

Eltérő talajtermékenységi állapotok különböző talajhasználati módok függvényében

Hoffmann Sándor

Pannon Egyetem Georgikon Kar, Növénytermesztési és Talaj-tani Tanszék, Keszthely
hoffmann-s@georgikon.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A precíziós tápanyaggazdálkodás során a fő hangsúly az alkalmazkodáson van, de egyes esetekben mérlegelni lehet adott táblafoltok talajtermékenységének tartós javítását. Ennek lehetőségét elsősorban a szántóföldi tartamkísérletek segítségével lehet eldönteni. Azonos talajtípusokon folyó szántóföldi tartamkísérletek adatai útmutatást adhatnak arra, hogy milyen ellátottsági értéket célszerű kitűzni. Jelen dolgozatban egy szántóföldi tartamkísérlet néhány fontosabb talajtermékenységi vizsgálati adata kerül bemutatásra.

A kísérletben istállótrágya növekvő adagjai, ezekkel azonos hatóanyag-tartalmú NPK műtrágyák, valamint kombinációjuk sokéves tartamhatásai kerülnek bemutatásra a termés, a talaj pH, valamint a foszfor-, kálium- és a szervesanyag ellátottság viszonylatában. Az eredmények szerint az istállótrágya hatékonysága 82%-os volt az ekvivalens NPK műtrágyához viszonyítva, de az istállótrágya nagyobb mértékben növelte a szervesanyag tartalmát (18,5%), mint a műtrágya (8,6%). A vizsgálatok igazolták, hogy a talaj szervesanyag tartalmának nagysága a fizikai féleség és a klíma függvénye és a sokéves nagyadagú szerves trágyázással sem növelhető egy feltételezett egyensúlyi érték fölé, de törekedni kell a szinten tartásra. A kísérlet talajában a legkisebb pH-érték a legnagyobb műtrágya- valamint a kontroll kezelés parcelláin volt mérhető. A talaj AL-P₂O₅ tartalmát az azonos műtrágya adagok jobban megnövelték, mint az istállótrágya, azonban az AL-K₂O esetében a két fajta trágyázás hatása között nem volt jelentős különbség. A legnagyobb trágya adagok viszont az ellátottságot már túlzott értékre emelték. Nagyon fontos adatokat kaphatunk a trágyázatlan kontroll parcellákról is, ahol a sokéves átlagtermések N-szükséglete évente 48 kg/ha a légkörből származó N-szolgáltatást feltételez.

Kulcsszavak: precíziós mezőgazdaság, tartamkísérlet, istálló- és műtrágyázás, talajtermékenység

SUMMARY

In precision nutrient management the most important aspect is adaptation but we should consider the possibility of the long-term improvement of soil fertility within the less fertile landscape zones. This possibility can be evaluated principally by long-term field experiments, which are running on similar soil types. The results of these field experiments can indicate that which soil fertility status should be attained. Some more important soil fertility data, (such as pH, P-, K- and soil organic matter (SOM) content) of a long-term field experiment with increasing farmyard manure (FYM) doses or equivalent NPK fertilizers, set up on an Eutric cambisol, are presented. The yield-increasing capacity of FYM doses was only 82%, as compared to the equivalent amount of mineral NPK, but long-term FYM treatments resulted in 10% higher SOM content than that of equivalent NPK fertilizer doses. The studies indicate that SOM content is a function of local climate and clay content of the soil, and neither long-term high FYM doses can increase SOM content steadily above a supposed steady-state value. However we have to make efforts to keep the optimum level. The lowest soil reactions developed both with the highest NPK

doses and without any fertilization. AL-P₂O₅ content of soil was increased more by mineral fertilization than by FYM treatments, but in case of AL-K₂O content there was no difference between the fertilization variants. However the highest doses of both fertilization variants increased soil nutrient content to an excessive degree. We could get very valuable data from the unfertilized control plots as well, where long-term yield data suppose 48 kg ha⁻¹ year⁻¹ air-borne N-input.

