



TALAJHASZNÁLATI MÓDSZEREK ÉRTÉKELÉSE TALAJVÉDELMI SZEMPONTBÓL

Doktori (Ph.D) értekezés tézisei

Bencsik Katalin

**Gödöllő
2009**

A doktori iskola megnevezése:
Növénytudományi Doktori Iskola

Tudományága:
Növénytermesztési és kertészeti tudományok

Vezetője:
Dr. Heszky László
akadémikus, egyetemi tanár, intézetigazgató
SZIE, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
Genetika és Biotechnológiai Intézet

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

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEI

A fenntartható fejlődés egyik alapeleme a legfontosabb természeti erőforrásunkat képező talajkészleteink ésszerű hasznosítása, védelme, állagának megőrzése, sokoldalú funkcióképességének fenntartása. Ez az okszerű elvárás azonban sajnálatosan nem vagy csak helyenként teljesül. A talajpusztulás az emberi tevékenység hatására olyannyira felgyorsult, hogy eróziós veszteségét a természetes talajképző folyamatok már nem tudják pótolni. Magyarország több termőhelyén fordulnak elő olyan degradált szerkezetű, erózió által károsodott talajok, amelyeken eredményes gazdálkodás nem folytatható. Ez arra ösztönöz, hogy e káros folyamatokat mérsékeljük, illetve megakadályozzuk. A talajhasználati módok közvetlenül befolyásolják a talaj szerkezetét és az eróziós és deflációs folyamatokat. Az agronómiai védelem, ezen belül is a talajkímélő talajhasználat lehetőségeit kihasználva megelőzhető illetve csökkenthető a talaj lepusztulása. Ezáltal a veszélyeztetett, lejtős területeken növelni lehetne a gazdálkodás, benne a növénytermesztés biztonságát.

Földünk éghajlata folyamatosan változik, s a változásban szerepe van az emberi tevékenységnek. Az emberi tevékenységek (ipar, közlekedés, mezőgazdálkodás) hatása kimutathatóan befolyásolja nemcsak a mikro- és makro-, hanem a globális klímát is. A globális felmelegedés egyik fő oka – a kutatások szerint – az üvegházhatást okozó gázok, különösen a szén-dioxid légkörbe jutása, koncentrációjának növekedése. Az üvegházgázok légköri koncentrációjának emelkedéséhez a mezőgazdaság is hozzájárul. A nemzetközi állásfoglalások a szén-dioxid kibocsátás csökkentését sürgetik. A megoldást – a szántóföldi növénytermesztésre vonatkoztatva – a környezetkímélő és fenntartható talajhasználat alkalmazása kínálja.

A művelt talaj szerkezetének kialakítása külső tényezők által befolyásolt folyamat, amelyek lehetnek emberi (pl. művelőeszközök, taposás) és természeti (pl. éghajlat, fauna, gyökérszövet) eredetűek. Ezek a tényezők egyaránt okozhatják a talaj részecskék tömörödését, szétesését, valamint helyváltoztatását, továbbá összetett hatásuk eredményezi a talaj azon jellemzőit, amelyek szerkezetét meghatározzák. A talaj szerkezete közvetlenül befolyásolható a műveléssel.

A kutatás időszerűségét a hazai talajok állapotának védelme és javítása, az EU és a nemzeti környezetvédelmi elvárásokhoz való igazodás, a termesztéstechnológia és a környezetvédelem közti harmónia megteremtése és fenntartása indokolja. A kutatás tudományos értékét a talajállapot változások vizsgálata, a talaj biológiai tevékenységét befolyásoló művelési tényezők értékelése, valamint az erózió által veszélyeztetett területeken alkalmazható művelési módok összehasonlítása jelenti.

Ennek megfelelően az eltérő talajművelési rendszerek talajra gyakorolt hatását három fő kutatási célnak megfelelően vizsgáltam:

1. A hagyományos és a bakhátas művelés összehasonlítása az eróziót befolyásoló képességük alapján, a következő tényezők figyelembevételével:
 - A lefolyt víz mennyiségének mérésével
 - A lehordott talaj mennyiségének vizsgálatával
 - A lehordott talaj humusztartalmának meghatározásávalA két művelési mód hatásának vizsgálata a termésre.
2. Eltérő talajhasználati módszerek hatásának vizsgálata a talaj CO₂ kibocsátására és a humusztartalmára.
3. A különböző művelési rendszerek értékelése a talaj agronómiai szerkezetére gyakorolt hatásuk alapján.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A kutatómunka körülményei

A kísérlet Hatvan körzetében, a Szent István Egyetem Józsefmajori Kísérleti és Tangazdasági területén található, amely az ország egyik legerodáltabb részén, az Észak Alföldi hordalékkúp-síkság és a Cserhátalja határán helyezkedik el. A kísérleti terület enyhén D-K-i lejtős dombság, 100 m tengerszint feletti magasságban. A domborzati viszonyok - az aránylag kis gazdasági területhez képest - változatosak, ezért az erózió és a szedimentáció jelensége különböző mértékben jut érvényre.

Az éghajlat szempontjából a terület két részre tagolható. Északi része mérsékelten hűvös - mérsékelten száraz, míg déli része mérsékelten meleg - mérsékelten száraz. Éghajlatát jelentősen befolyásolja dombvidéki jellege.

Az évi középhőmérséklet 9,5 - 10 °C, a vegetációs időszakban 16,3-16,8 °C. A 10 °C fölötti középhőmérséklet általában április 13. és november 13. között, 183 napig mérhető. A fagymentes napok száma északon 170, délen 180. Az évi abszolút hőmérsékleti maximumok 32,5 és 33 °C közöttiek. Az éves csapadékmennyiség 580 mm, ebből a vegetációs időszakban 323 mm esik le. Józsefmajorra a magyarországi sokéves átlag alatti csapadékmennyiség jellemző. A sokévi átlag alapján megállapítható, hogy ősszel novemberben, tavasszal májusban és júniusban várható a legtöbb csapadék. A vizsgálat éveiben havi szinten jelentős a csapadék mennyiségének eltérése a sokévi havi átlaghoz képest, de összességében a 2003. és a 2004. évi csapadékmennyiség is kevesebb volt a sokéves átlagnál. 2003-ban 138 mm-rel, míg 2004-ben 68 mm-rel kevesebb csapadék esett. A 2005. év csapadéka szélsőségesnek mondható. Az összes mennyiség meghaladta a sokéves átlagot, már augusztusig 564 mm csapadék hullott az 580 mm sokévi összeshez képest.

