

A tartamkísérletektől a ProPlantáig

Árendás Tamás^{1*}, Csathó Péter², Fodor Nándor¹

¹HUN-REN ATK Mezőgazdasági Intézet, Martonvásár, Magyarország

²HUN-REN ATK Talajtani Intézet, Budapest, Magyarország

*Levelező szerző, e-mail: arendas.tamas@atk.hun-ren.hu

Beérkezett: 2025. május 8.; elfogadva: 2025. június 16.

Összefoglalás

A szántóföldi tartamkísérletek az agrokémiai, növénytermesztési kutatások speciális szabadföldi laboratóriumai. A múlt század közepén elindított korszerű hazai tartamkísérleteknek köszönhetően olyan egyedülálló adatbázis jött létre, amely napjainkban megbízható háttérrel ad a tudományos alapokra helyezett, a környezetet nem terhelő, precíziós növénytáplálás megvalósításához. Hazai trágyázási és növénytermesztési tartamkísérletek publikált eredményeinek rendszerezésével és feldolgozásával három évtizede kezdődött meg az a szoftverfejlesztés, amelyet Németh Tamás akadémikus mentorálásával ma ProPlanta szaktanácsadási rendszerként ismerünk. A továbbra is folyamatos fejlesztések eredményeit a legrangosabb innovációs díjakon túl mindenképp a gyakorlati alkalmazás bővülése igazolja.

Kulcsszavak: tartamkísérlet, növénytáplálás, szaktanácsadás

From long-term field trials to ProPlanta

Tamás Árendás¹, Péter Csathó², Nándor Fodor¹

¹HUN-REN CAR Agricultural Institute, Martonvásár, Hungary

²HUN-REN CAR Institute for Soil Science, Budapest, Hungary

Summary

Field trials are open-air laboratories in which the effects of various treatments on the soil and the crops are studied over long periods of time, from decades to centuries. The first modern long-term field experiments were set up in Hungary from the middle of the last century, initially investigating the effects of fertilisation, which was later combined with other factors: planting date, plant density, variety, etc.

Based on the correlations found in the database of half a century of long-term field fertilisation experiments in Hungary, a new, environmentally friendly fertilisation advisory system was developed three decades ago at the Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry (Budapest) and the Agricultural Research Institute (Martonvásár) of the Hungarian Academy of Sciences (now institutes of the HUN-REN Centre for Agricultural Research) under the leadership of Professor Tamás Németh. During the development of the new system and its software, more emphasis was put on the specific nutrient requirements of plant species, the reduction of soil nutrient loads and the variation of specific nutrient requirements depending on the yield. The fertilisation advisory system, now known as ProPlanta, provides farmers with 4 levels of advices depending on the planned intensity of cultivation.

Today, ProPlanta can be used to produce expert advice for 149 crop species (82 arable crops, 45 field vegetable crops, 22 fruit species) and vines. Environment protection considerations are also taken into account in preparing recommendations that are always adjusted to the legislations in force and are in line with the requirements of precision crop management. Among the users of the ProPlanta system we can find some of the most important players of the Hungarian agriculture.

The total area that was fertilised according to ProPlanta recommendations is now close to one and a half million hectares, while the savings for farmers from the more rational use of fertilisers proposed by the system exceed HUF 3 billion. Even on the basis of conservative estimates, nitrate and phosphate loads to our soils have also been significantly reduced by 2,500 tonnes and 15,000 tonnes, respectively. Smart fertilisation reduces nitrate pollution of groundwater used for drinking water and the risk of phosphorus pollution of surface waters.

ProPlanta is an excellent example of how the results of decades of research can innovatively support resource efficient and smart agriculture.

