

A TALAJ FIZIKAI TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA TALAJMŰVELÉSI KÍSÉRLETBEN

FARKAS CSILLA – TÓTH ESZTER – VÁRALLYAY GYÖRGY

ÖSSZEFOGLALÁS

A talajművelési rendszerek jelentős szerepet játszanak az agro-ökoszisztémák racionális használatában, elsősorban a talaj nedvességforgalmának szabályozása területén. A különböző talajművelési rendszerek összehasonlító értékelésénél ezért fontos szempont az, hogy azok miképp hatnak a talaj felszínére jutó víz talajba szivárgására, illetve a talajban történő hasznos (növény számára felvehető formában történő) tározására. Ennek megállapítása céljából szabadföldi talajművelési tartamkísérletben tanulmányoztuk hat különböző talajművelési rendszer hatását a talaj térfogattömegére, víztartó-görbéjére és nedvességtartalmára kukorica kultúrában. Kapacitív elven működő szondák installálásával monitoring-rendszert építettünk ki a talajnedvesség-tartalom folyamatos mérésére.

Az eltérő kezelésekben mért víztartó-görbék statisztikai és vizuális értékelése során megállapítottuk, hogy a vegetációs időszak elején és közepén a művelési mód jelentősen befolyásolta a művelt rétegben mért víztartó-görbék alakját a makropórusos (kis szívóerő) tartományban ($pF < 1,5$), ugyanakkor nem fejtett ki hatást a mezo- és mikropórusokra. Következésképpen a vizsgált művelési rendszerek az adott kísérleti körülmények között nem befolyásolták a vizsgált talaj potenciálisan hasznosítható vízkészletét. A talajnedvesség-értékekben és terméseredményekben tapasztalt különbségek elsősorban a talajművelés közvetett hatására vezethetők vissza.

A talajnedvesség-tartalom tér- és időbeli változásának elemzésekor megállapítottuk, hogy az alkalmazott talajművelési eljárások nagymértékben megváltoztatták a művelt talajréteg nedvességforgalmát. A művelés alatti rétegekben fokozatosan kiegyenlítődtek a kezelések közötti különbségek. A sekélyművelésekben kimutatható volt a művelés alsó határán esetlegesen kialakuló tömör réteg káros hatása.

BEVEZETÉS

A termőtalaj hazánk egyik legjelentősebb, sokfunkciós, feltételesan megújuló természeti erőforrása és vízrezervoárja. A talaj, mint az agroökoszisztémák egyik legfontosabb alkotóeleme a legkülönbözőbb szakterületek vizsgálati tárgyát képezik. Napjainkban a tudomány számára az egyik fő kihívást a talaj tulajdonságaiban az antropogén hatások következtében végbemenő változások előrejelzése, a káros folyamatok csökkentése és a fenntartható talajhasználat elemeinek

kidolgozása jelenti. Ennek kapcsán Várallyay (1997) elsősorban a korlátozott és felértékelődő vízkészletekre hívja fel a figyelmet, és arra, hogy a jövőben a mezőgazdaság-fejlesztésnek és környezetvédelemnek egyaránt a víz lesz az egyik meghatározó tényezője. Ezért központi kérdés a vízfelhasználás hatásfokának növelése, aminek alapvető eleme a talaj nedvességforgalmának hatékony szabályozása. Magyarország, elsősorban az Alföld természeti adottságai között kiemelkedően fontos a talajok aszály- és belvízérzékenységet csökkentő talajműve-

lési rendszerek elterjesztése. A fenntartható talajhasználat és a költséghatékonyság követelményeinek egyaránt megfelelő művelési rendszer kiválasztásakor az egyes művelési rendszerek talajnedvesség-megőrző és talajszerkezet-fenntartó vagy javító szerepét egyaránt figyelembe kell venni.

A talajművelés sokoldalúan befolyásolhatja a talaj vízháztartását a beszivárgási körülményekre, a felszíni lefolyásra, a párolgási viszonyokra valamint a talajszerkezetre gyakorolt hatása révén (Várallyay, 1997; Zhai et al., 1990; Mwendera, 1992). A talajművelésnek a talaj fizikai állapotát jellemző paraméterekre (térfogattömeg, összporozítás, talajellenállás, beszivárgás, párolgási együtthatók, vízviasszatartó-képesség, pórusméret-eloszlás, talajnedvesség stb.) gyakorolt hatását nagyon sokan vizsgálták mind hazánkban (Birkás et al., 1998; Gyuricza et al., 1998; Sipos, 1973) mind külföldön (Culley et al., 1987; Mwendera, 1992; Zhai, 1990).

Culley et al. (1987) a hagyományos szántásos művelés és a direktvetés hatását tanulmányozták a talajfizikai jellemzőkre. A térfogattömeg szignifikánsan nagyobb és a mélységben állandó volt a direktvetés esetében, míg a szántásos kezelést alacsonyabb, a talajfelszín közelében csökkenő értékek jellemezték. Ezeket a következtetéseket Gantzer – Blake (1978) és Pidgeon – Soan (1977) munkái is alátámasztották. Ouwerkerk – Boone (1970) szerint az összporozítás területi átlagértéke és szórása egyaránt alacsonyabb a direktvetés esetében mint a szántásos művelésben. A direktvetésben a talaj tömődtebb és a pórusméret-eloszlás egyenletesebb. Ugyanakkor Hill – Cruse (1985) valamint Potter et al. (1985) Iowaban végzett mérései szerint a művelés semmilyen hatást nem gyakorolt a térfogattömegre. A legtöbb esetben a művelés hatása – a művelés mélységétől függően – a felső 30 centiméteres rétegben volt kimutatható.

