

Innováció sikeres bevezetésének kérdései a mezőgazdaságban – Precíziós növénytermelés⁸

Prof. Dr Takácsné György Katalin

Egyetemi tanár, Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar
takacsnegyorgy.katalin@kgk.uni-obuda.hu

Prof. Dr. Takács István

Egyetemi tanár, Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar
takacs.istvan@kgk.uni-obuda.hu

Absztrakt: A precíziós gazdálkodás a mezőgazdaságban olyan műszaki, informatikai, információs technológia és természetstechnológiai alkalmazások összességét jelenti, melynek célja a szántóföldi növénytermesztést, valamint a mezőgazdasági gépiüzem szervezését hatékonyabbá tétel. Ezen megközelítésből kiindulva a tanulmány taglalja a precíziós technológia összességét, mint innovációt, továbbá kísérletet tesz – a szerzők korábbi munkájára alapozva – egy lehetséges innovációs modell felállítására. A XXI. századra a hajtóerő megváltozott és a hozambizonytalanság csökkentése került előtérbe, természetesen tekintettel a globális kihívásokra, így az élelmezésbiztonsági és az élelmiszerbiztonsági kihívásokra. Kérdés, hogy a fejlődés lényegét jelentő újdonságok bevezetése, elterjedése milyen gyorsan zajlik, a gazdálkodói oldalon milyen tényezők befolyásolják az alkalmazását, mennyiben lehet az adaptációt elősegíteni. A precíziós növénytermesztés számos eleme az eszközrendszer oldaláról rendelkezésre áll a köztermesztésben, az alkalmazásához szükséges ismeret és tudás, menedzsmenti elkötelezettség már kritikus tényező a sok esetben jellemző forráshiányon túl. További hiátus az együttműködési hajlandóság hiánya mind az értéklánc, mind termelők között.

Kulcsszavak: digitalizáció, diffúzió, humán tényező szerepe

⁸ A tanulmány nagyban épít a szerzők korábban megjelent alábbi munkáira:
Takácsné, György K (2011): A precíziós növénytermelés közgazdasági összefüggései. Budapest. Szaktudás Kiadó Ház. 241 p.
Takácsné, György K ; Takács, I (2018): Precíziós mezőgazdaság In: Mizik, T. (szerk.) Agrárgazdaságtan II. : Az agrárfejlesztés mikro- és makroökonómiája. Budapest. Akadémiai Kiadó. 446 p. pp. 211-228.
Takács-György, K., Takács, I. (2022): Towards climate smart agriculture: How does innovation meet sustainability? ECOCYCLES 8(1) pp. 61-72.

1 Precíziós növénytermesztés lényege

A precíziós technológia, mint agrárinnováció egyes művelési elemei közel három évtizede jelentek meg a gyakorlatban. A fogalommal kapcsolatban számos értelmezés lelhető fel a szakirodalomban. Jelen tanulmány szempontjából a precíziós növénytermesztés lényege, 3 pillérré Grisso (Grisso, B., Alley, M., McLellan, P., Brann, D., Donolue, S., 2009) a következőképpen határozható le:

- információ (talajadottságok, fajtulajdonságok, időjárási paraméterek és előrejelzések, a kártevőszervezetek jelenléte, fejlődési dinamikájuk, múltbéli és tervezett hozam adatok – menedzsmentzónánként), közgazdasági, piaci információk);
- technológia (gépek vezérlése (GPS helymeghatározással), térinformatika, szenzorok stb.);
- döntéstámogatás (adatbázisok, összefüggések az inputok és hozamok között, helyismeret, adatbázisokra épülő elemzések, gazdaságmatemaziaki módszerekkel történő termelés optimalizálás).

