

A TALAJ-AGYAGÁSVÁNYOK FIZIKAI, KÉMIAI VIZSGÁLATAINAK EREDMÉNYEI

KÁLMÁN ALAJOS
a kémiai tudományok doktora

MTA Központi Kémiai Kutató Intézet, Budapest

Elnök Úr, Tisztelt Együttes Osztályülés !

Napjainkban mind a szocialista, mind pedig a tőkés országokban egyre gyakrabban vizsgált kérdés: Hogyan válhat az anyagi és szellemi ráfordításban egyre költségesebb alapkutatás hosszabb, vagy éppen rövidebb távon a gazdaságfejlesztés forrásává, az innovációs folyamatok kincseshányójává. Hogyan valósul meg az alkotó szellemi tevékenység eredményeinek értékesítése hasznos szabadalmakban vagy éppen „know-how” leiratokban? E sokat vitatott kérdésben való előrehaladás feltételei a megfelelő termelési viszonyok: azaz magasán képzett munkaerők és korszerű termelőeszközök dinamikus egyensúlya s így az innovációhoz immanensen rendelkezésre álló technológiai kapacitás mellett a következők :

1. Az egyes diszciplínák művelőinek rendelkezniük kell olyan kitekintéssel, hogy felismerhessék tevékenységük reális kapcsolatait a társadalom különböző igényeinek kielégítésére szolgáló gazdasági, azaz ipari és mezőgazdasági célkitűzésekkel.
2. A vállalkozóknak és termelésirányítóknak célszerű folyamatosan tájékozódniuk az „alapkutatások” műhelyeiben. Gondoskodniuk kell arról is, hogy a fejlesztő innovációs munkába a legtehetségesebb munkaerők kerüljenek még akkor is, ha ezek tevékenysége rövid távon, azaz a nyereséget meghatározó „éves szinten” nem vezet látványos termelés-, illetve gazdaság-növekedéshez.
3. Az egyes részfeladatok elvégzésére felkészült diszciplínák és művelőinek munkáját arra alkalmas „interface” szakembereknek, tanácsadóknak mind az elszigetelt diszciplínák, mind pedig a felhasználó között koordinálniuk kell —betöltve mintegy a „tölmács” vagy éppen a „meszdzszer” funkcióját is.

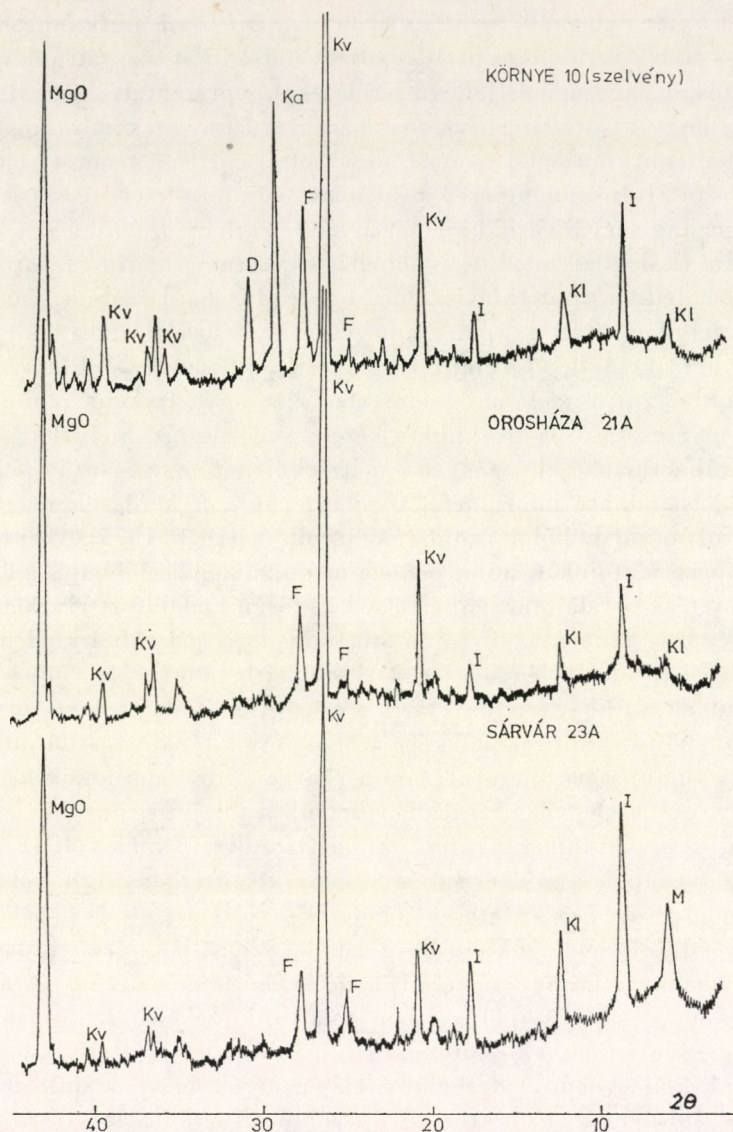
Referátumom kapcsolódva a napirend fő kérdéséhez, azaz a hazai termőtalajok helyes kihasználásáról, ugyanakkor értékének megóvásáról, illetve visszaállításáról indított tudományos vitához, egy ilyen kutatói törekvés eddigi megvalósulásáról szeretne beszámolni.

