

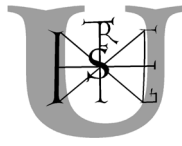
SZENT ISTVÁN EGYETEM

**A DIREKTIVETÉSES ÉS BAKHÁTAS GAZDÁLKODÁSI RENDSZEREK
HATÁSA A TALAJ FIZIKAI ÉS BIOLÓGIAI ÁLLAPOTÁRA**

Doktori (Ph.D) értekezés tézisei

László Péter

Gödöllő
2007



SZENT ISTVÁN EGYETEM

**A DIREKTIVETÉSES ÉS BAKHÁTAS GAZDÁLKODÁSI RENDSZEREK
HATÁSA A TALAJ FIZIKAI ÉS BIOLÓGIAI ÁLLAPOTÁRA**

Doktori (Ph.D) értekezés tézisei

László Péter

Gödöllő
2007

A doktori iskola

megnevezése: Növénytudományi Doktori Iskola,

tudományága: Növénytermesztés

vezetője: Prof. Dr. Virányi Ferenc
egyetemi tanár, MTA doktora, tanszékvezető
SZIE, Mezőgazdaság- Környezettudományi Kar,
Növényvédelmi Intézet, Növényvédelemtani Tanszék

témavezető: Prof. Dr. Birkás Márta
egyetemi tanár, MTA doktora, tanszékvezető
SZIE, Mezőgazdaság- Környezettudományi Kar,
Növénytermesztési Intézet, Földműveléstudományi Tanszék

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

1. A munka előzményei, a kitűzött célok

Hazánk agroökológiai adottságai összességében kedvezőek a fenntartható biomassza-termelésre, de a kedvező adottságokat gyakran kiszámíthatatlan, s így nehezen előrejelezhető szélsőséges vízháztartási helyzetek módosítják (VÁRALLYAY 2006).

A talajművelés célja a termesztett növény igényeihez szükséges talajállapot kialakítása. A növénytermesztési gyakorlatban azonban nem minden esetben veszik figyelembe a termőhelyi (időjárás, talaj) viszonyokat és a sablonos agrotechnikai beavatkozások fizikai és biológiai talajkárokhhoz vezetnek (STEFANOVITS 1994).

A talajdegradációs folyamatok közül világszerte az egyik legelterjedtebb, legnagyobb károkat okozó, és legnehezebben kivédhető a talajok fizikai degradációja, ezen belül pedig a talajtömörödés (LAL AND STEWART 1990, OLDEMAN 1994, JONES AND MONTANARELLA 2003). A természetes és emberi hatásra kialakuló felszíni és/vagy felszín alatti tömör (záró)réteg(ek) megakadályozzák a felszínre jutó csapadékvíz talajba szivárgását és hasznos tározását (VÁRALLYAY 1996). A káros tömörödés hatására a szélsőséges vízháztartási helyzetek kialakulásának valószínűsége megnő és felerősödnek, felgyorsulnak a talajdegradációs folyamatok. Végeredményben a talaj sokoldalú funkcióképessége sérül és a növénytermesztés kockázatosává válik.

A talajművelési kutatások feladata olyan termőhely-specifikus művelési rendszerek adaptálása vagy kidolgozása, amely kíméletes, megakadályozza a tömör réteg(ek) kialakulását, továbbá megfelel a fenntartható növénytermesztés igényeinek.

A klíma prognózisok az időjárási szélsőségek gyakoribb bekövetkezését valószínűsítik, amely nyomán szélsőséges vízháztartási helyzet alakulhat ki több talajféleségen. Ennek kedvezőtlenessége a növénytermesztésben is érezteti hatását, már jelenleg is, a jövőben feltehetően még gyakrabban.

A talaj hazánk legnagyobb potenciális természetes vízraktározója. A szélsőséges vízháztartási helyzetek megelőzésében és mérséklésében talán az egyik legfontosabb és leginkább célra vezető megoldás a felszínre kerülő csapadék talajba szivárgását és hasznos tározását biztosító talajhasználat.

A különböző talajhasználati és művelési rendszerek tömörödésre kifejtett hatásáról több külföldi (pl. LIEBHARD 1993, SOANE AND OUWERKERK 1994,) és hazai (pl. GYURICZA et al. 1998, BIRKÁS et al. 2004) szerző beszámolt. Értékelésük nyomán megállapítható, hogy a különböző művelési eljárások eltérően befolyásolják a talajtömörödés kialakulási helyét és mértékét. A talajvédő művelési rendszerek hatásainak felmérése világszerte és Európában is kutatott terület. A védő, kímélő rendszerek bevezetésének elengedhetetlen feltétele a művelési rendszerek helyi körülmények közötti tesztelése. A termőhely-specifikus pontosítás érdekében művelési tartamkísérletben vizsgáltuk a direktvetéssel és bakhátas talajvédő művelési rendszereket.

A talajművelési rendszerek értékelésekor az alábbi vizsgálati célokat határoztuk meg:

- 1) A különböző talajművelési rendszerek hatása a talaj egyes fizikai tulajdonságaira.
- 2) A különböző talajművelési rendszerek hatása a földigiliszta tevékenységre.
- 3) A különböző talajművelési rendszerek hatása a termés mennyiségére.

A téma aktualitását és jelentőségét indokolja, hogy a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia, illetve ennek keretében a Nemzeti Éghajlatváltozási Program tartalmazza a CO₂ kibocsátást csökkentő és a vízforgalmat szabályozó művelési rendszerek kutatását.

2. Anyag és módszer

Talajművelési kísérletben 1996 óta vizsgáljuk a direktvetés és a bakhátas termesztési és művelési rendszerek hatását a talaj fizikai és biológiai állapotára. Korábbi hazai és külföldi eredményeink alapján kiválasztottuk azokat a paramétereket, amelyek a minősítés, illetve elbírálás alapját képezhetik (FARKAS 2001, GYURICZA et al. 1998, 2004). A dolgozatban a talajállapotot komplex módon értékeltük. A talajállapot fizikai és biológiai szempontú minősítése mellett fontos feladatnak tartottuk a termés, jelen esetben a kukorica mennyiségi viszonyainak vizsgálatát.

2.1. A kutatómunka körülményei

A kutatást a Bécsi Agrártudományi Egyetem (BOKU) és a Szent István Egyetem (SZIE) munkatársai által 1996-ban az alsó-ausztriai Pyhrai Mezőgazdasági Szakközépiskola kísérleti területén beállított egytényezős, sávos elrendezésű parcellás talajművelési tartamkísérletben végeztük. A kísérleti terület St. Pölten-től délkeletre helyezkedik el (Földrajzi koordináták: $\varphi=48^{\circ}08'51''$, $\lambda=15^{\circ}42'08''$, tengerszint feletti magasság: 308 m). A táj lankás dombvidék, néhol meredek lejtőjű patak völgyekkel tagolva. A kísérleti parcellák enyhe lejtésű táblán helyezkednek el. Az éghajlati viszonyokat mind az óceáni, mind a kontinentális éghajlati elemek befolyásolják. A területen a sokévi (1901-2000) átlagos csapadékmennyiség 736 mm. A sokévi középhőmérséklet (1901-2000) 8,8°C. Az időjárást továbbá jelentősen meghatározza az Alpok közelsége. A kísérleti terület talaja réti öntés, WRB: Endogleyic Fluvis Cambisol (Dystric, Siltic) (FAO 2006). Alapköze többnyire áradások révén lerakódott finomszemcsés iszap. A talaj fizikai félesége homokos vályog, szerkezete jó, víz- és tápanyag-gazdálkodása kedvező, azonban tömörödéssé hajlamos.

