

A precíziós technológiai alkalmazások lehetőségei és korlátai a búza és a kukorica termesztésében

Balla István – Tarnawa Ákos – Horváth Csaba –
Kis Judit – Jolánkai Márton

Szent István Egyetem Növénytermesztési Intézet, Gödöllő
jolankai.marton@mkk.szie.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A precíziós mezőgazdaság kialakulása, a helyspecifikus termesztés-technológiai módszerek alkalmazása lényegében két tényező, a Global Positioning System (GPS) helymeghatározásának, valamint a Geographic Information Systems (GIS) adott földrajzi ponthoz rendelt információs rendszere egyidejű működtetésének köszönhető. A precíziós agrotechnikai beavatkozások két szempontból is jelentősek: egyrészt javítják a növénytermesztési technológiák hatékonyságát, másrészt hozzájárulnak a környezet és az élővilág megőrzéséhez, fenntartásához. Egy országos kutatási program keretei között, négy kísérleti helyen azonos tematikával beállított kisparcellás kísérletekben tanulmányozták a precíziós agrotechnikai kezelések búzára (*Triticum aestivum* L.) és kukoricára (*Zea mays* L.) gyakorolt hatását. Az eredmények igazolták a hely-specifikus agrotechnikai beavatkozások hatását, ugyanakkor lehetőséget adtak a két vizsgált növényfaj eltérő reakcióinak tanulmányozására is. Szemtermés, valamint a gyomborítottság vonatkozásában a kukorica, míg a tőszám, illetve a fehérjetartalom értékeinek alakulásában pedig a búza reakciói bizonyultak erősebbnek.

Kulcsszavak: precíziós növénytermesztés, búza, kukorica, szemtermés, tőszám, fehérjetartalom, gyomborítottság

SUMMARY

The development and implementation of precision agriculture or site-specific farming has been made possible by combining the Global Positioning System (GPS) and the Geographic Information Systems (GIS). Site specific agronomic applications are of high importance concerning the efficiency of management in crop production as well as the protection and maintenance of environment and nature. Precision crop production management techniques were applied at four locations to evaluate their impact on small plot units sown by wheat (*Triticum aestivum* L.) and maize (*Zea mays* L.) in a Hungarian national case study. The results obtained suggest the applicability of the site specific management techniques, however the crops studied responded in a different way concerning the impact of applications. Maize had a stronger response regarding grain yield and weed canopy. Wheat was responding better than maize concerning plant density and protein content performance.

Keywords: precision crop production, wheat, maize, yield, plant density, protein content, weed canopy

BEVEZETÉS

A precíziós növénytermesztés célja lényegében a termőhelyi viszonyokhoz való minél pontosabb termesztéstechnológiai adaptáció. A precíziós növénytermesztés alap gondolata régóta nyomon követhető a magyar növénytermesztés tanban. A termelés ökológiai alapegységén a termőtáblán belüli inhomogenitás tanulmányozása, az ahhoz való biológiai, termesztési és

technológiai alkalmazkodás igénye csaknem évszázados múltra tekinthet vissza. A megoldás azonban napjainkig váratott magára, hiszen sem az informatikai felkészültség, sem a műszaki-technikai lehetőségek nem voltak elegendőek a növénytermesztés termőhely-specifikus problémáinak megoldásához (Jolánkai 2005 a, b).

A növénytermesztés csaknem mindegyik termesztés-technológiai eleme kapcsolódik a precíziós megoldásokhoz.

- Talajművelés (az elővetemény, a talaj szerkezete és állapota, valamint művelhetősége szerint).
- Tápanyagellátás (az adott pont tápanyagkészletének, valamint a növényzet aktuális fejlettségének függvényében).
- Vízellátás (a talaj vízszolgáltató képessége és a termesztett növény igényének összhangja szerint).
- Vetés (termőhely és növényfaj/fajta specifikus tőszám, sortáv, vetésmélység biztosítása).
- Növényápolás (állapotfelvételen alapuló technológiai beavatkozások).
- Növényvédelem (állati kártevők, gyomosodás, köröközők elleni védekezés integrált profilaktikus és tüneti kezelési módszereinek kialakítása).
- Betakarítás (érési viszonyok inhomogenitásához való alkalmazkodás).

Környezetvédelmi szempontból is két kiemelendő terület van, ahol a precíziós módszerek alkalmazása meghatározó:

- A precíziós technológiák révén bekövetkező állapotjavulás (környezetterhelés, szermaradványok, tápanyagforgalom, stb).
- Agroökológiai tényezők (edafikus tényezők, tábla, habitat, erózió, defláció, biodiverzitás stb.).

