

## Talajművelés új szemlélete – a precíziós növénytermesztés alapjai

Bottlik László – Kalmár Tibor – Csorba Szilveszter –  
Szemők András – Birkás Márta

Szent István Egyetem Növénytermesztési Intézet, Gödöllő  
birkas.marta@mkk.szie.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

*A talajművelésben új szemlélet szükséges. Ehhez fontos lépések a kockázatok – rossz művelési szokások, gyenge talajminőség, állapot hibák, szélsőséges klíma stb. – felismerése, a kockázatsökkentés igényének kialakulása, a megelőzés, a javítás és a kedvező állapot fenntartás lépéseinek alkalmazása. Dolgozatunkban 13 olyan fő állapothibát soroltunk fel, amelyekhez megjelöltük a megelőzés és javítás feladatait is. A dolgozat 2. részében 30 pontban összegeztük azokat a feladatokat, amelyek megvalósítása alapját képezheti a precíziós növénytermesztésnek.*

**Kulcsszavak:** talajművelés, talajállapot, precíziós, klímakár csökkentés

### SUMMARY

*A new approach is needed in soil tillage practice. The important achievements of this are the recognition of the risk – poor tillage practices, poor soil quality, soil state defects, and climate extremes etc. – the need for the development of risk reduction, prevention, remediation and maintenance of the favorable soil state. In this paper 13 main soil state defects are listed, to which the prevention and improving tasks are also commented. In the second part of the paper the most important soil tillage tasks are summarized in 30 sections and realization of these points may promote the implementation of precision plant production.*

**Keywords:** soil tillage, soil condition, precision, climate damage mitigation

### BEVEZETÉS

A precíziós növénytermesztés korszerű műszaki- és technikai eszközökkel (térinformatika, számítástechnika) megvalósítható termesztési mód, amely eltérő talajminőség – kötöttség, humusztartalom, vízgazdálkodás, tápanyagtartalom – esetén is segítséget nyújt a talajművelés, növénytáplálás, növényvédelem stb. termőhelyi körülményekhez való igazításában (Németh, Neményi, Milics, Stépán, Tamás, Jolánkai és társaik munkássága nyomán, Neményi et al., 2010). Valós előny a termésbiztonság megtartása, a tervezett és tényleges termés közti különbség, és a költségek csökkentése (Balla és Jolánkai, 2012). Nagy és Dobos (2005) szerint a termőfölddel kapcsolatos különböző típusú és léptékű térképi és leíró adatok harmonizációja, egységes térinformatikai rendszerben történő integrációja nemcsak a precíziós mezőgazdaság megvalósításának feltétele, hanem a kapcsolódó szaktanácsadást és a hatósági ellenőrzést is szolgálja. A precíziós termesztés kissé szélesebb értelmezés szerint a termőhely adottságainak okszerű figyelembe vétele (kihasználása) a termésbiztonság elérése és megtartása, a kedvezőtlen körülmények (klíma, talaj adottságok) mérsék-

lése a legkorszerűbb agronómiai, termesztéstechnológiai, gépesítési, geoinformatikai ismeretek segítségével (Pepó, 2011; Vári és Pepó, 2011). A talajművelésben a precíziós módszerektől azt várják, hogy táblaszinten azonos művelési mélység, minőség jöjjön létre, akkor is, ha a tábla heterogén. Ilyen törekvés pl. a sávós lazításos művelés, amely 27 cm mélységig kedvezően lazult állapotot garantál széles sorközű növények alá. Nagy előrelépés ez is, amikor tudjuk, talajaink számos olyan művelési hibával – tárcsatalp- és eketalp tömörödés, vakbarázdák, teknők az osztóbarázdák sávaiban stb. – terhelték, amelyek jelen klíma körülmények között termésbiztonság rontó tényezőnek számítanak. Ezek a hibák a hagyományos szemléletű művelés tipikus kísérő jelenségei, amelyet a szakszerűtlenség, pontatlanság – jelentős eltérés a precíz munkától, az agronómia alapvető szabályaitól – nedves vagy aszályos idényekben tovább súlyosbít. A talajművelés, új szemléletben a talaj biológiai folyamatainak kedvező szinthez hozása, kedvező szinten tartása a szükséges, olykor a kényszerűen szükséges mechanikai beavatkozásokkal összefüggő károk minimálisra csökkentése révén.

