



SZENT ISTVÁN EGYETEM

**MŰVELÉS-HATÁSOK ÉRTÉKELÉSE FIZIKAI PARAMÉTEREKKEL
TARTAMKÍSÉRLETBEN ÉS SZÁNTÓFÖLDI KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT**

Doktori (Ph.D) értekezés tézisei

GECSE MÓNIKA

**Gödöllő
2005**



SZENT ISTVÁN EGYETEM

**MŰVELÉS-HATÁSOK ÉRTÉKELÉSE FIZIKAI PARAMÉTEREKKEL
TARTAMKÍSÉRLETBEN ÉS SZÁNTÓFÖLDI KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT**

Doktori (Ph.D) értekezés tézisei

GECSE MÓNIKA

**Gödöllő
2005**

Doktori iskola

Megnevezése: Növénytudományi Doktori Iskola

Tudományága: 4.1. Növénytermesztési és Kertészeti tudományok

Vezetője: Dr. Virányi Ferenc
egyetemi tanár, az MTA doktora

Témavezető: Dr. Birkás Márta
egyetemi tanár, az MTA doktora

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

1. TUDOMÁNYOS ELŐZMÉNYEK, KITŰZÖTT CÉLOK

Magyarország természeti erőforrásai között a talaj a jövőben is a legfontosabb, ezért ésszerű hasznosítása, védelme, állagának megóvása, sokoldalú funkcióképességének fenntartása a környezetvédelem kiemelt feladata.

A természeti erőforrások országunkban lényegesen jobb feltételeket biztosítanak a mezőgazdasági termelés számára, mint a nyugat-európai országokban, az OECD tagállamaiban vagy akár a világ átlagában.

Magyarország 2004-ben csatlakozott az Európai Unióhoz. Az uniós országok magas színvonalon gépesített és kiemelten támogatott mezőgazdasági termelési rendszereivel versenyben maradni nem reménytelen, de mindenképp nehéz feladat.

Kétségtelen előnyünk a nyugat-európai országokkal szemben, hogy a kémiai talajszennyezés nálunk jóval enyhébb, az iparosítás és a műtrágyázás termőtalajainkon kisebb kárt okozott. A fizikai degradáció azonban a hazai talajokat sem kerülte el. A degradációs folyamatok felmérése során (ISRIC 1988) a talaj fizikai degradációjának öt típusát különböztették meg:

- a feltalaj kérgesedése, cserepesedése,
- tömörödés,
- szikesedés miatt bekövetkező talajszerkezet leromlás,
- belvívveszély,
- erózió és defláció.

Munkámban a talajdegradációs folyamatok közül a tömörödés okait és következményeit különböző művelési rendszerekben értékeltem. Kutatási feladataim a következők szerint fogalmazhatók meg:

1. Az azonos módon és mélységben végzett talajművelési eljárások tartamhatásának értékelése a talajjellenállás és a légáteresztőképesség paraméterek változása alapján.
2. A légáteresztőképesség és a talajjellenállás egymáshoz való viszonyának meghatározása.
3. A vizsgált magángazdaságok vetésváltásában alkalmazott művelési eljárások talajállapotra gyakorolt hatásának értékelése a behatolási ellenállás függvényében.
4. A vizsgált magángazdaságokban alkalmazott technológiai sorok költségoldalának vizsgálata az FVMMI GM Gépmínősítő Kht. kiadványa alapján.
5. A technológiai sorok értékelése a 3. és 4. pontok alapján.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálataimat négy különböző agroökológiai tulajdonságokkal rendelkező termőhelyen, ezen belül három árutermelő gazdaságban, valamint a Gödöllői Agrártudományi Egyetem Növénytermesztési Kísérleti terén (2000-től Szent István Egyetem GAK Kht. Növénytermesztési Tanüzem) végeztem.

A gödöllői Kísérleti téren erodált rozsdabarna erdőtalajon, 1994-ben kéttényezős, kisparcellás művelési tartamkísérletet állítottak be. A *bicsérdi* Aranykorona Kft. vastag humuszréteggel rendelkező barna erdőtalajain, átgondolt, fejlett technológiai sorral gazdálkodik. Az *agárdi termőhely* kiváló adottságú (mély humuszos rétegű vályog talajok), ahol tőkeerős tulajdonosok főként vetőmagzaporítással foglalkoznak, és fogékonyak a technikai és technológiai újításokra. A *besenyszögi gazdaság* családi vállalkozás, ahol a gyenge talajadottságok (sekély termőrétegű agyagtalajok), a tőkehiány és technikai háttér szab gátat a kívánatos technológiai fejlesztéseknek.

2.1. A talajellenállás vizsgálatának módszerei

A talajfizikai állapot minősítésének egyik módszere a talaj behatolási ellenállásának mérése. Vizsgálataimhoz mechanikus elven működő rugós penetrométert, nyomószondát használtam, amely a művelt talajréteg tömörségének megállapítására szolgáló eszköz. A műszer beosztással ellátott szondából, rugós erőmérőből, valamint a fogantyú szárán levő erőmérő skálából áll. A műszer kijelző része a talaj ellenállását KPa-értékben mutatja a mélység függvényében, amelyeket MPa-ra számolva ábrázoltam.

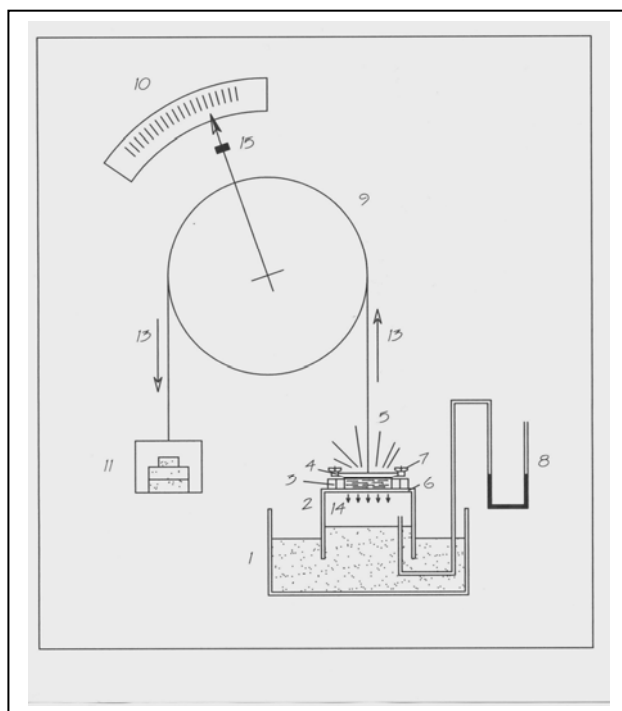
A szondacsúcs alapterülete 1 cm^2 , kúpszöge 60 fok. A készülékkel 50 cm mélységig végezhető mérés. Vizsgálataim 40 cm-ig, 10 cm talajrétegenként, a legmélyebb talajművelési mélységig történtek.

