

MEZŐGAZDASÁGI INNOVÁCIÓS IRÁNYOK ÉS A "ZÖLDÍTÉS (GREENING)" TAKÁCSNÉ GYÖRGY KATALIN¹

Összefoglalás

A precíziós – hely-specifikus – növénytermelés, mint a mezőgazdaságban zajló innovációs folyamatok egyike, mára bizonyítottan elősegíti a környezeti terhelés csökkentése révén az ökológiai fenntarthatóságot. Kérdés, hogy mennyiben találkozik mindez a (üzem)gazdasági és társadalmi fenntarthatóság kritériumával, és miért lassú a gyakorlati elterjedés folyamata. A tanulmány kísérletet tesz arra, hogy bemutassa, milyen szerepe lehet a precíziós növénytermelésnek a KAP 2014-2020 közötti időszakra szóló közvetlen támogatási rendszerén belül megfogalmazott zöld komponens követelményeinek való megfelelésnek, a más, korábban preferált megoldások kiváltásában. A technológiát alkalmazó gazdaságok aránya 30-60% között várható, valamint az üzemenkénti átlagos hatóanyag megtakarítás szintén 30-60% közöttire becsülhető, a tényleges megtakarítás aránya 10-35% lehet.

Kulcsszavak

anyagmegtakarítás, környezetterhelés csökkentés, modellszámítás, precíziós növénytermelés

Abstract

Site specific crop production – precision farming – is one of the innovation processes in agriculture that has proven its role in reducing the environment burden, ensuring the ecological sustainability. One of the main questions still remains though how it meets with the requirements of economic and social sustainability and why its diffusion is so slow in the practice.

The paper tries to give an outlook on the potential role of precision farming technology in taking out the compliance of the new CAP (2014-2020) concerning the greening component of direct payment system instead of formerly preferred solutions. Expected is the rate of farms applying precision crop production would be between 30-60 %, the average chemical ingredient savings is expected at the same rate (30-60 %), so the real material saving can be 15-30 %.

Keywords

material savings, environmental burden reduction, model calculation, precision crop production

¹ egyetemi tanár, Károly Róbert Főiskola, e-mail: tgyk@karolyrobert.hu

Bevezetés

A „fenntartható fejlődés” kifejezés már eleve magában foglalja a pillanatnyi és a hosszú távon fenntartható termelés, valamint a következő generációk megfelelő életminőségét is szavatoló környezetgazdálkodás és a környezetben való gazdálkodás feloldandó ellentmondásait, és nehezen kivédhető, inkább csak tolerálható konfliktusait. Egyidejűleg a fejlődésnek gazdasági értelemben is meg kell erősítenie a társadalmi, szociális kohéziót is. Olyan fejlesztések, innovációs irányok szükségesek, amelyek hozzájárulnak az élelmiszerek biztonságos előállításához (mennyiségi) mellett az élelmiszerbiztonság (minőségi kritérium) megteremtéséhez, nemcsak nemzetállami szinten. Számptalan egyéni, társadalmi, térségi, nemzeti, szociális (s így természetesen politikai) érdek, pillanatnyi, rövid távú és távlati elképzelések ütközése, gyakran konfrontálódása nehezíti a tisztánlátást. A fenntarthatóság alapjait lefektető Bruntland-jelentés ismételten előtérbe helyezte a világ és a gazdaság rendszerszemléletű értelmezését, keresve benne az ember helyét. Gro Harlem Bruntland (aki az ENSZ Környezetvédelmi és Fejlesztési Világbizottságának elnöke volt) vezetésével dolgozták ki alapvetéseiket. Ez a paradigma lett az alapja az 1990-es évek és az utána következő évtizedek fenntartható agrárgazdaságának. A Bruntland Jelentés (World Commission on Environment and Development, 1987) meghatározása szerint a fenntartható fejlődés olyan fejlődés, amely magában foglalja a múlt és a jövőt, találkozik benne a jelen követelményrendszere és szükségessége a jövő generációjának későbbi saját szükségletével.

„A fenntartható természetvédelmi stratégiának oly módon kellene magába foglalnia az erőforrásokkal való gazdálkodást, hogy kielégítse a jelen generáció igényeit anélkül, hogy a jövő generáció lehetőségeit csökkentené” (NRC Board on Agriculture. In: Harnos – Hufnagel, 2007 175. p.) A fenntarthatóságot számos fogalmi meghatározás és indikátor segítségével lehet körbeírni (Szigeti et al. 2013) a mezőgazdaság és a környezetgazdaság vonatkozásában, meghatározva a lehetséges stratégiákat.

