# *Precíziós növénytermelés növényvédőszer-használatának gazdasági hatásai*

**TAKÁCSNÉ GYÖRGY KATALIN**

**Kulcsszavak: növényvédőszer-környezetterhelés, megtakarítás, versenyképesség, fenntarthatóság.**

## ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

**A mezőgazdaság műszaki fejlesztése lehetőséget nyújt a korszerű technológiák széles körű alkalmazására. Ilyen a precíziós növényvédelem, amely egyben a fenntarthatóság kritériumai érvényesítését is szolgálja. Gyakorlati alkalmazása érdemi vegyszermegtakarítást eredményez. Modellszámítás segítségével vizsgáltam a lehetséges megtakarítás közgazdasági összefüggéseit makrogazdasági szinten. A precíziós növénytermelésre történő átállás utáni kemikália-felhasználásban az EU-25-ökben – optimista szcenáriót feltételezve – változatlan hozamszint 340 ezer tonnával kevesebb műtrágya hatóanyaggal, míg növényvédő szerből – jelenlegi dózisszinten – 30 ezer tonnával kevesebb kijuttatásával érhető el. Amennyiben az átálló gazdaságok aránya 30–60% között alakul, a teljes felületkezeléses intenzív technológiában felhasznált mennyiséghez képest az üzemenkénti átlagos megtakarítás 30–60% közöttire becsülhető növényvédő szerek hatóanyagaiból. Ha a 10–35%-os hatóanyag-csökkentés változatlan hozam mellett valósul meg, nemzetgazdasági szinten 10–35%-kal csökken a környezet terhelése. Ebben az esetben az egyéni és a társadalmi hasznosság egybeesik, ami a fenntarthatóságot szolgálja. A mezőgazdaságban üzemi szinten minden olyan technológiai eljárás széles körű elterjedése, amely pozitív hatást gyakorol a természeti erőforrások megőrzésére, „újratermelésére" és üzemi szinten jövedelmezően a technológiához szükséges fejlesztések megtérülésével (gazdasági hatékonyság) valósítható meg, a fenntarthatóság irányába hat. E mellett a precíziós növénytermelés elterjedése előmozdítja a társadalmi fenntarthatóságot is a környezetterhelés csökkentésével és az élelmiszerek, valamint ipari nyersanyagok, illetve energetikai célú alapanyagok előállításával.**

## BEVEZETÉS

A műszaki fejlesztés egyik fontos pillére a kemizálás, amelynek révén a mesterséges tápanyagok, a szintetikus növényvédő szerek használata hozzájárult a növénynemesítés révén megnövelt biológiai potenciál kihasználásához. Azonban a mesterséges anyagok túlzott alkalmazása jelentős környezetterhelést eredményezett, ami már a természeti környezet és az abban élő ember egészségét veszélyezteti. A fenti ellentmondás feloldása több úton lehetséges, a termelés közvetlen vagy közvetett korlátozásától a termelés extenzív irányba (pl. organikus) történő elmozdításán keresztül a meghatározott keretek között a legfejlettebb technológiák alkalmazásáig.

Világtendencia a mezőgazdasági terület csökkenése. Az úgynevezett városi terjeszkedés – „*urban-rural fringle*" – révén 1980 és 2000 között Európában a beépített területek 20%-kal, a közlekedési háló-

zatok területe 6%-kal nőtt, míg a lakosok száma csak 8%-kal emelkedett. *Farkas és Csatári (2009)* kimutatta, hogy Magyarországon 1990 és 2000 között 420 ezer ha területen következett be felszínbontás és földhasználat-változás, a beépített terület növekedésének forrása 92%-ban mezőgazdasági terület (66% szántóföldi vagy ültetvény, 26% legelő vagy vegyes termelési szerkezetből származó terület). Elismerve, hogy a földhasználat és annak rendszere komplex, a földfelszín igénybevételének eltérő célok szerinti felhasználása nemcsak a mezőgazdasági termelést foglalja magában, Magyarország esetében mégis ez utóbbi kap kiemelt szerepet (*Magda, 2010*). A felvázolt tendencia, az agrár-környezetgazdálkodási programba bevont területeken a termelés extenzifikációjával együtt járó hozamcsökkenés magával hozza, hogy egyidejűleg más területeken várható a termelési színvonal emelkedése, olyan technológiák gyakorlati elterjedésével, mint a precíziós növénytermelés.