2.2. A talajnedvesség tömegszázalékos meghatározásának módszerei

A talaj pillanatnyi nedvességtartalma a talajellenállás nagyságát jelentősen befolyásolja, ezért a talajellenállás értelmezéséhez a talaj nedvességtartalmát is meg kell határozni. A talajnedvesség meghatározásához a talajellenállás mérésekkel azonos időben és helyen vettem egyszerre több mintát. A mintavételhez patronos mintavevő kézi készüléket használtam. A talaj felszínétől 10 cm-enként, 30 cm mélységig mintáztam. A bolygatatlan talajmintákat szárítószekrényben, $105 \text{ }^\circ\text{C}$ -on, súlyállandóságig szárítottam, majd a nedves és a száraz tömeg értékéből a nedvességtartalmat tömegszázalékban fejeztem ki.

2.3. A légáteresztő képesség vizsgálatának módszerei

A légáteresztőképesség vizsgálatokat 2001. tavaszán Kielben (Németország), a Christian Albrecht Egyetem Pflanzenernährung und Bodenkunde Intézetében végeztem. A légáteresztőképesség méréséhez az 1. ábrán látható módon épített szerkezetet használtam.



- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| 1. víztartó edény | 9. vezetőtárcsa |
| 2. úszó | 10. hitelesített mérőskála |
| 3. rögzítő gyűrű | 11. súlytartó |
| 4. perforált lezszorító fémlap | 12. a levegő áramlási iránya |
| 5. talajminta | 13. mozgásirány |
| 6. tömítőgumi | 14. az úszó belsőtere |
| 7. szárnyasanya | 15. kiegyenlítő súly |
| 8. U-cső | |

1. ábra A légáteresztőképesség vizsgálatához használt berendezés sematikus rajza

Az ábrázolt műszer lehetőséget nyújt az egyes talajmintákon 1500 cm^3 levegő egyenletesen történő átáramoltására, ugyanakkor az áramláshoz szükséges időt stopperórával kell mérni. Mindösszesen 2000 cm^3 levegő áramolhat az úszó legalsó állásából a legfelső állásig történő elmozdulása során a talajmintán keresztül. A mért adatokból a kiel Pflanzenernährung und Bodenkunde Intézet által kifejlesztett és használt LOTUS alapú számítógépes program segítségével számoltam ki a légáteresztőképességi koefficiens értékeket, amelyeket Windows Excel programban dolgoztam fel.

2.4. Ráfordítás oldal vizsgálatának módszerei

A Gödöllői FVM MGI kiadványa alapján számoltam a műveleti elemekhez átlagosan szükséges költségeket forintban. Az így kapott összeget a kiadványban található üzemanyagárral osztottam, így jutottam a szükséges üzemanyag-mennyiség-egyenértékhez. Egy liter gázolaj elégetése során irodalmi adatok szerint $40,79 \times 10^6$ Joule energia keletkezik, amellyel a gázolaj-egyenértéket megszorozva kaptam a vizsgált gazdaságok technológiai sorainak értékelésénél az összehasonlítási alapul szolgáló eredményeket.

3. EREDMÉNYEK

3.1. A talajellenállás alakulása a talajnedvesség függvényében

3.1.1. A gödöllői termőhelyen elért eredmények

A gödöllői termőhelyen az 1994-ben beállított tartamkísérletben ötféle talajművelési eljárás hatását értékelem a behatolási ellenállás paraméterre a nedvesség függvényében. A talaj, mint természeti tényező akkor funkcionálhat megfelelően, ha benne a három fázis (szilárd, légnemű, folyadék) aránya kielégítő módon jelen van. Károsan tömörödött a talaj, ha térfogattömege meghaladja az $1,5 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ -t, ellenállása a 2,5-3,0 MPa értéket (esetünkben kis kötöttségű talajon a 3MPa-t).

1. táblázat A talajellenállás-értékek kezeléspárok közötti szignifikancia-eredménytáblázata, Gödöllő