Pearce és Atkinson (1995) a fenntarthatóságot úgy értelmezi, hogy mivel a természeti erőforrások és az ember által előállított tőke szervesen kiegészíti egymást a termelési folyamatban úgy, hogy a természeti erőforrások adják a termelés növelésének korlátját, és egyben a termelés során racionálisan kell azokat felhasználni. Napjainkra a fenntarthatóság tágabb értelmezést nyert. (NRC Toward Sustainable Agriculture, 2010; Turek, 2013) A mezőgazdasági kutatás és fejlesztés új paradigmája három tényező kölcsönhatására épül: ökológiai fenntarthatóság, a gazdasági hatékonysággal párosult esélyegyenlőség, valamint a kormányzati és nem-kormányzati szektorok kölcsönös segítőkészsége, hogy javítsák a gazdálkodó rendszerek teljesítményét és jövedelmezőségét.

Különösen igaz ez a mezőgazdaság fejlesztésével kapcsolatban akkor, amikor figyelembe vesszük egyrészt azt a műszaki, technikai fejlődést, ami elvezetett az olyan technológiák gyakorlati alkalmazásához – és számos további alkalmazási lehetőséghez – ami révén egy állat, vagy egy növény szintjén történik a termelés paramétereinek meghatározása.

A mező- és élelmiszergazdaságban az innováció, mint műszaki fejlesztés alapvetően négy pilléren nyugszik: a biológiai, a kémiai, a technikai és az emberi tényezőkön (Dimény, 1975), de egyben nem lehet öncélú: meg kell felelnie a gazdaságosság kritériumának is. Mára a mezőgazdasági innovációs folyamatban a műszaki fejlesztés, mint kiinduló pont mellett egyre nagyobb teret kap a folyamatokban történő megújulás, ami elsődlegesen a termékpálya mentén történik, és igényli a megváltozott emberi hozzáállást. A mezőgazdasági műszaki fejlődés alaptényezőit megvizsgálva, számos ellentmondás fedezhető fel a fenntarthatóság vonatkozásában:

- a fajtanemesítés, a biológiai alapok fejlesztése (rezisztencia-, szárazságtűrés-nemesítés, biotechnológia, GMO stb.) ⇒ társadalmi feszültségeket indukál;
- a kemikáliák (új hatóanyagok, alacsonyabb dózis, tartós hatásmechanizmus stb.) fejlesztése, alkalmazása ⇒ társadalmi feszültségeket indukál;

- a műszaki, technikai fejlődés (például az of line – on line precíziós növénytermelés (GPS) alkalmazása) ⇒ (üzem)gazdasági, megtérülési kérdéseket vet fel;
- emberi tényezők (technológiai tudás, menedzsment képességek stb.) ⇒ oktatás szakmai követelményei, megnövelve a tudás, a kompetencia szerepét stb.

A múltban a mezőgazdaság műszaki fejlesztésének hajtóereje az egyre nagyobb (átlag)hozamra való törekvés volt, míg mára a vezérelv a hozam bizonytalanságának a csökkentése.

A műszaki fejlesztés alapja a mezőgazdasági termelést megelőző biológiai, kémiai és technikai innovációk eredményeként létrejövő termékek, eljárások köztermesztésbe való bevezetése, az ökológiai feltételeknek történő megfeleltetés. A mezőgazdasági kutatás és fejlesztés új paradigmája három tényező kölcsönhatására épül: az ökológiai fenntarthatóságra, a gazdasági hatékonysággal párosult 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). A társadalmi fenntarthatóság egyszerre jelenti a szükséges élelmiszer- és ipari (energetikai célú) alapok előállítását, a termelő szempontjából vett gazdaságossági kritériumoknak történő megfelelést, valamint a környezet iránti – felelősségteljes – fenntarthatóságot. Több szerző fejtette ki azt a gondolatot, hogy mindez úgy kell, hogy találkozzon a fenntarthatóság fentebb említett, hármas követelményével. (Behnassi, et al., 2011; Wright, 2012)

A mezőgazdaság fejlődésének egyik kulcseleme, hogy az innovatív technológiák/technikák milyen módon válnak ismertté, alkalmazottá, elterjedtté. Minden innovációs folyamat sikerességének feltétele, hogy a humán tényező képes legyen és akarja is az újdonság alkalmazását, a menedzsmentnek is a megfelelő szakismerettel és vezetői képességgel és tudással kell rendelkeznie. Ebből a megközelítésből vizsgálva a mezőgazdaságban lezajló folyamatokat, ki kell emelni, hogy az ágazati szereplők száma, a gazdaságok mérete és annak sokfélesége, a birtokstruktúra polarizáltsága, a meglévő erőforrás-struktúra nem mindig teszi lehetővé, hogy az innovatív megoldások gyorsan, széles körben terjedhessenek el.

