

**Klímakár eredetű talajminőség romlás és kármegelőzés**

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Kende Zoltán

Gödöllő

2019

## **A doktori iskola**

**megnevezése:** Növénytudományi Doktor Iskola

**tudományága:** Növénytermesztési és kertészeti tudományok

**vezetője:** Dr. Helyes Lajos  
Intézetigazgató egyetemi tanár, MTA doktora SZIE  
SZIE, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,  
Kertészei és Technológiai Intézet

**Témavezető:** Dr. Birkás Márta  
Egyetemi tanár, MTA doktora SZIE  
SZIE, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,  
Növénytermesztési Intézet

.....  
Dr. Helyes Lajos  
iskolavezető

.....  
Dr. Birkás Márta  
témavezető

## 1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, A KITŰZÖTT CÉLOK

A globális klíma sosem volt állandó, számos változáson ment át a földtörténeti korok során. Ezért nincs meggyőző bizonyíték arra, hogy az emberiség az elmúlt száz-százötven évi tevékenysége milyen módon és mértékben járul hozzá a napjainkban egyre inkább érezhető klímaváltozáshoz. Annyi bizonyos, minél inkább haladunk a globális viszonyok megfigyelésétől a lokális szintekig, annál észrevehetőbb az átlagostól eltérő szokatlan időjárási események gyakorisága, valamint ezek szokatlan egymást hirtelen váltó fluktuációja. Az extrémnek nevezhető időjárási események és az ezekből következő általános talajpusztulás – főként az erózió és defláció okán – jelentős agrárgazdasági károkat okoznak, különösen okszerűtlen talajművelés esetén. A vonatkozó kutatások száma azonban nem elégséges, és a témával kapcsolatos ismeretek is csak részlegesek, nem rendszerszintűek. A klasszikus talajminőség tényezők klímakárookra való reagálása új kutatási kihívásnak számít. A talajt érő gazdálkodási és a klíma eredetű károk felmérése és a rájuk részbeni vagy teljes megoldás keresése nem csak tudományos, de nemzetgazdasági érdek is. Kutatási munkám célkitűzései a következők voltak:

1. Művelési beavatkozások hatásának vizsgálata tartamkísérletben a talaj állapotára és a termésre, a vizsgálati évekre jellemző nedvesség-viszonyok között, sűrű és széles sorközű növények termesztése esetén.
2. A művelési beavatkozások és a talajszerkezet összefüggéseinek vizsgálata, különös tekintettel a por és kéregképződésre, és a földgilisztaszámra.
3. A humusztartalom változásának értékelése a tartamkísérlet 16. évében, tekintettel a művelési kezelések eltérő hatásaira.
4. Javaslattétel a klíma- és a gazdálkodási eredetű károk hatását csökkentő, a termésbiztonságot növelő művelési megoldásokra, valamint a vizsgált paraméterek alapján művelési teljesítményrangsor felállítása.

## 2. ANYAG ÉS MÓDSZER

### 2.1 A kísérleti terület és a kísérlet elrendezésének bemutatása

A 2002-ben beállított talajművelési tartamkíséret, amelyben megfigyeléseimet és vizsgálataimat 2013-tól végzem a GAK Oktató, Kutató, Innovációs Nonprofit Közhasznú Kft., hatvani (Pest megye) Józsefmajori Kísérleti és Tangazdaságában található a tanüzem F10 tábláján (47°41'17.52"É; 19°36'18.98"K; tengerszint feletti magasság: 138 m). A napsütéses órák száma 1920–1980, az átlagos csapadék 520–580 mm. Az évi közepes átlaghőmérséklet 9,5–10,3 °C, amely a vegetációs időszak alatt 16,3–17,5 °C között alakul. A terület ariditási indexe 1,20–1,33 közötti, az uralkodó szélirány az ÉNy-i és a DK-i. A kísérleti terület vályog mechanikai összetételű, kedvező vízgazdálkodású Endocalcic Chernozems, Loamic talajon található (WRB 2015).