A kísérletben három talajművelési rendszert hasonlítottunk össze, a direktvetést, a bakhátas művelést és a hagyományos forgatásos művelést. Az ismétlések száma 3, amelyen belül a kezelések randomizáltan helyezkednek el. Egy parcella mérete: 9 m x 50 m = 450 m². A kísérletben a kukoricát monokultúrában termesztettük, de 2005-ben a betegségek és a kártevők, különösen a kukoricabogár (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) felszaporodása miatt őszi búza vetése történt. 2006-ban azonban újra kukoricát vetettünk. A talaj előkészítése a direktvetés esetében kizárólag a vetéssel egy menetben történt, és csak a magárok sekély lazításából (~5 cm mélységig) állt. A forgatásos művelésnél az őszi középmezőszántást (~15 cm mélységig) és az elmunkálást egy menetben végeztük. A bakhátas művelés őszi talaj-előkészítése a kísérlet beállításának évében megegyezett a hagyományos művelésével, ezt követően tavasszal a kukorica vetése előtt burgonyatöltőgéppel segítségével 18-20 cm magas bakhátakat alakítottunk ki egymástól 75 cm sortávolságra, a kukorica vetési sortávolságának megfelelően. Júniusban a bakhátakat a töltőgéppel újra megigazitottuk, amely egyben mechanikai gyomszabályozásnak is tekinthető. 1997-ben és 1998-ban őszi alpművelést nem végeztünk. Ebben a két évben a bakhátfelújítás a vetés előtt tavasszal történt, illetve a bakhátmagasításra júniusban került sor. 1999-től azonban a nagyarányú gyomosodás miatt a bakhátas kezelésben is őszi szántást végeztünk és a bakhátakat vetés előtt tavasszal alakítottuk ki, mint a kísérlet kezdetekor. A bakhátmagasítás továbbra is júniusban történt. A tápanyagellátásban valamennyi kezelés egységesen részesült (N:152 kg/ha, P:90 kg/ha, K:150 kg/ha). A foszfor és kálium teljes egészében összettel közvetlenül az alpművelés előtt került kijuttatásra. A nitrogénből 60 kg-ot összettel juttattunk ki, a maradékot pedig következő év júniusában, a növények hat leveles fejlettségi stádiumában.

2.2. A vizsgálatok módszerei

A különböző művelési kezelésekből a talajtömörödés értékelése során talajfizikai, talajbiológiai és termésmennyiség vizsgálatokat végeztünk. A talaj fizikai állapotának minősítésére a fizikai féleség, a talajszerkezet (morfológiai és agronómiai), a térfogattömeg, a talajjellenállás, a nedvességtartalom, a víztartó-(pF)görbe, a vízkapacitás, az összporozitás és a pórusméret-eloszlás értékei szolgáltak. A talaj biológiai állapotának minősítését a földgiliszta tevékenységet jellemző egyedszám, méret szerinti osztályozás, biomassza, és járatsűrűség mérésével vizsgáltuk. A kísérletben a mintavételt és

méréseket a talajtulajdonságok változékonysága alapján eltérő gyakorisággal végeztük. A kísérletben a vizsgálatok 1997 és 2006 között két évente, illetve egyes tulajdonságok tekintetében évente történtek.

A meteorológiai adatok alapján a vizsgált évek között nagy különbségek jelentkeztek a 10 éves kutatási időszak alatt (623 – 1056 mm), ezért a művelési rendszerek minősítéskor az évjáráthatást is figyelembe vettük.

2.2.1. A talaj fizikai állapotának minősítése

Fizikai féleség meghatározás: A talaj fizikai féleségét helyszíni felvételezés során és laboratóriumi mechanikai összetétel vizsgálattal is meghatároztuk (BUZÁS 1993).

Szerkezeti állapot vizsgálat: A szerkezetesség fokának és a szerkezet típusának megállapítására a talajszelvény helyszíni leírásakor került sor (FAO 2006). A talaj agronómiai szerkezetét a különböző művelési rendszerekből vett bolygatott talajmintákból száraz szítással állapítottuk meg (BUZÁS 1993). A művelt réteg talaj szerkezeti elemeinek vízállóságát Kazó-féle morzsa vízállékonyság-mérővel vizsgáltuk (MSZ-08-0205:1978). A talaj humusztartalmát Tyurin módszerrel határoztuk meg (BUZÁS 1993).

A tömődöttség helyszíni érzékszervi vizsgálata: A helyszíni felvételezés során a talajszelvény falán rétegenként végeztük (FAO 2006).

Térfogattömeg mérés: A mintavételezés három mélységből (5-10 cm, 15-20 cm és esetenként 40-45 cm), három ismétlésben, a kísérlet beállítását követően minden második évben öt alkalommal történt a kukorica vetését követő második héten. A mintavételi mélységeket a bakhátas és hagyományos kezelésben történő művelési mélységek alapján jelöltük ki. A mintákat minden esetben taposástól mentes sorközökből vettük. A 40-45 cm-es rétegből azért nem vettünk minden méréssorozat alkalmával mintát, mert az első két méréssorozat eredményei nem indokolták a két évenkénti mintavételt.

Talajellenállás mérés: Vizsgálataimhoz mechanikus elven működő rugós penetrométert, nyomószondát használtam (DARÓCZI ÉS LELKES 1999). A talajellenállás mérés 10 cm-ként a talajszelvény 50 cm mélységig történt. A mérést évente parcellánként 8-10 ismétléssel végeztük. A méréseket egyes években a vegetációs időszak folyamán két vagy három alkalommal megismételtük.

2.2.2. A talajok vízgázalkodási tulajdonságainak meghatározása

Nedvességtartalom mérés: A talajnedvesség szárítószekrényes meghatározásához a talajellenállás mérésekkel azonos időben és helyen bolygatott mintákat is gyűjtöttünk három ismétlésben.

A talaj nedvességállapota: A pF jelleggörbe meghatározását VÁRALLYAY (1973) módszer szerint végeztük a MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézetében. A méréshez használt eredeti szerkezetű talajminták azonosak voltak a térfogattömeg méréshez szedett bolygatatlan mintákkal.

A talaj vízkapacitás értékeinek meghatározása: A vízkapacitás értékek meghatározása a pF-görbe jellegzetes értékeinek (pF₀, pF_{1,8}, pF_{2,3}, pF_{4,2}) segítségével történt (MSZ-08.0205-78).

Az összporozitás és a pórusméret-eloszlás megállapítása: Az összporozitás megegyezik a maximális/telítettségi vízkapacitás ($V_{k_{max}} = pF_0$ értékével). A pórusméret-eloszlást a vízkapacitás értékek alapján számítással határoztuk meg. A makropórusok arányát a maximális és a kapillaris vízkapacitás különbségeként ($V_{k_{max}} - V_{k_{kap}}$), azaz pF₀-pF_{1,8} számoltuk. A kapillaris-gravitációs pórusok arányát a kapillaris vízkapacitás ($V_{k_{kap}} = pF_{1,8}$ és a minimális ($V_{k_{min}} = pF_{2,3}$ vízkapacitás különbségeként számoltuk ($V_{k_{kap}} - V_{k_{min}}$), azaz pF_{1,8} - pF_{2,3}. A kapillaris pórusok arányának számítása a minimális vízkapacitás ($V_{k_{min}} = pF_{2,3}$ és a hervadásponthoz ($H_v = pF_{4,2}$ különbségeként történt ($V_{k_{min}} - H_v$), azaz pF_{2,3} - pF_{4,2}. A mikropórusok arányának számítása a hervadásponthoz ($H_v = pF_{4,2}$ értéke alapján történt, azaz $>pF_{4,2}$.

2.2.3. Biológiai állapot minősítés

A földgiliszta aktivitás mérése: A földgiliszta tevékenység vizsgálat az ún. kvadrát módszerrel történt (ISO 23611-1:2006). A vizsgálatokat két évente végeztük májusban.

2.2.4. A termés mennyiségi mutatóinak meghatározása

Kukorica betakarításkor parcellánként 5 m x 3 m-es területeket jelöltünk ki, ahol kézi betakarítással meghatároztuk a termést.

2.3. Statisztikai módszerek

A művelés hatásának kimutatására többszörös (faktoriális ANOVA) varianciaanalízist alkalmaztunk (SVÁB 1981). A szignifikáns különbségek kimutatásához F-statisztikát (Fisher LSD-teszt) használtunk 95%-os megbízhatósági szinten ($P < 0,05$).

