

PRECÍZIÓS TÁPANYAG-GAZDÁLKODÁS A GYAKORLATBAN**PRECISION NUTRIENT-MANAGEMENT IN PRACTICE***Ferencsik Sándor*Debreceni Egyetem, Gazdálkodástudományi és Vidékfejlesztési Kar
Vállalkozásfejlesztés MSc szak I. évfolyam**ÖSSZEFOGLALÁS**

A vizsgált gazdaságban 24 táblán gazdálkodnak összesen 2 247 hektár területen. A gazdaság területét három növénytermesztési kerületre (blokkra) osztottuk. A keleti blokkban 11 tábla (1 005 hektár), a középsőben 10 tábla (969 hektár), a nyugatiban pedig 3 tábla (274 hektár) termőterület található. A hagyományos tápanyag-gazdálkodási rendszeren alapuló (jelenlegi) növénytermesztési tevékenységhez viszonyítva a költségek – számításaink szerint – a négy fő növényenél 2,9-4%-kal csökkenthetőek. A vizsgált 16 megtérülési változatban a belső kamatláb 18-89% között változik, azaz az önjáró célgéppel beruházása feltétlenül támogatandó. Az egyes kezeléstípusokban („csak” tápanyag-visszapótlás, vagy tápanyag-visszapótlás és növényvédelem, precíziós, vagy precíziós-blokkos, illetve saját területekre, vagy saját területre és bérszolgáltatásra alapozva) eltérőek az önjáró célgéppel megtérülési idejei. Valamennyi esetben az amortizációs időszaknál (10 év) kedvezőbb megtérülési időket kaptunk. A leghosszabb a „csak” differenciált tápanyag-visszapótlási változatban 7,2 év, a legrövidebb a tápanyag-visszapótlást és növényvédelmi tevékenységet egyaránt végző precíziós blokkos saját területekre és bérszolgáltatásra alapozott változatban 3,2 év. A fedezeti pont értékelés alapján az önjáró géprendszer beruházása indokolt.

Kulcsszavak: tápanyag-visszapótlás, precíziós gazdálkodás, megtérülés, nettó jelenérték, belső kamatláb, önköltség

ABSTRACT

Nowadays, one of the main objectives is to create the conditions of sustainable farming. Precision agriculture enables these conditions to simultaneously prevail. They include production site-specific growing, technologies which change within a plot, integrated crop protection, high technology, remote sensing, geographic information systems, geostatistics, the change of the mechanization of crop production and the usage of information technology achievements in crop production. Production is carried out on 24 plots (2 247 hectares) in the examined farm. Eight crops are produced, of which the four main crops are winter wheat, rape, sunflower and winter barley. We divided the area of the farm to three sections (blocks). The east block contains 11 plots (1 005 ha) midwest block: 10 plots (969 ha) and three 3 plots (274 ha) in the west one. Compared to the (current) crop production activity, which is based on the traditional nutritional replenishment system, costs of the four main crops can be reduced by 2.9-4% according to our calculations. In the other (16) scenarios, internal rate of return varies between 18-89%, therefore the investment of the mobile target machine is absolutely advised to be subsidised.

Keywords: fertilising, precision management, netto present value, internal rate of return, costprice

BEVEZETÉS

Hazánk természeti adottságainál fogva alapvetően mezőgazdasági jellegű ország, egyik legjelentősebb kincsünk a termőföld. Elképzelhetetlen, hogy a mezőgazdasági termelés Magyarország gazdasági életében valamikor is ne játsszon döntő szerepet. A talaj a növények termőhelyé-