A talaj típusa mészlepedékes csernozjom (Calcic Chernozem), fizikai félesége vályog. Kémhatása kissé savanyú. A talaj víz és tápanyag-gazdálkodása kedvező. A 0-40 cm réteg átlagos szervesanyag-tartalma 2,83 %.

2.1.1. Talajművelési tartamkísérlet

A kísérletet a Földműveléstani Tanszék dolgozói 2001-ben állították be. A kísérlet tábláján a beállítást megelőző két évben búzát termesztettek. A hagyományos talajhasználattal nem törekedtek a nedvesség talajban történő megőrzésére, illetve a kedvező talajszerkezet kialakítására, ezért az első évben általános talajállapot javítás céljából mustárt vetettünk. A józsefmajori tangazdaságban a köztes védőnövények termesztésére irányuló vizsgálataimat ennek megfelelően 2002-ben kezdtem.

A kísérlet területe $312 \times 150 \text{ m} = 4,68 \text{ ha}$. A kísérlet négyismétléses, sávos, véletlen elrendezésű. A parcellaméret $13 \times 75 \text{ m} = 975 \text{ m}^2$.

A kísérlet *A* tényezője hat különböző talajművelési kezelést jelent, amelyek a következők:

a1: szántás (26-30 cm)

a2: direktvetés

a3: sekély kultivátoros művelés (12-16 cm)

a4: kultivátoros művelés (16-20 cm)

a5: tárcsázás (16-20 cm)

a6: lazítás + tárcsázás (40-45 cm +16-20 cm)

A különböző művelési kezeléseket a talaj állapotára gyakorolt kedvező, közömbös, illetve kedvezőtlen hatásuk megítélése céljából választottuk ki. Öt művelési kezelésnél a talaj állapotát befolyásoló beavatkozások a következők voltak: Tarlóhántás és a hántott tarló ápolása; alpművelés; magágykészítés; vetés. A direktvetésnél ezek a beavatkozások elmaradtak, a művelés csak a vetésre korlátozódott.

A kezelések közül a szántás, a direktvetés, a kultivátoros művelés, a tárcsázás és a lazítással kombinált tárcsázás hatását vizsgáltam.

A kísérlet *B* tényezője a védőnövényvel való borítottság. Ezek alapján a b+ (összesen 2,34 ha) a védőnövényvel fedett, a b- a védőnövény nélküli parcellákat jelentik.

A kísérlet termesztéstechnológiai adatai

A kísérletben alkalmazott növényi összetétel és sorrend a következő:

2002: fehér mustár (*Sinapis alba* L.), (védőnövény)

2002/03: őszi búza (*Triticum aestivum* L.), fajta: Mv Kucsma, II. szaporítási fok

2003/04: rozs (*Secale cereale* L.), (köztes védő- és mulcsnövény + takarmány)

2004: borsó (*Pisum sativum* L.), (mulcsnövény)

2004/05: őszi búza (*Triticum aestivum* L.), fajta: Mv Verbunkos

2005: fehér mustár (*Sinapis alba* L.), (talajkondíció javító növény)

2005/2006: őszi búza (*Triticum aestivum* L.), fajta: Mv Verbunkos II. szaporítási fok

1. táblázat. A művelési kísérlet termesztéstechnológiai adatai

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
2002								Fehér mustár (védő növ.)				Ó. búza	
2003	Őszi búza (fővetés)								Rozs				
2004	Rozs (köztes védőnövény+takarmány)					Borsó (zöldtrágya)						Ó. búza	
2005	Őszi búza (fővetés)							Mustár (védő növ.)				Őszi búza	
2006	Őszi búza (fővetés)												

Jelmagyarázat: ■ = alpművelések

2.1.2. Bakhátas kísérlet

Művelési kezelések:

1. Hagyományos művelés (22-25/28-32 cm, évente változó), elmunkálás, magágykészítés, vetés
2. Bakhátas művelés (szántás a kísérlet beállításának évében; bakhátkészítés, vetés a bakhátak középsávjába, betakarítás után szárzúzás; a következő években: bakháttető lemetszése, vetés, tenyészidőben bakhátmagasítás)

A kísérlet lejtős, erózióknak kitett területen helyezkedik el, a táblán 2003 tavaszától kukoricatermesztés folyt 2005 őszéig. A kísérletbe 2004-ben kapcsolódtam be. A parcellaméretet minden évben a terepviszonyokhoz és a művelő/vetőgépek munkaszélességéhez igazítottuk (Parcellaméret: **2004:** 15x75 m = 112,5 m², 0,01125 ha, *Teljes terület: 900 m², 0,09 ha.* **2005:** 8x20m, 0,016 ha, *Teljes terület: 80 m x 16 m = 0,128 ha*). A parcellák kialakítása lejtőre merőlegesen történt. Az ismétlések száma 4, sávos, véletlen elrendezésben. A kijuttatott műtrágya mennyiségét a talaj tápanyagtartalmához mérten választottuk meg.

2.2. A kutatás módszerei

2.2.1. Az erózió vizsgálata

Az erózió vizsgálatát a bakhátas kísérletben, lejtős, erózióknak kitett területen végeztük, hagyományos és bakhátas művelési kezelésben. Az eróziót négy parcellán tanulmányoztuk, amelyből kettő a lejtő tetején, kettő a lejtős terület alján helyezkedett el. A vizsgált parcellákra egy négyzetméteres fém keretet telepítettünk. A háromszög alakú rész alja fémből volt, így nem befolyásolta a keret méretét (1 m^2). A háromszög alakú rész alsó végére kifolyó elemet illesztettünk, ez alá pedig egy 20 literes ballont helyeztünk. Ezzel a ballonnal fogtuk fel a bekerített területre hullott, és a talajba nem szivárgott csapadékot és a csapadék által lemosott talaj mennyiségeket.