Ellentmondásos eredményeket közöl a szakirodalom a talaj nedvességtartalmát és hasznos vízkészletét illetően is. A legtöbb

kísérletben a talaj térfogatszázalékos nedvességtartalma nagyobb a direktvetésben mint a hagyományosan művelt talajokban (Lindstrom et al., 1984; Negi et al., 1981; Gantzer – Blake, 1978; Pidgeon – Soane, 1977; Blevins et al., 1971). Igen vitatott azonban, hogy a magasabb víztartalom hasznos vízkészletet képez-e a növény számára (Zhai et al., 1990). Így például Blevins et al. (1971) úgy találták, hogy a direktvetésben tapasztalt magasabb nedvességtartalomnak köszönhetően a növény könnyebben átvészeli a rövid ideig tartó száraz periódusokat a nyár folyamán. Ezzel szemben Tollner et al. (1984) szerint a direktvetésben a talajnedvesség sokkal kisebb hányadát képezi a növény által felvehető vízmennyiség, mint a szántásos művelésben. Vizsgálataikban Hill et al. (1985), valamint Guzha (2004) nem tapasztaltak különbséget a szántásos művelésben és a direktvetésben mért hasznos vízkészletek között, Negi et al. (1981) szerint viszont a direktvetésben jelentősen nagyobb a hasznos vízkészlet.

Hasonló módon vitatott a művelésnek a talaj pórusméret-eloszlását és a víztartó-képességét jellemző pF-görbére gyakorolt hatása. Többek szerint a művelés csak a makropórusok számát befolyásolja, így nem változtatja meg a potenciálisan felvehető vízkészlet mennyiségét, ami alapvetően a mezopórusok függvénye (Ouwerkerk – Boone, 1970). Azonban míg Culley et al. (1987) szerint a direktvetésben a művelt rétegnek megfelelő mélységben sokkal több a makropórusok száma, mint a hagyományosan művelt talajban, Ouwerkerk – Boone (1970) minden vizsgált mélységben a hagyományosan művelt talajban találta a legtöbb makropórust.

Domzal et al. (1987) valamint Korsunskaya (1995) eredményei arra engednek következtetni, hogy a művelés a mezo-pórusok tartományában is hatást fejt ki a talajra. Korsunskaya (1995) szerint a művelés hatása a pF-görbére a pF₀–pF_{2,5}-ös szívóerő-tartományban mutatható ki. Domzal et al., két különböző talajon (erdőtalajon és rendzi-

nán) vizsgálták 5 különböző művelési eljárás hatását a talaj pF-görbéjére. A pF_{2,5}-ös szivóerő ellenében az 5 művelési eljárásból vett talajmintában visszatartott vízmennyiségek között szignifikáns különbségeket tapasztaltak a barnaföld esetében, és gyakorlatilag nem találtak eltérést a rendzinán.

A szakirodalomban fellelhető mérési eredmények alapján elmondható, hogy a művelésnek a talaj fizikai tulajdonságaira és nedvességforgalmára gyakorolt hatása egyaránt függ a helyi viszonyoktól (klíma, domborzat, talaj), illetve attól, hogy miként reagál az adott talaj egy konkrét mechanikai beavatkozásra. Ezen túlmenően fontos tényező az időbeliség, mert az ellentmondásos következtetések abból is fakadhatnak, hogy a művelés hatása az egyes talajparaméterekre az idő függvénye.

Hazánkban a fenntartható mezőgazdasági termelés egyik feltétele olyan költségtakarékos talajművelési rendszerek elterjesztése, melyek a talaj szerkezetének, fizikai állapotának megóvása (fenntartása) mellett is képesek a termesztett növényeknek megfelelő talajállapotot biztosítani. Mivel az egyes talajművelési eljárások talajnedvesség-megőrző szerepe egy adott talajra nem becsülhető előre, szabadföldi művelési tartamkísérletekben vizsgáltuk 6 eltérő művelési rendszer hatását a talaj hidrofizikai tulajdonságaira mészlepedékes csernozjom talajon.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A talajművelési tartamkísérlet ismertetése

A vizsgálatokat Hatvan körzetében, a Szent István Egyetem GAK Kht. József-majori Kísérleti és Tangazdasága területén 2002 óta folyó kísérletben végeztük. A kísérlet körülményeit befolyásolta, hogy a kiválasztott területen az előző két évben őszi búzát termesztettek és a talajhasználat módja nem felelt meg a nedvességvesztés csökkentés elvárásainak. A terület 2002–2003 években 12,48 ha, ezt követően 4,68 ha. A kísérlet

négyszékléses, sávos, véletlen elrendezésű, a parcellák mérete 975 m². A talaj mészlepedékes csernozjom, fizikai félesége vályog, kémhatása kissé savanyú. A talaj tápanyagtartalmához mérten optimális NPK műtrágya adagot (450 kg/ha) alkalmaztunk. A vizsgált időszakban a tesztnövény kukorica volt. A kísérlet kezelése a következők voltak:

Talajművelési rendszerek:

- | | |
|-----|---|
| F | – Forgatásos (szántás, 26–30 cm) |
| GYJ | – Gyökérzóna javító (középmélységű lazítás, 40–45 cm) |
| ML1 | – Mulcshagyó-lazító (kultivátoros, 12–16 cm) |
| ML2 | – Mulcshagyó-lazító (kultivátoros, 16–20 cm) |
| MK | – Mulcshagyó-keverő (tárcsázás, 16–20 cm) |
| MVL | – Mulcshagyó-vetősorban lazító (direktvetés). |

Automata mérőrendszer kiépítése a József-majori talajművelési tartamkísérletekben

A mintaterületen automata mérőrendszer építettünk ki a talajnedvesség- és talajhőmérséklet-dinamika nyomon követése céljából. Az automata mérőrendszer 6 darab 80 cm hosszú, kapacitív elven működő, ún. 3T-System talajnedvesség- és talajhőmérséklet-szondából (Szöllősi, 2003) áll. Minden egyes kezelésbe 1–1 szondát telepítettünk, melyekbe 8 darab 10 cm hosszú érzékelő van beépítve. Az érzékelők kapacitív elven működnek és olyan elektromos jeleket mérnek, melyek a műszer kalibrációját követően hőmérséklet- és térfogatszázalékban kifejezett talajnedvesség-tartalom értékekké konvertálhatóak. A szondák naponta 4 időpontban végeznek méréseket, majd az eredményeket automatikusan eltárolják. A mért adatokat egy könnyen kezelhető interface segítségével lehet beolvasni a számítógépbe.

