



**SZENT ISTVÁN EGYETEM**

**Gödöllő**

**TARLÓGONDOZÁS TALAJMŰVELÉSI ÉS BIOLÓGIAI  
MÓDSZEREKKEL**

**Doktori (PhD) értekezés tézisei**

**Kalmár Tibor**

**Gödöllő**

**2015**

## A doktori iskola

megnevezése: Növénytudományi Doktori Iskola  
tudományága: Növénytermesztési és kertészeti tudományok  
vezetője: Dr. Helyes Lajos  
intézetigazgató, egyetemi tanár, MTA doktora  
SZIE Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar  
Kertészeti Technológiai Intézet

Témavezető: Dr. Birkás Márta  
tanszékvezető, egyetemi tanár, DSc  
SZIE Növénytermesztési Intézet  
Földműveléstan Tanszék

.....  
Az iskolavezető jóváhagyása

.....  
A témavezető jóváhagyása

## 1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, A KITŰZÖTT CÉLOK

Adott termőterület, talajtípus megítélésében sokáig a potenciális termőképesség volt az elsődleges szempont, és csak később jelentek meg olyan minőségi elvárások, mint például a klímaváltozással összefüggésben nagy jelentőségű víztározó, vagy a környezetvédelem szempontjából elengedhetetlen – stresszhatásokkal, terhelésekkel szembeni – ellenálló (pufferoló) képesség.

A talaj feltételesen megújuló természeti erőforrás, a megújulás azonban bizonyos feltételekhez, tevékenységekhez kötött, amelyeket a racionális talajhasználat, agrotechnika és a talajvédelem által tudunk biztosítani (VÁRALLYAY 2012).

Az 1990-es években a termőföldek tulajdonváltása új helyzetet teremtett a talaj- és környezetvédelem terén, amelyet a kisparcellák megjelenése és a visszafogott ráfordítások mellett az új földtulajdonosok hiányos szakmai felkészültsége, és a rendelkezésre álló gépi technológia is nehezített.

A klímakárok mérséklésére ugyanakkor már a XX. század elején is törekedtek az amerikai és az európai kontinensen egyaránt, a kialakult új művelési irányzatok közvetve vagy közvetlenül a talaj és a környezet minőségének javítására irányultak. A globális klímaváltozás előrevetített forgatókönyve alapján BIRKÁS (2009) hangsúlyozza, hogy a talajművelés céljának igazodnia kell a klímaváltozáshoz, ezért 2000-től a klímaközpontú művelés korának nevezte el a napjainkig tartó időszakot, mivel a talajművelés feladata a talajminőség javításán keresztül a klíma eredetű károk csökkentése.

A kímélő, klímakárcsökkentő művelés megvalósítását a learatott növények tarlóján kell elkezdni, ahol és amikor a regenerálódni, megújulni készülő talaj leginkább ki van téve az időjárás elemeinek és szélsőségeinek. Ezt az ellentmondást kell feloldani a legtöbbször vitatott nyári talajművelések átértékelésével, amelyhez rendelkezésre áll ugyan a korszerű gépi technológia, az ezzel kapcsolatos ismeretanyag azonban kiegészítésre vár.

Kutatási munkám célkitűzései a fentieknek megfelelően a következők voltak:

1. A tarlóművelési módszerek összehasonlítása fontosabb talajállapot-jellemzők alapján.
2. A tarlóba vetés módszereinek tanulmányozása, tekintettel a káros klímahatás enyhítésére és a talajszerkezet kímélésére.
3. Új tarló gondozási koncepció megfogalmazása, a tarlóművelés szerepének tisztázása a talajvédelemben és a klímakár csökkentésben.

A tarló gondozás időszerűségére az utóbbi évek klímaszélsőségei, a nedvességvesztés csökkentésének és a nedvesség szabályozásának szükségessége irányítják a figyelmet. A tarló gondozás a betakarítás alatt (vagy korábban) károsodott talaj regenerálódásának elősegítése fizikai és biológiai módszerekkel. A szén- és nedvességvesztés csökkentése mellett új elemként jelenik meg a szerkezetkímélés és felszínvédelem, amelynek időbeni hossza, kialakításának módja a tarlóművelés olyan megválaszolendő kérdései, amelyhez doktori értekezésem kutatási témája közelebb vihet.

A fejlettebb mezőgazdaságú országokban már az 1960-as évektől kezdődően használták a tarlómaradványokat védelmi céllal, nálunk egy évtizeddel később. A talajtakarás és a takarónövények talajállapot jellemzőkre gyakorolt kedvező hatását számos külföldi és hazai szerző igazolta. A betakarítást követően a felszínen hagyott szalma- és szármарadványok mennyisége a feltáródás feltételeinek függvényében csökken, szerepét átveheti a takarónövény, valamint okszerűen szabályozott időtartamig az árvakelés és a gyom.

Az adott kutatási témát különösen aktuálissá teszi, hogy a 2015-ben bevezetésre került, zöldítés néven ismertté vált intézkedéscsomag egyik céltevékenysége az ökológiai jelentőségű területek kijelölése. Az ökológiai célú másodvetés kialakításának követelménye teljesíthető a két főnövény termesztése közötti időszakban vetett takaró- vagy zöldtrágya növényvel.



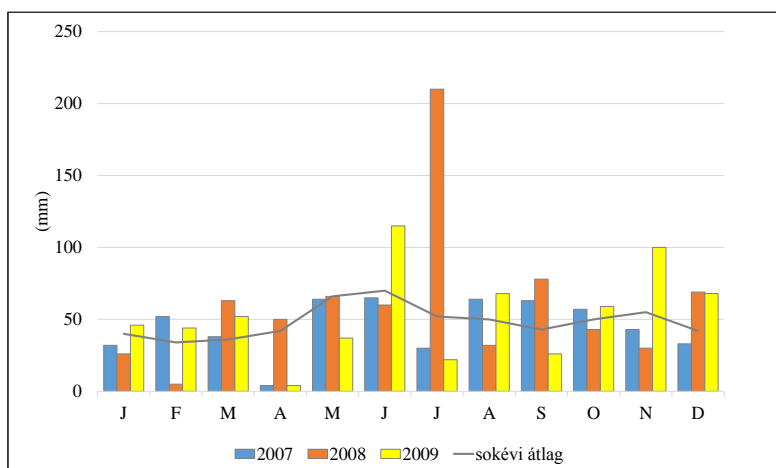
## 2. ANYAG ÉS MÓDSZER

### 2.1. A kutatómunka körülményei

A kísérletek 2008–2009 között Hatvan közelében, a Szent István Egyetem Józsefmajori Kísérleti és Tangazdaság területén folytak.

Az évi középhőmérséklet 9,5–10 °C, a vegetációs időszakban 16,3–16,8 °C; 10 °C fölötti középhőmérséklet 183 napon át mérhető, április 13. és november 13. között.

A területre a sokévi átlag (Fenyőharaszt, 1965-1995) alatti csapadékmennyiség jellemző. Éves csapadékmennyiség 580 mm, amiből 323 mm hullik a vegetációs időszakban. Novemberben, májusban és júniusban várható a legtöbb csapadék (1. ábra).



1. ábra. A sokévi átlag és a kísérleti évek csapadékadatai

A kísérleti terület talajtípusa mészlepedékes csernozjom (Calcic Chernozem), fizikai talajfélesége szerint vályog. Kémhatása kissé savanyú. A 0–40 cm-es réteg átlagos szervesanyag-tartalma 2,83%. A talajjellemzőket a 1. táblázat mutatja.

1. táblázat. A kísérleti terület egyes talajtulajdonságai különböző rétegekben  
(Geoderma Bt., 2006)

Megnevezés	0–10 cm	10–20 cm	20–30 cm	30–40 cm
$K_A$	40	39	39	40
$pH_{KCl}$	5,48	5,50	5,66	5,76
Humusz %	3,965	3,353	3,119	2,650
$NH_4-N$ mg/100g	5,19	4,73	4,41	3,58
$NO_3-N$ mg/100g	3,46	2,37	2,65	1,88
$NH_4+NO_3$ mg/100g	8,65	7,10	7,06	5,46
Összes N %	0,198	0,168	0,156	0,134
C org%	2,230	1,930	1,829	1,575
C:N	11,36	11,56	11,69	11,90
AL- $P_2O_5$ mg/kg	128	95	85	58
AL- $K_2O$ mg/kg	231	166	162	170

## 2.2. A kísérlet bemutatása

### 2.2.1. A tarlóművelési kísérlet bemutatása

A tarlóművelési kísérletet 11 kezeléssel állítottuk be 2008. július 12–13-án. A terület közel sík. Egy kezelés területe: 10 m × 180 m (1800 m<sup>2</sup>). A parcellák iránya az egyenestől 45°-kal tért el. A kezeléseken belül 4-4 állandó mintateret randomizáltan jelöltünk ki a mérésekhez. A tarlóművelési kísérlet kezeléseit a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat. A tarlóművelési kezelések és jelöléseik

Megnevezés	Mélység (cm)	Jelölés	Talajfelszín
Hántatlan, kontroll	0	HN	<i>bolygatatlan, takart</i>
Síktárcsás porhanyítóval művelt	6 – 9	SP	<i>bolygatott, lezárt, takart</i>
Kultivátorral művelt	6 – 9	K	<i>bolygatott, lezárt, takart</i>
Hagyományos tárcsával művelt	9 – 12	HT	<i>bolygatott, lezártatlan</i>
Hagyományos tárcsa és gyűrűs henger használata	9 – 12	HTGY	<i>bolygatott, lezárt, takart</i>
Szántás ágyekével, elmunkálás forgóelemmel	20 – 22	SZF	<i>szántott, egyengetett</i>
Szántás váltvaforgató ekével	32 – 35	VSZ	<i>bolygatott, lezártatlan</i>
Szántás váltvaforgató ekével és elmunkálás	32 – 35	VSZE	<i>szántott, elmunkált</i>
Szántás váltvaforgató ekével, elmunkálás síktárcsával	20 – 22	VSZSP	<i>szántott, elmunkált</i>
Lazítás elmunkálás nélkül	35 – 40	L	<i>lazított, takart</i>
Lazítás elmunkálva síktárcsával	35 – 40	LE	<i>bolygatott, lezárt, takart</i>

A kísérlet elrendezése:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	21	28	26	27	25	20	29	21	24	23	22
SP	K	HT	HTGY	SZF	VSZE	VSZSP	VSZ	L	LE	HN	HN	VSZ	VSZE	VSZSP	SZF	LE	L	SP	HTGY	HT	K

A kísérlet kezeléseit a gyakorlatban elterjedt sekély- (HT, HTGY) és mélyműveléses (SZF, VSZ, VSZE, VSZ–SP, L) kezelésekből, a talajvédelemnek alárendelt (SP, K, LE) változatokból, valamint a bolygatatlan tarló (HN) adta variánsból állítottuk össze. A mérési időpontokat a 3. táblázatban foglaltam össze.