A „fenntartható fejlődés" kifejezés már eleve magában foglalja a pillanatnyi és a hosszú távon fenntartható *termelés*, valamint a következő generációk megfelelő életminőségét is szavatoló *környezetvédelem* feloldandó ellentmondásait, és nehezen kivédhető, inkább csak tolerálható konfliktusait. A gazdálkodás során törekedni kell a természeti erőforrások megőrzésére, „újratermelésére". A mezőgazdasági kutatás és fejlesztés új paradigmája három tényező kölcsönhatására épül: ökológiai fenntarthatóságra, a gazdasági hatékonysággal párosuló esélyegyenlőségre, valamint a kormányzati és nem-kormányzati szektorok kölcsönös segítőkészségére, hogy javítsák a gazdálkodó rendszerek teljesítményét és jövedelmezőségét (*Caffey et al., 2001; Bongiovanni – Lowenberg-DeBoer, 2004; Csete – Láng, 2005; Csete, 2010*).

A magyarországi növényvédőszer-felhasználás alakulását a környezetterhelés szempontjából vizsgálva megállapítható, hogy az EU-15 átlagához viszonyítva kedvező, mert közel 25%-kal kevesebb hatóanyagot juttatnak ki egy hektár szántóterületre (1,7 kg/ha a korábbi 2,3 kg/ha-ral szemben), míg ez az érték Japánban 1,28 kg/ha, Németországban 1,7 kg/ha, Hollandiában pedig 4,1 kg/ha (*KSH, 2005*; 1. táblázat). A kedvezőnek tűnő magyar értékek ellenére foglalkozni kell a racionális felhasználás kérdésével, amelynek eszköze lehet a precíziós növényvédelem vagy a sávpermetezés, ami az esetek jelentős részében a kijuttatott növényvédő szerekben megtakarítást, csökkenő környezetterhelést eredményez.

**1. táblázat**

**A magyarországi növényvédőszer-felhasználás egy hektár mezőgazdasági területre**

(M.e.: hatóanyag kg/ha)

| Év | Szercsoport | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | gyomirtó | gombaölő | rovarölő | egyéb | összesen |
| 1985 | 1,66 | 1,40 | 0,85 | 0,13 | 4,04 |
| 1990 | 1,82 | 1,11 | 0,74 | 0,15 | 3,82 |
| 1995 | 0,60 | 0,33 | 0,17 | 0,13 | 1,25 |
| 2000 | 0,46 | 0,27 | 0,13 | 0,07 | 0,93 |
| 2005 | 0,71 | 0,45 | 0,26 | 0,24 | 1,65 |
| 2006 | 0,85 | 0,49 | 0,35 | 0,30 | 1,98 |
| 2007 | 0,79 | 0,45 | 0,43 | 0,25 | 1,92 |
| 2008 | 0,83 | 0,52 | 0,44 | 0,30 | 2,09 |

*Forrás:* Környezetstatisztikai évkönyv 2003, 173. o.; Környezetstatisztikai évkönyv 2004, 171. o. alapján saját szerkesztés

A precíziós gazdálkodás kifejezésnek számos meghatározása ismert, valamennyiben közös, hogy a térben változó, heterogén eloszlású, a termelést befolyásoló tényezők (talaj, kórokozók, kártevők, gyomnövények) helyspecifikus kezelését célozzák meg (*Swinton, 2005*). *Jolánkai és Németh (2007)* mindezt kiegészíti azzal, hogy a precíziós gazdálkodás lényegi eleme a termőhelyi viszonyokhoz való minél pontosabb termesztéstechnológiai adaptációra való törekvés. Az így megvalósított gazdálkodás a környezetbe juttatott mesterséges kemikália mennyiségének csökkentése mellett kihat az előállított termékek minőségére is.