A talaj, mely haszonnövényeink bölcsője, a szó szoros értelmében vett támasza és tápanyagforrása végső soron egy több komponensű hetero- és po-

lidiszperz, szilárdfázisú, túlnyomóan (90–95%-ban) kristályos rendszer. E rendszeren kialakuló sajátos, az előző előadásban körvonalazott kolloid-kémiai tulajdonságok mélyebb megértéséhez ismernünk kell komponenseinek *kristálykémiaját* is. Ez utóbbi mint önálló diszciplína a röntgendiffrakció 1912-ben történt fölfedezésével született meg. Maga a röntgendiffrakció mint rendkívül hatékony anyagvizsgáló módszer sokoldalú (pl. a tudományos műszaki forradalmat ténylegesen előkészítő) hatása mellett, már viszonylag korán (30-as évek) alkalmazást nyert a polidiszperzrendszerek analizálásában is. Az első korszerű, ionizációs detektorral működő félautomata pordiffraktométerek hazai meghonosítását követően Náray-Szabó István-nak a kristálykémiai kutatások hazai megteremtőjének irányításával a 60-as évek elején felmértük azt, hogy a pordiffrakciós technika leghatékonyabban a polidiszperz szeretlen kémiai rendszerek: alumíniumipari nyersanyagok és köztitermékek, cementklinkerek és hidrátok, finom és durvakerámiai alapanyagok, valamint a mezőgazdaságunk *bázisát* képező termőtalajok vizsgálatára, mennyiségi elemzésére alkalmas leginkább. A többkomponensű kristályos rendszerek vizsgálatára alkalmas módszerek bevezetésével és érdemi továbbfejlesztésével célul tűztük ki azt (1964), hogy hazánk mezőgazdaságát kellő időben szolgálhassuk majd korszerű vizsgálati módszerekkel. Felmérve az első sikeres lépések feltárta nehézségeket, néhai Péter Tiborné kandidátus érdeme, hogy az ún. *belső sztenderdes módszer* világviszonylatban is először került felhasználásra ténylegesen több komponensű rendszerek vizsgálatában. Péterné mint kolloidkémikus az össz mineralógiai kép felderítése mellett már a 60-as évek végén programjába vette a talajban lejátszódó, a növények szempontjából fontos kolloidkémiai folyamatokat elsősorban meghatározó *agyagásványok* részletes vizsgálatát is. E költséges és munkaignyenes vizsgálatok finanszírozásához azonban a 60-as évek végén nem találtunk kitartó partnereket, így Péterné majd Náray-Szabó 1972-ben bekövetkezett halála, az adott körülmények között majdnem e kutatások végét jelentették. Szerencsére 1974-ben a bábolnai *Iparszerű Kukoricatermelő Rendszer* az IKR vezetői — a Náray—Szabó-iskola munkáját ismerő kollégák tanácsára — megbízást adtak, hogy a közel 250 ezer ha területet fellelő termőterületükről reális időn belül, a hagyományos vizsgálati módszereket meghaladó, a korszerű táperő-visszapótlásban felhasználható kristálykémiai, illetve mineralógiai eredményeket szolgáltatassunk.

