

Térinformatikai alapokra épülő műtrágyázási szaktanácsadás

¹ CZINEGE ERIK, ¹ PÁSZTOR LÁSZLÓ, ¹ SZABÓ JÓZSEF, ¹ CSATHÓ PÉTER
és ² ÁRENDÁS TAMÁS

¹ MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest és

² MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, Martonvásár

Bevezetés

Magyarország legfontosabb feltételelesen megújítható természeti erőforrása a talaj (VÁRALLYAY, 1998). A talaj tulajdonságait és ezen keresztül a környezet minőségét nagymértékben befolyásolja az alkalmazott agrotechnika szintje, ezen belül főleg a trágyázás mértéke és módja. A talaj fizikai, kémiai és biológiai jellemzői, így a talaj termékenysége nem állandó, térben és időben is változik. E változás léptéke is eltérő lehet, így akár egy mezőgazdasági táblán belül is elkülöníthetünk különböző termékenységű talajfoltokat.

A mai magyar növénytermesztési gyakorlat általában nem veszi figyelembe a talaj változatosságából adódó táblán belüli művelési, növényvédelmi, öntözési és tápanyag-utánpótlási különbségeket. A mezőgazdasági táblákat, illetve sok esetben nagyobb területeket is egyöntetűnek feltételezve azonos agrotechnikai beavatkozásokat végeznek el. Ily módon a terület egy része nem megfelelő kezelésben részesül (CZINEGE et al., 1998). A tápanyag-utánpótlás során a mezőgazdasági táblán belül előforduló valamennyi elkülönülő terület egységben a talaj tápanyagtartalmát az adott növény termesztése szempontjából optimálisra kellene beállítani. Ehhez valamennyi tápanyag-szolgáltatás szempontjából elkülöníthető terület egységhez különböző mennyiségű műtrágyát kell hozzárendelni és kijuttatni.

Ennek megfelelően munkánk során a korábbi táblaszintű műtrágyázási szaktanácsadási gyakorlattal szemben nem homogén egységenként kezeltük a mezőgazdasági táblákat.

Feltételezésünk szerint ugyanis jelentős pontosítást jelent ha a mezőgazdasági táblán belüli eltérő genetikai típusú, 12 ha-nál nem nagyobb területeket tekintünk egy átlagmintavételi egységnek. Így lehetőségünk nyílik arra, hogy a táblán belül előforduló talajokat a megfelelő szántóföldi termőhelyi csoportba soroljuk és az egyes tápelemekkel való ellátottsági kategóriájukat e szerint állapítsuk meg. A műtrágya adagolását így már nem a tábla, hanem a különböző genetikai típusú talajfoltok egyenműsége határozza meg.

Több munka számol be a talajtérképek ilyen irányú alkalmazásáról (LONG et al., 1995; WAYNE & ROBERT, 1995). A tapasztalatok azt mutatják, hogy az 1:10 000-es, vagy ennél nagyobb léptékű térképek használhatók fel erre a célra (MOORE et al., 1993; SARKADI & VÁRALLYAY, 1989).

Természetesen a talajtanilag „homogén” mintavételi egységek kijelölése más módszerrel is történhet (CZINEGE, 1999), de munkánk során elsősorban egy, a mai magyarországi agrotechnikai színvonalon jobban alkalmazható műtrágyázási módszert dolgoztunk ki.

Anyag és módszer

A kutatás kezdetén megfogalmaztuk azokat a szempontokat, irányelveket amiket elsődlegesen fontosnak tartottunk a szakértői rendszer kidolgozásakor:

- I. A felhasználni kívánt talajtani információk részletesek legyenek, és az ország területének jelentős részéről rendelkezésre álljanak.
- II. A kiépített rendszer többszintű legyen, azaz az eltérő felhasználói (pontoság) igényekhez, és a rendelkezésre álló különböző színvonalú agrotechnológiaiákhoz is adaptálható legyen.
- III. A kijuttatandó műtrágya mennyiségének megállapítása a legújabb agrokémiai kutatási eredmények figyelembe vételével történjék.
- IV. Az egyes földterületek, táblák azonosítása helyrajzi számok alapján is lehetséges legyen (gyakorlati alkalmazhatóság).