A térinformatika (GPS) és a földrajzi információs rendszer (GIS) táblán belüli alkalmazása teszi lehetővé a menedzsment-zónánkénti növénytermesztést. Egyik irány a menedzsment-zónánkénti ráfordítás-hozam optimalizálás (mely a termelési függvényekre alapozódik) és a legnagyobb eredmény elérését teszi lehetővé, míg másik irányaa ráfordítások minimalizálása, a költségek csökkentése. Az irányítási rendszer folyamata a következő:

1. Adatfelvételezés: a táblára, táblarészekre vonatkozó adatok mérése és rögzítése, ami történhet múltbéli dokumentáció (off-line) vagy valós idejű adatfelvételezéssel (real-time, on-line).
2. Adatgyűjtés és tárolás: az adott táblára, menedzsment-zónákra vonatkozó adatok összegyűjtése (meghaladva a táblatrözkönyvi részletességet).
3. Adatfeldolgozás: hasznos információk szolgáltatása a döntéshozatal számára (ez történhet szolgáltató által).
4. Döntéshozatal: egyes műveletekre lebontott részletességgel határozza meg a termesztési technológiát, továbbá a talajművelés, a vetés, a tápanyag-utánpótlás, a szárítás, a betakarítás és egyéb műveletek egyes részleteit. Ezen alapul utána géprendszer és gtechnológia beállítása.
5. Művelet elvégzése: a döntéshozatal eredményének gyakorlati megvalósítása, a technológia kivitelezése.

Mint minden újdonság bevezetésekor, itt is megfigyelhető a gyakorlati bevezetés során az innováció elterjedését meghatározó, elméletben leírt faktorok sokasága. Számos szerző mellett korábbi tanulmányainkban részletesen mi is foglalkoztunka témával és hangsúlyoztuk a gazdaság vezető meghatározó szerepét az innováció elterjedésében. (Batte, M. – VanBuren, F. 1999, Székely, Cs., Kovács, A., Györök, B. 2000, Pedersen S.M et al., 2004,

Nábrádi A., 2010, Takácsné György K., 2011, Carayannis, E.G. et al., 2012, Wright B.D., 2012, Lencsés E., 2013, Takács-György, K. et al., 2013, Gaál, M. et al., 2017, Popp, J. et al., 2018, Takácsné, György K. et al., 2018, Maciejczak, M., Faltmann, J., 2018, Dobos J., Benedek A., 2021). A kérdéssel a jelzett tanulmányok bővebben foglalkoznak, itt a menedzsment színvonala – a gazdálkodó ismerete, az újdonsággal és a környezettudatossággal, fenntarthatósággal, együttműködéssel kapcsolatos attitűdje – jelentőségét emeljük ki.

A fenti gondolat menetből kiindulva értelmezésünkben olyan új gazdálkodási stratégiáról kell beszélni 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 (menedzsment-zóna) adottságokra alapozva történik az inputok tervezése, kijuttatása és a hatékonyság nyomonkövetése. A hatékonyság és a gazdasági összefüggések (költség-haszon elemzések) alapját a hozammérő betakarítás adja meg. A dokumentálás egyben a nyomonkövethetőséget – élelmiszerbiztonság – is megalapozza. Ebben az értelemben a precíziós gazdálkodás új filozófiát jelent. Ez a gondolat megfogalmazásra került 2014-ben, az EIP-AGRI Focus Group on Precision Farming összegző értékelésében (EIP-AGRI Focus Group, 2014)

Fontos kiemelni, hogy maga a precíziós technológia értékelhető a társadalmi fenntarthatóság szempontjából is, hiszen az élelmiszerellátás és annak biztonsága függ a megtermelt élelmiszermennyiségtől, minőségtől. míg a gazdasági fenntarthatóság üzemi szinten is kell, hogy teljesüljön. Minél hatékonyabb az erőforrások felhasználása (itt elsődlegesen a termőföld, mint korlátozott erőforrás hatékonysága kerül előtérbe) annál inkább kerül a mezőgazdasági termelés a növekvő és változó igény kielégítéséhez. A precíziós technológia környezeti fenntarthatóság szempontjából vett kérdéseit közel három évtizede taglalja a szakma és egyértelműen bizonyított a kemikália felhasználás csökkentése révén a környezetterhelés csökkenése (Bongiovanni R., Lowengerg-DeBoer J. 2004, Takácsné György K., 2011, Maciejczak, M., Faltmann, J., 2018).