A technológiai, gazdasági, társadalmi folyamatokban jelen volt, van és lesz mindig is a „másokra figyelés, a másoktól tanulás”, mint a fejlődés egyik mozgatórugója. Az imitáció (Imitation) korábbi inkább negatív megítélése is változóban van. Meg kell jegyezni, hogy az elnevezéstől függetlenül napi gyakorlat ma is és korábban is gyakorlat volt, hogy a gazdálkodók a célnak megfelelő eszközöket, eljárásokat saját maguk kifejlesztették, utánozva a korábban máshol, másnál látottakat. Mára egyre szembetűnőbbé vált a nyílt innováció gyakorlati megjelenése. Nyílt innováció (Open Innovation) során a vállalatok versenyelőnyüket nemcsak a kutató+fejlesztő tevékenységük mélységének növelésével, hanem az elért eredmények megosztásával, szabaddá tételével, a hozzáférhetőség növelésével is elérhető. Az eredmények más gazdasági szereplő számára történő nyílttá tétele – természetesen megfelelő gazdasági kapcsolatokkal, garanciákkal – egyrészt az innováció eredményeinek gyorsabb diffúzióját segíti elő (a szélesebb hozzáférés, a gyorsaság pedig a fejlesztésekre fordított tőke megtérülésének kockázatát csökkenti), másrészt amennyiben a gazdaság szereplőinek többsége ezen gyakorlat mentén működik, lehetőséget teremt mások eredményei átvételére is. Összességében a fejlődés egyben a versenyképességet is szolgálja. A nyílt innováció az élelmiszer-gazdaságban nagyobb szerepet kap, mint a hagyományos értelemben vett agrártermelésben (Chesbrough et al., 2009, de Vrande et al., 2009; Abulrub – Lee, 2012; Tóth – Strén, 2012; Fertő – Tóth, 2013).

Továbbá jelentősen megnő az együttműködés szerepe az innovációs eredmények gyakorlatban történő minél előbbi „beültetésének”, különösen a – gyakran (túl) – sok szereplős mezőgazdasági és élelmiszeripari körben. (Baranyai – Takács, 2007; Klerx, 2010;

Fenyvesi – Erdeiné Késmárki-Gally, 2012; Maciejczak, 2012; Wright, 2012; Husti, 2013) A mezőgazdasági termelés versenyképességét befolyásoló számos tényező közül – a tanulmány szempontjából – az innovatív technológiák gyors adoptálása és elterjedése mellett még egy elem hangsúlyozása szükséges. Ez pedig az eszköz- és tőkehatékonyság kérdése, ami nem függetleníthető méretgazdaságossági kérdésektől. Mindez felveti annak szükségességét, hogy az innovatív technológiák által megkövetelt méret, eszközkapacitás kihasználtság hogyan biztosítható, segíthető elő, többek között gazdálkodói együttműködéssel, megfelelő szolgáltatói háttérrel (Takács, 2000; Vranken – Swinnen, 2007; Takács, 2008; Swinnen et al., 2009; Ludena, 2010; Bojnec et al., 2014).

Jelen tanulmány a precíziós növénytermelést vizsgálja abból a szempontból, hogy mint a termelés teljes folyamatát átfogó innováció a mezőgazdaságban, milyen módon illeszkedik a fenntartható gazdaságba és milyen szerep lehet a környezetterhelés csökkentésében, különös tekintettel a kemikália felhasználásra.

Anyag és módszer

A precíziós növénytermelés, mint mezőgazdaságban megvalósuló innováció folyamatának közgazdasági jellemzői feltárásakor szekunder forrásokra alapozva, tartalomelemzéssel került meghatározásra az innovációs jellemzők közül a folyamat jellege és a diffúzió mértéke, amelyről korábbi tanulmányokban részleteket közöltem (Takácsné, 2011; Takácsné 2012; Takács-György – Takács, 2014).

Modellszámítás segítségével vizsgáltam a precíziós növénytermelésre történő áttérés területi egyenértékét. Az elmaradó illetve helytelenül megvalósított növényvédelmi kezelések várható termés kiesés mértéknek modellezésekor 5 és 10% termés kiesést feltételezve meghatároztam a potenciális veszteség területi egyenértékét. A módszerrel meghatározható, hogy a műszaki fejlődés eredményeként változatlan termésmennyiség előállításával mekkora termőterület megtakarítás várható (Takácsné, 2011).

Eredmények

A precíziós gazdálkodás műszaki–technológiai alapjai több mint két évtizede a gyakorlat számára is elérhetővé váltak, mégis azt lehet mondani, hogy a gyakorlati alkalmazása nem terjedt el olyan mértékben, mint azt várni lehetett. Olyan új gazdálkodási stratégiát jelent a növénytermelésben, amely lehetővé teszi a termelő számára a mikro-termőhelynek megfelelően alkalmazott technológia megvalósítását, elsődlegesen a kemikália felhasználás vonatkozásában. Mindez, a környezet kisebb mértékű terhelése mellett, a termelő számára gazdaságosabb termelési lehetőséget is biztosít(hat). A korábbi táblaszintre optimalizált termelési elgondolás helyett a mikrotermőhelyi adottságokra alapozva történik az inputok mennyiségének tervezése, kijuttatása és a hatékonyság nyomon követése. A precíziós növénytermelés új gazdálkodási filozófiát jelent.