A feladat imponáló, ugyanakkor rendkívüli nagy volt. Alapvető kérdés volt: mi az a maximális terület, mely *egy* vizsgálatnál még jellemezhető. Ugyanis, ha mondjuk 10 ha-ként vett mintákból évente legalább 1000-et megvizsgálunk, a munka akkor is 25 évig tartana! S ezek a vizsgálatok csak a talaj általános mineralógiai karakterét adnák meg. A megbízó hangsúlyozta azt is, hogy „*kutatgatásokat*” nem tud és nem is akar finanszírozni, tehát: minden metodikai továbbfejlesztés csak tényleges vizsgálati eredmények szolgáltatásának háttérében végezhető el.

Az első két évben 1974—1976 között a rutinszerűen alkalmazható belső sztenderdes eljárással több mint 1000 átlag talajmintát vizsgáltunk meg, amelyek különböző nagyságú és jellegű területeket reprezentáltak. E vizsgálatokból kitűnt, hogy az összefüggő azonos karakterű területek mintáinak diffrakciós képe hibahatáron belül azonos, de az eltérő jellegű termőterületek képe szignifikánsan eltérő, amint ez a példaként bemutatott (1. ábra) agyagásványokban gazdag sárvári, azokban szegényebb orosházi, továbbá egy karbonátásványokkal (kalcit és dolomit) is jól ellátott környei minta mutatja. Világos volt, hogy a félkvantitatív fázisanalízisből kiolvasható számok önmagukban alig adnak felvilágosítást a tápanyagmegkötésben és -leadásban döntő szerepet játszó agyagfrakció belső tulajdonságaira vonatkozóan. Tehát meg kellett szerveznünk e rutin mérések égítése alatt az agyagfrakció reprodukálható ülepítési elválasztását és azoknak a kezeléseknak sorát, melyekkel a rácsszilikátok sorába tartozó agyagásvány mátrixból a tápanyag-utánpótlás szempontjából használható információkat nyerhetünk. E kérdések megoldásában felhasználtuk mind külföldi tanulmányutainkon (Delft 1975; Aberdeen 1976) szerzett tapasztalatainkat, mind pedig a megbízó képviselőivel és a bevont növénytermesztési és talajtani szakértőkkel közösen kialakított elveket és javaslatokat. Végül is az igen nagyszámú átlagminta vizsgálatából kiadódott, hogy az összefüggő területek lényegesen kevesebb átlagmintával is jól jellemezhetőek. Kitűnt az is, hogy a szántott és a közvetlenül alatta levő, genetikusan nem különböző réteg diffrakciós képe azonos, így a tápanyag-ellátottságukban mutatkozó különbségek kimutatására a röntgendiffrakció nem alkalmas. Ennek a kérdésnek a megvilágítására bevezettük a talajvizsgálatokban az utóbbi években egyre gyakrabban alkalmazott elektro-ultrafiltrációs (EUF) módszert is, mely lényegében a gyökérszövet és a talaj közötti bonyolult kolloidkémiai viszonyt modellezi. Természetesen mindezek a vizsgálatok és a belőlük nyert számszerű adatok önmagukban még aligha szolgálják mezőgazdaságunkat. Elsősorban maga a mintavételezés is kellő szakértelmet kívánt. A nagy területeket jellemző szelvénymintázásban talajtani szakértőnk, Stefanovits Pál akadémikus adott munkatársaimnak felbecsülhetetlen értékű segítséget. Gondoskodnunk kellett már a vizsgálatok elején arról, hogy sorainkban legyen a mezőgazdasági kémiában járatos, az új számára fogékony, nyitásra vállalkozó kutató, aki valóban alkalmas a már említett meszendzser szerepre. Ahogy az első évek során az agyagásványok legcélszerűbb kezelésének módszerei a sokféle lehetőség közül kikristályosodtak, és az így nyert komplex felvételekből kapott információk megvilágították a tápanyag — elsősorban az alapvető fontosságú kálium, továbbá magnézium stb. — leadás és felvétel folyamatát modellező EUF görbéket, úgy tolódott el a minőség irányába a mintavételezés száma is. 1978-ig, amikor az IKR Vezetősége és éves Közgyűlése részére első összefoglaló jelentésünket elkészítettük, már kialakultak a Náray-Szabó és Péterné féle belső sztenderdes eljárásra épülő komplex agyagásvány-vizsgálá-