3. táblázat. A mérési időpontok a tarlóművelési kísérletben (2008)

		Mérési időpontok												
		07.13.	07.24.	07.26.	07.29.	08.12.	08.14.	08.30.	09.04.	09.12.	09.13.	09.27.	09.29.	
1	Tarlómaradvány borítás	x	x				x					x	x	
2	Nedvességtartalom	x			x	x			x					x
3	Talajellenállás	x			x	x			x					x
4	Agronómiai szerkezet	x		x		x		x						x
5	Földigilisztaszám	x		x		x		x						x
6	Gyom- és árvakelés	x	x					x				x		x

### 2.2.2. A tarlóba vetési kísérlet bemutatása

Tarlóba vetési kísérletet két évben, 2008-ban és 2009-ben végeztünk. 5 kezelésben és 3 ismétlésben, véletlenszerű sávos elrendezéssel állítottuk be, 6×100 m területű parcellákon.

A tarlóba vetési kísérlet kezelései:

1. Az aratás napján tarlóba vetés (A)
2. Az aratás napján hántás, majd augusztusban vetés (B)
3. Az aratást követő két nap múlva tarlóba vetés (C)
4. Az aratást követő egy hét múlva tarlóba vetés (D)
5. Az aratás napján hántás, majd egy hét múlva vetés (E)

A kezelésekkal részben a gyakorlatban elterjedtebben alkalmazott (B, E), valamint a vitásnak tartott (A, C, D) módszereket modelleztük.

A kísérlet elrendezése:

1	2	3	4	5	23	22	25	21	24	35	34	33	32	31
A	B	C	D	E	C	B	E	A	D	E	D	C	B	A

A tarlóhántást siktárcsával, 6–7 cm mélységben, a kezeléseknél megfelelően időzítve végeztük. A mustár és olajretek 50:50% arányú keverékének 2,5 cm mélyen és

25 kg/ha magmennyiséggel történő vetéséhez magágykészítő vetőgépet használtunk. A mérési időpontokat az 4. és 5. táblázat mutatja.

4. táblázat. A mérési időpontok a tarlóba vetési kísérletben (2008)

		Mérési időpontok								
		07.10.	07.12.	07.29.	07.30.	08.12.	08.30.	09.04.	09.23.	10.09.
1	Tarlómaradvány borítás		x		x	x	x		x	
2	Talajnedvesség	x		x		x		x		x
3	Talajellenállás	x		x		x		x		x
4	Agronómiai szerkezet	x		x		x		x		x
5	Gyom- és árvalakelés, takarónövény		x		x	x	x		x	

5. táblázat. A mérési időpontok a tarlóba vetési kísérletben (2009)

		Mérési időpontok								
		07.10.	07.16.	07.30.	08.12.	08.18.	08.27.	09.03.	09.23.	10.18.
1	Tarlómaradvány borítás	x		x		x		x		x
2	Talajnedvesség		x	x	x		x		x	
3	Talajellenállás		x	x	x		x		x	
4	Agronómiai szerkezet		x	x	x		x		x	
5	Gyom- és árvalakelés, takarónövény	x		x		x		x		x

### 2.3. A kutatás módszerei

– A tarlómaradvány-borítottság (%) méréséhez 0,25 m<sup>2</sup>-es mérőkeretet és standard fotósorozatot használtunk.

– A talaj fizikai állapotának (0–50 cm) minősítésére valamennyi kezelésben talajellenállás-mérést végeztünk a Mobitech Bt. Szarvasi rugós erőmérővel (DARÓCZI és LELKES 1999, DARÓCZI 2005). A készülék 50 cm mélységig alkalmas a talaj tömörödöttségének helyszíni megállapítására. A méréseket 50 cm mélységig, 5/10 cm-enként, hat mélységben végeztük, 3 ismétléssel.

– A talajnedvesség-mérést (tömeg%-ban) PT-I nedvességmérő műszerrel (Kapacitív Kkt., Budapest) végeztük, 3 ismétlésben. A műszer 2–40 tömeg% közötti intervallumban használható.

– Az agronómiai talajszerkezet-vizsgálat a rög (>10 mm), a morzsa (2,5–10 mm) és a porfrakció (<0,25 mm) elkülönítésével történt. Az eljárás lényege, hogy a mintaterületekről 5-5 ismétléssel vett, majd átlagolt mintákat légszárazra szárítjuk, majd hét különböző lyukméretű szitán (20, 10, 5, 3, 1, 0,5, 0,25 mm) átrostáljuk. Az egyes frakciók súlyát megmérjük, és mennyiségüket a minta tömegszázalékában kifejezve állapítjuk meg a talaj százalékos por-, morzsa- és rögösszetételét.

– A földgilisztaszám-vizsgálat (db/m<sup>2</sup>/0–20 cm) során negyed négyzetméteres mintaterületeket jelöltünk ki, majd az ásópróbából vett mintából elkülönítettük és megszámláltuk az egyedeket.

– A növényvizsgálatok a tőszám, a zöldtömeg, a gyökérhosszúság és a gyökértömeg vizsgálatára irányultak. Tömegmérésük szárítás után mérlegeléssel történt.

– A talaj – szalma – gyom- és árvakelés, valamint a talaj – szalma – tarlóba vetett növény arányának alakulását (a beállítástól a kísérlet befejezéséig) 0,25 m<sup>2</sup>-es mérőkeret segítségével vizsgáltuk.

– Statisztikai módszerek közül a kezeléshatás elemzésére az egytényezős varianciaanalízis szolgált (SVÁB 1981). A szignifikáns különbségek kimutatásához F-statisztikát (FISHER LSD-teszt) használtunk 95, illetve 99%-os megbízhatósági szinten (P<0,05; illetve P<0,01). A változók közötti összefüggést regresszióanalízissel vizsgáltuk.

### **3. EREDMÉNYEK**

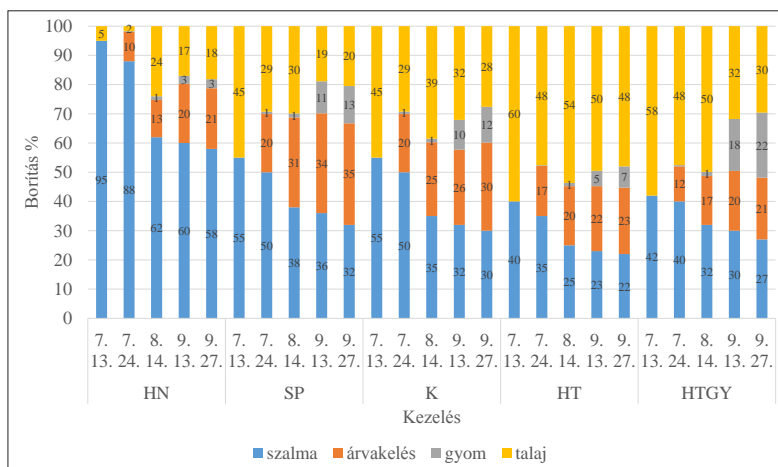
#### **3.1. A tarlóművelési kísérlet eredményei**

A felszintakarás jelentőségét számos tényező támasztja alá, úgymint talajnedvesség visszatartás, morzsásodás elősegítése, mérsékelt porosodás, kisebb felszíni eliszapo-

lódás és cserepesedés, ezen felül lazult réteg mélyülés, aktív földgiliszta tevékenység, továbbá jó gyom- és árvakelés.

A védelmi céllal alkalmazott felszintakarás optimuma időnyenként eltér, ugyanúgy a javasolt tartomány is, amely értelemszerűen szélesebb az optimumnál. BIRKÁS (2009) javaslata szerint a betakarítás és tarlóhántás között minimum 55-65%, majd a sekély tarlóhántást követően 35-45% takarás kívánatos. A takaróréteget a tarlóhántás alkalmával kell kialakítani, legalább 35–65% fedési aránnyal normál évjáratban, száraz években 55–60%, nedves évjáratokban pedig 30–50% takarást kell biztosítani (KALMÁR et al. 2011).

2008 júliusában 22,2 mm-rel kevesebb csapadék hullott a sokévi átlaghoz képest, augusztusban pedig száraz periódus következett, így a 45–55% takarás kialakítása indokolt elvárás volt a különböző kezelésekkel szemben. A tarlóhántást követően csupán két kezelés, a siktárcsás porhanyító (SP) és a kultivátor (K) biztosította a kívánt mértékű takarást, míg a hagyományos nehéztárcsa (HT) és elmunkált változatának (HTGY) munkája nyomán az elvártnál kevesebb szármaradvány maradt a felszínen (2. ábra).



2. ábra. Az összes borítás a sekélyműveléses kezelésekben (Hatvan, 2008. 07. 13. – 09. 27.)

Kezelések: HN: hántatlan, SP: siktárcsás porhanyító, K: kultivátor, HT: hagyományos tárcsa, HTGY: hagyományos tárcsa hengerrel

Szalmaborítás  $SZD_{5\%}$ : 10,85;  $SZD_{1\%}$ : 14,49

A szalmaborítás egytényezős varianciaanalízise alapján  $P > 0,5\%$  megbízhatósági szinten számos kezelés közti különbséget statisztikailag is megbízhatónak találtunk. Ezek a következők voltak (ahol pl. a HN-SP/K... stb. jelölés a HN és az SP, valamint a K... stb. kezeléspárok között fennálló statisztikailag igazolt eltérésre utal):

HN-SP/K/HT/HTGY/SZF/VSZ/VSZE/VSZ-SP/L/LE,

SP-HT/SZF/VSZ/VSZE/VSZ-SP/L/LE,

K-HT/SZF/VSZ/VSZE/VSZ-SP/L/LE,

HT-SZF/VSZ/VSZ-SP/L,

HTGY-SZF/VSZ/VSZ-SP/L, valamint SZF-VSZE/L/LE, VSZ-L/LE, VSZE-L/LE, VSZ-SP-L/LE, L-LE. Ugyanezeket a kezeléspárokat, SP-HT, K-HT, valamint K-LE kivételével  $P > 0,1\%$  szinten is megbízhatónak találtuk.