A precíziós módszerek, a GIS és a GPS alkalmazása, az informatikai és a műszaki feltételek létrejötte egy sajátos helyzetet teremtettek a termesztés számára. A történelem során minden korszakban a feladathoz kellett eszközöket teremteni, ez esetben viszont megfordult a helyzet, a rendelkezésre álló csúcstechnológia alkalmazásának lehetséges módjait szükséges kidolgozni a kutatásnak (Németh és Jolánkai, 2002).

A precíziós agrotechnikai beavatkozások lényege, hogy GPS és GIS módszerekkel, illetve eszközök alkalmazásával egy agroökológiai rendszer beazonosított pontján végez kezeléseket. Technológiai szempontból alapvető kérdés az adott növényfaj reakciójának megismerése (Berzsenyi, 2002; Nagy, 2003; Jolánkai et al., 2006). A mai hagyományos növénytermesztési gyakorlat is igyekszik figyelembe venni a termőhelyi információkat, azonban ez általában egy-egy nagyobb egységre, például a táblára, vagy annak valamely részére korlátozódik. Általában ismertek a termeszto számára a tábla talajadottságai, így talajtípusa, a talaj

bizonyos paramétereit, valamint a tápanyag-ellátottsággal kapcsolatos egyes információk (Huzsvai et al., 2004; Jolánkai et al., 2005). A probléma azonban két oldalról jelentkezik. Az első az ismeret, az adat térbeli és időbeli gyakorisága. A hazai gyakorlatban jelenleg talajvizsgálati adatunk általában 3–5 hektáros területről származik, vagy pontszerű, vagy átlagminta formájában. A legtöbb esetben a minta csak a művelt talajréteget reprezentálja. Ugyancsak gondot jelenthet a mintavétel gyakorisága. A talajmintavételre jó esetben évente, de gyakran többévente egyszer kerül csak sor. Így módon általános ismereteken, illetve átlagos adatokon kívül csak szubjektív információ áll a termesztő rendelkezésére, pl. egy adott tábla valamely része „jobb” vagy „rosszabb”, netán sülevényesebb, belvizesebb, víznyomásos stb. A másik problémát a növények reakciója jelenti. Mit lehet, mit érdemes, és mit gazdaságos tenni? Ha egy termőhelyen belül egy ponton meghatározható pl. egy tápanyag hiánya akkor mi a teendő; igényel beavatkozást vagy sem, és ha igen milyen mértékben. Ugyancsak kevés ismerettel rendelkezünk a növények viselkedéséről a terményminőséget illetően. Milyen mértékben hat a termőhelyi heterogenitás a megtermett termény egyes minőségi paramétereire (Jolánkai et al., 2008, 2009).

A pozicionáláson alapuló precíziós termesztés alapelvei rendelkezésre állnak, illetve előállíthatók. Kiindulási alap a hozamtérkép, mely több, sok esetben egymással össze nem függő tényező (betegségek, kártevők, gyomosodás hatása, technológiai hibák, stb.) együttes hatását mutatja. A korrekt táblatérképek felvétele, GIS-alapú térinformatikai rendszer építése, a gyakorlati szempontból kezelhető méretű homogén táblarészek elkülönítése alapvető fontosságú a precíziós technológia alkalmazásakor (Balla et al., 2010, 2011). A foltok a GPS technika alkalmazásával térben beazonosíthatók, a műveletek során az erögépen elhelyezett technika segítségével felismerhetők és a kijuttatandó mennyiségek változtathatók. A növényvédelmi, vagy a tápanyagutánpótlási szaktanácsadás készítésekor ezekre az elkülönített foltokra határozhatók meg azok a kezelések, melyeket a szaktanácsadó vagy a gazdálkodó agronómiai és technológiai szempontból különbségként el tud fogadni (Jolánkai et al., 2002; Jolánkai et al., 2005).

A precíziós technológia alkalmazásának előnyei

Hely-specifikus talajmintavétel, adatfelvétel, és -értékelés, amely lehetővé teszi az agrotechnikai beavatkozások igények szerinti változtatását.

A pontos szántóföldi helymeghatározás minimálisra csökkentheti a művelési átfedéseket, illetve a kihagyott területeket, és hozzájárulhat a teljes, zárt növényállomány-borítás kialakulásához.

Lehetőséget ad a rossz vezetési viszonyok – eső, por, köd, vagy sötétség – esetén is a pontos munkavégzésre.