2 A precíziós növénytermelés, mint innováció

A XXI. században az innováció, a mezőgazdaság műszaki fejlesztése meghatározó eleme a versenyképes gazdálkodásnak, a fejlődés mozgatója az innováció. Az 1950-es években az innováció egyedi termék (technológia) fejlődés eredménye volt, amelynek forrásai az elszigetelten végrehajtott kutatások voltak. Az új évezredben az innováció a tudás alkalmazásának folyamatát jelenti. Innováció alatt értendő a termékek és szolgáltatások, valamint ezek piacainak megújítása és

növelése; új eljárások alkalmazása a termelésben, az elosztásban és a piaci munkában, a menedzsmentben, a szervezetekben és a munkafeltételekben; a munkaerő szakmai ismereteinek bővítése és megújítása (European Commission, 2004). Ha szigorúan nézzük az innováció megjelenési formáit, visszaköszönni láthatjuk Schumpeter, a XIX. század első felének neves közgazdásza gondolatait, miszerint az innováció a termelési tényezők új kombinációja. 5 alap innováció megjelenési formát különböztetett meg: új termék előállítás; új termelési, értékesítési eljárás alkalmazása; új piac megnyitása; új beszerzési források; új szervezet létrehozása (Schumpeter J.A., 1939).

Az innováció fogalma alatt mást ért a gyakorlati szakember, mást a felhasználó, a gazdaságpolitikus és az egyszerű ember. A következőkben innováció alatt az új Oslo kézikönyv szerinti értelmezést értjük. E szerint innovációs tevékenységnek tekintendő: mindazon tudományos, technológiai, szervezési, pénzügyi és kereskedelmi lépés, amely az innováció megvalósítását ténylegesen szolgálja vagy irányítja.

A mezőgazdaság műszaki fejlesztés során biológiai tényezők (fajtanemesítés, biológiai alapok fejlesztése (rezisztencia-, szárazságtűrés-nemesítés, biotechnológia, GMO stb.) ismeretén alapul a fejlődés. A kémiai ipar (az új hatóanyagok alacsonyabb dózisu, de drasztikus hatású, tartós hatásmechanizmusú stb., mesterséges kemikáliák fejlesztését adja. Megfelelő kijuttatási technológia mellett a környezetterhelés csökkenését eredményez, de ha nem megfelelően alkalmazzák, magas környezeti és humánegészségügyi kockázatot jelent, szintén társadalmi feszültségeket generálva. A technikai innováció során a gépek, az eszközzrendszer, a digitalizáció (offline-online precíziós növénytermelés [GPS]) által lehetővé tett precíziós technológia térnyerése egyrésztől megváltoztatta a munkaerő-szükségletet (mennyiség, képzettség és készség szinteken), másrészt felveti annak kérdését, hogy hogyan lehet helyesen alkalmazni a magas értéket képviselő eszközöket, technológiát. Itt érekezzünk el az emberi tényezők szerepéhez. A technológiai tudás, szervezés, a menedzsment képességek, a készségek stb. mellett megjelenik az együttműködési hajlandóság szükségessége is a gyakorlatban (elsődlegesen a magas eszközértéket képviselő, nagy terüelteljesítményű eszközök megfelelő hatékony alkalmazására) is. Az oktatás szerepe, a kompetencia, a tudás megszerzésére való képessége, az új, digitális platformok és az innovatív megoldások átvétele/alkalmazása is egyre fontosabb tényezője a fejlődésnek.

A mezőgazdaság fejlődésének egyik kulcseleme, hogy az innovatív technológiák/technikák milyen módon válnak ismertté, alkalmazottá, elterjedté. (Wright B.D., 2012). 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.

Üzemi alkalmazása új, rendszerszemléletű menedzsment ismereteket követel meg, míg a táblaszintű munkavégzés előtérbe kerülése a munka közvetlen végzőjétől, továbbá az üzem vezetőjétől is szemléletváltást, másfajta elkötelezettséget igényel. A gazdaság egészében bevezetésre kerülő, megváltozott munkaszervezés szervezeti innovációnak is tekinthető. A precíziós növénytermelés kimeríti a szervezeti innováció fogalmát is, hiszen a technológiához szükséges térképek, nyilvántartások elkészítésével változik az elvégzendő feladatok köre, amelyet a munkaszervezés során figyelembe kell venni.

A precíziós gazdálkodás lehetőségeinek a minél szélesebb kihasználása szükségessé teszi termelők közötti együttműködést, továbbá az értéklánc mentén meghatározó szereppel bíró integrátorok jelenlétét (Takács, I., 2000, Lawson, L. G., et al., 2010, Baranyai Zs et al., 2011, Takács, I et al., 2012, The Pesticide Risk Reduction Program, 2014). Az innovációs lánc szereplői közötti folyamatos, kétirányú kommunikáció egyre fontosabbá válik, illetve nő annak a szerepe, hogy milyen módon lehet megszólítani a technológiát nem ismerő, nem alkalmazó termelők minél szélesebb körét (Kirketerp-Scavenius, I. – Pedersen, S.M., 2010).