Keywords: precision agriculture, long-term experiment, FYM and mineral fertilization, soil fertility

BEVEZETÉS

A talajhasználat az adott szántóföldön a különböző biológiai igényű és hatású növények és termesztési technológiájuk összessége (Birkás, 1999). A precíziós növénytermesztés korunk legmodernebb növénytermesztési rendszere, mely egyben a legfejlettebb talajhasználatot is jelenti. A helymeghatározás mezőgazdasági alkalmazásával lehetővé vált, hogy adott táblát ne egységesen, hanem heterogenitásának megfelelően kezeljünk. A precíziós növénytermesztés részterületei – precíziós vetés, talajművelés, tápanyag-gazdálkodás, növényvédelem és betakarítás – közül elsősorban a precíziós tápanyag-gazdálkodás igényli a legtöbb agronómiai szakértelmet és tapasztalatot. A termőhelyi viszonyok, illetve a tábla termékenységének, heterogenitásának felmérése első lépésben a hozamtérkép és/vagy multispektrális légi fénykép segítségével és az eltérő termékenységű táblarészek koordinátáinak rögzítésével történhet. Ezután következik az a szakmai értékelő munka, amely feltárja az eltérő termékenységű területek kialakulásának okait és megoldást keres a minél gazdaságosabb, az adottságokhoz alkalmazkodó differenciált agrotechnika alkalmazására. Ennek a szakmai munkának az első és legfontosabb lépése a foltoknak megfelelő hely-specifikus talajminta vételezés, majd a kapott adatok összevetése a hozamtérképpel és az adatok rögzítése a koordináta rendszerben a térképen. A precíziós tápanyag kijuttatás során nem lehet cél a heterogenitás teljes megszüntetése – bár törekedni kell a különbségek mérséklésére –, a cél leginkább az adott állapothoz való alkalmazkodás, az adott táblarészre történő speciális mennyiségű és összetételű tápanyag kijuttatásán keresztül, vagy egyéb speciális agrotechnika alkalmazása. A táblán belüli heterogenitásnak ugyanis többféle oka lehet: a táblák összevonásából adódó eltérő talajtípus, eltérő trágyázási normák, vagy az erózió hatásának különböző mértékben kitétt táblaszakaszok stb. A talajvizsgálatokkal az egyes táblarészekre helyspecifikusan megállapított talaj termékenységű, vízháztartási, tápanyag-ellátottsági adatok helyes értékelésé-

hez, értelmezéséhez, a lokálisan várható termés helyes becsléséhez és a helyes tápanyag-gazdálkodás megválasztásához nagyszámú táblaszintű adatra, valamint egyéb növénytermesztési tudományos tapasztalatra van szükség.

A növénytermesztési, talajtermékenységi tudományok területén az eltérő talajhasználati módok talajtermékenységre gyakorolt hatásának egzakt tanulmányozása ugyanis, csak szántóföldi tartamkísérletekben lehetséges (Berzsenyi, 2009; Körschens, 2006). E kísérletek parcelláin sokféle talajhasználati mód (vetésforgó, trágyakezelés-kombinációk, talajművelési változatok stb.) jelenik meg, melyek mind olyan táblafoltnak tekinthetők, melyeknek előélete, kialakulásának körülményei ismertek és jól dokumentáltak. A világon mintegy 600 jelentősebb szántóföldi tartamkísérlet tartanak számon (Debreczeni és Körschens, 2003), ezek között több hazánkban található. Sok olyan, a talaj termékenységét és a környezet védelmét érintő kérdés sorolható fel, melyeket megbízhatóan csak a tartamkísérletek segítségével lehet megválaszolni: pl. a trágyázás hatásai a termékenységre, minőségre; talaj C- és N-dinamikája; a talaj optimális C-tartalma; a humusz-mérleg módszerek fejlesztése; gáz emisszió mértéke stb. (Körschens et al., 2012).