A precíziós gazdálkodás olyan új gazdálkodási stratégiát jelent a növénytermelésben, amely lehetővé teszi a termelő számára a mikro-termőhely sajátosságainak megfeleltetett technológia megvalósítását, elsődlegesen a kemikália-felhasználás vonatkozásában. Mindez, a környezet kisebb mértékű terhelése mellett, a termelő számára gazdaságosabb termelési lehetőséget is biztosít(hat). Magyarországi körülmények között többen vizsgálták a precíziós növénytermelés termelői jövedelemre gyakorolt hatását, és egybehangzóan arra az eredményre jutottak, hogy van gazdasági realitása ennek a technológiának (*Takácsné György, 2003; Kalmár et al., 2004; Székely – Kovács, 2006; Lencsés, 2009; Sinka, 2009*).

*Barroso és munkatársai (2004)* több éves kutatásuk során megállapították, hogy a helyspecifikus növényvédelem alkalmazásának gazdasági előnye függ a gazdasági rendszeren belül azon növények területi arányától, amelyekben technológiai értelemben alkalmazható az eljárás, változékony a károsító szervezetek előfordulása és egyben alacsony a fertőzött terület aránya. Spanyolországi körülmények között vizsgálták a precíziós gyomszabályozás többletköltségeinek a megtérülését, és megállapították, hogy a megtérülés minden olyan esetben biztosított volt, ahol a gyommal fertőzött terület aránya 30% alatti. *Timmermann és munkatársai (2001, 2003)* németországi körülmények között több éves, több kultúrában folytatott kísérletek alapján a precíziós gyomszabályozással kapcsolatban kimutatták, hogy átlagosan 54%-os herbicid-megtakarítást (33 EUR/ha ≈ 8250 Ft/ha) értek el a helyspecifikus gyomszabályozással. A vegyszerfelhasználásban tapasztalt megtakarítás jelentős mértékben függ az adott kultúrától és a gyomfertőzöttség mértékétől. Csökkenést tapasztaltak a vizsgálati időszak alatt a környezeti károkban, a kevesebb elsodródott permetlé miatt. A precíziós gazdálkodás eszközrendszere magas műszaki, technológiai színvonalat képvisel, részét képezve a mezőgazdasági műszaki fejlesztésnek. *Husti (2008)* szerint ez olyan folyamatos, komplex, következetes és céltudatos innovációs tevékenység, amely mennyiségi és minőségi változásokat előidézve kihat a mezőgazdasági termelés alapelemeire (termőföldre, munkaerőre, termelési eszközökre és információkra), s eredményeként a termelés a korábbiaknál magasabb színvonalon, egyúttal hatékonyabban folytatható. A mezőgazdaságban azonban a gépek száma és összetétele szoros kapcsolatban áll a termőterület nagyságával, a talaj- és domborzati viszonyokkal, a termelési célkitűzésekkel, a vetésszerkezettel, az alkalmazott technológiákkal és további tényezőkkel, törvényszerűen nem növelve a hozamszintet, ugyanakkor jelentős hatást gyakorolva a költségekre és magára a költségszerkezetre is. Ismert, hogy alacsony kihasználás következtében a költségszerkezetben az állandó költségek hányada megnő. Ez pedig – nem új keletű felismerés – a gazdaságok versenyhátrányát eredményezi, amelyre válaszként számos megoldás született, s került sikeresen alkalmazásra az elmúlt évtizedekben a hasonló szerkezeti problémákkal küzdő nyu-