### ANYAG ÉS MÓDSZER

Ez a tanulmány összefoglaló jellegű. A dolgozatban kimunkált javaslatok megfogalmazását a Hatvan-Józsefmajorban 2002-ben beállított talajminőség-klíma kísérletben (Birkás, 2010; Birkás et al., 2011, 2012; Csorba et al., 2011) gyűjtött adatok elemzése segítette elő. Az adatok egy részét publikáltuk, más részét ezután fogjuk. A növénytermesztés biztonságát rontó állapothibák feltárása, a következmények megismerése a különböző termőhelyeken és talajokon folyamatosan végzett vizsgálatoknak köszönhető (Birkás et al., 2010).

### VISSZATEKINTÉS

Korábban a külföldi irányzatok – pl. az amerikai Campbell dry farming-ja 1905–1912 között, a német Bippart 'ekeellenes' mozgalma az 1920-as években – alig módosították a művelési szokásokat. Külföldi gyártmányú gépeket azonban szinte a kezdetektől alkalmaztak. A kényszertakarékosság mindenkor a gazdaságilag nehezebb időszakokra volt jellemző, a talajok túlművelése azonban nem köthető időszakokhoz (1750-től az 1990-es évek végéig nyomon követhető). A művelés szakszerűségét a világháborúk, a földosztás, és – nem várt módon – a földek privatizációja is visszavetette. Idővel az új földtulajdonosok nagyobb része szerencsésen ismerte fel az okszerű talaj-

munka szükségességét, épp a legjobbkor (1990-es évek végén), a nem várt káros klíma jelenségek számának növekedésekor. Ellenben a földjüket idejémtúlt elvek alapján művelők a fel nem ismert állapot- és technológiai hibák sokasága (1. táblázat) miatt a klímakár jelenségeket kivédhetetlen természeti csapásként fogták fel. Vizsgálataink nyomán jó időben hangsúlyoztuk (Birkás, 2010, 2011a,b), súlyos klíma helyzetben a hibákkal terhelt talajállapot nem nyújt megfelelő védelmet. A szántóföldi monitoring adatok (Birkás et al.,

2009; Birkás és Jug, 2010) bizonyítják, hogy aszályos időszakokban (2000, 2003, 2007, 2009, 2011, 2012) vagy káros víztöbblet (2010) esetén kárenyhítésre csak alkalmazkodóan művelt földeken van esély. A kísérletek nyomán (Birkás et al., 2010; Kalmár et al., 2011; Macák et al., 2011; Smutny, 2010; Spoljar et al., 2011) úgy látjuk, a szélsőséges vízforgalmi helyzetekre (Várallyay, 2011) való felkészülés kulcskérdése a talajminőség javítás, benne a szervesanyag kímélésen keresztül a talajok klíma érzékenységének enyhítése.

