt munkái közül kimagasló az 1977-ben megjelent, „A biológiai felhalmozódás szerepe a talajszelvények mikroelem-tartalmának eloszlásában” című [63]. Ez példázza legmeggyőzőbben, hogy egy már feldolgozott anyag újraértékelése — hasonlóan VÁRALLYAY 125 kísérletének adatai esetében — minden további vizsgálat nélkül is lényegesen bővítheti ismereteinket. Az 1971—72 között Mosonmagyaróvár környéki talajokon vett mintaanyagra a B-, Cu-, Mn- és Mo-tartalmak összefüggését 8 talajparaméterrel annak idején kiszámította [43, 44]. Később tisztázni kívánta a felszíni talajrétegek viszonylag jelentősen nagyobb mikroelem-tartalmának az eredetét. Ez vagy a humuszhoz kötődik, tehát a felszíni talajréteg nagyobb szervesanyag-tartalmának a velejárója, vagy a gyökerekből — bomlásuk után — szabadul fel, vagyis a felszíni réteg sűrűbb és nagyobb tömegű gyökérhálózatának a következménye. A szakirodalomból ismerte azt a tényt, hogy a gyökértömeg %-os mennyisége a mélységgel arányosan csökken. Ezért regressziós számításaiba egy kilencedik változót is felvett, a talajmélység reciprok értékét. Így vizsgálva az egyes tényezők súlyát, a szervesanyag-tartalmak meghatározó szerepe az összes és könnyen oldható B-, illetve Mn-tartalmaknál, továbbá az összes Cu-tartalmaknál csökkent, és csak az összes és könnyen oldható molibdénnél maradt változatlan. Tehát csupán az utóbbi elemnél igazolódott be, hogy a talaj szerves anyagához kötődik. Számításaival KERESZTÉNY bemutatta, hogy a jelenségeket egyre több szempontból vizsgálva, és ehhez találékonyan újabb paramétereket bevezetve, a régebben már nagy gonddal bebizonyított megállapítások is módosulhatnak.

*Mikroelem-ellátottsági számok.* — KERESZTÉNY BÉLA munkásságának ezt a kétségtelenül kimagasló és több évtizedes kutatásait összegező fejezetét kissé részletesebben tekintjük át. Jó példája ez annak, hogy a széles körű tájékozottság, a sok kísérleti tapasztalat és a szüntelenül jobbra törekvő kritikus szemlélet hogyan formálja a tehetség villanásszerű meglátásait, „ötleteit” [56] új ismeretekké és a gyakorlat számára hasznos rendszerré.

Az agrókémia a talajtulajdonságok és a tápanyagtartalmak összefüggéseinek a kutatásával végső soron termőhelyenként a növények tápanyagellátását kívánja számszerűen kifejezni. KERESZTÉNY kandidátusi értekezésében a Mosonmagyaróvár környéki talajok mikroelemkészletéről tett megállapításait foglalta össze [41]. A következő — az óvári

hagyományok szerint elengedhetetlen — feladat ezeknek az ismereteknek a gyakorlat felé történő továbbítása volt. Ezt minél egyszerűbben, de azért minél árnyaltabban kellett megtenni. A közelmúlt szaktanácsadási rendszereiben két példát látott erre: MÜLLER 1964-ben ismertetett Mo-számait és BERGMANN munkacsoportjának 1968-ban ajánlott határértékeit [56]. Az előző a talaj pH-ját, az utóbbi ezen felül a talaj kötöttségét is figyelembe vette. Bár a határértékek a szaktanácsadásban hagyományosan elfogadottak, KERESZTÉNY ezeket mégsem tartotta kielégítőeknek. Egyrészt így egyetlen jellemző érték hiányában interpolálással nem bővíthetők az ismeretek (pl. vályogtalajra, a homoktalajra és agyagtalajra megadott határértékek alapján), másrészt a mikroelem-ellátottság egy adott helyen egy számmal nem jellemezhető. Több mutató egybevetésével csak az állapítható meg, hogy a tápanyagellátás milyen szintű (gyenge, közepes, jó). Nincs tehát mód a talajok növények számára rendelkezésre álló mikroelem-tartalmának részletes térképezésére, az eloszlásvizsgálatokra, matematikai-statisztikai számításokra, egyszóval az összefüggések tanulmányozására [56].