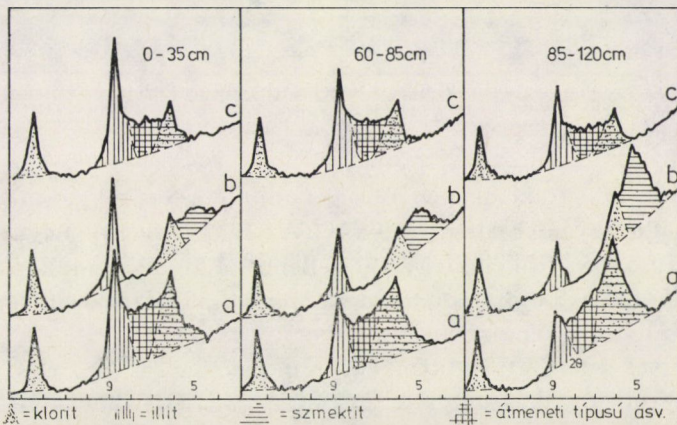
I. ábra. Három, karakterisztikusan eltérő talajtípus röntgendiffraktogramja, jelezve a fő kristályos fázisok; I = illit, Kl = klorit, M = montmorillonit (szmektit) továbbá a vázalkotó ásványok D = dolomit, F = földpátok, Ka = kalcit és Kv = kvarc minőségét és relatív mennyiségét

tok röntgenes és EUF-es lépései. Ezeknek az eredményeknek szakértőnkkel együtt történt értékeléséhez kiegészítő adatként felhasználtuk mind a termikus vizsgálatok információit, mind a klasszikus talajkémiai vizsgálatok számszerű adatait is. E vizsgálatok eredményeiből következett többek között a mély-

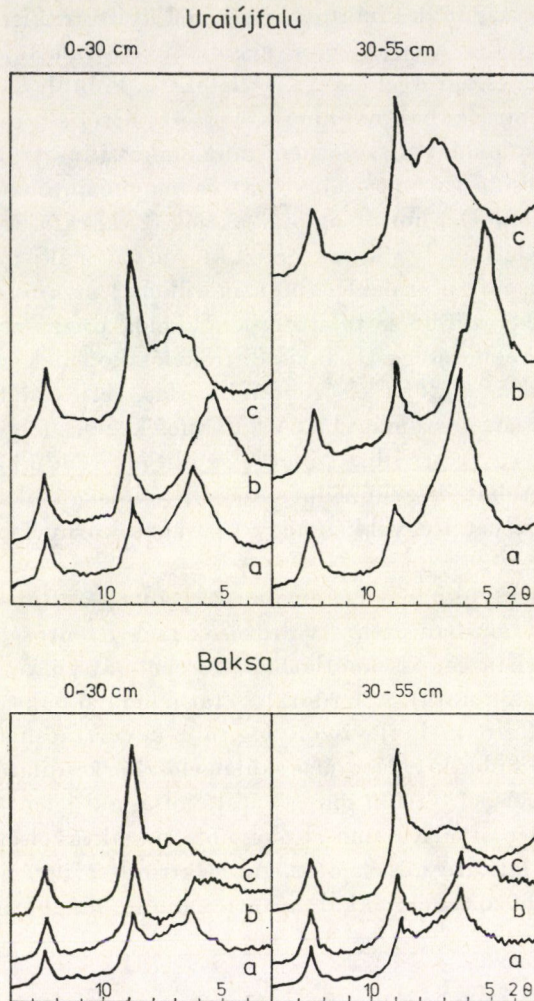
műtrágyázás fontosságának kimutatása, és mód nyílt arra is, hogy megfelelően kiválasztott területeken a megbízó, a megbízott és a talajtani szakértő a tervszerű műtrágyázási és agrotechnikai kísérleteket a komplex vizsgálati módszer adta eredmények birtokában nyomon kövesse és értékelhesse.