ül szolgál. Így egyrészt a környezet része, másrészt a mezőgazdaság termelőeszköze. A fenntartható fejlődés a tápanyag-gazdálkodásban is megkívánja az emberi szükségletek kielégítésének, illetve a környezeti-, természeti erőforrások védelmének összhangját, vagyis a termőhely adottságainak messzemenő figyelembevételét, a termelési igények és a környezetvédelmi célok együttes megvalósítását, a környezet minimális terhelését, valamint a gazdaságosságot. Ezeknek a feltételeknek az együttes érvényesülését teszi lehetővé a precíziós mezőgazdaság. Műholdas navigáció segítségével a csatlakozó sorok nagy pontossággal követhetők, minimális ráállási hibával. Így a munka során csökkenthető az átfedés, a feleslegesen elhasznált üzemanyag, a rávetés, a többlet műtrágya és növényvédőszer (NÉMETH et al, 2007). Nem elhanyagolható szempont, hogy a GPS alapú automata kormányzással rendelkező gépkapcsolatok jelentősen csökkentik a gépkezelőre jutó terhelést. A korszerű technológia növeli a hatékonyságot, valamint csökkenti a költségeket. Hatékonysága azáltal nő, hogy csökkennek a veszteségek, a gazdálkodó számára jobb döntéstámogatási információs rendszer áll rendelkezésére. Csökkenteni lehet a környezetterhelést, és jobban szervezhető a munkafolyamatok (DOBOS, 2007).

A trágyázás célja a növények tápelem-ellátása, a talajok termékenységének megőrzése, a hozamok szinten tartása, vagy növelése, a minőség javítása. Trágyázással pótoljuk a növények által a talajból elvont tápelemeket (CSATHÓ, 2004). A környezetkímélő tápanyag-gazdálkodás része a termőhelyspecifikus trágyázás, ami azt jelenti, hogy optimális trágyaadagokat kell alkalmazni, kerülve a túltrágyázást, valamint a trágyaszereket helyesen kell megválasztani (pl. a kémhatásnak megfelelő nitrogén műtrágyák alkalmazása). A környezetkímélő tápanyag-gazdálkodás nem jelenti a műtrágyák mellőzését (VÁRALLYAY és NÉMETH, 1996). A tervezett hozamok alapján számított tápanyagok pótlásáról kellő időben és formában kell gondoskodni, így csökkenthető a környezeti kockázatok kialakulásának veszélye (FÜLEKY, 1988).

Napjaink mezőgazdaságában egyre nagyobb jelentőséggel bír az anyagráfordítások hatékonyabb felhasználása (SULYOK és FERENCSEK, 2008). A környezetkímélő tápanyag-visszapótlási rendszerekkel szemben elvárt, hogy hosszútávon fenntarthatóak legyenek. A maximális termésszint helyett a gazdaságost helyezték előtérbe. (SULYOK et al, 2008). Azt a pontot kell megcélózni, amikor az egységnyi ráfordításra jutó hozamnövekedés a legnagyobb, és a gazdasági tevékenységgel a legnagyobb jövedelmet tudjuk elérni (NÁBRÁDI és FELFÖLDI, 2007).

A mezőgazdasági vállalkozások gépesítése, az eszközpark korszerűsítése a versenyképes termelés nélkülözhetetlen elemévé, a termelésfejlesztés feltételévé vagy éppen korlátozó tényezőjévé válhat. A gépek gazdaságos üzemeltetését alapvetően meghatározza azok kihasználtsága. A jelenlegi kihasználtsági értékek messze alatta maradnak az ökonómiailag megkívántnak. (GOCKLER, 2008). Ennek az esetek nagy részében az az oka, hogy nincs elég terület, illetve munkafeladat a kihasználtság javításához.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatainkhoz szükségünk volt az egyes táblák talajvizsgálati eredményeire. Alapvetően háromféle laborvizsgálat végezhető a talajvizsgálati jegyzőkönyvek kiadásához: szűkített, bővített és teljeskörű. Számításainkhoz a bővített talajvizsgálat laboratóriumi eredményeit (pH, humusztartalom, Arany-féle kötöttség, vízdoldható összes só, CaCO_3 , NO_2+NO_3 , P_2O_5 , K_2O , Nn , SO_4 , Cu , Zn , Mg , Na) használtuk fel. Kiválasztottuk a precíziós tápanyag-gazdálkodás céljára a mintagazdaság a megfelelő nagyságú (min. 15 hektár) területű tábláit. Az átlagminták maximum 5 hektárnyi területet jellemeznek. A mintázandó területről a részmintákat átló mentén vettük úgy, hogy legalább 20 rész minta alkotson egy átlagmintát. A részmintákat alaposan összekevertük és ebből 1-1,5 kilogrammnyi tömegű átlagmintát szállítottunk be laboratóriumi vizsgálatra. Elemző munkánk során három változatot vizsgáltunk meg. Első a jelenleg alkalmazott hagyományos – táblaátlag alapján számolt – tápanyag-gazdálkodási technológia. A műtrágya és

növényvédőszer kijuttatást ebben az esetben a hagyományos géprendszerek segítségével végzik el. Második változatként a – jelenlegi vetésszerkezet figyelembe vételével – differenciált tápanyag-visszapótlást alkalmaztunk a 15 hektárnál – 4 talajminta vételi egységnél – nagyobb táblák esetében, míg az ennél kisebb táblákon táblaátlag alapján történt a műtrágyaszórás. A harmadik esetben „blokkosítottuk” a növények termőhelyeit.