E hiányosságot szüntette meg KERESZTÉNY alkalmas képletek bevezetésével, azaz a szokványos kémiai tápanyag-meghatározó módszerekkel kapott értékek korrigálásával, a talajtulajdonságok figyelembevételével.

Első lépésként BERGMANN határérték-táblázatát fogadta el. Képleteit (lásd: 1. táblázat) úgy adta meg, hogy ezekből a megfelelő értékek behelyettesítése után a BERGMANN-féle határértékek megkaphatók legyenek. Így könnyű talajon (az ARANY-féle kötöttségi szám —  $K_A$  — itt legfeljebb 32) a közepes bórellátottsági szám ( $B_e$ ) alsó határa 24-nek adódik. A képletből visszaszámolva  $B_v$  (forróvizoldható bórtartalom) =  $K_A \cdot B_e / 5000$ , vagyis  $32 \cdot 24 / 5000 = 0,15$  mg B/1000 g talaj, tehát a BERGMANNÉK által a könnyű talajra ajánlott határérték. Ugyanez a 24-es  $B_e$ -értékhez nehéz talajon ( $K_A$  legalább 60)  $B_v = 60 \cdot 24 / 5000 = 0,29$  mg/1000 g, ekkor szintén a BERGMANN-féle határértékhez jutottunk vissza. Így valóban a talaj kötöttségétől függetlenül a közepes ellátottság alsó határához ugyanaz a szám tartozik KERESZTÉNY rendszerében. Ugyanígy az 1. táblázatban látható képletek segítségével kiszámította a Cu-, Mn- és Mo-ellátottsági számokat is, éspedig ellátottságra, ezek B-ra 47—25, Cu-re 10—4,1, Mn-ra 6,0—4,7 és Mo-re 90—38 közöttiek.

Humuszos öntés- és öntéstalajok már tanulmányozott [55] mintahalmazában az összefüggés-vizsgálatokat a könnyen oldható mikroelem-tartalmak helyett ezek korrekciója után kapott ellátottsági számokkal végezve az összefüggések szorossága megnőtt, különösen a meszes talajokon nem valós értékeket adó GRIGG-féle kivonószerral meghatározott Mo esetében.

Az ellátottsági számok tökéletesítésére törekedve KERESZTÉNY 1976-ban megjelent közleményében [66] ezek „egyenértékűsítését” javasolta. Eszerint bármely elem esetében a 25-ön aluli ellátottsági szám a gyenge, az 50-en felüli pedig a talaj jó mikroelem-ellátottságát jelenti, a 100-on felüli számok esetében pedig már a mikroelemek mérgező hatásúak lehetnek. Mint cikkében hangsúlyozza, ezek a számok „lehetővé teszik egy talajon belül a különböző mikroelemekkel való ellátottság mértékének az összehasonlítását, de arra is alkalmasak, hogy különböző helyi viszonyok között megállapított törvényszerűségek alapján összehasonlítón értékelhessük különböző földrajzi tájak talajainak mikroelemekkel való ellátottságát akkor is, ha azok mikroelemtartalmi értékeit különböző törvényszerűségek alapján lehet csak értékelni, vagy ha a mikroelemek kioldása különböző oldószerekkel történik” [66].

A módosított képletek kialakításában már túlment BERGMANNÉK határértékein, igyekezett a világirodalomban fellelhető valamennyi javaslatot figyelembe venni. Az egyes változatok közti választásban egyrészt a kis számú hazai növény- és talajvizsgálati adatra (GYÖRI, TÖLGYESI és SZALAYÉK munkái), másrészt a közölt kísérletek körülményeinek (reprezentált táj, megbízhatóság) a mérlegelésére és saját megfigyeléseire támaszkodott. Bár 47

1. táblázat

## A mikroelem-ellátottsági számok kidolgozásának fokozatai

Mikroelem-ellátottság [e]	BERGMANN határértékei* [56]	Irodalmi határértékek egyenértékűsítve [66]	Kukoricánövény-elemzés + irodalom [69, 70]
B <sub>e</sub>	$\frac{1500B}{K_A}$	$\frac{2650B}{K_A(\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} - 1)}$	$\frac{1472B^{0.5}}{K_A}$
Cu <sub>e</sub>	0,1K <sub>A</sub> (Cu - 0,6)	$\frac{250Cu}{K_A - 10}$	$\frac{358Cu}{K_A - 10}$
Mn <sub>e</sub>	$\frac{0,1Mn}{\text{pH}_{\text{KCl}} - 5,7}$	$\frac{Mn}{\text{pH}_{\text{KCl}} - 5,3}$	$\frac{37(\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} - 5) \cdot Mn^{**}}{K_A}$
Mo <sub>e</sub>	$\frac{10\text{pH}_{\text{KCl}}}{Mo + 0,03}$	$\frac{520Mo}{10 - \text{pH}_{\text{KCl}}}$	$\frac{1400\text{pH} \cdot Mo}{K_A}$
Zn <sub>e</sub>	—	100Zn	190Zn