A lemosott talaj humusztartalmát a TAKI által használt szerint határoztuk meg.

Az erózió vizsgálatának éveiben a kukorica termését is vizsgáltuk.

2.2.2. A talaj CO₂ kibocsátás mérése

A talaj CO₂ kibocsátását 2003-2005 években vizsgáltuk a talajművelési tartamkísérletben a művelés és a vetés után. A vizsgálatokhoz az INNOVA 1312 (Multi-gas monitor) kézi műszert használtuk. A méréshez a talaj felszínét egy gúlával letakartuk és az így felfogott CO₂ mennyiségi változását meghatározott időközönként feljegyeztük (a mérés kezdetekor, majd ezt követően 30 percenként). Az általunk használt műszer a CO₂ kibocsátást ppm-ben mérte. Ezt a mértékegységet a maximális CO₂ kibocsátási értéknél átszámítottuk fluxusra, így kaptuk meg a maximális CO₂ kibocsátást ($\text{kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$).

2.2.3. A talaj agronómiai szerkezetének vizsgálata

A talaj agronómiai szerkezetét sík területen, különböző műveléseket prezentáló védőnövényes és védőnövény nélküli kísérletben, és lejtős területen, bakhátba és hagyományosan vetett kukorica állomány talajában vizsgáltuk, és száraz szitálással határoztuk meg. Az agronómiai szerkezet megítélésakor nem voltunk tekintettel a szerkezeti elemek alakjára, kizárólag a méretük alapján osztályoztuk a szerkezeti elemeket, és a különböző mérettartományokba tartozó aggregátumok arányát határoztuk meg.

2.3. Statisztikai módszerek

Statisztikai értékelést az EXCEL segítségével végeztem. A kezeléshatás elemzésére az egytényezős varianciaanalízis szolgált.

3. EREDMÉNYEK

A talajhasználati módszerek értékelését talajvédelmi szempontból három alponban összefoglalva mutatom be. Az alábbiak szerint:

1. Az erózió vizsgálatainak eredményei
2. A talaj CO₂ kibocsátás mérésének eredményei
3. Az talaj agronómiai szerkezet vizsgálat eredményei.

3.1. Az erózió vizsgálatainak eredményei

A mérési eredmények egyöntetűen a bakhátas termesztési mód talajvédő hatását igazolták. A csapadék által *le mosott talaj mennyisége* a lejtő tetején és a lejtő alján is kevesebb volt a bakhátas termesztés alkalmazásakor, mint a hagyományos művelési módnál. Ez annak köszönhető, hogy a hagyományosan termesztett kukorica talaját a tenyészidőben a bakhátastól eltérő befolyások érik. A csapadék ütőhatása mindkét talajon érvényesül, amelynek hatására a talaj aggregátumok felaprózódhatnak, ezáltal a víz még könnyebben el tudja szállítani a területről. A bakhátas termesztésnél a víz sodrását, iszapolását a bakháták jól gátolják, így csökkenthető a talajról lehordott talaj mennyisége.

A talajvédő és a hagyományos művelési mód hatékonysága közti különbség különösen az erózió által *le mosott talaj humusztartalmának* vizsgálatával érzékeltethető. A bakháták védő hatásának köszönhetően a meredek lejtőszakaszon közel 10 kg-mal, a lankásabb részen pedig akár 3 kg-mal több szerves anyag marad a termőhelyen hektárra vetítve. Ez figyelemre méltó különbség, tekintettel arra, hogy a talaj humuszanyagai hosszú évek, évtizedek alatt épülnek fel.

A területről *távozó víz mennyiségét* vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a hagyományos kezelés esetén a lejtő meredekebb részén és a kisebb lejtésszögű szakaszon is igazolhatóan több víz folyik el területről, mint a bakhátas termesztés alkalmazásával. Ennek egyrészt azért nagy a jelentősége, mert a bakháták védő hatását kihasználva csökkenthető az eróziós kártétel (felső termékeny réteg lehordása, szedimentáció), másrészt, ha több víz szivárog a talaj mélyebb rétegeibe, akkor a növények számára is több felvehető víz áll rendelkezésre (a kukorica egyes gyökerei a száraz talajban akár 2 m mélyre is lehatolnak), vagyis a vízigényük hosszabb ideig elégíthető ki. Ez az előny lényeges szempont lehet a művelési mód megválasztásánál, különösen, ha a globális felmelegedés következményeként gyakoribb aszályos időszakokkal és szélsőséges csapadékeloszlással kell számolnunk.

Kísérletünkben azt tapasztaltuk, hogy a bakhátas művelés talaj és humusztartalom védő, valamint vízmegtartó képesség növelő hatása megmutatkozik a kukorica termésátlagában is. A 2004. évben és a 2005. évben is statisztikailag igazolhatóan jobb eredményt mértünk a bakhátas kezelésben, mint a hagyományos művelési mód alkalmazásakor.

Az erózió vizsgálatának eredményei alapján megállapítható, hogy védő felszín kiképzésével, vagyis esetünkben bakhátak alkalmazásával érdemlegesen csökkenthető az erózió kártétele. A talajvédő felszín alkalmazásának előnyei a lehordott talaj, a talajban lévő humusz, valamint a területről eltávozó víz kisebb mennyiségében egyaránt kimutathatók. Ez a pozitív hatás a kukorica termésében is megmutatkozott. Az eredmények hagyományos művelés esetén védő jellegű beavatkozásokra – lejtő irányra merőleges művelés, felszín takarás, művelőtalp tömörödés megelőzés és enyhítése – irányítják a figyelmet.

3.2. A talaj CO₂ kibocsátás mérésének eredményei

Kísérletünkben a direktvetés alkalmazásakor tapasztaltuk a legkisebb szén-dioxid kibocsátást. Ez annak köszönhető, hogy a direktvetés esetében nem avatkoztunk a talaj állapotába, nem növeltük a talaj levegőzöttségét, így a mikrobiális folyamatok feltételeit sem biztosítottuk. A sekélyen művelt talajokban mért magasabb a flux értékeket vélhetően befolyásolta a talaj nedvességtartalma, a felület (pl. a tárcsával vagy kultivátorral művelt talajokat jó minőségben nem tudtuk lezárni), illetve a talajba kevert tarlómaradványok feltáródásának zavartalansága.