A precíziós növénytermesztés, illetve tápanyag-gazdálkodás során a fő hangsúly az alkalmazkodáson van (Németh et al., 2004; Schnug et al., 1998), de egyes esetekben mérlegelni lehet adott táblafoltok talajtermékenységének tartós javítását. Ennek lehetőségét elsősorban a szántóföldi tartamkísérletek segítségével lehet eldönteni. Tartós javítás indokolt lehet, ha a talajfoltok pH-ja, szervesanyag-, felvehető foszfor- és káliumtartalma jelentősen kisebb, mint a tábla egésze. A szántóföldi tartamkísérletek adatai sok esetben útmutatást adhatnak, hogy adott körülmények között milyen ellátottsági értéket célszerű kitűzni.

Így például a talajok szervesanyag tartalmának egyensúlyi értéke az adott klíma és az agyagásványok mennyiségének függvénye (Körschens, 2006). Ez azt jelenti, hogy adott feltételek mellett a talaj szervesanyag tartalma nem növelhető tartósan az egyensúlyi érték fölé, mert az e feletti készlet fokozott ásványosodásnak van kitéve, tehát arra kell törekedni, hogy a talajok humusz tartalmát az egyensúlyi értéken tartsuk.

Ezzel szemben, ha az adott táblarész humusz tartalma jelentősen kisebb az egyensúlyi értéktől (korábbi helytelen gazdálkodásból, erózióból stb. eredendően) a szervesanyag tartalom növelése differenciált szerves-trágyázással reális lehet. Az üzemi talajok szerves anyag tartalma ugyanis a tapasztalatok szerint az intenzív gazdálkodás mellett hosszabb idő alatt jelentősen csökkenhet (Vig et al., 2007), ha nem gondoskodunk megfelelő visszapótlásról. Ugyancsak értékes adatokat kaphatunk a talajok P és K feltöltődését illetően. A következőkben egy tartamkísérlet eredményeit elemezve néhány talajtermékenységi vizsgálati adatot kívánunk bemutatni, melyek hozzájárulhatnak a helyes szakmai döntésekhez.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérlet egy 1963-ban Láng Géza akadémikus által beállított szerves- és műtrágyázási szántóföldi tartamkísérlet, mely istállótrágya, vagy ekvivalens hatóanyag-tartalmú NPK műtrágyák különböző adagjaival, továbbá műtrágya és istállótrágya vagy szalma alászántás kombinált kezeléseivel, két vetésforgóval („A” és „B”), 15–15 kezeléssel, négy ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben folyik, Keszthelyen. Egy parcella mérete $7 \times 14 = 98 \text{ m}^2$. A két vetésforgó növényi összetétele és sorrendje a következő: „A” forgó: burgonya - kukorica - kukorica - őszi búza - őszi búza, a „B” forgó: burgonya - őszi búza - őszi búza - kukorica - kukorica. A trágyahatásokat az „A” vetésforgóban vizsgáltuk, és olyan kezeléseket választottunk ki, amelyek különböző szintű tápanyag-ellátási normákat modelleznek és ezek hatékonyságát és a talajtermékenységre gyakorolt hosszú távú hatását is megbízhatóan tükrözik (1. táblázat).

A kísérletben az istállótrágya adagok az első és harmadik évben, a műtrágyák évente kerülnek kijuttatásra. A kísérleti tér talajának beállításkori átlagos talajvizsgálati adatai: $H=1,5-1,7\%$; $\text{pHKCl}=7,1-7,3$; $\text{KA}=37$; $\text{AL-P}_2\text{O}_5=27-60 \text{ mg/kg}$, $\text{AL-K}_2\text{O}=135-160 \text{ mg/kg}$, $\text{agyag}=21,3\%$; a fizikai féleség: homokos vályog. Jelen dolgozatban az „A” vetésforgó terméseredményeit, továbbá a sokéves eltérő trágyázás egyes talajtermékenységi mutatókra gyakorolt hatásait mutatjuk be a tartamkísérlet két utolsó öt éves periódusának átlagában.