Végül néhány példával szeretném munkánkat illusztrálni. A szerves maradványoktól roncsolással megszabadított és magnéziumionos kezeléssel összehasonlítható állapotba hozott agyagfrakciók (2. ábra *a* görbék) mennyisége a szelvényben lefelé haladva karakterisztikusan változik: az illit mennyisége általában csökken, míg a szmektit (montmorillonit) mennyisége nő. A lehetőségek közül legkedvezőbbnek talált etilén-glikolos duzzasztás (*b* görbék) az átmeneti típusú (közberétegzett) fázis diffrakciós képének egyértelmű elmozdulását eredményezi a klorit elsőrendű bázislap reflexiójánál kisebb Bragg szöggel (2θ) jellemzett tartományba. A káliumos kezelés (*c* görbék) hatására a duzzadó ásványok egy része illitté, illetve az illit elsőrendű bázislap reflexiójával jellemezhető, tehát összehúzódott rácssík távolságú „káliummal töltött” fázissá alakul. E felvétel egyébként egy Orosháza környékén található talajt jellemez.

Az agyagásványokban igen gazdag, (1. ábra) a Rába öntésterületéről (Uraiújfalu) eredő talajban ezek a változások még jelentősebb mennyiségű, a tápanyagmegkötésben és visszapótlásban szerepet játszó kevertrácsú fázis jelenlétét indikálják (3a ábra). Az erdőtalajokat jellemző baksai minta (3b ábra) kevesebb illit és klorit mellett viszonylag több kevertrácsú agyagfrakciót tartalmaz. Az etilén-glikolos kezelés széles skálán eloszló rácsdilatációt eredményez, a káliumos telítés viszont a 100 pm-es rács távolságnál jelentkező „illit” bázislap reflexió körül és attól valamivel nagyobb rács távolságú (max 140 pm) frakciókban okoz látható növekedést. Az elektroultrafiltrációs (EUF) vizsgálatokkal a különböző energiákkal kötött kálium, magnézium (4. ábra) to-



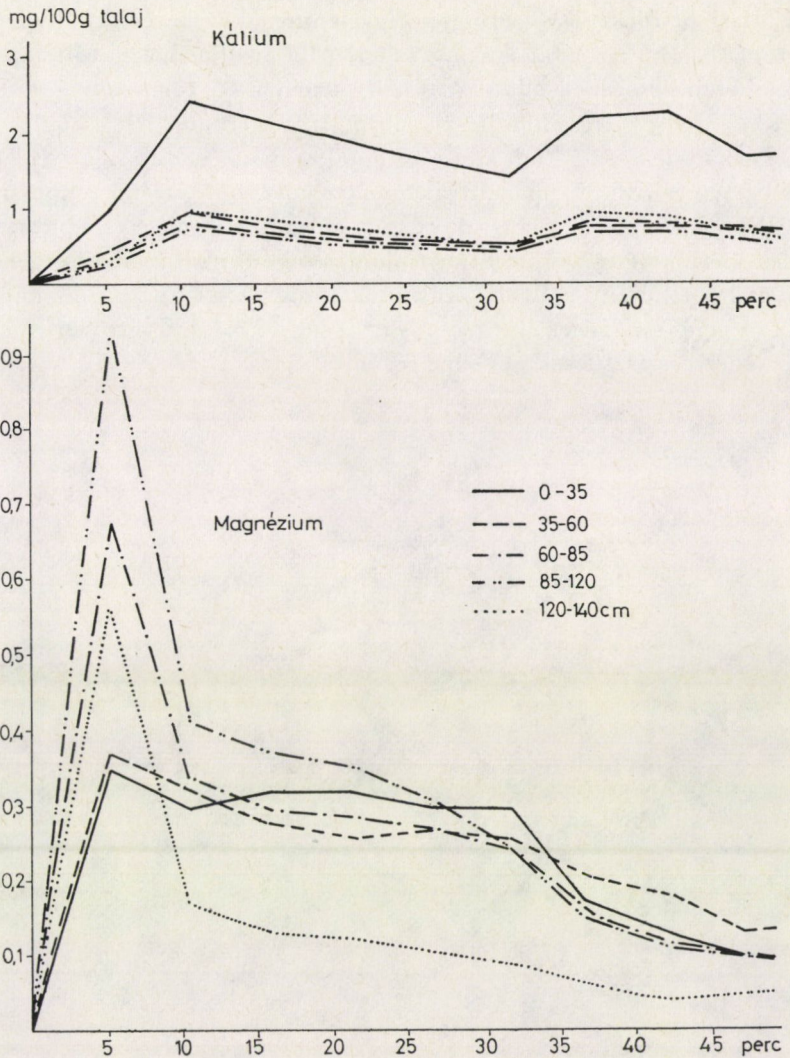
2. ábra. Az agyagfrakció röntgendiffrakciós vizsgálata (a) Mg-os kezelés, (b) Mg-os kezelés és etilén-glikolos telítés, (c) K-os telítés