Az 5 hektáros mintavételi egységenként szedett talajminták akkreditált laboratórium által történt bővített vizsgálatát követően elkészítettük a 4M-ECO Mezőgazdasági Szaktanácsadó Rendszer tápanyag-visszapótlási modulja segítségével a vizsgálatba bevont táblák tápanyag-gazdálkodási szaktanácsait. Valamennyi táblára vonatkozóan készültek táblaátlag alapján számolt szaktanácsok. A 15 hektárnál nagyobb táblák esetében elkészítettük a differenciált tápanyag-gazdálkodási szaktanácsokat. Végezetül a „blokkos” elhelyezkedéshez igazodva újabb műtrágya-dózisokat számoltunk ki. A 4 mintavételi egységnél kisebb táblák esetében táblaátlag alapján, az ennél nagyobb termőterületeken differenciált szaktanácsokat készítettünk. A „blokkos” elrendezés esetében figyelembe vettük az adott növénytermesztési körzetben termesztett növényeket, s ezekhez számoltuk ki a szükséges műtrágya mennyiségeket. Mindhárom változatban a foszfor-, illetve a kálium hatóanyagokra készítettük el a precíziós számításainkat, nitrogén műtrágyák esetében – a szakirodalom ajánlásai, valamint saját kísérleti tapasztalataink alapján – a táblaátlag alapján történő szórást vettük figyelembe, tekintettel a nitrogén hatóanyagok nagyfokú mobilitására a talajban. Következő lépésben meghatároztuk az egyes parcellákra kijuttatandó foszfor- és kálium hatóanyag mennyiségeket, majd a műtrágyadózisokat. Ezt követően ugyanezt kiszámoltuk a táblaátlagra vonatkozóan is. A természetű növények mindkét műtrágyaszórás változatban azonos tervezett hozammal szerepeltek (őszi búza 5 t/ha, repce 2,5 t/ha, napraforgó 2,5 t/ha, őszi árpa 5 t/ha, tavaszi árpa 4,2 t/ha). Az egyes táblákra precíziós módszerrel kiszórható dózisokat a parcellákra jutó műtrágyamennyiségek összegéből határoztuk meg, míg a hagyományos módszerrel kijuttatandó mennyiséget a táblaátlag alapján számoltuk ki. Ezt követően az eredményeket a 2009. júliusi műtrágyaárak alapján értékeltük: a 34%-os ammónium-nitrát 80 Ft/kg, az 52% foszfor hatóanyag-tartalmú monoammóniumfoszfát (MAP) ára 120 Ft/kg, a 60%-os kálisóé pedig 150 Ft/kg. Az így kapott eredmények különbségét összterületre és hektárra vetítve is kiszámoltuk.

Gazdaságossági számításaink során változóként kezeltük a foszfor- és kálium műtrágyák, illetve a növényvédelem anyag- és kijuttatási költségeit. Valamennyi növény költség-jövedelem vizsgálatánál hagyományos, precíziós és precíziós-blokkos változatokat szerepeltettünk. Beruházás megtérülési vizsgálatainkat 10 évre – tekintve hogy eszközeink amortizációs kulcsa 10% – végeztük el. A vizsgált időszakban átlagosan 5%-os piaci kamatlábakkal számoltunk, a Világ-gazdasági Kutatóintézet állásfoglalásának figyelembe vételével. Géptámogatással (25%) csökkentett, illetve a közgazdaságilag „tisztá” – támogatás nélküli – megtérüléseket is számításba vettük, amikor is a megtérülés „csupán” a precíziós technika alkalmazásából származó felhasznált források hatékonyságának növeléséből realizálható. Kiszámoltuk a belső kamatlábat (IRR-t) is valamennyi változatban.