A szántott talajban lényegesen nagyobb emissziót mértünk (a Magyarországon még elterjedt, lezárás nélküli szántásokhoz képest azonban mindhárom évben alacsonyabbat). Ennek köszönhetően a szántott talajban is növekedett a humusztartalom, amelyre a direktvetést előtérbe helyező szakirodalomban alig van példa. Kísérletünkben is bizonyítást nyert, hogy különösen a nyári melegben végzett alpműveléskor milyen nagy jelentősége van a felszín azonnali lezárásának. Ezáltal ugyanis nem csak a talaj szén-dioxid kibocsátása csökkenthető, hanem a szerves anyag fogyasztását is mérsékelni lehet.

A szén-dioxid kibocsátás, a *humusztartalom* és a talaj levegőzöttsége között közvetlen kapcsolat figyelhető meg, mivel a fokozott mikrobiológiai tevékenység intenzív szervesanyag fogyasztással jár. A talaj humuszanyagai évek, évtizedek alatt épülnek fel, ezért nagy jelentősége van a megfelelő talajművelés megválasztásának. Kísérletünkben a szervesanyag gyarapodásra a talaj csekély bolygatása (direktvetés) volt a legkedvezőbb hatással, három év elteltével 0,82 %-kal nagyobb humusztartalmat mértünk; a talaj humusztartalma statisztikailag igazolhatóan nagyobb mértékben gazdagodott, mint a többi kezelés esetében. A talaj szervesanyag tartalma a tárcsázás (0,22 %) és a

kultivátoros (0,33 %) művelés alkalmazásakor nőtt a legkisebb mértékben. A szántás és a lazításos kezelés hatására a humusztartalom 0,48 %-kal illetve 43 %-kal emelkedett. Ez annak köszönhető, hogy ezen művelési módok alkalmazásánál nagy gondot fordítottunk a felszín lezárására.

A talaj szén-dioxid kibocsátás vizsgálatának eredményeként megállapítható, hogy a vizsgált talajkímélő változatok között az emissziós érték a direktvetés esetében tartható legalacsonyabb szinten.

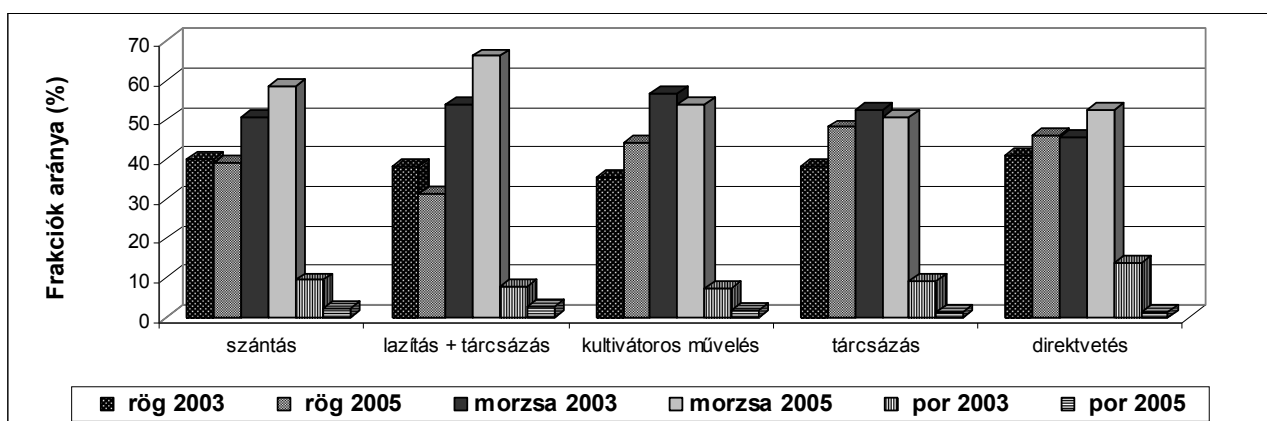
A szerves anyag tartalom három év alatt ugyancsak a direktvetésben növekedett a legnagyobb, és a bolygatott kezelésben legkisebb mértékben.

3.3. Az talaj agronómiai szerkezet vizsgálat eredményei

3.3.1. Művelési tartamkísérlet

A legjobb rög:morzsá:por arányt a *lazításos kezelés* esetében tapasztaltuk és a 2003. évi méréshez képest több mint 12 %-kal nőtt a morzsa frakció, és csökkent a rög (7 %-kal) és a por (5 %-kal) százalékos aránya. Ez az eredmény újlag a lazításos művelés talajra gyakorolt kedvező hatását igazolja (1. ábra).

A *szántás* morzsásságra gyakorolt hatása esetünkben ugyancsak kedvezőnek mondható. A 2005. évi eredmények, a 2003-ban mért értékeknél kedvezőbbek: a rög arány 1 %-kal, a por frakció 7 %-kal csökkent, a morzsa frakció pedig 8 %-os növekedett. A szántott talajokra ez a jó eredmény nem általánosítható, kísérletünkben a jó minőségű szántásnak és a felszín gyors lezárásának köszönhető.



1. ábra. Agronómiai szerkezet alakulása különböző művelési kezelések alkalmazásakor 2003-2005 között (Józsefmajor)

A vizsgálat ideje alatt kezelések közül a *direktvetés* alkalmazásakor is érdemi javulást tapasztaltunk a talaj agronómiai szerkezetének tanulmányozásakor. Igaz, hogy a rög frakció aránya emelkedett (5 %-kal), viszont a por frakció aránya lényegesen, 12 %-kal csökkent, és a morzsa frakció 7 %-kal javult.

A *tárcsás kezelés*ben a morzsák aránya 2 %-kal, a por aránya 8 %-kal csökkent, a rög frakció aránya pedig 10 %-kal emelkedett. Ez megegyezik más kísérletek eredményével, ahol szintén azt tapasztalták, hogy a tárcsával sokszor bolygatott talajban kevesebb morzsa frakció található, míg a rög és a por aránya nagyobb (Birkás 2004; Tóth 2001).