3. Az eredmények

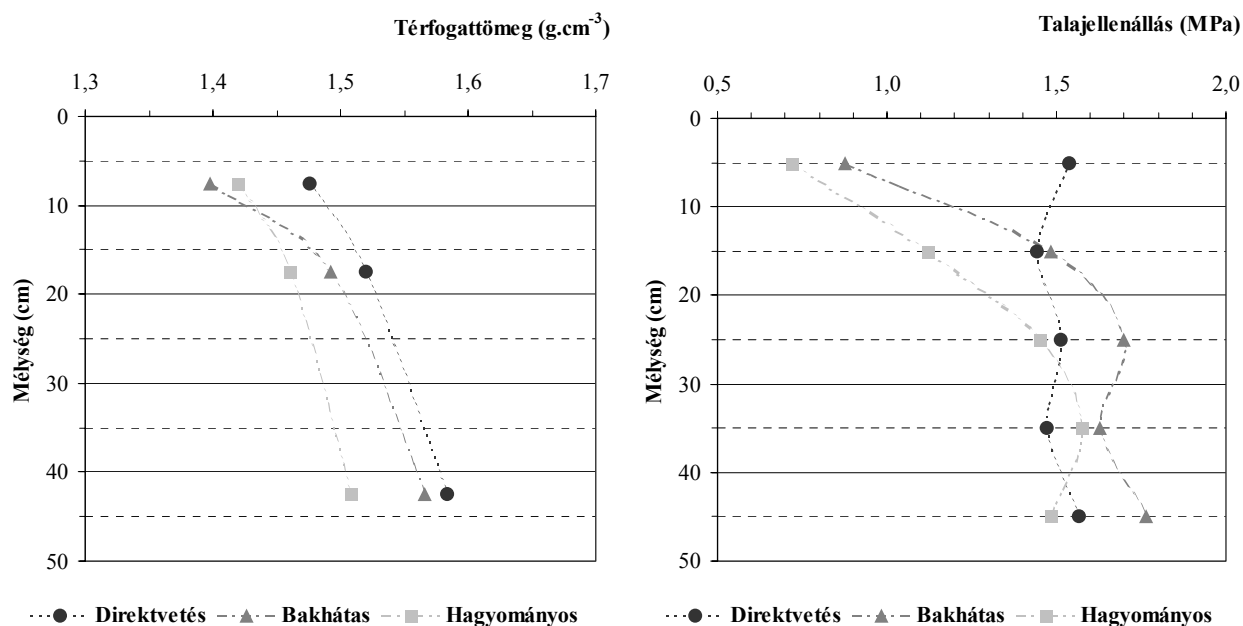
3.1. Fizikai tulajdonságok

A 0-10 cm rétegben a direktvetésben volt a legkisebb morzsafrakció arány. A 10-20 cm rétegben a művelt kezelésekben volt kisebb a morzsa- és több a rög frakció aránya. Mindkét rétegben a hagyományos kezelésben volt a legnagyobb a porfrakció aránya.

Az aggregátstabilitás kapcsán elvégzett részletes vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a bolygatatlan direktvetés alatt a szerkezeti elemek vízállósága mindkét mélységben jobbnak bizonyult.

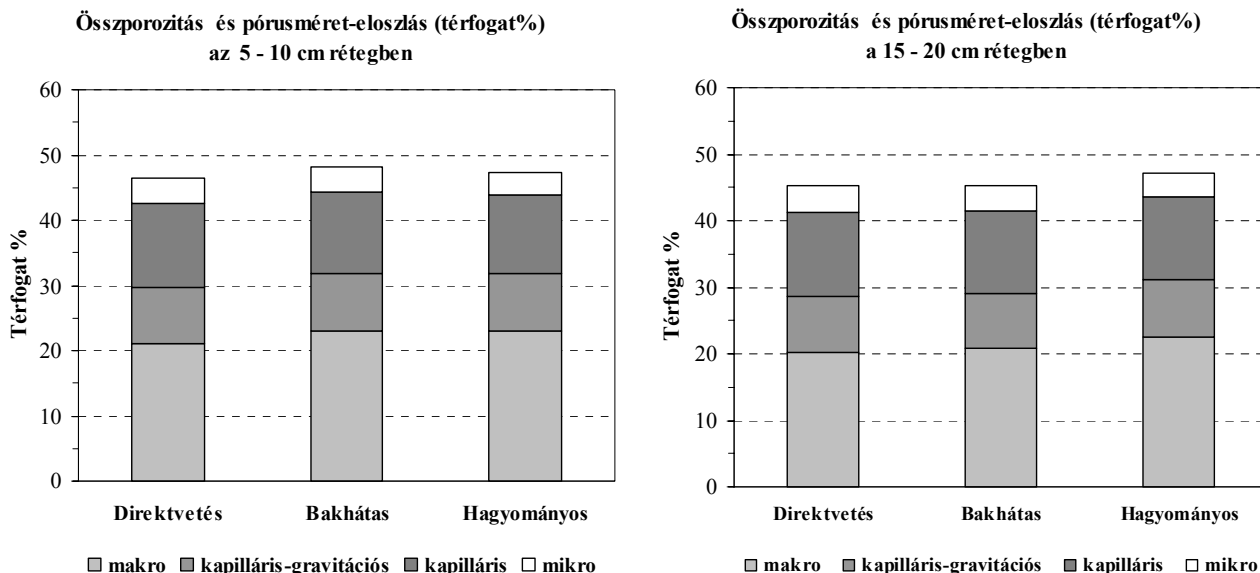
A térfogattömeg mindhárom mélységben a direktvetés alatt volt a legnagyobb. Az 5-10 cm rétegben a bakhátas, a 15-20 cm és a 40-45 cm rétegben a hagyományos kezelésben mértük a legkisebb térfogattömeget. A talajszelvényben a mélységgel együtt növekszik a térfogattömeg és a 40-45 cm rétegben mindhárom kezelésben viszonylag nagy értéket mértünk (1. ábra).

A 0-10 cm rétegben a legnagyobb ellenállásúnak és a legtömörebbnek a direktvetés bizonyult, míg a legkedvezőbb értékeket a hagyományos művelésben mértük. A 0-10 cm rétegtől eltérően a többi rétegben nem a direktvetésben, hanem a bakhátas kezelésben mértük a legnagyobb talajellenállást. A 10-20 cm rétegben, ahol továbbra is a hagyományos művelésben mértük a legkedvezőbb talajellenállást, a direktvetésben és a bakhátas kezelésben közel azonosak az értékek. 20 cm alatt azonban már minden rétegben a direktvetésben jelentkezett a legkisebb talajellenállás, amelyet a hagyományos és végül a bakhátas kezelésben mért érték követtek. A kezelések között azonban nem találtunk szignifikáns különbséget (1. ábra).



1. ábra: Térfogattömeg és talajellenállás értékek átlaga a talajszelvényben (Pyhra, 1997-2006).

Az 5-10 cm rétegben a talajművelési rendszerek közül a legnagyobb összporozítás a bakhátas kezelésben, a legkisebb a direktvetésben volt. A pórusméret-eloszlás terén azt tapasztaltuk, hogy a direktvetés 5-10 cm talajrétegében kevesebb a makropórus, mint a bakhátas és a hagyományos kezeléseknél. A 15-20 cm rétegben a hagyományos művelésben kaptuk a legnagyobb összporozítást és ebben a rétegben is hasonlóan alakult a makropórusok aránya. Mindkét mélységben a direktvetésben határoztuk meg a legtöbb kapilláris és mikropórust (2. ábra).