Jelen kutatási munka alapjait adó idények a következők voltak: 2013/2014 (Napraforgó), 2014/2015 (Őszi búza) és 2015/2016 (Kukorica). A kísérletben hat különböző kezelés négy ismétlésben van beállítva sávos véletlen elrendezésben. A kezelések az alábbi művelési beavatkozások és azok művelési mélységeit jelentik:

- SZ: Szántás (28-34 cm), elmunkálva
- DV: Direktvetés
- SK: Sekély kultivátoros művelés (18-22 cm)
- K: Kultivátoros művelés (22-25 cm)
- T: Tárcsázás (14-16 cm)
- L: Lazítás (40-45 cm), szükség esetén síktárcsával elmunkálva.

Minden kezelés 13 m szélességű és 168 m hosszúságú (0,218 ha). A terület két végén lévő két darab 9 méteres forgót és a négy ismétlést figyelembe véve a teljes kísérleti terület összes mérete 5,8 hektár.

### 2.2 Vizsgálati módszerek

- **A talaj agronómiai szerkezetének vizsgálata** STEFANOVITS (1992) alapján történt, ahol a rögfракció 10 mm-nél nagyobb, a morzsafrakció 2,5–10 mm közötti, az aprómorzsa-frakció 2,5–0,25 mm közötti, és a porfrakció pedig 0,25 mm-nél kisebb talajalkotókat jelent. A módszer során a kísérlet területről vett majd

átlagolt talajmintákat légszárásra szárítjuk, majd különböző lyukméretű agronómiai szitasoron átrostáljuk. A frakciók súlyát ezek után lemérjük, amelyből megállapítható a minta tömegszázalékában kifejezve az adott aggregátum-típus aránya.

- **Talajnedvesség mérés** során a magyarországi Kapacitív Kkt. által gyártott és forgalmazott PT-1 típusú talajnedvesség mérő műszert alkalmaztuk. Az eszköz 60 cm-ig képes helyszíni pontszerű nedvesség mérésére (minden esetben 5 cm-ként végeztünk méréseket. Minden mérés alkalmával 0 – 50 cm között vizsgáltam a talajnedvességet, hogy összevethető legyen a talajjellenállás adatokkal. A talajnedvesség mérése mellett napi csapadékadatokat gyűjtöttünk hagyományos csapadékmérő henger segítségével.
- **A talajjellenállás mérését** a MOBITECH Bt. Szarvasi penetrométerével (Daróczi-Lelkes féle rugós talajjellenállás-mérő) végeztük. Az eszköz 50 cm mélységig képes a talaj tömörödöttségének helyszíni pontszerű megállapítására (DARÓCZI és LELKES 1999). A méréseket a téli fagyott hónapok kivételével havonta egy alkalommal végeztük 5 – 50 cm között. A mérés során kapott adatokat a számunkra jól értelmezhető az SI szabványos nyomás mértékegységébe Mega Pascalba (MPa) konvertáltuk.
- **Kéregvastagság vizsgálat** esetében a talajszerkezet vizsgálatok során feltárt porfrakció változását, átalakulását vizsgáltuk. A vizsgálati módszer a mintaterület talajfelszínén keletkezett ún. kéreg vastagságának milliméter pontosságú megmérését jelenti.
- **Földgiliszta egyedsűrűség** meghatározására ásópróbákat végeztünk kezelésként 5 ismétlésben, az így kapott mintában számoltuk meg a földgilisztákat, amelyet később átszámoltunk db/m<sup>2</sup>-re. A vizsgálatot minden egyes hónapban a többi méréssel egyidejűleg végeztük. A számlálás átfogó képet ad a talaj-életér minőségéről, a szervesanyaggal (giliszta táplálékkal) való ellátottságáról, a hőmérsékletéről, nedvességéről és a lazultságáról.