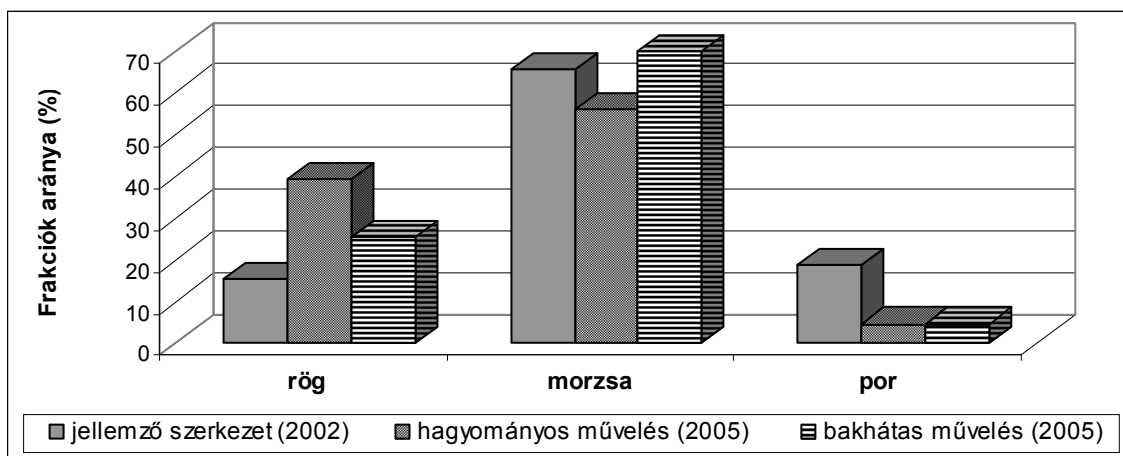
A *kultivátoros művelés* alkalmazásakor a talajszerkezet romlását tapasztaltuk 2 év alatt. A rög frakció aránya 9 %-kal emelkedett, a morzsa frakció aránya közel 3 %-kal csökkent. Csupán a por frakció esetében kaptunk kedvezőbb eredményt (5 %-kal), ám a por frakció százalékos aránya valamennyi kezelésnél csökkent. Szabó (1994) és Birkás (2002) a kultivátoros művelés szerkezetkímélő tulajdonságát emeli ki. Megállapításaik szerint a talajmorzsákat összetartó humuszanyagok degradációja nem következik be, mivel a levegőzöttség, az aerob mikrobiális tevékenység és a szervesanyag fogyás csak kis mértékű a művelés következtében. A kísérleteinkben tapasztalt ellentétes eredmény oka feltételezhetően a felső talajréteg fellazítása és a felszín lezárás tökéletlensége (a kultivátor 1989. évi gyártmány).

3.3.2. Bakhátas kísérlet

A *rög frakció* mind a két kezelésben emelkedett az eltelt három év alatt. A vizsgálat ideje alatt a jellemző szerkezethez képest a bakhátas kezelésben közel 10 %-kal, a szántásos művelés alkalmazásakor pedig csaknem 24 %-kal nőtt a rög mérettartományba tartozó aggregátumok aránya. Ez valószínűleg annak a következménye, hogy ezen a területen 2003 tavaszától 2005 ősziig – a kísérlet érdekében – kukoricatermesztés folyt. A rosszabb eredmény a vetésváltás hiányának, a termesztés és a vízfelhasználás egyoldalúságának lehet a következménye (2. ábra).

A *morzsa frakció* a 2002-ben vizsgált jellemző szerkezethez képest 2005-ben a bakhátas kezelésben több mint 4 %-kal emelkedett. Ellenben a szántott talajban a morzsa arány közel 10 %-kal csökkent. Bár egyik sem kiugró érték, a tendencia mégis a bakhátas termesztés szerkezet kímélő hatását támasztja alá. A talaj lesodrásának megakadályozása kiemelten fontos volt a 2005. évben, amikor a tenyészidő csapadékban ellátottabbnak bizonyult.

A *por frakciót* vizsgálva mindkét kezelésben jobb eredményeket tapasztaltunk. A jellemző szerkezethez képest mindkét kezelésben lényegesen csökkent a por százalékos aránya, a bakhátas és a szántásos művelés esetében is 14 %-kal.



2. ábra. Az agronómiai szerkezet alakulása hagyományos és bakhátas művelési mód alkalmazásakor 2002-2005 között (Józsefmajor)

A talaj agronómiai szerkezetének vizsgálata alapján megállapítható, hogy a hat kezeléssel végzett *művelési kísérletünkben* három év elteltével a lazítással kombinált tárcsázás nem csupán kímélte, hanem elő is segítette a talajban morzsaképződést. Ezzel egyidejűleg jelentősen csökkent a rög és a por frakció százalékos aránya. A szántás ugyancsak talajszerkezet kímélőnek bizonyult, amely nem általánosítható, mivel esetünkben a gyakorlatban szokásoshoz képest okszerűbb a forgatás módszere. A bolygatás minimálisra mérséklése (direktvetés) estén ugyancsak talajszerkezet javulás következett be, a morzsa frakció aránya nőtt, a por frakcióé csökkent. A tárcsázással sokszor bolygatott talajban csökkent a morzsa frakció aránya, míg a rögök aránya emelkedett. Legkedvezőtlenebb eredményt a kultivátoros művelés esetén tapasztaltunk, amely esetünkben a kultivátor tökéletlenségének tudható be (1989. évi gyártmány).

A *bakhátas kísérlet* adott lejtős területen évenként és összességében is a talajszerkezet védő bakhátas művelés előnyét igazolta a hagyományos műveléssel szemben. A három év során a morzsa frakció aránya jelentősen emelkedett, ellenben a csekély védő hatású hagyományos módnál a morzsa frakció százalékos arányának csökkenését tapasztaltuk.