Megjegyzések: B, Cu, Mn, Mo, Zn: a talaj könnyen oldható mikroelem-tartalmának (mg/kg) a KGST módszerek szerinti (B: forró víz; Cu: 0,46 N HNO<sub>3</sub>; Mn: 8 pH-jú Na<sub>2</sub>(SO<sub>3</sub>); Mo: ammónium-acetát + ecetsav) meghatározása; K<sub>A</sub>: ARANY-féle kötöttségi szám.

\* Közepes ellátottság számai: 25—50

\*\* 0,05M EDTA + 0,1N KCl-os kivonat Mn-tartalmára

$$Mn_v = \frac{142(\text{pH} - 5) \cdot (Mn)^{0.5}}{K_A}$$

forrásmunkát (köztük 18 hazait) vett figyelembe, mégis kénytelen volt rámutatni, hogy „világviszonylatban nagyon keveset tudunk a talajok mikroelem-tartalmának értékelhetőségéről. A megadott képletek ugyan lehetővé teszik a külföldi kutatási eredmények hazai adaptálását, pontosabb trágyázási szaktanácsához azonban további kiterjedt kutatásokra, szántóföldi kísérletekre, azonkívül a talaj- és növényvizsgálati adatok további egyeztetésére van szükség” [66].

A hazai viszonyoknak és főbb kultúrnövényeink igényeinek megfelelő mikroelem-trágyázási szaktanácsadás felé tett KERESZTÉNY újabb lépést, amikor 42 helyről (4 talajtípusról) egyidejűleg vett növény- és talajmintákat [69, 70]. A kukorica virágzása idején a virággal szemközt levő levelet, illetve a tövek alóli talajt gyűjtötte be, helyenként 20—20 tónél. A mintaanyag talajjellemzői változatosak (K<sub>A</sub>: 25—100; szerves anyag %: 0,7—34,2; pH<sub>(H<sub>2</sub>O)</sub>: 6,4—7,9; CaCO<sub>3</sub> %: 0—36). A vizsgálatoknak és a számításoknak csak a bórra és a molibdénre, illetve mangánra vonatkozó részletét közölték [70]. A többváltozós regressziós egyenletek szerint a levelek mikroelem-tartalma és a talajból kivont mikroelem-mennyiség közötti összefüggés szorosságának a javításánál a talaj pH-ját és kötöttségét érdemes figyelembe venni. E paramétereket is tekintetbe véve megkereste, a talajjellemzőket milyen képletekkel kell összekapcsolni ahhoz, hogy a növényminták mikroelem-tartalmával a lehető legszorosabb összefüggést adják. Az ily módon igazoltan leghelyesebben korrigált, könnyen oldható mikroelem-tartalmakat még „egyenértékűsíteni” kellett, hogy egységesen a közepes ellátottsághoz 25—50 közötti számok tartozzanak. Természetesen ehhez ismernie kellett a kukoricalévlél

közepes ellátottságát jelző mikroelem-töménységeket. Ezeket szintén a szakirodalmi adatok mérlegelésével választotta meg. Így tehát termőhelyenként a mikroelem-ellátottsági számokat pontosabban becsülhette, de természetesen csak az adott talajviszonyok és a kukorica esetében.

A képletek különböző fokozatait az 1. táblázatban állítottuk össze.

Megszívlelendő e tárgyban még KERESZTÉNY megjegyzése: „Az így kialakított képletek természetesen nem véglegesek, más növényekre (alkalmas szorzófaktorok beiktatásával) és új paraméterek bevonásával tovább tökéletesíthetők” [69].