gat-európai országokban. Ezek jellemzően: a gépszövetkezet, a géptársulás, a gépi bérvállalkozás, a gép- és gazdaságsegítő kör, a gépbérlet. A formák összetettsége eltérő, de közös közgazdasági ismérvük a hatékony tőkehasználat (*Takács, 2000, 2008a, 2008b*). Hozzá kell tenni, hogy napjainkban a műszaki fejlesztés egyre inkább a fenntartható fejlődés gondolatának való megfelelést szolgálja.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A kutatás annak meghatározására irányult, hogy a precíziós növénytermelésre történő átállás során mennyi növényvédő szer „takarítható meg", csökkentve egyben a környezetterhelést is. Különböző szcenáriókra kidolgozva meghatároztam, hogy az európai uniós tagállamok növénytermelő és vegyes gazdálkodási profilú gazdaságainak mekkora hányadánál várható a technológiai átállás, és ezzel mekkora csökkenés érhető el a növényvédőszer-felhasználásban. A birtokstruktúrára vonatkozó statisztikai adatok az EUROSTAT, valamint a KSH adatbázisából, a vegyszerhasználatra vonatkozó adatok az OECD adatbázisából kerültek felhasználásra (2. táblázat).

**2. táblázat**

**Műtrágya- és növényvédőszer-használat, 2007**

| Ország | Összes szántóterület | Műtrágya | Növényvédő szer |
|---|---|---|---|
| | ezer ha | kg/ha szántóterület | |
| OECD | 350 960 | 22 | 0,70 |
| EU-15 | 324 300 | 60 | 2,30 |
| Magyarország | 9 300 | 58 | 1,70 |
| Hollandia | 4 200 | 134 | 4,10 |
| Németország | 35 700 | 105 | 1,70 |

*Forrás:* OECD in Figures, 2008

A modellszámításokban a következő feltételezésekkel éltem:

- A precíziós gazdálkodás kialakításához szükséges többletberuházás megtérülését biztosító gazdálkodási méret alapjául az európai méretegységet vettem, ami a jövedelemtermelő képesség (SFH-kibocsátás) szerint sorolja be a gazdaságokat és 6 kategóriát különböztet meg. A gazdaságméret alapján a 100 ESU feletti gazdaságok esetében feltételeztem, hogy a növénytermelő üzemek (gabonafélék, egyéb szántóföldi növények és takarmánytermelés) a gazdálkodási méretük és színvonaluk alapján saját beruházásra alapozva képesek átállni a precíziós gazdálkodásra, míg a 16–40 és 40–100 ESU méretű gazdaságok esetében feltételeztem, hogy közös géphasználati formák segítségével a precíziós növényvédelemre állhatnak át (*Takács, 2000*). A kérdést a magyarországi feltételeket figyelembe véve úgy is megvizsgáltam, hogy a 300 hektárnál nagyobb területen gazdálkodó növénytermelő és vegyes profilú gazdaságoknál számoltam a saját beruházással történő átállás lehetőségével. A méretkiválasztás alapját korábbi számítások adják, melyek szerint magyarországi körülmények között a többletberuházás megtérülését biztosító fedezeti méret 250 ha (*Takácsné, 2004; Takács-György, 2007*).

A fenti feltételeknek az EU-ban 240 ezer 16–40 ESU méretű üzem felel meg, amelyek 4,2 millió hektárt fednek le. A 40–100 ESU méretű üzemek száma 139 ezer,

amelyek 5,9 millió hektárt művelnek, míg a 100 ESU feletti méretű üzemek száma 77 ezer, amelyek 11,3 millió hektárt fednek le. A nemzetgazdasági szintű számítások alapját a fenti csoportképzés adta.

• Az áttérést választó üzemek aránya 15-25-40%, pesszimista, közömbös és optimista szcenáriók esetén.