	1994.				1996.				1997.				2000.				2001.			
	0-10 cm SzD _{5%} =1,86				0-10 cm SzD _{1%} =1,07				0-10 cm SzD _{5%} =1,80				0-10 cm SzD _{1%} =0,97				0-10 cm SzD _{1%} =0,83			
	Dv	T	Sz	LT	Dv	T	Sz	LT	Dv	T	Sz	LT	Dv	T	Sz	LT	Dv	T	Sz	LT
T	2,41				1,48				2,25				0,29				0,23			
Sz	2,91	0,50			2,31	0,83			0,71	2,96			2,18	2,47			1,60	1,37		
LT	2,09	0,32	0,82		1,80	0,32	0,51		0,45	2,70	0,26		1,55	1,84	0,63		0,83	0,60	0,77	
LSz	2,50	0,09	0,40	0,41	2,18	0,70	0,13	0,38	0,98	3,23	0,27	0,53	2,31	2,60	0,13	0,76	1,60	1,37	0	0,77
	10-20 cm SzD _{1%} =0,83				10-20 cm SzD _{5%} =2,53				10-20cm SzD _{10%} =2,96				10-20cm SzD _{10%} =2,43				10-20cm SzD _{1%} =1,32			
T	1,55				2,00				2,19				1,17				0,33			
Sz	1,60	0,05			3,05	1,05			1,13	3,32			1,40	2,57			2,53	2,2		
LT	1,26	0,29	0,34		3,35	1,35	0,30		0,38	2,57	0,75		0,48	1,65	0,92		1,67	1,33	0,87	
LSz	2,61	1,06	0,79	1,37	4,19	2,19	1,14	0,84	2,13	4,32	1,00	1,75	1,74	3,39	0,82	1,74	2,8	2,47	0,26	1,13
	20-30 cm SzD _{5%} =0,99				20-30cm SzD _{5%} =1,51				20-30 cm SzD _{5%} =2,56				20-30 cm SzD _{5%} =1,73				20-30 cm SzD _{10%} =1,33			
T	0,86				0,76				0,98				1,30				0,17			
Sz	1,02	0,16			0,95	0,19			0,77	1,75			0,08	1,38			1,07	0,90		
LT	1,28	0,43	0,27		1,64	0,88	0,69		0,31	1,29	0,46		0,02	1,32	0,06		0,70	0,53	0,37	
LSz	1,63	0,77	0,61	0,34	1,75	0,99	0,80	0,11	2,00	2,98	1,23	1,69	0,60	1,90	0,52	0,58	0,53	0,37	0,53	0,17
	30-40 cm SzD _{1%} =0,36				30-40 cm SzD _{5%} =0,77				30-40 cm SzD _{5%} =1,72				30-40 cm SzD _{5%} =0,88				30-40 cm SzD _{10%} =1,03			
T	0,70				0,72				0,78				0,72				0,30			
Sz	0,24	0,46			0,32	0,40			0,16	0,94			0,30	0,42			0,33	0,37		
LT	0,93	0,23	0,69		0,57	0,15	0,25		0,13	0,91	0,03		0,74	1,46	1,04		0,7	0,67	1,03	
LSz	0,86	0,16	0,62	0,07	0,69	0,03	0,37	0,12	1,23	2,01	1,07	1,10	0,47	1,19	0,77	0,27	0,36	0,40	0,03	1,06

 = szignifikáns különbség a kezeléspár között

Jelmagyarázat: DV = Direktvetés; T = Tárcsázás (16-20 cm); Sz = Szántás (22-25 cm); LT = Lazítás (35-40 cm)+Tárcsázás (16-20 cm); LSz = Lazítás (35-40 cm)+Szántás (22-25 cm)

A művelési eljárások összehasonlításával a nyolc éven át vizsgált tartamkísérlet adatai alapján a következő megállapítások tehetők. A *direktvetést és tárcsázást* összehasonlítva már a kezdő évben szignifikáns különbség alakult ki a talajellenállás értékei között, mind a 0-10 és mind a 10-20 cm-es rétegekben. A direktvetésre jellemző talajállapot a legfelső rétegben 20,75 %-kal, a 10-20 cm-es

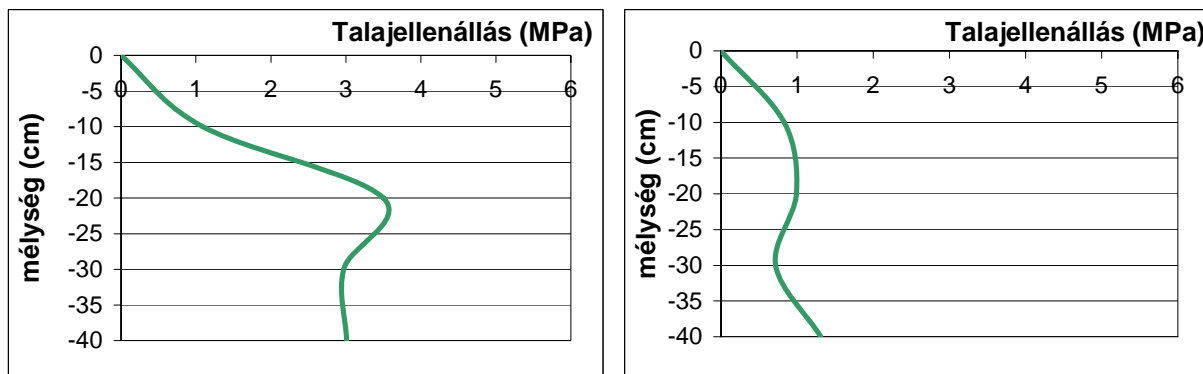
mélységben 30 %-kal tömörebb, mint a tárcsázott kezelés talaja. A harmadik és negyedik évben már csak a felső 10 cm-es rétegben volt eltérés a két kezelés között. A többi mélységben és években a két eljárás hatása adott rétegben hasonló.

A *szántás* (forgatásos) és a *tárcsázás* (forgatás nélküli) hatására kialakult talajállapot ellenállás értékeit vizsgálva megállapítható, hogy a kezdeti évben szignifikáns különbség csak a művelések mélysége alatti 30-40 cm-es rétegben mutatkozik. A negyedik évben (1997) a két művelés között a legfelső 0-10, és az alatta lévő 10-20 cm-es rétegben 5 %-os hibavalószínűség mellett mutatható ki különbség. A 10-20 cm rétegben tárcsázáskor mért ellenállás (4,43 MPa) 66,6 %-kal magasabb, mint szántott talaj (1,46 MPa) esetében.

Összehasonlítva a *tárcsás* (sekély) és a *lazítás+szántás* (mély) műveléseket megállapítható, hogy a negyedik évre minden vizsgált rétegben szignifikáns a talajellenállás értékek közti különbség, vagyis a lazítás kedvező hatását a mért értékek is igazolják. A két eljárásra jellemző talajállapot különbségek a negyedik évtől egyre kifejezettebbek. A sekélyművelés tömörítő hatása fokozódott, ugyanakkor a lazítással kombinált mélyművelés a kezdetben meglévő talajállapot hibák enyhítését követően fenntartotta a kedvező lazultságot. A hetedik és nyolcadik években (2000-2001) eltéréseket csak a felső 20 cm-es talajrétegben tudtunk kimutatni. 2001-ben a direktvetés és a tárcsázás alatt mért talajellenállás értékek szignifikáns különbséget mutattak a forgatásos művelésekkel – mind a szántás, mind a lazítás+szántás kezelések esetében.