A 2003-as évben május 13-tól szeptember 11-ig végeztünk méréseket.

A talaj fizikai tulajdonságainak meghatározása

A térfogattömeg, valamint a víztartó-görbe (pF-görbe) jellemző értékeinek meghatározásához 100 cm^3 térfogatú bolygatatlan mintákat gyűjtöttünk 2003-ban, a vegetációs időszak alatt három időpontban. A mintavételezés során 3 párhuzamos mintát vettünk 3 mélységben (feltalaj: 0–5 cm és 5–10 cm, tárcsatalp: 15–20 cm). A rendszeres talajminta-vételezéssel a pF-görbe és a térfogattömeg szezonális dinamikáját vizsgáljuk, mert korábbi kísérleteinkben (Farkas *et al.*, 1999) kimutattuk, hogy a művelt talajokban a fenti talajfizikai jellemzők jelentősen változnak a vegetációs időszak alatt.

Két alkalommal a művelési mélység alatti rétegből (45–50 cm) is történt bolygatatlan mintavételezés. A pF-görbe jellemző értékeinek (a 0,01 m, 0,02 m, 5m, 0,1 m, 0,3 m, 1 m, 2 m, 5 m, 25 m és 150 m magas vízoszlop nyomásának megfelelő szívóerő ellenében a talajban visszatartott vízmennyiségnek) meghatározása a Várallyay-féle (Várallyay, 1973) módszerrel történt.

A mérési eredmények értékelése

A művelés hatásának kimutatására egytényezős varianciaanalízist alkalmaztunk a mért térfogattömegre, a pF-görbe egyes jellemző értékeire és a tömegszázalékos talajnedvesség-értékekre. A szignifikáns különbségek kimutatásához F-statisztikát használtunk 95%-os megbízhatósági szinten.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Térfogattömeg

A különböző talajrétegekben áprilisban, júniusban és szeptemberben mért térfogattömeg-értékeket az 1. táblázatban foglaltuk össze. A térfogattömeg-értékek mellett fel-

tüntetett betűjelek a statisztikai értékelés eredményeit mutatják. Két érték között akkor van szignifikáns eltérés, ha a mellettük feltüntetett betűjelek között nincs egyforma.

Az 5–10 cm-es talajrétegben tavasszal, közvetlenül a vetést követően nem tapasztaltunk statisztikailag kimutatható különbséget az eltérő kezelésekben mért térfogattömeg-értékek között. A legnagyobb értékeket ($1,33$ és $1,35\text{ g/cm}^3$) a mulcshagyó és lazító kezelésekben (ML1 és ML2), a legkisebbet ($1,21\text{ g/cm}^3$) a gyökérzóna-javító kezelésben mértük. Június végére a legtöbb kezelésben enyhe visszatömörödés volt megfigyelhető, mely elsősorban a mulcshagyó és lazító (ML1 – $1,41\text{ g/cm}^3$) és a forgatásos (F – $1,21\text{ g/cm}^3$) kezelést érintette. Szeptemberre a különbségek gyakorlatilag eltűntek. A feltalaj tekintetében a térfogattömeg-értékek közötti statisztikailag kimutatható különbségek ellenére sem beszélhetünk talajtömörödésről, hiszen a mért értékek nem érték el a kritikus értéket: Griffith *et al.* (1977) kimutatták, hogy amennyiben a térfogattömeg értéke az $1,4$ – $1,5\text{ g/cm}^3$ -es tartomány alatt marad, úgy a talajállapot nem akadályozza a gyökérzet fejlődését.

Koratavasszal a 15–20 cm-es rétegben az F és az ML2 kezelésekben mértük a legkisebb ($1,22$ és $1,23\text{ g/cm}^3$) térfogattömeg-értékeket. Kedvezően laza volt a talaj állapota a mélylazítással kombinált tárcsás kezelésben (GYJ) is. A többi kezelésben (MK, ML1 és MVL) szignifikánsan nagyobb térfogattömeg-értékeket mértünk, aminek oka a direktvetésben (MVL) a kísérlet rövid előlétele, a másik két kezelés estében pedig feltehetően az, hogy a talajművelés alsó határa erre a mélységtartományra esik. Szembeszökő a tárcsatalp kialakulására utaló $1,52\text{ g/cm}^3$ -es térfogattömeg-érték.

A 15–20 centiméteres rétegben áprilisban tapasztalt különbségek – valószínűleg a visszaülepedés következtében – júniusra kiegyenlítődték. Korábbi vizsgálatainkban (Farkas *et al.*, 1999) szeptember elején minden kezelésben kisebb térfogattömeg-értékeket mértünk, mint a nyári időszakban,

ami feltehetően a száradási-nedvesedési folyamatoknak és a biológiai aktivitás közvetett hatásának tudható be.

A művelés alatti talajrétegben (45–50 cm) nem tapasztaltunk statisztikailag kimutatható különbségeket a mért térfogattömeg-értékek között.

A víztartó-görbék jellemző értékei

Az eltérő kezelésekből mért víztartó-görbék közül a legjellemzőbbeket az 1. ábrán mutatjuk be. Áprilisban az 5–10 cm-es rétegben a forgatásos (F) és a mély lazítással kombinált (GYJ) kezelésben volt a legnagyobb, továbbá a mulcshagyó és lazító kezelésekből (ML1 és ML2) a legkisebb a telítettségi víztartalom (tehát az összes pórustérfogat). Júniusra ez a kép némileg átrendeződött, ekkor a direktvetésben volt a legkisebb a makropórusok aránya. A legnagyobb mértékű visszaüledés a szántásos kezelésben figyelhető meg, feltételezhetően a növényi maradványok hiánya miatt (Birkás–Gyuricza, 2004).