1. táblázat

Talajállapot hibák okai, következményei, és a szükséges teendők

Állapot hiba(1)	Okok(2)	Következmények(3)	Hibamegelőzés, hibajavítás(4)
Szénvesztés(5)	Nagy légző felszín hagyása. Szénvesztő művelés, talajhasználat. Szervesanyag reciklikáció hiánya.	Gyors ülepedés, tömörödés. Gyengébb vízviasszatartás. Súlyosabb aszálykár.	Szervesanyag juttatás (tarlómaradvány, szerves trágya). Szénkímélő művelés. Tarlómaradvány eltávolítás szabályozása.
Ülepedés(6)	Talajfizikai féleség. Ismétlődő csapó esők. Szervesanyag-hiány.	Rövid lazítás-hatástartam. Vízforgalmi zavarok.	Szervesanyag mérleg-javítás eredeti szintig. Szénkímélő művelés.
Társcsatalp-tömörödés(7)	Azonos tárcsázási mélység nedves és nyirkos talajon hagyományos lapú és/vagy életlen eszközzel.	Vízbefogadás gátlása. Alsó rétegek felfelé irányuló nedvességáramlásának gátlása. Sekély gyökerezés. Indukált, súlyosított vízhiány.	Művelési mélység változtatása. Síklapú tárca alkalmazása. Társcsatalpat átlazító eszközök alkalmazása.
Eketalp tömörödés(8)	Azonos szántási mélység nedves és nyirkos talajban, életlen ekevas.	Vízbefogadás gátlása. Alsó rétegek felfelé irányuló nedvességáramlásának gátlása. Indukált, súlyosított vízhiány (kisebb kár a társcsatalpnál).	Művelési mélység változtatása. Szántható talaj forgatása. Szántás változtatása különböző mélységű lazítással.
Anaerobiózis(9)	Tömörödés, túlülepedés. Természetes (vízpangás) vagy művelés eredetű levegőtlenység.	Tarlómaradvány feltáródás elhúzódnása, szünetelése. Növényekre, hasznos talajéletre káros méreganyagok felhalmozódása.	A szükséges lazultság kialakítása (talaj akupunktura) és fenntartása.
Művelés-eredetű teknősödés(10)	Osztóbarázdák azonos helye éveken át, szántáskor.	Vízpangás (rendszerint tömör talp van alatta, és vele párhuzamosan).	Eszköz- és módszerváltás. A művelési irány változtatása, ha lehetséges.
Súlyos vízvesztés (40–60 mm/30 nap) nyáron(11)	Mély és nagy felületet hagyó (rögös) művelés kritikus (meleg, száraz) időszakban.	Nyár végi/őszi növény kelésének bizonytalansága.	A nyári szántás mellőzése; felszínporhanyító-tömörítő elem az ekén. Felszín-konzolidálás.
Váratlan vízvesztés (20–30 mm/30 nap) télen(12)	Enyhe, és szeles periódusok. Nagy vízvesztő felület hagyása ősszel.	Tavaszi vetések kockázata száraz tavaszon.	Áttelelésre alkalmas felület hagyása őszi alapműveléskor a termőhelyhez igazodva.
Rögösítés(13)	Kiszáritott és/vagy tömör állapot. Nedvességhez alkalmatlan eszköz használata.	Víz- és szervesanyag veszteség. Vetésre alkalmas állapot kialakításának kockázata.	A talaj nedvességéhez alkalmas eszköz használata. A művelhetőség okszerű kivárása.
Üregesség 15–20 cm alatt(14)	Elhanyagolt állapotú talaj mély művelése (hant-szaggatás) száraz, meleg idényben.	Vízvesztés: nyár végi/őszi növény kelési hiánya, majd pusztulása (pl. repce, 2011 ősz).	A biológiailag aktív réteg fokozatos mélyítése. Vízt- és lazultság-kímélő művelés.
Elporosítás(15)	Talajfizikai féleség. Ismétlődő csapó esők. Szervesanyag hiány. Ismételt rögáprítás.	Porlemosódás esős idényben. Tömörödés súlyosbodása. Talaj el- és lehordás.	Szerkezet- és szervesanyag kímélő művelés. A rögösítés kerülése. Művelés csak alkalmas nedvességnél.
Gilisza-életérnek alkalmas állapot hiánya(16)	Tömörödés. A talaj kiszáritása. Vízpangás a felszínen vagy a talpak fölött.	Biológiailag inaktív talaj. A tarlómaradvány feltáródás elhúzódnása.	A talaj biológiai életét kímélő művelés, giliszta táplálék (maradványok) legalább a felső 0–20–30 cm rétegben.
Műveléssel súlyosított víz- és szélkár(17)	A talaj kitettségének figyelmen kívül hagyása. Víz- és szél által károsítható felszín hagyása.	Talaj- és tápanyagvesztés. Termékeny réteg csökkenés vagy felhalmozódás. Talajminőség csökkenés.	Termőhelyre adaptált művelési irány. Vízbefogadásra alkalmas állapot fenntartása. Felszín-védelem (takarás, tömörítés).

Table 1: Causes of the soil state defects, consequences and the prevention/remediation tasks

Soil state defects(1), Causes(2), Consequences(3), Prevention and remediation steps(4), Carbon loss(5), Settling(6), Disk-pan compaction(7), Plough-pan compaction(8), Anaerobiosis(9), Tillage induced troughs(10), Serious water loss (40–60 mm/30 days) in summer(11), Unexpected water loss (20–30 mm/30 days) in winter(12), Serious clod forming(13), Cavities below 15–20 cm(14), Serious dust forming(15), Lack of earthworm habitat(16), Tillage-induced water and wind damage(17).

A művelés, tágabban értelmezve jobbitás, vagyis, ha a talaj állapotába beavatkozunk, azért tesszük, hogy az jobb legyen. Amikor a talaj állapota rosszabb lesz a művelési beavatkozás után, az rombolás. A precíziós szemlélet hozzájárulhat ahhoz, hogy a művelés teljesítse eredeti célját, javítson és jobbitson.

