

VITAROVAT

A tápanyagvizsgálatokat célzó talajmintavétel problémái hazánkban

KÁDÁR IMRE

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

Értelemszerűen az analízis és az arra épülő értékítélet vagy szaktanácsadás nem lehet jobb vagy megbízhatóbb, mint amilyen a mintavétel volt. Ebből eredően a mintavétel problémáival, hibalehetőségeivel érdemes alaposabban foglalkoznunk. Tekintettel a talajok variabilitására, sokféleségére, lehetetlennek tűnik egyetlen kielégítő mintavételi eljárás elfogadása. A vizsgálatok céljától függően a mintavétel módja különbözhet.

A táblaszintű agrotechnikai beavatkozások (talajjavítás, meszezés, trágyázás stb.) tervezéséhez, tudományos megalapozásához a talaj fiziko-kémiai és kémiai tulajdonságainak ismerete elengedhetetlen. A mintavétel célja, jellemezni a terület termékenységének ismérveit. A cél kettős: a mintavételi terület vagy tábla átlagos jellemzése, valamint a termékenység, illetve a termékenységet meghatározó talajtulajdonságok variabilitásának mérése. PECK és MELSTED (1973) szerint az utóbbi célt gyakran feláldozzuk az egyszerűbb és olcsóbb mintavételi eljárásokkal.

A mintavételi terület vagy tábla átlagos termékenységi állapotának meghatározási pontossága és megbízhatósága elméletileg ugyanaz lehet, például ha sok pontminta egyesítésével kapott átlagmintával (keves analízissel) vagy az egyes pontminták analitikai eredményeinek átlagolásával jellemezzük. A matematikai átlag előnye, hogy a tábla heterogenitásának mérésére is módot nyújt, a részletesebb analízisek alapján.

Mivel lehetetlen olyan sűrűségben az egész mintázandó terület talaját megvizsgálni, reprezentatív mintákra kell hagyatkoznunk. A kérdés az, hogyan vegyük a mintákat? Mennyiben lehet például egy 6 hektáros táblarész szántott rétegét, melynek súlyát 0—30 cm rétegben 18—20 millió kg-ra becsülhetjük, 1 kg-os átlagmintával jellemezni. SARKADI (1975) összefoglalja azokat az alapelveket, melyek meghatározóak és melyekről a szakirodalomban is meglehetősen egységes álláspont alakult ki.

1. A talaj tápanyagtartalma és egyéb tulajdonságai horizontális irányban már méterenként, vertikális irányban pedig néhány centiméterenként is változhatnak. Ezért egy mintavételi egység (parcella, tábla stb.) termékenységének ismérveit csak több részmintából összekevert átlagmintával lehet többé-kevésbé jellemezni.

2. Egy-egy átlagmintát csak a vizsgálat tárgya szempontjából megkívánt mértékig lehet egy egységes területről venni.

Általában a genetikailag egységes, azonos talajtípusú (beleértve a változat, domborzat stb. azonosságát is) területen a legalább 4—5 éve azonos módon kezelt —

művelt, trágyázott, hasznosított — kisebb táblát vagy táblarészt tekinthetünk egy mintavételi egységnek. Nem szabad a részmintákat egyesíteni, amennyiben az összekeverés a vizsgálandó talajtulajdonság meghatározásának folyamatát befolyásolhatja. Így például nem keverhetők a karbonátos és a savanyú talajok, de kerülni kell a szemmel láthatóan különböző színű, kötöttségű (eltérő minőségű) talajok átlagolását is.

Az analízis során a laboratóriumban, a reprezentatívnak tekintett átlagmintából (pl. az 1 kg-ból) is csak néhány vagy néhány tized g-ot mérünk be. A reprezentativitás és a heterogenitás, homogenitás fogalma, illetve az ezekkel szemben támasztott követelmények is összekapcsolódnak. Ebből adódóan tágabban a mintavétel magában foglalja az átlagminta talajanyagának heterogenitását is, annak kezelését, előkészítését, homogenizálását stb.

A talajvizsgálatok hibaforrásainak becslése

A helyszíni mintavételtől az analitikai eredmények kiszámításáig számos hibaforrással találkozunk. Az elvi hibaforrások mértékét módszertani kutatások sora próbálta tisztázni. A kutatások egyértelműen bizonyították, hogy az összes hiba 80—85%-át magában az átlagmintában kereshetjük, tehát a mintavételben. A maradék 15—20% azon hibák összege általában, melyeket a laboratóriumban ejtünk, beleértve az inhomogén átlagmintából való bemérést — a második mintavételt — valamint a műszeres analízis hibáit is. A laboratóriumok között is mérsékeltőbb eltérések lehetnek az elemzési eredményekben, melyek az említett 15—20% részeinek tekintendők (HAUSER, 1973).