3. ábra. Az agyagfrakció vizsgálata (a) Mg-os kezelés, (b) Mg-os kezelés és etilénlikolos kezelés, (c) K-os telítés

vábbbá kalcium stb. frakciók mennyiségét tanulmányoztuk. Az idő és a megfelelő nagyságú egyenfeszültség (50–400 V) függvényében felvett empirikus görbéken a 10 perces frakció nagysága jellemző a könnyen oldható és kicserélhető (kis energiával kötött) tápanyagra, míg a 35 perc körüli érték a talaj tápanyagutánpótlási képességére utal.

Ezen értékek a röntgendiffrakciós mineralógiai összkép, és agyagásványstruktúra tükrében, felhasználva természetesen a tradicionális fizikai és kémiai vizsgálatok eredményeit, valamint a több éves műtrágyázási és termelési adatokat is, módot nyújtottak arra, hogy a megbízó (IKR) talajerőgazdálkodási



4. ábra. Elektroultrafiltrációs (EUF) vizsgálatok, kálium és magnézium görbék

technológusa (Dr. Bodor Pálné) a megbízott (MTA KKKI) témafelelőse (Dr. Varjú Mihály) és a munkát összefogó szakértő (Dr. Stefanovits Pál) lépésről lépésre haladva előre, a jövő tápanyag után- és visszapótlási technológiáját körvonalazzák.

Tekintve, hogy egy ilyen kooperáció minden esetben több ember munkájának az együttes eredménye, köszönettel tartozom még: Dr. Nyéki Jenő professzornak (Keszthely), akinek közreműködésével kaptunk megbízatást Dr. Kárpáti Józseftől, az IKR akkori termelési igazgatójától, aki a munkát

mint a MÉM h. főosztályvezetője is figyelemmel kísérte és erkölcsileg támogatta; továbbá Dr. Tóth Jánosnak, az IKR Állami-díjas igazgatójának a program továbbfejlesztésében adott szakmai és pénzügyi támogatásáért. A belső sztenderdes módszer továbbfejlesztésében Argay Gyula, Dr. Czugler Mátyás és Dr. Párkányi László tudományos munkatársak voltak segítségemre. Az 1959-es beszerzésű Philips pordiffraktométer önerőből történő rekonstrukciója Bartha Péter üzemmérnök, a termikus vizsgálatok elvégzése és a rutin röntgenfelvételek kiértékelése Nagy Zoltán tudományos munkatárs, a röntgendiffrakciós felvételek elkészítése Matkó Gusztávné, míg az EUF és ahhoz kapcsolódó atomabszorpciós analízisek elvégzése Nagy Zsoltné, Végh Györgyi és Wellischné Farkas Ágnes asszisztensek nevéhez fűződik.