

A precíziós és a konvencionális szántóföldi növénytermesztés összehasonlító vizsgálata

**MOLNÁR ANDRÁS – KISS ANDREA – ILLÉS IVETT –
LÁMFALUSI IBOLYA**

Kulcsszavak: precíziós szántóföldi növénytermesztés, hatékonyság, fenntarthatóság, megtérülés.

JEL-kód: Q10.

ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az Agrárgazdasági Kutató Intézet tesztüzemi rendszerében nyilvántartott mintegy 1000 szántóföldi növénytermesztő üzem körében végzett kérdőíves felmérés megerősítette, hogy a helyspecifikus szántóföldi növénytermesztés elterjedése Magyarországon az elmúlt két-három évben felgyorsult, azonban az egyes technológiai elemek alkalmazása különböző mértékű és még messze nem tekinthető általánosnak. A technológiát alkalmazó gazdaságok pénzügyi és gazdálkodási adataival végzett ökonómiai vizsgálatok igazolták, hogy a precíziós gazdálkodás a fő szántóföldi növénykultúráknál (búza, kukorica, napraforgó, repce) egyértelmű többlet-hozammal és jövedelmezőségi előnnyel, sok esetben pedig fajlagos költségelőnyvel is rendelkezik a hagyományos műveléshez képest. A precízebb technológia, a ráfedés- és kihagyásmentes művelés eredményeként általában véve azt várnánk, hogy az áttéréssel csökken az inputfelhasználás. Vizsgálataink ennek éppen az ellenkezőjét támasztották alá; a hozamokhoz hasonlóan az inputfelhasználás szintjében is jellemzően többlet mutatkozott a technológiára váltó üzemek esetében, azonban a ráfordítások növekedését a legtöbb esetben jelentősen meghaladta a hozamok emelkedése, ami együttesen számottevő jövedelembővülést eredményezett. A precíziós technológia eredményes alkalmazásához nem elegendő a precíziós képességekkel rendelkező erő- és munkagépek beszerzése, illetve a megfelelő inputanyagok felhasználása. Nem homogén technológiáról van ugyanis szó, amely bármely körülmények között azonos módon alkalmazva azonos eredményt produkál, hanem az egyes technológiai műveleteket a helyi természeti adottságokhoz szükséges adaptálni, a technológia előnyei különösen heterogén körülmények esetén érvényesülnek. A kívánatos eredmények eléréséhez komoly szakismeretekre van szükség, ezért mindenképpen szaktanácsadás mellett javasolt a technológia bevezetése. A remélt előnyök megjelenése csak a technológia megfelelő alkalmazását követően várható.

BEVEZETÉS

A szakemberek többsége egyetért abban, hogy a precíziós gazdálkodás a hagyományos műveléshez képest számos előnnyel bír. Az automata kormányzás és a szervezett használata biztosítja a ráfedés- és kiha-

gyásmentes művelést, míg a helyspecifikus kijuttatás a termelésben felhasznált inputanyag-mennyiség optimalizálását eredményezi. A technológia további előnye a fajlagos hozamok növekedése. A hatékonyabb inputanyag-felhasználás és a megnövekedett hozamok együttesen magasabb fajlagos jö-

vedelmet eredményeznek és fenntarthatóbb gazdálkodást tesznek lehetővé.

A helyspecifikus gazdálkodást alkalmazó termelők száma világszinten dinamikusan növekszik, az utóbbi két-három évben pedig hazánkban is felgyorsult a technológia terjedése. Azonban a precíziós gazdálkodás Magyarországon jelenleg még nem általánosan elterjedt, ezért indokolt a technológia terjedését gátló tényezők azonosítására, illetve azok lehetséges megszüntetésére hangsúlyt fordítani. Továbbá a technológia előnyeinek igazolása és az alkalmazásával elérhető gazdasági előnyök számszerűsítése a technológiát adaptáló termelők körének bővülését eredményezheti.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A precíziós gazdálkodás egyéni szinten jelentkező célja egy mondatban is összefoglalható: a termesztéstechnológia optimalizálásával a jövedelmezőség növelése. A cél eléréséhez célszerű sorra venni a technológiából származó előnyöket. A precíziós növénytermesztés legfontosabb előnyei az inputanyag-felhasználás optimalizálásán keresztül érvényesülnek. Egy-egy meghatározott beavatkozás és dózis mellett a növényvédőszer-, a műtrágya-, a vetőmag- és a kijuttatáshoz szükséges üzemanyag-felhasználás csökkenése és ezzel összefüggésben az anyag- és munkaerőköltség mérséklődése várható. A kevesebb és okszerűbben kijuttatott kemikáliák, valamint vízfelhasználás következtében a növénytermesztés környezetterhelése is csökken (Weiss, 1996). A technológia további előnye a termelés nyomonkövethetőségének és a termés minőségének javulása, a fajlagos hozamnövekedés, a hozamingadozás mértékének csökkenése és mindezek eredményeképpen a magasabb jövedelmezőség (Lencsés et al., 2014; Sinka – Mesterházi, 2014; EIP-AGRI, 2015; Bora et al., 2012; Schieffer – Dillon, 2014). Wolf és Buttel (1996) szerint a precíziós gazdálkodás jelentősége kettős; a termelés hatékonyságá-

nak növekedése mellett a környezetterhelés mérséklődését is eredményezi. Amellett, hogy a negatív környezeti hatásokat csökkenti a precíziós gazdálkodás, termelői szinten a kockázatcsökkentés eszköze is (Auernhammer, 2001; Gandonou et al., 2004; Chavas, 2008). Néhány szakhelés viszont a munkaerő-szükséglet növekedéséről (Lencsés et al., 2014) és bizonyos esetekben a költségek emelkedéséről (Schieffer – Dillon, 2014) számol be.

A precíziós technológia alkalmazásából származó megtakarítások számszerűsítését számos tényező befolyásolja. A költségcsökkenés mértéke egyfelől a termelés intenzitásától, másfelől az eltérő természeti adottságoktól függ. Továbbá hatással van rá az is, hogy a gazdálkodó miként optimalizálja a termelési szerkezetét, a hozamokat homogenizálni vagy heterogenizálni szeretné, azaz a rosszabb hozamú területeken magasabb hozamot szeretne elérni és ezáltal egységesíteni a táblán elérhető hozamokat, avagy az alacsony termőképességű területeken alacsony intenzitással gazdálkodik vagy azon akár művelési ágat is vált, míg a magas hozamokat akár tovább növeli.