Az összesített borítás (szalma, árva- és gyomkezelés) egytényezős varianciaanalízise alapján,  $P > 0,5\%$  szinten a következő kezeléspárok közötti különbségeket tekinthetjük statisztikailag is megbízhatónak :

HN-K/HT/HTGY/SZF/VSZ/VSZE/VSZ-SP/LE,

SP-HT/SZF/VSZ/VSZE/VSZ-SP/LE,

K-HT/SZF/VSZ/VSZE/VSZ-SP/LE,

HT-VSZ/VSZE/VSZ-SP/L,

HTGY-SZF/VSZ/VSZE/VSZ-SP, valamint SZF-L, VSZ-L/LE, VSZE-L/LE, VSZ-SP-L/LE, L-LE. A  $P > 0,1\%$  szinten pedig a következő kezeléspárok érték el a megbízhatóság értékét:

HN-HT/HTGY/SZF/VSZ/VSZE/VSZ-SP/LE,

SP-HT/SZF/VSZ/VSZE/VSZ-SP/LE,

K-SZF/VSZ/VSZE/VSZ-SP/LE,

HT-VSZE/VSZ-SP,

HTGY-SZF/VSZ/VSZE, valamint SZF-L, VSZ-L, VSZE-L, VSZ-SP-L, és L-LE.



A felszintakarás jellemzésére ún. borítási arányszámot is használhatunk, amelynek értéke 0,8-1,2 között alakul 45-55%-os takarás esetén. Az idő előrehaladtával a felszínen hagyott növényi maradvány mennyisége a kezelésektől függően eltérő mértékben csökkent. A feltáródás miatt a szármaradvány felszínvédelmi funkciója az SP és a K kezelések esetén is megerősítésre szorul augusztus elejétől kezdődően.

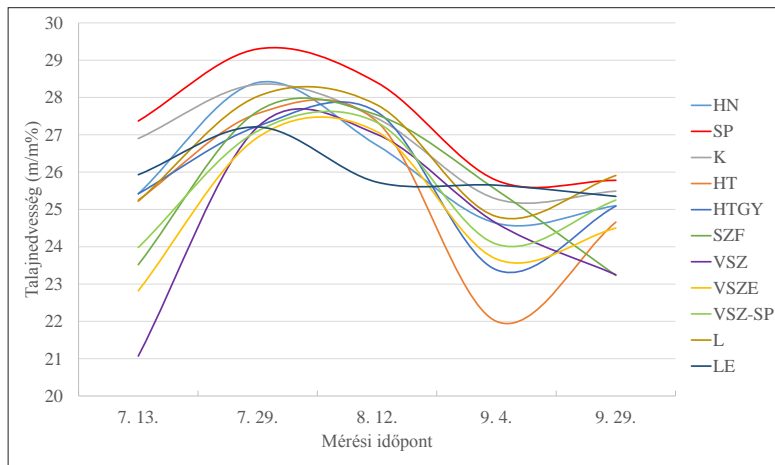
Az időközben csírázásnak indult gyom- és árvakelés a szármaradványhoz hasonló szerepet kap a felszínvédelemben (6. táblázat).

6. táblázat. A szalma:talaj borítási arányszám változása 77 nap alatt (Hatvan, 2008)

Nap	HN	SP	K	HT	HTGY	SZF	VSZ	VSZE	VSZSP	L	LE
07. 13.	19	1,22	1,22	0,66	0,72	0,12	0,01	0	0,01	2,3	0,49
07. 24.	7,3	1	1	0,54	0,67	0,11	0,03	0	0,01	1,86	0,43
08. 14.	1,63	0,61	0,54	0,33	0,47	0,05	0,01	0	0,01	1,33	0,33
09. 14.	1,5	0,56	0,47	0,3	0,43	0,03	0	0	0	1,22	0,3
09. 27.	1,38	0,47	0,43	0,28	0,37	0,01	0	0	0	0,72	0,27

*Kezelések: HN: hántatlan, SP: siktárcsás porhanyító, K: kultivátor, HT: hagyományos tárcsa, HTGY: hagyományos tárcsa hengerrel, SZF: ágyeke forgóelemmel, VSZ: váltvaforgató eke, VSZE: váltvaforgató eke elmunkálóval, VSZ-SP: váltvaforgató eke és siktárcsa, L: lazító, LE: lazító és elmunkáló*

Kísérletünkben a felső 0–50 cm réteg nedvességét mértük, mivel e réteg átázhat 40–50 mm nyári csapadék hatására, továbbá az alsóbb rétegekből felfelé szivárgó nedvesség kedvező esetben e rétegben csapódhat le. Az első mérési időpontban sekélyművelések átlagosan 14,8%-kal múlták felül a mélyművelések átlagát. A július végétől indult szárazodás miatt a talajnedvesség értékek csökkentek, viszont a kísérlet végén minden kezelésben 23 tömeg %-ot meghaladó értéket mérünk (kímélő művelés, takarás). A legmagasabb talajnedvesség értéket mutató SP, K és L (lazítás) variánsok egyben a legnagyobb takarási értékkel rendelkeztek (3. ábra).



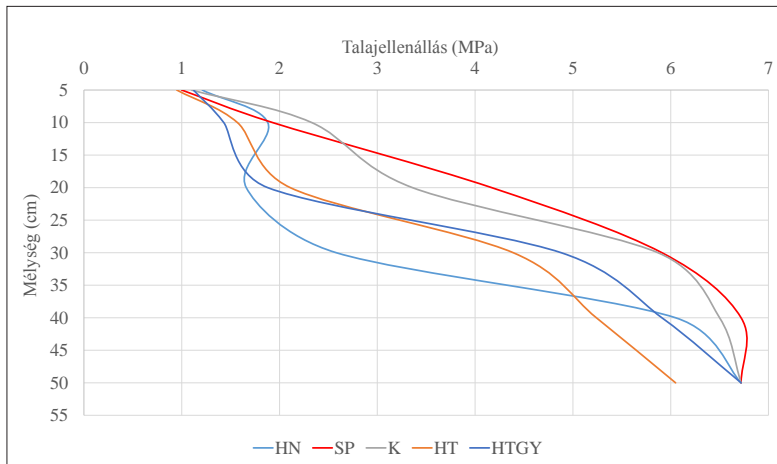
3. ábra. Talajnedvesség trend a talaj 0–50 cm rétegében (Hatvan, 2008. 07. 13. – 09. 29.)

Kezelések: HN: hántatlan, SP: síktárcsás porhanyító, K: kultivátor, HT: hagyományos tárcsa, HTGY: hagyományos tárcsa hengerrel, SZF: ágyeke forgóelemmel, VSZ: váltvaforogató eke, VSZE: váltvaforogató eke elmunkálóval, VSZ-SP: váltvaforogató eke és síktárcsa, L: lazító, LE: lazító és elmunkáló

A talaj 0–50 cm rétegének nedvességekülönbségei nem érik el a statisztikai megbízhatóság értékét. A talajfelszín takartsága és a talajnedvesség közötti kapcsolat erősségét regresszióanalízissel vizsgáltuk, a két változó gyenge kapcsolatot ( $R^2=0,592$ ) másodfokú parabolafüggvény írja le.

A talaj behatolási ellenállását a 0-50 cm rétegben rugós erőmérővel vizsgáltuk. Az 5/10 cm-enként mért értékekből rajzolt penetrogrammok alapján minősíthetjük a talaj állapotát, meghatározhatjuk a tömörödés mértékét, és a tömör rétegek elhelyezkedését. A >3 MPa értéktől tömör talajállapotról beszélünk.

A sekélyművelések felszíni rétege a bolygatás mélységéig volt lazult, amely 10 cm-t jelentett az SP és a K, valamint 20 cm-t a HT és a HTGY variánsok esetében (4. ábra).

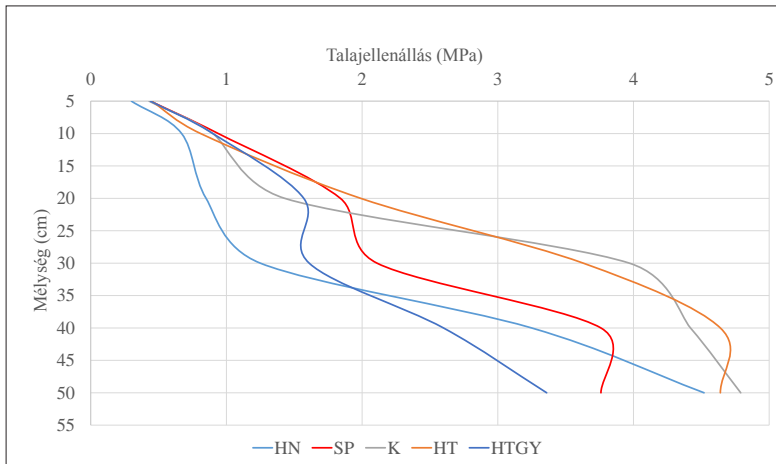


4. ábra. A talajellenállás értékei az 1. napon a sekélyműveléses kezelésekben (Hatvan, 2008. 07. 13.)

Kezelések: HN: hántatlan, SP: siktárcsás porhanyító, K: kultivátor, HT: hagyományos tárcsa, HTGY: hagyományos tárcsa hengerrel

A hántatlan tarló (HN) tömörsége a magas borítási értéknek köszönhetően 79 nap alatt 1,88 MPa értékről 0,67-ra csökkent a felszíni 0–10 cm rétegben, lazultsága pedig 30 cm mélyre terjedt ki. A lazult réteg mélysége a kísérlet végére 20 cm-rel nőtt az SP és a HTGY, míg 10 cm-rel a K kezelés esetében, ugyanakkor a HT változatnál nem változott. Az SP és a HTGY kezelések talajellenállása több mint 50%-kal csökkent a kísérlet ideje alatt (5. ábra).

Az egyes kezelések közötti talajellenállás-különbségeket (0–50 cm) sem az első, sem pedig az utolsó napon nem találtuk statisztikailag igazoltnak. A talajtakarás és a talajellenállás között gyenge összefüggést tártunk fel  $R^2=0,391$ .