1. táblázat

A szerves-műtrágyázási kísérlet vizsgálatba vont kezelései és az egy évre jutó NPK hatóanyag

Trágyaforma és adag a forgóban 5 évre(1)	Kezelés kód(2)	A trágyázási norma jellemzése(3)	N, P ₂ O ₅ , K ₂ O (kg/év)(4)
1. Kezeletlen kontroll(5)	Kontroll(6)	Depletive	N ₀ P ₀ K ₀
2. 35 t/ha FYM ^a	1 FYM	Organic low	N ₄₄ P ₃₈ K ₄₉
3. 70 t/ha FYM	2 FYM	Organic middle	N ₈₈ P ₇₆ K ₉₈
4. 105 t/ha FYM	3 FYM	Organic high	N ₁₃₂ P ₁₁₄ K ₁₄₇
5. 35 t/ha FYM ekv ^b . NPK	1 ekv.	Low input	N ₄₄ P ₃₈ K ₄₉
6. 70 t/ha FYM ekv. NPK	2 ekv.	Integrated I.	N ₈₈ P ₇₆ K ₉₈
7. 105 t/ha FYM ekv. NPK	3 ekv.	Integrated II.	N ₁₃₂ P ₁₁₄ K ₁₄₇
8. 1 FYM + N ₆₄₀ P ₃₆₀ K ₆₆₀	1 FYM +NPK	Intensive combined	N ₁₇₂ P ₁₁₀ K ₁₈₁
9. 1 ekv.+ N ₆₄₀ P ₃₆₀ K ₆₆₀	1 ekv +NPK	Intensive mineral fertilization	N ₁₇₂ P ₁₁₀ K ₁₈₁

Megjegyzés: FYM^a= istállótrágya bevizsgált NPK hatóanyag tartalommal, ekv^b= istállótrágya hatóanyag tartalmával egyenértékű műtrágya-NPK

Table 1: Treatments of the organic-mineral fertilization experiment

Type and dose of fertilization in the crop rotation for 5 years(1), Code of treatment(2), Method of fertilization(3), NPK kg yr⁻¹(4), Treatment less control(5), Control(6), Note: FYM^a = with analysed nutrient content, ekv^b = Mineral-NPK equivalent with the nutrient content of FYM

A termőhelyen az évi átlagos hőmérséklet 10,4 °C, a sokéves csapadék (1951–2000) mennyisége 654 mm. A kísérleti tér klímája mérsékelt meleg és csapadékkal viszonylag jól ellátott. Az elmúlt 50 évben (1951–2000) azonban a csapadék éves összege 46 mm-rel, az átlaghőmérséklet pedig 0,4 °C-kal csökkent az előző 50 éves (1901–1950) adatokhoz képest. Az utóbbi tíz évben azonban az éves átlaghőmérséklet újra növekedett 0,3 °C-kal, az éves csapadékösszeg pedig tovább csökkent 16,5 mm-rel.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

A különböző trágyaformák és adagok hatása a termésre

A legnagyobb terméseket nagy műtrágya adagokkal, illetve az istállótrágya-műtrágya kombinációjával lehetett elérni (2. táblázat).

2. táblázat

A vetésforgó növényeinek összevont éves átlagtermései (GE t/ha/év)

Sorszám(1)	Kezelés(2)	Termés(3) 2000–2009	
		t/ha	%
1.	Kontroll(5)	3,73 a	55,7
2.	1 FYM	4,64 b	68,5
3.	2 FYM	5,01 b	74,5
4.	3 FYM	5,47 c	80,8
	ÁTLAG(6)	5,04	74,6
5.	1 ekv.	5,27 b	77,5
6.	2 ekv.	6,34 d	93,8
7.	3 ekv.	6,26 d	93,3
	ÁTLAG(6)	5,96	88,2
8.	1 FYM +NPK	6,70 d	98,9
9.	1 ekv + NPK	6,65 d	98,0
	SzD _{5%} (4)	0,76	11,3

Table 2: Average crop yields in the crop rotation

Number(1), Treatment(2), Average crop yields(3), LSD_{5%}(4), Control(5), Mean(6)