A precíziós gazdálkodási technológia egyes elemei széles körben már több mint 20 éve alkalmazhatóak a köztermesztésben, mégis a teljes technológia, azon belül is a növényvédelem valós alkalmazási gyakorisága (termelők aránya, kezelt terület aránya) alapján is csak legfeljebb a korai bevezetés szakaszába sorolható be. A kérdés, hogy ennek mi lehet az oka?

A gyakorlati elterjedtsége (termelők mekkora hányada, hány elemét, mekkora területen vezette be) azonban jelentősen elmarad a korábban elvárt mértéktől, hazai és nemzetközi téren is (Pedersen et al., 2004; Reichardt –Jürgens, 2009; Lawson et al., 2010).

Korábbi magyarországi primer kutatások vizsgálták a gazdálkodók precíziós növénytermeléssel kapcsolatos ismereteit, attitűdjeit, az alkalmazási gyakoriságot. Kimutatták, hogy a precíziós technológia elemei közül a talajmintavétel, a tápanyagellátás, a vetés vonatkozásában tekinthető alkalmazottnak, a tápanyagellátás kevésbé a hozammérésre

alapozva történik, míg a legkevésbé a növényvédelem során alkalmazzák a technológiát (Pecze, 2006; Kalmár, 2009; Lencsés, 2013a). Egy, 2012-ben magyarországi gazdálkodók körében lefolytatott, nem reprezentatív, feltáró jellegű felmérés eredményei szerint (Lencsés, 2013b) a precíziós növénytermelés lehetséges elemei közül elsődlegesen a tápanyag-ellátással kapcsolatos elemek (talajmintavételre alapozott, helyspecifikus tápanyag kijuttatás és hozamtérképezés, ugyanakkor nem jellemző a ráfordítás - hozam optimalizálás) kerültek be a köztermesztésbe. Jellemző továbbá a sorkövető talajművelő és betakarító eszközök alkalmazása. Az alkalmazás jellegére hat a művelt terület nagysága, a gazdálkodó kora. (Lencsés, 2013b) Annak ellenére, hogy a precíziós növényvédelmi eljárásokkal bizonyítottan 30-70%-kal, csökkenthető a vegyszer hatóanyag kijuttatás, ennek szerepe jelentős a környezetterhelés csökkentésében, ugyanakkor termelői szinten az anyagköltség megtakarítás mellett fokozható a hozambiztonság, a többi ráfordítás hatékonysága biztosítható, kiegyenlítettebbé és tervezhetőbbé válik a termelés. (Természetesen a precíziós növényvédelmi eljárások alkalmazása más költségelemek növekedését vonja maga után, mint például a monitoring, a többletbejárások, kezelések.)

Precíziós gazdálkodás, mint innováció

A precíziós növénytermelés helymeghatározáson, elektronikus megfigyelő rendszeren alapuló növénytermesztési technológia, amely ellenőrzi az inputok hely-specifikus alkalmazását, ütemezi a műveleteket és megfigyeli a termelést és a dolgozókat. Hatékony információs rendszert biztosít, lehetővé teszi a gyors reagálást, az elkötelezettséget és a minőséget helyezi a középpontba. Az innovációs jellegzetességek alapján (Schumpeter, 1939; EC, 2004; Oslo Manual, 2006; Nábrádi, 2010; Fenyvesi – Erdeiné Késmárki-Gally, 2012; Wright, 2012) a következők jellemzik:

- A precíziós gazdálkodás olyan műszaki, környezeti innováció a mezőgazdasági alkalmazás terén, amely részben termékinnováció és egyben olyan szervezeti innováció is, ami hatással van a mezőgazdasági üzemek menedzsmentjére.
A technikai folyamatok változásának fázisa alapján kialakulása a kora 1990-es évekre tehető – invenció –, a helymeghatározáson alapuló input bevitel, mint új ötlet, találmány piacképes termék/termelési folyamattá alakítása – innováció – napjainkban is tart, míg a potenciális piacok „meghódítása” – az egyes országokban eltérő intenzitással –, de folyamatban van.
A kezdeti időszakban a folyamatot a szükségletteremtő modell jellemezte – milyen polgári területeken alkalmazható a GPS alapú helymeghatározás? –, a technológiai nyomás a gyártó-forgalmazó szervezetek részéről erős. Nagyon hamar, még az ezredforduló előtt megjelent – és várhatóan erősödni fog a környezettudatos gazdálkodás igényének növekedésével – az elterjedésben a szükségletkövető jelleg (Takácsné, 2011).
- A precíziós növénytermelési technológia gyakorlati elterjedése kevésbé írható le a Rogers-i modellel (1960), mert az egyes fázisok elnyújtottá válnak, mivel a technológia részegységei önállóan és egymással összekapcsolva is alkalmazhatók (Takácsné, 2013).
A gyakorlati elterjedés szempontjából a következő jellemzőkkel illelhető Rogers (1960) tipológiája szerint, és részben a következőkkel magyarázható a lassú gyakorlati elterjedés:
 1. Bevezetésekor rendelkezett relatív előnnyel a köztermesztésben általános technológiai elemekkel szemben, ami lehetővé tette volna a relatív gyors elterjedést.
 2. A kompatibilitás szempontjából – mivel a gazdálkodók különböző ismeretekkel, képességekkel, az újjal szembeni eltérő affinitással jellemezhetők és nem szabad megfelejtkezni eltérő méretüktől és pénzügyi lehetőségeiktől – a precíziós gazdálkodás kevésbé tekinthető kompatibilisnek. Amennyiben hiányzik a technológia bevezetésének szaktanácsadói támogatása, lassul az elterjedés folyamata. Ezen a területen a magyarországi gyakorlat számos pozitív elemmel jellemezhető, mint

például az évtizedekkel korábban kiépített termelési rendszerek utódai, vagy a szaktanácsadói hálózatok.