Természetesen ez az arány a talaj tulajdonságaitól, tápanyagtartalmától és az alkalmazott kémiai eljárástól is függ. A hollandiai, gyakorlati célú talajvizsgálatok során végzett lángfotométeres K-meghatározások összes hibaszórását 100-nak véve VERMEULEN (1960) azt találta, hogy a laboratóriumi bemérés mintegy 4%, míg a mintavétel 84% hibaszórást mutatott.

A talajmintavétel hibaforrásai, heterogenitás

A talaj általában nem homogén, tulajdonságai pontról pontra változhatnak. Ez a változékonyság bizonyos talajtulajdonságok esetén alacsonyabb lehet (mint például a mészállapot, összes tápanyagtartalom stb.), melyek a talaj genetikai sajátságait tükrözik legtöbbször. Ilyen esetben a térben egymáshoz közel fekvő területek tulajdonságai is közelállóak, míg a távolabbi területek között nagyobbak az eltérések. Ez az ún. makroheterogenitás jelensége.

A talajt különböző típusú változékonyság jellemzi. Amennyiben egy talajt vagy talajpopulációt mintavétellel akarunk jellemezni, szükséges ezen változékonyság típusainak természetét ismerni. Éles határok azonban az egyes talajváltozatok között ritkák, az átmenetek fokozatosak.

Mikroörnyezet hatása alatt éles különbségek léphetnek fel helyileg (topográfiai, növénytakaró miatti vagy ember által létrehozottak). A felvehető P-tartalom például széles határok között ingadozhat egy változaton belül is az eltérő meszezési vagy trágyázási kezelés miatt. Vertikális irányban a változékonyság sokkal markánsabb lehet a talajprofilban, élesebb átmenetekkel. Ebből adódóan a mintavétel során

mind horizontálisan, mind vertikálisan kijelöljük a többé-kevésbé homogén mintavételi egységeket.

Általában azonban a mikroheterogenitás a domináló, a táblán belül az egyes táblarészek között nagyobb a tápanyagok szórása, mint a táblák között. A szórás a mintavételi terület nagyságával nem arányosan, hanem jóval kisebb mértékben növekszik. Mivel nem ismerjük a vizsgált tulajdonság változékonyságát, ezért indokolt egy nagyobb táblán még egységesnek vélt talajon is több — PECK és MELSTED (1973) szerint legalább 7—11 — átlagmintát venni. A jelenlegi hazai gyakorlatban kialakult 6 ha-os mintavételi egységekkel ez a követelmény nagyüzemeinkben is megvalósítható — jegyzi meg SARKADI (1975).

A példa ereje meggyőzőbb, ezért utalnék a talajheterogenitás kapcsán HAUSER (1973) által idézett adatokra, ahol 1 m^2 területen minden dm^2 területet megmintáztak és meghatározták a talaj felvehető K-tartalmát. Az átlagos K-tartalmat 100-nak véve, a részminták K-tartalma 43—200% között váltakozott 1 m^2 -en belül. A mintavételi hiba 40% volt mintánként. Természetszerűleg nem minden talaj mutat ilyen mérvű heterogenitást. Kétségtelen azonban, hogy a mintavételből eredő hiba többszöröse lehet az analitikai hibának. Így pl. JACKSON (1958) több irodalmi forrás alapján 3—6-szorosára, SMITH (1959) mintegy 10-szeresére becsüli a talaj heterogenitásából származó hibalehetőséget.

A talajheterogenitásra jellemző, hogy a mikroheterogenitásból adódóan döntően nem függ a mintázandó terület nagyságától. Tehát a tápanyagtartalom 1 m^2 -en belül csaknem olyan mérvű szórást mutathat, mint 1 hektáron belül. Természetszerűleg az 1 ha-os területen belül lehetnek lényeges különbségek a termékenységben vagy tápelemtartalomban, azonban ezek az eltérések nem érik el gyakran a pontminták közötti szórásokat, pl. egy méteren belüli különbségeket. Ez azt is jelenti, hogy ha két tábla között kívánunk különbséget kimutatni a táblaátlagok alapján, táblánként nagyszámú részmintát kell vennünk ahhoz, hogy a kisebb eltérést megbízhatóan igazoljuk.