A világban a talaj mikroelem-szolgáltatásának a becslésére nincs általánosan elfogadott módszer. A FAO megbízásából 1974-től SILLANPÄÄ gyűjtött be 30 országból, kereken 3500 helyről talaj- és növénymintapárt [82]. Összefüggés-vizsgálatai szerint a felvehetőség jó jelzésére a könnyen oldható mikroelem-tartalmakat bőrra a talaj kation-kicserélő kapacitása, rézre a talaj szervesszéntartalma, mangánra, molibdénre és cinkre pedig a talaj pH-ja alapján kell korrigálni. Hazánkban az egységes gyakorlati talajvizsgálati rendszer keretében a talajok könnyen oldható B- és Mo-tartalmát még nem vizsgálják, a Cu-, Mn- és Zn-értékeket pedig BERGMANNÉKÉHOZ hasonló határérték-táblázatok szerint minősítik [79]. A határértékeket a talaj kötöttsége és pH-ja szerint módosítják. A Cu esetében ezeken kívül még a talaj szervesanyag-tartalmát és N-ellátottságát, a Zn esetében pedig P-ellátottságát is tekintetbe veszik a határértékek módosító tényezőjeként.

KERESZTÉNY korai halála egyelőre megakadályozta az ellátottsági számok rendszerének további finomítását. Ő is mindössze egy termelőszövetkezet különböző mésztartalmú tábláiról vett talajmintákban vizsgálta a pH és a mikroelem-ellátottsági számok közötti összefüggéseket [71].

KERESZTÉNY jó analitikai érzékét és ötletes kísérletező készségét alkalmi feladatokban is hasznosította. Így még VÁRALLYAY mellett tanulmányozta a P-műtrágyákat [5], beleértve a szemcsézést [8], később a tarlóégetés miatt bekövetkező hatóanyag-vesztésekről jelent meg közleménye [57]. A mikroelemes vetőmagcsávázás hatékonyságát tenyészedény- és szabadföldi kísérletekben minősítette [29]. Utolsó előadását a kukoricalevél elemzéséről, mint a talaj tápanyagállapotának lehetséges mutatójáról tartotta [72]. A laboratóriumi sorozatvizsgálatoknál jelentős módosítást vezetett be a kolorimetrikus P-meghatározás egyszerűsítésére és érzékenyebbé tételére [25].

A fentiek alapján KERESZTÉNY munkásságának szerepét a magyar tudományban a következőképpen összegezhetjük.

A magyaróvári hagyományok szellemében tovább fejlesztette a talajok és a trágyák kölcsönhatásaként kialakuló tápanyagellátás kutatását. Az elődei (DWORÁK és id. VÁRALLYAY) látszólag ellenkező nézeteit összhangba hozva összefüggést dolgozott ki a várható műtrágyahatások kiszámítására.

A hazánkban is megkezdett mikroelem-trágyázási kutatások kiemelkedő résztvevőjeként megbízható meghatározási módszerek kidolgozásával, reprezentatív talajmintaanyag vizsgálatával, valamint az összefüggések alapos elemzésével világviszonylatban is értékes munkát végzett.

Egyike volt azon kutatóknak, akiknek munkásságában a biometria irányító, a további kutatásokra utat mutató szerepet játszott. A biometria segítségével gyökeresen új összefüggésekhez jutott.

Munkájával a mezőgazdaság időszerű igényeit szolgálta, ugyanakkor a jelenségek alapösszefüggéseinek a megismerésére törekedett. A mikroelem-ellátottsági számok kidolgozásával a trágyázási szaktanácsadás fejlesztésére nyújtott új lehetőségeket.

Kutatásait mindig a világirodalom legújabb eredményei ismeretében tervezte és értékelte. A témájában elért hazai eredményeket a lehető legnagyobb mértékben felhasználta.

Saját eredményeit is kritikusan szemlélte, módszereit, értékeléseit folyamatosan tökéletesítette.

Mindezek alapján megállapíthatjuk, hogy KERESZTÉNY BÉLA munkássága méltó betetőzése volt a csaknem egy évszázados magyaróvári agrokémiai-talajtani iskola törekvéseinek. Személyében tudományterületének — korában nem kellőképpen elismert — nemzetközileg is kiemelkedően eredményes művelőjét becsüljük.