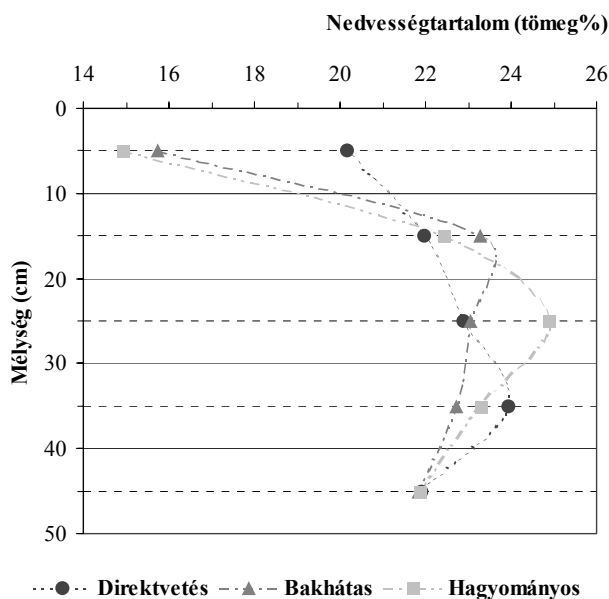
2. ábra: Összporozítás és pórusméret-eloszlás az 5-10 cm és 15-20 cm rétegben (Pyhra, 1997-2006).

A kapilláris-gravitációs pórusokból mindkét mélységben a hagyományos kezelésben mértünk legtöbbet, de a kezelések között kisebb különbség jelentkezett. Az 5-10 cm rétegben a direktvetésben, míg a 15-20 cm rétegben a bakhátas kezelésben volt nagyobb kapilláris-gravitációs pórusok aránya. A kapilláris és mikropórusok esetén fordított a sorrend a kezelések között, és nagyobbak a különbségek is. Mindkét mélységben a direktvetésben határoztuk meg a legtöbb kapilláris és mikropórust és a hagyományos művelésben a legkevesebbet (2. ábra).

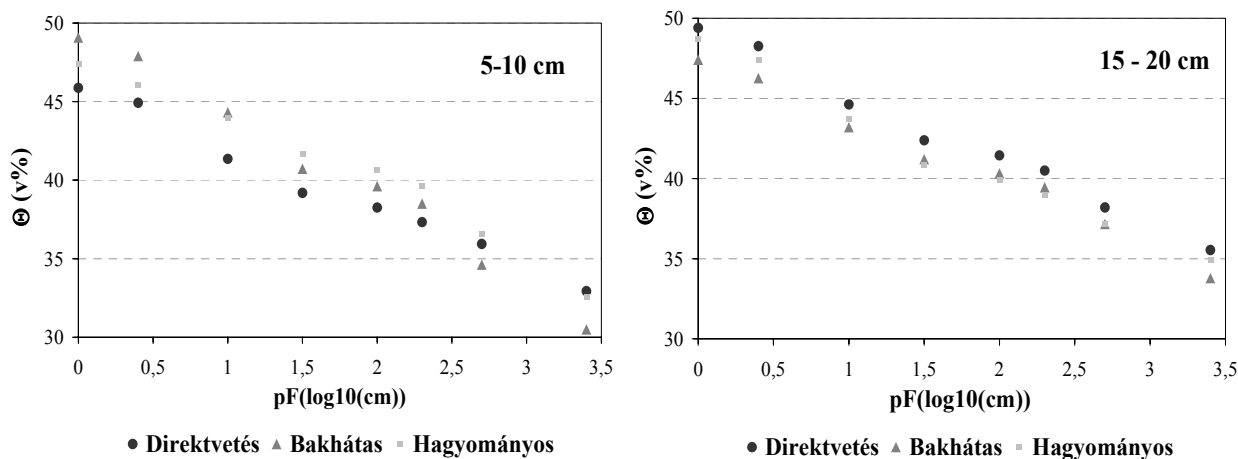
3.2. Vízgazdálkodási tulajdonságok

A talajjellenállás mérésel párhuzamosan a kezelésekben meghatározott nedvességtartalom közvetlenül a felszín közelében, a 20-30 cm és a 30-40 cm rétegben különbözik bizonyíthatóan egymástól. A felső 10 centiméteres réteg a direktvetésben sokkal nedvesebb volt, mint a bakhátas és a hagyományos kezelésben. A 10-20 cm rétegben kiegyenlítődték a legfelső rétegben tapasztalt különbségek, de a mélyebb rétegekben már újra érzékelhető volt a kezelések eltérő hatása. A 30-40 cm réteget kivéve, ahol a direktvetésben volt a legtöbb nedvesség a hagyományos kezelés alatt mértünk nagyobb nedvességtartalmakat. A mérések alapján a nedvességtartalom a direktvetés feltalajában volt a legnagyobb és a bakhátas kezelésben a legkisebb (3. ábra).

A talaj víztartó-görbéjének lefutása eltérően alakult a vizsgált kezelésekben. Az egyes szívás-értékeken mélységenként meghatározott nedvességtartalmak alapján a művelésnek hatása van a talajban tárolt vízfórmákra. A magas szívóerő-tartományban mindkét mélységben érzékelhető volt a kezelések közötti különbség. Az 5-10 cm rétegben alacsony szívóerő-tartományban közel azonos volt nedvességtartalom mindhárom kezelésben. Ezzel ellentétben a 15-20 cm rétegben a kezelések között különbség jelentkezett (4. ábra).



3. ábra: Nedvességtartalom értékek átlaga a talajszelvényben (Pyhra, 1997-2006).



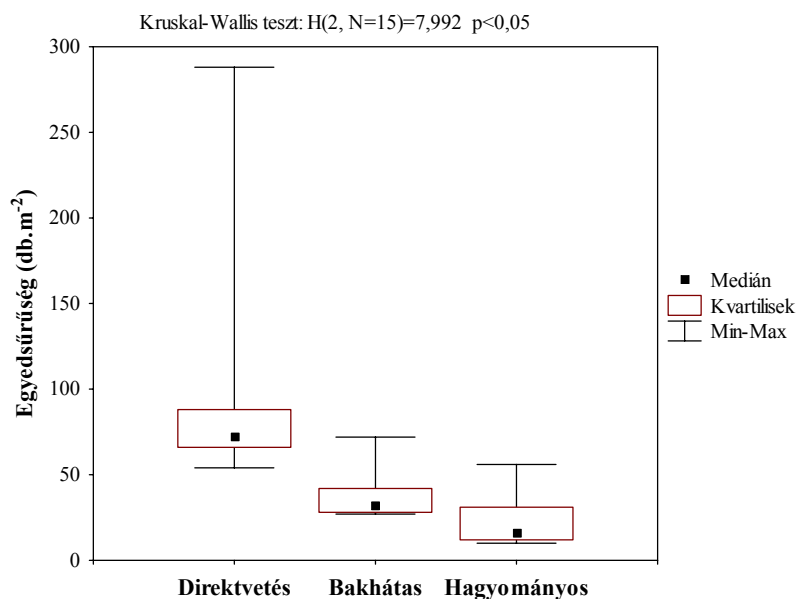
4. ábra: A talaj víztartó-görbéje az 5-10 cm és 15-20 cm rétegben (Pyhra, 1998-2006).

Az 5-10 cm rétegben a maximális/telítettségi vízkapacitás értékek között nem tapasztaltunk különbséget a kezelések között. A 15-20 cm rétegben a hagyományos művelésben nagyobb értéket kaptunk. A kapilláris és a minimális /szabadföldi vízkapacitás értékek mindkét mélységben a direktvetésben voltak a legnagyobbak. A bakhátás és hagyományos kezelésben közel azonos értékeket határoztunk meg. A talaj holtvíz tartalma mindkét mélységben szintén a direktvetés alatt volt a legnagyobb, de ellentétben a többi vízkapacitás értékkel a bakhátás kezelésben mért érték meghaladta a hagyományos művelés alatti értéket. A számított hasznos vízkészlet az 5-10 cm rétegben a direktvetésben, míg a 15-20 cm rétegben a hagyományosan művelt talajban volt a legnagyobb. A könnyen felvehető vízkészlet mindkét mélységben a bakhátás kezelésben volt a legkisebb.