A részminták számának meghatározása

Az átlagmintákhoz szükséges részminták számát a régebbi hazai módszerkönyvek a mintavételi terület függvényében adták meg. A fentebb idézett módszertani vizsgálatok szerint azonban a részminták száma nem annyira a mintázandó terület nagyságától, mint annak homogenitásától függ. A kis parcellákon sem szabad 10—15 pontmintánál kevesebbet, de a 10—15 ha területű táblákon vagy táblarészekben sem érdemes 35—40 részmintánál többet venni. A jelenlegi gyakorlatunkban általában a 6 ha-onkénti 20—25 részmintából álló átlagmintát tartjuk megfelelőnek. Párhuzamos mintavételkor megengedhető, hogy egy átlagminta 10—12 ha-onként 25—30 részmintából álljon (SARKADI, 1975).

VERMEULEN (1960) szerint 40 pontmintával maximális precizitást érhetünk el a gyakorlatban. Ismeretes, hogy amennyiben egy részminta hibaszórását 100%-nak vesszük, az átlagminta hibaszórás %-a $1/\sqrt{n}$ tényező szerint csökken. Így pl.: 4 pontminta esetén $100/\sqrt{4} = 50\%$, 15 részminta esetén 26% és 40 részmintánál 15,8%-ot tett ki. A részminták számának további növelése a hibaszórást már lényegesen nem csökkentette.

A már idézett FAO Bulletin (HAUSER, 1973) heterogén talajokon a 40 részmintából álló átlagmintázást javasolja. Mivel a heterogenitás nem ismert a mintázandó területen, biztonsági okból szükség van erre a kalibrációs kísérletekben is. Későbbi rutinvizsgálatoknál már elegendőnek tartja a 15—25 pontmintából álló átlagmintát a gazdák számára készülő szaktanácsadásban.

A műtrágyázás növeli a talaj heterogenitását, az ún. „feltöltött” és tápanyagokkal jól ellátott talajokon a CV-értékek is nagyok. Különösen az AL—P-tartalom válhat heterogénné, mert a foszfor nehezen mozog a talajban, csak a többszöri művelés és forgató keverés segíti eloszlását. Egy foszforral jó—közepesen ellátott, 150—200 ppm AL—P₂O₅-tartalmú mészlepedékes csernozjomon mintegy 40—60% szórással jellemezhetjük az AL—P mikroheterogenitást (SARKADI et al., 1986; KÁDÁR 1980).

Ha a részminták szórását 50%-nak becsüljük és az a célunk, hogy az átlagminta szórása 15%-on belül legyen, akkor legalább

$$n = \frac{s^2 \text{ (részminták szórásnégyzete)}}{\bar{s}^2 \text{ (átlagminták szórásnégyzete)}} = \frac{50^2}{15^2} = \frac{2500}{225} = 11$$

részfúrás szükséges egy átlagminta képzéséhez.

A gyakorlatban a részminták egyesítése, az átlagminta homogenizálása sohasem tökéletes és ilyenkor már az analitikai hiba sem hanyagolható el mindig. Az átlagminta tápanyagtartalmának szórása tehát az ily módon számítottnál valamivel nagyobb lehet.

Párhuzamos átlagmintavétel és az ismételt laboratóriumi vizsgálat

A talajvizsgálatok hibaforrásainak megoszlásából következik, hogy munkánk pontosságát és megbízhatóságát kevéssé tudjuk növelni, ha ugyanazon a talajmintán a vizsgálatokat esetleg többször is megismételjük. Az sem járhat komoly előnnyel, ha a részminták számát például 40 fölé emeljük. Amennyiben precízebb ítéletre törekszünk, 2 vagy 3 átlagmintát vegyünk ugyanarról a jellemezni kívánt területről, 1 átlagminta helyett. A hibaszórás így jelentősen csökkenthető, illetve megítélhető a mintavétel hibája is.

SARKADI (1975) szerint a párhuzamos mintavétel különösen a kisebb táblák mintázásakor indokolt. Itt ugyanis — 6 ha-os egységekkel számolva — aránylag kevés mintát veszünk és eltérő elemzési eredmények esetén nehéz a mintavétel hibájának becslése. A párhuzamos mintavételkor helyesebb, ha egy mintavételi egységen belül 2 mintavevő halad kézi mintavételnél.