Sinka és Mesterházi (2014) nagyüzemi körülmények között a tápanyag-utánpótlásban 15 százalékos megtakarítást tapasztalt a kijuttatott tápanyag mennyiségében. Nemzetközi viszonylatban 30 százalékgig terjedő műtrágya- és 20-60 százalékos növényvédőszer-megtakarításról számoltak be a precíziós tápanyag-utánpótlás alkalmazása mellett a természeti adottságoktól függően (Rider et al., 2006; Lowenberg-DeBoer – Swinton, 1997; Blackshaw et al., 2006). A ráfedésmentes művelés eredményeképpen Jacobsen et al. (2011) az üzemanyag-felhasználásban 25-27 százalékos költségmegtakarítást is elképzelhetőnek tartott, emellett a precíziós gépnavigáció eredményeképpen a hozamokban 5-10 százalékos növekedéssel számolt. A gyomszabályozásban Takácsné György et al. (2009) gyakorlati tapasztalatokra alapozva megállapította, hogy a

vetéssel egy menetben végzett, sorköz-kultivátorozással kiegészített sávpermetezés lényegesen csökkenti a vegyszerfelhasználás mértékét, ami akár az 50-60 százalékot is elérheti *Sinka és Takácsné György (2010)* kutatása alapján. *Takácsné György et al. (2011)* modellszámítással is igazolta a sorköz-kultivátorozással kiegészített sávpermetezés vegyszercsökkentő, ezáltal költség-hatékonyság-növelő hatását a teljes felületen végzett kezeléshez képest. *Takácsné György (2010)* szerint ezzel a művelésmóddal jelentős gyomirtószer-megtakarítást a széles sortávú növényeknél lehet elérni.

A precíziós szántóföldi növénytermesztés további előnye – a helyspecifikus vetés eredményeképpen – a vetőmag mennyiségének csökkenése. *Sinka és Mesterházi (2014)* nagyüzemi körülmények között 4 százalékos megtakarítást tapasztalt a vetőmagmennyiségben.

Az inputanyag-csökkentésből eredő megtakarítás következtében megállapítható, hogy az inputanyag-igényes növénykultúráknál (kukorica, napraforgó, szója) jelentkezik a nagyobb megtakarítás a magasabb hektáronkénti vegyszerköltség okán, így az alacsonyabb megtakarítási százalékok is fedezik a többletráfordítást, azaz ezen növények esetében gazdaságos a precíziós növénytermesztés alkalmazása (*Takácsné György, 2011*). A fő szántóföldi növények közül a cukorrépa igényli a legtöbb növényvédő szert és a felhasznált üzemenyagmennyiség is ennél a növénykultúránál a legnagyobb, ezáltal a költségmegtakarítás mértéke a cukorrépánál a legjelentősebb (*Jacobsen et al., 2011*).

Sulyok (2005) különböző talajművelési rendszerek agronómiai és ökonómiai szempontú vizsgálata során megállapította, hogy a különböző talajművelési technikák gazdaságosságát rendkívüli mértékben befolyásolja a talajtípus és a csapadékmennyiség (évjáráthatás), ezért az eltérő művelések hatásvizsgálata során figyelembe kell venni ezeket a tényezőket.

A környezetre gyakorolt externális (külső gazdasági) hatások vizsgálata sem elhanyagolható a technológia előnyeinek meghatározásakor. A precíziós növénytermesztés környezeti és társadalmi fenntarthatósághoz való hozzájárulása nehezen számszerűsíthető (*EIP-AGRI, 2015*), ennek ellenére a gazdasági előnyök mellett a környezetre gyakorolt hatásokat is rendkívül fontos szemléltetni. A kemikáliahasználattól származó környezetterhelés csökkenését többen kimutatták üzemi (*Takácsné György et al., 2011; Sinka – Mesterházi, 2014*) és makroszinten (*Takácsné György, 2010*) egyaránt. A herbicidmennyiség csökkenése révén a környezet vegyszerterhelése csökken és a talajban, illetve a növénykultúrában mérséklődnek a szermaradványok (*Takácsné György et al., 2011*). Pozitív külső gazdasági hatásként említik továbbá a felszín alatti vizek nitráatterhelésének csökkentését (*Sinka – Mesterházi, 2014*).

Összességében elmondható, hogy a precíziós gazdálkodás környezeti hatása függ az alkalmazott technológiától, illetve azok kombinációjától (*Schieffer – Dillon, 2014*). A precíziós gazdálkodás minél magasabb szintű művelése egyértelműen pozitív környezeti hatást eredményez, azaz a technológiai elemek együttes alkalmazása a fenntartható fejlődéshez nagymértékben hozzájárul.

CÉLOK

Jelen tanulmány célja a helyspecifikus szántóföldi növénytermesztés gazdasági eredményességre gyakorolt hatásának kimutatása széles körű felmérés alapján, a magyarországi tesztüzemi rendszerben nyilvántartott termelők körében. Választ kerestünk arra, hogy a magyarországi termelőknek megéri-e a precíziós technológiát alkalmazni, hiszen a szakirodalom eltérően vélekedik a helyspecifikus növénytermesztés eredményességéről. Kutatásunk során a naturáliákban bekövetkező változásokon túlmenően felmértük a precíziós gazdál-