3 A precíziós növénytermelés innovációs modellje

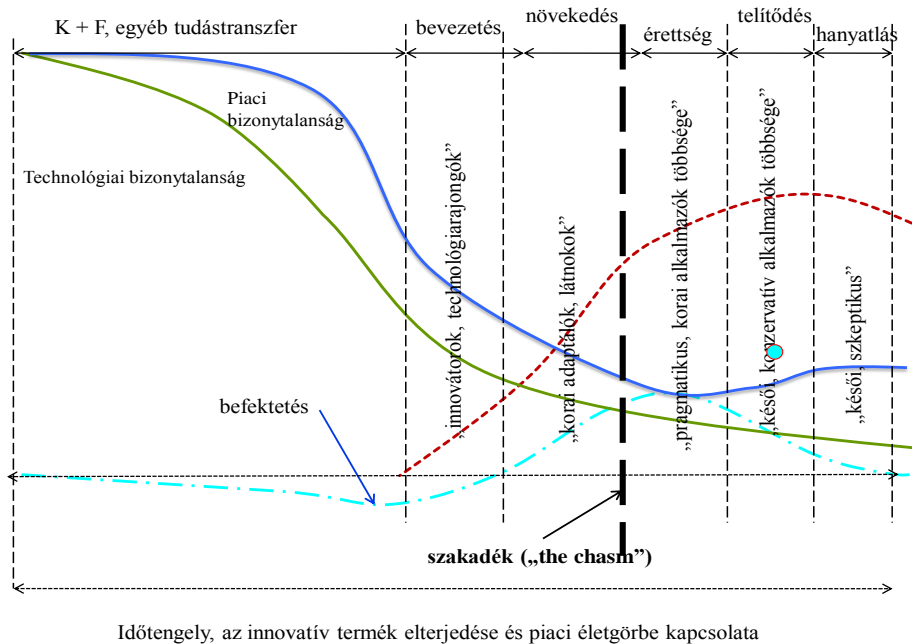
A precíziós növénytermelés műszaki-technológiai hátterének kialakítása, mint innováció, a szükségletteremtő modell segítségével írható le, a technológiai nyomás a gyártó és forgalmazó szervezetek részéről erős. A fejlesztés (az innováció) folyamatos, jellemző – és a környezettudatos gazdálkodás igényének növekedésével várhatóan erősödni fog – az elterjedésben a szükségletkövető jelleg („market pull”). A számítástechnikán alapuló, online dokumentáció megteremti annak a lehetőségét, hogy a „földtől az asztalig” nyomon követhető legyen az élelmiszer, szolgálva a biztonságos élelmiszer-termelést és ellátást. Mindez igazolja precíziós gazdálkodás helyét a fenntartható gazdálkodás tárházában.

A precíziós növénytermelési technológia gyakorlati elterjedése kevésbé írható le a Rogers-i modellel (Rogers, E.M., 1995) mert az egyes fázisok elnyújtottá válnak, amennyiben a technológia egészét tekintjük a műszaki fejlesztés tárgyának (Takácsné, György K., 2015). Normann Nilesen (Norman Group (n.d.), 2015) az innováció elterjedése szempontjából a klasszikus „innovátorok, technológiai rajongók”, „korai adaptálók, látók”, „pragmatikus, korai alkalmazók többsége”, „késői, konzervatív alkalmazók többsége”, „késői, szkeptikus” csoportosítást átveszi. A szakadék – chasm – az a pont, ahonnan már nemcsak az innovátorok, korai követők, hanem a piac többsége, mint a piac hajtóerői is igénylik magát az újdonságot. Az innováció terjedésének későbbi fázisában a gyakorlatiasság és a konzervativizmus dominál, a felhasználók az adott probléma megoldását várják el, minél alacsonyabb egyéni költség mellett.