Az átlagminta annak a talajnak az átlagos analitikai értékét adja, megfelelő összekeverés esetén, amelyből áll. Saját vizsgálataink szerint is az átlagminta AL—P, valamint AL—K értéke és a pontminták AL—PK-tartalmának statisztikai átlaga közelálló volt. Az egyedi pontminták analízisadataiból számolható az átlagtól való standard eltérés, azonban a pontminták egyedi nagy változékonysága nem mindig fontos a növény növekedése szempontjából.

A növény gyökerei ugyanis meglehetősen nagy talajtérfigogatot hálózhatnak be, ez a körülmény a talaj mikroheterogenitásából eredő hatásokat kiegyenlítheti. Tápelem-aránytalanságok előfordulhatnak helyileg (pl. a sortrágyázás nyomán), azonban a növény szabályozni képes és bizonyos fokig pufferozza a túlkínálatot. A

legtöbb szántóföldi növény gyökere 1—2 m sugarú és mélységű henger alakú talajtérfogatot hálózhat be. Az átlagmintavétellel tehát a talajvizsgálatokat arra a „hasznos” átlagos talajra korlátozzuk, amely agrotechnikai és növényélettani szempontból is alapvető lehet (JACKSON, 1958).

Az átlagminta készésével szembeni követelmények összefoglalása

Ahhoz, hogy valóban reprezentatív átlagmintát nyerjünk, az alábbiakat kell szem előtt tartanunk JACKSON (1958), SARKADI (1975), PECK (1984), VAZSENYIN (1963), CLINE (1944), PETERSEN és CALVIN (1965), REED és munkatársai (1953) és mások szerint:

1. Minden rész minta azonos térfogatú legyen és a mintázandó terület azonos méretű egységét fedje le, valamint azonos szintből származó talajtömeget tartalmazzon.

2. A rész mintákat véletlenszerűen kell venni a mintázandó területről, cikcakk bejárással a művelés irányára, lejtőre stb. keresztben.

A szisztematikus mintavétel is okozhat azonban torzítást, ha mechanikusan járunk el olyan területen, ahol többféle talajtípus is keveredik kis távolságon belül (szikfoltok, erodált vagy meszes foltok stb.). Előfordulhat szántáshiba, műtrágyázott csík, melyet a szisztematikus mintavétel nem vesz figyelembe, illetve a mintavételi sor egybeeshet ezekkel. Ilyen, szemmel nem látható esetleges torzítások kiküszöbölésére is a legalkalmasabb a véletlen vagy a random mintavétel, amikor a mintázandó terület nagyjából egyenletes, de véletlenszerű vagy cikcakk behálózása közben vesszük a rész mintát.

Az olyan mintavétel, amikor az egész táblának csak egy kiragadott részéről (az egyik átló mentén, a terület sarkáról vagy közepéről) vesszük a mintákat, nem tekinthető reprezentatívnak. Nagyméretű táblák esetén (amikor azokat 5—10 résztáblára osztjuk) megengedhető a haladás egy-egy résztábla átlója mentén. Így ugyanis az egész táblát végső soron a cikcakk módszerrel járjuk be.

Minden kézikönyv hangsúlyozza, hogy az erodált, szikes stb. foltokat, jól elhatárolható talajváltozatokat külön kell mintázni. Természetesen a párhuzamos mintavétel szabályait kell alkalmazni itt is. A talajvizsgálatoknak éppen az lehet a célja, hogy a tábla termékenységében fennálló különbségeket elhatároljuk és megszüntessük. A *táblaátlag* ugyanis azt jelenti, hogy a tábla egy részét alultrágyázzuk, míg a másik részét túltrágyázzuk. A növénytermesztés egyik nagy tartalmát éppen a homogén, kiegyenlített, termékeny táblák kialakítása jelentheti.

A kisebb, nem egybefüggő, azonos típusú foltok rész mintáit össze lehet keverni, de a térképvázlaton az eltérő foltok helyét fel kell tüntetni. Olyan kisebb méretű foltok, melyek külön nem kezelhetők (művelés, javítás, meszezés, trágyázás stb.), a mintavételből kizárhatók. Ugyancsak ki kell hagyni a mintavételből a tábla szélén a forgókat, köves utak mentén legalább 10—15 m-es sávot, régi tanyahelyeket, kivágott fasorokat, vakbarázdákat, elszántott utakat, trágyakazlak és mészdepók stb. helyét.