3. A precíziós növénytermelés alkalmazása közérthetősége sem ítéhető meg egyértelműen, hiszen a technológia eleminek adaptálása nem túl bonyolult, azonban sokkal nagyobb odafigyelést, precíz munkavégzést követel meg, és szélesebb információs bázison nyugszik.
4. A kipróbálhatóság és a megismerhetőség szempontjából a technológia alkalmazásában, forgalmazásában érintett iparági szereplők, a szolgáltatók meghatározóak. (Az elterjedés érdekében évente több szakmai, tudományos bemutató kerül megszervezésre.)
5. A precíziós technológia bevezetésével elérhető előnyök egy része közvetlenül megfigyelhető (anyagmegtakarítás, költséghatékonyság javulása, hozamnövekedés) a többletráfordításokkal, -költségekkel együtt. Ugyanakkor a közvetett hatások – környezetterhelés csökkentése, élelmiszerbiztonság javulása – kevésbé nyilvánvalóak. Addig, amíg a gyakorlatban nem egyértelmű a gazdálkodó számára is a mérhető pozitív hozadék, illetve annak kockázata magas, még megfelelő pénzügyi háttér megléte mellett is lassú a technológia elterjedése. (Ezt meg is lehet figyelni, mind az Egyesült Államokban, mind Európában.)

A technológia dinamikus elterjedése azokban az országokban várható, ahol az élőlátás szűkös termelési tényező, a rendelkezésre álló termőföld nem korlátozó tényező, az értékesítési árak magasak, míg a hitelkamat-szint alacsony. Üzemi alkalmazása új, rendszerszemléletű menedzsment ismereteket követel meg, a táblaszintű munkavégzés előtérbe kerülése a munka közvetlen végzőjétől, továbbá az üzem vezetőjétől is szemléletváltás követel meg (Takács-György, 2012).

Terjedése

A precíziós növénytermelés elemeinek széles körű elterjedés számos tényező befolyásolja, az elterjedés karakterisztikája nem követi az innovációs elterjedés és megtérülés általános sémáját. (1. ábra) A főbb okok között meg kell említeni, hogy míg más növénytermesztési technológiák megközelítően 10 év alatt általánossá váltak a magyar mezőgazdaságban (pl. 1970-es években) – jellemzően az akkori agrárpolitika pozitív hozzáállása és elkötelezettsége okán –, a technológia kialakításának magas a beruházási összege (3 – 45 millió forint; 250 hektárra), igényli a belső érintettek (benne kiemelten a közvetlen munkavégzők) teljes elkötelezettségét.

Korábbi kutatások igazolták, hogy a technológia alkalmazásának életképességi küszöbét az elemszám, az adott gazdasági beruházás többlettőke szükséglete, a termelési szerkezet diverzifikáltsága illetve azon kultúrák aránya, amelyekben több elem alkalmazható és a gazdálkodás célja befolyásolja. Ez utóbbi alatt a hely-specifikus termelés adottságokhoz történő optimalizálása vagy hozam-kiegyenlítő célja értendő.

1. táblázat. Precíziós gazdálkodást bevezető üzemek által várható megtakarítás a növényvédő szer felhasználásban (EU-25)

Megnevezés			Átállást választó üzem		
			15%	25%	40%
16-100 ESU	Átálló terület (ha)		5.086.330	8.477.217	13.563.547
	Növényvédő szer megtakarítás (t)	25%	2.925	3.574	7.799
		30%	4.095	3.950	10.919
		50%	5.849	4.900	15.598
>= 100	Átálló terület (ha)		4.818.598	8.030.997	12.849.595
	Növényvédő szer megtakarítás (t)	25%	2.771	4.618	7.389
		30%	4.095	6.465	10.344
		50%	8.190	9.235	14.777
Mindösszesen	Átálló terület összesen (ha)		9.904.928	16.508.214	26.413.142
	Növényvédő szer megtakarítás összesen (t)	25%	5.695	8.192	15.188
		30%	8.190	10.415	21.263
		50%	11.391	14.135	30.375

Forrás: Takácsné, 2011, 182. o.