Keywords: long-term field experiment, fertilisation, fertilizer recommendation system

A tartamkísérletek szerepe, jelentősége

A talaj–növény-rendszerre vonatkozó agrokémiai és növénytáplálási ismereteink jelentős része szabadföldi kísérletekhez köthető. A szántóföldi tartamkísérletek, amelyek voltaképpen a talajjal és a növényvel folytatott „párbeszéd”, már az 1800-as évek első felétől kezdve világszerte ismertek. Ezeket az évről évre pontosan ugyanoda elhelyezett, állandó kezeléseket tartalmazó kísérleteket jellemzően a növénytáplálással összefüggő kérdések megválaszolására állították/állítják be, a kezelést esetenként más növénytermesztési faktorok eltérő szintjeivel kombinálva, többtényezős kísérleteket létrehozva. A hatások számszerűsítésére többnyire az élő szervezetek (növény, kártevő, kórokozó, mikrobiom stb.) szolgálnak, ugyanakkor a szenzortechnika, a digitalizáció látványos fejlődése révén az abiotikus tényezők kezelésszerűsége is egyre pontosabban, gyorsabban és gyakrabban detektálható az élő szabadföldi kísérleti laboratóriumokban. Ezek többsége a vetésforgók, a tápanyagdózisok és -harmóniák, a növényvédelem, a talajművelés, az öntözés faj- és fajtaspecifikus reakcióira koncentrálnak, és nélkülözhetetlenek a különböző növénytermesztési eljárások, technológiai kezelések időbeni hatásának mérésében (Berzsenyi 2009).

Gyórfy megfogalmazása szerint: „Tartamkísérletekkel foglalkozni egyidejűleg hálás és háládatlan feladat. Hálás, mert adatainkat az idő függvényében tudjuk elemezni, háládatlan, mert mindig szembe kell nézni három, négy évtizednyi anyagunkkal, önmagunkkal. Utólag csak a nézeteinket változtathatjuk, de a kísérleteinket érdemben nem.” (Gyórfy 1976)

A közelmúlt agrokémiai kutatásainak nemzetközi szinten is meghatározó jeles hazai alakja, Kádár Imre megfogalmazása szerint a tartamkísérletek értékeinek számbavétele során nem lehet figyelmen kívül hagyni, hogy az élővilágban a jelenségek komplexek, kumulatív karakterűek, és gyakran késleltetetten jelennek meg (Kádár 1997). Egyes történések csak nagyon ritkán, periodikusan fordulnak elő, így ilyenkor a hatások számszerűsítéséhez több évtizedes megfigyelésekre lehet szükség – még a modellezés napjainkra jellemző kifinomult módszereit figyelembe véve is. Mindezekhez társul a vizsgálati, mérési, analitikai módszerek, eszközrendszerek fejlődése, amelyek révén korábban nem kimutatható változások felderítésére, az ok-okozati összefüggések pontosabb leírására adódik lehetőség a speciális szabadföldi kísérleti laboratóriumok fenntartása, a korábban vett, archivált minták analízise révén. Az ilyen típusú kísérletek idővel tehát felértékelődnek. A talajt használók a szabadföldi tartamkísérletekből származó ismeretek nélkül nem oldhatják meg fenntartható módon sem a növénytermesztés, sem a környezetvédelem ránk váró teendőit.

Magyarországi tartamkísérletek

A hazai növénytermesztés intenzív szakaszának kezdetén, a kemizáció, a gépészet, a genetika új termékeinek széles körű alkalmazásával számtalan szakmai kérdés vetődött fel, amelyekre az akkori innováció nyitányán jobbra nem voltak egzakt, saját körülményeink között született válaszok. Ezek megszerzésére a 20. század ötvenes éveinek közepétől olyan szabadföldi, egzakt és modern metodikákkal tervezett kísérletes kutatások indultak az országban, amelyekre korábban soha nem volt példa és lehetőség a hazai agráriumban. Közöttük egyre nőtt azoknak a száma, amelyeket a vizsgált faktorok megbízható értelmezése érdekében változatlanul, ugyanazokat a kezeléseket alkalmazva, ugyanazokon a parcellákon állítottak be évről évre – azaz gyakoribbá vált a tartamhatások mérése.