A talajmintavétel mélysége

A vizsgálat céljától függ. A tápanyagok kilúgzásának nyomonkövetésére esetenként több méter mélységig is veszünk mintát (pl. NO_3 mozgása a profilban). Tápanyagvizsgálatok céljaira, szaktanácsadásra általában azt a talajréteget mintázzuk, amelyből a növények a tápanyagok zömét felveszik és a gyökereik nagy része is található. Ennél vékonyabb vagy mélyebb talajrétegek mintázása egyaránt csökkentheti a szaktanácsadás megbízhatóságát.

Szántóföldön leggyakoribb a szántott réteg mintázása, mivel a gyökerek itt szabadon fejlődnek és a trágyát, valamint más talajjavító anyagokat is ide keverjük bele a szántásokkal. A talajművelés, trágyázás és általában a gazdálkodás hatása is a szántott rétegben jelentkezik a legkifejezettebben. A gyepeken a maximális gyökérsűrűség és a talaj tápanyagtartalmának változása egyaránt vékonyabb talajréteget érint, ezért az előírások nagy része az 5–10 cm mélységű talajmintavételt részesíti előnyben. Mivel a szántótól eltérően nincs forgatásos művelés, amely homogenizálhatna egy adott talajréteget a forgatás mélységéig, rendkívül fontos, hogy minden részfűrés azonos mélységet érintsen. A mélyebb fűréssel erősen hígulhat a talaj felvehető tápanyagtartalma és ezzel heterogén, félrevezető átlagmintát kaphatunk.

Korábban, hosszú időn keresztül az agrokémiai vizsgálatok céljaira elsősorban a felvehető P- és K-tartalmakat határoztuk meg a szántott rétegben. Ma már általánosan elterjedt a $\text{NO}_3\text{—N}$ meghatározása is a trágyaigény becslése céljából, ezért a mintavétel kiterjed rutinszerűen a 20–40, illetve a 40–60 cm-es rétegekre. Amennyiben a talajfejlődés vagy talajdegradáció kémiai folyamatairól, a potenciális termékenységről több információt akarunk nyerni, esetenként a teljes talajszelvény mintázására törekszünk.

A talajprofil mintázásakor az adott talajtípus vagy változat heterogenitásának mértékét kellene ismernünk az x vagy y tengely mentén, különböző irányban. Több szelvényt kell feltárnunk és megmintáznunk úgy, hogy azok lehetőleg talajfejlődési sort adjanak, a szisztematikus változékonyságot tükrözzék, így növeljék az ismétléseket. Tehát nem átlagmintázásra törekszünk, hanem genetikai szintenként egyedi mintákat veszünk.

A mintavétel ideje, talajvizsgálatok szezondinamikája

A legtöbb útmutató megelégszik azzal a megállapítással, hogy a mintavétel a talaj művelhető állapotában végezhető. A frissen trágyázott táblákról nem szabad mintát venni, a mintavétel legkedvezőbb időszakának pedig a termés betakarítása és az utána következő alpműtrágyázás közötti időszakot tartják. A vetetlen táblák mintázása azért is előnyösebb, mert a talaj színe és egyéb tulajdonságai könnyebben megfigyelhetők, nagyobb biztonsággal kijelölhetők a „homogén” mintavételi egységek, a táblarészek vagy parcellák (SARKADI, 1975).

Napjainkban a korszerű, naponta többszáz minta vizsgálatára berendezett laboratóriumok ellátására nem elegendő csupán a termések betakarítása és a trágyák talajba juttatása közötti időszakban vehető minta. Szükséges a mintavétel időszakának kiterjesztése, vizsgálni kell a folyamatos mintavétel lehetőségeit. Elvileg is ismernünk kell a talajvizsgálati paraméterek időbeni változékonyságát, dinamikáját, az azokat kiváltó okokat. Amennyiben ugyanis egy talajon mért tulajdonságot olyan

mérvő időbeni változékonyság jellemez, hogy az arra épülő szaktanácsadás megbízhatóságát (ellátottsági kategóriába sorolást) befolyásolja, nem alkalmas a talaj jellemzésére.

A talaj agrokémiai paramétereinek időszakos változásait legtöbbször a talaj nedvességtartalmával és hőmérsékletével próbálták összefüggésbe hozni. Több kutató ebből eredően még a talajok könnyen oldható P- és K-tartalmát sem tartja állandó és térképezhető talajjellemzőnek (FEHÉR et al., 1939; SIK és SCHÖNFELD, 1952; BROUWER, 1949). Szabadföldön azonban nem sikerült ilyen összefüggést egyértelműen igazolni. A kellően hosszú időn át és megfelelő részletességgel végzett mérések azt mutatták, hogy a nedvességtartalomtól és a hőmérséklettől függően meglehetősen összetett, a tápanyagok oldódását és lekötődését különböző irányban és mértékben befolyásoló folyamatok játszódnak le.