• Az anyagmegtakarítás a műtrágya esetében 5-10-20%, a növényvédő szer esetében 25-35-50%-ot jelent. A kijuttatott műtrágya- és növényvédőszer-mennyiség meghatározásakor az értékeket a 2008. évi OECD-jelentésből vettem, feltételezve, hogy az EU-15-ök értéke a bázis, míg Magyarország esetén a tényleges 2006. évi adatokkal számoltam.

• Magyarország vonatkozásában meghatároztam a szántóföldi területhasználat alapján is azon növénytermelő gazdaságok által lefedett területet, amelyeknek a méretük alapján saját beruházású precíziós technológia kialakítására van lehetőségük. A legalább 300 hektáron gazdálkodó üzemeket soroltam ebbe a körbe. Így 2,03 millió hektár, a szántóterület 45,1%-a tartozik az átállítható területbe, amelyre szintén elvégeztem a három szcenárió szerinti számításokat.

Korábban meghatároztam a precíziós növénytermelés vonatkozásában lehetséges három – közgazdasági indokoltságú – alapstratégiát, a ráfordítás minimalizáló stratégiát (M); a precíziós technológia alkalmazását (P) és a teljes felületkezelés kárminimalizáló stratégiát (T). Mivel a FADN-adatok alapján a növénytermelő és vegyes gazdaságok kemikália-felhasználását jellemzi a növényvédőszer-költség nagysága, alkalmasnak tartottam arra, hogy változásával jellemezzem magát a hatóanyag-felhasználás változását a tényleges naturális adatok ismeretének hiányában. A modellvizsgálatokhoz, amelyekben a precíziós növénytermelés kemikáliafelhasználás-csökkentésére az átállás és a területi heterogenitás függvényében végeztem becsléseket, a FADN adatbázisban szereplő üzemek műtrágya- és növényvédőszer-költsége szolgált alapul. A modellszámítás során a teljes reprezentált területre feltételeztem, hogy a 16 és 100 ESU közötti, illetve 100 ESU méret feletti üzemekben alkalmazható a precíziós növénytermelés, amelynek révén 5-10-20% megtakarítás érhető el az anyagköltségekben. Mindezzel jellemezhető a hatóanyag-felhasználásban vélelmezhető megtakarítás is (*Takács-György, 2009*).

## AZ EREDMÉNYEK

A precíziós növénytermelés növényvédőszer-felhasználásban elérhető megtakarításának modellezésekor több irányú vizsgálatokat végeztem. A megtakarítás mértéke természetesen több tényezőtől függ, így a termelés intenzitásától, a táblán belüli heterogén vagy homogén hozamszintre történő tervezéstől, a talajadottságok heterogenitásától stb. Ezek együttes hatásaként 5-10-20% megtakarítást tételeztem fel.

A precíziós technológiára történő átállás költségmegtakarításának modellezésekor megállapítottam, hogy a precíziós növénytermelés széles körű elterjedése az EU-25-ök szintjén a műtrágyaköltségekben 327,1–1308,3 M EUR megtakarítást eredményezhet, míg a növényvédőszer-költségekben ez a megtakarítás 1674,1–3348,1 M EUR (2006. árszinten számolva; 3-4. táblázat).

A növényvédőszer-felhasználás csökkentésében nagyobb jelentősége van a precíziós gazdálkodásra való átállásnak, mint a műtrágya-felhasználás csökkentésében. Ez visszavezethető arra, hogy a precíziós tápanyagellátás elsősorban a hozampotenciálban rejlő lehetőségek kihasználásának lehet eszköze, és így nem változatlan, de akár magasabb műtrágya-felhasználást is eredményezhet. Természetesen a kiegyenlített táblaszintű hozam tervezésekor van érdemi műtrágya-megtakarítás.