Mintaterület kiválasztás, mintavétel

A kitűzött feladatok megvalósításához két mintaterületet választottunk: a ceglédi korábbi Lenin Tsz, valamint a dunaharaszti Kis-Duna Termelőszövetkezet területét. Az eltérő mintaterületekre azért volt szükség, hogy különböző termőhelyeken teszteljük a kidolgozni kívánt módszert. Mind a két területen homogén mintavételi egységnek tekintettük az azonos típusú illetve altípusú, 12 ha-nál nem nagyobb talajfoltokat. Talajfoltonként 16 pontmintát vettünk és ezeket egyesítettük egy átlagmintává.

Laboratóriumi elemzés

A gyűjtött talajmintákból azokat a talajtulajdonságokat állapítottuk meg, amelyek szükségesek voltak a kijuttatandó műtrágyaadag megállapításához. Így a következő vizsgálatokat végeztük el: Arany-féle kötöttségi szám megállapítása, pH(KCl)-érték meghatározása direkt potenciometriás módszerrel, CaCO₃-tartalom meghatározása Scheibler módszerrel, humusztartalom meghatározása Tyurin módszerrel, ammónium-laktátos (AL) foszfor-, illetve káliumtartalom megállapítása (EGNER et al., 1960). A fenti analíziseket BUZÁS (1988, 1993)

által szerkesztett „Talaj- és agrokémia vizsgálati módszerkönyvek” alapján hajtottuk végre.

Talajtérképek beszerzése, térinformatikai feldolgozása, a talajtani adatbázis létrehozása

A megfogalmazott feltételrendszerrel összhangban építettük ki az integrált térinformatikai adatbázist az alábbi lépések szerint:

1. lépés: Összegyűjtöttük a vizsgált területekre az:

- üzemi genetikus talajtérképezés 1:10 000 méretarányú analóg térképszelvényeit és a hozzájuk tartozó helyszíni és laboratóriumi jegyzőkönyveket,
- az 1:10 000 méretarányú analóg átnézetes kataszteri térképeket,
- az 1:4 000 méretarányú digitális földrészlet szintű kataszteri térképeket,
- az 1:10 000 méretarányú (sztereografikus, valamint Egységes Országos Vetületű) analóg topográfiai térképeket,
- a mintaterületek 15 µm felbontású fekete-fehér légifelvételeit.

2. lépés: Felmértük a térképek feldolgozásának lehetőségeit a vizsgált területre vonatkozóan és megterveztük az analóg térképszelvények digitális feldolgozásnak lehetőségeit.

3. lépés: Kidolgoztuk a térinformatikai feldolgozás alapjául szolgáló rendszertervet, egységesítettük a feldolgozni kívánt tematikát.

4. lépés: PC-s alapon, ArcView térinformatikai szoftverre alapozva kiépítettük a térinformatikai adatbázis 1-es verzióját.

5. lépés: A mintaterületekre feltöltöttük a térinformatikai adatbázist. Az egységes vetületi alapon álló rendszerterv készítésénél alkalmaztuk a DAT szabvány előírásait és térinformatikai rendszerünket Egységes Országos Vetületi alapon hoztuk létre. Olyan rendszerkonfigurációt választottunk, amely a feladathoz leginkább megfelelő fizikai környezetet kínálta.

A mintavételi adatok értékelése, a kijuttatandó műtrágya mennyiségének meghatározása

A kutatás során az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézetben (MTA TAKI) és az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetben (MTA MGKI) (Martonvásár) kifejlesztett trágyázási szaktanácsadási rendszer ajánlásait alkalmaztuk (CSATHÓ et al., 1998). A szaktanácsadási rendszer a hazai agrokémiai iskolák által beállított trágyázási tartamkísérletek eredményeinek szintézisére alapul, és – a jelen időszak kihívásainak megfelelően – figyelembe veszi a környezetvédelmi, illetve gazdaságossági szempontokat is.

Csakúgy mint a korábbi hazai trágyázási szaktanácsadási rendszerek, az alkalmazott rendszer is a mérleg módszeren alapul. Az 1 ha-ra javasolt N-, P- és K-műtrágya-hatóanyag mennyiségét (x) az alábbi képlet szerint számolja ki:

$$x = (T \cdot F_i \cdot sz) \pm K, \quad (1)$$

ahol:

T = tervezett termés, t/ha;

F_i = tervezett terméshez tartozó fajlagos tápelemtartalom;

sz = ellátottsági kategóriától függő szorzószám;

K = korrekciós tag.