Modellkísérletben KERESZTÉNY (1953) 12 észak-dunántúli talajt teljes VK mellett 3—6 hétig 28 °C-on érlelt. A 8 pH (H₂O) alatti talajok DL—P-tartalma jelentősen, 100—200 ppm P₂O₅-értékkel növekedett. Ezzel szemben SIMPSON és WILLIAMS (1970) kísérleteiben a savanyú talajok anaerob érlelése az Olsen-P-tartalmakat jelentősen csökkentette. Feltételezésük szerint a talajok szervesanyag-tartalma, valamint a Fe-vegyületek átalakulása (pH, redox változása) idézte elő ezeket az eltéréseket.

Részletes vizsgálatokat végzett szabadföldön CHILDS és JENCKS (1967). Adataik szerint a Mehlich szerinti P- és K-tartalom havonként mért értékei egymástól ugyan esetenként szignifikánsan eltértek, de nem voltak összefüggésben sem a havi átlagos hőmérséklettel, sem a csapadékösszegekkel.

A talajok könnyen oldható K-tartalma az általános felfogás szerint a talajok kiszáradásával növekszik. Ugyanakkor arra is találunk adatokat, hogy a talajok nedvesedése a DL—K-tartalom emelkedését eredményezte, mert a nedvesítés a talaj K-vegyületeit is oldatba viheti (SCHAFFER, 1955). A nedvességállapot és az ezzel összefüggő levegőzöttség is befolyásolja — az oxidációs-redukációs folyamatokra hatva — a Mn, Fe és Cu oldhatóságát. SCHILLING és BEER (1967) a kiszáradt talajokat átnedvesítve azt találták, hogy a Schachtschabel szerint oldható Mn-tartalom 3—4-szeresére is megnövekedhet.

Kétségtelen azonban, hogy a mintavétel technikája már eleve határt szab a talajállapot extremitásainak. Csak a nem kenődő, a mintavevő eszkezhöz nem tapadó, ugyanakkor a nem túl száraz és áthatolhatatlanul összetömörült talaj mintázható. A mintavétel a művelésre alkalmas talajnedvesség-állapotban végezhető el általában.

Az irodalomban korábban teljes egyetértés uralkodott a tekintetben, hogy a talaj vízdoldható N-vegyületeinek (elsősorban NO₃—N) a koncentrációja, legalábbis a szántott rétegben, időben erősen változik. Ez nemcsak a közeg nedvességtartalmával összefüggő vertikális mozgásuknak, hanem a biológiai okok miatt bekövetkező (lekötődés—felszabadulás) változásoknak is eredménye. Ebből adódóan például, egy talaj N-szolgáltatását a NO₃—N mennyiségével, a pillanatnyi NO₃—N koncentrációjával nem becsülhetjük. Az extrém vízgazdálkodású talajok kivételével azonban a felvehető NO₃—N készlete, a 0—60 vagy 0—100 cm-es rétegben található NO₃—N mennyisége iránymutatóul szolgálhat a N-műtrágya szükségletének megállapításában.

KRÁMER (1979) a folyamatos mintavétel lehetőségét vizsgálva megállapítja, hogy a talaj hőmérséklete és nedvességállapota befolyásolja a talaj reakcióállapotát, valamint tápelemeinek oldhatóságát. Ez azonban, a mintavételre alkalmas talajállapot határain belül, nem meghatározó jelentőségű, és nem kérdőjelezi meg a szaktanácsadást. Hasonlóképpen a talajok biológiai aktivitása, vagy szerves anyagainak ásványosodása, illetve ásványi anyagainak immobilizációja hatással van a felvehető tápelemek mennyiségére. Súlyuk azonban általában hibahatáron belül marad, sokkal nagyobb a szokásos évi műtrágyázással bevitt tápelemek mennyisége, vagy a mintavétel, analízis hibája stb.