Megfigyelhető, hogy a víztartó-görbe jellemző értékei közti eltérések az idő és a mélység függvényében fokozatosan csökkentek. A művelés alatti rétegben (45–50 cm) a mért értékek közti különbségek a mérési hibahatáron belül voltak. Eredményeink alapján elmondható, hogy a vegetációs időszak elején és közepén a művelési mód jelentősen befolyásolta a művelt rétegben mért pF-görbék alakját a kis szívóerő-tartományban ($pF < 1,5$), ugyanakkor nem fejtett ki hatást a mezo- és mikropórusokra. Eszerint a vizsgált művelési eljárások az adott kísérleti talajon nem befolyásolták jelentősen a talaj potenciálisan hasznosítható vízkészletét (2. ábra). Ez egyben azt is jelenti, hogy a talajnedvesség-értékekben és terméseredményekben tapasztalt különbségek elsősorban a talajművelés közvetett hatására vezethetők vissza.

A talaj vízraktározó képességének döntő jelentősége van az agroökoszisztémák zavar-

tan működése, megfelelő vízellátása szempontjából, hiszen a növények (pl. az őszi kultúrák) tavaszi „vízhiányát” az őszi-téli csapadékkal feltöltött és a talajban tárolt vízkészletekből lehet csak zavartalanul kielégíteni. A 2. ábrán látható, hogy a talaj felső 20 cm-es rétegében tárolt vízmennyiség gyakorlatilag a vegetációs időszak egészében kevesebb volt a potenciálisan elraktározható mennyiségnél.

A talajnedvesség-dinamika

A vegetációs időszak alatt a talajba installált kapacitív szondák által mért talajnedvesség-értékeket a 3. ábrán mutatjuk be.

Megállapítottuk, hogy a talajnedvesség-dinamika azonos képet mutatott valamennyi kezelés esetében, ugyanakkor jelentős – maximálisan 18 v%-os – különbségeket tapasztaltunk a különböző kezelésekből mért talajnedvesség-értékek között. A feltalajban a forgatásos kezelésben (F) mértük a legkisebb talajnedvesség-értékeket. Ennek oka egyrészt a talajtakaró, nedvességmegőrző növénymaradványok hiánya, másrészt a szántott feltalajra jellemző, nagy pórustérfogattal és kis térfogattömeggel rendelkező talajréteg. Ez a réteg könnyen kiszárad, és ezáltal – mivel a száraz talaj vízvezetőképessége gyakorlatilag nulla – megakadályozza a párolgást a mélyebb talajrétegekből.

A vegetációs időszak elején a kultivátoros kezelésekből (ML1 és ML2), június közepétől pedig a középmélylazításos (GYJ) kezelésben volt a legnedvesebb a feltalaj. Mindkét kultivátoros kezelésben a többi esetnél jelentősebb ingadozások figyelhetők meg a talaj nedvességtartalmában, ami arra utal, hogy ezekben a kezelésekből a feltalaj érzékenyebben reagál az időjárási viszonyok változására.

A 20–30 centiméteres rétegben a nagyjából azonos (30–33 v%) tavaszi induló talajnedvesség-állapotokhoz képest eltérő módon száradt ki a talaj a nyári időszak folyamán.

A direktvetésben mértük a legnagyobb talajnedvesség-értékeket, melyek 27 v% és 35 v% között ingadoztak. Viszonylag magas értékeket regisztráltunk a kultivátoros kezeléseknél (főleg az ML1-ben) is. A közép-mélylazításban (GYJ), a tárcsázásban (MK) és a szántásban (F) detektáltuk a legszárazabb talajállapotot. Ebben a talajrétegben a direktvetésben és a szántásos kezelésben volt a legstabilabb a talajnedvesség-dinamika – a talajfelszínre érkező és a talajba beszivárgó csapadék hatása alig volt érzékelhető.

A művelés alatti rétegekben egyre inkább kiegyenlítődtek a kezelések közötti különbségek. Jelentős ingadozás figyelhető meg például a 30–40 cm-es rétegben a mélylazítással kombinált tárcsás kezelésben (GYJ) mért talajnedvesség-értékekben, ami a mélylazítás hatásának tudható be. A mélylazítás a talaj felső 45 cm-es rétegét érinti. Feltételezhető, hogy a makropórusok számának emelkedésével megnöttek a telítettséghez közeli vízvezető-képesség értékek. Ennek következtében jobban átjárható lett a talaj a víz számára, a felső rétegek gyorsan levezették a csapadékvizet a mélyebb rétegek felé. A többi kezelésben a 30–40 cm-es talajréteg a művelés alsó határa alá esik, ezért megfigyelhető a kezelések közötti különbségek összemosódása és a talajnedvesség-dinamika görbéjének kisimulása.

Az 50 cm-es talajréteg alatt a talaj nedvességtartalma minden kezelésben a szabadföldi vízkapacitás értéke körül ingadozott. Ez arra utal, hogy a nedvességmegőrző talajhasználat következtében az igen száraznak mondható vegetációs időszak alatt is elegendő nedvesség állt a növények rendelkezésére.

Fontos megemlíteni, hogy a mért talajnedvesség-értékeket mindig a terméseredmények és – amennyiben lehetséges – a talajvízmérleg egyéb elemeinek ismeretében szabad csak értékelni, hiszen a talajból mind párolgás, mind növényi vízfogyasztás révén történhet vízvesztés.

A talajnedvesség-profilok

A vizsgált talajművelési rendszerekre jellemző talajnedvesség-profilok (4. ábra) alapján a szelvényre jellemző száradási-nedvesedési folyamatokra következtethetünk. A talajművelés hatása a felső 40 cm-es rétegben mutatkozik meg a legerősebben. A direktvetésben (MVL) és a sekélyebb kultivátoros kezelésben (ML1) a legnagyobb talajnedvesség-tartalom értékeket jellemzően a 15–25 cm-es rétegben mértük. *Birkás – Gyuricza (2004)* arról számolnak be, hogy a direktvetésben (és emellett a sekélyműveléssel való kezelésben) ebben a mélységben alakul ki a legtömörebb, a legnagyobb talajellenállás-értékekkel jellemezhető talajréteg. A talajfelszín felé haladva a mért talajnedvesség-értékek jelentősen lecsökkentek. Az említett két kezelésben a nedvességprofil alakja eltért a másik két kezeléstől, ami a párolgási viszonyok megváltozására, illetve eltérő növényi vízfogyasztásra enged következtetni.