**3. táblázat**

**Műtrágyaköltség-megtakarítás**

(M.e.: millió euró)

| Ország | 16–100 ESU üzemcsoport | | | >100 ESU üzemcsoport | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5% | 10% | 20% | 5% | 10% | 20% |
| Dánia | 2,398 | 4,796 | 9,592 | 3,654 | 7,309 | 14,617 |
| Egyesült Királyság | 9,982 | 19,964 | 39,928 | 25,585 | 51,169 | 102,338 |
| Franciaország | 48,870 | 97,739 | 195,478 | 50,547 | 101,094 | 202,189 |
| Hollandia | 1,349 | 2,698 | 5,397 | 2,052 | 4,105 | 8,210 |
| Lengyelország | 12,927 | 25,855 | 51,709 | 9,185 | 18,369 | 36,738 |
| Magyarország | 3,641 | 7,282 | 14,563 | 4,913 | 9,826 | 19,652 |
| Németország | 19,362 | 38,724 | 77,448 | 40,025 | 80,049 | 160,099 |
| EU-25 | 156,259 | 312,519 | 625,037 | 170,815 | 341,629 | 683,258 |

*Forrás:* FADN adatbázis alapján, saját szerkesztés

A precíziós növényvédelem előnye egyrészt abból adódik, hogy amennyiben azon terület aránya magas, ahol elhagyható a növényvédelmi kezelés – függően a terület adott kártevővel való fertőzöttségétől és annak heterogenitásától –, ott a foltkezelések valós anyagmegtakarítást eredményeznek. Az EU-25-ök szintjén a peszticid-megtakarítás becsült mértéke 5,7–11,4 ezer tonna, amennyiben az üzemek 15%-a áll át, 9,5–13,1 ezer tonna a 25%-os átállásnál, míg a legkedvezőbb esetben 15,2–30,4 ezer tonna a megtakarítás. Figyelembe véve a mezőgazdasági termelés szerepét az élelmiszer-biztonság megteremtésében, ez a mennyiség nem elhanyagolható, amikor magának a precíziós technológiának az összetett hatását értékeljük. Magyarország vonatkozásában a precíziós növényvédelemre való áttérés ágazati szinten a növényvédőszer-felhasználásban 140–275 tonna megtakarítást jelent az üzemek 15%-os átállása esetén, 25%-os átállás mellett 230–585 tonnát, 40%-os átállásnál pedig 470–940 tonnát. Mindez azért jelentős, mert így változatlan növényvédelmi hatás mellett jóval kisebb környezetterhelést jelent a precíziós növényvédelem alkalmazása.

**4. táblázat**

**Növényvédőszerköltség-megtakarítás**

(M.e.: millió euró)

| Ország | 16–100 ESU üzemcsoport | | | >100 ESU üzemcsoport | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 25% | 35% | 50% | 25% | 35% | 50% |
| Dánia | 18,272 | 25,580 | 36,543 | 19,127 | 26,778 | 38,254 |
| Egyesült Királyság | 127,923 | 179,092 | 255,845 | 139,921 | 195,889 | 279,841 |
| Franciaország | 252,736 | 353,830 | 505,471 | 239,276 | 334,987 | 478,552 |
| Hollandia | 10,262 | 14,367 | 20,524 | 26,884 | 37,637 | 53,767 |
| Lengyelország | 45,923 | 64,292 | 91,846 | 31,010 | 43,414 | 62,020 |
| Magyarország | 24,565 | 34,392 | 49,131 | 22,043 | 30,860 | 44,085 |
| Németország | 200,123 | 280,173 | 400,247 | 191,189 | 267,665 | 382,379 |
| EU-25 | 854,073 | 1 195,702 | 1 708,146 | 820,023 | 1 148,032 | 1 640,046 |