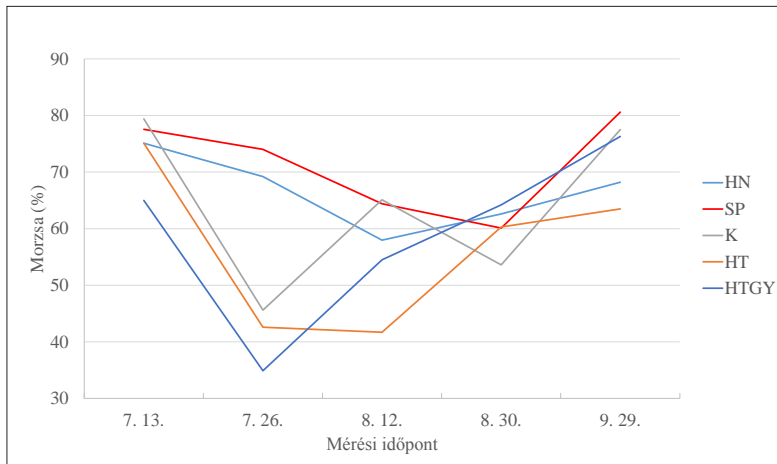


5. ábra. A talajellenállás értékei a 79. napon a sekélyműveléses kezelésekben (Hatvan, 2008. 09. 29)

Kezelések: HN: hántatlan, SP: síktárcsás porhanyító, K: kultivátor, HT: hagyományos tárcsa, HTGY: hagyományos tárcsa hengerrel

A morzsafrakciót a 0,25-10 mm közötti talajalkotók adják. A morzsásodást a megfelelő nyirkosság, a felszínvédelem, a szerkezetkímélés és az aktív talajélet segíti elő. A kísérlet befejezésekor a művelések átlaga 20:70:10 volt, amely főként a szántásos kezelésekben bekövetkezett porosodás miatt állt elő. A morzsavédelemben a mulshagyó SP, K és HTGY kezeléseket minősítettük kedvezőnek, mivel az összes morzsa aránya mindhárom esetben 70% felett alakult a kísérlet végére, sőt az SP esetében a 80%-ot is meghaladta, amely a kedvező talajszerkezet kialakulására utal (6. ábra).

A morzsa- és a porfrakció vizsgálatok megállapították, hogy az egyes kezeléspárok között fennálló különbségek nem érik el a statisztikai megbízhatóság határát.

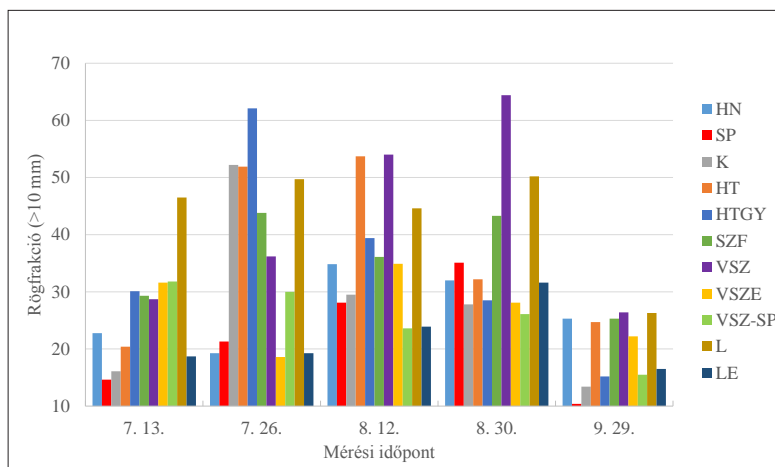


6. ábra. A morzsásodás trendje sekélyművelésekben (Hatvan, 2008. 07. 13. – 09. 29.)

Kezelések: HN: hántatlan, SP: siktárcsás porhanyító, K: kultivátor, HT: hagyományos tárcsa, HTGY: hagyományos tárcsa hengerrel

A morzsásodás mellett ható kedvezőtlen folyamat a rögösödés. A száraz talaj művelésekor por és rög keletkezik, ehhez hasonlóan, a nedves talajon gyúrt rögök kiszáradva kökeménnyé válnak. A rögök (>10 mm) aránya a szántások közül az SZF és a VSZ változatoknál, továbbá az elmunkálatlan szántás (VSZ), a lazítás (L), valamint a hagyományos tárcsás művelés (HT) esetében volt nagyobb mértékű egészen augusztus végéig. A kísérlet végére azonban e kezelésekben is 30% alá csökkent (7. ábra).

A rögfrakció tekintetében  $P > 5\%$  szinten a HN-VSZ/L, az SP-VSZ/L, a K-L, a VSZ-VSZE/VSZ-SP/LE, a VSZE-L, a VSZE-SP-L, valamint az L-LE változatok közötti különbségek statisztikailag is megbízhatóak. Ugyanakkor  $P > 1\%$  szinten már csak az SP-VSZ/L, valamint az L-LE között találtunk igazolt eltérést. A talajnedvesség és a morzsásodás között gyenge ( $R^2=0,1616$ ), míg a talajborítottság és a morzsásodás között közepesen erős ( $R^2=0,7402$ ) kapcsolatot tártunk fel.



7. ábra. A rögfrakció trendje eltérő művelések esetén (Hatvan, 2008. 07. 13. – 09. 29.)

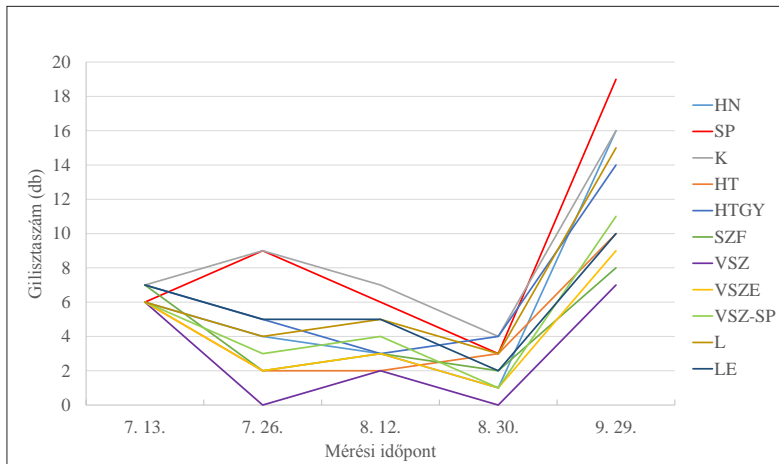
Kezelések: HN: hántatlan, SP: síktárcsás porhanyító, K: kultivátor, HT: hagyományos tárcsa, HTGY: hagyományos tárcsa hengerrel, SZF: ágyeke forgóelemmel, VSZ: váltvaforgató eke, VSZE: váltvaforgató eke elmunkálóval, VSZ-SP: váltvaforgató eke és síktárcsa, L: lazító, LE: lazító és elmunkáló

Rögfrakció  $SZD_{5\%}$ : 14,77;  $SZD_{1\%}$  19,74

A földigiliszta tevékenység a talaj biológiai életének, és fizikai kondíciójának objektív mutatója. Valószínűleg a talaj folyamatos nyirkosságának és a takart felszínének köszönhetően, – az augusztusi visszaesést leszámítva – folyamatosan növekedett a gilisztaszám a talajban.

Az egy ásómintában lévő 3-4 földigiliszta (kb. 30–40 db/m<sup>2</sup>/15 cm) igen jó élőhelyre utal. Az SP, K és HN kezelésekben szeptember végén 16–19 db egyed fordult elő a 0–15 cm rétegben négyzetméterenként, vagyis a szántásokhoz képest szinte kétszeres egyedszámot mértünk (8. ábra).

Az egyes kezeléspárok közötti eltéréseket nem találtuk statisztikailag igazoltnak. Ugyanakkor a talaj takarása és a földigilisztaszám, valamint a talajnedvesség és a földigilisztaszám között erős kapcsolatot fedeztünk fel, amit az  $R^2=0,8242$ , illetve 0,9066 értékek jól tükröznek.

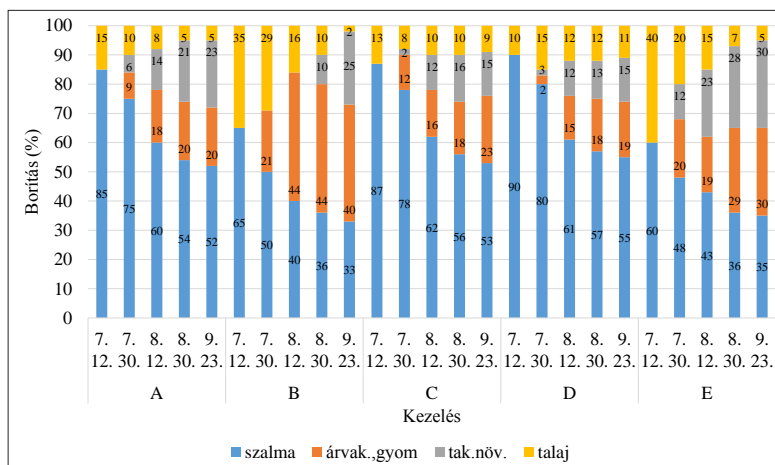


8. ábra. A földgilisztaszám alakulása eltérő művelések esetén (Hatvan, 2008. 07. 13. – 09. 29.)

Kezelések: HN: hántatlan, SP: siktárcsás porhanyító, K: kultivátor, HT: hagyományos tárcsa, HTGY: hagyományos tárcsa hengerrel, SZF: ágyeke forgóelemmel, VSZ: váltvaforgató eke, VSZE: váltvaforgató eke elmunkálóval, VSZ-SP: váltvaforgató eke és siktárcsa, L: lazító, LE: lazító és elmunkáló

### 3.2. A tarlóba vetési kísérlet eredményei

A tarlőhántásos kezelésekben (B, E) gyorsabb szalmafeltáródást és intenzívebb gyom- és árvakelést tapasztaltunk mindkét évben. Ezzel párhuzamosan a takarónövény kelése és fejlődése a B és az E parcellákon szembetűnőbb volt (9. ábra).



9. ábra. Az összes borítás a tarlóba vetési kísérletben (Hatvan, 2008.07. 12. – 09. 23.)

Kezelések: A: aratás napján tarlóba vetés, B: aratás napján tarlólánhátás, augusztusban vetés, C: aratás után két nappal tarlóba vetés, D: aratás után egy héttel tarlóba vetés, E: aratás napján tarlólánhátás, egy hét múlva vetés

Szalmaborítás  $SZD_{5\%}$ : 18,02

Szárazabb időnyben (2009) a direktvetéses kezelésekben (A, C, D) 65-85%, a tarlólánhátásos kezelésekben (B, E) 55-60% takarást vártunk el, ennek megfelelően a borítási arányszám értékei 1,8-5,6 és 1,2-1,5 között alakultak (7. táblázat). A B és az E változatoknál már július végétől, míg az A, a C és a D variánsok esetében augusztus elejétől-közepétől volt szükséges a talajvédelmi funkció adaptív módon történő megerősítésére.