Az ebben a korszakban született tartamkísérletek kezdeti sorában meghatározóak voltak a hatóanyag-azonosság elvén beállított, legalább két ciklust (hat-tíz évet) megért istállótrágya- vs. műtrágyakísérletek, amelyekből – a publikált eredmények szerint – legalább harmincnégy folyt Magyarországon (Árendás–Csathó 2002). A műtrágyák hatásvizsgálatában mérőföldkövet jelentettek Gyórfy új szemléletű kukoricakísérletei (Gyórfy 1976). Ezekben Berzsenyi-Janosits és Póó korábbi kísérleti eredményeire támaszkodva kimutatta, hogy a tápanyagok érvényesülése igen szoros kapcsolatban van a növény fajtájával és állománysűrűségével. A növényszám növelésével a trágyahatás megtöbbszörözhető. Ez a felismerés magával hozta azoknak a fajtáknak, hibrideknek az elterjedését, amelyek jobban tűrték a nagyobb növényszámot, és trágyareakciójuk is kedvezőbb volt. Ekkor, vagyis az 1950-es évek végén, az 1960-as évek elején indultak Martonvásáron a növénytermesztés, illetve azon belül kiemelten a kukoricatermesztés fő tényezőinek (trágya, genotípus, vetésváltás, talajművelés, növényszám, herbicid, vetésidő stb.) hatásvizsgálatát szolgáló egy-, két- és háromtényezős, valamint polifaktoriális szabadföldi kispárcellás tartamkísérletek. Korszakos jelentőségűnek tekinthető, hogy a hatvanas évek második felében összehangoltan és rendszerezetten, azaz hálózati szinten jött létre kilenc helyszínen, évente hatvanhat kísérlettel az egységes Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (OMTK) agrokémiai kutatóbázisa a Láng Géza által vezetett tudóscsoport szellemi irányításával. Ennek fő céljaként hazánk jellegzetes talajtípusain egységes elvek alapján kialakított rendszert alkottak meg, amely lehetőséget biztosított a makroelem-kombinációk és -dózisok hatásvizsgálatára (Debreczeniné–Németh 2009), azon belül is Németh Tamás tudományos munkásságának egyik meghatározó területén a talajok nitrogénforgalma környezetvédelmi aspektusainak jellemzésére (Németh 1996, 1997; Németh–Radimsky 2009).

Bár csökkenő intenzitással, de ezt követően is indítottak tartamkísérleteket Magyarországon, így például

Debrecenben, Keszthelyen, Martonvásáron, Szarvason és Újszegeden (Izsáki 2021; Kismányoky–Tóth 2016; Pepó 2023). A világszinten is egyedülálló infrastruktúra – amelyet jól jellemez, hogy Csathó közleménye szerint 1960 és 2000 között csak őszi búzával hatvanöt N-trágyázási tartamkísérletet végeztek (Csathó 2003a) – mára azonban jelentősen összezsugorodott, mert a tartamkísérletek idő-, tudás- és költségigényesek (Berzsenyi 2009).

A ProPlanta fejlesztése

A múlt század utolsó évtizedének kezdetén az agráriumban is végbement jelentős változások nyomán kialakult új gazdálkodási feltételek között, biztonsággal alkalmazható eszközök és ismeretek hiányában a hazai növénytáplálás szakmai megalapozottsága meggyengült. Ezért akkori tápanyag-gazdálkodásunk sajátosságait, a műtrágya-ártámogatások megszüntetését, a kedvezőtlenebb közgazdasági feltételeket figyelembe véve, ugyanakkor más hazai rendszerek – MÉM NAK, TAKI-KSZE – értékes elveit, elemeit szem előtt tartva az 1990-es évek közepén kezdődött meg az MTA Talajtani és Agrokémiiai Kutatóintézetének és az MTA Mezőgazdasági Kutatóintézetének (ma HUN-REN ATK Talajtani Intézet és Mezőgazdasági Intézet) együttműködésével egy új

1. táblázat | Az intenzív tápanyagellátást biztosító, valamint a környezetkímélő trágyázási szaktanácsadási rendszerek filozófiájának összehasonlítása