*Forrás:* FADN adatbázis alapján, saját szerkesztés

A fent bemutatott makroszintű modellszámítások alátámasztják, hogy a precíziós növénytermelés szerepe a környezetterhelés-csökkentésben – a mezőgazdasági műszaki fejlesztés többi eleme mellett – meghatározó jelentőséggel bírhat. A növényvédőszer-felhasználás csökkentésében nagyobb jelentősége van a precíziós gazdálkodásra való átállásnak. Üzemi szinten a célzott kijuttatásnak betudhatóan, változatlan hozamot feltételezve, a realizált anyagmegtakarítás az anyagköltség csökkenését eredményezi. Ez a korábban kijuttatott növényvédő szer (aktív hatóanyagban mért) mennyiségének 8-10%-a. A növényvédőszer-megtakarítás a költségmegtakarítás mellett a versenyképességre is hatást gyakorol, ugyanakkor jelentősége a környezetterhelés csökkentésében is fontos.

Ebben az esetben az egyéni és a társadalmi hasznosság egybeesik, ami a fenntarthatóságot szolgálja. A mezőgazdaságban üzemi szinten minden olyan technológiai eljárás széles körű elterjedése, amely pozitív hatást gyakorol a természeti erőforrások megőrzésére, „újratermelésére", és üzemi szinten jövedelmezően a technológiához szükséges fejlesztések megtérülésével (gazdasági hatékonyság) valósítható meg, a fenntarthatóság irányába hat. E mellett a precíziós növénytermelés elterjedése előmozdítja a társadalmi fenntarthatóságot is a környezetterhelés csökkentésével és az élelmiszerek, ipari nyersanyagok, illetve energetikai célú alapanyagok előállításával.

A precíziós növénytermelés megfelelő méret, termelési intenzitás mellett olyan valós, környezettudatos gazdálkodói stratégia, amellyel ugyanúgy megtermelhető az a jövedelem, ami legalább az egyszerű újratermelés közgazdasági feltételeit biztosítja. A precíziós technológia alkalmazását a közgazdasági érvek mellett más tényezők is indokolhatják, elsődlegesen a környezetterhelés csökkentésében betöltött szerepére kell itt utalni. A termelői motivációk között ez a szempont kevésbé jelenik meg, mint az ökológiai gazdálkodásra való átállás esetében. Véleményem szerint a fejlett mezőgazdaságú országokban kiemelt helyet kell hogy kapjon a fenntartható mezőgazdaságban a precíziós gazdálkodás. Azonban ekkor is meg kell vizsgálni, milyen feltételrendszer mellett jelent ez közgazdasági értelemben is valós alternatívát. Mivel a kapcsolódó többletberuházás, az alapvetően magas intenzitású termelés magas szakértelmet és precizitást követel, és kockázata – a korábban ismertetetteknek megfelelően – számos, a termelő által közvetlenül nem ismert és nem befolyásolható tényezőtől függ, csak és kizárólag „filozófiai" indíttatásból a termelők nem térnek át a precíziós gazdálkodásra.

## FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

(1) BARROSO, J. – FERNANDEZ-QUINTANILLA, C. – MAXWELL, B. D. – REW, L. J. (2004): Simulating the effects of weed spatial pattern and resolution of mapping and spraying on economics of site-specific management. Weed Research. 44. (6) 460-468. pp. – (2) Bongiovanni, R. – Lowengerg-DeBoer, J. (2004): Precision agriculture and sustainability. Kluver Academic Publisher. Precision Agriculture. 5. 359-387. pp. – (3) Caffey, R. H. – Kazmierczak, R. F. – Avault, J. W. (2001): Incorporating multiple stakeholder goals into the development and use of sustainable index: Consensus indicators of aquaculture sustainability. Department of AgEcon and Agribusiness of Louisiana State University. U.S.A. Staff Paper. 8. 40 p. – (4) Csete L. (2010): Kihívás: a fenntarthatóság megvalósítása vidéken. Gazdálkodás. 54. (2). 148-159. pp. – (5) Csete L. – Láng I. (2005): A fenntartható agrárgazdaság és vidékfejlesztés. MTA Társadalomkutató központ, Budapest, 313 p. – (6) Farkas J. Zs. – Csatári B. (2009): A területhasználat változásai. Gazdálkodás. 53. (5). 431-423. pp. – (7) Husti I. (2008): Az innová-