4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

A „*Talajhasználati módszerek értékelése talajvédelmi szempontból*” témában végzett kísérletek eredményei között újak a következők:

1. A bakhátas termesztési mód a csapadék által lehordott talaj és a lemosott humusz mennyiségének csökkentésével statisztikailag igazolhatóan mérsékli az eróziós károkat lejtős termőhelyen a hagyományos művelési módhoz viszonyítva.
2. Lejtős területen a bakhátak talajvédő hatását kihasználva szignifikánsan nagyobb mennyiségű csapadékból származó víz tartható a termőhelyen, mint a szántott, nem profilozott talajról.
3. Művelttalajon, beleértve a szántott talajt is, a felszín azonnali lezárása esetén mérsékelhető a talaj szén-dioxid emissziója, ezáltal lehetőség nyílik a talaj humusztartalmának megőrzésére és gazdagítására.
4. Matematikailag igazoltuk a különböző eszközökkel végzett kímélő művelés kedvező hatását a talaj agronómiai szerkezetére. A legkedvezőbbnek, mindhárom frakció tekintetében a *lazítással kombinált tárcsázásnak* bizonyult. Két, bolygatás szerint eltérő kezelés – szántás és direktvetés – talajkímélő hatását a morzsásodás előrehaladásával bizonyítottuk.
5. Védőnövény alkalmazása esetén, eltérően művelt talajokon, az agronómiai szerkezetben statisztikailag igazolható különbség nem volt kimutatható.
6. Lejtős területen, bakhátas termesztés alkalmazásával statisztikailag igazoltuk a morzsás szerkezet megkímélését és a morzsásodás előrehaladását. Bizonyítottuk a morzsafrakció csökkenését védő felszín kialakítása nélkül a hagyományosan szántott talajban.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az értekezés alapjául szolgáló kísérleteket a Szent István Egyetem GAK Kht. Józsefmajori Kísérleti és Tangazdaság területén végeztem. A megállapításokat, valamint a méréseim alapján levonható következtetéseimet, illetve javasolataimat az általam elvégzett vizsgálatok alapján teszem.

5.1. A talajművelési eljárások minősítése talaj- és környezetvédelmi szempontból

Józsefmajorban a mészlepedékes csernozjom talajon végzett tartamkísérlet lehetőséget adott a különböző talajművelési módok értékelésére, a talaj szén-dioxid kibocsátása, a humusztartalom változása, valamint az agronómiai szerkezet változása alapján.

- A talaj szén-dioxid kibocsátás vizsgálatainak eredményeként megállapítható, hogy a művelési módok közül a *direktvetés* alkalmazásával tartható az emisszió a legalacsonyabb szinten. Ez annak köszönhető, hogy a talaj bolygatásának minimalizálásával nem növeltük a talaj levegőzöttségét és így a mikrobiális folyamatokhoz sem biztosítottunk megfelelő feltételeket. A *szántás* esetén jelentősen magasabb emissziós értékeket mértünk, ugyanakkor alacsonyabbakat, mint amelyeket a vonatkozó szakirodalomban, a felszín lezárása nélkül alkalmazott forgatásos művelés esetén közölnek. A *lazítással kombinált tárcsázás, a tárcsázás és a kultivátoros kezelésben* mért magasabb értékek vélhetőleg a felület lezárás tökéletlenségének, valamint a talajba kevert tarlómaradványok folyamatos feltáródásának tudhatók be. A növekvő légköri szén-dioxid koncentráció klímaváltozásban betöltött szerepének ismeretében javasolható a talajok szén-dioxid emisszióját alacsony szinten tartó talajkímélő művelési mód alkalmazása, valamint a hagyományos műveléseknél a felszín lezárása, illetve a talajmunkák jó minőségű kivitelezése.

- A talaj humusztartalom változását vizsgálva a felső 40 cm talajrétegben azt tapasztaltuk, hogy a kísérlet ideje alatt valamennyi talajhasználati mód hatására nőtt a talaj szerves anyag tartalma. A legnagyobb mértékben a *direktvetéses kezelésben* gazdagodott a talaj humuszban, amely statisztikailag is igazolhatóan bizonyítja a csekély bolygatás szervesanyag kímélő tulajdonságát. A *szántás* esetében – amelyre eddig kevés példát láttunk a vonatkozó szakirodalomban – a felszín lezárásának köszönhető a forgatás jótékony hatása a talaj szerves anyag tartalmára. A *tárcsázás és a kultivátoros művelés* hatására a 10-20 cm talajrétegben csökkent a talaj humusztartalma, amely vélhetően a talaj erőteljesebb levegőzöttségének tudható be. A *lazítással kombinált tárcsázás* hatására a 20-30 cm talajmélységben ugyancsak a szerves anyag csökkenését tapasztaltuk, megegyezően azokkal a szakirodalmi adatokkal, amelyek az intenzív művelés talaj természetes termékenységére gyakorolt negatív hatására utalnak. Javaslatunk a túlzott

talajbolygatás csökkentésére, ezáltal a talaj levegőzöttségének szabályozására irányul. Ennek várható eredménye a mikrobiális folyamatok okszerű irányítása, és a talaj humusztartalmának megkímélése.

- Az irodalmi adatokkal összhangban közvetlen összefüggést állapítottunk meg a talajhasználat és az agronómiai szerkezet között. Három év elteltével a legkedvezőbb eredményt a *lazítással kombinált tárcsázás* esetében tapasztaltuk, amely nemcsak kímélte, hanem elő is segítette a talajban a morzsaképződést. Kísérletünkben a *szántás* ugyancsak talaj szerkezet kímélőnek bizonyult. Ez az eredmény azonban nem általánosítható, esetünkben a jó minőségű, okszerűbb forgatás révén következett be. Ilyen megfontolásból javasolható szántáskor a viszonyokhoz alkalmas művelő eszköz és a lehetőség szerint egy menetben végzett felszínlezárás. Mindkét feltétel lényeges a talaj szerkezetének és nedvességtartalmának megőrzésében. A nedvességveszteség csökkentése esetén a műveléssel összefüggő mechanikai károk (rögösödés, porosodás) mérsékelhetők, amelyet, az irodalmi adatokkal összhangban, tapasztalataink is igazoltak. A *direktvetéses kezelésben*, ahol minimalizáltuk a talaj bolygatását, ugyancsak a talaj szerkezetének javulását tapasztaltuk, a morzsa frakció aránya nőtt, a por frakcióé csökkent. A *tárcsázás* alkalmazása, más kísérletekhez hasonlóan, a talaj szerkezetének romlását eredményezte, csökkent a morzsa frakció aránya, míg a rög frakció aránya emelkedett. A *kultivátoros művelésnek* a szakirodalomban említett szerkezetkímélő tulajdonságát kísérletünkben nem tapasztaltuk, itt kaptuk a legkedvezőtlenebb eredményt, a morzsa frakció aránya kissé csökkent, a rög frakció aránya emelkedett. Az általunk tapasztalt ellentétes eredmény oka feltételezhetően a felső talajréteg túlzott lazítása és a felszín lezárás tökéletlensége (a kultivátor 1989. évi gyártmány). Következtetésként levonható, hogy a megfelelő talajhasználat megválasztásánál nem csak a művelési mód talajra gyakorolt hatását kell figyelembe venni, hanem a művelő eszköz adott feladatra való alkalmasságát, valamint a felszín kiképzésének minőségét.