1.2. Az egyéb termőhelyen végzett vizsgálatok eredményeiből

A **bicsérdi** termőhelyen minden alkalommal azonos táblán, azonos művelési eljárást követően végeztünk talajállapot minősítést. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a csökkentett művelés hatására a talaj felső 10 cm rétegében a hagyományos szántáshoz képest nem alakulnak ki a természetést befolyásoló eltérő vagy kedvezőtlen tömörödési értékek.

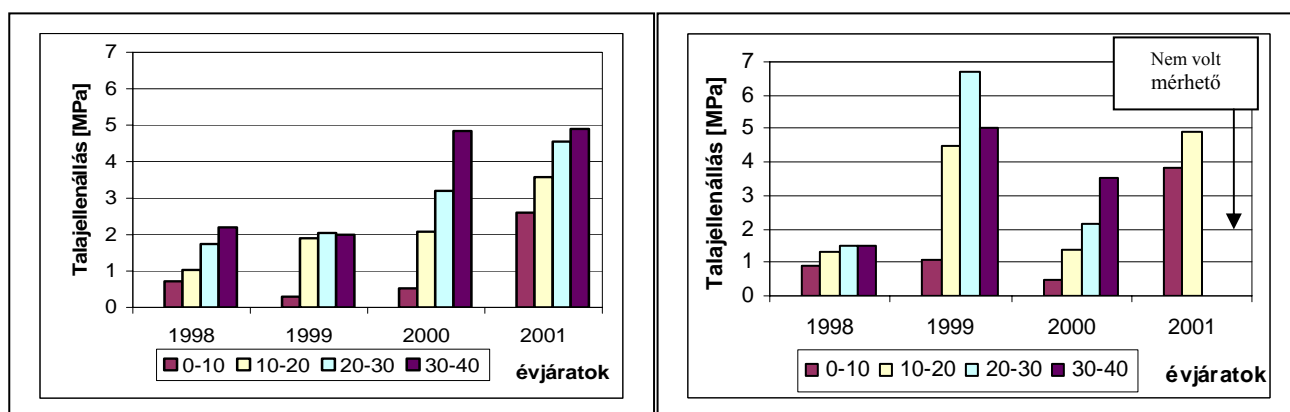


2. ábra A talajellenállás alakulása rendszeres szántás (a), valamint rendszeres lazítás (b) hatására Bicsérdén.

A megállapítás vonatkozik a 10-20 cm mélységre is, ahol a kezelés második évében direktvetés és kombinált művelés hatására a talajellenállás értékek a szántásban mértek alatt maradtak. Jelentősebb különbségek a 20-30 cm rétegben mérhetők, különösen a szántás mélysége alatt, ahol a harmadik év művelési idényében az eketalp tömörödés mértéke már károsnak minősíthető (2.a ábra). Ettől eltérő jelenség tapasztalható a lazításos alpművelés hatására. Ülepedik, tömörödik ugyan a talaj, de ellenállása az eketalpé alatt marad (2.b ábra).

Az **agárdi** méréseknél tartamkísérleti körülményekről annyiban beszélhetünk, hogy a vetésforgót – ezzel együtt a művelési rendszereket – a tulajdonosok igyekeznek úgy megválasztani, hogy tartósan jó talajállapot feltételeket teremtsenek a növények számára.

A különböző növények termesztéséhez alkalmazott technológiai eljárások következtében kialakult talajellenállás értékeket összehasonlítva (3.a és 3.b ábrák) megállapítható, hogy az 1998-ban alkalmazott talajmarós és a szántásos művelés is lazult, kedvező talajállapot feltételeket teremtett mind az őszi búza, mind a borsó számára.



3. ábra A talajellenállás alakulása a 059.(a) és a 101. (b) táblán, az évek (művelési módok) függvényében

Tábla száma	059	101
1997.	Borsó	Mustár
1998.	Őszi búza	Borsó
1999.	Mustár	Őszi búza
2000.	Borsó	Borsó
2001.	Őszi káposztarepce	Őszi búza

Technológiai eljárások	
✓	Őszi búza tárcsa + talajmaró
✓	Mustár tárcsa + szántás
✓	Borsó tárcsa + szántás
✓	Őszi káposzta repce kultivátor + talajmaró

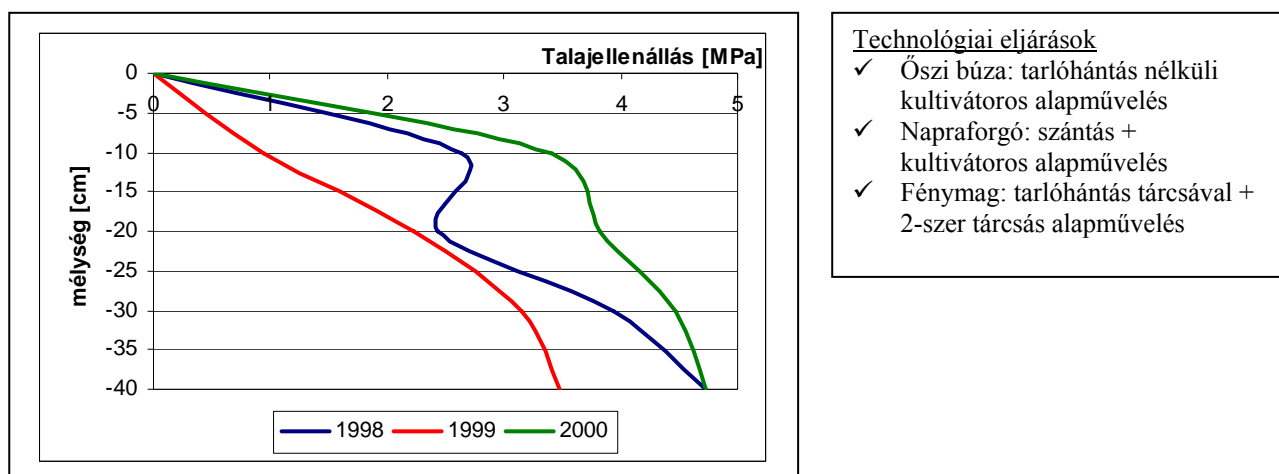
4. ábra A növényi sorrend alakulása és a technológiai eljárások Agárdon

Ugyanakkor, a viszonylag magas talajnedvességi értékek ellenére, a talajmarós művelés alatt a 30-40 cm-es mélységben kezdeti tömörödöttségre utaló tendencia figyelhető meg. Az 1999. évben az őszi búza alá adott forgatás nélküli művelés hatására a talajellenállás értékek nagyon magasak a 10-40 cm rétegben. Okát a kedvezőnél jóval nedvesebb állapotban végzett alpművelésre vezetem

vissza. A szükséges vonóerő miatt nagy teljesítményű, nagy önsúlyú erő- és munkagépeket alkalmaztak, a tömörödés elkerülhetetlen volt.