A talajvizsgálati adatok időbeni állandósága kapcsán még az alábbi általános megfontolásokra utalhatunk:

— Annál nagyobb lehet egy vizsgált tápanyag szezonális változása, minél érzékenyebb, vízdoldhatóbb, labilisabb frakciót mérünk. A könnyen oldható P- és K-tartalmak, amennyiben a kapacitás faktor jellemzésére szolgálnak, állandóbbak és többé-kevésbé térképezhetőek. Az összes tápelemtartalom (a humusz, kötöttség, CaCO_3 -tartalomhoz hasonlóan) természetszerűen szezonális változásoknak már nincs alávetve.

— A szezonális változásoknak alávetett talajvizsgálati mutatók, mint pl. a felvehető tápelemtartalmak, ingadozhatnak az időjárás és agrotechnika évenként eltérő alakulása miatt. Ugyanarról a talajról kapott analízisadatok, megbízható mintavétel és analízis mellett is, eltérhetnek szignifikánsan különböző években. Ez az eltérés azonban nem azt jelenti, hogy egy gyengén ellátottnak minősülő talajt a következő évben jól ellátottnak találunk vagy fordítva, tehát a változás nem jelenthet minőségi ugrást, legfeljebb egy ellátottsági kategóriával való csúszást.

— A növényi borítottság, illetve a termesztett növény befolyásolhatja a felvehető tápelemtartalmakat, nem annyira a növényi tápelemfelvétel miatt — hiszen az egy tenyészidő alatt pl. a foszfor, mangán és a mikroelemek esetén a hibahatáron belüli érték lehet — mint egyéb mikroklimatikus hatásaival. Mindenesetre számos utalás szerint a felvehető tápelemtartalom a tenyészidő kezdetén és végén magasabb lehet, mint a tenyészidő, az intenzív vegetáció alatt. Az USA-ban, Illinoisban például a talajvizsgálatok alapján javasolt K adagjait módosítják talajonként, 33—67 kg/ha K_2O mennyiséggel növelik, amennyiben a talajmintavétel május 1. előtt vagy szeptember 30. után történt (Illinois Agronomy Handbook, 1985—1986).

— A tápanyagtartalmak időszakos változásai a szántott rétegben annál nagyobbak, minél gyakrabban bolygatják a talajt. Ez elsősorban abból adódhat, hogy a forgatásos művelés mélysége változik. Intenzív műtrágyázás viszonyai között azonban a talajok rendszeres művelése, keverése a heterogenitás csökkenéséhez, a talaj—trágya reakciók gyorsulásához vezet. Különösen fontos ez a nem mozgó P-trágyák megfelelő eloszlásához. Ugyanilyen hatású az egyenletes trágyaszórás biztosító technika fejlődése is.

— A könnyen oldható tápanyagok időszakos változásait megszabó tényezők közül legfontosabb a trágyázás, amely az adagtól és az alkalmazás módjától, illetve a trágyaformától függő mértékben: növeli a tápanyagok koncentrációját a bevitel helyén; fokozza a talaj tarkaságát (heterogenitását), különösen PK esetén; és megváltoztathatja a talajok pH-ját.

E változások fokozatosan mennek végbe, a trágyák átalakulnak, esetleg a mintázandó rétegből kimosódhatnak, gáz alakban eltávozhatnak. Idővel egyensúlyi, viszonylagos nyugalmi állapotok jönnek létre; minél mozgékonyabb egy tápanyag, annál gyorsabban beáll ez az állapot.

A könnyen oldható P és K szezondinamikára vonatkozóan meglehetősen ellentétes vélemények is találhatók az irodalomban. Az eltérő vélemények egyik oka az lehet, hogy az alkalmazott oldószerektől függően a kapott eredmények időbeni változékonysága nem azonos. Másrésztől egyes szerzők nem választották szét a mintavételi, valamint az analitikai hibát a szezonális változásoktól. Mindenesetre az egyes szerzők által említett kora tavaszi és késő őszi kiugró talajvizsgálati értékek figyelmeztetnek arra, hogy a 3—4 évenkénti talajvizsgálatok során egy-egy táblán vagy parcellán lehetőleg az előző mintavétellel azonos időszakban célszerű mintát venni (SARKADI, 1975).

Összefoglalás, jövőbeni feladataink

Megvannak útmutatóink, szabványaink a talajmintavétel technikájához, más országokhoz hasonlóan. Számos kérdést — amint láthattuk — a kutatás még nem tisztázott.

Változik ugyanis maga a talaj, az intenzívebb talajhasználattal nőhetnek az egyes talajtulajdonságok hibaszórásai. A mintavételre, a talajvizsgálatra épülő szaktanácsadásra egyre nagyobb feladat hárul. Törekednünk kell tehát a minél kevésbé költséges, érzékenyebb, és minél megbízhatóbb mintavételi eljárások kidolgozására.