### **ÚJ MŰVELÉSI SZEMLELET – ALKALMAZKODÁS, KÁRENYHÍTÉS**

A talajművelésnek két alapvető célja lehet napjainkban, a növénytermesztés biztonságának megteremtése és fenntartása a mezőgazdasági táj értékeinek megőrzésével harmóniában. Azért új szemlélet ez, mert korábban a két célt külön-külön képelték el, és a gazdálkodást „tájra ártalmas” tevékenységnek hirdették. Az új szemlélet aktív, folyamatosan javuló alkalmazkodást tételez fel. Az első lépés a kockázatok – rossz szokások, gyenge talajminőség, állapot hibák, szélsőséges klíma stb. – felismerése, a második a kockázatsökkentés igényének kialakulása, a javító vagy kármegelőző intézkedések megvalósítása. A precíziós növénytermesztés egyik eredménye várhatóan a talajminőség fenntartása, szükség esetén a javulása, harmóniában az ökológiai, gépesítési és gazdálkodási feltételekkel. Az alkalmazkodás hosszú távú célja a nedvesség- és szénforgalom okszerű szabályozásával a talaj káros természeti és gazdálkodási tényezőkkel szembeni ellenállásának fokozása (Birkás, 2011b). A talaj biológiai folyamatainak kedvező szintre hozása, kedvező szinten tartása a szükséges, olykor a kényszerűen szükséges mechanikai beavatkozásokkal összefüggő károk minél kisebbre csökkentése olyan művelési cél, amellyel minden, a talajért aggódó tudós és gyakorlati szakember azonosulhat.

A precíziós célokkal összehangolt alkalmazkodó művelési elveket, a tarlóműveléstől a vetésig – tartamkísérleti és talajállapot monitor eredmények nyomán (Birkás, 2010; Birkás et al., 2011, 2012; Kalmár et al., 2011) – az alábbiakban soroljuk fel.

A talaj védelmére kiemelt figyelmet kell fordítani mindenkor. A védelem szerint kritikus időszakok az aratás utáni tarló-fázis, a nyári alpművelés (mélysége és módja okán), a tél vége és a kora tavasz (a hiányos vagy hiányzó takarás miatt). Nyári betakarítás után a megszűnt védő árnyékolást új védő réteggel kell pótolni, amelyre a jól zúzott és jól terített tarlómaradványok alkalmasak. A védőanyag fogyása esetén másodlagos védőanyagként a kikelt gyomok és árvakelés vegyszerrel előlt maradványai alkalmasak.

A tarlóművelés napjainkban mind fontosabb feladata a hő- és eső-stressz mérséklése, a nedvesség, a talajszerkezet és a hasznos biológiai élet megóvása, a biológiailag aktív réteg természetes mélyülése. Ez utóbbi az alapozó művelés jobb minőségének, kisebb költség-igényének előfeltétele is.

A tarlóművelés mélysége, módja, felszíne segítse elő a talaj regenerálódását. A talajminőség megóvásához sekély bolygatás, átlagosan 35–45% takarás (száraz időben jobb a 45–55%), és lezárt (kis) felszín szükséges.

A takaróanyag a kritikus időszak elmúltával jusson a talajba, mivel szervesanyag utánpótlási forrás.

A szalma (alom célú) eltávolítása, vagy kevés maradványt hagyó növények (pl. borsó, repce) esetén a talaj védelmét 3–5 ujjnyi porhanyó szigetelő réteg létrehozásával lehet mérsékelni.

A szalma ipari célú eltávolítása esetén kikötéseket kell szabni (5 évente legfeljebb egyszer), és meggondolni az elnevezést: a talajtól elvett szervesanyag forrás nem érdekesülhet bioenergiának.

A hántott tarlón kikelt gyom- és árvakelés kémiai kezelés nyomán védő réteget képez a felszínen, valamelyest pótolja a hiányzó szalma „kalap és esőkabát” szerepét.

Precíz gazdálkodás nem valósulhat meg a talajállapot ismerete nélkül. A nagy értéket képviselő növények tábláin, az utóbbi 5 évben belvíz- és aszály sújtotta területeken évente négy (tarlóművelés, alpművelés és vetés után, állományban gyökerezés vizsgálat) talajállapot ellenőrzés ajánlott.

A feltárt állapot hibák enyhítése a veszteségek elkerüléséhez szükséges. A növényállományban felismert hiba az alpművelés objektív kritikája. A tarló fázisban felismert hiba fontos adat a következő növény alá végzendő művelés tervezéséhez.