Az első lépés a tervezett termésszint megállapítása, majd ezután kikeressük a kiválasztott termésszinthez tartozó fajlagos tápelemtartalom értékeket. A következőkben a tábla talajának N-, P- és K-tartalma alapján megállapítjuk, hogy igen gyenge, gyenge, közepes, jó, igen jó, vagy túlzott ellátottságú-e a terület (CSATHÓ, 1997). Ezt követően a fenti képlet segítségével kiszámítjuk az 1 ha-ra javasolt N-, P- és K-műtrágya-hatóanyag mennyiségét. Az utolsó lépés a műtrágyaigényt korrigáló tényezők (előző szerves trágyázás, elővetemény, melléktermékek alászántása stb.) figyelembevétele (CSATHÓ et al., 1998).

Eredmények

Tekintettel arra, hogy a kutatás célja a talajok táblán belüli térbeli változottságát is figyelembe vevő műtrágyázási szaktanácsadói rendszer kidolgozása volt, a *legfontosabb kutatási eredmény maga a szaktanácsadói rendszer megalkotása*. Az eredményeket tehát ennek alkalmazásán keresztül mutatjuk be a mintaterületek példáján.

A terület azonosítása, agrotechnikai adatok felvétele

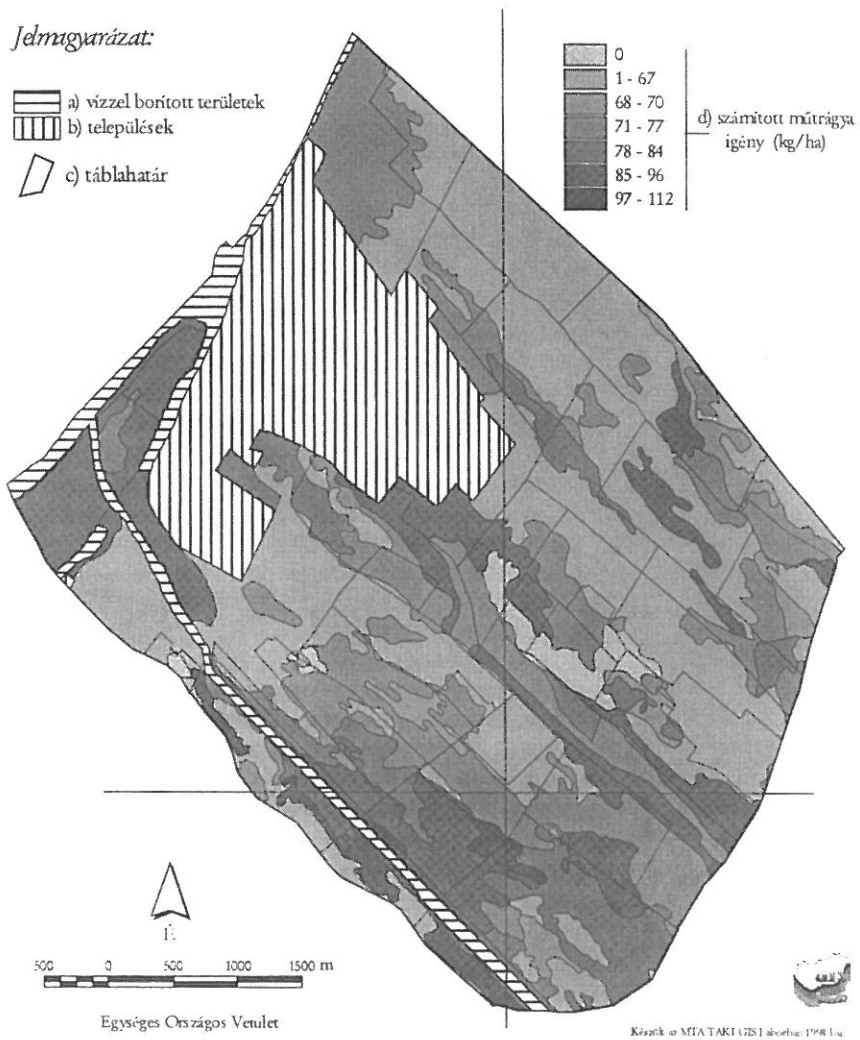
Az első feladat az adott mezőgazdasági tábla helyének azonosítása. Mivel a rendszer az adott terület mezőgazdasági tábláit művelési águk és helyrajzi számuk alapján is nyilvántartja, ez a lépés többnyire nem okoz problémát. Az agrotechnikai adatok is ebben a blokkban kerülnek rögzítésre, mint például az előző évi termés, az előző években felhasznált szerves- és műtrágya mennyisége, elővetemény, a tervezett termésszint stb. Itt történik az adott tábla határpontjainak EOTR koordinátákkal történő meghatározása is.