$$-C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+IRR)^t} \times C_t = 0 \quad (1)$$

IRR	=	belső megtérülési ráta
C_0	=	beruházás kezdeti pénzárama
C_t	=	adott időszakban esedékes összes bevétel és kiadás különbsége
t	=	adott időszak száma
n	=	időszakok száma

A képződő jövedelemtöbblet a 10 év alatt megtakarított anyagköltségnek (műtrágya és növényvédőszer), valamint gépi munka költségének (differenciált kijuttatás és a nagy teljesítményű géprendszer alkalmazását) jelenértékre való diszkontálását fejezi ki.

$$NPV = -C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+r)^t} \times C_t \quad (2)$$

NPV	=	nettó jelenérték
C_0	=	a beruházás kezdeti pénzárama
C_t	=	adott időszakban esedékes összes bevétel és kiadás különbsége
t	=	adott időszak száma
n	=	időszakok száma
r	=	diszkontráta (kalkulatív kamatláb)

A magajáró permetező és műtrágyaszóróra alapozott technológia esetében három különböző tényezőt kell számításba venni. Első az anyagköltség megtakarítás. Ez a tényező független a kijuttató gép típusától, tehát megegyezik a függesztett-, vontatott munkagépek és a magajáró kijuttató géprendszerek esetében. A magajáró gépek szórászélessége nagyobb (32 m), a táblán gyorsabban közlekednek (25 km/h), mint a függesztettek (8-12 km/h), illetve a területekre történő le- és felvonulásokban is gyorsabban mozognak (55-60 km/h), mint a traktorra szerelt berendezések (25 km/h). Emellett az automata kormányzás alkalmazásából származó költségcsökkenést – az átfedések csökkenését – is figyelembe kell vennünk.

EREDMÉNYEK

A vizsgált gazdaságban 24 táblán folyik a gazdálkodás összesen 2 247 hektár területen. Hagyományos tápanyag-gazdálkodás esetében 52% hatóanyag tartalmú monoammóniumfoszfátból 184,4, 60% káliumtartalmú kálium-kloridból 164,9 tonnára volt szükség a termesztéshez. Ha differenciált tápanyag-gazdálkodást folytatnánk, akkor 143 tonna MAP-ra és 155 tonna kálisóra lenne szükség. Amennyiben a jelenlegi vetésszerkezet helyett a „blokkosítást” alkalmazzuk, azaz egy adott növénytermesztési kerületen belül minél homogénebb növényállományt termesztünk a tápanyag-gazdálkodás, növényvédelem, talajművelés és a betakarítás munkaműveleteiben is a géprendszereink kihasználtságát növelni tudjuk, ezen keresztül pedig költségeket takaríthatunk meg. A „blokkosítás” során a keleti kerületbe került elhelyezésre az őszi búza termőterületének 88,2%-a. A fennmaradó őszi búza, a repce, a tavaszi árpa és a napraforgó a középső blokkba került, míg a nyugatiban helyben maradt az őszi árpa (1. táblázat). Ha a precíziós-blokkos vetésszerkezetet alkalmazzuk, 142,8 tonna foszfor és 151 tonna kálium műtrágyára lenne szükségünk (2. táblázat).

1. táblázat: A jelenlegi és a blokkos technológiában termesztett növények

Mértékegység: hektár

Növény	Keleti blokk		Középső blokk		Nyugati blokk	
	2008-2009	blokkos	2008-2009	blokkos	2008-2009	blokkos
Repce	260	0	224	484	0	0
Őszi búza	586	1 005	554	135	0	0
Tavaszi árpa	119	0	0	119	0	0
Napraforgó	40	0	191	231	0	0
Őszi árpa	0	0	0	0	274	274
Összesen	1 005	1 005	969	969	274	274

Forrás: Saját vizsgálatok

2. táblázat: **Kijuttatandó műtrágya mennyiségek**

Mértékegység: tonna

Megnevezés	Hagyományos			Precíziós			Precíziós-blokkos		
	NH ₄ NO ₃	MAP	Kálisó	NH ₄ NO ₃	MAP	Kálisó	NH ₄ NO ₃	MAP	Kálisó
Repce	100,5	41,2	34,4	100,5	31,0	35,3	100,5	27,1	44,0
Őszi búza	124,4	98,8	80,4	124,4	79,5	76,4	124,4	82,9	53,0
Tavaszi árpa	7,7	3,2	5,1	7,7	1,2	2,8	7,7	1,7	12,6
Napraforgó	25,8	8,3	17,5	25,8	2,1	16,8	25,8	1,8	17,7
Őszi árpa	42,3	33,0	27,4	42,3	29,2	23,7	42,3	29,2	23,7
Összesen	300,8	184,4	164,9	300,8	143,0	155,0	300,8	142,8	151,0