A pontos hozamtérképek folyamatos visszaellenőrzést jelentenek a jövőbeli hely-specifikus alkalmazásokhoz.

A precíziós eszközök csökkentik az emberi hibátényező káros következményeit (sorközművelés, permetezési és szórási pontosság stb. esetén).

Az alkalmazás hátrányai

A GPS koordináták téves adatai, vagy tudatosan generált pontatlanságai rossz helymeghatározást eredményezhetnek.

Az adott ponthoz rendelt GIS adatok hiányosak, vagy elégtelenek a technológiai beavatkozáshoz.

Az alkalmazott erő- és munkagépek nem alkalmasak a feladat elvégzésére (lassú reakcióidő, rossz nyomvonalkövetés stb).

A felhasznált technológiai anyagok minősége, vagy egyéb tulajdonságai (kémiai összetétele, szemcseeloszlása, viszkozitása stb) csökkentik az alkalmazás pontosságát, és így hatékonyságát.

A „nem felhasználóbarát” módszerek megnövelhetik az emberi hibátényező gyakoriságát.

ORSZÁGOS ESETTANULMÁNY A PRECÍZIÓS MÓDSZEREK ALKALMAZÁSÁNAK NÖVÉNYTERMESZTÉSI VIZSGÁLATÁRA

A precíziós módszerek mezőgazdasági alkalmazásának tanulmányozására, a gyakorlati bevezetéséhez szükséges technológiai elemek, eszközök, ismeretek kialakítására, illetve fejlesztésére az MTA ATK TAKI vezetésével négyéves országos kutatási program indult (Németh et al., 2007). A konzorciumban résztvevő négy növénytermesztési intézmény kutatócsoportja (DE Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma - Debrecen, MTA ATK Mezőgazdasági Intézete - Martonvásár, SZIE Növénytermesztési Intézete - Gödöllő, PE Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar - Keszthely) vizsgálta a fontosabb termesztett növényfajok (őszi búza: *Triticum aestivum* L., és kukorica: *Zea mays* L.) termőhelyi anomáliákkal kapcsolatos reakcióit, paramétereinek meghatározását. A kutatás célja a vizsgált növényfajok specifikus technológiai adatbankjának létrehozása a termesztéstechnológiai elemek adaptációs tényezőiről, azok élettanilag és műszakilag lehetséges határértékeiről, valamint azok adaptált termesztéstechnológiáinak kidolgozása és közreadása volt (Jolánkai és Németh, 2007).

A növénytermesztési kutatócsoport módszertani szempontból elemezte a precíziós gazdálkodás számára alkalmazható agrotechnikai elemeket. Négy olyan plauzibilis agrotechnikai elemet tartott alkalmasnak tanulmányozásra, amely értelmezhető, és bizonyítható, mérhető és ismételtető eredményt képes adni az adott gép, eszköz munkájában bekövetkezett változás hatására. Ezek: az N fejtrágyázás, a herbicid, a fungicid és az insecticid használat. Négy termőhelyen azonos tematikával végzett kísérletek beállítására került sor. A kísérleti kezeléseket 10 m²-es szabadföldi parcellákon végezték el. A kutatás hipotézise, amely a későbbiekben helyesnek bizonyult, azt a módszertani feltételezést vette alapul, hogy a precíziós beavatkozások hatásának értékeléséhez a lehető legkisebb – gazdasági értelemben mérhető, mintázható és értékelhető – területegységet használja vizsgálataihoz. Ez növénytermesztési léptékkal értelmezhetővé tette két pixel közötti változás nyomonkövetését. A kezelések a búza és a kukorica kísérletekben egységes tematika szerinti voltak. A kísérleti tematika a „*Precíziós növénytermesztés*” című NKTH kutatás anyagaiban, illetve zárójelentésében

megtalálható. A kezeléseket, a vetést és a betakarítást Hege, Wintersteiger és Kertitox parcellagépekkel végezték. A kísérleti kezeléseket szabadföldi kisparcellás körülmények között, kéttényezős, osztott parcellás elrendezésben, három ismétlésben történtek. A növényvédelmi kezeléseket az adott kísérleti tér herbológiai és epidemológiai viszonyainak megfelelő optimális szerekekkel, az adott szer előírásainak megfelelő dózisban és alkalmazási időpontban végezték. Az N trágyázás, illetve fejtrágyázás a kísérleti helyen optimális adagban, kezeletlen, őszi-tavaszi megosztású, illetve kétszeres tavaszi kijuttatású adagokban történt. A növényminták, illetve a termésminták minőségvizsgálata az egyes intézmények saját laboratóriumaiiban történt a hatályos minőségi szabványoknak megfelelően (MSZ ISO 5531:1993, MSZ ISO 6645:1993). A kutatás főbb eredményeit az alábbiakban lehet összefoglalni (1. és 2. táblázat).