Megjegyzés: 2,4 kg/ha növényvédő szer hatóanyag használatot feltételezve (EU-25; OECD adatbázis)

A tápanyag-utánpótlás során felhasznált műtrágya vonatkozásában – változatlan termelési intenzitást (hozamszintet) feltételezve – az EU-25-ök tagállamaiban a hatóanyag megtakarítás 32-338 ezer tonna lehet évente az átálló üzemek számától, az általuk lefedett terület nagyságától függően. A növényvédő szer felhasználás csökkentésében nagyobb jelentősége van a precíziós gazdálkodásra való átállásnak. Egyrészt azon terület aránya, ahol elhagyható a növényvédelmi kezelés, magasabb – függően a terület adott kártevő szervezettel való fertőzöttségétől és annak heterogenitásától –, másrészt a foltkezelések valós anyagmegtakarítást eredményeznek. A növényvédő szer megtakarítás becsült mértéke 5,7-30,4 ezer tonna évente. Mindez a költségmegtakarítás mellett a versenyképességre is hatást gyakorol, ugyanakkor jelentősége a környezetterhelés csökkentésében is fontos. Az üzemi szinten közvetlen költségmegtakarítást jelent a termelő számára, amit gazdasági előnyként él meg, végső soron a termelői versenyképesség is javul. Nemzetgazdasági szinten a mezőgazdasági növényvédelemnek betudható környezetterhelés is közel azonos mértékben csökkenthető. Ebben az esetben az egyéni hasznosság és a társadalmi hasznosság egybeesik. Itt vissza kell utalni a fenntarthatóság hármas értelmezéséhez. A mezőgazdaságban minden olyan technológiai eljárás széles körű elterjedése, amely pozitív hatást gyakorol az ökológiai fenntarthatóságra (a helyspecifikus (precíziós) technológia alkalmazása során ésszerű kemikália felhasználás történik), üzemi szinten jövedelmezően valósítható meg, biztosítva a technológiához szükséges fejlesztések megtérülését (gazdasági hatékonyság), ebbe az irányba hat. Ugyanakkor ki kell emelni a precíziós növénytermelés kapcsán, hogy annak a társadalmi fenntarthatóság vonatkozásában kettős pozitív hatása van. Az egyik a környezetterhelés csökkentésében betöltött szerepéből adódik, másik hozzájárulása a szükséges élelmiszer- és ipari (energetikai célú) alapok előállításához.

Következtetések

A precíziós növénytermelés környezetterhelés csökkentésben betölthető szerepe – a mezőgazdasági műszaki fejlesztés többi eleme mellett – meghatározó jelentőséggel bír. Jelentősége kettős: egyrészt a mezőgazdasági termelés szemléletének megreformálási

eszköze, mivel csökkenthető vele a környezetbe kijuttatott kemikália, másrészt – meghagyva az iparszerű termelési struktúrát, beruházásokat és bizonyos szervezeti struktúrákat, működési mechanizmusokat –, a hatékony mezőgazdaság egyik alapja. Valós eszköze a környezeti károk csökkentésének, de termelői szinten egyben a kockázat csökkentés eszköze is.

Nem vitatható, hogy van szerepe a precíziós növénytermelésnek, mint gazdálkodói stratégiának a környezettudatos, fenntartható gazdálkodásban. A teljes technológia elterjedtsége alacsony – ami nem felel meg az várakozásoknak – és kérdéses, milyen eszközökkel lehetne a folyamatot gyorsítani, amikor a gazdálkodás szintjén közvetlen költség-haszon előnyök nem minden esetben nyilvánulnak meg rövid távon. A kialakításához szükséges (több)beruházások megtérülése – vagy annak hiányában kompenzációja – olyan kérdéseket vet fel, mint például a 2014-2020 között érvényes Közös Agrárpolitika (KAP) „greening (zöldítés)” komponensének hosszabb távú újragondolása. Az elfogadott, hatályos szabályozás szerint, ha egy termelő ökológiai gazdálkodást folytat, vagy diverzifikált termékszerkezetet alakít ki, területének egy részét ökológiai céllal hasznosítja, automatikusan jogosulttá válik kiegészítő támogatásra (Chambon – Fernandes, 2010; EC, 2011; Groupe de Bruges, 2012).

A mezőgazdasági termeléssel érintett közjavak és célok magukba foglalják az értékes beltartalmú, egészséges és biztonságos termékek előállítását, a meg nem újítható nyersanyagok és energiaforrások takarékos hasznosítását, a talajt, a vizeket és a levegőt érintő környezeti terhelés csökkentését, továbbá az emberi élettér és a kultúrtáj ápolását és a biodiverzitás fenntartását.

Véleményem szerint a mezőgazdaságban zajló innovációs folyamatok közül a precíziós technológia olyan – ma már szükségletteremtő és egyben szükségletkövető – innováció, amely egyidejűleg megfelel a KAP által megfogalmazott céloknak, miszerint szolgálja a biztonságos élelmiszertermelést, magát az élelmiszerbiztonságot, oly módon, hogy megvalósítható a környezettel, a természeti erőforrásokkal való fenntartható gazdálkodás, törekedve a korlátozottan rendelkezésre álló termőfölddel való ésszerű gazdálkodásra.