7. táblázat. A szalma:talaj borítási arányszám változása (Hatvan, tarlóba vetési kísérlet, 2008, 2009)

2008						2009					
Változás 74 nap alatt						Változás 101 nap alatt					
Nap	A	B	C	D	E	Nap	A	B	C	D	E
07.12.	5,66	1,85	6,69	9	1,5	07.10.	3	1,5	4	5,66	1,22
07.30.	3	1	3,54	4	0,92	07.30.	1,85	1	1,85	2,33	1
08.12.	1,5	0,66	1,63	1,56	0,75	08.18.	1,5	0,81	1,22	1,85	0,81
08.30.	1,17	0,56	1,27	1,32	0,56	09.03.	1,04	0,66	1	1,22	0,66
09.23.	1,08	0,49	1,12	1,22	0,53	10.18.	0,85	0,53	0,81	1	0,66

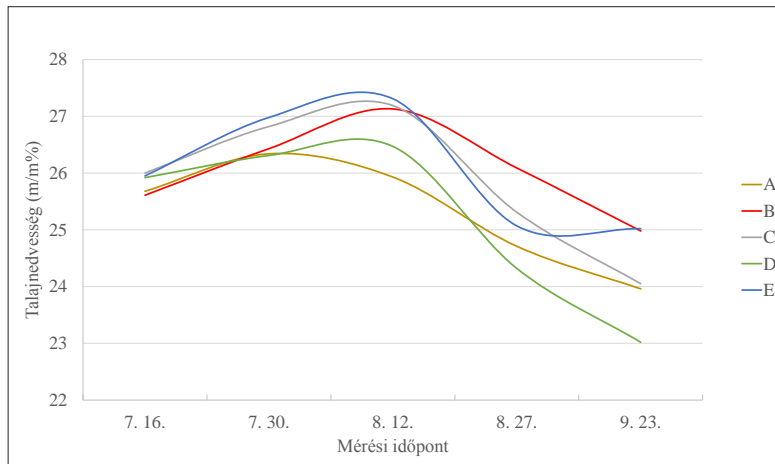
Kezelések: A: aratás napján tarlóba vetés, B: aratás napján tarlólántás, augusztusban vetés, C: aratás után két nappal tarlóba vetés, D: aratás után egy héttel tarlóba vetés, E: aratás napján tarlólántás, egy hét múlva vetés

Igazoltuk a szakirodalom korábbi megállapításait, miszerint a gyomok, őshonos sivatagi növények és az árvakelés a takarónövényekhez hasonló szereppel bírnak a felszínvédelemben.

A statisztikai kiértékelések során, 2008-ban megbízható különbséget tártunk fel a szalmaborítás tekintetében,  $P > 5\%$  szinten az A-B, A-E, B-C, B-D, C-E, valamint a D-E kezeléspárok között. Ugyanakkor  $P > 1\%$  szinten már nem volt ezen változatok között igazolható eltérés. Nem találtunk statisztikailag igazolható különbséget a kezeléspárok között sem a zöldnövény, sem pedig az összes borítás tekintetében. 2009-ben a szalmaborítás tekintetében a statisztikai elemzések igazolható különbségekre mutattak rá  $P > 5\%$  szinten, a B-D és a D-E kezeléspárok között. Ugyanakkor a zöldnövény és az összes borítást vizsgálva nem volt statisztikailag igazolható eltérés az egyes kezeléspárok között.

2009 kísérleti időszakában 186 mm-rel kevesebb csapadék hullott, mint 2008-ban. A tarlólántásos kezelésekben (B, E) mindkét évben magasabb talajnedvesség értékeket mértünk (10 ábra). A talajnedvesség különbségei egyetlen kezeléspár tekintetében sem és egyik évben sem érték el a statisztikai megbízhatóság értékét. Ugyanakkor a talajtakarás és a talajnedvesség között másodfokú

parabolafüggvénnyel leírható, erős összefüggést tapasztaltunk mindkét évben  $R^2=0,8785$  (2008),  $R^2=0,885$  (2009).



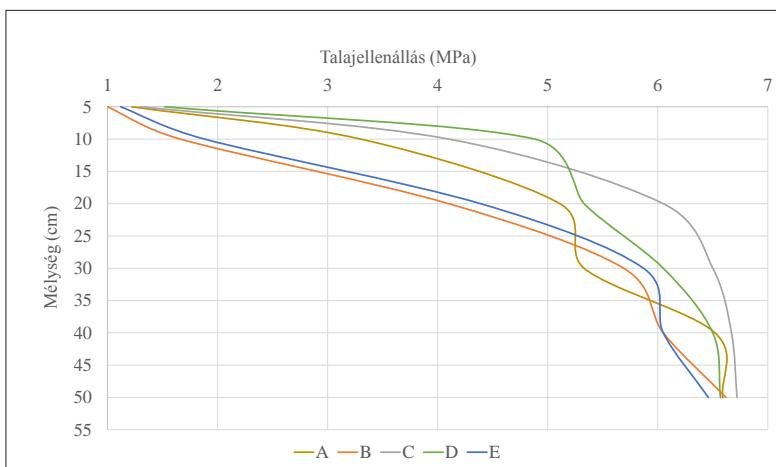
10. ábra. Talajnedvesség trend a talaj 0–50 cm rétegében (Hatvan, 2009. 07. 16. – 09. 23.)

Kezelések: A: aratás napján tarlóba vetés, B: aratás napján tarlöhántás, augusztusban vetés, C:

aratás után két nappal tarlóba vetés, D: aratás után egy héttel tarlóba vetés, E:

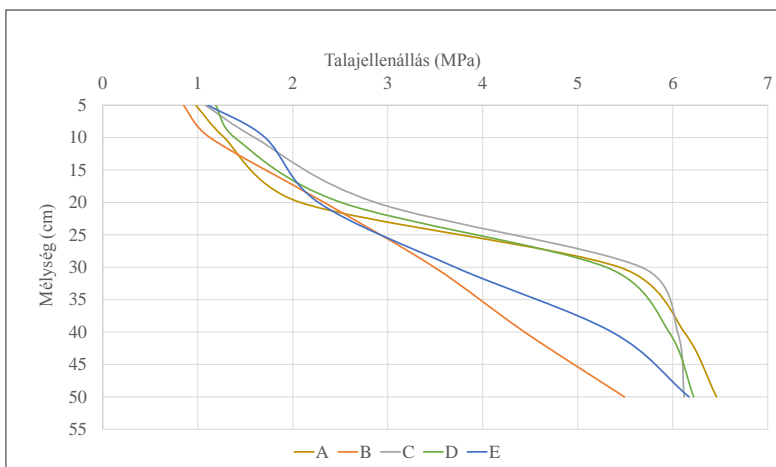
aratás napján tarlöhántás, egy hét múlva vetés

Mindkét évben az első napon elvégzett talajellenállás méréskor a bolygatás mélységének megfelelő lazultsági értékeket tapasztaltunk az egyes kezelésekben, ami 3-5 cm-t jelentett a direktvetéses változatok (A, C, D), míg 6-10 cm-t a tarlöhántásos variánsok (B, E) esetében (11. ábra). A kísérlet végén - mindkét kísérleti évben - minden kezelésben 20 cm-ig terjedt a lazult réteg (12. ábra). A talajellenállás különbségei egyetlen kezeléspár tekintetében és egyik évben sem érték el a statisztikai megbízhatóság értékét. A regresszióanalízis segítségével 2008-ban a talaj takartsága és a talajellenállás között igen erős ( $R^2=0,8969$ ), míg a talajnedvesség és a talajellenállás között szintén igen erős ( $R^2=0,9014$ ) kapcsolatot fedeztünk fel. A következő évben a talaj takarása és ellenállása között, az előző évihez képest némiképp gyengébb korrelációt kaptunk ( $R^2=0,720$ ), míg a talajnedvesség és a talajellenállás között az egyik legerősebb összefüggésre ( $R^2=0,9081$ ) mutattunk rá.



11. ábra. A talajellenállás a tarlóba vetési kísérlet beállításakor (Hatvan, 2008. 07. 10.)

Kezelések: A: aratás napján tarlóba vetés, B: aratás napján tarlólánhátás, augusztusban vetés, C: aratás után két nappal tarlóba vetés, D: aratás után egy héttel tarlóba vetés, E: aratás napján tarlólánhátás, egy hét múlva vetés

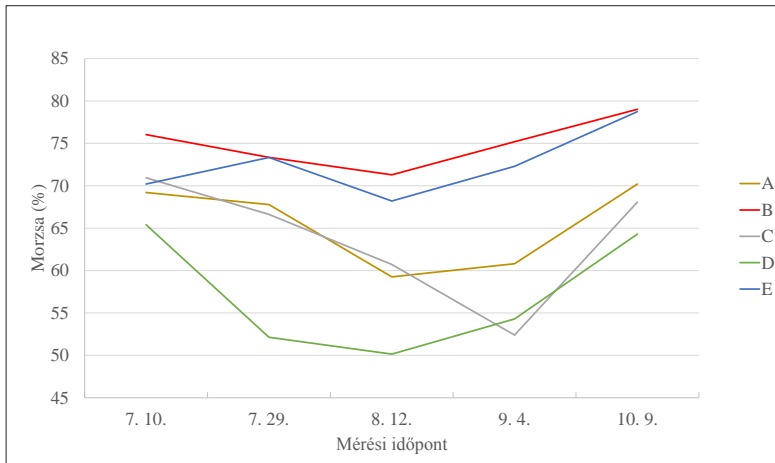


12. ábra. A talajellenállás a tarlóba vetési kísérlet befejezésekor (Hatvan, 2008. 10. 09.)

Kezelések: A: aratás napján tarlóba vetés, B: aratás napján tarlólánhátás, augusztusban vetés, C: aratás után két nappal tarlóba vetés, D: aratás után egy héttel tarlóba vetés, E: aratás napján tarlólánhátás, egy hét múlva vetés

A morzsafrakció aránya mindkét évben nőtt a tarlólánhátásos (B, E) és csökkent a direktvetéses (A, C, D) kezelésekben. Legmagasabb értéket 2008-ban a B kezelés-

ben mértük (rög:morzsa:por = 18:79:3). A direktvetéses kezelések (A, C, D) rögsödése nem enyhült a kísérlet végére, míg a porosodás mértéke a B és az E kezelés esetében volt kifejezettebb, de a kísérlet végére mérséklődött (13. ábra).



13. ábra. A morzsásodás trendje tarlóba vetési kísérletben (Hatvan, 2008. 07. 10. – 10. 09.)