- **A termés mutatók** meghatározása érdekében a jelen dolgozathoz kapcsolódó években hozammérő rendszerrel felszerelt kombájnnal történt a betakarítás parcellánként, amelyek kapott értékeit (kg/parcella) az adatfeldolgozás során t/ha mértékegységben fejeztük ki.
- **Talajlaboratóriumi vizsgálatok** rendszeres időközönként történtek. A tartamkísérlet során 2006-ban és 2009-ben a GEODERMA Bt. által átlagmintán alapuló talajkémiai vizsgálatot végeztek. E talajvizsgálat a SZIE TALT segítségével meg lett ismételve 2011-ben, majd a doktori dolgozatomhoz kapcsolódó vizsgálatok során 2015-ben és 2018-ban is. Az utóbbi két vizsgálatot a Kecskeméti Főiskola Talaj- és Növényvizsgáló Laboratóriuma végezte el. Az újbóli talajvizsgálatot indokolta, hogy összefüggést kerestünk az elmúlt 9 év klímakár-csökkentő talajművelése és a talajparaméterek változásai között. Minden mintavétel esetében átlagminta lett véve a kezelésekből ismétlésenként négy-négy mélységből (0–10 cm, 10–20 cm, 20–30 cm és 30–40 cm). A 2018. évi mintavétel kivételével minden korábbi mintavétel nyár végén augusztusban lett elvégezve, azonban 2018-ban finansziális megfontolásokból május végén végeztettük el a vizsgálatokat.
- **Statisztikai értékelés** során a talajállapot változások vizsgálatát kibővítettem a következő vizsgálatokkal: ANOVA, MANOVA, Tamhane-féle T2 és LSD post-hoc teszt, főkomponens analízis, Pearson-féle korrelációs mátrix, ezáltal pontosabb rangsorolásra és rétekelésre nyílt lehetőségem.

### **3. EREDMÉNYEK**

#### **3.1 Porfrakció vizsgálatának eredményei**

A porfrakció arányának vizsgálatából kitűnik, hogy szignifikáns különbség van a vizsgált évek között, azonban a kezelések között nem mindig igazolható statisztikailag az eltérés. A napraforgó alatt a sekély kultivátoros műveléshez képest igazolható a különbség a kultivátoros (-3,063%), a lazításos (-2,195%) és a direktvetéses (-3,474%) kezelések között, ugyancsak igazolható eltérés van a direktvetés (-2,915%) és a szántás között.

Az őszi búza idényében a sekélykultivátoros műveléssel kezelt talaj a tárcsázáshoz képest 7,68%-kal, a szántáshoz képest 7,84%-kal, a lazításos alapműveléshez képest 5,59%-kal tartalmazott kevesebb port. Igazolható különbség alakult a szántás és a direktvetés között, ahol az előbbi 5,44%-kal tartalmazott több port.

A kukorica alatt a két legtöbb port tartalmazó kezelés a tárcsázás és a direktvetéses volt. Az előbbi átlagosan több mint 10%-kal több port tartalmazott a többi kezeléshez képest. A sekélykultivátoros kezelésben átlagosan 13,75%-kal, a kultivátoros kezelésben 13,94%-kal, a szántásban 8,22%-kal és a lazításos művelésben pedig 10,86%-kal keletkezett kevesebb por a tárcsázáshoz képest. A direktvetéssel szemben pedig a sekély kultivátoros művelést 9,76%-kal, a kultivátoros művelést 9,95%-kal, a lazítást 6,88%-kal kisebb por arány jellemezte az idény folyamán. A legkisebb ingadozást a 2014. és 2015. idényekben a kultivátoros és a sekély kultivátoros kezelések, míg a legnagyobbat mindkét idényben a tárcsázás mutatta. A kukorica alatt a legkisebb ingadozás ugyancsak a kultivátoros műveléseknél volt észlelhető, ugyanakkor a szántás portartalma jelentősen ingadozott. Megállapítható, hogy bár minden művelésnél keletkezik por, de legkevesebb mindhárom idényben a kultivátorral művelt talajokban keletkezett.

#### **3.2 Aprómorzsa frakció vizsgálatának eredményei**

Eredményeim alapján a kezelések átlagai közötti különbségek a 2014. évi napraforgó és a 2015. évi őszi búza termesztése esetén nem szignifikánsak. A 2016. évi kukorica termesztésekor azonban sok és jelentős szignifikáns

különbségek tapasztalhatók. Ugyanakkor nem mutatható ki szignifikáns különbség a tárcsázás és a szántás (25-28%), a sekélykultivátoros és a kultivátoros (40%), valamint a lazítás és a direktvetés (35%) között. Vagyis ezek a kezelések páronként hasonló mértékben tartják meg a talaj aprómorzsás szerkezetét, közöttük főleg a kultivátoros művelések és a legkevésbé a tárcsázás és a szántás. E tapasztalat vélhetőleg annak tudható be, hogy a tárcsázás és a szántás a szakirodalmi adatok – BIRKÁS et al., (2011) és CSORBA et al., (2011) alapján is inkább a porfrakció nagyságát gyarapítják.