Forrás: Saját vizsgálatok

Amennyiben a vizsgált területen (2 247 hektár) precíziós tápanyag-visszapótlást alkalmazunk 6,45 millió forintot tudunk a műtrágyák költségeiben megtakarítani. Ha a precíziós tápanyag-gazdálkodás mellett a „blokkosítást” is elvégezzük, azaz a termesztett növényeket területileg koncentrálnak 7,07 millió forint műtrágyaköltséget tudunk megspórolni.

A hagyományos géprendszerek helyett az automata kormányzással felszerelt műtrágyaszórók alkalmazásával mindhárom alkalmazott műtrágyaféleség esetében (ammónium-nitrát, monoammóniumfoszfát és kálisó) egyaránt 7%-os megtakarítást érhetünk el. A nagyteljesítményű – önjáró – géprendszer két és fél – háromszor akkora területet tud naponta műtrágyázni, mint a függesztett és vontatott gépek. A hagyományos géprendszer 2 200, a precíziós 2 000, a precíziós-blokkos tápanyag-kijuttatási költsége pedig 1 800 Ft/ha. Precíziós tápanyag-gazdálkodási rendszerrel 2,1, a precíziós-blokkosnál pedig 4,3 millió forintot tudunk megtakarítani a hagyományos géprendszerek alkalmazásához képest. A legújabb önjáró géprendszerek esetében a permetező géphez rendelhető a műtrágyaszóró feltét is. A két „munkagép” mintegy pár órás munkával átszerelhető, így az önjáró gép kihasználtsága növelhető. Az automata kormányzás alkalmazása mellett is 10%-os növényvédőszer megtakarítást tudunk elérni a felülkezelések mellőzéséből.

3. táblázat: **Az önjáró géprendszer megtérülési számításai**

Megnevezés	Tápanyagvisszapótlás				Tápanyagvisszapótlás + növényvédelem			
	Géptámogatás nélkül		Géptámogatással (25%)		Géptámogatás nélkül		Géptámogatással (25%)	
	Precíziós	Precíziós-blokkos	Precíziós	Precíziós-blokkos	Precíziós	Precíziós-blokkos	Precíziós	Precíziós-blokkos
NPV (eFt)	99 109	121 408	99 109	121 408	145 489	181 041	145 489	181 041
IRR (%)	18	29	37	53	42	54	61	73

Forrás: Saját vizsgálatok

Az önjáró permetezőgépre és műtrágyaszóró feltételre alapozott technológia esetében a legnagyobb költségtényező maga az önjáró berendezés, melynek jelenlegi bekerülési értéke – az aktuális euro/dollár és dollár/forint árfolyamoktól függően – kb. 76 millió forint, géptámogatás figyelembe vételével (25%) a beszerzési érték 57 millió forint. Először meghatároztuk a költségmegtakarítást a különböző tápanyag-visszapótlási szcenáriók esetében. 10 évre 5%-os piaci kamatlábbal számoltunk. A jelenértékek kiszámítása után meghatároztuk a belső kamatlábat. Ha „csak” tápanyag-gazdálkodásra használjuk önjáró géprendszerünket precíziós esetben 18, precíziós-blokkos változatban 29%-os belső kamatlábat kaptunk. Géptámogatással 37, illetve 53% az IRR. Amennyiben növényvédelmi tevékenységet is folytatunk támogatás nélkül 42 illet-

ve 54, géptámogatással 61 és 73%-os belső kamatlábat kapunk (3. táblázat). A megtérülési idők 3,4 és 7,2 év között változnak az egyes kezeléstípusok esetében.

Saját területek és bérszolgáltatás nyújtása mellett az NPV és az IRR értékeit a 4. táblázat tartalmazza. A megtérülési idő 3,2 és 5,4 év között változik, a kezeléstípusok függvényében. A megtérülési idők számítása esetében is a szolgáltatott területet, illetve az ebből származó jövedelmet (800 Ft/ha) fixnek tekintettük.