kodás hatásait a termelési értékre, a költségekre és a jövedelmezőségre egyaránt. E cél érdekében a precíziós gazdálkodás előnyeinek/hátrányainak azonosítására törekedtünk a hozamváltozás, az inputanyag-felhasználás, a termelési érték, a jövedelem és jövedelmezőség vonatkozásában. Az előnyök feltárása és számszerűsítése számos szakirodalom alapján kulcsfontosságú tényező, amely a termelőt a helyspecifikus technológia bevezetésére ösztönzi, ezáltal a vizsgálatunk közvetett célja a precíziós gazdaságok számának növelése abban az esetben, ha az előnyök a technológia alkalmazásával igazolhatók.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Első lépésként kérdőíves felmérést végeztünk a tesztüzemi rendszerben nyilvántartott mintegy 1000 szántóföldi növénytermesztő üzem körében. A felmérésre több mint 600 gazdaság adott választ, melyből 45 üzem bizonyult precíziós növénytermesztőnek. Ezt követően a helyspecifikus technológiát alkalmazó gazdaságok kérdőívre adott válaszait összekapcsoltuk a tesztüzemi rendszer adataival, illetve az ágazati költség- és jövedelemelszámolási adatokkal. Mivel kizárólag a helyspecifikus szántóföldi növénytermesztésből eredő haszon kimutatása volt a cél, így a pénzügyi adatokból kiszűrtük a támogatások és a földbérleti díj torzító hatását. Emellett számos egyéb, a precíziós tevékenységhez közvetlenül nem köthető tétel is jelentősen befolyásolta mind az árbevétel, mind a költségek oldaláról a vállalkozások eredményeit. Az adatok ilyen tényezőktől való konzisztens teljes körű megtisztítása elegendő információ hiányában nem volt lehetséges mind a 45 gazdaságnál, így a gazdaságok üzemi szintű adatai helyett a precíziósan termesztett növénykultúráik költség- és jövedelemadatait kapcsoltuk össze a kérdőívben megjelölt válaszokkal. Ez azt jelenti, hogy a számítások az AKI Ágazati Költség- és Jövedeleminformációs Osztálya által összeállított ága-

zati adatbázisból származó információkon alapulnak. A számítások alapját a több év adatait felhasználó esetekben vetésterülettel súlyozott és minden esetben hektárra vetített adatok képezték.

Az összehasonlítás lehetőségét kontrollcsoportok kialakításával biztosítottuk. Az eltérő szempontok figyelembevétele a precíziós szántóföldi növénytermesztés jövedelmezőségének elemzése során négy különálló, ám egymással összefüggő számítási változatot eredményezett.

Az első változatnál megállapításra került, hogy mely növénykultúráknál folytatott precíziós termesztést a gazdaság a 2014/2015. gazdálkodási évben és ezen növényekre külön lett meghatározva a kontrollcsoport az ágazati adatbázisban szereplő összes hagyományos termesztéstechnológiát alkalmazó üzem figyelembevételel. A kontrollcsoportot képező üzemek egy hektárra vetített átlagos adatai kerültek összehasonlításra a helyspecifikusan gazdálkodó egy-egy üzem értékével, majd a két érték százalékos eltéréseinek átlaga fejezi ki a hagyományos és a precíziós gazdálkodás különbségét. A kontrollcsoport kialakításánál megkülönböztettük az egyéni gazdaságokat és a társas vállalkozásokat. A végső átlagos százalékos eltérések az egyéni és társas gazdaságok adatait egyaránt tartalmazzák.

Mivel a vizsgált 45 üzemből 17 esetében volt elérhető információ hosszabb időszakra, a második változatban indokolttá vált ezen gazdaságok részletes vizsgálata. A 17 üzemnél az új termesztéstechnológia bevezetése előtt legalább 3 évre, a precíziós technológia bevezetését követően pedig legalább 2 évre – bevezetés évével szintén három évre – vonatkozóan állt rendelkezésre ágazati költség- és jövedelemadat. Az időjárási hatások kiszűrése céljából a 17 üzem 3 éves átlagadatai képezték a számítások alapját, amelyeknél figyelmen kívül hagytuk azokat az éveket, amikor elemi kár miatt szenvedett hozamkiesést

a gazdaság. A kontrollcsoport képzése a fentiekhez hasonlóan alakult, az egyéni és társas gazdaságokra külön-külön.

A harmadik változatban a szakirodalomban leírtak és a mélyinterjú elhangzottak alapján a kontrollcsoportba eső üzemek körét intenzitásuk és területük alapján szűkítettük. Mivel a precíziós szántóföldi növénytermesztés hagyományos természettechnológiával való összehasonlítása során az extenzíven gazdálkodókat és az intenzíven termelőket külön szükséges kezelni, így a kontrollcsoportban is szét kellett választani őket. Ennek megfelelően a kontrollcsoportot alkotó üzemek földbérleti díjjal csökkentett termelési költségeiben és növényenkénti vetésterületének méretében legfeljebb ± 20 százalékos eltérés volt megengedhető a mintaüzemekhez képest. Az előző változathoz hasonlóan a 17 üzemnél a precíziós technológia bevezetésétől számított 3 év adatainak átlaga, míg a kontrollcsoport esetében szintén a mintaüzemekenél vizsgált évek kerültek elemzésre. Abban az esetben, amikor a ± 20 százalékos feltétel túl szigorúnak bizonyult, azaz a precíziós üzemekhez tartozó kontrollcsoportba csak nagyon kevés (10-nél kevesebb) üzem tartozott, ott a korlátozó feltétel ± 10 százalékkal – azaz ± 30 százalékra – bővítésre került.

A negyedik változatban a területi, domborzati, üzemméretbeli stb. különbözőségek kiszűrése céljából az üzemeket önmagukkal vetettük össze. Pontosabban azt vizsgáltuk, hogy a technológia bevezetése előtt és után hogyan változott a gazdaságok teljesítménye. A vizsgálat során a precíziós technológiára való áttérés eredménye, vagyis a bevezetés előtti időszak éveinek átlaga került összehasonlításra az alkalmazás utáni évek átlagos adataival a különböző növénykultúrákban. A hozamátlagok megállapításánál ugyancsak kiszűrtük az elemi kár miatti hozamkiesést.

A kutatás kezdetén a következő hipotéziseket fogalmaztuk meg:

- A precíziós szántóföldi gazdálkodás a

fő növénykultúráknál (őszi búza, kukorica, őszi káposztarepce, napraforgó, őszi árpa) egyértelmű többlétszámú rendelkezik a konvencionális műveléshez képest.

- A precíziós gazdálkodást folytató üzemeknél a termelési költség alacsonyabb, mint a hagyományos termesztési technológiát alkalmazóknál.