### **3.3 A morzsa frakció vizsgálatának eredményei**

Nem tapasztaltunk igazolható eltérést a 2014. évi napraforgó termesztésekor a sekélykultivátoros, a kultivátoros, a lazítás és a direktvetés között a morzsa frakció tekintetében, de e kezelésektől szignifikánsan negatív irányban tértek el a tárcsázás és szántás kezelések. A tárcsázott kezelés átlagosan 7%-kal a szántás 9%-kal kevesebb morzsát tartalmazott a többi kezeléshez viszonyítva.

A 2015. évi őszi búza termesztésekor nem tapasztaltunk különbségeket a tárcsázás és a lazításos művelésre jellemző morzsa arány, továbbá a kultivátoros művelések és a direktvetés között. Ellenben a szántott talaj az összes többi kezeléstől jelentősen eltért, itt mértük a legalacsonyabb, átlagosan mintegy 25% morzsa arányt.

A 2016. évi kukorica (nedves) idényében nem találtunk bizonyítható különbséget a tárcsázás és a direktvetés, valamint a kultivátoros kezelések és a direktvetéses, valamint a lazításos művelések összehasonlításakor. A szántás egyedül a lazítástól nem különbözött a morzsatartalom tekintetében.

Elmondható továbbá, hogy az adott művelési kezelések a morzsatartalomban magukhoz viszonyítva megközelítőleg azonos eredményeket mutattak mindhárom idényben, kivéve a szántást, amelynek morzsa aránya jelentősen ingadozott. Az őszi búza alatt a legkisebb (25%), míg a kukorica alatt a legnagyobb (42%) átlagos morzsatartalmat mértük a kezelésekben. A tárcsázás minden idényben 30% körüli morzsa arányt mutatott, míg a kultivátoros, a lazításos művelés és a direktvetéses mindhárom idényben 30-40%-ot.



### **3.4 A rög frakció vizsgálatának eredményei**

A napraforgó alatt egyedül a két kultivátoros művelés között nem lehetett statisztikailag igazolható különbséget kimutatni, továbbá a szántáshoz viszonyítva a lazítás és a direktvetés esetében sem. A 2016. idényben a tárcsázás és a szántás, a két kultivátoros művelés, valamint a lazítás és a direktvetés között nem alakult statisztikailag kimutatható különbség. A lazításos alapművelés igazolható különbséget mutatott a tárcsás (-4,816%) és a szántásos (-5,15%) művelésekhez képest. A direktvetés azonban csak a tárcsás műveléssel szemben mutatott eltérést, -5,947%-kal.

Az őszi búza alatt, vélhetően a sűrű növényállomány miatt nem tudunk igazolható különbségeket mérni. A kultivátoros művelésekre mindhárom idényben – a többi műveléshez viszonyítva – alacsony rögösség volt jellemző. A második legkevesbé rögösítő alapművelés a 2014. évi idény kivételével a lazítás volt, amelyet a szántás és a tárcsázás követett. A direktvetés rögössége a technológia miatt alakult ki, amely főként az ülepedett felszín vetéskori bolygatásából adódhatott. Az idényen belüli mért ingadozás a rögfrakciók esetében mindhárom idényben kiegyenlített volt, azonban a napraforgó és a kukorica alatt a lazításos alapművelés stabilabb rögfrakció arányt mutatott a többi kezeléshez képest.

A talaj szerkezetére vonatkozó eredményeket összegezve megállapítható, hogy a hazai szakirodalmi adatok után újra igazolódott a tárcsás és a szántásos művelések porosító hatása. A porosodás elsősorban a széles sorközű növények termesztésekor lépett fel. Azokban a művelésekben, ahol magasabb volt az aprómorzsa aránya, ott a por frakció is jelentősebb volt (BIRKÁS et al., 2011; CSORBA et al., 2011; FÖLDES 2013). Az eredmények alapján BOTTLIK és munkatársaihoz (2014) hasonlóan megállapítható, hogy a direktvetés és a kultivátoros kezelések morzsásabb szerkezetet eredményeztek, ellenben a szántás és tárcsás kezelés a porfrakció magas aránya mellett rögösítő hatást is.