Jól látható azonban, hogy már a 2 ekv (Integrált I.) 88 kg/ha N műtrágyakezelés eredményeképpen létrejött egy olyan termésszint, amely az adott körülmények között az ökonómiailag optimális termésnek ítéltető. Az ennél jelentősen nagyobb trágya adagok csak magas szintű agrotechnika és speciális minőségi célok esetében lehetnek indokoltak. Az istállótrágya adagok (öt évre két részletben kiadva) termései jelentősen elmaradtak az azonos hatóanyaggal, de évenként kijuttatott műtrágyákétól. Így, az egyszeres istállótrágya adagnak megfelelő műtrágya (1 ekv) kezelés közel akkora termést adott, mint a háromszoros istállótrágya kezelés. Ennek nyilvánvaló oka a tápanyagok nem megfelelő dinamikájú felszabadulásából származó rosszabb hasznosulás, ill. a talaj szervesanyagba történő fokozott beépülés. A műtrágyázás pozitív hatása valamennyi növényfaj esetében egységesen érvényesült. Az azonos hatóanyag tartalmú istálló és műtrágya kezelések átlagait összehasonlítva az istállótrágyázás hatékonysága csupán 82%-a volt a műtrágyázásnak. Az ötévenkénti istállótrágyázással kombinált nagyadagú műtrágyázás viszont tovább növelte a hasonló adagú csak műtrágyázott kezelés termését. A szántó-

földi tartamkísérletek trágyázatlan kontroll parcellái is igen értékes kísérleti eredményeket szolgáltatnak, mivel ilyen adatok üzemi táblákról nem nyerhetők. A kísérlet utolsó tíz évének termésátlag adatai alapján a kontroll parcellákon az éves átlagos N-felvétel 48 kg/ha volt, melynek forrása csak a légkör lehetett.

A tartamkísérletekben kapott tápanyag-termés összefüggés eredmények segítségével ellenőrizhetők az optimális ellátottsági értékek. Ha a táblafoltokon a talaj tápanyag ellátottsága kielégítő, egyéb korlátozó tényezőket kell keresnünk.

A sokéves istálló- és műtrágyázás hatására kialakult fontosabb termékenységi jellemzők

A kémhatásra foszfor és kálium ellátottságra utaló adatokat a 3. táblázatban, a szervesanyag adatokat pedig a 4. táblázatban közöljük. A pH_{KCl} eredményekből a következők állapíthatók meg: az istállótrágyázás esetén a kémhatás kisebb mértékben tolongott a savanyú pH felé, mint a műtrágyázással, a különbség az átlagok között 0,24. A kontroll kezelés szintén alacsony értéke azonban azt mutatja, hogy a pH-t a talajzsaroló gazdálkodás is negatívan befolyásolja. Az eredmények értékelésénél figyelembe veendő, hogy a kísérlet feltalaja eredetileg semleges volt, de a mésztartalom a mélységgel jelentős mértékben növekszik.

A talaj AL-P₂O₅ tartalmát az azonos műtrágya adagok jobban megnövelték, mint a FYM. A legnagyobb trágya adagok a kontroll gyenge ellátottságát minden esetben a jó-igen jó kategóriába növelték, amely környezetileg már veszélyes lehet. Az AL-K₂O esetében a mű- és istállótrágyázás hatása között nem volt jelentős különbség. Az eredeti közepes (közel jó) ellátottság a minden trágyaadag és feleség hatására jó, illetve igen jó ellátottságra javult.

3. táblázat

A sokéves trágyázás hatására kialakult fontosabb termékenységi jellemzők (2010)

Sorszám(1)	Kezelés(2)	pH _{KCl}	AL-P ₂ O ₅ (mg/kg)	AL-K ₂ O (mg/kg)
1.	Kontroll(3)	6,49	55,5 ²	160,0 ³
2.	1 FYM	6,76	89,0 ³	178,5 ⁴
3.	2 FYM	6,69	102,3 ³	196,0 ⁴
4.	3 FYM	6,79	145,0 ⁴	217,0 ⁴
	FYM átl.	6,75	112,1 ³	197,2 ⁴
5.	1 ekv	6,48	89,4 ³	174,8 ⁴
6.	2 ekv	6,50	140,8 ⁴	210,8 ⁴
7.	3 ekv	6,55	199,3 ⁵	229,8 ⁴
	ekv átl.	6,51	143,2 ⁴	205,1 ⁴
8.	1 FYM + NPK	6,69	203,0 ⁵	252,0 ⁵
9.	1ekv + NPK	6,59	180,5 ⁴	248,5 ⁴