A talaj vízbefogadását, s a nedvesség gyökérszónába áramlását akadályozó tömör állapotot meg kell szüntetni, helyre kell állítani a talaj harmonikus nedvesség forgalmát. A vízforgalmat gátló tömörödés kiterjedése alapján osztályozható. A 0–10 mm tömör réteg vastagság enyhe, a 10–30 mm közepes, a 30–50 mm súlyos, a 50–100 mm, illetve ennél vastagabb talp jelenléte esetén igen súlyos a várható kár. Az idény csapadékossága módosító tényező, átlagos idényben – rendszeresen érkező 10–15 mm csapadék – esetén a növények gyökereinek egy része átnőhet a talpon, és az elvárás szerinti termés alakulhat ki. A vastag művelés eredetű talp esős idényben a víz pangás miatt, száraz idényben a vízhiány fokozása (lehetetlen nedvesség mozgás a mélyebb rétegekből a talppal elválasztott gyökérszónába) miatt káros, ezért a megelőzés és kárenyhítés is szükséges teendők.

A szélsőséges klíma a nedvesség tárolásának folyamatosságát, a minél jobb vízbefogadás, és minél kisebb veszteség elérését kényszeríti ki.

A lazult réteg mélysége nem feltétlenül a legutóbbi műveléssel alakul ki, a mélyen lazult réteg a hosszú ideje folytatott kímélő talajhasználat eredménye.

Mély termőrétegű talajokon 25–28 cm (kalászosok, borsó), illetve 40–45 cm (repce, kukorica, napraforgó) lazult réteg mélység nyújt nagyobb biztonságot. Sekély termőrétegű talajokon a talpképzés mellőzése, megszüntetése segíti elő a növények gyökerezését a lehetséges mélységig.

Fontos kár megelőzési fogás a talp-képzés elkerülése érdekében az alpművelési mélység, illetve a talpképző és lazító eszközök váltogatása.

Nedves talajon nem szabad használni a művelő-talp képző eszközöket (eke, hagyományos tárcsa, szárnyas művelő-elem). Ezen felül ismerni kell adott talaj járhatóságának és művelhetőségének nedvességét, s csak próba után dönteni valamely talajmunkáról.

Meg kell előzni a rögösödéshez és a porosodáshoz vezető körülményeket, vagyis a kiszáradt talajt kíméletesen, és fokozatosan szabad bolygatni. A természete-

tileg porosodó talajokon a kíméletes bolygatás mellett a felszín takarása segít a kármegelőzésben.

A morzsaépülés feltételei a talajszerkezet, a nedvesség, a szervesanyag megóvása, a szervesanyag juttatás (tarlómaradvány, istálló/zöldtrágya), az aktív földigiliszta tevékenység. A földigiliszta élettérnek alkalmas talaj kellően lazult, nyirkos, felszínén árnyékolt, és táplálékot (talajba kevert tarlómaradványokat) is tartalmaz.

A talaj biológiailag aktív időszakában az aerob (sok bolygatás) vagy az anaerob (tömörödés, gyúrás, kenés) mikroba tevékenységet túlzottan fokozó talajmunkát észszerűen korlátozni kell.

Nedves talajt csak a járhatóság fokáig szabad művelni, és csak minél kevesebb kárt okozó eszközzel (pl. kultivátorral).

A klímakár enyhítés sarkalatos pontja a talaj kedvező nedvességforgalmának fenntartása, vagy javítása (függetlenül attól, mi az alpművelés módja, vagy van-e alpművelés).

Az időnként sok csapadék nem csökkenti a nedveségkímélő művelés fontosságát, vagyis a talajnak alkalmasnak kell lennie minél több nedvesség befogadására.

A művelés – módjától függetlenül – segítse elő a felszínre került víz talajba szívargását (befogadásra alkalmas állapot), és a talajnedvesség visszatartását (párolgást csökkentő felszín alakítandó ki).

Kis vízvesztő felszín kialakítása ajánlott bármely idényben. Nyári műveléskor minél kisebb, tömörített felszín, őszi (áttelelés előtti) műveléskor egyengetett felszín kiképzése okszerű.

Fontos tudnivaló – a korábbi felfogással szemben –, hogy az egyengetett talaj befogadja a csapadékvizet, ugyanakkor kevesebb nedvességet veszít az enyhe és szeles téli napokon.