Irodalom

- Abulrub A.H.G., Lee J. (2012): Open innovation management: challenges and prospects. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 41 (2012) 130-138 pp.
- Baranyai Zs., Takács I. (2007): Factors of cooperation in technical development of farms in Hungary. *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists*. Warszawa-Poznan-Kraków. IX. (1) 18-22 p.
- Behnassi M., Shahid S.A., D'Silva, J. (Eds.) (2011): *Sustainable Agricultural Development. Recent Approaches in Resources Management and Environmentally-Balanced Production Enhancement*. Springer. p. 278.
- Bojnec S., Fertő I., Jámbor A., Tóth J. (2014): Determinants of technical efficiency in agriculture in new EU member states from Central and Eastern Europe. *ACTA OECONOMICA* 64:(2) pp. 197-217.
- Bongiovanni R., Lowengerg-DeBoer J. (2004): *Precision agriculture and sustainability*. Kluwer Academic Publisher. Precision Agriculture. 5. 359-387 pp.
- 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.
- Chesbrough H., Gassmann O., Enkel E. (2009): Open R&D and open innovation: exploring the phenomenon. *R&D Management* 39, no. 4: 311-316.

- Chambon N., Fernandes S. (2010): How to Reform CAP to improve agriculture's contribution to the Europe 2020 Strategy? Synthesis of the Seminar in Madrid "Towards a smart, sustainable. and inclusive economy: How to reform CAP to improve. agriculture's contribution to the Europe 2020 Strategy?". Notre Europe. http://www.notre-europe.eu/uploads/tx_publication/Acte-SemiMAdrid-en_01.pdf. (Letöltve: 31 May, 2012.) 1-18 p.
- Dimény I. (1975): *A gépesítésfejlesztés ökonómiája a mezőgazdaságban*. Budapest. Akadémiai K. 508 p.
- European Commission. (2004). *Innovation Management and the Knowledge - Driven Economy*. http://www.innovation.lv/ino2/publications/studies_innovation_management_final_report.pdf. (letöltési idő: 2010.10.28.)
- Fenyvesi L., Erdeiné Késmárki-Gally Sz. (2012): Boosting the competitiveness of agricultural production in Hungary through an innovation system. *Studies in Agricultural Economics*. 114. 106-110 pp.
- Fertő I., Tóth J. (2013): Innovation in the Hungarian Food Economy. pp. 1-11. In: 140th EAAE Seminar: Theories and Empirical Applications on Policy and Governance of Agri-food Value Chains, Perugia (Italy)
- Groupe de Bruges (2012): A CAP for the future!? <http://www.iatp.org/documents/a-cap-for-the-future>. (Letöltve: 2012. május 27.) 9 p.
- Harnos Zs., Hufnagel L. (2007): Adatértékelési módszerek és a precíziós gazdálkodás döntéstámogató rendszerei. In: *A precíziós mezőgazdaság módszertana* (Szerk.: Németh T., Neményi M., Harnos Zs.) JATE Press – MTA TAKI 2007. 159–204 pp.
- Husti I. (2013): Kiútkeresés az agrárinnovációban. *Gazdálkodás*. 57. (1). 3-114. pp.
- Kalmár S. (2009): A precíziós gazdálkodás terjedésének vizsgálata. *Gazdálkodás*. 53. (6) pp.609-611.
- Klerx L., Aarts N., Leeuwis, C. (2010): Adaptive management in agricultural innovation systems: the interaction between innovation networks and their environment. *Agricultural Systems*. 103 (2010) 390-400 pp.
- Lawson L.G., Pedersen S.M., Kirketerp I.M., Sorensen C.G., Oudshoorn F.W., Pesonen L., Fountas S., Chatzinikos T., Blackmore S., Herold L., Werner A. (2010): Initial technology assessment of farmers' perception of information-intensive farming, FutureFarm Project, pp.1-19. <http://www.futurefarm.eu/node/215>, Letöltve: 2010.10.23.
- Lencsés E. (2013a): Precision farming technology and motivation factors of adaptation. *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists* 15:(5) pp. 185-189.
- Lencsés E. (2013b): A precíziós (helyspecifikus) növénytermelés gazdasági értékelése. PhD értekezés. SZIE. Gödöllő. 173 p.
- Ludena C.A. (2010): Agricultural Productivity Growth, Efficiency Change and Technical Progress in Latin America and the Caribbean. Department of Research and Chief Economist. IDB WORKING PAPER SERIES No. IDB-WP-186. Inter-American Development Bank. pp. 38.
- Maciejczak M. (2012): The concept of SMART specialization in the development of agribusiness sector on the example of clusters of innovations in agribusiness in Mazovia Province. *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists* XIV (6), 169-176.
- Nagy B. (1974): *A növényvédelem fejlesztésének ökonómiai alapjai*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 137 pp.