## Irodalom

### A. Keresztény Béla munkái

- [1] A mangán elemnyom szakirodalmának összefoglalása. *Agrokémia*. 2. (1—3) 51—63. 1950. (kézirat)
- [2] Egyszerűsítések a réz és cink elemnyomok kimutatásánál. Mosonmagyaróvári Mezőgazd. Kísérleti Int. Évk. 1. 145—148. 1950.
- [3] A réz, cink és mangán elemnyomok vizsgálata hazai talajtípusokban. *Mezőgazd. Kis. Kp. Évk.* 3. 168—175. 1951. (Első szerző: SÍK K.)
- [4] Különbségek és biológiai változások a talaj könnyen oldható táplálóanyag-tartalmában. *Agrokémia és Talajtan*. 1. 401—424. 1952. (Első szerző: VÁRALLYAY Gy.)
- [5] Néhány időszakos foszfátkérdés. *MTA Agrártud. Oszt. Közl.* 3. 35—59. 1953. (Első szerző: VÁRALLYAY Gy., társszerző: NAGY I.)
- [6] Észak-dunántúli talajvizsgálati adatok kiértékelése. *Agrokémia és Talajtan*. 2. 173—178. 1953. (Első szerző: VÁRALLYAY Gy.)
- [7] A talaj foszfortartalmának változásai anaerob körülmények között. *Agrokémia és Talajtan*. 2. 185—190. 1953.
- [8] A szuperfoszfát szemcsézésére használt anyag tulajdonságai. *Agrokémia és Talajtan*. 3. 173—180. 1954. (Társszerző: KOLBAI O.)
- [9] Törvényszerűségek a műtrágyahatásokban. *Agrokémia és Talajtan*. 4. 365—384. 1955.
- [10] A műtrágyahatás és a talaj könnyen oldható táplálóanyag-tartalma, illetve termőképessége közötti összefüggés. *Agrokémia és Talajtan*. 7. 127—140. 1958.
- [11] A talaj kémhatásának befolyása a műtrágyahatásokra. *Agrokémia és Talajtan*. 7. 223—232. 1958.
- [12] A növényfajok és a talajtípusok befolyása a műtrágyahatásokra. *Agrokémia és Talajtan*. 7. 331—342. 1958.
- [13] A talajok ammónium- és nitrátnitrogén-tartalmának változásai az év hidegebb felében. Mosonmagyaróvári Mezőgazd. Akad. Közl. 1. (1) 13—24. 1958. (Társszerző: CSÓK J.)
- [14] Néhány észak-dunántúli talaj molibdéntartalmának és molibdén adszorpciójának vizsgálata. Egyetemi doktori értekezés. Mosonmagyaróvár. 1958.
- [15] A várható szuperfoszfát- és kálisó hatások hozzávetőleges kiszámítása a talajvizsgálati adatokból és a talajtulajdonságok alapján. *Agrokémia és Talajtan*. 8. 65—72. 1958.
- [16] Sorozatvizsgálatokra alkalmas módszer a talaj könnyen oldható molibdéntartalmának meghatározására. *Agrokémia és Talajtan*. 8. 265—272. 1959. (Társszerző: MARTON L.)
- [17] A műtrágyahatások számszerű összefüggései és hozzávetőleges kiszámítása. Mosonmagyaróvári Mezőgazd. Akad. Közl. 2. (1) 87—98. 1959.
- [18] Néhány öntés- és réti talaj ammónium és nitrátnitrogén tartalmi változásainak tényezői. *Agrokémia és Talajtan*. 9. 213—226. 1960. (Társszerző: CSÓK J.)
- [19] Néhány talaj szerves anyaghoz kötött molibdéntartalmának vizsgálata. *Agrokémia és Talajtan*. 9. 495—500. 1960. (Társszerző: NAGY L. I.)
- [20] Újabb vizsgálati eredmények a talajok ammónium- és nitrátnitrogén-tartalmára vonatkozóan. Mosonmagyaróvári Mezőgazd. Akad. Közl. 3. (4) 3—14. 1960. (Társszerző: IVÁNCICS J.)
- [21] Néhány jellemző talajtulajdonság hatása a talajok foszfátmegkötő képességére. *Agrokémia és Talajtan*. 10. 493—504. 1961. (Társszerző: PERJÁMOSI M.)
- [22] Négy mikroelemtrágya hatása meszes öntéstalajon. Mosonmagyaróvári Mezőgazd. Akad. Közl. 4. (3) 3—14. 1961.
- [23] Néhány jellemző talajtulajdonság hatása a talajok káliummegkötő képességére. Mosonmagyaróvári Mezőgazd. Akad. Közl. 5. (3) 23—36. 1962. (Társszerző: POCSAI K.)