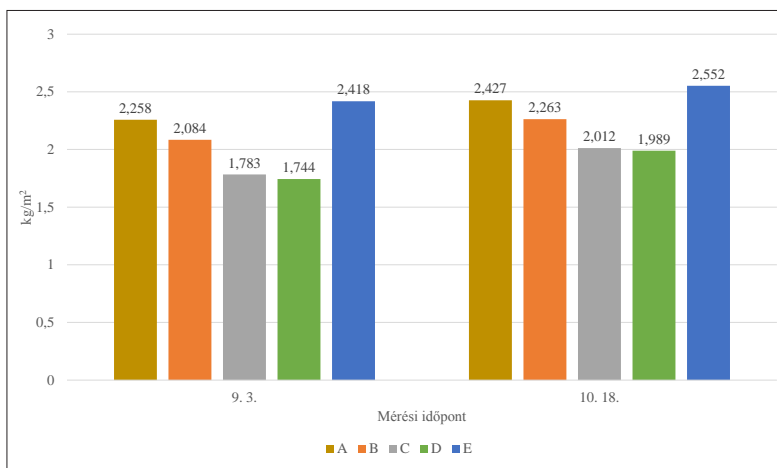
Kezelések: A: aratás napján tarlóba vetés, B: aratás napján tarlólántás, augusztusban vetés, C: aratás után két nappal tarlóba vetés, D: aratás után egy héttel tarlóba vetés, E: aratás napján tarlólántás, egy hét múlva vetés

Morzsasság  $SZD_{5\%}$ : 7,33;  $SZD_{1\%}$ : 9,99

2008-ban a morzsásodás tekintetében statisztikailag is igazolható eltérést állapítottunk meg  $P>5\%$  szinten az A-B, A-D, B-C, B-D, C-E és a D-E kezeléspárok között,  $P>1\%$  szinten pedig a B-C, B-D, valamint a D-E kezeléspárok között. 2008-ban a talajnedvesség és a morzsásodás között erős ( $R^2=0,8656$ ), míg a takarás és a morzsásodás között közepesen erős ( $R^2=0,7882$ ) kapcsolatot tártunk fel. A rögfraction elemzésekor statisztikailag is igazolható eltéréseket találtunk  $P>5\%$  szinten az A-B, A-D, B-C, B-D, C-E és a D-E, valamint  $P>1\%$  szinten a B-C, B-D, D-E kezeléspárok között. Ugyanakkor a porfraction esetében az egyes kezeléspárok közötti különbségek nem érték el a statisztikai megbízhatóság értékét. 2009-ben ez egyes fractionokban vizsgált kezeléspárok különbségei nem érték el a

statisztikai megbízhatóság értékét. Az előző évihez képest – erősebb kapcsolatot kaptunk a talajnedvesség és a morzsaképződés ( $R^2=0,973$ ), valamint a borított-ság és a morzsáság között ( $R^2=0,8092$ ) is.

Az öt kezelés zöldnövény produktuma hektárra vetítve 19,89–25,52 tonna között alakult, amely a mustár és az olajretek potenciális termőképességének 40–50%-a (14. ábra). Ugyanakkor fontos hangsúlyozni, hogy kísérletünkben a talaj minél tökéletesebb takarása volt a cél, és nem pedig a minél nagyobb zöldtömeg elérése. Az augusztusban vetett (B) parcella zöldnövény tömege - a javuló talajállapot miatt - felülmúlta az egy hónappal korábbi direktvetéseket (A, C, D). A növényfejlettség egytényezős varianciaanalízise statisztikailag is igazolható különbségeket tárt fel  $P>5\%$  szinten az A-C, A-D, C-E, valamint a D-E kezeléspárok között,  $P>1\%$  szinten pedig az C-E, valamint a D-E variánsok között. A takarónövény szám és a zöldtömeg közötti összefüggést másodfokú parabolafüggvény írja le. A két változó között erős,  $R^2=0,9519$  kapcsolatot találtunk .



14. ábra. Takarónövény zöldtömeg a tarlóba vetési kísérletben (Hatvan, 2009. 09. 03. – 10. 18.)

Kezelések: A: aratás napján tarlóba vetés, B: aratás napján tarlólántás, augusztusban vetés, C:

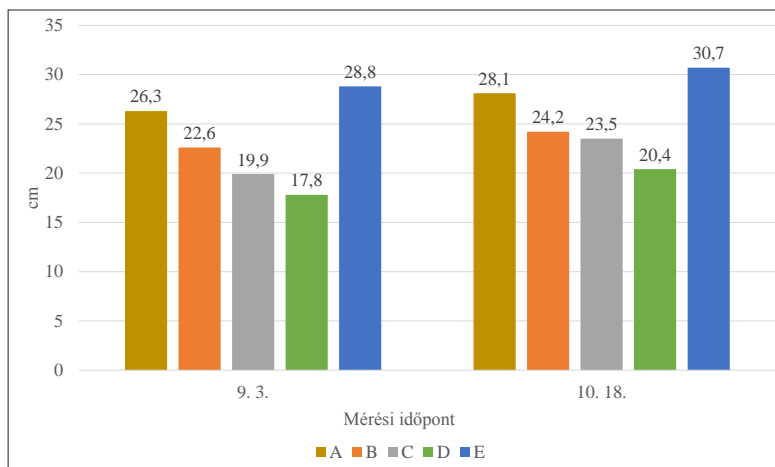
aratás után két nappal tarlóba vetés, D: aratás után egy héttel tarlóba vetés, E:

aratás napján tarlólántás, egy hét múlva vetés

$SZD_{5\%}$ : 0,35;  $SZD_{1\%}$ : 0,55

A talajpenetrációs vizsgálatok alapján minden kezelés talaja 20 cm mélységig volt lazult (<3MPa), ugyanakkor a gyökerezés mélysége minden variáns esetében meghaladta ezt a szintet, sőt az E esetben, még a 30 cm-t is (15. ábra). Ez jól tükrözi azt az általános álláspontot, hogy bizonyos köztes növényfajok erős gyökérzetük révén talajlazító hatással bírnak, és ha a talaj nem tartalmaz vastag tárcsa-, illetve eketalpat, akkor ez érvényre is jut.

A gyökérhosszúság egytényezős varianciaanalízise során statisztikailag is igazolható különbségeket találtunk P>5% szinten, az A-C, A-D, B-E, C-E és a D-E kezeléspárok, valamint P>1% szinten pedig az A-D, C-E, valamint a D-E változatok között. A gyökérhosszúság és a gyökértömeg közötti összefüggést másodfokú parabolafüggvény írja le. A két változó között erős,  $R^2=0,9719$  kapcsolatot találtunk.



15. ábra. Takarónövény gyökérhosszúság a tarlóba vetési kísérletben (Hatvan, 2009. 09. 03. – 10. 18.)

Kezelések: A: aratás napján tarlóba vetés, B: aratás napján tarlöhántás, augusztusban vetés, C: aratás után két nappal tarlóba vetés, D: aratás után egy héttel tarlóba vetés, E: aratás napján tarlöhántás, egy hét múlva vetés

$SZD_{5\%}: 4,38$   $SZD_{1\%}: 6,88$

### 3.3. Új tudományos eredmények

„A tarlógondozás talajművelési és biológiai módszerekkel” a témában végzett kísérletek új tudományos eredményei a következők:

1. A felszintakarás jellemzésére ún. borítási arányszámot dolgoztam ki. Megállapítottam, hogy a tarlómaradványok csökkenése vagy hiánya miatt a borítási érték már a nyár közepétől kedvezőtlen értékeket mutathat. Ennek ellensúlyozására, a tarlómaradványok felszínvédő hatását egyszerű, adaptív módon kell megerősíteni.

2. Bizonyítottam, hogy a gyom- és az árvakelés a talajnedvesség szabályozott felhasználása esetén felhasználható a talajvédő funkció megerősítésére.

3. A vizsgát termőhelyre számszerűsítettem a modern talajművelő eszközök– síktárcsa, kultivátor– nyomán kialakult védőtakaró jelentőségét a talajnedvesség hatásos visszatartásában, ezáltal a gyom- és árvakelés kívánt mértékű megjelenésében.

4. Talajállapot-indikátorok – takarásarány, morzsáság, nedvesség, talajellenállás, földigilisztaszám – segítségével mutattam rá a szokásos tarlóművelés hiányosságaira a talajregenerálódás folyamatában.

5. Megállapítottam a talajvédelmi célú tarlóba vetés kritikus pontjait száraz és változékony nyári időszakban.

6. Bizonyítottam, hogy a tarlóba vetés időpontja okszerűen igazítható a felszínvédelem fenntartásához. A szalmatakarás csökkenése révén bekövetkezett hiányt az élő takaró pótolhatja a felszínvédelemben.

7. Kimutattam, hogy a közvetlen tarlóba vetés eredményét a szalmatakarás nedvesség-visszatartó funkciója alakítja.

## 4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

### 4.1. A tarlóművelési kísérlet tanulságai

– A munka kezdetén feltételeztük, hogy a felszint védő takaróanyag mennyiségével kapcsolatos elvárások az idény csapadékossága és a bolygatottság mértékének függvényében változnak. A 2008. év csapadékviszonyai alapján a tarlóhántást követő időszakra 45–55% takarást ítéltünk meg elfogadhatónak. A sekélyművelések közül kettő, a hagyományos nehéztárcsa (HT), valamint ennek elmunkált változata (HTGY) már a tarlóhántást követően sem teljesítette az elvárt kritériumot. Ugyanakkor a mulcshagyó eszközökkel, azaz a siktárcsával (SP) és a kultivátorral (K) végrehajtott kezelések parcelláin az augusztus közepi, harmadik mérési időpont alkalmával csökkent a takaróanyag mennyisége a kritikus érték alá. A szalma: talaj arányt kifejező ún. borítási arányszám értéke ekkor a minimumszint alá csökkent, amely 0,81 volt. A meleg és száraz nyári hónapok alatt, főként július végétől a szalmatarló nyújtotta borítást ki kell egészíteni, védelmi funkcióját meg kell erősíteni. Erre a célra alkalmazható a gyom- és árvakelés, valamint a vetett takarónövény. A zöldnövény takarónak (gyom- és árvakelés) köszönhetően egészen a kísérlet végéig biztosított volt a felszínvédelemhez szükséges borítási érték. A mélyműveléses kezelések közül a szántások 45–52% zöldnövény borítással rendelkeztek a kísérlet végére, amely némi védelmet adott a kezdetben poros szerkezetű, később eliszapolódó és kérgesedő variánsok talaján. A felszín elmunkálásának ténye sokat javított a takarás, és így a felszínvédelem terén. A hagyományos nehéztárcsa elmunkált változata (HTGY) adta kezelésben a kísérlet végére 23%-kal nagyobb szalma- és 43,3%-kal nagyobb zöldnövény takarást mértünk a HT, azaz a hagyományos nehéztárcsa elmunkálatlan változatához képest. A gyakorlatban kedvelt eljárásnak számít a tarló talajának lazítása (L) közvetlenül a betakarítást követően, amely akkor tekinthető kockázatmentesnek, ha az elmunkálatlan felszín nem rögös és nem



vízvesztő. Az elmunkálás eredményeként nagyobb arányú gyom- és árvakelés borítást mértünk az LE eljárás parcelláin, amely helyettesítette a gyorsabban fogyatkozó szalmatakarást. Így a kísérlet végén csupán 5% eltérést találtunk az összes borítás tekintetében a két lazításos változat között. A szalma, valamint az összes borítás egytényezős varianciaanalízise alapján számos kezeléspár között statisztikailag is igazolható különbséget találtunk.