Intenzív tápanyagellátás rendszere (MÉM NAK)	Környezetkímélő trágyázási rendszer (ProPlanta)
Maximális termésszintre való törekvés	Gazdaságos termésszintre való törekvés
A talaj trágyázása a cél	A növény trágyázása a cél
Jó-igen jó talaj PK-ellátottság elérése, majd fenntartása	Közepes-jó talaj PK-ellátottság elérése, majd fenntartása
Gyors talaj PK-feltöltés	Lassú talaj PK-feltöltés
Minden évben PK-trágyázás	A vetésforgó PK-trágyázása (periodikus PK-trágyázás)
PK-trágyázás minden talaj PK-ellátottsági szinten	PK-trágyázás csak jó-közepes és annál gyengébb talaj PK-ellátottsági szinten
Nagyobb talaj tápelem-ellátottsági határértékek	Kisebb talaj tápelem-ellátottsági határértékek
Egységes talaj tápelem-ellátottsági határértékek	Növénycsoporttól függő talaj tápelem-ellátottsági határértékek
Nagyobb fajlagos tápelemtartalmak	Kisebb fajlagos tápelemtartalmak
A tervezett termésszinttől független fajlagos tápelem-tartalmak	A tervezett termésszinttől függő fajlagos tápelem-tartalmak

Forrás: Csathó et al. 1998; Csathó 2004

szemléletű, környezetkímélő trágyázási szaktanácsadó rendszer létrehozása. Első lépésben a harminc legfontosabb szántóföldi növény új szemléletű, költségtakarékos, környezetkímélő makro- és mikroelem trágyázási rendszere jött létre (Csathó et al. 1998). A korábbi intenzív, valamint az új, költség- és környezetkímélő trágyázási szaktanácsadási rendszerek filozófiájának eltéréseit az 1. táblázat mutatja be.

A fejlesztés célja az volt, hogy a rendszer a talajvizsgálati eredmények figyelembevételével harmonikus tápanyag-ellátottságot biztosítson a természetett növényeknek egy a hazai intenzív trágyázási periódust jellemzőnél alacsonyabb, de hosszú távon fenntartható tápanyagszinten. A környezetkímélő trágyázási szaktanácsadás elméleti hátterét az elmúlt negyven év hazai trágyázási kutatásainak publikált tartamkísérleti eredményosora biztosította, ami egyedülálló információs hátteret jelent a magyarországi rendszereket tekintve (Csathó 1997, 2002, 2003a, 2003b, 2003c, 2003d, 2003e, 2004).