3.3. Biológiai tulajdonságok

A földigiliszta egyedsűrűség a direktvetésben volt a legnagyobb. A földigiliszta egyedszámhoz hasonlóan a földigiliszta biomasza és a járatok száma is a direktvetésben volt a legnagyobb. A legkisebb földigiliszta tevékenységet a hagyományos művelésben találtuk, ahol sok esetben egyáltalán nem találtunk földigilisztát. A földigiliszta egyedszámhoz hasonlóan a földigiliszta biomasza és a járatok száma is a direktvetésben volt a legnagyobb, de a kezelések között kisebb különbségek jelentkeztek. A földigiliszták egyedszáma és a járataik száma között szoros

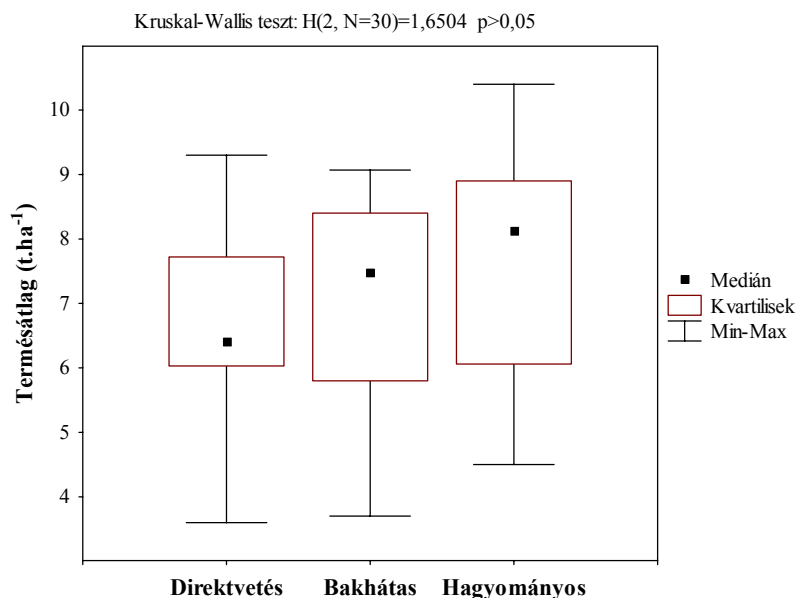
összefüggést kaptunk. A bakhátas termesztési és művelési rendszerben azokban az években alakult kedvezően a földigiliszta tevékenység, amikor a sorközök megfelelő mennyiségben növényi maradvánnyal fedettek voltak. A hagyományos művelésben károsan befolyásolta az évenkénti szántás a földigiliszta aktivitást (5. ábra).



5. ábra: Földigiliszta egyedsűrűség a kezelésekben (Pyhra, 1998-2006).

3.4. Termésmennyiség

A direktvetésben kevesebb volt a kukoricatermés, mint a művelt kezelésekben. A hagyományos művelés termésátlagá meghaladta a bakhátas kezelés termésátlagát. A termés tekintetében összességében azonban nem találtunk jelentős különbséget a kezelések között (6. ábra).



6. ábra: Kukoricatermés a kezelésekben (Pyhra, 1997-2006).

4. Az eredmények megvitatása

4.1. Fizikai tulajdonságok alapján történő állapot minősítés

Annak ellenére, hogy az agronómiai szerkezet a 0-10 cm rétegben rosszabb volt a direktvetésben, mert a morzsafrakció aránya kisebb, mint a bakhátas és a hagyományos művelésben, a szerkezetesség foka és a talajszerkezet a helyszíni talaj-felvételezés során a direktvetésben kedvezőbb volt. Összességében a szerkezetesség foka, a talajszerkezet és a szerkezeti elemek vízállósága a direktvetésben kedvezőbb, mint a bakhátas és a hagyományos kezelésben.

Az irodalmi adatokkal összhangban azt tapasztaltuk, hogy a bolygatatlan direktvetésben tömörebb volt a talaj, mint a bolygatott művelésekben. Összességében a talajszelvényben közel azonos térfogattömeg érték adódott a két művelt kezelésben. A csapadékosabb években a hagyományos, a szárazabb években a bakhátas termesztési és művelési rendszerben volt nagyobb.

A térfogattömeg mérés eredményei alátámasztották azt a tényt, hogy a művelés elhagyása miatt a természetes ülepedés és a taposás hatására tömörödik a talaj. A bolygatás hatására a bakhátas és a hagyományos kezelésben kisebb térfogattömeg értékeket mértünk. A bakhátas kezelés művelt rétegében tapasztalt kis térfogattömeg érték két dolognak köszönhető. Elsősorban annak, hogy a tavaszi bakhát kialakítás lazította a talajt, másodsorban, hogy a hagyományos művelés esetén a több menetből álló magágy előkészítés tömörítő hatású volt az 5-10 cm rétegben. A művelési mélység alsó határán, a 15-20 cm rétegben a bakhátas kezelés térfogattömeg értéke feltehetően azért nagyobb, mint a hagyományos kezelésben, mert a bakhát kialakításra és magasításra használt művelőeszköz tömöríti az altalajt (művelőtalp réteg). A 40-45 cm rétegben a hagyományos művelésben határozottan kisebb a térfogattömeg, mint a másik két kezelésben, ami az őszi szántás lazító hatásának tudható be. A bakhátas kezelésben az altalajban azért nem érvényesül a szántás lazító hatása olyan mértékben, mint a hagyományos művelés esetén, mert a feltalaj művelése miatt, tömörödik az altalaj (1. és 2. táblázat).

1. táblázat. A talajállapot a fizikai tulajdonságok alapján a 0-10 cm rétegben (Pyhra, 1997-2006)

	Direktvetés	Bakhátas	Hagyományos
Térfogattömeg (g.cm ⁻³)	1,48 ^{a*}	1,40 ^b	1,42 ^{ab}
Talajjellenállás (MPa)	1,36 ^a	0,86 ^b	0,71 ^c
Összporozitás (térfogat%)	46,43 ^a	48,21 ^a	47,29 ^a
Nedvességtartalom (tömeg%)	18,6 ^a	14,4 ^b	14,6 ^b
Diszp. víz (térfogat%)	24,87 ^a	23,40 ^b	24,61 ^{ab}

* Az ábrán feltüntetett betűk jelentése: Az eltérő kezelésekre de azonos időpontra vonatkozó átlagértékek között akkor van statisztikailag szignifikáns különbség, ha a hozzájuk rendelt *kis* betűjelek különbözőek (nem egyformák).

2. táblázat. A talajállapot a fizikai tulajdonságok alapján a 10-20 cm rétegben (Pyhra, 1997-2006)

	Direktvetés	Bakhátas	Hagyományos
Térfogattömeg (g.cm ⁻³)	1,52 ^{a*}	1,49 ^{ab}	1,42 ^b
Talajjellenállás (MPa)	1,37 ^a	1,38 ^a	1,19 ^b
Összporozitás (térfogat%)	45,24 ^a	45,23 ^a	47,05 ^b
Nedvességtartalom (tömeg%)	20,6 ^a	20,5 ^a	21,1 ^a
Diszp. víz (térfogat%)	24,21 ^a	23,92 ^a	26,18 ^b

* Az ábrán feltüntetett betűk jelentése: Az eltérő kezelésekre de azonos időpontra vonatkozó átlagértékek között akkor van statisztikailag szignifikáns különbség, ha a hozzájuk rendelt *kis* betűjelek különbözőek (nem egyformák).

A talajművelés, illetve annak hiánya a legfelső talajsztintben (0-10 cm) nemcsak a térfogattömeg, hanem a talajjellenállás értékek alapján is kimutatható. A talajművelés és a talajjellenállás között kevésbé szoros összefüggést tapasztaltunk, mint azt a térfogattömegnél kimutattunk és a kezeléseknél a mélység függvényében eltérő hatása volt. A direktvetésben egyedül a felszíni, 0-10

cm rétegben volt tömörebb a talaj a talajjellenállás alapján, összehasonlítva a művelt kezelésekkel. A művelési mélység alsó határán a hagyományos művelésben mért talajjellenállás érték jóval kisebb, mint a bakhátas kezelésben. 20 cm alatt a művelés nem okozott különbséget a talajjellenállás értékek között. A direktvetés felszíni rétege alatt jelentkezett kis talajjellenállás értékek a bolygatatlan talajban kialakult kedvező körülményeknek köszönhető. A bakhátas művelésben a talajjellenállás érték is jelzi a művelőtalp réteg kialakulását. A hagyományos művelés talajjellenállás profilja alapján egyenletesen kedvező a talajjellenállás a talajszelvényben.