2000-ben mindkét táblán borsót vetettek, őszi szántásos műveléssel készítve elő a talajt. Rétegenként hasonló lefutásúak a talajellenállás-változások. A mélységenként mért maximumok eltérése a 101. táblán az ideális talajnedvesség esetén végzett művelésre, a 059-es táblán annál magasabb nedvességi állapotban okozott tömörödésre utal. A 2001-ben történt mérések szintén őszi alpművelés után készültek. Mind a két tábla talajellenállás értékein meglátszik az előző évben okozott hibák fokozódása. Míg 2000-ben a 059. számú táblán regisztráltunk rosszabb állapotot, addig 2001-ben a 101. számú táblán. A magyarázat az előbbi táblán az őszi káposztarepce alá alkalmazott kultivátoros alpművelés javító hatásában rejlik, a másik táblán a nagy motorteljesítményt igénylő talajmarós eljárásához kapcsolódik.

A talajellenállás alakulását az évek függvényében vizsgálva **Besenyszögön** megállapítható, hogy a tárcsás művelés 1998-ban a felső 20 cm rétegben kedvezően lazult állapotot alakított ki (5. ábra).



5. ábra A talaj ellenállása a Gólyás táblán Besenyszögön, az évjáratok és művelések függvényében. Növényi sorrend: 1997. cukorrépa, 1998. fénymag, 1999. napraforgó, 2000. ő. búza

A tárcsa hatása a 20-40 cm rétegben is kimutatható, láthatóan fokozta az egyébként is tömör állapotot, amelyhez a cukorrépa betakarításakor a nedves talajon járás is hozzájárult. 1999-ben a kultivátoros alpművelés enyhítette a rétegek közötti tömörség különbséget. Ennek nyomán a maximális talajellenállás nem érte el a 3,5 MPa értéket, ami 26,3 % javulást jelent a 30-40 cm mélységben. Az ősszel vetett búzában mért eredmények a kultivátoros alpművelés ellenére sem mutattak javuló tendenciát. Oka a talaj nem megfelelő érettségi állapotában kereshető. A téli fagy nem tudta az őszi művelésen kifejteni jótékony porhanyító hatását, így a talajellenállás átlagértékei az 1999. évhez viszonyítva 2000-ben 40,2 %-kal magasabbak.

3.2. A gödöllői Kísérleti tér talajának légáteresztőképességi koefficiens változása a művelési eljárások és a mélység függvényében

A 236 cm³ térfogatú mintavevő hengerekbe 2001. március 28-án vettünk talajmintákat a gödöllői „B” művelési tartamkísérlet művelési változatainak 3, illetve 4 mélységéből. A vizsgált rétegeket – alkalmazkodva a művelőeszközök munkamélységéhez – a következő módon választottuk meg:

- 16-22 cm a direktvetés és a tárcsás művelés munkamélysége
- 25-35 cm szántás mélység
- 35-45 cm közvetlenül a szántás alatti, esetleges művelőtalp tömörödöttség rétege
- 65-70 cm művelési mélység alatti, nem bolygatott réteg (direktvetés és lazítás+szántás művelésekből történt mintavétel).

A talajművelési eljárások rövid megjelölése a következő:

A1 – direktvetés, **A2** - tárcsázás, **A3** – szántás, **A4** – lazítózás + tárcsázás, **A5** – lazítózás + szántás.

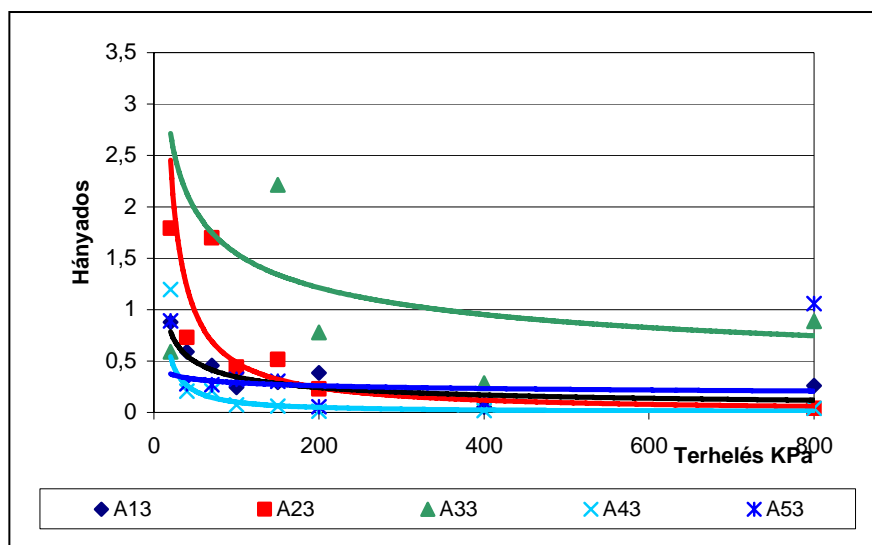
A mélységenként vett 8 bolygatatlan talajmintán a Christian Albrecht Egyetem (Németország, Kiel) Talajmechanikai Laboratóriumában 3 alkalommal végeztem légáteresztőképesség mérést. Először a légmentesen zárt, bolygatatlan mintákon, majd -60 hPa nyomáson történt nedvességelvonást követően, végül a 20 kPa, 40 kPa, 70 kPa, 100 kPa, 150 kPa, 200 kPa, 400 kPa és 800 kPa előterheléssel történt vizsgálatok után.