Megjegyzés: ²=gyenge, ³=közepes, ⁴=jó, ⁵=igen jó,

Forrás: MÉM NAK, 1979

Table 3: Soil fertility parameters due to long-term fertilization

Number(1), Treatment(2), Control(3), Note: ²=Week, ³=Medium, ⁴=Good, ⁵=Very good, Source: MÉM NAK, 1979

Ismert, hogy a talaj szervesanyag tartalma lassan változik, jelentős különbségek e kísérletben sem figyelhetők meg. A 4. táblázatban a kísérlet elindulása utáni 20. évből, 1983-ból, majd az utolsó 10 évből mutatjuk be azo-

kat az adatokat mely években részletes talajvizsgálat történt. Az egyes vizsgálati adatokat összehasonlítva látható, hogy sem az utolsó tíz év eredményei között, sem az 1983-as adatok és a többi adat között, nincsenek jelentős nagyságú eltérések egyik kezelés esetében sem. Ebből arra lehet következtetni, hogy a talaj szervesanyag tartalmában beállt egy egyensúly-közeli állapot.

4. táblázat

A sokéves trágyázás hatása a talaj szervesanyag tartalmára (2010)

Kezelés(1)	1983 (%)	2000 (%)	2002 (%)	2007 (%)	2010 (%)	Átlag(2) 2000–2010 (%)
Kontroll(3)	1,48	1,35	1,38	1,40	1,45	1,40
1 FYM	1,65	1,47	1,53	1,47	1,73	1,55
2FYM	1,51	1,73	1,58	1,53	1,75	1,65
3 FYM	1,70	1,79	1,68	1,74	1,81	1,76
FYM átlag	1,62	1,66	1,60	1,58	1,76	1,65
1eqv	1,38	1,45	1,47	1,56	1,51	1,50
2eqv	1,51	1,26	1,61	1,40	1,53	1,45
3eqv	1,69	1,49	1,64	1,61	1,67	1,60
Eqv átlag	1,53	1,40	1,57	1,52	1,57	1,52
1 FYM+NPK	1,41	1,55	1,59	1,60	1,75	1,62
1eqv+NPK	1,45	1,43	1,52	1,50	1,68	1,53
Össz. átlag(4)	1,53	1,50	1,56	1,53	1,65	1,56

Table 4: Effect of long-term fertilization on the soil organic matter (SOM) content

Treatment(1), Average SOM (%) 2000–2010(2), Control(3), Summ. Mean(4)

Az látható viszont, hogy az adatok között fennáll bizonyos mértékű szórás, mely a művelt talaj heterogenitásából és mintavételi hibákból származhat. Ez is igazolja, hogy szükség van tartamkísérletekre, mivel ezek segítségével objektíven értékelhetők a kisebb eltérések, és elkerülhetők a téves következtetések. A kisebb mértékű eltérésekből azonban bizonyos tendenciák megállapíthatók. Az 1963 óta trágyázásban nem részesített kontroll parcellákon mért eredmények úgy tekinthetők, mint az adott talaj inert szervesanyag tartalma, mely feltehetően nem csökken tovább. Az istállótrágya és a

műtrágya variánsok hatása között azonban világos különbségek látszanak. A kontrollhoz képest az istállótrágyázás átlagosan 18,5 rel. %-kal, míg a műtrágyázás csupán 8,6 rel. %-kal emelte a szervesanyag tartalmát. Az eredményekből a gyakorlat számára az a következtetés levonható, hogy ezen a talajon és klímán az 1,6–1,7% szervesanyag tartalom érték jelentősebb növelésére nem célszerű törekedni, mivel az már meghaladná a talaj szervesanyag egyensúlyi értékét, nem fenntartható és környezetileg előnytelen lenne.