- A precíziós gazdálkodás jövedelmezőségi előnnyel rendelkezik a hagyományos műveléshez képest.

- A precíziós gazdálkodást folytató üzemek önköltsége alacsonyabb, mint a hagyományos termesztési technológiát alkalmazóké.

A hipotézisek igazolásához alkalmazott számításokat az SPSS program segítségével végeztük. A 17 precíziós üzem által termesztett növénykultúra, illetve a hozzájuk tartozó kontrollüzemek növényei esetében a hipotézisek igazolásához szükséges ismervekre különböző statisztikai mutatókat vizsgáltunk. Az adatok normál eloszlását Shapiro–Wilk-próbával elemeztük. A normalitásvizsgálat eredménye lehetővé tette a varianciaelemzés elvégzését (ANOVA-teszt), amely során igazolásra kerültek az általunk megfogalmazott hipotézisek.

EREDMÉNYEK

Az általunk végzett vizsgálatok közül háromnál a kontrollcsoport értékeit vetettük össze a 2015. évtől precíziósan gazdálkodók hozamadataival. A precíziósan gazdálkodó üzemek esetében a hozamnövekedés minden növényenél meghaladta az 5 százalékot, legmagasabb értéke az őszi káposztarepcénél volt 11 százalékkal.

Annál a 17 üzemnél, amelyek legalább három éve áttértek a precíziós gazdálkodásra, a váltás után a kontrollcsoporthoz képest 17 százalékos többlet keletkezett a búzánál, 2-6 százalékos pedig a kukorica és napraforgó esetében. Ezeknél az üzemeknél a technológiai váltás miatt fellépő különbségek markánsabb kidomborítása érdekében tovább szigorítottuk a kontroll-

csoport kiválasztásának feltételeit. Ennek eredményeként a kimutatható különbségek erősödtek, a 17 üzem hozamértékei 2-14 százalékkal múlták felül a kontrollcsoport hozamértékeit az egyes szántóföldi növények esetében. Ezek az eredmények statisztikai módszerekkel is igazolhatók voltak.

A vizsgálat negyedik változatában a hipotézis szintén igaznak bizonyult, ugyanis búza esetében 17, kukoricánál és napraforgónál 8-9 százalékos hozamemelkedés igazolódott.

Összességében a minimum- és maximumértékeket nézve megállapítható, hogy a precíziós gazdálkodást végzők körében a búzánál 7-17 százalékkal, a kukoricánál 2-9 százalékkal, a napraforgónál 6-10 százalékkal emelkedtek meg a hozamok (1. táblázat) a precíziós technológiát alkalmazók körében.

Az eredmények összegzését a termelési értéknél is elvégeztük. A 2. táblázatban jól látható, hogy a termelési értékek valamennyi esetben egyértelműen nőttek. A gazdák várakozásai szerint a termelési érték a precíziós technológiát alkalmazók körében 5-15 százalékkal növekedhet mind az öt nagy szántóföldi kultúránál. Annál a 45 üzemnél, amely legalább egy éve végez precíziós gazdálkodást, a búza, a kukori-

ca, a napraforgó és az őszi árpa termelési értéke 11-16 százalékkal volt magasabb, mint a hagyományos üzemeknél. A termelési értéknél jelentkező többlet az őszi káposztarepcénél volt a legmagasabb arányú, 24 százalék a viszonyítási alaphoz képest. A három éve precíziós gazdálkodást végzőknél a termelési érték búzánál 10, kukoricánál 11 és napraforgónál 3 százalékkal nőtt a kontrollcsoporthoz viszonyítva. Ugyanezen üzemek előnye mind a szűkített kontrollcsoporthoz képest, mind pedig a három éve precíziós gazdálkodást folytatókhöz mérten jelentősen nagyobbak bizonyult. A kukorica és a napraforgó esetében 7-13 százalékos statisztikailag is igazolható növekedés mutatható ki, búzánál a precíziós gazdálkodás 8 százalékos termelésiérték-többletet jelentett.

A precíziós gazdálkodást folytató üzemek termelési értékei önmagukhoz képest is javultak, a búza esetében 38, a kukoricánál 42 és a napraforgónál 32 százalékos termelésiérték-emelkedés igazolódott.

Összességében a minimum- és maximumértékeket nézve megállapítható, hogy a precíziós gazdálkodást végzők körében a búzánál 8-38 százalékkal, a kukoricánál 11-42 százalékkal, a napraforgónál 3-32 százalékkal nőtt a termelési érték (2. táblázat).

Hipotézisünk, miszerint a precíziós gaz-

1. táblázat

A precíziós gazdálkodás hozamra gyakorolt hatása

(M. e.: százalék)

Növény	Hipotézis	Kérdőív alapján	Kontrollcsoporthoz viszonyítva			Üzemen belül
		Gazda észlelése	45 üzem (1 év)	17 üzem (3 év)	17 üzem (3 év, kontrollcsoport-szűkítés)	17 üzem (3 precíziós előtti, 3 utáni év)
Őszi búza	Nagyobb	+5 – +15	+7	+17	+14*	+17
Kukorica	Nagyobb	+5 – +15	+9	+2	+2*	+8
Napraforgó	Nagyobb	-5 – +15	+10	+6	+9*	+9
Őszi káposztarepce	Nagyobb	+5 – +15	+11	-	-	-
Őszi árpa	Nagyobb	+5 – +15	+5	-	-	-

Megjegyzés: A csillaggal (*) jelölt értékek statisztikailag is igazolhatók.

Forrás: a kérdőíves értékek és az FADN-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

2. táblázat
A precíziós gazdálkodás termelési értékre gyakorolt hatása
 (M. e.: százalék)

Növény	Hipotézis	Kérdőív alapján	Kontrollcsoport-hoz viszonyítva			Üzemen belül
		Gazda észlelése	45 üzem (1 év)	17 üzem (3 év)	17 üzem (3 év, kontroll-csoport-szűkítés)	17 üzem (3 precíziós előtti, 3 utáni év)
Őszi búza	Nagyobb	+5 – +15	+13	+10	+8	+38
Kukorica	Nagyobb	+5 – +15	+16	+11	+13*	+42
Napraforgó	Nagyobb	+5 – +15	+11	+3	+7*	+32
Őszi káposztarepce	Nagyobb	+5 – +15	+24	–	–	–
Őszi árpa	Nagyobb	+5 – +15	+13	–	–	–

Megjegyzés: A csillaggal (*) jelölt értékek statisztikailag is igazolhatók.