Az Ödométer elvén működő számítógép vezérelt szerkezetbe azonos időben 8 mintát tudtam elhelyezni. A terhelés után mért légáteresztőképességet osztottam az adott minta terhelés előtt mért légáteresztési értékével. Az így kapott hányadosokat derékszögű koordináta rendszerben ábrázoltam és hatványfüggvényt illesztettem rájuk. A függvények közül a 35-45 cm mélységből vett mintákon végzett vizsgálat eredményeit mutatom be.

20 kPa-on a legmagasabb értéket a 35-45 cm mélységben a szántás függvénye veszi fel, amelyet a tárcsázás művelés követ. A szántás görbéje az 1 értékhez közel fut a vizsgált 800 kPa-os terhelési tartományon belül, míg a tárcsázás görbéje 0 érték felé közelít. A két kezelés talajjellenállása magas, viszont bolygatatlan minták légáteresztőképessége tárcsázásnál kedvező, szántás esetében igen alacsony értéket mutat (6. ábra).

A szántás görbéje a magasabb nyomásokra kisebb változásokkal reagál, amely a pórusokban szegény, tömör talajszerkezetre – eketalp tömődöttségre utal. A tárcsázott talaj szintén tömör, ugyanakkor légjárható pórusokban gazdagon ellátott szerkezetű. A szántás negatív hatása a 35-45 cm rétegben, míg a tárcsázásé a 16-22 cm-es rétegben mutatható ki a légáteresztési értékek alapján.

A direktvetés és a lazítással kombinált tárcsás művelés görbéje 20 kPa-on egy alól indul és nulla felé tart. Lefutása jó pórus-összetételű, stabil, ideálisan tömör állapotú talajt mutat.



A13	$Y=3,6092X^{-0,5091}$	$r=0,7228^{**}$	n=8
A23	$Y=49,981X^{-1,0062}$	$r=0,9209^{***}$	n=7
A33	$Y=7,7397X^{-0,3497}$	$r=0,4031$	n=8
A43	$Y=12,156X^{-1,0382}$	$r=0,8352^{***}$	n=8
A53	$Y=0,602X^{-0,158}$	$r=0,1929$	n=8

$P_{(10\%)}^*$; $P_{(5\%)}^{**}$; $P_{(1\%)}^{***}$; $P_{(0,1\%)}^{****}$

6. ábra kL_U/kL_E hányadosok értéke a terhelés függvényében, művelésmódonként 35-45 cm mélységben.

A lazítás+szántás kezelés illesztett görbéje 0,37 és 0,21 közötti értékeket vesz fel 20-800 kPa nyomáson történő kezelés hatására. A szinte egyenes, lapos görbe a szántásnál ugyanebben a mélységben már leírt tendenciát követi, amely tömör szerkezetet tükröz. A talajminta eltérően a szántástól kis nyomástartományban sem reagál érzékenyen a terhelésre, amely tulajdonság a tárcsázás+lazítás kezeléshez a 25-35 cm-es rétegben teszi hasonlatossá.

4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

A **Művelés-hatások értékelése fizikai paraméterekkel tartamkísérletben és szántóföldi körülmények között** témakörben 1998-2003 években végzett vizsgálataim alapján összegezhető új tudományos eredmények:

1. Gödöllői barna erdőtalajon beállított művelési tartamkísérletben szoros összefüggést állapítottam meg az évente ismételt művelési ráhatások és a talaj különböző rétegeiben mért behatolási ellenállás alakulása között. Az eredmények alapján a művelési eljárásokat új módon csoportosítottam, mégpedig talajállapot rontó, talajállapot fenntartó, illetve talajállapot javító, továbbá a felsorolt kategóriákat pontosan definiáltam.
2. A gödöllői barna erdőtalajon beállított művelési tartamkísérletben alkalmazott eljárásokat a talaj nedvességforgalmára gyakorolt hatásaik alapján csoportosítva kedvezőtlen, megfelelő, valamint javító és fenntartó kategóriákat különítettem el.
3. A 0-40 cm talajréteg folyamatos vizsgálata alapján megállapítottam, amennyiben a növények számára az élettérként funkcionáló lazább talajréteg vastagsága csökken, fokozódik a káros aszályhatás (1996., 1997.). A talajnedvesség értékek vizsgálata nyomán megállapítható, hogy a lazább állapot mélyebb rétegig terjedő fenntartása esetén nem csak a vízbefogadás javul, hanem a vízveszteség is megbízhatóan csökken.
4. A talajállapot vizsgálatokat hazai viszonylatban ma még ritkán alkalmazott légáteresztőképesség vizsgálatokkal egészítettem ki, amelynek abszolút értékéből a talaj szerkezetességére, kapillaris levegő- és vízmegkötő képességére következtettem.
5. A légáteresztőképesség változásai alapján egzakt módon mutattam ki a felsőbb szintekben elhelyezkedő vízzáró rétegek jelenlétét, illetve a lazult állapot kiterjedését.
6. A 20-800 kPa terhelés előtt és után mért légáteresztőképességi koefficiensok hányadosaira illesztett hatvány függvény alkalmazásával újabb paramétert kaptam a talajok fizikai állapotának megítéléséhez. A különböző nyomástartományokban bekövetkező reakció a tömörödöttség és légjárhatóság abszolút értékei mellett a talajban kialakult depresszió mértékére és a változás irányára ad információt.
7. Szántóföldi vizsgálatok nyomán, eltérő termőhelyeken (Bicsérd, Agárd, Besenyszög) mutattam ki a talajállapot rontás, a talajállapot javítás, illetve ezek hatástartamának alapvető tényezőit.

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A **gödöllői** mérések alapján a művelési eljárásokat a talajjellenállás segítségével a talajállapot rontónak, fenntartónak és javítónak minősítettem, és a fogalmakat pontosan meghatároztam. A gödöllői termőhelyen mért talajnedvesség adatok alapján a művelési eljárásokat tovább csoportosítottam, amely szerint a talaj nedvességforgalmára kedvezőtlen, a talaj nedvességforgalma szerint megfelelő és a talaj nedvességforgalmát javító és fenntartó változatokat különítettem el.