Meg kell gondolni – a korábbi felfogástól eltérően –, hogy a barázdákban hagyott szántás téli „hófóga” bizonytalan, ellenben a talaj vízvesztése enyhe telet követően bizonyos.

A fagyok nyomán a szántott, nagy felületen tavaszig minimálisan 10 mm vastag porréteg képződik (egységnyi talaj mennyiség 55–85%-a), amelyet a viharos tavaszi szelek elhordanak a területről, és nem kívánatos helyre sodornak. Kisebb felületen kevesebb „fagypor” képződik, így az elhordás veszélye is kisebb.

Az őszi folyamán jól művelhető talajt kár nélkül lehet egyengetni (jó esetben nem is szükséges), ezáltal

kisebb felületen hat a fagy, és kevesebb (egységnyi talaj mennyiség 15–25%-a) por képződik.

A szervesanyag védelem a nedvesség visszatartás (3,5-szer nagyobb az agyagnál) okán a klímakár enyhítés sarkalatos pontja. Nem ajánlott a tarlómaradványok eltávolítása ott, ahol az istállótrágyázás és zöldtrágyázás is korlátozott. Az optimális szervesanyag tartalmú talajok ugyanúgy védelmet kívánnak, mint azok, amelyek már elszegényedtek. A folyamatos kímélő talajhasználat a humusz bontó folyamatok szabályozásán, a szervesanyag fogyás mérséklésén keresztül járul hozzá a talaj klímával szembeni érzékenységének csökkenéséhez.

A szántás nem előfeltétele a termesztés-biztonság kialakulásának. Ott lehet hasznos, ahol nem ismerik más művelési módok alkalmazási szabályait, de a szántást viszonylag kis kárral végzik (ilyen gazdaság azonban meglepően kevés van). A szántás előnyeit (minimális hibát) csak szántható talajon lehet megelőlegezni. Minőségét a talaj nedvességéhez alkalmazkodással, elmunkáló-elem kapcsolással javítani lehet, így a szántott talaj szénvesztése alacsony marad. Kerülni kell a rögzítést, mivel adott idényben a vízvesztés, több év alatt a szénvesztés lesz nagy, előre vetítve a talajminőség romlását. A szántás gyomirtó hatása sokszor látványos, csapadékos évben azonban szembesülünk azzal, hogy csak tűzoltó jellegű volt, mivel az aláforgatott magvak felszínre kerülve tömegesen kelnek. Ezért hasznosabb a kelésre készítés, és adott fejlettségűnél a mechanikai és/vagy kémiai irtás (Lehoczky et al., 2012).

Ajánlatos a természeti és a művelési hiba eredetű káresemények és veszteségek dokumentálása. Az okok objektív vizsgálata remélhetően az újabb mulasztások elkerülését, a védelem hatékonyabb felkészülését segíti.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Jelen dolgozat alapját képező kutatásokat támogató projektek: OM-00381/2008; OM-01289/2009, CZ-9/09, vállalatok: GAK Kht. Kísérleti és Tangazdaság Hatvan-Józsefmajor, Agroszen Kft., Belvárdgyulai Mg. Zrt., Bóly Zrt., Dalmandi Mg. Zrt., Kverneland Group Hungaria Kft., Mezőhegyesi Ménesbirtok Zrt., Szerencsi Mg. Zrt., Vásárhelyi Róna Kft., TerraCoop Kft., Väderstad Kft.

## IRODALOM

- Balla, I.–Jolánkai, M. (2012): Soil moisture measurement in precision farming. *Növénytermelés*. 61: 475–478.
- Birkás, M. (2010): Long-term experiments aimed at improving tillage practices. *Acta Agronomica Hungarica* 58. 1: 75–81.
- Birkás M. (2011a): A biológiai szemlélet Kemenes Ernő talajművelési munkáiban. *Növénytermelés*. 60. 1: 115–130.
- Birkás, M. (2011b): Tillage, impacts on soil and environment. [In: Glinski, J.–Horabik, J.–Lipiec, J. (eds.) *Encyclopedia of Agrophysics*.] Springer Dordrecht. 903–906.
- Birkás, M.–Kisic, I.–Bottlik, L.–Jolánkai, M.–Mestic, M.–Kalmár, T. (2009): Subsoil compaction as a climate damage indicator. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 74. 2: 1–7.
- Birkás, M.–Bottlik, L.–Csorba, Sz.–Mestic, M. (2010): Soil quality improving and climate stress mitigating tillage – The Hungarian solutions. *Hungarian Agr. Research*. 19. 3: 4–8.
- Birkás, M.–Stingli, A.–Gyuricza, Cs.–Jolánkai, M. (2010): Effect of soil physical state on earthworms in Hungary. [In: Karmegam, N. et al. (eds.) *Applied and Environmental Soil Sci.*] Spec. Issue: Status, trends and Advances in earthworm research and vermitechnology.