A tárcsázott (GYJ és MK), valamint a szántott (F) kezelés nedvességprofiljain érdekes megfigyelni, hogy e három kezelésben a talaj nedvességtartalma általában egyforma volt a 15 cm-es rétegben, azonban eltérő értékeket mértünk a talajfelszín közelében. A GYJ kezelésben általában ugrásszerűen megnőtt a feltalaj nedvességtartalma, amiből a felfelé irányuló vízmozgás dominanciájára következtethetünk. Feltételezhető tehát, hogy ebben a kezelésben – a többihez képest – jelentősek voltak a párolgási veszteségek. Ezzel szemben a szántásban (F) a talajfelszín felé haladva fokozatosan csökkent a talaj nedvességtartalma. Valószínűleg a kedvezően laza talajállapot következtében kialakuló vékony, szinte légszáraz talajréteg a párolgás csökkentése révén megakadályozta a mélyebb rétegeket a kiszáradástól.

Birkás – Gyuricza (2004) arról számoltak be, hogy a forgatásos, valamint a gyökerzőna-javító kezelésben alakult ki a legkedvezőbb talajállapot a gyökérszámára. Feltételezhetően az intenzívebb növényi vízfo-

gyasztással magyarázható az, hogy az F és GYJ kezelésekben jobban kiszáradt a talaj, mint pl. a direktvetésben.

A talajnedvesség-értékek alakulása időben és térben

A különböző talajművelési eljárások hatását a talaj nedvességforgalmának időbeli és térbeli alakulására az 5. ábra szemlélteti. A művelés mélységét fekete vonallal jelöltük. Jól látható, hogy a közvetlenül a műve-

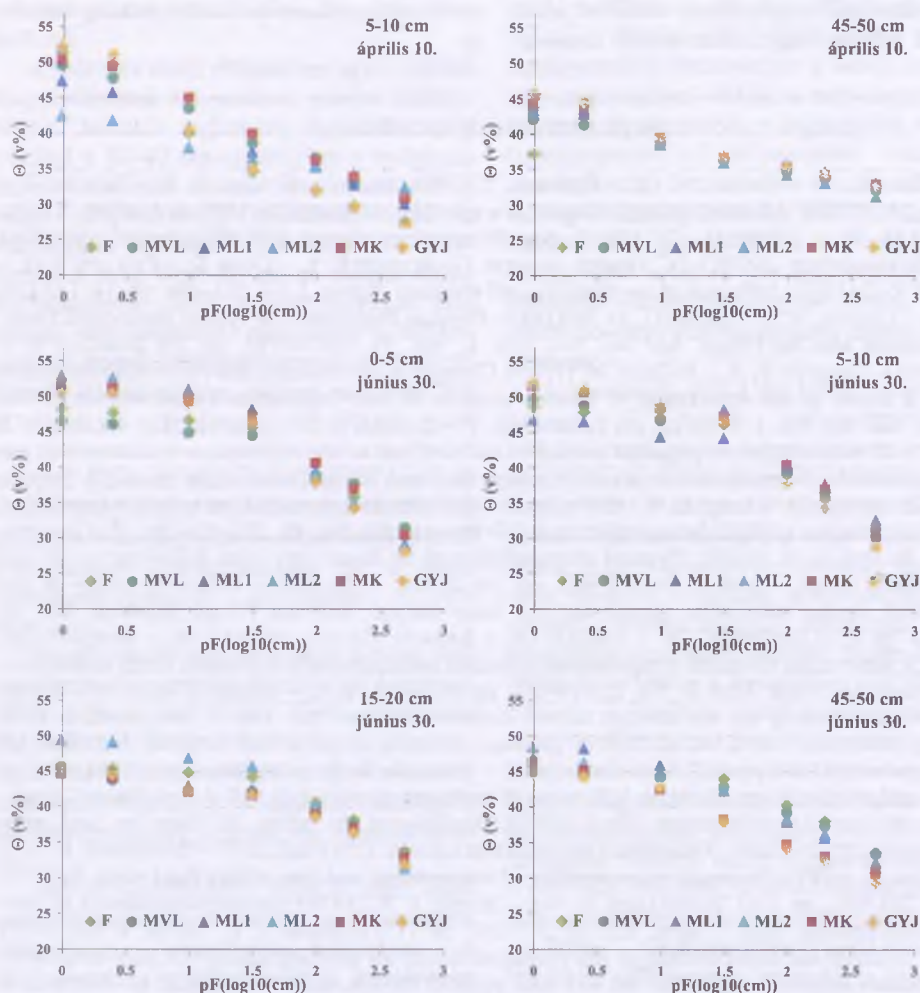
lés alsó határa alatt kialakuló tömörebb talajréteg környezetében a vegetációs időszak alatt egyre jobban kiszárad a talaj. A tárcsás kezelésekben (GYJ és MK) megfigyelhető a talajban végbemenő vízáramlás jelentősen lelassító száraz rétegek kialakulása. A forgatásos kezelésre kapott kép ugyanakkor arra enged következtetni, hogy a mélyebb talajrétegekben felhalmozódott víz a vegetációs időszak alatt folyamatos utánpótlást képez a (párolgás és növényi vízfogyasztás következtében) kiszáradó fentalaj számára.