- [24] A talajba jutott ammóniumnitrát hatóanyag-csökkenésének összefüggése néhány talajvizsgálati adattal. *Agrokémia és Talajtan*. **12**, 31—40. 1963. (Társszerző: MARKOVITS L.)
- [25] A foszfátionok askorbinsavas meghatározása melegítés nélkül sztanno-kloriddal. *Mosonmagyaróvári Agrártud. Főisk. Közl.* **6**, (3) 13—18. 1963.
- [26] A morzsanagyság befolyása a talaj ammónium- és nitrátnitrogén-tartalmára. *Mosonmagyaróvári Agrártud. Főisk. Közl.* **6**, (3) 19—24. 1963. (Társszerzők: SZABÓ I.-NÉ, TENK A.)
- [27] Vlijanie okiszlitel'no- voszstzanovitel'nyüh proceszszor na rasztvorimoszt molibdena v pocsvah. *Pocsvovedenie*. (12) 79—81. 1963. (Társszerző: NAGY L. I.)
- [28] A talajból elszálló ammónia meghatározásának néhány kérdése. (Előzetes közlemény.) *Mosonmagyaróvári Agrártud. Főisk. Közl.* **7**, (3) 19—25. 1964. (Társszerző: NÉMETH T.)
- [29] Adatok mikroelemtartalmú porokkal csávázott hibridkukoricák eltérő viselkedéséhez. *Mosonmagyaróvári Agrártud. Főisk. Közl.* **8**, (3) 19—24. 1965. (Társszerző: NAGY L. I.)
- [30] Néhány módosítás a Pejve által kidolgozott réz meghatározás egyszerűbbé és pontosabbá tételére. *Mosonmagyaróvári Agrártud. Főisk. Közl.* **8**, (3) 25—32. 1965. (Társszerző: SIX L.)
- [31] Egyszerűsített eljárás a talajok forróvízben oldható bórtartalmának kinalizarin reagenssel történő meghatározására. *Agrokémia és Talajtan*. **15**, 131—140. 1966.
- [32] Mosonmagyaróvári talajok mangánmegkötő képességének vizsgálata. *Mosonmagyaróvári Agrártud. Főisk. Közl.* **9**, (3) 9—14. 1966. (Társszerző: HÍDVÉGI K.)
- [33] Egyszerű és gyors módszer oxalátos talajkivonatok molibdéntartalmának meghatározására. *Agrokémia és Talajtan*. **17**, 389—400. 1968.
- [34] Néhány talajszelvény forróvízben oldható bórtartalma. *Mosonmagyaróvári Agrártud. Főisk. Közl.* **11**, (1) 25—29. 1968.
- [35] Mosonmagyaróvár környéki talajszelvények könnyen oldható molibdéntartalma. *Mosonmagyaróvári Agrártud. Főisk. Közl.* **11**, (2) 135—140. 1968.
- [36] A bór meghatározáshoz szükséges forróvízes talajkivonat készítési körülményeinek vizsgálata. *Mosonmagyaróvári Agrártud. Főisk. Közl.* **12**, (3) 17—24. 1969.
- [37] Mosonmagyaróvár környéki talajszelvények könnyen oldható réztartalma. *KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl.* **13**, (3) 5—30. 1970.
- [38] A talajkivonat-készítés körülményeinek befolyása a Schachtschabel szerint 8 pH-n meghatározott szulfít-Mn-értékekre. *KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl.* **13**, (3) 31—45. 1970.
- [39] Mosonmagyaróvár környéki talajszelvények könnyen oldható mangántartalma. *KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl.* **14**, (3) 5—28. 1971.
- [40] Mezőföldi csernozjom-feltalajok könnyen oldódó bór- és mangántartalma, továbbá néhány egyéb tulajdonsága. *KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl.* **14**, (6) 5—28. 1971. (Társszerző: NAGY L.)
- [41] Tulajdonságok és mikroelem-tartalom összefüggései kisalföldi talajokban. *Kandidátusi értekezés. Mosonmagyaróvár*. 1971.
- [42] Distribution of total B, Cu, Mn and Mo contents in the profiles of some soil types in the Little Plain and its relationship to certain soil characteristics. *Acta Agron. Acad. Sci. Hung.* **22**, 115—130. 1973.
- [43] Mosonmagyaróvár környéki talajtípusok szántott rétegének összes B-, Cu-, Mn- és Mo-tartalma. *Agrokémia és Talajtan*. **21**, 154—171. 1972.
- [44] Mosonmagyaróvár környéki talajtípusok szántott rétegének könnyen oldódó B-, Cu-, Mn- és Mo-tartalma. *Agrokémia és Talajtan*. **21**, 172—192. 1972.
- [45] A forróvízben oldódó molibdéntartalom meghatározásának módszere és eloszlása kisalföldi talajtípusok szelvényeiben. *KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl.* **15**, (3) 5—32. 1972.
- [46] A n kénsavban oldódó bór- és molibdéntartalom eloszlása kisalföldi talajszelvényekben és összefüggése egyes talajtulajdonságokkal. *KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl.* **15**, (3) 33—56. 1972.
- [47] Pejve-Rin'kisz és Westerhoff szerint meghatározott talaj-réztartalmak átszámítása. *KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl.* **15**, (13) 5—22. 1972.
- [48] Talaj-mikroelemvizsgálati módszerek értékelésére alkalmas egyszerű mikrovegetációs módszer. *KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl.* **15**, (13) 28—40. 1972. (Társszerző: HEGEDŰS A.)
- [49] Növényvizsgálatra alkalmas érzékeny molibdénmeghatározási módszer. *KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl.* **16**, (3/a) 5—21. 1973.