- Birkás, M.–Jug, D.–Kisic, I.–Kren, J.–Jolánkai, M. (2010): Environmentally-sound soil tillage in Central Europe – step by step. [In: Jug, I.–Vukadinovic, V. (eds.) Proceedings of the 1<sup>st</sup> International Sci. Symposium on Soil Tillage – Open Approach.] Osijek, 9–11 Sept. 2010. 20–28.
- Birkás, M.–Kisic, I.–Jug, D.–Smutny, V. (2011): Remedying waterlogged soils by means of adaptable tillage. [In: Sorić, R.–Stipešević, B. (eds.) 4<sup>th</sup> International Sci. Symposium „Agriculture in the protection of nature and the environment”.] Vukovar. 1–3 June. 2011. 11–22, Glas Slavonije d.d. Osijek.
- Birkás, M.–Kisic, I.–Jug, D.–Bottlik, L.–Pósa, B. (2012): Soil phenomena and soil tillage defects in the past two years – A scientific approach. [In: Stipešević, B.–Soric, R. (eds.) 5<sup>th</sup> International Scientific/professional Conf. „Agriculture in nature and environment protection”.] Vukovar. 4–6 June. 2012. Glas Slavonije d.d. Osijek. 11–23.
- Birkás M.–Kalmár T.–Kisic I.–Jug D.–Smutny V.–Szemők A. (2012): A 2010. évi csapadék jelenségek hatása a talajok fizikai állapotára. *Növénytermelés*. 61. 1: 7–36.
- Csorba Sz.–Farkas Cs.–Birkás M. (2011): Kétpórusú víztartóképeség-függvény a talajművelés-hatás kimutatásában. *Agrokémia és Talajtan*. 60. 2: 335–342.
- Kalmár, T.–Csorba, Sz.–Szemők, A.–Birkás, M. (2011): The adoption of the rain-stress mitigating methods in a damaged arable soil. *Növénytermelés*. 60: 321–324.
- Lehoczky, É.–Kismányoky, A.–Lencse, T.–Németh, T. (2012): Effect of different fertilization methods and nitrogen doses on the weediness of winter wheat. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 43. 1–2: 341–345.
- Macák, M.–Smatana, J.–Veres, T.–Kovács, P. (2011): Effect of soil tillage and crop management on soil physical characteristics and yield response of sugar beet, spring barley and sunflower crop rotation pattern. *Növénytermelés*. 60: 195–198.
- Nagy J.–Dobos A. (2005): Minőségi növénytermesztés geoinformációs rendszer alkalmazásával. [In: Pépó P. (szerk.) Korszakváltás a hazai mezőgazdaságban: a modern növénytermesztés alapjai – Prof. Dr. Hc. Dr. Bocz Ernő professzor 85. születésnapja tiszteletére.] DE ATC. Debrecen. 22–28.
- Neményi M.–Tamás J.–Fenyvesi L.–Milics G. (2010): A távérzékelés alkalmazása a biomassza és a vízkészletek mennyiségének, valamint minőségének megállapításánál. *Klíma-21 Füzetek*. 59: 51–60.
- Pépó, P. (2011): Role of genotypes and agrotechnical elements in cereal crop models. *Cereal Res. Comm.* 39. 1: 160–167.
- Smutny, V. (2010): The role of agronomic factors on yield stability of winter wheat. *Növénytermelés*. 59: 533–536.
- Spoljar, A.–Kisic, I.–Birkás, M.–Gunjaca, J.–Kvaternjak, I. (2011): Influence of crop rotation, liming and green manuring on soil properties and yields. *J. of Environmental Protection and Ecology*. 12. 1: 54–69.
- Várallyay, Gy. (2011): Water-dependent land use and soil management in the Carpathian basin. *Növénytermelés*. 60: 297–300.
- Vári E.–Pépó P. (2011): Az agrotechnikai tényezők hatása a kukorica agronómiai tulajdonságaira. *Növénytermelés*. 60. 4: 115–130.