1. táblázat

Kukorica (*Zea mays* L.) kísérletek kezeléshatásainak értékei (Nagygombos, Látókép, Martonvásár, Keszthely)

	Mérési tartomány (1)	X átlagérték (2)	SzD _{5%} (3)	D érték (4)	D% (5)
Termés t/ha(6)	3,1–6,7	5,2	1,19	3,6	116,1
Tőszám db/m ² (7)	6,0–6,4	6,2	0,14	0,4	6,6
Fehérjetartalom (%)(8)	9,9–12,1	11,0	0,66	2,2	25,2
Gyomborítottság (%)(9)	3,1–24,6	11,7	7,13	21,5	693,5

Table 1: Application impact values in maize (*Zea mays* L.) trials (Nagygombos, Látókép, Martonvásár, Keszthely)

Range of data obtained(1), X mean value(2), LSD_{0,95}(3), D value(4), D (%) (5), Grain yield (t ha⁻¹)(6), Plant density (p m²)⁻¹(7), Protein content (%) (8), Weed canopy (%) (9)

2. táblázat

Búza (*Triticum aestivum* L.) kísérletek kezeléshatásainak értékei (Nagygombos, Látókép, Martonvásár, Keszthely)

	Mérési tartomány (1)	X átlagérték (2)	SzD _{5%} (3)	D érték (4)	D% (5)
Termés t/ha(6)	2,6–4,7	3,8	0,71	2,1	80,1
Tőszám db/m ² (7)	446–564	511	39,01	118,0	26,4
Fehérjetartalom (%)(8)	12,1–16,5	13,6	1,23	4,4	36,3
Gyomborítottság (%)(9)	2,2–15,2	7,4	4,33	13,0	590,1

Table 2: Application impact values in wheat (*Triticum aestivum* L.) trials (Nagygombos, Látókép, Martonvásár, Keszthely)

Range of data obtained(1), X mean value(2), LSD_{0,95}(3), D value(4), D (%) (5), Grain yield (t ha⁻¹)(6), Plant density (p m²)⁻¹(7), Protein content (%) (8), Weed canopy (%) (9)

A kutatás eredményeinek feldolgozása során a vizsgált két növényfajjal (1. ábra) négy termőhelyen végzett kísérletekben az értékelés tárgya a növekvő adagú N tápanyagellátás és az emelkedő védettségi szintet adó növényvédelmi beavatkozások növényállományra, gyomborítottságra, termésmennyiségre valamint különböző termény minőségi paraméterekre gyakorolt hatása volt.

1. ábra: Búza (*Triticum aestivum* L.) és a kukorica (*Zea mays* L.) kísérletek kezeléshatásainak összehasonlítása (D %) (Nagygombos, Látókép, Martonvásár, Keszthely)

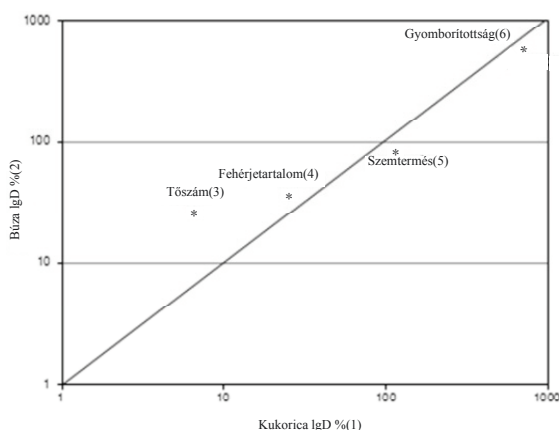


Figure 1: Comparison of agronomic application impacts in wheat (*Triticum aestivum* L.) and maize (*Zea mays* L.) trials (D %) (Nagygombos, Látókép, Martonvásár, Keszthely)

Maize lgD %(1), Wheat lgD %(2), Plant density(3), Protein content(4), Grain yield(5), Weed canopy(6)

A kísérletek alapján az alábbi következtetések voltak levonhatók a két gabonafaj hely-specifikus termesztésével kapcsolatban:

- A kísérletekben a 10 m²-es parcellák közötti különbségek minden kezelés és vizsgált paraméter esetében statisztikailag igazolhatók voltak.
- A kukorica és a búza termesztéstechnológiai beavatkozásai eltérő hatásúak voltak; a kukorica szemtermése a búzáénál nagyobb érzékenységet mutatott a technológiai beavatkozásokra.
- Tőszám tekintetében a precíziós beavatkozások csak kismértékű változást eredményeztek. Az állománysűrűség mértékére a búza a kukoricánál erősebb reakciót mutatott.
- A vizsgált növényvédelmi beavatkozások a két növényfajnál eltérő hatással voltak a gyomborítottság alakulására; a kukorica reakciója meghaladta a búzáét.
- A vizsgálat során az egyik legerősebb hatást a szemtermés minőségénél lehetett tapasztalni. A fehérjetartalom alakulásában a búza reakciói a kukoricáénál erősebbnek bizonyultak.

A PRECÍZIÓS ELJÁRÁSOK AGRONÓMIAI ÉS KÖRNYEZETVÉDELMI TÉNYEZŐI

Információ input. Jelenleg a precíziós módszerek alkalmazásának leggyengébb pontja az informatikai bázis kialakítása, és annak megfelelő működtetése. Vannak pozitív, sikeres területei, azonban nem megoldott az aktuális adatok kezelése, pl. meteorológiai jelenségek és azok következményeinek nyomonkövetése. Ugyancsak esetleges a növénytermesztési információk gyűjtése és kezelése (pl. fenológiai adatok, cönológiai állapot, epidémiák, gradációk stb.).

Operatív adatbank elkészítése és rendelkezésre állása. A GPS rendszerek értékét a kapcsolódó GIS szolgáltatás tartalma, színvonala és mindenekfelett kompatibilitása határozza meg. A jelenleg elérhető térinfor-

matikai rendszerek jóval több lehetőséget kínálnak, mint amennyit ma képesek vagyunk azokból hasznosítani. Ennek elsődleges oka az információs bázis heterogenitása, illetve a meglévő adatállomány elérhetőségének biztosítása.

Felhasználóbarát eszköztár (hardware és software). A hely-specifikus alkalmazások jelenlegi eszköztára eléggé sajátos. Komoly problémát jelenthet az egymással nem kompatibilis rendszerek és eszközök használata. Az inkompatibilitást sok esetben a gyártó, vagy forgalmazó szervezetek üzleti, iparjogvédelmi tevékenysége erősíti. Az egyik legfontosabb elvárás a felhasználóbarát eszköztár megvalósítása, hiszen a mezőgazdasági munka jelentős részben nagy specifikus szak tudású, de alacsony képzettségű munkaerő felhasználásán alapszik.

Termesztéstechnológiai ismeretek növényfaj- és fajta szinten. A precíziós technológiák egyik kulcsterülete a növénytermesztési ismeretanyag megszerzése, és annak rendszerbeállítása. Az eddigi kutatások lényegében két növényfaj termesztéséről, illetve azok technológiai beavatkozásokra adott élettani reakcióiról gyűjtöttek ismereteket. Szükséges lenne legalább a 12 nagyobb területen termesztett hazai növényfaj hasonló paramétereinek megismerése, továbbá indokolt lenne a fajtaszintű információgyűjtés is.

Hely-specifikus munkagép vezérlési eszközök kialakítása. A precíziós módszerek elterjedésével egyre fokozódó igényt jelenten a munkagép vezérlési eszközök kialakítása. A jelenlegi gyakorlat szerint mindössze a különböző tápanyagellátó és növényvédő eszközök kapcsolórendszerének, automatikájának a fejlesztésében történtek eredményes fejlesztések. Figyelembe kell venni ugyanakkor, hogy a növénytermesztés eszköztárában a talajművelő gépektől egészen a betakarítás, a szállítás és a tárolás eszközparkjáig számos olyan be rendezés van, amely igényelni fogja az azonnali, megfelelő reakcióidejű, pontos vezérlés műszaki megoldásait.

Környezetállapot értékelés. A precíziós eljárások alkalmazásának lényeges eleme kell legyen az adott agroökológiai egység, azon belül a beavatkozás technológiai pixeléhez kapcsolódó környezetállapot felmérése, az abban bekövetkező állapotváltozások rögzítése. A folyamatos környezetállapot értékelés egyrészt biztosíthatja az adott agroökológiai egység anamnéziséét, továbbá hozzájárulhat a termesztett növényfaj fenológiai állapotának, a kezelésekre adott válaszáinak értelmezéséhez, adott esetben alapot teremtve a precíziós beavatkozás megváltoztatásához, módosításához. Környezetvédelmi szempontból ugyanakkor biztosítékot jelenthet a technológiai beavatkozások ellenőrzésére, illetve a környezeti folyamatok (elemforgalom, vízforgalom, cönózis stb.) nyomkövetésére.