5.2. A hagyományos és a bakhátas termesztési mód összehasonlítása az eróziós károkat befolyásoló hatásuk szerint

Józsefmajorban a lejtős, erózióknak kitett területen beállított kísérlet lehetőséget biztosított a hagyományos és a bakhátas termesztési mód eróziós károkat mérséklő hatásának vizsgálatára, a csapadék által lehordott talaj, a lemosott humusz és az elfolyó víz mennyisége valamint a talaj agronómiai szerkezetének változása alapján.

- Lejtős területen a hagyományos és a bakhátas termesztési mód hatását vizsgálva megállapítható, hogy a *lehordott talaj mennyisége* statisztikailag igazolhatóan alacsonyabb a

bakhátak alkalmazásakor, mint a talajvédő felszín kialakítása nélkül. A lehordott talajnak vizsgáltuk a humusztartalmát is. Tapasztalataink azt mutatják, hogy a bakhátak védő hatását kihasználva szignifikánsan kevesebb a *leasant humusztartalom mennyisége*, mint a hagyományos művelés alkalmazásakor. A területről *elfolyó víz mennyisége* statisztikailag igazolhatóan kevesebb a bakhátas termesztési mód esetében, mint a hagyományos kezelésben. Ennek egyrészt azért nagy a jelentősége, mert a bakhátak védő hatását kihasználva csökkenthető az eróziós kártétel (felső termékeny réteg lehordása, szedimentáció), másrészt, ha több víz szivárog a talaj mélyebb rétegeibe, akkor a növények számára is több felvehető víz áll rendelkezésre (a kukorica egyes gyökerei a száraz talajban akár 2 m mélyre is lehatolnak), vagyis a vízigényük hosszabb ideig elégíthető ki. Ez az előny lényeges szempont lehet a művelési mód megválasztásánál, különösen, ha a globális felmelegedés következményeként gyakoribb aszályos időszakokkal és szélsőséges csapadékeloszlással kell számolnunk. A bakhátak védő hatását igazolja az is, hogy a talajvédő művelés alkalmazásával szignifikánsan nagyobb termést értünk el, mint a hagyományos művelés esetén. Lejtős termőhelyen javasolható a talajvédő, bakhátas művelési mód alkalmazása, amely a talaj felső termékeny rétegének megőrzése (helyben tartása) által, valamint a területről távozó víz mennyiségének mérséklésével a növénytermesztés sikerességét növelheti. Hagyományos művelés alkalmazása esetén védő jellegű beavatkozásokra, mint például a lejtő irányra merőleges művelésre, felszíntakarásra, művelőtalp tömörödéstől mentes lazult réteg kialakítására célszerű törekedni.

- A *talaj agronómiai szerkezete* is hatással van az eróziós kártétel nagyságára. Minél szerkezetesebb a talaj, annál jobban ellenáll a csapadék ütéhatásának, a nagyobb méretű aggregátumokat (morzsa frakció) pedig a víz nehezebben tudja elhordani, mint a por mérettartományba tartozó talajszemcséket. Kísérletünk alapján megállapítható, hogy a bakhátas termesztési mód hatására statisztikailag igazolhatóan nőtt a morzsa frakció aránya. A kísérlet ideje a hagyományos művelési mód alkalmazásánál a morzsa frakció csökkenését tapasztaltuk. A rög frakció aránya ugyancsak a bakhátas kezelésben mutatott kedvezőbb értéket. A bakhátas művelésben mértük a nagyobb por frakciót. Ennek az oka az lehet, hogy a hagyományosan termesztett kukorica talaját a tenyészedőben a bakhátástól eltérő befolyások érik. A csapadék ütéhatása mindkét talajon érvényesül, viszont a víz sodrását, iszapolását a bakhátak jól gátolják. A víz által legkönnyebben elsodorható porfrakció csapadékos időszakban vélhetően ott csökken, ahol nincs gátja a lefolyásnak. A hagyományosan művelt talajon ilyen akadály nem volt, ezért ott valamivel kisebb lett a por frakció százalékos aránya. A bakhátas művelés esetén pedig a bakhát védelmi funkciója érvényesült, minden frakció helyben maradt, így a por frakció is. A bakhátas termesztési mód a lejtős termőhelyekre javasolható, alkalmazásával elérhető a talajszerkezet bizonyos mértékű megóvása, illetve javítása.