A precíziós növénytermelés teljes rendszerének terjedését vizsgálva megállapítható, hogy a sokszereplős (alkalmazók szélesebb többségét alkotó „pragmatikus, korai alkalmazók”, a „késői, konzervatív alkalmazók” és a „késői szkeptikusok”, jellemzően diverzifikált felhasználói oldal olyan eltérő igényekkel bír, amit a gyártók nem tudnak figyelembe venni. A gépgyártók, forgalmazók keresik azokat a megoldásokat, amelyekkel növelhető az eszközök hatékonyságának használata, szolgáltatásaik kiszélesítésével, bér munkavégzéssel és a felhasználói együttműködési formák támogatásával. (A gyakorlati megoldások tárháza széles és részletesebb taglalása meghaladja jelen tanulmány kereteit.)

A fentiek alapján a precíziós növénytermelésre, mint technikai és technológiai innovációra, sajátosan kell értelmezni a Rogers-i tipológiát (1. ábra). Az elterjedést befolyásoló tényezők között meg kell említeni az adott ország mezőgazdaságát jellemző sajátosságok közül többek között a birtokstruktúrát, az eszköz- és tőkeellátottságot, a szolgáltatási/szaktanácsadási hátteret, nem utolsósorban a mezőgazdaságban dolgozók képzettségét, technikai tudását és elkötelezettségét az újdonságok iránt.

A precíziós gazdálkodás, mint innováció egyes elemei is külön „elterjedési életutat futnak be”, részben a szükséges műszaki-technikai fejlesztések, részben az alkalmazhatóságuk „kézzel foghatósága” okán. A precíziós növényvédelem, különösen az „on-the-go” formában történő kórokozók, kártevők elleni védekezés olyan elem, amelynél alapvető az inszekticidek, fungicidek helyspecifikus kijuttatása, a kártevők, kórokozó szervezetek azonosítására alkalmazható technológiák további fejlesztése (a távérzékelés, azaz remote sensing eszközeinek finomítása és a termelők számára történő elérhetőbbé válása). A járműnavigáció, a hozamtérképezés és a helyspecifikus talajmintavétel már elfogadottnak tekinthető a gyakorlatban, a munkagépkormányzás, a differenciált vetés és az automatikus szakaszvezérlés is egyre terjed. Az innováció fókuszába a mikroopterek, a robotok fejlesztése került.



1. ábra: Innovatív technológia terjedése és a piaci folyamatok kapcsolata

Forrás: Norman 1998 alapján, kiegészítve a piaci életgörbe kockázataival, in Takácsné, György K., 2015, 521. o.

A precíziós növénytermelési technológia legtöbb eleme 25-30 évvel köztermesztésbe kerülése után még a szülőhazájában, az Egyesült Államokban is részben a pragmatikus, korai alkalmazók szakaszában tart. Világviszonylatban Növénykultúránként és az egyes államok szintjén is eltérő mértékű az egyes elemek elterjedtsége, de nem lehet széles körrel beszélni. Bár a technológia már kilépett az innovátorok szakaszából, a fejlesztése még napjainkban is folyamatosan folyik, vagyis még jelenleg is vannak a technológiához kapcsolódó K+F tevékenységek. A különbségek legfőbb oka az, hogy a precíziós növénytermelési technológia részegységei önállóan és egymással összekapcsolva is alkalmazhatók. A gyártók részéről adott a “nyomás”, a forgalomba kerülő eszközök a precíziós technológia alkalmazására rendelkeznek a beépített elemekkel – esetleg kiegészítő adapterként bármikor megvásárolhatók –, a forgalmazók (szak)tanácsadással, szolgáltatások nyújtásával jelen vannak nemcsak az eszközpiacon, hanem a termeltetési formációkkal támogatják a technológiai alkalmazását. Mindez azt eredményezi, napjainkban a precíziós technológiai a termelés hatékonyságának a kulcsává vált és egyben versenyképességi tényező. Másként megfogalmazva: aki nem alkalmazza, lemarad.