IRODALOM

- Balla, I.–Csiba, M.–Kovács, G. P.–Jolánkai, M.–Neményi, M. (2010): Site specific nutrient replenishment for winter wheat (*Triticum aestivum* L). *Növénytermelés*. 59: 629–632.
- Balla I.–Milics G.–Deákvári J.–Fenyvesi L.–Neményi M.–Jolánkai M. (2011): Talajnedvesség meghatározás fajlagos elektromos vezetőképeség alapján a precíziós mezőgazdaságban. *Növénytermelés*. 60. 4: 5–25.
- Berzsényi Z. (2002): Az agrotechnikai kutatások szerepe a jövő multifunkcionális mezőgazdaságában. *Acta Agronomica Hungarica*. 50: 39–48.
- Huzsvai L.–Nagy J.–Kovács G. J.–Fodor N. (2004): Termőhelyre adaptált növényi modellek alkalmazása kukorica termesztésben. [In: Pepó P.–Sárvári M. (szerk.) Integrált növénytermesztési technológiák a XXI. század mezőgazdaságában. *Növénytermesztés*.] DE-ATC. Debrecen. 79–100.
- Jolánkai M.–Berzsényi Z.–Kismányoky T.–Nagy J. (2002): Precíziós kezelések hatására bekövetkező növényállomány reakciók. [In: Nagy J. (szerk.) EU konform mezőgazdaság és élelmiszerbiztonság.] DE-ATC. Debrecen. 32–38.
- Jolánkai M.–Berzsényi Z.–Kismányoky T.–Nagy J. (2005): Növénytermesztési kutatások a precíziós mezőgazdaságban. [In: Lazányi J.–Westik V. (szerk.) Fenntartható homoki gazdálkodás megalapozása a Nyírségben.] NTA. Nyíregyháza. 17–26.
- Jolánkai M.–Németh T. (2007): Agronómiai és környezetvédelmi elvárások. [In: Németh T.–Neményi M.–Harnos Zs. (szerk.) A precíziós mezőgazdaság módszertana.] JATE-Press – MTA TAKI. Szeged. 63–76.
- Jolánkai, M.–Nyárai, H. F.–Tarnawa, Á.–Klupács, H.–Farkas, I. (2009): Plant and soil interrelations, Chapter 3. [In: Marton L.–Németh T.–Tamás J. (eds.) *Advanced soil science – Theory and practice*.] European Commission – Tempus – RISSAC. Budapest. 139–142.
- Jolánkai, M.–Nyárai, H. F.–Tarnawa, Á.–Klupács, H.–Farkas, I. (2008): Plant and soil interrelations. *Cereal Res. Commun.* 36: 7–10.
- Jolánkai, M. (2005a): Agronomy – site specific crop production. [In: Láng I. (ed.) *Environmental science and technology in Hungary*.] Műszaki Kiadó – Wolters Kluwer Group. Budapest. 260–265.
- Jolánkai M. (2005b): Precíziós termesztési rendszerek. [In: Antal J. (szerk.) *Növénytermesztéstan*.] Mezőgazda Kiadó. Budapest. 156–162.
- Jolánkai, P.–Tóth, Z.–Kismányoky, T. (2005): Effect of nitrogen and pesticides on the yield and protein content of winter wheat. *Cereal Res. Commun.* 34. 1: 509–512.
- Jolánkai P.–Tóth Z.–Kismányoky T. (2006): Kukorica termésének és gyomosodásának vizsgálata tápanyagellátási tartamkísérletben. XVI. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum. VE Georgikon. Keszthely. 41–44.
- Nagy J. (szerk.) (2003): Kukorica hibridek adaptációs képességének és terméshozzájárulásának javítása. DE-ATC. Debrecen.
- Németh T.–Jolánkai M. (2002): A precíziós növénytermesztés elemei. [In: Nagy J. (szerk.) EU konform mezőgazdaság és élelmiszerbiztonság.] DE-ATC. Debrecen. 12–21.
- Németh T.–Neményi M.–Harnos Zs. (szerk.) (2007): A precíziós mezőgazdaság módszertana. JATE-Press – MTA TAKI. Szeged.