A szaktanácsadás pontossági igényének megállapítása, a mintavételi tervek készítése

Ebben a lépésben a felhasználónak kell eldönteni, hogy milyen pontosság-igényt támaszt a műtrágyázási szaktanácsadással szemben. Nyilvánvaló, hogy ezt a gazdálkodó lehetőségei is nagymértékben meghatározzák (rendelkezésre



I. ábra
A ceglédi mintaterület N-műtrágyázási térképe



2. ábra
A dunaharaszti mintaterület K-műtrágyázási térképe

álló géppark, ökonómiai szempontok stb.). A legegyszerűbb esetben a már meglévő talajtani adatbázisra alapozva történik a szaktanácsadás. A pontosságot ebben az esetben a meglévő adatok tér- és időbeli érvényessége határozza meg. Tekintettel arra, hogy ez nehezen becsülhető, a szaktanács pontossága is bizonytalan.

Mindenképpen „okszerűbb” azonban, mint a szinte ötletszerű, mindenféle tudományos alapot nélkülöző tápanyag-utánpótlás. Ha térben és időben pontosabb szaktanácsadásra van szükség, elkerülhetetlen a talajmintavétel. A kidolgozott módszer szerint az azonos típusú illetve altípusú talajfoltokat tekintettük egy mintavételi egységnek.

A talajvizsgálati adatok értékelése a műtrágyázási szaktanácsadás szempontjából

Az „Anyag és módszer” című részben ismertetett, az MTA TAKI-ban és az MTA MGKI-ban kifejlesztett műtrágyázási szaktanácsadási rendszer ajánlásai szerint történt a *ceglédi mintaterületre* kijuttatni szükséges nitrogén-, foszfor-, illetve káliumtartalom megállapítása. A szaktanácsadást kukoricára adtuk a talajtípustól függően, 4–6 tonna termésszinteket beállítva. Az eredmények alapján a területen nitrogénből 90–151 kg/ha, foszforból 0–51 kg/ha hatóanyagot kell kijuttatni a terület változatosságától függően. Ezzel szemben a terület K-ellátottsága az „igen jó” ellátottsági kategóriába esik, így a terület nem igényel K-trágyázást. A kapott eredményt az 1. ábrán látható N-műtrágyázási térkép szemlélteti.

A *dunaharaszti mintaterületre* kijuttatni szükséges műtrágyaadagok nagyságát a meglévő 1:10 000-es genetikus üzemi talajtérkép szöveges mellékletében található talajvizsgálati adatok alapján állapítottuk meg. Homogén egységeknek itt is az azonos talajtípusú területmozaikokat tekintettük. Tesztnövénynek a tritikálét választottuk, 3–5 tonna termésszinteket beállítva, a talaj típusának illetve termékenységének megfelelően.

Az eredmények alapján a területen nitrogénből 64–100 kg/ha, foszforból 0–72 kg/ha, káliumból 0–112 kg/ha hatóanyagot kell kijuttatni a talaj változatosságától függően. A 2. ábrán a K-műtrágyázási térképet láthatjuk.

Összefoglalás

A kutatás során térinformatikai alapokra szerveződő műtrágyázási szaktanácsadási rendszert hoztunk létre, amely a korábbi mezőgazdasági gyakorlattól eltérően nem homogén egységekként kezeli a mezőgazdasági táblákat (talajjellemzők, termesztési paraméterek stb.), hanem figyelembe veszi, hogy egy mezőgazdasági táblán belül is többféle genetikai típusú talaj fordulhat elő, amelyek eltérő kezelést igényelhetnek. A kidolgozott módszerrel tehát nem a

tábla átlagához számoljuk ki a kijuttatni kívánt műtrágyaadagokat. Természetesen ez csak akkor jelent pontosítást a mai magyar tápanyag-utánpótlási gyakorlathoz képest, ha egy táblán belül többféle, eltérő trágyázást igénylő talajtípus fordul elő.