Forrás: a kérdőíves értékek és az FADN-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

dálkodást folytató üzemeknél a termelési költség alacsonyabb, mint a hagyományos termesztési technológiát alkalmazóknál, az esetek többségében igazolást nyert.

A gazdák várakozásai szerint a precíziós technológia alkalmazása a termelési költségben 5-15 százalékos csökkenést jelent az egyes növénykultúráknál, kivéve a napraforgót. A 45 precíziós gazdálkodást folytató üzem termelési költségének kontrollcsoport-hoz viszonyított alacsonyabb értékét nem tudtuk kimutatni, mivel ezeknél az üzemeknél mind az öt növény esetében 3-23 százalékos termelésiköltség-emelkedés következett be. Ez részben az intenzív gazdálkodásra való áttérés okozta magasabb inputigénynek tulajdonítható. Legnagyobb mértékben, több mint 15 százalékkal a kukorica és az őszi káposztarepce termesztésének termelési költsége nőtt, míg a napraforgó termelési költsége változott legkevésbé (+3 százalék). A második számítási változatban a precíziós gazdálkodást végzők termelési költsége búzánál 1, kukoricánál 5 és napraforgónál 8 százalékkal maradt el a kontrollcsoport-hoz viszonyítva.

Ugyanezen üzemeknél a szűkített kontrollcsoport-hoz viszonyítva az eredménye-

ket a kukorica termelési költségében jelentős különbség nem volt kimutatható a hagyományos üzemekhez képest. Búzánál és napraforgónál a termelési költségek 2-3 százalékkal csökkentek a precíziós gazdálkodást folytatók körében.

A 3. táblázatból látható az is, hogy a precíziós gazdálkodást folytató üzemek termelési költségei önmagukhoz képest jelentősen emelkedtek. Búza esetében 47, a kukoricánál 30 és a napraforgónál 26 százalékos termelésiköltség-bővülés mutatható ki. Itt szintén az optimális technológiára való áttérés okán megnövekedett inputanyagköltség volt meghatározó.

Összességében a minimum- és maximumértékeket nézve megállapítható, hogy a precíziós gazdálkodást végzők körében egyértelműen nem jelenthető ki, hogy a termelési költségek csökkennének, hiszen a búzánál –3 és +47, a kukoricánál –5 és +30, a napraforgónál –8 és +26 százalék között változtak a termelési költségek. Azonban látható az is, hogy ha valaki az áttérést megelőzően extenzív technológiával gazdálkodik, akkor a termelési költségek jóval nagyobb mértékben emelkedhetnek (maximum százalékos értékek), míg az intenzív

3. táblázat
A precíziós gazdálkodás termelési költségre gyakorolt hatása
 (M. e.: százalék)

Növény	Hipo- tézis	Kérdőív alapján	Kontrollcsoport hoz viszonyítva			Üzemen belül
		Gazda észle- lése	45 üzem (1 év)	17 üzem (3 év)	17 üzem (3 év, kontroll- csoport- szűkítés)	17 üzem (3 precíziós előtti, 3 utáni év)
Őszi búza	Kisebb	-15 -- -5	+9	-1	-3	+47
Kukorica	Kisebb	-15 -- -5	+23	-5	0	+30
Napraforgó	Kisebb	-15 - +15	+3	-8	-2	+26
Őszi káposztarepce	Kisebb	< -5	+19	-	-	-
Őszi árpa	Kisebb	-15 -- -5	+9	-	-	-

Forrás: a kérdőíves értékek és az FADN-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

technológiát folytatóknál – növénykultúrától függően – a termelési költségek 3-8 százalékkal csökkenhetnek.

Az önköltséggel kapcsolatban azzal az előfeltevéssel éltünk, hogy a precíziós gazdálkodást folytató üzemek önköltsége alacsonyabb, mint a hagyományos termesztési technológiát alkalmazóké, amelyet az esetek többségében igazolni is tudtunk.

Az első számítási változatnál a precíziós gazdálkodást folytató 45 üzem és a kontrollcsoport önköltségadatai között a kukoricánál nem jelentkezett különbség, búzánál és őszi árpánál azonban 6-7, őszi káposztarepce-nél 1 százalékos önköltségcsökkenést lehetett kimutatni. A 4. táblázatból látható, hogy a precíziós technológiát alkalmazó üzemeknél legjobban a napraforgó önköltsége mérséklődött (-10 százalék).

A három éve precíziós gazdálkodást végzőknél az önköltség búzánál és napraforgónál 17, kukoricánál 13 százalékkal csökkent a kontrollcsoporthoz viszonyítva. A szűkített kontrollcsoporthoz képest is jelentős különbségek adódtak az önköltségben. Búzánál a precíziós gazdálkodás 17 százalékkal alacsonyabb önköltséget jelentett. A kukorica- és a napraforgó-termesz-

tők között 8-14 százalékkal mérsékeltebb önköltségértékek jelentkeztek a hagyományos gazdálkodókkal szemben, ami statisztikailag is igazolható volt.

A precíziós gazdálkodást folytató üzemek önköltsége a technológiaváltást követően nőtt. Ennek oka leginkább az lehet, hogy a gazdaságok korábban extenzíven gazdálkodtak. A precíziós gazdálkodásra való átérés intenzív gazdálkodást hozott, ami az inputanyagköltségeket, így az önköltséget is megemelte. Búza esetében 29, kukoricánál 22 és napraforgónál 20 százalékos önköltség-emelkedés történt, vagyis ebben az esetben a hipotézisünk nem igazolódott.

Összességében a minimum- és maximumértékeket nézve megállapítható, hogy a precíziós gazdálkodást végzők körében az önköltség búzánál és napraforgónál akár 17 százalékkal, kukoricánál akár 13 százalékkal csökkenhet, de növekedhet is 20-29 százalékkal.