A gyakorlati elterjedés szempontjából a következő jellemzőkkel illethető Rogers (Rogers, E.M., 1995) 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 a precíziós növénytermelés kevésbé volt kompatibilisnek tekinthető a kezdeti időkben. A szabványok hiánya, az eszközök gyors változása, a köztük lévő inkompatibilitás és néhány esetben a nem eléggé felhasználóbarát eszközök mind gátolták a technológia terjedését. Az ISOBUS protokoll bevezetése, ami standardizált kommunikációt tesz lehetővé a munkagép, a mezőgazdasági eszközök valamint a vezérlést ellátó terminál között, előrelépés volt. A gazdaságok eltérő mérete, pénzügyi lehetőségei, a gépesítettség (a tudatosan kialakított géprendszerek hiánya), továbbá az, hogy maguk a gazdálkodók is különböző ismeretekkel, képességekkel bírnak, továbbá azt eredményezik, hogy üzemi szinten a kompatibilitás hiánya a jellemző.
3. A precíziós növénytermelés alkalmazásának közérthetősége – annak ellenére –, hogy a technológia elemeinek adaptálása nem túl bonyolult, nem egyértelmű. Bevezetése sokkal nagyobb odafigyelést, precíz munkavégzést követel meg, szélesebb információs bázison kell, hogy alapuljon, aminek nem minden gazdálkodó tud megfelelni.
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.) Amennyiben hiányzik a technológia bevezetésének szaktanácsadói támogatása, lassul az elterjedés folyamata. Az ismeretátadás terén a magyarországi gyakorlat számos pozitív elemmel jellemezhető, mint például az évtizedekkel korábban kiépített termelési rendszerek utódai vagy az 1990-es években kiépült szaktanácsadói hálózatok aktív jelenléte.
5. A precíziós technológia bevezetésével elérhető előnyök egy része közvetlenül megfigyelhető (anyagmegtakarítás, költséghatékonyság javulása, hozamnövekedés) a többletráfordításokkal és többletköltségekkel 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. (Takácsné, György K., 2015; 522. o.)

A precíziós technológia további terjedését szolgál(hat)ja annak tudatosítása, hogy jellemzően a kemikália felhasználás racionalizálása okán elérhető környezeti terhelés csökkenés előnyén túl alkalmazásával – gyakran többletráfordítás felhasználással, szigorú technológiai fegyelemmel – többletérték érhető el akár

területegysége, akár a ráfordíthatékonyság szempontjából vizsgáljuk a kérdést. Azonban ennek elfogadása a termelő részéről történik, ő az, aki dönt a technológia egyes elemeinek bevezetéséről, arról, hogy mennyire precízen hajtja végig az egyes műveleteket. A gazdálkodói értékrend (fenntarthatóság iránti elkötelezettség), attitűd a meghatározó. E mögött természetesen megtalálható a menedzsment színvonal kérdése – mint korábban taglalásra került –, de hangsúlyozni szükséges: egy innováció bevezetése a vállalati gyakorlatban attól is függ, hogy a szervezetet alkotó egyének is akarják-e a sikerességet vagy kialakul a változtatással szembeni egyéni és/vagy szervezeti ellenállás.

Következtetések

Változó világban a jövő kulcsa a folyamatos megújulásra való képesség, az innovativitás. A precíziós növénytermelés olyan gazdálkodói stratégia, amely szolgálja a fenntartható fejlődést, alkalmazkodás a változó környezethez. Alkalmazása során a termelők egyidejűleg képesek megfelelni az ökológiai, ökonómiai és társadalmi fenntarthatóság követelményeinek Hosszabb távon mindez az egyik záloga az eredményességnek, a versenyképességnek.

Az (agrár)digitalizáció, az intelligens technológiák adják az alapját az “okos mezőgazdaságnak”. Fontos utalni azokra új irányokra, amelyek jelen vannak napjainkban, mint a klímasemleges okos mezőgazdaság (Climate Smart Agriculture), Agrárgazdaság 4.0, Internet of Things (IoT), az élelmiszerláncbiztonság kérdése, a körforgásos gazdaság (ami valójában visszatérést jelent korábbi, a XX. század előtti mezőgazdálkodáshoz), a zöldgazdaság koncepciója, továbbá nem lezárva a gondolatsort a nem-növekedés elméletével. Véleményünk szerint mindezen gondolatok a társadalmi fenntarthatóság irányába mutatnak. Ezen kérdéskörök taglalása meghaladta jelen tanulmány kereteit. Hogy mégis mirét kerülnek ide? A válasz, hogy számos esetben megadják azokat az innovációs irányokat, amelyek felé a mezőgazdaság műszaki fejlesztése révén el kell, hogy induljanak az értéklánc szereplői.