A jövőben e kutatás keretein belül kiépített szaktanácsadói rendszerben digitálisan tárolt, illetve előállított adatok segítségével lehetőségünk nyílik „térbelileg” részletesebb és pontosabb információt adó mintavételi stratégiák megvalósítására, egyes szisztematikus talajmintavételi eljárások alkalmazásával. Ezekkel a mintavételi eljárásokkal azonban olyan pontosságú műtrágyázási foltterképek hozhatók létre, amelyek gyakorlati alkalmazásához mindenképpen műholdas helyzet-meghatározóval (dGPS), számítógépes vezérléssel és pontosan szabályozható műtrágyaszóró-adapterrel felszerelt gépek szükségesek.

Jelen kutatás és munka a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium (27.240/7/97.) támogatásával folyt.

Irodalom

- BUZÁS I. (Szerk.), 1988. Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 2. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- BUZÁS I. (Szerk.), 1993. Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 1. INDA 4231 Kiadó. Budapest.
- CSATHÓ P., 1997. Összefüggés a talaj K-ellátottsága és a kukorica, őszi búza és lucerna K hatások között a hazai szabadföldi kísérletekben, 1960–1990. Agrokémia és Talajtan. **46.** 327–347.
- CSATHÓ, P., ÁRENDÁS, T. & NÉMETH, T., 1998. New, environmentally friendly fertiliser advisory system, based on the data set of the Hungarian long-term field trials set up between 1960 and 1995. *Comm. Soil Science and Plant Analysis*. **29.** 2149–2160.
- CZINEGE E., 1999. A talajtakaró változatosságát figyelembe vevő agrotechnika új lehetőségei. *Agrokémia és Talajtan*. **48.** 224–233.
- CZINEGE E. et al., 1998. Környezetkímélő talajvédelmi kiegyenlítő trágyázási módszer kidolgozása. Jelentés a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztériumnak. MTA TAKI. Budapest
- EGNER, H., RIEHM, H. & DOMINGO, W. R., 1960. Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustanden der Böden. II. Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor und Kaliumbestimmung. *Kungl. Lantbrukshögsk. Ann.* **26.** 199–215.
- LONG, D. S., CARLSON, G. R. & DEGLORIA, S. D., 1995. Quality of field management maps. In: *Proc. Second International Conference on Site-Specific Management for Agricultural Systems*. 252–284. ASA–CSSA–SSSA. Madison, WI.
- MOORE, I. D. et al., 1993. Terrain analysis for soil specific crop management. In: *Proc. Second International Conference on Site-Specific Management for Agricultural Systems*. 27–51. ASA–CSSA–SSSA. Madison, WI.

- SARKADI, J. & VÁRALLYAY, GY., 1989. Advisory system for mineral fertilization based on large-scale landsite maps. *Agrokémia és Talajtan.* 38. 775-789.
- VÁRALLYAY, GY., 1998. Multifunctional soil management for sustainable development in Hungary. *Agrokémia és Talajtan.* 47. 7-22.
- WAYNE, H. THOMPSON & ROBERT, C. P., 1995. Evaluation of mapping strategies for variable rate applications. In: *Proc. Second International Conference on Site-Specific Management for Agricultural Systems.* 304-323. ASA-CSSA-SSSA. Madison, WI.

Érkezett: 1999. szeptember 30.

GIS-based Fertilizer Advisory System

¹E. CZINEGE, ¹L. PÁSZTOR, ¹J. SZABÓ, ¹P. CSATHÓ and ²T. ÁRENDÁS

¹ Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest and ² Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, Martonvásár (Hungary)

Summary

A GIS-based precision fertilization recommendation system was elaborated. The system, unlike previous Hungarian agricultural practice, does not treat the fields as homogeneous plots, but takes into account the fact that there may be soils of several genetic types in each field.

The recommended fertilizer rates are therefore not calculated for the average values of the field. Naturally, this method is only an improvement on recent Hungarian agriculture practice, if there are several soil types within each field.

Experience shows that this advisory system will assist in the time- and space-oriented realisation of sustainable agricultural growth and land use. It is planned to continue this study on the same digital background and to introduce more efficient sampling strategies and fertilization advice. However, the application of such accurate strategies and fertilization maps will require the use of fertilizing machinery fitted with satellite positioning, computer control and accurate rate regulation.

Fig. 1. N fertilization map of the Cegléd test area. Legend: a) forest; b) settlements; c) waterlogged areas; d) salt affected soils unsuitable for agricultural production; e) calculated fertilizer requirement, kg/ha; f) boundary of field.

Fig. 2. K fertilization map of the Dunaharaszti test area. Legend: a) waterlogged areas; b) settlements; c) boundary of field; d) calculated fertilizer requirement, kg/ha.