### **3.5 Talajnedvesség vizsgálat eredményei**

A vizsgált idényekben a 0 – 15 cm rétegben a 2016. évi tér el szignifikánsan a 2014-2015. évekhez képest. A 2016-ban mért magasabb talajnedvesség értékek a 0 – 15 cm rétegben az idény során hullott – a sokévi átlagtól 84 mm-rel több – csapadéknak tudható be. A kezelések között statisztikailag

igazolható különbség a 2014. évi idényben csak a sekélykultivátoros (22,46%) és a direktvetés (25,16%) kezelés között volt. Az őszi búza esetében (2015) a tárcsázás (24,34%) szignifikánsan eltér a szántás (20,92%) és a kultivátoros (21,32%) kezelésektől, a többi kezelés között nem találtunk igazolható eltérést. A 2016. évi kukorica idényében az adatok alapján – a nagy nedvességnek betudhatóan – nem volt statisztikailag igazolható különbség a kezelések között.

A 15 – 30 cm rétegben mért talajnedvesség adatokban a vizsgált idények között nincs szignifikáns különbség. Az adatok alapján a 30 – 50 cm rétegben sincs igazolható különbség sem az idények, sem a kezelések között. A kezeléseknek feltételezhetően ebben a mélységben nincs tartós hatása a kapilláris vízemelés és a kis párolgási veszteség miatt.

### **3.6 Talajellenállás vizsgálat eredményei**

A 0 – 15 cm mélységet vizsgálva a napraforgó (2014) alatt szignifikánsan alacsonyabb volt a szántott talaj (1,69 MPa) penetrációs ellenállása a sekély kultivátoros (2,87 MPa) a direktvetés (2,92 MPa) és a tárcsázás (3,15 MPa) kezelésekhöz viszonyítva. Igazolható volt a különbség a tárcsázás (3,15 MPa) és a kultivátoros (1,96 MPa) kezelések között is. A 2015. idényben őszi búza alatt is a szántott talaj tömörsége volt átlagosan a legkisebb a 0 – 15 cm mélységben (2,23 MPa), amely statisztikailag igazolható különbséget mutatott a tárcsázás (4,7 MPa), a sekély kultivátoros (4,1 MPa) és a direktvetés (4,5 MPa) kezelésekhöz képest. A tárcsázott talaj (4,7 MPa) igazolhatóan tömörebb volt ebben a rétegben a kultivátoros (2,8 MPa) és a lazítás (3,1 MPa) kezeléseknél. A kukorica 2016. évi (nedves) idényében a szántott talaj igazolhatóan alacsonyabb értéket (1,76 MPa) mutatott a tárcsázott (2,81 MPa) és a sekély kultivátorral művelt (2,11 MPa) talajhoz képest. A vizsgált idényekben a 2016. évi értékek térnek el ugyancsak szignifikánsan a 2014-2015. évi idényekhez képest ugyanúgy, mint a 0 – 15 cm rétegnél.

A 15 – 30 cm rétegben a 2014. évi idényben statisztikailag igazolható különbség csak a szántott (2,56 MPa), a direktvetéses (3,92 MPa) és a tárcsázott (3,79 MPa) talaj között mutatható ki, az utóbbi két kezelés átlagosan jelentősen tömörebb volt a többi kezeléshez képest. A 30 – 50

cm mélységben mért talajjellenállás adatok között egyik idényben sem alakult statisztikailag igazolható különbség a kezelések között.

### **3.7 Kéregvastagság vizsgálatok eredményei**

A kéregvastagság eredményeinek vizsgálatakor megállapítható, hogy mindhárom esztendőben szignifikáns különbség alakult a kezelések között. Szembetűnő eredmény, hogy a tárcsázott és szántott talajon a kéregvastagság mintegy tíz mm-rel vastagabb volt a többinél, emiatt a két művelés jól láthatóan elkülönül a többitől. A tárcsázás mindhárom idényben 4–11 mm-rel vastagabb kérgesedést mutatott a kultivátoros művelésekhez képest. Ugyanez a jelenség figyelhető meg a szántott talajon is, ahol 4–10 mm különbség alakult a kultivátoros művelésekhez képest. A lazítás a direktvetéssel azonos eredményeket mutatott mindhárom idényben. A direktvetéses talajon a 2016. idényben – az ismétlődő esőzéseknek betudhatóan – vastagabb kéreg alakult a felszínen, emiatt itt volt a legnagyobb változás a kiterjedésben. A tárcsázott és a szántott talajon 14–26 mm közötti kéregvastagság alakult, míg a kultivátoros műveléseknél mindhárom idényben 7–14 mm. A legkisebb idényen belüli ingadozást 2015-ben a sekély kultivátoros kezelésben lehetett regisztrálni.