– A kísérlet talajának művelhetőségi optimuma 22 tömeg%-nál van. A kísérlet beállításakor a 0–50 cm talajszelvény átlagos nedvességtartalma 21,07–27,37 tömeg% között változott, kezelésként eltérő értékeket mutatva. A sekélyműveléses változatok átlagosan 14,8%-kal múlták felül a szántásokban mért átlagos nedvességet. A július végétől kialakuló száraz periódus ellenére a kísérlet végére minden kezelésben 23 tömeg%-ot meghaladó nedvességet mértünk a 0–50 cm talajrétegben, amely nemcsak a lehullott csapadéknak tudható be, hanem a nedvességekímélő művelés és a minőségében fokozatosan átalakuló, de állandóan jelenlévő talajtakarás eredményének is. A kezelésváltozatok nedvességkülönbségei nem érték el a statisztikai megbízhatóság értékét. A legjobban szereplő SP, K és L változatok egyben a legnagyobb felszínborítási értékkel rendelkeztek a kísérlet végén.

– A kísérlet beállítását követően a sekélyműveléses kezelések talaja a bolygatás mélységéig volt lazult, ami 10 cm-t jelentett az SP és a K, valamint 20 cm-t a HT és HTGY eljárások esetében. A szántások parcelláin 25, illetve 32–34 cm mélyre terjedő lazultságot tapasztaltunk, míg a lazítások hatása nem volt igazolható, mivel a talaj az optimálisnál nedvesebb volt a 30 cm mélységben. A kísérlet 77 napja alatt a hántatlan tarló (HN) talajának felső 10 cm rétegében 1,88-ról 0,67 MPa-ra csökkent a talajellenállás értéke, a lazultság pedig 30 cm mélyre terjedt. A kedvező nedvességforgalom a talajtakarás egyik közvetett, kedvező eredménye. A tömörödés az összes kezelésben enyhült, az SP esetében például 51, míg a HTGY változatnál 55%-kal. A kísérlet végére a lazult réteg az SP és HTGY kezeléseket esetében 20 cm-rel, K variáns parcelláin pedig 10 cm-rel mélyült. HT változat esetében nem

változott. Az egyes kezelések közötti eltérések nem érték el a statisztikai megbízhatóság határát.

– A kísérleti terület talajának rög: morzsa:por aránya a művelés előtt 23:75:2 volt, amely a kísérlet végére 20:70:10-re változott a szántásos kezelésekben bekövetkezett porosodás miatt. A morzsavelemben a mulcshagyó SP, K és HTGY kezeléseket minősítettük kedvezőnek, mivel az összes morzsa aránya mindhárom változatnál 70% felett alakult, sőt SP esetében meghaladta a 80%-ot is. A bolygatatlan talajon mért morzsafrakció a kísérlet végére 9,2%-kal csökkent, amely vélhetően a takarás és a talajnedvesség csökkenésének tudható be. Az elmunkálás ténye 15,9 illetve 27,6%-kal javította a morzsaarányt a váltvaforgató ekével történt szántások két elmunkált változatánál (VSZE és VSZ-SP), szemben az elmunkálatlan szántással (VSZ). A VSZ-SP variáns jobb eredménye a hatékonyabb, külön menetben végzett szántáselmunkálásra irányítja a figyelmet. A morzsa- és porfrakció tekintetében nem, de a rögfrakciót vizsgálva statisztikailag is igazolható különbségekre mutattunk rá számos kezeléspár tekintetében.

– A kísérlet igazolta az ismert összefüggést, amely az intenzívebben bolygatott talaj és az alacsonyabb földigiliszta-populáció között áll fenn. Az SP, a K és a HN kezelésekben szeptember végén 16–19 db egyed számoltunk a felső 0–15 cm rétegben négyzetméterenként, amely a szántásokhoz képest közel kétszeres egyedszámot jelentett. A középmedyen lazított, elmunkált LE változat talajában mért populáció közel állt a földigiliszta-barát művelést megtestesítő SP és K variánshoz, amelynek háttérében a lazult, nyirkos talajszerkezet és a takart felszín állt.

– Összefoglalóan, a talajállapot-jellemzőket vizsgálva megállapítható, hogy a sekélyműveléses kezelések közül a HN, az SP, a K és a HTGY, a mélyműveléses változatok közül pedig a VSZ-SP, az L és az LE tekinthető megfontolandó nyári talajművelési eljárásnak. Minden vizsgált paraméter tekintetében kiemelkedett az SP, a K és a HTGY kezelés. A siktárca (SP) és a kultivátor (K) közötti választást a szármaradvány kezelés minősége befolyásolhatja. Hatékonyabb szárazzás ese-

tén és/vagy kevésbé gyomos talajokon a kultivátorok kerülhetnek előtérbe. Szélesebb talajnedvesség intervallumban használhatók, mint a tárcsák, ezért a nedves és a száraz talajok kisebb kárral művelhetők általuk. A síklapú tárcsa inkább száraz és nyirkos állapotú talajokra alkalmas művelő eszköz, a porosítás veszélye - mint ahogy arra a vizsgálataink is rámutattak - azonban ezen tárcsátípus esetében is fenn áll. A hagyományos nehéztárcsa lezáró hengerrel kombinált változata (HTGY) a porhanyítás és a felszíntakarás terén mutatott némi hiányosságaival együtt is ajánlható eszköz a nyári tarlómunkák során, azzal a megjegyzéssel, hogy a talaj nedveségtartalmára mindenkor tekintettel kell lennünk. Csapadékos évjáratban hatásosan eltüntetheti ugyan az aratáskori keréknymokat, de a 10 cm alatt nedves talajba tömör, vízzáró réteget gyúr. A HN és az L eljárás a nem kívánt rögzössége folytán érdemel figyelmet. A HN kezelés esetében úgy tűnt, hogy a növényi takaróanyag alatt nem képes oly mértékben felnyirkosodni a talaj, mint ahogy a tarlóművelés során kialakított sekély, porhanyó réteg alatt. Az L kezelés nagy rögzfrakciója alá támasztotta azt a korábban már igazolt megállapítást, hogy a hántott tarlók beéredésnek indult talaján az alapművelések kisebb energiával és jobb minőségben végezhetők el, ezért a tarló közvetlen lazítása rögzösödéshez vezet. Ugyanakkor az elmunkált lazítás, azaz az LE variáns morzsáság tekintetében már közelebb állt a kultivátoros műveléshez, és csupán a közepes földigiliszta aktivitás miatt maradt el a sekélyműveléses kezelések mögött. A szántások közül csak a síktárcsával elmunkált (VSZ-SP) változat mutatott kedvező értékeket. A földigiliszta aktivitás a mély bolygatás miatt természetesen itt is alacsonyabb volt, viszont kedvező volt a morzsáság és a talajnedvesség, amely a felszín elmunkálásával és a zöldnövény-takarással függ össze. Mindezek ellenére a nyári szántás kockázatos beavatkozás és egyáltalán nem tekinthető klímakárcsökkentő eljárásnak. A vegetációs időszak alatt letömörödött talajok mély bolygatása még azonnali elmunkálás esetén sem szolgálja a talaj megújulását a tarlófázisban. A talaj beéredésében fontos szerepet

kapó talajtakarás és az ennek köszönhető felszínvédelem nem biztosított a kritikus nyári hónapok alatt.

A kísérletben értékelt egyes eljárásokat a talajállapot jellemzőkre gyakorolt hatásuk alapján a 8. táblázatban foglalom össze.

8. táblázat. A tarlóművelési kísérlet kezeléseinek rangsora a talajállapot jellemzők alapján (legjobb 1, leggyengébb 11)

Kezelés	Talajállapot jellemzők					Rangsor
	Borítás a művelés után	Talajnedvesség	Lazult réteg mélyülése	Agronómiai szerkezet	Földigilisztaszám	
HN	1	6	3	7	3	3
SP	3	2	1	1	1	1
K	3	3	2	2	2	2
HT	4	8	3	9	9	8
HTGY	5	7	1	5	5	4
SZF	NÉ	11	4	8	11	10
VSZ	NÉ	10	4	10	10	10
VSZE	NÉ	9	4	6	9	9
VSZ-SP	NÉ	5	4	4	6	6
L	2	1	NÉ	11	4	5
LE	6	4	NÉ	3	7	7

Kezelések: HN: hántatlan, SP: siktárcsásporhanyító, K: kultivátor, HT: hagyományostárcsa, HTGY: hagyományostárcsahengerrel, SZF: ágyekeforgóelemmel, VSZ: váltvaforgató eke, VSZE: váltvaforgató eke elmunkálóval, VSZ-SP: váltvaforgató eke és siktárcsa, L: lazító, LE: lazító és elmunkáló

\*NÉ: nem értelmezhető

## 4.2. A tarlóba vetési kísérlet tanulságai

– A tarlóba vetési kísérlet kezeléseit két csoportba sorolva tárgyaltuk, úgymint tarlóhántásos (B, E) és direktvetéses (A, C, D) változatok. A 2008. év csapadéka alapján a

kísérlet beállítását követően a direktvetéses parcellákra 60–70, míg a tarlóhántásos kezelésekre 45–55% borítottságot ítéltünk meg elfogadhatónak. A következő év kísérleti időszakában 186 mm-rel kevesebb csapadék hullott, emiatt a tarlóművelést követően 55–60, míg a direktvetésű kezelésekből 65–85% takarást vártunk el. Megállapítottuk, hogy július végétől–augusztus elejétől a felszíni szármadarvány védelmi funkcióját ki kell egészíteni a kezelés típusától függetlenül. A tarlóhántásos kezelésekből a nagyobb arányú bekeverés, valamint a jobb talajállapot folytán intenzívebb volt a szalmafeltáródás, ezért gyorsabban csökkent a felszínen lévő tarlómaradvány mennyisége, mint a direktvetéses változatoknál, amit viszont jól kompenzált az élénkebb gyom- és árvakelés, valamint a takarónövény-fejlődés. A szalmaborítás tekintetében mindkét évben statisztikailag is igazolható különbségekre mutattunk rá az egyes kezelések között.