KÖVETKEZTETÉSEK

A precíziós tápanyag gazdálkodás helyes megtervezéséhez szükséges, hogy az eltérő termékenységyű táblafoltokon a legmegfelelőbb talajhasználati módot, természetstechnológiát válasszuk. Ezért fontos, hogy adott termőhelyi egység tulajdonságait kellően modellező megbízható kísérleti adatokkal rendelkezünk és ezeket az integrált természetstechnológiákba beépítsük. Ehhez értelmezni kell a foltok talajvizsgálati adatait, melyhez minél több tapasztalatra, adatra, tudományos eredményre van szükségünk. A különféle eljárásoknak a talaj termékenységre gyakorolt hatása megbízhatóan csak szántóföldi tartamkísérletekben követhető nyomon. Erre kívánt néhány tartamkísérleti eredmény bemutatásával példát szolgáltatni jelen dolgozat. A sokéves eredmények alapján adatokat kaptunk arra, hogy adott talajon adott trágya-forma és -adag használatával milyen termésszintek és talajtápanyag ellátottsági mutatók érhetők el, milyen tápanyag szolgáltatásra képes adott talajtípus trágyázás nélkül, és adott talaj szervesanyag dinamikáját milyen mértékben befolyásolja adott talajhasználati mód. A fentiekhez hasonlóan más, itt nem közölt tartamkísérleti eredmények, mint pl. a vetésváltás, talajművelés, vízháztartási adatok, stb. is felhasználhatók adott helyzetek helyes értelmezéséhez. Mindehhez az szükséges, hogy az országban folyó szántóföldi tartamkísérletek fenntartásához a kelendő anyagi támogatás rendelkezésre álljon.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatást az OTKA K73326 sz. pályázat támogatta.

IRODALOM

- Berzsényi Z. (2009): Új kihívások és módszerek a növénytermesztési kutatásban. Növénytermelés. 58. 2: 77–91.
- Betteridge, K.–Schnug, E.–Haneklaus, S. (2008): Will site specific nutrient management live up to expectation? Landbauforschung – vTI Agriculture and forestry research. 4. 58: 283–294.
- Birkás M. (1999): Talajhasználat és talajvédelem. [In: Ruzsányi L.–Pepó P. (szerk.) Növénytermesztés és környezetvédelem.] Növénytudományi Nap Kiadványa. 1999. jan. 26. MTA Agrártud. Oszt. Budapest. 19–24.
- Debreczeni, K.–Körschens, M. (2003): Long-term experiments of the world. Arch Agron Soil Sci. 49: 464–483.
- Körschens, M.–Albert, E.–Armbruster, M.–Barkusky, D.–Baumecker, M.–Behle-Schalk, L.–Bischoff, R.–Čergan, Z.–Ellmer, F.–Herbst, F.–Hoffmann, S.–Hofmann, B.–Kismányoky, T.–Kubat, J.–Kunzova, E.–Lopez-Fando, C.–Merbach, I.–Merbach, W.–Pardor, M.T.–Rogasik, J.–Rühlmann, J.–Spiegel, H.–Schulz, E.–Tajnssek, A.–Toth, Z.–Wegener, H.–Zorn, W. (2012): Effect of mineral and organic fertilization on crop yield, nitrogen uptake, carbon and nitrogen balances, as well as soil organic carbon content and dynamics: results from 20 European long-term field experiments of the twenty-first century. Arch. Agron. Soil Sci. 49: 464–483.
- Körschens, M. (2006): The importance of long-term field experiments for soil science and environmental research – a review. Plant Soil Environ. Special Issue. 52: 1–8.
- Németh T.–Harnos Zs.–Neményi M. (2004): Precíziós növénytermesztés – hatékonyság növelése és a környezetterhelés csökkentése. Biotechnológiai és Agrárgazdasági fejlesztések. NKTH. Budapest. 67–76.
- Schnug, E.–Panten, K.–Haneklaus, S. (1998): Sampling and nutrient recommendations – future. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 29: 11–14.
- Vig R.–Dobos A.–Pongrácz Z. (2007): A precíziós tápanyag-utánpótlást megalapozó talajvizsgálatok Hajdúszoboszló térségében. Agrártud. Közl. 26. Különszám. 141–148.