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN ÍRT TUDOMÁNYOS PUBLIKÁCIÓK

Lektorált tudományos cikk idegen nyelven

1. Ujj A., **Bencsik K.**, Mikó P. 2004. Soil penetration resistance influenced by rye as a catch crop under semi-arid climate of Hungary. *Agricultura (Buletinul Universitatii de Stiinte Agricole Si Medicina Veterinara)*, Cluj-Napoca, 2004/60: 81-86.
2. **Bencsik K.**, Ujj A., Stingli A., Mikó P. 2005. The connection between the physical and agronomical texture of soil. *Cereal Research Communications*, 33, 1. 157-160.
3. **Bencsik K.**, Ujj A., Stingli A., Percze A. 2006. Determining various soil tillage and nutrient loss in soil protection methodology. *Cereal Research Comm.*, 34, 1. 123-126.
5. **Bencsik K.** Ujj A., Mikó P. 2007. Evaluation of different soil tillage methods regarding sustainability and soil protection. *Cereal Research Communications* 35, 2. 233-236.
6. **Bencsik, K.**, Gyuricza, C., Mikó, P., Nagy, L., Földesi, P. 2007. Evaluation of different soil tillage methods regarding soil protection. *Environment and Progress*, 9. 77-80.
7. Mikó, P., Gyuricza, C., Földesi, P., Szita, B., **Bencsik, K.**, Nagy, L. 2007. Green manuring plants as main crops under unfavourable field conditions in 2005. *Environment and Progress*, 9. 329-332.
8. **Bencsik K.**, Ujj A. 2008. Evaluation of different soil tillage methods regarding soil-plant interrelations. *Cereal Research Communications*, 36. Suppl. 1559-1562.
9. **Bencsik K.** 2009. Soil conservation tillage methods. *Acta Agronomica Óváriensis* (megjelenés alatt)

Lektorált tudományos cikk magyar nyelven

1. **Bencsik K.** 2004. A talajok fizikai kondíciója és az agronómiai szerkezet összefüggései. In: *Talajhasználat – Műveléshatás – Talajnedvesség* (Szerk. Birkás M. – Gyuricza Cs.), Quality-Press Nyomda & Kiadó Kft., pp. 126-132.
2. **Bencsik K.** 2007. Talajművelési módok és a talaj agronómiai szerkezetének összefüggései. *Agrokémia és Talajtan* 56, 1. 21-28.

3. Birkás M., **Bencsik K.**, Stingli A. 2007. A talajminőség jelentősége a klímaváltozásokkal összefüggésben. *Acta Agronomica Ovariensis*, 49. 2. 135-140.

4. Kalmár T., Birkás M., Stingli A., **Bencsik K.** 2007. Tarlóművelési módszerek hatékonysága szélsőséges idényekben. *Növénytermelés*, 56. 5-6. 263-279.

Könyvrészlet

Birkás M., Szemők A., **Bencsik K.**, Ujj A. 2004. Talajművelés, talajvédelem. In: Alkalmazkodó növénytermesztés, környezet- és tájgazdálkodás (Szerk. Ángyán J.- Menyhért Z.) Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, pp. 181-189.

Előadás külföldi konferencián

1. Ujj, A., **Bencsik, K.** 2004. Studies on soil condition on brown forest soil in a long-term experiment. III. Alps-Adria Scientific Workshop, 1-6 March, 2004, Dubrovnik, Croatia. Proceedings (Eds. Hidvégi, S., Gyuricza, C.), pp.333-337.

2. Birkás M., Ujj A., **Bencsik K.** 2004. Factors affecting the production loss under drought. The 13th conference on nutrition of domestic animals, 4-5 November, 2004. Radenci. Proceedings (Ed. A. Pen), pp. 47-53.

3. Ujj A., **Bencsik K.**, Mikó P. 2004. Soil penetration resistance influenced by rye, as a catch crop under semi-arid climate of Hungary. Scientific Workshop, 20-23 October, Cluj-Napoca, Romania. *Buletinul*, pp. 81-86.

4. Gyuricza C., Rosner J., **Bencsik K.**, Ujj A. 2005. Conservation soil tillage effects on selected environmental parameters. ISTRO-Conference, Brno, 29 June-1 July 2005. Abstract book, p. 78. CD Proc. pp. 341-350.

5. Stingli, A., **Bencsik, K.**, Percze, A., Ujj, A. 2005. Monitoring of pests and their natural enemies under different tillage systems. 13th International Poster Day, Institute of Hydrology of the Slovak Academy of Sciences, 10 November, 2005, Bratislava, Slovakia. pp. 509-514. CD Proc. (Eds. Čelkova, A. Matejka, F.)

Előadás hazai konferencián

1. Birkás M.- Ujj A. Gyuricza Cs.- **Bencsik K.**-Percze A., 2004. A talajállapot javító és kímélő művelés jelentősége az aszálykárok (*The role of the soil condition improvment and maintenance in drought harms*). „Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumban” DE ATC MTK, SZIE MKK Konferencia, Debrecen, 2004. ápr. 16. Összogl.Kiadvány, Növénytermesztés (szerk. Jávora A.), 105-106.
2. Birkás M., **Bencsik K.**, Ujj A., Gyuricza Cs., Percze A. 2004. A talajtömörödés értékelése összefüggésben az aszálykárokkal. Talajtani Vándorgyűlés, Kecskemét, 2004. aug. 24-26. Talajvédelem különszám (szerk. Antal K., Michéli E., Sz. Kele G.), SZIE Egyetemi Nyomda, Gödöllő, pp. 45-55.
3. Birkás M., Ujj A., Gyuricza Cs., **Bencsik K.**, Percze A. 2004. A talajállapot javító és kímélő művelés jelentősége az aszálykárok csökkentésében. Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumban konferencia, Debrecen, 2004. április 16. Öfogl. Kiadvány, pp. 105-106.
4. Birkás M., Kalmár T., **Bencsik K.**, Perce A. 2005. A tarlóművelés minőségének hatása a talaj állapotára. MTA AMB 29. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő, 2005 jan. 18-19. Kiadv. (szerk. Tóth L., V. Jeney K.), 1. kötet, pp. 13-17.
5. **Bencsik K.**, Stingli A., Ujj A. 2005. Talajművelési módok értékelése a talaj agronómiai szerkezetére alapján. XLVII. Georgikon Napok és 15. ÖGA találkozó, Keszthely, 2005. szept. 29-30. Öfogl. Kiadvány 220 p.
6. Birkás M., Kalmár T., **Bencsik K.**, Stingli A. 2006. Tarló gondozás változóan csapadékos idényekben. MTA AMB 30. Kutatási és Fejlesztési Tanácskozása, Gödöllő, január 24-25. Összefoglalók (szerk. Tóth L., Magó L.), pp. 28. Kiadvány (szerk. Tóth L., Magó L.), 2. kötet, 11-15.