– A talaj 0–50 cm rétegében mért nedvességértékek alapján nem találtunk statisztikailag igazolható eltéréseket az egyes kezeléspárok között, bár a nedvességgörbék lefutása eltérő volt a két vizsgálati évben. A tarlóhántásos változatok előnye néhány tömeg%-kal magasabb nedvességtartalomban nyilvánult meg.

– A talajjellenállás vizsgálatok mindkét évben – a kezeléstől függetlenül – a lazult réteg mélyülését tanúsították, aminek a háttérben a felszínkímélő bolygatása és takarása áll. A tarlóhántásos és a direktvetéses eljárások egyaránt sekélyműveléses beavatkozások, a kísérlet beállításakor az egyes parcellák talaja ennek megfelelően 3–5 cm (direktvetéses kezelésekből), valamint 6–10 cm (tarlóhántásos kezelésekből) mély lazultságot mutatott. A lazult réteg mélysége mindkét évben, minden változatnál 20 cm-ig terjedt a kísérlet utolsó mérési időpontjában. A talajjellenállás-különbségek egyetlen kezeléspár esetében és egyik évben sem érték el a statisztikai megbízhatóság határát.

– Az agronómiai szerkezet vizsgálata a két kísérleti év számos hasonlóságát igazolta. A morzsafrakció aránya mindkét évben nőtt a tarlóhántásos kezelésekből (B, E), és csökkenést mutatott a direktvetéses parcellákon (A, C, D). Ennek háttérben két tényező együttes hatása állhatott. A tarlóhántást végző síktárcsás porhanyító jobb ha-

tékonyással egyengeti és zárja a bolygatott felszínt, mint a féldirekt vetőgép tömörítő keréksora. Ugyanakkor a tarlóhántás alkalmával létrehozott sekély, porhanyó, szigetelő réteg alatt a talaj nyirkosodásának folyamata is vélhetően intenzívebben játszódik le, mint a direktvetéses parcellák esetében felszínen hagyott nagyobb mennyiségű szalma alatt. Így a direktvetéses parcellák rögzössége nem enyhült a kísérlet ideje alatt. Ráadásul a szárazabb 2009. évben a rögzösödés még inkább szembeötlő folyamattá vált. A rosszabb agronómiai szerkezet gyengébb gyom-, árvakelés- és takarónövényborításban nyilvánult meg.

– A takarónövény-vizsgálatok arra hívták fel a figyelmet, hogy az augusztus közepén vetett állomány (B kezelés) – a javuló talajállapotnak köszönhetően – az egy hónappal korábban felállított, direktvetésű parcellákat (A, C, D) felülmúló borítási szintet képes elérni. A kísérlet végére minden változat esetében a lazult 20 cm réteget meghaladó gyökerezési mélységet mértünk. Ez alátámasztja azt az álláspontot, amely szerint bizonyos köztes növényfajok erőteljes gyökérzetük révén lazító hatással bírnak, amely abban az esetben érvényesül, ha a talaj nem tartalmaz vastag tárcsa- vagy eketalpat. A védelmi céllal vetett köztes növény esetében a felszíntakarás mértéke fontosabb, mint a zöldnövény produktum, ezért a kísérletünkben elért 19,89–25,52 t/ha hozam elfogadható szintű.

– A két egymást követő évben beállított tarlóba vetési kísérletről összességében elmondható, hogy minden kezelés sekély talajbolygatást eredményezett. Ennek betudhatóan a talajnedvesség, a talajjellenállás tekintetében nem találtunk statisztikailag igazolható különbségeket az egyes kezelések között. A zöldnövény állománnyal (gyom- és árvakelés, takarónövény) kiegészült felszíntakarás legkisebb mértéke 82% volt (D kezelés 2009-ben), tehát minden variáns esetében teljesült a talaj védelmével kapcsolatos elvárás. A talajnedvesség és az agronómiai szerkezet kedvezőbben alakult a tarlóműveléses kezelések esetében, ami hatással volt a gyom-, az árvakelés és a takarónövény állományának kelésére és fejlődésére. Ezért a betakarítás napján elvégzett tarlóhántás, majd az egy héttel később (E), illetve augusztusban (B) végrehajtott

vetés bizonyult perspektivikusabb eljárásnak. A direktvetés csapadékos évjáratokban lehet megfontolandó eljárás, amikor a talaj nagyobb mértékű bolygatása rögzösödéshez vezetne. Aszályos időjárásban is jó eredményt adhat a direktvetés, mégpedig a szalmatakaró alatt bizonyos ideig pihentetett talajba történő vetés esetén (C és D variáns a kísérletben). A deflációnak kitett homoktalajokon, valamint az erózió sújtotta erdő-, és sekély termőrétegű, erodált talajokon szintén előtérbe kerülhet a direktvetés, ugyanis az aratás követően a tarló bolygatatlanságának fenntartásával mérsékelhető a talajvesztés.

A kísérletben értékelt egyes eljárásokat a talajállapot jellemzőkre gyakorolt hatásuk alapján a 9. táblázatban foglalom össze.

9. táblázat. A tarlóba vetési kísérlet kezeléseinek rangsora a talajállapot jellemzők alapján

Kezelés	Talajállapot jellemzők										Rangsor
	Borítás változása		Talajnedvesség		Lazult réteg mélyülése		Agronómiai szerkezet		Takarónövény szám	Takarónövény gyökérhosszúság	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2009	2009	
A	3	3	3	4	1	1	3	5	2	2	3
B	2	2	1	2	2	2	1	1	3	3	2
C	4	4	4	3	1	1	4	3	4	4	4
D	5	5	5	5	1	1	5	4	5	5	5
E	1	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1

Kezelések: A: aratás napján tarlóba vetés, B: aratás napján tarlólántás, augusztusban vetés, C: aratás után két nappal tarlóba vetés, D: aratás után egy héttel tarlóba vetés, E: aratás napján tarlólántás, egy hét múlva vetés

## AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN ÍRT TUDOMÁNYOS PUBLIKÁCIÓK

### **Tudományos publikációk**

#### **Idegen nyelvű lektorált tudományos közlemények:**

1. *KALMÁR T., BOTTLIK L., KISIC I., GYURICZA Cs., BIRKÁS M.* (2013): Soil protecting effect of the surface cover in extreme summer periods. *Plant, Soil and Environment*, 59: (9) 404-409. (IF: 1,113)

2. *BIRKÁS, M., KISIC, I., BOTTLIK L., JOLÁNKAI, M., MESIC, M., KALMÁR T.* (2009): Subsoil compaction as a climate damage indicator. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 74: (2) 1-7.

3. *BIRKÁS M., KALMÁR T, BOTTLIK L., TAKÁCS T.* (2007): Importance of soil quality in environment protection. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 71: (1) 21-26.

#### **Magyar nyelvű lektorált tudományos közlemények:**

4. *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

5. *KALMÁR T., BIRKÁS M., STINGI A., BENCSEK K.* 2007. Tarlóművelési módszerek hatékonysága szélsőséges idényekben. *Növénytermelés*, 56: (5-6) 263-279



## Egyéb tudományos művek

### Idegen nyelvű konferencia kiadványok:

6. *KALMÁR T., PÓSA B., SALLAI A., CSORBA SZ., BIRKÁS M.* (2013): Soil quality problems induced by extreme climate conditions. *Növénytermelés*, 62: (Suppl.) pp. 209-212.

7. *KALMÁR T., CSORBA SZ., SZEMŐK A., BIRKÁS M.* (2011): The adoption of the rain-stress mitigating methods in a damaged arable soil. *Növénytermelés*, 60: (Suppl.) pp. 321-324

8. *BIRKÁS M., JUG, D., STINGLI A., KALMÁR T., SZEMŐK A.* (2009): Soil compaction alleviation as a solution in the climate stress mitigation. In: Bilgen H. et al. (Ed.) *ISTRO 18th Triennial Conf., "Sustainable agriculture"*, June 15-19, Izmir, Turkey, Proc., T4, pp. 1-6.

9. *BIRKÁS M., STINGLI A., SZEMŐK A., KALMÁR T., BOTTLIK L.* (2008): Soil condition and plant interrelations in dry years. *Cereal Research Comm.* 36: (Suppl.) pp. 15-18.

10. *BIRKÁS M., KALMÁR, T., FENYVESI L., FÖLDESI P.* (2007): Realities and beliefs in sustainable soil tillage. *Cereal Research Comm.* (35): (Suppl. 2) pp. 257-260.

11. *BIRKÁS M., DEXTER A. R., KALMÁR T. BOTTLIK L.* 2006. Soil quality – soil condition – production stability. *Cereal Research Comm.* 34: (Suppl. 1) pp. 135-138.

12. *GYURICZA Cs., MIKÓ P., FÖLDESI P., UJJ A., KALMÁR T.* (2006): Investigation of green manuring plants as secondary crop improving unfavourable field conditions to efficient food production. *Cereal Research Comm.* (34): (Suppl. 1) pp. 191-194.

## Magyar nyelvű konferencia kiadványok:

13. *BOTTLIK L., KALMÁR T., CSORBA SZ., SZEMŐK A., BIRKÁS M.* (2012): Talajművelés új szemlélete – a precíziós növénytermesztés alapjai. „Fork to Farm” „Asztaltól a szántóföldig” Fenntartható mezőgazdaság Konferencia, Debrecen. 2012. szept. 6. Acta Agraria Debreceniensis. 49. pp. 123-127.

14. *BIRKÁS M., KALMÁR T., BENCSIK K., STINGLI A.* (2006): Tarlógondozás változóan csapadékos idényekben. In: Tóth L., Jeney K. (Ed.) MTA AMB 30. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozása, Gödöllő, 2006. január 24-25. 2. kötet, pp. 11-15.

15. *BIRKÁS M., KALMÁR T., BENCSIK K., PERCE A.* (2005): A tarlóművelés minőségének hatása a talaj állapotára. In: Tóth L., Jeney K. (Ed.) MTA AMB 29. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő, 2004 jan. 18-19, 1. kötet, pp. 13-17.