- [50] Mikroelem-tartalmú oldatokkal kezelt kukorica-vetőmagos kísérletek eredményei. KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl. **16.** (3/a) 23—48. 1973.
- [51] A Marcal-medence, a Rábán túli kavicsstakaró és a Bakony barna erdőtalajainak könnyen oldódó B-, Cu- és Mn-tartalma. KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl. **16.** (3/a) 49—74. 1973. (Társszerző: NAGY L.)
- [52] Mezőföldi csernozjom talajok szántott rétegének könnyen oldódó réztartalma. KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl. **16.** (3/a) 75—94. (Társszerző: NAGY L.)
- [53] Talajtulajdonságok és mikroelem-tartalom összefüggései a kisalföldi talajokban. MTA Agrártud. Oszt. Közl. **33.** 577—587. 1974.
- [54] Érzékeny módszer talajminták Grigg-Gorlach szerint kioldott molibdéntartalmának meghatározására. KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl. **17.** (3/a) 5—21. 1974.
- [55] Három alpokaljai táj humuszos öntés- és öntés-réti talajainak könnyen oldódó B-, Cu-, Mn- és Mo-tartalma. KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl. **17.** (3/a) 23—49. 1974. (Társszerző: NAGY L.)
- [56] Mikroelem-ellátottsági számok alkalmazása. KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl. **17.** (3/b) 5—33. 1974.
- [57] Tarlóégetéskor fellépő műtrágya-hatóanyag veszteségek. Tudomány és Mezőgazd. **12.** (2) 35—38. 1974. (Első szerző: TENK A., társszerző: POCSAY K.)
- [58] A talajerő-gazdálkodás talajtani alapjai. Témadokumentáció. 1974. (Kézirat)
- [59] Könnyen oldódó mikroelem-tartalmak eloszlása mezőhegyesi csernozjomok és szoloncsákos réti talajok szelvényében. Agrokémia és Talajtan. **26.** 79—94. 1977. (Társszerző: MÜLLERNÉ BEÖTHY Zs.)
- [60] Talajgenetikai tényezők hatása feltalajminták könnyen oldódó B-, Cu-, Mn- és Mo-tartalmának összefüggésére. KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl. **18—19.** (2) 5—22. 1976—77.
- [61] Talajgenetikai tényezők hatása feltalajminták könnyen oldódó B-, Cu-, Mn- és Mo-tartalmának a könnyen oldódó Zn-tartalommal való összefüggésére. KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl. **18—19.** (2) 23—39. 1976—77. (Társszerző: SIX L.)
- [62] Néhány dunántúli táj csernozjom- és barna erdőtalajainak könnyen oldódó molibdéntartalma. KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl. **18—19.** (2) 41—63. 1976—77. (Társszerző: NAGY L.)
- [63] A biológiai felhalmozódás szerepe a talajszelvények mikroelem-tartalmának eloszlásában. KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl. **18—19.** (2) 65—85. 1976—77.
- [64] Egyszerűsített eljárások talajkivonatok és növényminták cinktartalmának meghatározására. KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl. **18—19.** (2) 87—108. 1976—77. (Társszerző: SIX L.)
- [65] Veszprémvársány környéki barna erdőtalajok és humuszkarbonát talajok szántott rétegének könnyen oldódó mikroelem-tartalma. KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl. **18—19.** (2) 109—131. 1976—77. (Társszerző: SIX L.)
- [66] A mikroelem-ellátottsági számok egyenértékűsítése. KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl. **18—19.** (2) 133—167. (Társszerző: NAGY L.)
- [67] id. Várallyay György tudományos munkássága. KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl. Agrártörténet. (3) 5—32. 1977.
- [68] Mikro- és mezoelemtrágyák hatása, a trágyázás technológiája, elemzési módszere. Témadokumentáció. OMgK Budapest. 1977.
- [69] A mangánellátottsági szám képlete. Agrokémia és Talajtan. **28.** 86—96. 1979. (Társszerzők: NAGY L. & FEKETE A.)
- [70] A talajok Mo- és B-ellátottságának becslése növényelemzési adatok alapján kialakított képletekkel. KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl. **21.** (6) 231—246. 1979. (Társszerzők: NAGY L. & ÁGH P.)
- [71] Meszezés hatása pszeudoglejes barna erdőtalajok mikroelem-ellátottságára. KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazd. tud. Kar Közl. **22.** (7) 293—307. 1980. (Társszerző: NAGY L.)
- [72] Talajtulajdonságok befolyása a kukoricalevél tápelemtartalmára. A növények ásványi táplálkozása és a műtrágyázás. GATE Tud. Tanácskozás. 1980. április 28—29. Gödöllő. 102—109. 1980.
- B. Más szerzők munkái**
- [73] COTTENIE, A.: Soil and plant testing as a basis of fertilizer recommendations. FAO Soils Bull. 38/2. FAO Rome. 1980.
- [74] DWORAK L.: Új alapelv a talaj trágyaszükségletének meghatározására. A relatív meghatározások jelentősége. Mezőgazd. Kut. **3.** 355—359. 1930.