Szoros összefüggést állapítottunk meg a talajművelés és a porozitás viszonyok között. A művelés hatása az összes pórusméret tartományban kimutatható. A direktvetésben a művelés lazító hatásának hiánya miatt az összporozitás kisebb a feltalajban, de mindkét rétegben 40% feletti. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a művelés lazító hatására nőtt az összporozitás, illetve az összporozitáson belül a makro- és kapilláris-gravitációs pórusok aránya. Az összporozitásban jelentkező különbségeket a makro- és mikropórusok arányának változása okozza. A kapilláris-gravitációs és kapilláris pórusok arányát a művelés alig befolyásolta.

A térfogattömeg és a talajjellenállás értékek alapján a direktvetésben a felszíni tömör réteg kialakulása bizonyított. A direktvetés talaja az 5-10 cm rétegben enyhén, a 15-20 cm és a 40-45 cm rétegben közepesen tömődött. A bakhátas kezelés esetén az 5-10 cm rétegben a talaj laza, de a 15-20 cm rétegben már enyhén, a 40-45 cm rétegben közepesen tömődött. A hagyományos kezelés alatt a talaj az 5-10 cm és a 15-20 cm rétegben laza, a 40-45 cm rétegben enyhén tömődött. A talajjellenállás és az összporozitás értékek alapján a direktvetés altalaja kedvezőbb képet mutat, mint ahogy azt a térfogattömeg adatok mutatják. A talajjellenállás értékek alapján 10-20 cm rétegben a bakhátas művelésben művelőtalp réteg kialakulása figyelhető meg.

Az irodalmi adatokkal összhangban azt tapasztaltam, hogy a fizikai paraméterek alapján a direktvetésben tömörebb volt a talaj, mint a bolygatott művelésekben. Összefoglalóan megállapítható, hogy a természetes ülepedés és a taposás hatására a direktvetésben enyhén tömörödött talajállapot alakult ki. Figyelembe véve a talaj mechanikai összetételét, és az aktuális nedvességtartalmat egyik vizsgált rétegben sem beszélhetünk káros talajtömörödéstről.

4.2. Vízgazdálkodási tulajdonságok alapján történő állapot minősítés

Eltérő eredményeket tapasztaltunk a talajművelés talajnedvesség tartalomra gyakorolt hatásával kapcsolatban a mélység függvényében. A nedvességtartalom közvetlenül a felszín közelében, a 20-30 cm és a 30-40 cm rétegben különbözik bizonyíthatóan egymástól. A 0-10 cm és 30-40 cm rétegekben a direktvetésben, 10-30 és 40-50 cm rétegekben a hagyományos kezelésben mértünk nagyobb nedvességtartalmat.

A direktvetés nagyobb nedvességtartalma egyrészt a felszíni növénymaradvány-borítottságból következő nedvességmegőrzésnek, másrészt a művelt kezelésekben az évenként elvégzett szántás nedvességvesztő hatásának eredménye. A hagyományos művelés rétegeiben tapasztalt nagyobb nedvességtartalom a talajszelvény kedvezően laza talajállapotából következik. Az esőzések során a művelt kezelések egyenletesen beáztak, míg a direktvetésben a megapórus tartományba tartozó biopórusok (földigiliszta-járatok) nagy száma miatt a csapadék gyorsan a mélyebb rétegekbe jutott. A 100 cm^3 bolygatatlan mintákból meghatározott vízkapacitás alapján a felvehető vízkészletre vonatkozóan nem mutatható ki egyértelműen szignifikáns különbség a direktvetés és a művelt kezelések között. Ebből következően a potenciálisan felvehető nedvességet a művelés közvetlenül nem befolyásolja. A mérések alapján a nedvességtartalom és a hasznosítható vízkészlet a direktvetés feltalajában volt a legnagyobb és a bakhátas kezelésben a legkisebb. A vízvezető képesség függvény alacsony és magas szívóerő tartományában jelentkezett csak szignifikáns különbség a kezelések között.

4.3. Biológiai tulajdonság alapján történő állapot minősítés

A talaj biológiai állapotát földigilisztá tevékenység vizsgálat alapján minősítettük (3. táblázat). Az irodalmi adatoknak megfelelően a bolygatatlan direktvetésben nagyobb biológiai aktivitást tapasztaltunk. A földigilisztá tevékenység zavartalan működését a direktvetésben figyelhettük meg, míg a bolygatás nem kedvezett a földigilisztá tevékenységhez szükséges talajállapot kialakulásához. Minden esetben a direktvetésben volt a legnagyobb volt a földigiliszták egyedsűrűsége, élőtömege és járataik sűrűsége. A legkisebb földigilisztá tevékenység a hagyományos művelésben jelentkezett, ahol sok esetben egyáltalán nem találtunk földigilisztát.

3. táblázat. A talajállapot értékelése a biotikus tulajdonságok alapján (Pyhra, 1997-2006)

	Direktvetés	Bakhátas	Hagyományos
Földigilisztá egyedsűrűség (db.m ⁻²)	113,6 ^{a*}	40,2 ^{ab}	25,0 ^b
Földigilisztá élőtömeg (g.m ⁻²)	82,8 ^a	29,6 ^a	19,2 ^a
Földigilisztá járatsűrűség (db.m ⁻²)	592,8 ^a	342,4 ^a	231,0 ^a
Termés (t.ha ⁻¹)	6,6 ^a	7,1 ^a	7,6 ^a

* Az ábrán feltüntetett betűk jelentése: Az eltérő kezelésekre de azonos időpontra vonatkozó átlagértékek között akkor van statisztikailag szignifikáns különbség, ha a hozzájuk rendelt *kis* betűjelek különbözőek (nem egyformák).

4.4. Termésmennyiség alapján történt minősítés

Annak ellenére, hogy a termésmennyiség elmarad a direktvetésben, nincs nagy különbség a kezelések között. A termésátlagokat nézve nem mutatható ki szignifikáns különbség a kezelések között. Méréseink alapján ennek egyik oka az lehet, hogy a növények számára könnyen felvehető víztartalmat a művelés nem befolyásolta. A direktvetésben minden esetben kisebb volt a termésátlag, mint a művelt kezelésekből (3. táblázat).

5. Új tudományos eredmények

A kísérleti terület termőhelyi viszonyaira a következő új tudományos eredmények fogalmazhatók meg:

1. Változó fizikai hatású talajművelési rendszerek esetében a fő műveletre jellemző tömörödés hatást bizonyítottam. Az ismételt művelések a bolygatás mélységének megfelelően befolyásolták a talaj felszíni, és mélyebb rétegének térfogattömeggel, összporozitással, és behatolási ellenállással jellemezhető állapotát. A művelés nélküli kezelés alatt a talaj felszíni rétegében a térfogattömeg és a talajellenállás nagyobb, az összporozitás kisebb, mint a művelt kezelésekből.
2. A talajművelési rendszerek és a felső talajréteg nedvességforgalma között szoros összefüggés mutatható ki. A felszín közeli rétegben a nedvességveszteség a növényi maradványoknak köszönhetően a direktvetésben bizonyult legkisebbnek.
3. Földigilisztá tevékenység vizsgálattal bizonyítottam a műveléssel létrehozott talajállapot és a felszínen hagyott növényi maradványok talaj biológiai állapotára gyakorolt előnyös hatását. A földigiliszták egyedsűrűsége, élőtömege és járataik sűrűsége a minél kisebb talajbolygatás és taposás esetén volt a legkedvezőbb. A természetes ülepedés és taposás nyomán kialakuló tömörödést a kedvező földigilisztá tevékenység bizonyíthatóan mérsékli.
4. A tömörödéssre érzékeny talajon a direktvetés is tömörödést előidéző tényezőnek minősíthető. Ugyanakkor a kísérlet időszakban a talajművelés elhagyása nem eredményezett jelentős (szignifikáns) termés csökkenést. Ennek vélhető oka, hogy a talajművelés közvetlenül nem befolyásolta a növények számára könnyen felvehető vízkészlet mennyiségét.