Irodalom

- BROUWER, W., 1949. Steigerung der Erträge der Hülsenfrüchte durch Beregnung sowie Fragen der Bodenuntersuchung und Düngung. *Z. Acker- u. Pflanzenbau.* **91.** 319—346.
- CHILDS, F. D. & JENCKS, E. M., 1967. Effect of time and depth of sampling upon soil test results. *Agron J.* **59.** 537—540.
- CLINE, M. G., 1944. Principles of soil sampling. *Soil Sci.* **58.** 275—288.
- FEHÉR, D., FRANK, M. & MANNINGER, G. A., 1939. Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss der Mikroorganismen tätigkeit auf das dynamische Verhalten der leichtlöslichen Phosphor-, Stickstoffverbindungen des Bodens. *Bodenkunde u. Pflanzenernähr.* **13.** 341—352.
- HAUSER, G. F., 1973. Guide to the calibration of soil tests for fertilizer recommendations. *FAO Soils Bulletin.* **18.** FAO. Rome.
- Illinois Agronomy Handbook 1985—1986 (1984). University of Illinois. Urbana-Champaign. Circular 1233.
- JACKSON, M. L., 1958. *Soil Chemical Analysis.* Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. N. J.
- KÁDÁR I., 1980. A kálium jelentősége földművelésünkben és egy csernozjom talaj termékenységében. *Agrokémia és Talajtan.* **29.** 577—594.
- KERESZTÉNY B., 1953. A talaj foszfortartalmának változásai anaerob körülmények között. *Agrokémia és Talajtan.* **2.** 185—190.

- KRÁMER M., 1979. A folyamatos talajmintavétel feltételei és hazai lehetőségei szántóföldi kultúrák esetén. Témadokumentáció. MÉM Inform. Közp. Budapest.
- PECK, T. R., 1984. Field soil sampling for soil testing. Univ. Illinois, Dep. Agron., Soil Testing Project. Urbana, Ill.
- PECK, T. R. & MELSTED, S. W., 1973. Field sampling for soil testing. In: Soil Testing and Plant Analysis. (Ed.: WALSH, L. M. & BEATON, J. D.). 67—75. SSSA Publ. Madison. Wisc.
- PETERSEN, R. G. & CALVIN, L. D., 1965. Sampling. In: Methods of Soil Analysis. Part. 1. 54—72. (Ed.: BLACK, C. A.). ASA Publ. No. 9. Ser. Agronomy. Madison, Wisc.
- REED, J. F. et al., 1953. Sampling soils for chemical tests. Better Crops. Plant Food. 37. (8) 13—18.
- SARKADI J., 1975. A műtrágyaigény becslésének módszerei. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- SARKADI J., NÉMETH T. & KÁDÁR I., 1986. A talaj könnyen oldható tápanyagtartalmának heterogenitása. Agrokémia és Talajtan. 35. 295—306.
- SCHAFFER, G., 1955. Atmungskurven des Bodens in ihrer Beziehung zu seinen Wasser, Phosphorsäure- und Kaligehalt während mehrerer Vegetationsperioden von verschiedenen Witterungscharakter. Landw. Forsch. 7. 12—16.
- SCHILLING, G. & BEER, K. H., 1967. Untersuchungen über die Charakterisierung des pflanzenverfügbaren Mangans in verschiedenen Böden und seine Dynamik. Albrecht.-Thaer-Arch. 11. 263—279.
- SIK K. & SCHÖNFELD S., 1952. A talajsajátságok időszakos változásairól. Agrokémia és Talajtan. 1. 269—290.
- SIMPSON, J. R. & WILLIAMS, C. H., 1970. The effects of fluctuations in soil moisture content on the availability of recently applied phosphate. Aust. J. Soil. Res. 8. (2) 209—219.
- SMITH, A. M., 1959. Soil analysis and fertilizer recommendation. Proc. Fert. Soc. No. 57.
- VAZSENYIN, J. G., 1963. Primenenie metoda variacionnij sztatiztiki v pocsvvenno-agrohimi-cseszkih isszledovanijah. Pocsvovedenie. (2) 43—52.
- VERMEULEN, F. H. B., 1960. Fehlerquellen bei der Bodenuntersuchung. Landw. Forsch. Sonderheft. 14. 80—83.

Érkezett: 1986. július 26.