- National Research Center (2010): *Toward Sustainable Agricultural Systems in the 21st Century*. by National Research Center. Kindle Edition. The National Academic Press. Washington. 2010. www.nap.edu. pp. 598.
- Nábrádi A. (2010): Role of innovations and knowledge – infrastructure and institutions. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce – APSTRACT*. 4. (3-49) 7-4 pp.
- Oslo Manual (2006): Guidelines for collecting and interpreting innovation data: The measurement of scientific and technological activities; European Communities Statistical Office, Organisation for Economic Co-operation and Development. 192. p.
- Pearce D., Atkinson G. (1995): *Measuring of sustainable development*. In: The Handbook of Environmental Economics (Ed.: Bromly, D.). 166-181 pp.
- Pecze Zs. (2006): Precíziós gazdálkodás - csökkenő költségek. <http://www.ikr.hu/cikkek/cikk3495.htm> 3. p.
- Pedersen S.M., Fountas S., Blackmore B.S., Gylling M., Pedersen J.L. (2004): Adoption and perspectives of precision farming in Denmark. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Plant Soil Science*, Vol. 54. No. 1., pp.2-8 pp.
- Reichardt M., Jürgens C. (2009): *Adoption and future perspective of precision farming in Germany: results of several surveys among different agricultural target groups*. Precision Agriculture 10, 73–94. pp.
- Schumpeter J.A. (1939): *Business Cycles*. New York. http://classiques.uqac.ca/classiques/Schumpeter_joseph/business_cycles/schumpeter_business_cycles.pdf
- Szigeti C., Tóth G., Borzán A., Farkas Sz. (2013): GDP Alternatives and their Correlations *Journal of Environmental Sustainability* 3: p. 35.
- Swinnen J.F.M., van Herck K., Vranken L. (2009): Agricultural Productivity in Transition Economies. *CHOICES*. The Magazine of Food, Farm and Resource Issues. AAEA. 24/4. 8 p. Letöltve: 2014. augusztus 21. http://www.choicesmagazine.org/magazine/pdf/article_93.pdf
- Takács I. (2000): Gépkör – jó alternatíva? *Gazdálkodás*. 44. (4) 44-55 pp.
- Takács I. (2008): Szempontok a műszaki-fejlesztési támogatások közgazdasági hatékonyságának méréséhez. In: *Műszaki fejlesztési támogatások közgazdasági hatékonyságának mérése*. (Szerk.: Takács I.) Szent István Egyetemi Kiadó. Gödöllő. 9-48 pp.
- Takácsné György K. (1991): Néhány gondolat a növényvédelemmel kapcsolatos tevékenységek ökonómiai értékeléséről és értékelhetőségéről. Budapest. *Növényvédelem*. XXVII. (1). 1-7 p.
- Takácsné György K. (2011): *A precíziós növénytermelés közgazdasági összefüggései*. Budapest. Szaktudás Kiadó Ház. 2011. 241 p.
- Takács-György K. (2012): Economic aspects of an agricultural innovation - precision crop production. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce APSTRACT* 6:(1-2) pp. 51-57.
- Takácsné György K. (2013): Innovációs formák, elterjedésük és szerepük a mezőgazdaságban. In: Ferencz Á (szerk.): *Gazdálkodás és Menedzsment Tudományos Konferencia: Környezettudatos gazdálkodás és menedzsment*. Kecskemét: Kecskeméti Főiskola. pp. 1060-1064.
- Takács-György K., Takács I. (2014): Economic benefits of precision weed control – why its diffusion is so slow. *Növénytermelés*. 63:(Suppl.) pp. 143-146.
- Tóth J., Strén B. (2012): A tudás és az innováció szerepe a magyarországi borklaszterek versenyképességének formálásában. In: *Piaci kapcsolatok és innováció az élelmiszer-gazdaságban*. (Szerk.: Fertő I., Tóth J.) Budapest: Aula Kiadó, 2012. 53-102.

- Turek R. A. (2013): *Sustainable Technologies, Policies and Constraints in the Green Economy - Sustainable agriculture - between sustainable development and economic competitiveness*, IGI Global Publishing, 978-1-466-64098-6, p. 219-235
- de Vrande V., de Jong J.P.J., Vanhaverbeke W., de Rochemont M. (2009): Open innovation in SMEs: Trends, motives and management challenges. *Technovation*. 29 (2009) 423-437 pp.
- Vranken L., Swinnen, J. (2007): Causes of Efficiency Change in Transition: Theory and Cross-Country Survey Evidence from Agriculture. Paper prepared for presentation at the I Mediterranean Conference of Agro-Food Social Scientists. 103rd EAAE Seminar 'Adding Value to the Agro-Food Supply Chain in the Future Euromediterranean Space'. Barcelona, Spain, April 23rd - 25th, 2007. pp. 31 Letöltve: 2014. augusztus 21. <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/9442/1/sp07vr01.pdf>
- Wright B.D. (2012): Grand mission of Agricultural Innovation. *Research Policy*. 41 (2012) 1716-1728 pp.