Meghatározó a technológia, mint innováció diffúziójában az emberi tényező. A technológia alkalmazása elkötelezettséget kíván mind a vállalat menedzsmentje, mind az alkalmazottak oldaláról. A bizalom megléte vagy hiánya az értéklánc szereplői között vagy a termelők együttműködési hajlandósága mind olyan tényezője a precíziós gazdálkodás még szélesebb elterjedésének, ami további vizsgálatokat jelent a viselkedés-közgazdaságtan segítségével. A hiányos ismeretek, az elkötelezettség hiánya sokszor odavezet, hogy a gazdasági előnyök nem realizálhatók üzemi szinten.

Összefoglalás

Minden változik a világban, a fejlődés iránya a mezőgazdaságban is az erőforrások hatékony felhasználása mentén történik, azonban egyre nagyobb fontosságot kap az elmozdulás a fenntartható fejlődés irányába. A tanulmányban kísérletet tettünk a precíziós növénytermelés példáján bemutatni az elterjedésének folyamatát, innovációs jellegét. Az innováció jellegét tekintve nyomásos, azaz az

ipar oldaláról történt a technológia fejlesztése, napjainkra kijelenthető, hogy rendelkezésre áll a háttér, kérdés ki, mikor, mekkora terjedelmét alkalmazza a gyakorlatban. Egyes technológiai eleme (géi munkák, vetés, tápanyagellátás, hozamméréssel kombinált betakarítás) a termelők széles körében napi gyakorlat, azonban a légi felvételezésen alapuló növényállomány állapotfelmérés, növényvédelmi kezelés kevésbé terjedt el. Az emberi tényező, a tudás – képesség – hajlandóság hármasa lehet és lesz a a sikeres fejlődés záloga hosszabb távon.

A fejlődés iránya a klímasemleges okos mezőgazdaság (CSA). Négy fő cselekvési területen keresztül kell, hogy fejlődjön a gazdálkodók, a kutatók, a vállalati szektor, a civil társadalom és a politikai döntéshozók összehangolt fellépése az éghajlatváltozás kihívásra adandó helyes válasz megadásához: (1) az adatok, bizonyítékok összegyűjtése, nyomon-követése; (2) a helyi intézményi hatékonyság növelése (lokalizáció); (3) az éghajlat változási kihívások és az agrárpolitikák közötti koherencia előmozdítása; és (4) az éghajlatváltozás és a mezőgazdasági finanszírozás összekapcsolása. A CSA abban különbözik a „szokásos üzleti” megközelítésektől, hogy rendszerszemlélettel közelíti meg a kérdést, hangsúlyozza a rugalmas, kontextus-specifikus megoldások végrehajtásának szükségességét, innovatív szakpolitikai és finanszírozási intézkedések által támogatva, megadva számos lehetséges innovációs iárnyat.

Hivatkozások

- [1] Baranyai Zs. – Béres D. – Szabó G.G. – Vásáry M. – Takács I. (2011): Factors of trust in machinery sharing arrangements. *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists* 13:(6) pp. 18-22.
- [2] Batte, M. – VanBuren, F. 1999. Precision farming – factors influencing profitability. Presented at the Northern Ohio Crops Day Meeting. Ohio, January 21
- [3] Bongiovanni R., Lowengerg-DeBoer J. (2004): Precision agriculture and sustainability. Kluwer Academic Publisher. Precision Agriculture. 5. 359-387 pp.
- [4] Carayannis, E.G., Barth, T.D., Campbell, D.F. (2012): The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. *J Innov Entrep*, 1(2) <https://doi.org/10.1186/2192-5372-1-2> (Letöltve: 2013. szeptember 5.)
- [5] Dobos J., Benedek A. (2021). Innovációs folyamatok sikerességének vizsgálata a fenntarthatóság érdekében. *Controller Info* IX(4), 59-66. DOI: 10.24387/CI.2021.4.11
- [6] EIP-AGRI Focus Group. Precision farming. 2nd meeting 25-26th November Lisbon. Minutes. 12 p. <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/content/eip-agri-focus-group-precision-farming-2nd-meeting>. (Letöltve: 2015. január 7.)