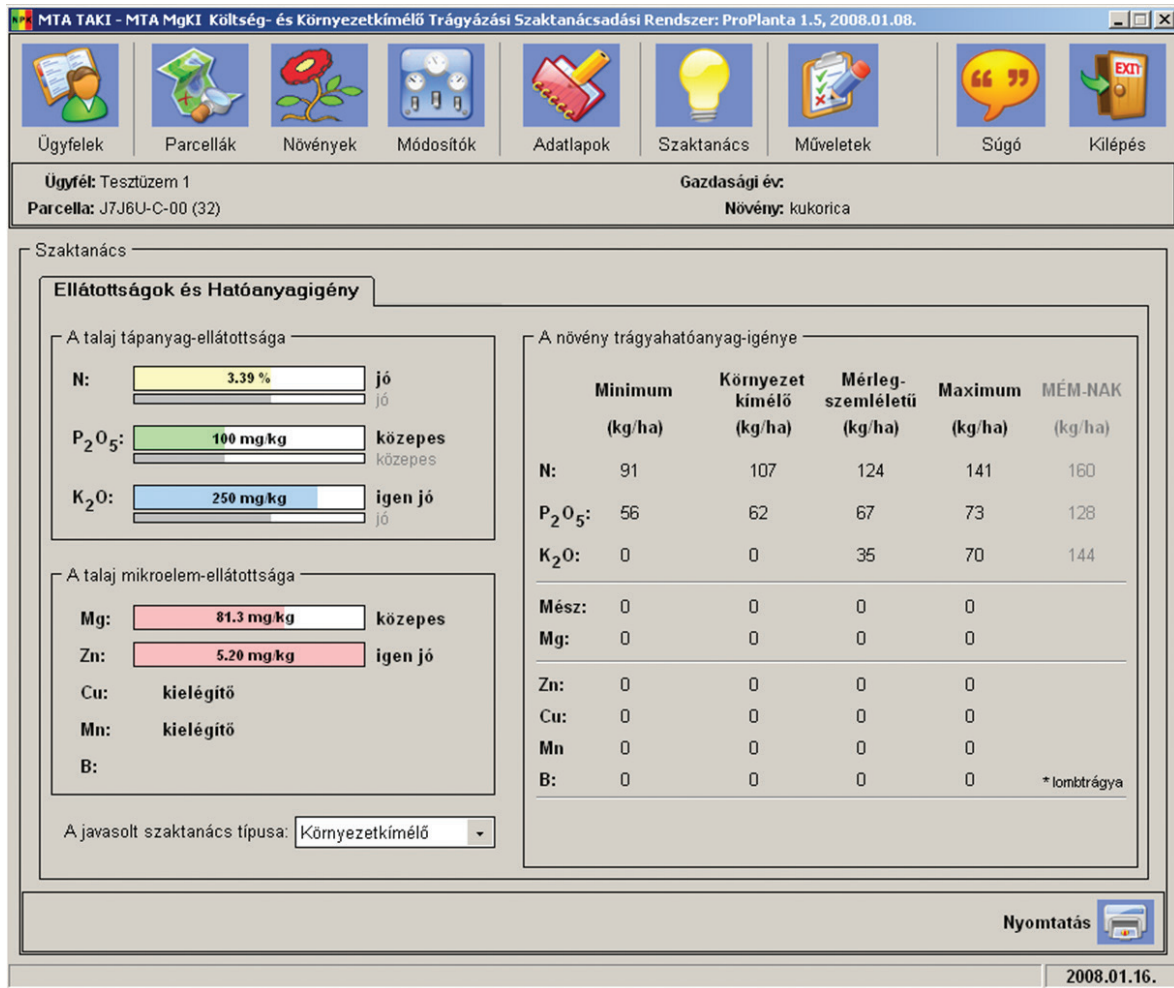
A tápanyagszükségletet meghatározó metódus az úgynevezett mérleg-módszeren alapul, és négy különböző intenzitású trágyázási gyakorlatra ad lehetőséget (1. ábra).

Az „A” (minimumszint) és „B” (környezetkímélő szint) változatok célja a maximális gazdaságos termésszintek (max. 95 százalék) biztosítása a közepes talaj PK-ellátottság elérésével, illetve annak fenntartásával. A N vonatkozásában a rendszer az igény minél pontosabb kielégítésére törekszik, a javasolt P- és K-adagok pedig legalább a közepes talajellátottság elérését vagy fenntartását támogatják.

A „C” (mérlegszemléletű szint) és „D” (maximumszint) változatok mérsékelten intenzív műtrágyázással maximális termékek elérését célozzák. Ezek a változatok is az előzőekkel azonos alapelvekre épülnek, figyelembe véve, hogy mindig vannak olyan gazdaságok, amelyek maximális termékek elérésére törekszenek, és a minimálisan kijuttatandó mennyiségeken túl további indokolt adagok kiadására is képesek. Ez érvényesül például a vetőmagtermesztésben, a minőségi búzatermesztésben és a zöldségnövényes szántóföldi forgókban.

Az „A” változat csak ott javasol PK-műtrágyázást, ahol PK-hatás várható, vagyis a közepes és annál rosszabb PK-ellátottságú területeken. Ilyen adottságú táblákon a metódus csak hosszú távú, lassú PK-feltöltést tesz lehetővé az ajánlások betartása esetén. A „B” változat már jó PK-ellátottságon is, a „C” és „D” változatok pedig igen jó PK-ellátottságokon is javasolnak mérsékelt foszfor- és káliumtrágyázást. Ugyanakkor – a MÉM NAK intenzív rendszerétől eltérően – a túlzott ellátottságú talajokon már egyik változat sem javasol tápanyag-pótlást.