4. táblázat: Az önjáró géprendszer megtérülési számításai bérszolgáltatás nyújtásával

Megnevezés	Tápanyagvisszapótlás				Tápanyagvisszapótlás + növényvédelem			
	Géptámogatás nélkül		Géptámogatással (25%)		Géptámogatás nélkül		Géptámogatással (25%)	
	Precíziós	Precíziós-blokkos	Precíziós	Precíziós-blokkos	Precíziós	Precíziós-blokkos	Precíziós	Precíziós-blokkos
NPV (eFt)	152 621	174 920	152 621	174 920	255 756	291 307	255 756	291 307
IRR (%)	42	49	53	61	69	78	82	89

Forrás: Saját vizsgálatok

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A megfelelő nagyságú és nagy heterogenitású táblákon javasolt a differenciált műtrágyaszórás alkalmazása. A költségek csökkentése mellett így a környezetvédelmet is szem előtt tartjuk, hiszen a túlzott ellátottságú területekre egyáltalán nem juttatunk ki műtrágyát, az igen jó, illetve jó ellátottságú területekre kevesebbet, mint a táblaátlag alapján. A precíziós gazdálkodás lehet az egyik megoldási alternatíva, amely alkalmas a hazai mezőgazdaság versenyképességének növelésére, azonban a gazdálkodó szervezeteknek a nagy összegű beruházásokat megelőzően pontos számításokat kell végezni a precíziós gépkapcsolatok és az azokat kiszolgáló technikai, technológiai berendezések (pl. szoftverek, keverők, áttöltőkocsik stb.) megtérülését, illetve saját piaci környezetüket tekintve.

A precíziós tápanyag-gazdálkodási gépkapcsolatra, illetve ennek a kiszolgáló eszközparkjára, csak abban az esetben érdemes beruházni, ha a kapacitását teljeskörűen ki tudják használni, hiszen a marginális költségek ebben az esetben a legkisebbek. Az egyes kezeléstípusokban („csak” tápanyag-visszapótlás, vagy tápanyag-visszapótlás és növényvédelem, precíziós, vagy precíziós-blokkos, illetve saját területekre, vagy saját területre és bérszolgáltatásra alapozva) eltérőek a gépcsoport megtérülési idejei. Valamennyi esetben pozitív nettó jelenértéket, valamint az amortizációs időszaknál (10 év) kedvezőbb megtérülési időket kaptunk.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- (1) Csathó P. (2004): A hazai agrokémiai iskolák kutatói által beállított NPK trágyázási szabadszíri kísérletek adatbázisának értékelése, Kézirat, MTA TAKI. (2) Dobos A. (2007): Precíziós növénytermesztés, környezetkímélő mezőgazdaság, Kutatók Éjszakája, Debrecen. (3) Fülek Gy. (1988): A talaj, Gondolat Kiadó, Budapest. (4) Gockler L. (2008): Mezőgazdasági gépek ára és üzemeltetési költsége 2008-ban, Mezőgazdasági gépüzemeltetés, FVM-GI, I. sz. (5) Nábrádi A. – Felföldi J. (2007): A mezőgazdasági vállalkozások eredményének mérése, In: Üzemtan I. (Szerk.: Nábrádi A. – Pupos T. - Takácsné Gy.K.), DE AMTC AVK 2007. (6) Németh T. – Neményi M. – Harnos Zs (2007): A precíziós mezőgazdaság módszertana, MTA TAKI, Szeged. (7) Sulyok D. – Ferencsik S. (2008): A differenciált tápanyag-gazdálkodás gazdaságossági kérdései, In: AgrárUnió 2008. 9. évf. 8-9. szám. (8) Sulyok D. – Megyes A. – Rátónyi T. (2008): A tápanyag-gazdálkodás hatékonyságának vizsgálata a kukorica termesztésében, In: AgrárUnió 2008. (9. évf.) 2. szám, 45-46. p. (9) Várallyay Gy. – Németh T. (1996): A fenntartható mezőgazdaság talajtani-agrokémiai alapjai, MTA Agrártudományok Osztályának tájékoztatója, Akadémiai Kiadó, Budapest 80-92. p.