Hipotézisünk alapján azt vártuk, hogy vizsgálataink a precíziós gazdálkodást folytató üzemek esetében magasabb ágazati eredményt igazolnak a hagyományos termesztési technológiát alkalmazókhoz képest. Az 5. táblázatból leolvasható, hogy ez

A precíziós gazdálkodás önköltségre gyakorolt hatása

4. táblázat

(M. e.: százalék)

Növény	Hipo- tézis	Kérdőív alapján	Kontrollcsoport-hoz viszonyítva			Üzemen belül
		Gazda észlelése	45 üzem (1 év)	17 üzem (3 év)	17 üzem (3 év, kontroll- csoport- szűkítés)	17 üzem (3 precíziós előtti, 3 utáni év)
Őszi búza	Kisebb	–	–7	–17	–17*	+29
Kukorica	Kisebb	–	0	–13	–8*	+22
Napraforgó	Kisebb	–	–10	–17	–14*	+20
Őszi káposztarepce	Kisebb	–	–1	–	–	–
Őszi árpa	Kisebb	–	–6	–	–	–

Megjegyzés: A csillaggal (*) jelölt értékek statisztikailag is igazolhatók.

Forrás: a kérdőíves értékek és az FADN-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

a várakozásunk a legtöbb esetben teljesült. Ráadásul az is megállapítható, hogy a korábbi tényezőkhöz képest az ágazati eredményeknél jelentkezik százalékosan a legnagyobb előny.

Mivel a kérdőíves felmérésben nem térünk ki az ágazati eredmény kérdésére, ezért a gazdák ágazatonkénti észlelésével nem tudjuk összevetni a számításainkat.

A 45 precíziós gazdálkodást folytató üzem eredményei a kontrollcsoport-hoz viszonyítva egyedül a kukorica esetében csökkentek (–17 százalék). Búzánál és napraforgónál a precíziós üzemek 23-28 százalékkal, míg az őszi káposztarepcénél és az őszi árpánál 30-40 százalékkal realizáltak magasabb ágazati eredményt.

A három éve precíziós gazdálkodást végző 17 üzemnél az ágazati eredmény búzánál 44, kukoricánál 59 és napraforgónál 34 százalékkal nőtt a kontrollcsoport-hoz képest. A szűkített kontrollcsoport-hoz viszonyítva a kukorica és a búza ágazati eredménye 43-44 százalékkal meghaladta a hagyományos üzemekét, ami kukorica esetében statisztikailag is igazolható volt. Napraforgónál az ágazati eredménytöbblet 29 százalék volt a kontrollcsoport-hoz viszonyítva.

Az 5. táblázatból leolvasható az is, hogy a precíziós gazdálkodásra áttért üzemek ágazati eredménye búza esetében 133, a kukoricánál 105 és a napraforgónál 52 százalékos növekedést mutatott a technológiaváltást követően. Az ágazati eredmény növekedésére azonban a precíziós technológiára való áttérésen túl számos egyéb tényező is hatással volt. A helyspecifikus technológia előnyeinek számszerűsítésekor ezen tényezők eredményre gyakorolt hatása nem minden esetben volt elkülöníthető a precíziós technológiával elérhető jövedelemtöbblettől.

Összességében a minimum- és maximumértékeket nézve megállapítható, hogy a precíziós gazdálkodást végzők körében a kukoricatermesztés kivételével az ágazati eredmények emelkedtek, azaz búzánál 23-133 százalékbán, napraforgónál pedig 28-52 százalékbán növekedtek az ágazati eredmények.

KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgálatok eredményeit összegezve megállapítható, hogy a búza hozamánál 7-17 százalékos, a kukoricánál 2-9 százalékos,

5. táblázat
A precíziós gazdálkodás ágazati eredményre gyakorolt hatása
 (M. e.: százalék)

Növény	Hipotézis	Kérdőív alapján	Kontrollcsoport-hoz viszonyítva			Üzemen belül
		Gazda észlelése	45 üzem (1 év)	17 üzem (3 év)	17 üzem (3 év, kontrollcsoport-szűkítés)	17 üzem (3 precíziós előtti, 3 utáni év)
Búza	Nagyobb	–	+23	+44	+43	+133
Kukorica	Nagyobb	–	–17	+59	+44*	+105
Napraforgó	Nagyobb	–	+28	+34	+29*	+52
Őszi káposztarepce	Nagyobb	–	+40	–	–	–
Őszi árpa	Nagyobb	–	+30	–	–	–

Megjegyzés: A csillaggal (*) jelölt értékek statisztikailag is igazolhatók.

Forrás: a kérdőíves értékek és az FADN-adatok alapján készült az AKI Horizontális Elemzési Osztályán

a napraforgónál 6-10 százalékos többletet eredményez a technológiaváltás, miközben a repcénél és az őszi árpánál nem sikerült a rendelkezésre álló adatok birtokában ilyen megállapítást tenni.

A termelési érték tekintetében magasabbak az említett arányszámok, a búzánál 8-38 százalékos, a kukoricánál 11-42 százalékos, a napraforgónál 3-32 százalékos többletérték mutatkozik. A többletértéket jellemző, esetenként széles intervallumokat az magyarázza, hogy a precíziós technológia előnyei nagyban függenek az adott év időjárásától, a termőhelyi adottságoktól, valamint a gazdálkodás színvonalától. A helyspecifikus gazdálkodás előnyei elsősorban a kedvezőtlenebb adottságú időszakokban és heterogén területeken mutathatók ki, ahol a hagyományos műveléssel a hozampotenciálhoz viszonyítva csak korlátozott eredmények érhetők el.

A precízebb technológia, a ráfedés- és kihagyásmentes művelés eredményeként általában véve azt várnánk, hogy az áttéréssel csökken az inputfelhasználás. Vizsgálataink ennek éppen az ellenkezőjét támasztották alá, a hozamokhoz hasonlóan az

inputfelhasználás szintjében is jellemzően többlet mutatkozott. A búzánál –3 és +47 százalék, a kukoricánál –5 és +30 százalék, a napraforgónál –8 és +26 százalék között változott az egy hektárra vetített termelési költség a hagyományos technológiához képest. Azonban fontos hangsúlyozni, hogy ez nem a technológia hiányossága, hanem pontosan a számszerűsített megtérülés melletti intenzitásnövelés eredménye.