- [75] DWORAK L.: Agrikultúrkémiai problémák a növénytermesztésben. In: A vegyészmérnök szerepe a mezőgazdaságban. (Szerk.: LENGYEL B.) Magyar Mérnök és Építészmérnök Egylet. Budapest. 115—132. 1938.
- [76] DWORAK L.: A növénytermelés törvénye. Növényterm. Kut. 6. sor. (1) 1947.
- [77] DWORAK L.: A trágya-táplálóanyagok helyes országos elosztásának megoldása és hatása a mezőgazdaságra. Agrokémia és Talajtan. 2. 369—388. 1953.
- [78] GESTRING, W. D. & SOLTANPOUR, P. N.: Evaluation of the ammonium bicarbonate DTPA soil test for assessing boron availability to alfalfa. Soil Sci. Soc. Am. J. 48. 96—100. 1984.
- [79] A növénytáplálkozás zsebkönyve (Szerk.: BUZÁS I.) Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1983.
- [80] SIGMOND E.: Általános talajrendszerem alapelveinek és alkalmazási módjának ismertetése. Mezőgazd. Kut. 5. 391—406. 1932.
- [81] SIGMOND E.: Vegyészmérnökeink hivatása mezőgazdaságunk fejlesztése terén. In: A vegyészmérnök szerepe a mezőgazdaságban. (Szerk.: LENGYEL B.) Magyar Mérnök és Építészmérnök Egylet. Budapest. 9—16. 1938.
- [82] SILLANPÄÄ, M.: Micronutrients and the nutrient status of soils: A global study. FAO Soils Bull. 48. FAO. Rome. 1982.
- [83] THAMM F.-NÉ: Az AL-P értékek korrigálása néhány talajtulajdonság figyelembevételével. Agrokémia és Talajtan. 29. 473—496. 1980.
- [84] VÁRALLYAY, G.: Veränderungen im Ammoniak- und Nitrat-Gehalt des Bodens. Bodenk. PflErnähr. 2. 192—198. 1937.
- [85] VÁRALLYAY Gy.: A termelést irányító kísérletek, vizsgálatok és térképek. Agrokémia. 1. (7) 26—34. 1949.

KRÁMER MIHÁLY és FÜLEKY GYÖRGY  
Agrártudományi Egyetem, Gödöllő

Érkezett: 1985. február 15.