A **bicsérdi** eredmények vályog fizikai féleségű barna erdőtalajokra vonatkoznak. Megállapítottam, hogy csökkentett művelés hatására nem alakul ki különbség a talajjellenállás vonatkozásában a felső 20 cm rétegben a szántáshoz viszonyítva. Ellenben a 20-30 cm mélységben a harmadik évtől károsnak minősülő művelőtalp tömörödés mutatható ki. Megállapítottam továbbá, hogy a művelési időszak csapadékviszonyai a művelés minőségét, a megmunkált és az alatta lévő réteg állapotát egyaránt befolyásolják. Nedves talajban legkevesebb kár a direktvetés alatt keletkezik, az eke, a tárcsa, vagy tárcsaelem tömörít, ezzel egyidejűleg a lazítóhatás is romlik.

Az **agárdi** vályog fizikai féleségű csernozjom talajon – megfelelő nedvességi állapotnál – a csekély tömörödési kár nyomán a lazítással kombinált talajmarós művelés létjogosultsága igazolható. Nagyobb talajnedvesség esetén a mérsékelt tömörödési kárt tekintve a kisebb vontatási teljesítményt igénylő alapművelések előnyösebbek.

A **besenyszögi** sekély termőrétegű, szikesedésre hajlamos, gyengén vízáteresztő vályog és agyag talajokon a termesztés biztonsága egyrészt a kisebb tömörödést okozó forgatás nélküli alapműveléssel, másrészt a tömör réteg rendszeres (2-4 évente) átmunkálásával tartható fenn.

A légáteresztőképesség vizsgálata során annak abszolút értékéből a talaj szerkezetességére, kapilláris levegő- és vízmegkötő képességére következtettem. A légáteresztőképesség változása utal a felsőbb szintekben esetlegesen elhelyezkedő vízzáró rétegekre, illetve azok légjárhatóságára. Összevetve a talajjellenállás és légáteresztőképesség értékeket általánosságban megállapítható, hogy a tömörödés növekedésével a talaj légjárhatósága csökken, a két paraméter általában fordítottan aránylik egymáshoz. Közvetlen viszonyszámot a jellemző tulajdonságok között a gödöllői talajhoz kapcsolódó méréseimből nem tudtam megállapítani. Arra következtettem, hogy a tendencia megfordulhat, mivel befolyásolja a talaj szerkezetessége, nedvességtartalma és úgynevezett „kultúrállapota”, amelyek együttes, vagy egyenkénti hatása a légjárhatósági adatok által jól követhető.

A -60 hPa-on történt vízelvonásos kezelést követően a talajmintákat különböző terhelések alá helyeztem, amely hatására azok légáteresztőképességében változás állt be. A kezelés utáni és előtti

értékek hányadosát vettem alapul. Megállapítható volt, hogy a kapott eredményekre illesztett hatványfüggvény lefutása újabb paramétert jelent a talajok fizikai állapotának megítélésében. A különböző nyomástartományokban bekövetkező reakció a tömörödöttség és légjárhatóság abszolút értékei mellett a talajban kialakult depresszió mértékére és a változás irányára ad választ.

Az őszi búza termesztéséhez alkalmazott technológiai változatok talajművelésre fordított költségei alapján megállapítottam, hogy az összevont műveleti elemek nagyobb vontatási teljesítményt igénylő, magasabb bekerülési költségű gépeinek alkalmazása középtávon térül meg a talajállapot hibák kiküszöbölésével, illetve a növényvédelmi költségek alacsony szinten tartásával. Az adatok alátámasztották, hogy a művelőtalpaktól mentes, jó víz- és tápanyag-gazdálkodású talajon a termések is nagyobbak, mint az egyébként termékeny, de állapothibás talajokon.

A négy termőhelyen elvégzett vizsgálatok eredményei megerősítik, hogy a talajművelésnek, a művelés által befolyásolható talajállapotnak a csapadék mennyiségétől függetlenül is jelentős szerepe van a vízbefogadás, a nedvességforgalom és vízhasznosulás alakulásában. Ez a három tényező különös jelentőséggel bír akkor, ha a klíma – miként a jövőben egyre gyakrabban – szélsőséges. Olyan talajállapot kialakítására és fenntartására kell törekedni, amely a felszínre érkező vizet befogadni, vezetni és tárolni képes.

6. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBŐL KÉSZÜLT

6.1. Tudományos cikkek

1. Birkás M. - Gyuricza Cs. - **Gecse M.** - Percze A. (1999). Az ismételt tárcsás sekélyművelés hatása egyes növénytermesztési tényezőkre barna erdőtalajon – Növénytermelés, 48. 4. 387-402.
2. Birkás M. – Szalai T. – Gyuricza Cs. – Jolánkai M. – **Gecse M.** (2000). Subsoil compaction problems in Hungary. In: Subsoil compaction. Distribution, processes, and consequences (Eds. Horn R., van den Akker, J.J.H., Arvidsson, J.) Advances in GeoEcology, 32. Catena Verlag, Reiskirchen, Germany, 354-362.
3. **Gecse M.** 2001. Talajállapot-változások évente ismételt művelés hatására. Növénytermelés, 50. 1. 83-94.
4. **Gecse M.** – Galovics A. (2001). A hagyományos és a csökkentett művelés hatása a talajállapotról. Növénytermelés, 50. 2-3. 237-247.
5. Takács-György, K., **Gecse M.** (2001). Some agricultural and economic aspects of energy saving production technologies of maize. Journal of Central European Agriculture, 2. 3-4. 183-190.
6. Birkás M. – Szalai T. – Gyuricza Cs. – **Gecse M.** – Bordás K. (2002). Effects of disk tillage on soil condition, crop yield and weed infestation. Rostlinna Vyroba, 48. 1. 20-26.