5. A komplex értékelés során igazolódott, hogy a talajfizikai paraméterek (térfogattömeg, talajjellenállás és összporozitás) alapján történő tömődöttség vizsgálat nem ad objektív állapot jellemzést. Esetünkben a földigiliszta tevékenység és a termésmennyiség vizsgálatokkal kiegészített minősítés alkalmas módszernek bizonyult a talajállapot értékelésére.
6. A művelés talajállapotra gyakorolt hatásában kimutatható volt egyes klíma tényezők módosító szerepe, az adott év a csapadék mennyisége, eloszlása és az egy alkalommal lehulló nagyobb csapadék mennyisége.

A felsorolt új tudományos eredmények a kísérlet helyszínén és ahhoz hasonló termőhelyi adottságokkal rendelkező területekre érvényes, illetve terjeszthető ki. A megállapítások nem alkalmazhatók automatikusan más termőhelyen.

6. Következtetések

Annak ellenére, hogy a művelés elmaradása miatt a direktvetésben enyhén tömör a feltalaj a földigiliszta tevékenység kedvezően alakult. Az évenkénti szántás károsan befolyásolta a földigiliszta tevékenységet.

Ha a pórusterbe beszámítjuk a földigiliszta járatokat, mint megapórusokat, akkor a porozitás vizsgálat során megállapított összporozitás módosításra szorul.

A földigiliszta tevékenység és termésmennyiség vizsgálatokkal kiegészített talajállapot értékelés eredménye, hogy a direktvetés talajállapota kedvezőbb, mint azt a talajfizikai paraméterek alapján meghatároztuk és megállapítható, hogy egyik kezelésben sem tapasztaltunk káros tömörödést.

A fizikai minősítés önmagában nem elegendő a talajművelési rendszerek talajállapotra történő hatásának vizsgálatára.

A vizsgált időszakban az évjáráthatásnak, különösen a csapadékmennyiségnek nagy szerepe volt a művelési rendszerek talajtulajdonságokra kifejtett hatásában. A talajállapotot egyes esetekben az időjárás erőteljesebben befolyásolta, mint maga a talajművelés, emiatt interakció lépett fel a kezelések között.

Átlagos csapadékmennyiségű években (700-800 mm csapadék) a talajok állapotának kevésbé van hatása a nedvességforgalomra és a termésmennyiségre, mint szélsőséges vízháztartást (aszály vagy belvíz) eredményező csapadékos vagy száraz években. Csapadék bőség vagy hiány esetén azonban felértékelődik a talajállapot minősége.

Szárazabb évben (<700 mm) a direktvetés előnyei határozottabban érvényesültek a kísérletben. Száraz (<700 mm) években a nedvességvesztés nagyobb volt a művelt kezeléseknél, míg a direktvetés a növénymaradványok és az ülepedett (tömör) feltalaj miatt nedvességmegőrző volt. Meg kell azonban jegyezni, hogy a szélsőségesen száraz (aszályos) években vagy aszályra hajlamos területeken a direktvetésben a növény jelen esetben a kukorica termesztése kockázatos. Tapasztalataink alapján aszályos évben (2000, 2007) a nedvességforgalom a megnövekvő párolgás miatt kedvezőtlen.

Csapadékosabb években (>800 mm) jól érvényesült a bakhátas termesztési és művelési rendszer nedvességvesztő tulajdonsága. A bakhátas és hagyományos művelésben az átlagosnál (736 mm) szárazabb években kedvezőtlenebbül alakult a talajállapot.

A kísérlet körülményei között száraz években (<700 mm) - amikor a talajművelés célja a nedvesség megőrzés - a direktvetés, nedves években (>800 mm) pedig a nedvességvesztő bakhátas művelés eredményezett kedvezőbb talajállapotot.

7. Javaslatok

A valódi pórustér meghatározásához a hagyományos összporozitás mérést ki kell egészíteni egyéb in situ méréssel (pl. terepi térfogattömeg meghatározás, beszivárgás mérés).

A megapórusok becslésére alkalmas módszer lehet a földigiliszta járatsűrűség vizsgálat. A földigiliszta-járatok számlálása azonban igen körülményes, ezért a járatsűrűség és az egyedsűrűség között fennálló szoros az összefüggés ($R^2=0,79$) miatt a járatsűrűség helyett közvetett módszerként a földigiliszta egyedsűrűség, az egyedek méretszerinti eloszlása és az élőtömeg mérés ajánlható.

A direktvetés és a bakhátas művelési rendszerek nedvességforgalom szabályozó szerepükön keresztül alkalmasak lehetnek az időjárási szélsőségekből (csapadékbőség, csapadékhiány) adódó szélsőséges vízháztartási helyzetek (belvíz, aszály) kialakulásának mérséklésére. Mindkét talajvédő művelés esetén lényeges, hogy a növényi maradványok mennyisége (>30%) és eloszlása megfelelő legyen.

A direktvetést csak jó kultúrállapotú, gyommentes talajokon ajánlott bevezetni. Tömörödsre érzékeny talajok esetében azonban különleges figyelmet kell fordítani a művelés hiányában kialakuló felszín közeli tömörödsre.

A bakhátas művelés a hagyományos forgatásos műveléssel szemben megfelelő alternatív talajvédelmi művelési rendszert jelent, de a bakhátak talajszárító hatását figyelembe kell venni.

A kísérlet termőhelyi viszonyai között a vizsgált talajvédő művelések beilleszthetők a kukorica integrált termesztési rendszerébe. Bevezetésükkel szemben egyedül a fokozott vegyszerhasználat áll, mivel a gyomszabályozás elengedhetetlen eszköze a kémiai védekezés.

8. Felhasznált irodalom

- BIRKÁS M. ÉS SZALAI, T. (1997): Kukorica direktvetéses tartamkísérletek eredményei barna erdőtalajon. *Növénytermelés*, 46 413-430. p.
- BIRKÁS M., JOLÁNKAI M., GYURICZA CS. AND PERCZE A. (2004): Tillage effects on compaction, earthworms and other soil quality indicators in Hungary. *Soil Till. Res.*, 78 185-196. p.
- BUZÁS I. (1993): Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 1. Budapest: Tótfalusi Tannyomda. 357 p.
- FAO (2006a): Guidelines for soil Description. Fourth edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 97. p.
- FAO (2006b): World reference base for soil resources 2006. World soil resources reports 103. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 128. p.
- FARKAS CS. (2001): A talajnedvesség-forgalom modellezése a talajfizikai tulajdonságok területi változatosságának és szezonális dinamikájának tükrében. Doktori (Ph.D) értekezés, Budapest.
- GYURICZA CS., FARKAS CS., BARÁTH CS.-NÉ, BIRKÁS M., MURÁNYI A. (1998): A penetrációs ellenállás vizsgálata talajművelési tartamkísérletekben gödöllői barna erdőtalajon. *Növénytermelés*, 47 (2) 199-212 p.
- GYURICZA CS., LIEBHATD P. ÉS ROSNER J. (2004): Talajökölógiai tényezők vizsgálata talajművelési tartamkísérletben. 96-110. p. In. BIRKÁS M. ÉS GYURICZA CS. (Szerk.): *Talajhasználat, műveléshatás, talajnedvesség*. Budapest: Quality-Press Nyomda és Kiadó, 177 p.

ISO 23611-1:2006

JONES R.J.A. AND MONTANARELLA L. (Eds.) (2003): Land Degradation. EC JRC. Ispra.