Az 1 hektárra javasolt N, P₂O₅ és K₂O hatóanyag-mennyiségeket (x) a rendszer az alábbi képlet szerint számolja:



1. ábra | A ProPlanta rendszernek az ellátottságot és a négy intenzitási szint hatóanyagigényeit összefoglaló monitorképe

$$x = (T \times Ft \times sz) \pm K, \text{ ahol}$$

T = tervezett termésszint;

Ft = tervezett termésszinthez tartozó fajlagos tápelem-igény;

sz = talaj tápelem-ellátottsági kategóriától függő szorzószám;

K = korrekciós faktor.

Új szemléletet tükröz, hogy a növények fajlagos tápelem-tartalma a korábbi rendszerektől eltérően nem konstans, hanem a tervezett termésszint függvényében változik. Ennek alkalmazása az úgynevezett „tápelemhígulás-efektus” miatt indokolt. A korábbi rendszerekben alkalmazott konstans, tervezett termésszinttől független fajlagos tápelem-tartalom kis tervezett termésszinten alacsony, nagy tervezett termésnél pedig fölébecsli a tényleges műtrágyaigényt. A tervezett termésszinttől függő fajlagos tápelem-tartalom ezt a torzítást igyekszik kiküszöbölni.

A ProPlanta rendszer egyik speciális vonása, hogy a talajok tápelem-ellátottsági határértékei legalább négy évtized – a hazai tudományos műhelyek kutatói által – publikált szabadföldi N-, P- és K-trágyázási kísérleteinek

adatbázisán kapott összefüggéseken alapulnak. A széles adatbázis az eddigieknél jóval pontosabb talaj tápelem-ellátottsági határértékek megállapítására ad lehetőséget, növeli a becslés megbízhatóságát a talaj kötöttsége, humusztartalma és a várható N-hatások, a kötöttség, a pH, a mészállapot és a P-hatások, valamint a talajkötöttség és a K-hatások közötti összefüggések részletesebb megismerésével.

A talaj tápelem-ellátottsági határértékek a növény-csoportok függvényében is változnak. Ugyanis például a kalászos gabonák jóval foszforigényesebbek, mint az úgynevezett kapásnövények (kukorica, napraforgó stb.), a kapások viszont nagyobb K-hatásokat mutatnak, mint a kalászosok. A tápanyag-reakciók, a terméstartalom nagysága függvényében ezért a rendszer az adott tápelemre igényes vagy kevésbé igényes csoportokba sorolja a növényeket.

A környezetkímélő trágyázási szaktanácsadó rendszer programja nemcsak a szükséges hatóanyag-mennyiséget számítja ki, de igény szerint évenkénti bontásban vagy hosszú idősorok alapján, kumulált formában, grafikus formában is ismerteti a tápelemméréseket és a talajok könnyen oldható tápelem-tartalmának időbeli változásait.

Az innováció néhány mérföldköve

A szoftver bővítésével 2004-ben elkészült a harmincnegylegfontosabb szántóföldi zöldségnövény új, környezetkímélő trágyázási szaktanácsadási rendszere a Corvinus Egyetem (ma MATE Budai Campus) Kertészettudományi Kar Zöldség- és Gombatermesztési Tanszéke, az MTA TAKI és az MTA MGKI által koordinált tíztagú konzorcium együttes munkája eredményeként. Ezzel párhuzamosan megindult a szoftver gyakorlati tesztelése, és napjainkig több mint háromszáz hazai szabadföldi kisparcellás, valamint több mint ezer üzemi mezőparcellás kísérletet állítottunk be partnereink segítségével (IMPHOS-, Syngenta-, Genезis-kísérletek) (Fodor *et al.* 2013).

2005-ben készültek el a gyümölcsösök és a szőlő környezetkímélő fenntartó trágyázási rendszerei, amelyek szoftvereit – a szántóföldi növények és a szántóföldi zöldségnövények programjaival együtt – szerzői jog védi.