FORRÁSMUNKÁK JEGYZÉKE

- (1) BIRKÁS, M. – GYURICZA, CS. – FENYVES, T. – PERCZE, A. – NYÁRAI, H. F. – SZALAI, T. – VINCZE, M.: (1998): A kukoricatalajok állapota és a művelési rendszerek az 1990-es években. Kézirat
- (2) BIRKÁS, M. – GYURICZA, CS. (2004): Agroökoszisztéma elemek kölcsönhatásainak vizsgálata művelési kísérletben. „AGRO-21” Füzetek, in press. (3) BLEVINS R. L. – COOK D. – PHILLIPS S. H. – PHILLIPS R. E. (1971): Influence of no-tillage on soil moisture. *Agron. J.* 63: 593–596. pp. (4) CULLEY, J. L. B. – LARSON, W. E. – RANDALL, G. W. (1987): Physical Properties of a Typical Haplaquoll Under Conventional and No-Tillage. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Vol. 51, 1587–1592. pp. (5) DOMZAL, H. – SLOWINSKA-JURKIEWICZ, A. – PALIKOT, M. (1987): Changes in the Structure and Physical Properties of Soil as a Result of the Application of Various Methods of Soil Cultivation. *Polish Journal of Soil Science*, Vol. XX. No. 1. 9–16. pp. (6) FABRIZZI, K. P. – GARCIA, F. O. – COSTA, J. L. – PICONE, L. I. (2004): Soil water dynamics, physical properties and corn and wheat responses to minimum and no-tillage systems in the southern Pampas of Argentina. *Soil and Tillage Research*, in press. (7) FARKAS, CS. – GYURICZA, CS. – LÁSZLÓ, P. (1999): Egyes talajfizikai tulajdonságok vizsgálata talajművelési tartamkísérletekben gödöllői barna erdőtalajon. *Növénytermelés*, Vol. 48. 323–336. pp. (8) GANTZER, C. J. – BLAKE, G. R. (1978): Physical characteristics of Le Sueur clay loam following no-till and conventional tillage. *Agron. J.* 70: 853–857. pp. (9) GUZHA, A. C. (2004): Effects of tillage on soil microrelief, surface depression storage and soil water storage. *Soil and Tillage Research*, Vol. 76. 105–114 pp. (10) GYURICZA, CS. – FARKAS, CS. – BARÁTH, CS.-NÉ – BIRKÁS, M. – MURÁNYI, A.: (1998) A penetrációs ellenállás vizsgálata talajművelési tartamkísérletben gödöllői barna erdőtalajon. *Növénytermelés*, 1988. Tom. 47. No. 2., 199–212. pp. (11) HILL, R. L. – CRUSE, R. M. (1985): Tillage effects on bulk density and soil strength on two Mollisols. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Vol. 49. 1270–1273. pp. (12) KORSUNSKAYA, L. et al. (1995): Seasonal variation of some soil structure indicator. *Int. Agrophysics* 9: 37–40. pp. (13) LINDSTROM, M. J. – VORHEES, W. B. – ONSTOD, C. A. (1984): Tillage system and residue cover effects on infiltration in northwestern corn belt soil. *J. Soil Water Conserv.* 39: 64–68. pp. (14) MWENDERA, E. J. (1992): Analysis of the effect of tillage on soil water conservation. Ph.D. Thesis, Katholieke Universiteit te Leuven. (15) NEGI, S. C. – RAGHAVAN, G. S. V. – TAYLOR, F. (1981): Hydraulic characteristics of conventional and zero-tillage field plots. *Soil Till. Res.* 2: 281–292. pp. (16) OUWERKERK, C. VAN – BOONE, F. R. (1970): Soil-physical aspects of zero-tillage experiments. *Neth. J. agric. Sci.* 18: 247–261. pp. (17) PIDGEON, J. D. – SOAN, B. D. (1977): Effects of tillage and direct drilling on soil properties during the growing season in a long-term barley mono-culture system. *J. Agric. Sci.* 88: 431–442. pp. (18) POTTER, K. N. – CRUSE, R. M. – HORTON, R. (1985): Tillage effects on soil thermal properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Vol. 49. 968–973. pp. (19) SIPOS, S. (1973): A talajművelési és talajjavítási kutatások összefoglaló ismertetése. Jubileumi Tud. Ülésszak, Karcag, 1947–1972. 27–37. pp. (20) SZÖLLŐSI, I. (2003): Relationship between the soil

penetration resistance and soil water content, measured on a loamy soil using 3T SYSTEM equipment. *Agrokémia és Talajtan*, Vol. 52, Nos. 3–4. 263–274. pp. (21) TOLLNER, E. W. – HARGROVE, W. L. – LANGDALE, G. W. (1984): Influence on conventional and no-tillage practices on soil physical properties in the southern Piedmont. *J. Soil Water Conserv.* 38: 73–76. pp. (22) VÁRALLYAY, GY. (1973): A new apparatus for the determination of soil moisture potential in the low suction range. *Agrokémia és Talajtan*, 22: 1–22. pp. (23) VÁRALLYAY, GY. (1997): A talaj vízgazdálkodása és a környezet. *Tiszántúli Mezőgazdasági Napok: „A Debreceni Agrártudományi Egyetem a Tiszántúli mezőgazdaságáért”*, Karcag, 1997. jún. 12. (24) ZHAI, R. – KACHANOSKI, R. G. – VORONEY, R. P. (1990): Tillage effects on the Spatial and Temporal Variations of Soil Water. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Vol. 54. 186–192. pp.

1. ábra



A talaj víztartó-görbéje a különböző kezelésekben (József-major, 2003)