- [7] EuropeanCommission. (2004). Innovation Management and the Knowledge - Driven Economy. http://www.innovation.lv/ino2/publications/studies_innovation_management_final_report.pdf. (Letöltve 2010.10.28.)
- [8] Gaál, M.; Kiss, A.; Péter, K.; Sulyok, D.; Takácsné, György K.; Domán, Cs.; Illés, I.; Kemény, I.; Kemény, G. (szerk.); Lámfalusi, I. (szerk.) (2017): A precíziós szántóföldi növénytermesztés összehasonlító vizsgálata. Budapest. Agrárgazdasági Kutató és Informatikai Intézet. 170 p.
- [9] Grisso, B., Alley, M., Mclellan, P., Brann, D., Donolue, S. (2009): Precision farming: a comprehensive approach, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- [10] Kirketerp-Scavenius, I. – Pedersen, S.M. (2010): Technology assessment of PF and information management systems in open natural environments - Farmer's use of time for management activities, Future Farm Project. http://www.futurefarm.eu/system/files/FFD5.7_Technology_Assessment_PF_final.pdf (oetöltve: 2022. 07.11.)
- [11] 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. and 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: 2016. 01. 05.)
- [12] Lencsés E. (2013): Precision farming technology and motivation factors of adaptation. *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists* 15:(5) pp. 185-189.
- [13] Maciejczak, M., Faltmann, J. (2018): Assessing readiness levels of production technologies for sustainable intensification of agriculture. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce (APSTRACT)*. 12(1-2) pp.47-52. DOI:10.19041/APSTRACT/2018/1-2/7
- [14] Nábrádi A. (2010): Role of innovations and knowledge – infrastructure and institutions. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce (APSTRACT)* 4(3) 7-4 pp.
- [15] Nilesen Norman Group (n.d.): Evidence-Based User Experience Research, Training and Consulting: The life cycle of a technology: Why it is so difficult for large companies to innovate? 5 pp. <http://www.nngroup.com/articles-life-cycle-f-a-technology/>. (Letöltve: 2015. 07.07.)
- [16] 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*. 54(1) pp.2-8 pp.
- [17] Popp, J., Erdei, E., Oláh, J. (2018): A precíziós gazdálkodás kilátásai Magyarországon. *International Journal of Engineering and Management*

Sciences / Műszaki és Menedzsment Tudományi Közlemények. 3(1) pp. 133-147.

- [18] Rogers, E.M. (1995): Diffusion of innovation. Forth Edition. New York. The Free Press.
- [19] Schumpeter J.A. (1939): Business Cycles. New York. http://classiques.uqac.ca/classiques/Schumpeter_joseph/business_cycles/schumpeter_business_cycles.pdf
- [20] Székely, Cs., Kovács, A., Györök, B. (2000): The Practice of Precision Farming from Economic Point of View. *Gazdálkodás* 44(suppl. 1). pp. 56-65.
- [21] Takács, I. (2000): Gépkör – jó alternatíva?. *Gazdálkodás* 44(4) pp. 44-55.
- [22] Takács, I., Takácsné, György K., Baranyai, Zs. (2012): The role of trust in cooperation between farmers - the outcomes of a survey in Békés county. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce (APSTRACT)* 6(5) pp. 103-112.
- [23] Takács-György, K.; Lencsés, E.; Takács, I. (2013): Economic benefits of precision weed control and why its uptake is so slow. *Studies in Agricultural Economics (SAE)* 115(1) pp. 40-46.
- [24] Takácsné György K. (2011): *A precíziós növénytermelés közgazdasági összefüggései*. Budapest. Szaktudás Kiadó Ház. 2011. 241 p.
- [25] Takácsné, György K. (2015): Agrárinnováció a gyakorlatban - avagy miért ilyen lassú a helyspecifikus növénytermelés terjedése? *Gazdálkodás* 59(6) pp. 517-526.
- [26] Takácsné, György K.; Lámfalusi, I.; Molnár, A.; Sulyok, D.; Gaál, M.; Keményné, Horváth Zs.; Domán, Cs.; Illés, I.; Kiss, A.; Péter, K. (2018): Precision agriculture in Hungary: assessment of perceptions and accounting records of FADN arable farms. *Studies in Agricultural Economics (SAE)* 120(1) pp- 47-54.
- [27] The Pesticide Risk Reduction Program (PRRP). 2014. <http://www.agr.gc.ca/eng/?id=1288277891464> (Letöltve 2015. 05. 14.)
- [28] Wright B.D. (2012): Grand mission of Agricultural Innovation. *Research Policy*. 41. 1716-1728 pp.