LAL R. AND STEWART B.A. (1990): Soil degradation. A global threat. *Adv. Soil Sci.*, 11 13-17.

LIEBHARD P. (1993): Effekte langjähriger unterschiedlicher Primärbodenbearbeitung auf ausgewählte Bodenkennzahlen und das Ertragsverhalten von Winterweizen (*Triticum aestivum* L.), Körnermais (*Zea mays* L.) und Zuckerrübe (*Beta vulgaris* L. ssp. var. *vulgaris altissima* Doell) im semihumiden Ackerbaugebiet Oberösterreichs. Universität für Bodenkultur Wien. Habilitationsschrift.

OLDEMAN L.R. (1994): The global extent of soil degradation. 99-118. p. In: GREENLAND D.J. AND SZABOLCS I. (Eds): *Soil Resilience and Sustainable Land Use*. Wallingford: CAB International, 561. p.

SOANE B.D. AND OUWERKERK C. VAN (1994): Soil compaction problems in world agriculture. In: B.D. Soane & C. van Ouwerkerk (eds.), *Soil Compaction in Crop Production*. Developments in Agricultural Engineering 11, Elsevier, Amsterdam, 1-26.

STEFANOVITS P. (1994): Soil degradation in Hungary. 119-127. p. In: GREENLAND D.J. AND SZABOLCS I. (Eds): *Soil Resilience and Sustainable Land Use*. Wallingford: CAB International, 561. p.

SVÁB J. (1981): Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

VÁRALLYAY GY. (1996): Magyarország talajainak érzékenysége szerkezetromlásra és tömörödése. *Környezet- és tájgazdálkodási füzetek*. II (1) 15-30. p.

VÁRALLYAY GY. (2006): Soil degradation processes and extreme soil moisture regime as environmental problems in the Carpathian Basin. *Agrokémia és Talajtan*. 55. (1-2) 9-18. p.

9. A szerzőnek az értekezés témaköréhez kapcsolódó publikációi

Könyvrészlet:

FARKAS CS., GYURICZA CS., LÁSZLÓ P. AND BIRKÁS M. (2000): Study of the influence of soil tillage on soil water regime. 251-257. p. In: HORN R., VAN DEN AKKER J.J.H. AND AVIDSSON J. (Eds.): *Subsoil Compaction*. Advances in Geocology 32., Reiskirchen: Catena Verlag, 462 p.

Lektorált tudományos cikkek:

FARKAS CS., GYURICZA CS. ÉS LÁSZLÓ P. (1999): Egyes talajfizikai tulajdonságok vizsgálata talajművelési tartamkísérletekben gödöllői barna erdőtalajon. *Növénytermelés*, 48 (3) 323-336. p.

GYURICZA CS., LIEBHARD P., LÁSZLÓ P. ÉS BIRKÁS M. (1999): Bakhátas kukoricaművelési rendszer hatása a talaj fizikai állapotára és a termésre. *Növénytermelés*, 48 (6) 631-645. p.

LÁSZLÓ P. ÉS RAJKAI K. (2003): A talajerózió modellezése. *Agrokémia és Talajtan*, 52 (3-4) 427-442. p.

LÁSZLÓ P. AND GYURICZA CS. (2004): The effect of ridge tillage system on some selected soil physical properties in corn monoculture. *Acta Agronomica Hungarica*, 52 (3) 211-220. p.

LÁSZLÓ P., DOMBOS M. AND GYURICZA CS. (2007): The effect of conservation tillage systems on sustainability of soil biological state of sandy loam soil in corn monoculture. *Cereal Research Communications*, 35 721-724. p.

FARKAS CS., RISTOLAINEN A., TÓTH T., KOÓS S., AND LÁSZLÓ P. (2007) Evaluating the sustainability of different soil tillage practices using field measured electrical properties. *Cereal Research Communications*, 35 377-380. p.

Budapest: Akaprint, 61-65. p.

Konferencia kiadványok:

GYURICZA CS., FARKAS CS. AND LÁSZLÓ P. (1998): Effect of soil tillage systems on selected physical, biological and chemical factors. Transport of Water, Chemicals and Energy in the System Soil - Crop canopy – Atmosphere 45th anniversary of establishment of the Institute of the Hydrology SAS November 25, 1998. Bratislava, Slovak Republic, Proc. 30-31. p.

- FARKAS CS., GYURICZA CS. AND **LÁSZLÓ P.** (1998): The effect of soil tillage on soil hydrophysical properties and water balance. Transport of Water, Chemicals and Energy in the System Soil - Crop canopy – Atmosphere 45th anniversary of establishment of the Institute of the Hydrology SAS November 25, 1998. Bratislava, Slovak Republic, Proc. 32-33. p.
- FARKAS CS., GYURICZA CS. AND **LÁSZLÓ P.** (1999): *The effect of tillage on soil drought sensitivity*. Int. Soil Conservation Conf. West Lafayette, May 23-28., 1999. Proc. 26.
- GYURICZA CS.-FARKAS CS., **LÁSZLÓ P.** (1999): Examining penetration resistance on brown forest soil of Gödöllő in long-term experiment on soil cultivation. Int. Soil Conservation Conf. West Lafayette, May 23-28, 1999. Proc. 28. p.
- LÁSZLÓ P.**, GYURICZA CS. AND FARKAS CS. (1999): Penetration resistance measurements on brown forest soil of Gödöllő in long-term experiment on soil cultivation. Proceedings of the Contemporary State and Perspectives of the Agronomical Practices after the year 2000. International Conference on Soil Tillage. August 29 - September 1, 1999, Brno, Czech Republic, 154-159. p.
- LÁSZLÓ P.** (2000): The Effect of compost application on soil erosion. . 8th International Conference on Transport of Mass-Water-Chemicals-Energy in the Soil - Crop canopy – Atmosphere System; November 26, 2001, Bratislava, Slovak Republic, Proc. CD-ROM.
- LÁSZLÓ P.** (2002): The effect of compost application on soil erosion. Proceedings of the 2nd Workshop and International Conference on Subsoil Compaction. May 29-31, 2000, Gödöllő, Hungary, 214-215. p.
- LÁSZLÓ P.** (2002): Application of WEPP hillslope model. Proceedings of the Alps-Adria Scientific Workshop. March 4-8, 2002, Opatija, Croatia, 106-109. p.
- GYURICZA CS. AND **LÁSZLÓ P.** (2002): The ridge-till system adaptability on sloping arable sites. Proceedings of the 10th International Conference on Transport of Water, Chemicals and Energy in the Soil - Crop canopy – Atmosphere System; November 28, 2002, Bratislava, Slovak Republic, Proc. CD-ROM.
- GYURICZA CS., UJJ A., **LÁSZLÓ P.**, STINGLI A. ÉS LIEBHARD P. (2003): Talajvédő gazdálkodás a kukorica bakhátas (ridge-tillage) termesztésével. Konferencia összefoglaló: III. Növénytermesztési Tudományos Nap, „Szántóföldi növények tápanyagellátása”,
- LÁSZLÓ P.**, GYURICZA CS., LIEBHARD P. AND ROSNER J. (2004): Soil conservation by ridge tillage of Maize. Proceedings of the 4th International Congress of the ESSC. May 25-29, 2004, Budapest, Hungary, 325-328. p.

Szakmérnöki diplomamunka:

- LÁSZLÓ P.** (2000): Komposztok szerepe az erózióvédelemben. Szakmérnöki diplomamunka, Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Talajtani és Agrokémiai Tanszék

Előadások:

- LÁSZLÓ P.** AND STRAUSS P. (2000): Soil erosion control by using organic agriculture European Society for Soil Conservation (ESSC) Third International Congress Man and Soil at the Third Millennium 28 March – 1 April, 2000. Valencia, Spain.
- LÁSZLÓ P.**, GYURICZA CS. ÉS LIEBHARD P. (2004): Talajvédő gazdálkodás kukorica monokultúrában. Talajtani Vándorgyűlés, 2004. augusztus 24-26., Kecskemét, Magyarország.