### **3.8 Földigilisztaszám vizsgálatának eredményei**

A földigiliszták egyedszámának vizsgálatából kitűnik, hogy szignifikáns különbség van a kezelések között. A 2014. évi idényben főként a szántás különült el a többi kezeléstől, a sekély kultivátorostól és a direktvetéstől átlagosan  $-4\text{ db/m}^2$ , a kultivátorostól  $-2\text{ db/m}^2$  volt az átlagos elérés. A 2016. idényben ugyancsak a szántás tért el statisztikailag igazolhatóan a kultivátorostól  $-8\text{ db/m}^2$ , valamint a lazítástól  $-6\text{ db/m}^2$ . A 2016. évben kukorica alatt a szántás minden más műveléstől eltért a többi kezeléstől átlagosan  $-5\text{ db/m}^2$  (lazítás) és  $-16\text{ db/m}^2$  (direktvetés) egyedszámmal. Az idényen belüli ingadozásokat tekintve a szántott talaj folyamatosan alacsony földigilisztaszámot eredményezett. A többi kezelés egymáshoz viszonyítva hasonló értékeket mutatott, a szántáshoz viszonyítva átlagosan  $+5\text{ db/m}^2$  volt a többlet. A legnagyobb ingadozás a gilisztaszámban a 2015. szárazabb idényben állapítható meg, amikor is a tárcsázás a sekély kultivátoros kezelés és a direktvetés mutatott jelentős eltéréseket. A

direktvetésben volt a legnagyobb idényen belüli eltérés mintegy 80 db/m<sup>2</sup> számmal. A tartamkísérlet vizsgált három idényében a szántás átlagosan mindvégig a legalacsonyabb földigilisza számot eredményezte (2014: 0,7 db/m<sup>2</sup>; 2015: 1,8 db/m<sup>2</sup>; 2016: 2 db/m<sup>2</sup>), egyáltalán nem érte el a kevésbé bolygatott kezelésekre jellemző egyedszámot, valamint bolygatatlan talajban, a direktvetésben mértet (2014: 5,3 db/m<sup>2</sup>; 2015: 18,7 db/m<sup>2</sup>; 2016: 18 db/m<sup>2</sup>) sem.

### **3.9 A termés alakulása**

A napraforgó termése 2014-ben a direktvetésben 26%-kal, míg a tárcsázásban 11%-kal maradt el a kísérleti átlagtól, amely utóbbinak volt a legnagyobb a szórása. A direktvetésnek volt a második, a sekély kultivátoros művelésnek pedig a harmadik legnagyobb a szórás. A 2015. évben az őszi búzával ugyancsak a tárcsázás és a direktvetés termése maradt a kísérleti átlag alatt 12% és 10%-kal. A legnagyobb szórást a sekélykultivátoros és a kultivátoros művelések mutatták, amely vélhetően a tábla sajátosságával is magyarázható. A harmadik idényben (kukorica, 2016) a tárcsás művelés 6%-kal a direktvetés 4,5%-kal maradt az átlag alatt a termésben. Összességében elmondható, hogy a két legkisebb talajbolygatás esetén alakult a legkevesebb termés. A legstabilabb és legjobb eredményeket három év átlagában a kultivátoros és a sekélykultivátoros alpművelésben lehetett elérni.