2008-ban harmincöt pályázó közül ez a fejlesztés érdemelte ki a 2007. évi Innovációs Nagydíjat, hazánk legrangosabb kutatási-fejlesztési díját. Az elismerést Sólyom László köztársasági elnök a Parlament felsőházi termében adta át Németh Tamás akadémikusnak, a rendszer kidolgozásában részt vevő háromtagú konzorcium vezetőjének.

2021-ben a közsférában működő szervezetek minőség-innováció kategóriájában az EOQ (European Organization for Quality) Magyar Nemzeti Bizottsága döntése alapján a ProPlanta Költség- és Környezetkímélő Trágyázási Szaktanácsadási Rendszer nyerte el a Minőség-Innováció díjat. Ennek jogán részt vett az EOQ nemzetközi megmérettetésén is, ahol a „közsférában végzett innováció” kategória győzteseként Quality Innovation Award elismerésben részesült.

A ProPlanta segítségével ma százötven növényfaj termesztéséhez készülhet szaktanács (82 szántóföldi növény, 45 szántóföldi zöldségnövény, 22 gyümölcsfaj és a szőlő), amelyek – összhangban a mindenkor hatályos jogszabályokkal (AKG-programok, Nitrátrendelet stb.) – a környezet védelmét is prioritásként kezelik, a precíziós növényápolás elvárásainak is megfelelően.

Németh Tamás akadémikus és a hazai növénytermesztők élő kapcsolatának bizonyítékaként a program alkalmazói között ma megtaláljuk a magyar agrárium meghatározó szereplőit, így például a Nemzeti Agrárgazdasági Kamarát, a Talentis Agro Zrt.-t vagy az AXIÁL Kft.-t.

A ProPlantával készült szaktanácsok vonatkozó ösztérülete mára megközelíti a másfél millió hektárt, miközben az így javasolt észszerűbb műtrágyahasználattal a gazdálkodók megtakarítása meghaladja a 3 milliárd forintot. Az okszerűbb trágyázással mintegy 2500 tonnával kevesebb nitrát és 15 000 tonnával kevesebb foszfor-pentoxid került talajainkba, csökkentve ezzel az ivóvízként is használt, felszín alatti vizek nitrátszennyezését, illetve felszíni vizeink foszforterhelésének kockázatát.

Köszönetnyilvánítás

A közlemény megjelenését a TKP2021-NKTA-06 számú projekt keretében az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap segítette.