Az önköltség tekintetében már valamivel alacsonyabbak a precíziós technológia többletráfordításai, sőt a ráfordítások csökkenése is nagyobb eséllyel következhet be. Ez magától értetődő, hiszen hozamnövekedés történik, amelynek eredménye, hogy a termékegységre eső költség mérséklődik. A búzánál –17 és +29, a kukoricánál –13 és +22, a napraforgónál –17 és +20 százalék közötti különbség mutatható ki a szántásos műveléshez képest.

Amennyiben a ráfordítások növekedését a termelési érték növekedése meghaladja, úgy javul az ágazat jövedelme. A búzánál és a napraforgónál vizsgálataink szerint ez egyértelműen így alakul, előbbinél 23-133 százalékos többletjövedelem, utóbbi-

nál 28-52 százalékkal nagyobb eredmény realizálható. A kukoricánál nem minden esetben következett be jövedelemnövekedés, így itt előfordulhat akár a 17 százalékos kiesés, de akár a 105 százalékkal magasabb jövedelem is.

A precíziós technológia eredményes alkalmazásához nem elegendő a precíziós képességekkel rendelkező erő- és munkagépek beszerzése, illetve a megfelelő inputanyagok felhasználása. Nem homogén technológiáról van szó, amely bármely körülmények között ugyanúgy működik, hanem az egyes technológiai műveleteket a helyi természeti adottságokhoz (pl.: talajadottságok, domborzati viszonyok) szükséges adaptálni. A kívánatos eredmények eléréséhez komoly szakismeretek szükségesek, mindenképpen szaktanácsadás mellett javasolt a technológia bevezetése. A remélt előnyök megjelenése is a technológia megfelelő alkalmazását követően várható.

A technológia hatására növekvő inputfelhasználás – amely a szakirodalommal

egyébként összeesengő megállapítás – magyarázata, hogy Magyarországon az inputfelhasználás szintje egyébként is jellemzően alacsony, így modern művelési módra való áttéréssel a kívánatos hozamok elérése érdekében az inputfelhasználás intenzitását növelni szükséges.

A kutatás során arra a megállapításra jutottunk, hogy jelenleg nincs olyan egységesen kialakult szabályrendszer a technológia alkalmazását illetően, amelyet ha a gazdálkodó adaptál, azzal mindenképpen realizálja a várt előnyöket. Kellő tapasztalat hiányában még nincsenek meg a környezeti és gazdasági optimumok: meddig érdemes növelni az inputanyag-felhasználás mértékét a jobb minőségű talajokon, illetve miként juttassák ki az inputanyagokat a rosszabb termőképességgel rendelkező területekre, azaz növeljék-e az inputok mennyiségét, avagy a minimálisra csökkentésük azt. Az egységes „szabály” kialakítása az elkövetkező kutatások témája.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- (1) AUERNHAMMER, H. (2001): Precision farming – the environmental challenge. *Computer and Electronics in Agriculture*, 30: 31–43. pp. – (2) BLACKSHAW, R. E. – O'DONOVAN, J. T. – HARKER, K. N. – CLAYTON, G. W. – STOUGAARD, R. N. (2006): Reduced herbicide doses in field crops: A review. *Weed Biology and Management*, 6: 10–17. pp. – (3) BORA, G. C. – NOWATZKI, J. F. – ROBERTS, D. C. (2012): Energy savings by adopting precision agriculture in rural USA. *Sustainability and Society*, 2 (22) – (4) CHAVAS, J. P. (2008): A cost approach to economic analysis under state-contingent production uncertainty. *American Journal of Agricultural Economics*, 90 (2): 435–446. pp. – (5) EIP-AGRI (2015): Precision Farming Final Report. – (6) GANDONOU, J. M. – DILLON, C. – HARMAN, W. – WILLIAMS, J. (2004): *Precision farming as a tool in reducing environmental damages in developing countries: a case study of cotton production in Benin*. American Agricultural Economics Association. Annual Meeting. – (7) JACOBSEN, L-B. – PEDERSEN, S. M. – JENSEN, H. G. – KIRKETERP-SCAVENIUS, I. M. (2011): Socioeconomic impact of widespread adoption of precision farming and controlled traffic systems. *Future Farm Project*, 1–24. pp. – (8) LENCSES E. – TAKÁCS I. – TAKÁCS-GYÖRGY K. (2014): Farmers' perception of precision farming technology among Hungarian farmers. *Sustainability*, 6: 8452–8465. pp. DOI 10.3390/su6128452 – (9) LOWENBERG-DEBOER, J. – SWINTON, S. M. (1997): Economics of site-specific management in agronomic crops. In PIERCE, F. J. – SADLET, E. J. (eds.): *The State of Site-specific Management for Agricultural Systems*. Madison WI: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America and Soil Science Society of America, 369–396. pp. – (10) RIDER, T. W. – VOGEL, J. W. – DILLE, J. A. – DHUYVETTER, K. C. – KASTENS, T. L. (2006): An economic evaluation of site-specific herbicide application. *Precision Agriculture*, 7: 379–392. pp. – (11) SCHIEFFER, J. – DILLON, C. (2014): The economic and environmental impacts of precision agriculture and interactions with agro-environmental policy. *Precision Agriculture*, 16: 46–61. pp. – (12) SINKA A. – MESTERHÁZI P. Á. (2014): Effects of precision farming in large scale farming practice. *Journal of Central European*