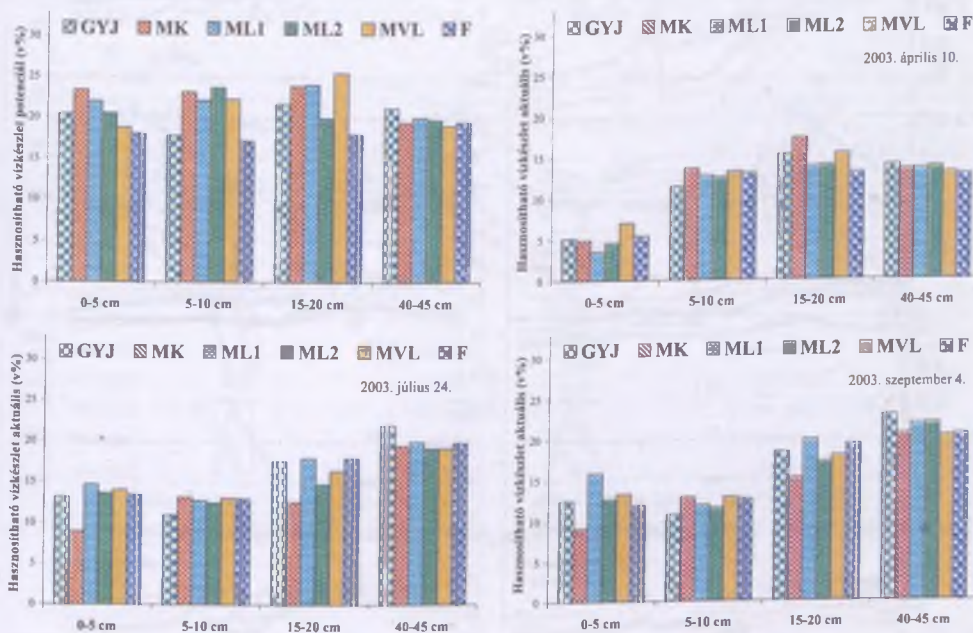
Művelési kezelések: F: forgatásos; GYJ: gyökerzóna javító; ML1, 2: mulcshagyo-lazító; MK: mulcshagyo-keverő; MVL: mulcshagyo-vetősorban lazító

1. táblázat

A térfogatömeg-értékek alakulása különböző bolygatás esetén (József-major, 2003)

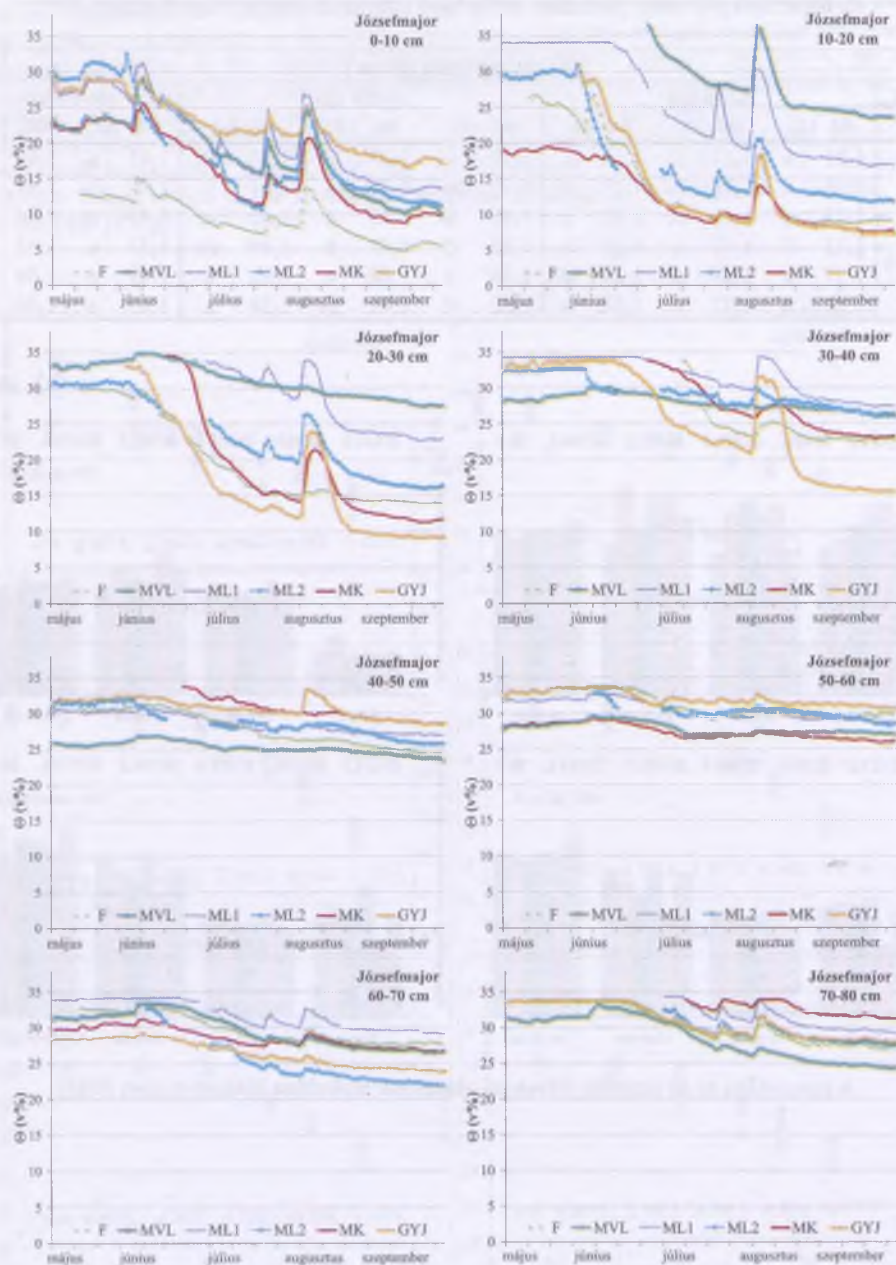
Térfogatömeg (g/cm ³)																
2003	5–10 cm					15–20 cm			45–50 cm							
	04. 10.		06. 30.		09. 04.	04. 10.		06. 30.	09. 04.	04. 10.		06. 30.				
GYJ	1,21	a	1,23	a	1,16	a	1,32	a	1,47	a	1,33	ac	1,45	a	1,41	a
MK	1,26	a	1,27	ac	1,20	ab	1,52	bc	1,49	a	1,24	b	1,44	a	1,41	a
ML1	1,33	a	1,41	bc	1,22	b	1,45	b	1,45	a	1,32	ac	1,45	a	1,36	a
ML2	1,35	a	1,19	a	1,22	b	1,23	d	1,32	b	1,30	ab	1,37	a	1,43	a
MVL	1,27	a	1,28	ac	1,21	ab	1,54	c	1,48	a	1,25	b	1,42	a	1,46	a
F	1,26	a	1,32	c	1,24	b	1,22	d	1,41	ab	1,38	c	1,45	a	1,46	a