Irodalomjegyzék

- Árendás T., Berzsényi Z., Bónis P., Sugár E., Bedő Z., Marton L. Cs. & Fodor N. (2016) Tartamkísérletek Martonvásáron: az agroökoszisztéma szabadföldi laboratóriumai. In: Nagy Z. B. (szerk.) LVIII. Georgikon Napok: Felmelegedés, ökolábnym, élelmiszerbiztonság. Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely. pp. 21–29.
- Árendás, T. & Csathó, P. (2002) Comparison of the effect of equivalent nutrients given in the form of farmyard manure or fertilizers in Hungarian long-term field trials. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, Vol. 33. No. 15–18. pp. 2861–2878.
- Berzsényi Z. (2009) Az ötvenéves martonvásári tartamkísérletek jelentősége a növénytermesztés fejlesztésében. In: Berzsényi Z. & Árendás T. (szerk.) Tartamkísérletek jelentősége a növénytermesztés fejlesztésében. A martonvásári tartamkísérletek 50. éve. MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, Martonvásár. pp. 37–49.
- Buzás I. & Fekete A. szerk. (1979) MÉM NAK Műtrágyázási irányelvek és a műtrágyázás üzemi számítási módszere. Mezőgazdasági 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*, Vol. 46. No. 1–4. pp. 327–345.
- Csathó P. (2002) Az AL-P korrekciós modell értékelése a hazai szabadföldi őszi búza P-kísérletek adatbázisán, 1960–2000. *Agrokémia és Talajtan*, Vol. 51. No. 3–4. pp. 351–380.
- Csathó P. (2003a) Őszi búza N-hatásokat befolyásoló tényezők vizsgálata az 1960 és 2000 között publikált hazai szabadföldi kísérletek adatbázisán. *Növénytermelés*, Vol. 52. No. 1. pp. 41–59.
- Csathó P. (2003b) Lucerna N-hatásokat befolyásoló tényezők vizsgálata az 1960 és 2000 között publikált hazai szabadföldi kísérletek adatbázisán. *Növénytermelés*, Vol. 52. No. 2. pp. 243–253.
- Csathó P. (2003c) Kukorica N-hatásokat befolyásoló tényezők vizsgálata az 1960 és 2000 között publikált hazai szabadföldi kísérletek adatbázisán. *Agrokémia és Talajtan*, Vol. 52. No. 1–2. pp. 169–184.
- Csathó P. (2003d) Kukorica P-hatásokat befolyásoló tényezők vizsgálata az 1960 és 2000 között publikált hazai szabadföldi kísérletek adatbázisán. *Agrokémia és Talajtan*, Vol. 52. No. 3–4. pp. 455–472.
- Csathó P. (2003e) Őszi búza P-hatásokat befolyásoló tényezők vizsgálata az 1960 és 2000 között publikált hazai szabadföldi kísérletek adatbázisán. *Növénytermelés*, Vol. 52. No. 6. pp. 679–701.
- Csathó P. (2004) Lucerna P-hatásokat befolyásoló tényezők vizsgálata az 1960 és 2000 között publikált hazai szabadföldi kísérletek adatbázisán. *Növénytermelés*, Vol. 53. No. 1–2. pp. 141–156.
- Csathó, P., Árendás, T. & Németh, T. (1998) New, environmentally friendly fertilizer advisory system, based on the data set of the Hungarian long-term field trials set up between 1960 and 1995. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, Vol. 29. No. 11–14. pp. 2161–2174.
- Debreczeni Béláné & Németh T. szerk. (2009) Az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (OMTK) kutatási eredményei, 1967–2001. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Fodor, N., Csathó, P., Árendás, T., Radimszky, L. & Németh, T. (2013) Crop Nutrient Status and Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Balances Obtained in Field Trials Evaluating Different Fertilizer Recommendation Systems on Various Soils and Crops in Hungary. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, Vol. 44. No. 5. pp. 996–1010.
- Gyórfy B. (1976) A kukorica termésére ható növénytermesztési tényezők értékelése. *Agrártudományi Közlemények*, Vol. 35. No. 1–3. pp. 239–266.

- Izsáki Z. (2021) A talaj N-, P- és K-ellátottságának hatása a szója (*Glycine max* L./Merr.) termésére csernozjom réti talajon III. – Tápelem-koncentráció, tápelem-ellátottsági határértékek a diagnosztikai célú növényanalízishez. *Növénytermelés*, Vol. 70. No. 1. pp. 59–80.
- Kádár I. (1997) A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete, Budapest.
- Kismányoky T. & Tóth Z. (2016) Keszthelyi tartamkísérletek (1964–2014). *Növénytermelés*, Vol. 65. No. 2. pp. 99–104.
- Németh T. (1996) Talajaink szervesanyag-tartalma és nitrogénforgalma. MTA TAKI, Budapest.
- Németh T. (1997) A tápanyagellátás hatása a szántóföldi növények minőségére és a környezetre. *Agro 21* füzetek, No. 14. pp. 49–89.
- Németh T. & Radimszky L. (2009) Kísarcellás kísérletek talajainak nitrogénforgalma. In: Debreczeni Béláné & Németh T. (szerk.) *Az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (OMTK) kutatási eredményei, 1967–2001*. Akadémiai Kiadó, Budapest. pp. 285–301.
- Pepó P. (2023) Debreceni tartamkísérletek 40 éves eredményei. *Növénytermelés*, Vol. 72. No. 3. pp. 63–102.

A cikk a Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) feltételei szerint publikált Open Access közlemény, melynek szellemében a cikk bármilyen médiumban szabadon felhasználható, megosztható és újraközölhető, feltéve, hogy az eredeti szerző és a közlés helye, illetve a CC License linkje és az esetlegesen végrehajtott módosítások feltüntetésre kerülnek. (SID_1)