Green Innovation, 2 (4): 119–128. pp. – (13) SINKA A. – TAKÁCSNÉ GYÖRGY K. (2010): A sávpermetezés jelentősége a kukorica gyomszabályozásában. In LUKÁCS G. – SÜRÜ B. (szerk.): *Gazdaságosság és/vagy biodiverzitás*. LII. Georgikon napok kivonatkötete. Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 1–10. pp. – (14) SULYOK D. (2005): Különböző talajművelési rendszerek agronómiai és ökonómiai értékelése. *Agrártudományi Közlemények*, 16: 255–258. pp. – (15) TAKÁCSNÉ GYÖRGY K. (2010): Precíziós növénytermelés növényvédő szer használatának gazdasági hatásai. *Gazdálkodás*, 54 (4): 368–376. pp. – (16) TAKÁCSNÉ GYÖRGY K. (2011): *A precíziós növénytermelés közgazdasági összefüggései*. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest – (17) TAKÁCSNÉ GYÖRGY K. – SINKA A. – LENCSE E. (2011): A sávpermetezés gazdasági összefüggései – üzemi tapasztalatok alapján. In: LUKÁCS G. (szerk.): *Fenntarthatóság és versenyképesség?* LIII. Georgikon Napok. Kivonatkötet. Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, 717–731. pp. – (18) TAKÁCSNÉ GYÖRGY K. – SZÉLL E. – LENCSE E. (2009): Kukorica gyomirtási technológiák gazdasági értékelése. *Agrofórum Extra*, 27: 72–75. pp. – (19) WEISS, M. D. (1996): Precision farming and spatial economic analysis: Research challenges and opportunities. *American Journal of Agricultural Economics*, 78 (5): 1275–1280. pp. – (20) WOLF, S. A. – BUTTEL, F. H. (1996): The political economy of precision farming. *American Journal of Agricultural Economics*, 78 (5): 1269–1274. pp.

Summary

THE OUTLOOK FOR RENEWABLE ENERGY PRODUCTION IN HUNGARY

By: Popp, József – Harangi-Rákos, Mónika – Kapronczai, István – Oláh, Judit

Keywords: renewable energy management, biofuel, ethanol, biodiesel, solar power plant.

JEL Classification: Q13.

Overall, Hungarian renewable energy regulation has completely changed in recent years. In the new support system, biomass (primarily firewood) and geothermal energy play a significant role. Hydropower generation has been stagnating for decades, there is no prospect of installing new wind power plants, but the incidence of solar panels for home power systems is growing steadily. In Hungary, biomass has the highest potential among the different renewable energy sources but, in the future, more emphasis should be put on the cultivation of energy crops and on the use of agricultural by-products rather than using forest biomass for space heating and cooking. Owing to its dependence on energy imports, Hungary will become increasingly vulnerable in the future. It is therefore in its national interest that in the future a major part of domestic electricity consumption should be generated domestically with domestic power plants meeting the threefold objective of energy security, climate protection and competitiveness. By nature, solar and wind energy are strongly variable and highly weather-dependent, so most of the electricity demand will still be produced by fossil, nuclear and other power plants. The electricity supply of a country cannot rely almost exclusively on the use of renewable energy and Hungary cannot give up different forms of power generation. Under the new renewable electricity generation scheme, renewable electricity is sold on the market and stakeholders have a reasonable chance of earning more on their investments than in earlier periods. The purpose of the new support scheme is to maintain the transparency and increase the share of renewable energy sources while ensuring competition. Among other things, the development of the domestic biogas industry is hampered by a low subsidised price for a limited period of time, the lack of irrigation opportunities (for double cropping) and the permit procedure for biogas plants.

COMPARATIVE ANALYSIS OF PRECISION AND CONVENTIONAL ARABLE CROP PRODUCTION

By: Molnár, András – Kiss, Andrea – Illés, Ivett – Lámfalusi, Ibolya

Keywords: precision arable crop production, efficiency, sustainability, return on investment.

JEL Classification: Q10.

The questionnaire survey carried out among 1000 arable crop farms registered by FADN of the Research Institute of Agricultural Economics confirmed that the spread of site-specific arable crop production in Hungary has accelerated over the past two-three years, but the technological application is not widely used. Studies based on the financial and management data of precision farms have shown that precision farming resulted in yield surplus and higher profitability for the main arable crops (winter wheat, maize,

sunflower, oilseed rape), and in many cases, it had cost benefits compared to the traditional cultivation. As a result of the more precise technology and the reduced overlapping cultivation, it would be generally expected that the technological change would reduce the input usage. Our examinations have just confirmed the opposite; as for yields, there was a surplus in the level of input usage for farms that had changed to precision technology. However, in most cases, the increase in yields was significantly higher than the increase in expenditures, which resulted a significant increase in profits. The purchase of machines with precision capabilities and the use of the right input is not enough for the effective application of precision technology. It is not a homogeneous technology which brings the same results under any circumstances if applied the same application way. It is important to emphasise that individual technology operations need to be adapted to the local natural conditions. Serious professional skills are needed to achieve the desired results, so introducing the technology with the help of an agricultural consultant is advisable. Expected benefits can be reached only by the appropriate use of the technology.

DIRECT SUPPORT ROLE FOR THE OPTIMISATION OF ARABLE CROP PRODUCTION

By: Csipkés, Margit

Keywords: linear programming, income variant, the structure.

JEL Classification: Q14.

Linear programming can be used to determine an optimal sowing facility that meets the requirements for greening and maximises the use of support options to provide the largest income for the farmer. My overall goal is to maximise the potential income besides the farm size. The first specific objective is to look at the competitiveness of green peas, with the support of the production of industrial vegetable crops linked to production, and its reduced scale. The second specific objective is the definition of the land lease economy with determined available capital and rent on land. My third specific goal was to determine the impact of subsidies on income.

JEL (JOURNAL OF ECONOMIC LITERATURE) CLASSIFICATION OF SCIENTIFIC ARTICLES PUBLISHED IN 'GAZDÁLKODÁS' BETWEEN 2000 AND 2014

By: Hegyi, Judit – Vincze, Judit – Troján, Szabolcs

Keywords: Gazdálkodás scientific journal on agricultural economics, scientific article, JEL classification system, category group.

JEL Classification: Q19.

Contents of all scientific articles published in the agricultural economic journal called *Gazdálkodás* between the years 2000 and 2014 were examined. The scientific publications were classified into groups based on the categories of the JEL (Journal of Economic Literature) classification system. The system is suitable for classification and categorisation of scientific articles which were written in the field of economics. There 20 category groups in the JEL system. Five category groups were used for classification of articles published in *Gazdálkodás* during the period under review, which were the following: J (Labour and Demographic Economics), N (Economics History), O (Economic Develop-