2. ábra



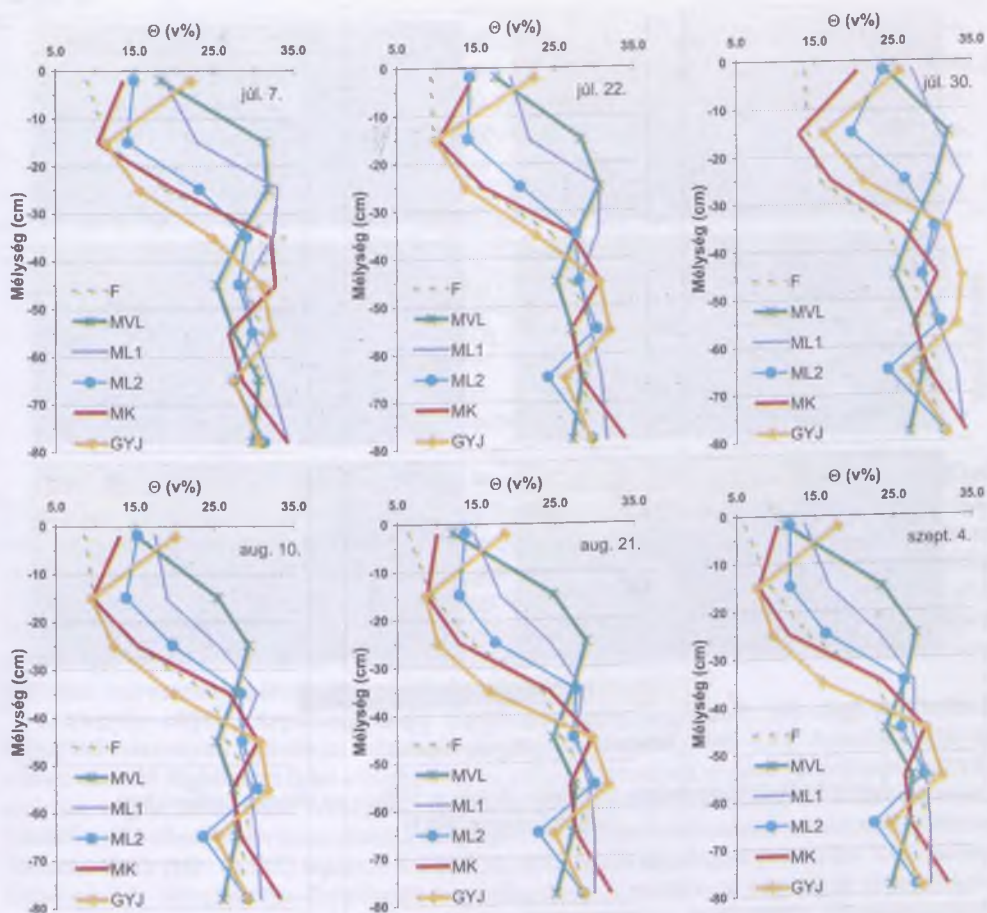
A potenciális és az aktuális felvehető vízkészlet alakulása (József-major, 2003)

3. ábra



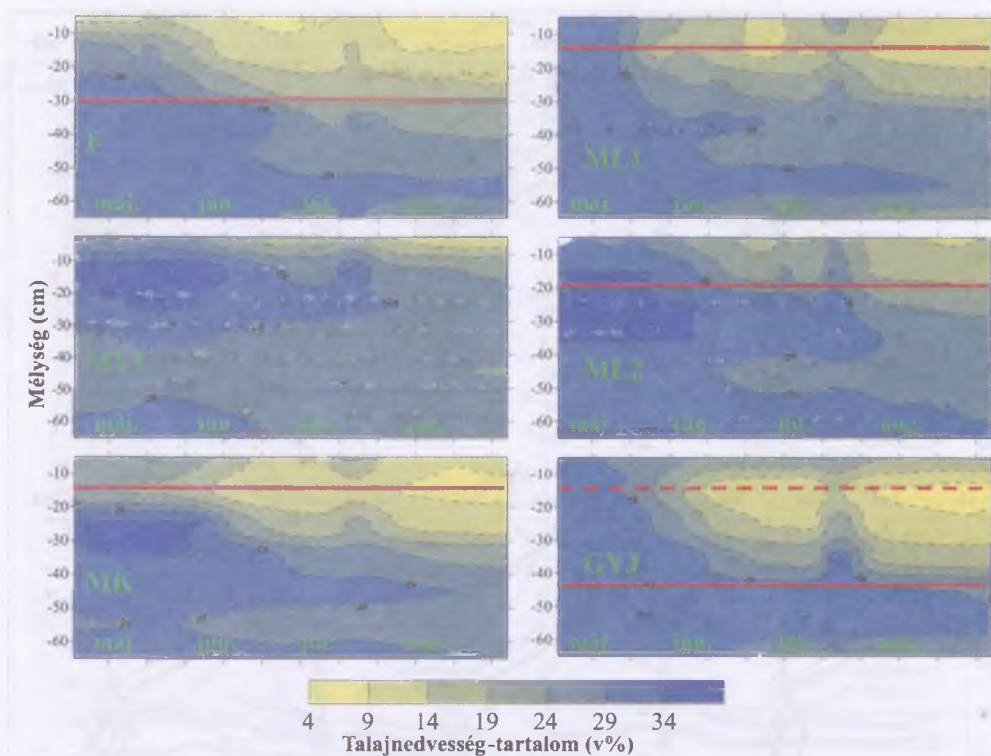
Az eltérő kezelésekben mért talajnedvesség-dinamika (József-major, 2003)

4. ábra



Talajnedvesség-profilok az eltérő bolygatású talajokban (József-major, 2003)

5. ábra



A talajnedvesség-tartalom alakulása térben és időben az eltérő kezelésekben
(József-major, 2003)