6.2. Idegen nyelvű konferencia proceedings

1. Birkás M. – Percze A. – Jolánkai M. – **Gecse M.** – Gyuricza Cs. (2000). Evaluation of soil conservation depending on land use and soil tillage in Hungary. SPU Nitra, Zbornik z vedeckej konferencie s medzinarodnou úcastou „Contemporary state and perspectives of the soil tillage” 18-19. okt. 2000 Nitra, Zbornik (Eds.. Pospisil, R., Galiková, Z.) pp. 78-79.
2. **Gecse, M.** (2000). The effects of various soil management practices on the physical properties of soil considering the soil compaction. – Third International Congress of the European Society for Soil Conservation, Man and Soil at the Third Millennium, March 28-April 1, Valencia, Spain, Book of Abstracts (Eds. Rubio, J.L. et al.), pp. 330., Congress Book (Eds. Rubio, J. L. et al.) Vol. II. Geofoma Ediciones, Logrono, 2002., pp.1545-1556.
3. Birkás, M. - Szalai, T. - Gyuricza, Cs. - Jolánkai, M. - **Gecse, M.** – Percze A. (2000). Subsoil compaction impacts on some crop production factors. 2nd Workshop on subsoil Compaction. Gödöllő, May 29-31 2000. Conf. Proc. (Eds. Birkás M.-Gyuricza C.-Farkas C.-**Gecse M.**), pp. 58-63.
4. **Gecse M.** – Gyuricza Cs. (2000). Effekte unterschiedlicher Bodenbearbeitungssysteme auf den Nährstoffgehalt von Körnermais – Conference on Nutrition of Domestic Animals „Zdravec-Erjavec Days”, Radenci 9-10. November 2000, Proceedings pp. 226-231.
5. Birkás, M. – Percze A. – Gyuricza, C. – **Gecse M.** (2001). Soil condition development and soil conservation. 37th Croatian Symposium on Agriculture. Opatija 19-23 Febr. 2001. Croatia, Collection of summaries (Ed. Kovacevic, V.), pp. 13-15.

6.3. Idegen nyelvű konferencia abstracts

1. Birkás, M. - Szalai, T. - Gyuricza, Cs. - Jolánkai, M. - **Gecse, M.** (1999). Soil compaction problems in Hungary - Results of monitoring. International Conference on Subsoil Compaction, Christian Albrechts University zu Kiel, 24-26. March 1999 Kiel, Germany, Proc. O. II. p. 7.
2. Birkás, M. - Jolánkai, M. - Gyuricza, Cs. - **Gecse, M.** (2000). Evaluation of land use and soil tillage in Hungary. XXXVI. Symposium of Croatian Agronomists. Achievements and Perspectives of Croatian Agricultures. Opatija, 2000. Február 22-25. Conf. Proc. (leaflet)
3. **Gecse M.** – Gyuricza Cs. (2001). Effect of repeated shallow disk tillage on some crop production factors on brown forest soil. International Conference on Sustainable Soil management for Environmental Protection Soil Physical Aspects. Florence, Italy. 2-7. July 2001. Abstracts, p. 39.
4. **Gecse M.**- Centeri C.-Jakab G.-Csepinszky, B. 2001. Relationship between soil compaction and soil erodibility. Internat. Conference on Sustainable Soil management for Environmental Protection Soil Physical Aspects. Florence, Italy. 2-7. July 2001. Abstracts, p. 14.

6.4. Hazai konferencia proceedings

1. **Gecse M.** (1999). Művelési mélység és mód hatása a talajok fizikai állapotára eltérő termőhelyeken. XXIII. MTA AMB Kutatási és fejlesztési Tanácskozás Gödöllő, 1999. Január 20-21. Kiadvány (szerk. Tóth L.), 1. kötet, pp. 18-22.
2. **Gecse M.** (1999). Talajművelési eljárások gazdasági vizsgálata őszi búza termesztése esetén. V. Ifjúsági Tudományos Fórum Keszthely, 1999. március 11. Kiadvány pp. 158-162.
3. **Gecse M.** – Gyuricza Cs. (1999). Talajművelési rendszerek összehasonlító gazdasági vizsgálata őszi búza termesztése esetén. XLI. Georgikon Napok Keszthely, Agrárjövők alapja a minőség. 1999. szeptember 23-24. Kiadvány (szerk. Sényi P.né), pp. 122-127.
4. **Gecse M.** – Gyuricza Cs. (2000). Eltérő művelési módok hatása a talaj fizikai paramétereire és biológiai életére. XXIV. MTA AMB Kutatási és fejlesztési Tanácskozás Gödöllő, 2000. január 18-19., Kiadvány 1. Kötet (szerk. Tóth L.-Benkóné Pongó D.), pp. 31-34.
5. Birkás M. – Gyuricza Cs. – Jolánkai M. – **Gecse M.** (2000). A tömörödés kialakulása a talajokban – hatása a művelésre és a környezetre – XXIV. MTA AMB Kutatási és fejlesztési Tanácskozás Gödöllő, 2000. január 18-19., Kiadvány 1. Kötet (szerk. Tóth L.-Benkóné Pongó D.), pp. 28-31.
6. **Gecse M.** – Gyuricza Cs. – Farkas A. (2000). Kukorica tartamkísérletek agronómiai és ökonómiai vonatkozásai – VII. Nemzetközi Agrárökonómiai Tudományos Napok Gyöngyös, 2000. március 28-29. Konferencia Kiadvány (szerk. Magda S., Szabó L.), 2. kötet pp. 3-9.
7. **Gecse M.** (2001). Eltérő művelési módok hatása a talaj fizikai paramétereire és a művelési költségekre. XXV. MTA AMB Kutatási és fejlesztési Tanácskozás Gödöllő, 2001. január 23-24., Kiadvány 3. Kötet, (szerk. Tóth L.-Benkóné Pongó D.), pp. 155-160.

6.5. Hazai konferencia abstracts

1. **Gecse M.** (1999). Művelésmódok hatása a talaj fizikai paramétereire, különös tekintettel a tömörödéssel. V. Nemzetközi környezetvédelmi szakmai diákkonferencia Mezőtúr, 1999. június 30 – július 2. Összefogl. Kiadv. oldalszám nélkül, magyar és angol nyelven.