ció és a műszaki fejlesztés kapcsolatrendszere a mezőgazdaságban. In: Takács I. (szerk.): Műszaki fejlesztési támogatások közgazdasági hatékonysága mérése. Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 51-64. pp. – (8) Jolánkai M. – Németh T. (2007): Agronómiai és környezetvédelmi elvárások. In: Németh T. – Neményi M. – Harnos Zs. (szerk.): A precíziós mezőgazdaság módszertana. JATE Press – MTA TAKI, 63-75. pp. – (9) Kalmár S. – Salamon L. – Reisinger P. – Nagy S. (2004): **Possibilities of applying precision weed control in Hungary. Gazdálkodás. XLVIII. évf. English Special Edition, 8. különszám, 88-94. pp. – (10) Lencsés E. (2009): Advantages and dis-**advantages of precision farming technology from economic aspect. Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists. XI. (6) 83-88. pp. – (11) Magda R. (2010): Földhasználat és fenntarthatóság. Gazdálkodás. 54. (2). 161-168. pp. – (12) OECD országok környezeti mutatói, 2004. KSH, Budapest, 2005 – (13) Sinka A. (2009): A precíziós növénytermelés externális hatásai az Agárdi Farm Kft. esetében. Gazdálkodás. 53 (5) 429-433. pp. – (14) Smuk N. – Milics G. – Salamon L. – Neményi M. (2009): A precíziós gazdálkodás beruházásainak megtérülése. Gazdálkodás. 53. (3.) 246-253. pp. – (15) Swinton, S. M. (2005): Economics of site specific weed management. Weed Science 53. (2) 259-263. pp. – (16) Székely Cs. – Kovács A. (2006): A precíziós gazdálkodás hatása a növényvédelem költségeire. In: Takácsné György K. (szerk.): Növényvédő szer használat csökkentés gazdasági hatásai. Szent István Egyetemi Kiadó, 63-70. pp. – (17) Takács I. (2000): Gépkör – jó alternatíva? Gazdálkodás 44. (4) 44-55. pp. – (18) Takács I. (2008a): Longitudinal analysis of changing partial efficiency of assets in the EU agriculture at the beginning of the new 21st century. Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists. 10. (5). 149-154. pp. – (19) Takács I. (2008b): Szempontok a műszaki-fejlesztési támogatások közgazdasági hatékonyságának méréséhez. In: Takács I. (szerk.): Műszaki fejlesztési támogatások közgazdasági hatékonyságának mérése. Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 9-48. pp. – (20) Takácsné György K. (2003): Precíziós növényvédelem, mint alternatív gazdálkodási stratégia. Gazdálkodás. XLVII. évf. 3. sz. 18-24. pp. – (21) Takácsné György K. (2004): Precíziós gazdálkodásra történő átállás üzemgazdasági értékelése. IX. Nemzetközi Agrárökonómiai Tudományos Napok. Gyöngyös. CD/Konferencia_2004/Üzemtan és Üzemgazdaság/Takácsné.pdf 6 p. – (22) Takács-György K. (2009): Importance of Precision farming in improving the environment. Žemės Ūkio Mokslai. Agricultural Sciences. Lietuvos mokslų akademija. Vilnius. 16. (3-4) 220-226. pp. – (23) Timmermann, C. – Gerhards, R. – Krohmann, P. – Sokefeld, M. – Kuchbauch, W. (2001): The economical and ecological impacts of the site-specific weed control. In: Proceedings of the 3rd European Conference on Precision Agriculture. Ed. by Blackmore, S. – Grenier, G. (AGRO Montpellier). 563-568. pp. – (24) Timmermann, C. – Gerhards, R. – Kuchbauch, W. (2003): The economic impact of site-specific weed control. Precision Agriculture. 4. (3) 249-260. pp.