### **3.10 MANOVA vizsgálat eredményei**

Többszörös varianciaanalízissel vizsgáltuk (MANOVA) a növényállomány, az alpművelés és a vegetációs időszakban hullott csapadék együttes hatásait a kísérlet során mért paraméterekre négy féle variációban. A kísérleti eredmények alapján megállapítható, hogy a termés alakulására nem igazolható közös hatás a művelési kezelés, a csapadék és a termesztett növény egyik kombinációjában sem. Ugyanis a termést nem csak az évjárat (BEKE 2006), a tápanyagellátás hatása befolyásolja, valamint a csapadék mennyisége, mint ahogyan azt MÁRTON (2002) megfogalmazta, hanem a csapadék eloszlása, intenzitása és a vetett faj és fajta genetikája is. Az adatokból jól kitűnik, hogy az művelési kezelés és a

termesztett növény van a legnagyobb igazolható hatással a talaj szerkezetére, makrofaunájára, nedvesség forgalmára és lazultságára.

### **3.11 Pearson-féle korrelációs együttható-mátrix eredményei**

A 2014. évben a vizsgált paraméterek közötti összefüggések vizsgálata alapján  $r \geq |0,2|$  feletti szignifikáns összefüggés mutatható ki a porfrakció aránya, az aprómorzsa, és a termés között. Negatív összefüggés mutatható ki a különböző mélységekben mért talajjellenállás értékek között. Az aprómorzsa frakció érdemi negatív összefüggést mutatott a morzsafrakcióval, valamint a talajjellenállás értékeivel. A morzsafrakció és a földgilisztaszám között jelentős pozitív összefüggés volt kimutatható. Negatív összefüggés volt a rögfrakció és a kéregvastagság között, továbbá a havi csapadék tekintetében szerényebb negatív korreláció volt kimutatható.

A 2015. évben az őszi búza termesztése során gyűjtött adatok elemzésekor kiemelkedően sok tényező között volt igazolható szignifikáns, korreláció  $r \geq |0,3|$  szinten. A porfrakció az aprómorzsa és a termés kivételével minden vizsgált faktorról összefüggést mutatott. A legerősebb összefüggéseket pozitív irányban a 30–50 cm mélységben mért talajnedvesség és a kéregvastagság esetében mértük, továbbá negatív irányban a mérés előtti hétben esett és a havi csapadék és a morzsafrakció esetében igazoltuk. Az aprómorzsa erős, de negatív korrelációt mutatott a morzsa és a rög frakciókkal, továbbá a havi csapadékkal. Ezzel szemben a morzsafrakció pozitív összefüggést mutatott a havi csapadékkal, amint a rögfrakció is, ugyanakkor negatív összefüggés volt tapasztalható a kéregvastagsággal.

A kukorica esetében, a 2016. évi idényben mért adatok korrelációs mátrix elemzése alapján megállapítható, hogy a porfrakció aránya kiemelkedően erős pozitív összefüggést mutatott a kéregvastagsággal, és negatív összefüggést a morzsafrakció arányával. Az aprómorzsa frakció aránya szoros összefüggést mutatott a gilisztaszámmal, továbbá szoros, de negatív összefüggést a kéregvastagsággal és a rögfrakcióval, amely utóbbival a gilisztaszám ugyancsak erős negatív összefüggést mutatott.

### **3.12 Főkomponens-analízis eredményei**

Az analízis célja az általam vizsgált változók önálló csoportokba rendezése, megkönnyítve az eredmények jobb értelmezhetőségét és elősegítve az átláthatóságukat. A vizsgálat eredményeként a tizenhárom változóból négy főbb komponens tudtam elkülöníteni, amelyek az összes magyarázó erő mintegy 75,155%-át tudták megőrizni. Cél volt a talajok klímaérzékenységét befolyásoló tényezők csoportosítása a könnyebb értelmezhetőség érdekében. A vizsgálat eredményeként megállapítható, hogy ha a talaj aktuális kondícióját a lehetőségekhez mérten leegyszerűsítve akarjuk jellemezni, akkor a létrejött négy főkomponens (a talaj plaszticitása, eliszapolódása, szerkezetének leromlása, biota aktivitása) alapján következtethetünk a többi vizsgált változó állapotára és a talaj általános egészségére is. A létrehozott főbb komponensek ismeretében egyszerűbben ki tudjuk jelölni, vizsgálni vagy javítani a szükséges elemeket, a talajokon keletkező klímakárok mértékének csökkentése érdekében.

### **3.13 Humusztartalom vizsgálat eredményei**

A négy vizsgált idény átlagában a humusztartalom a mélység változásával csökkent. A humusztartalom 0–10 cm mélységben mért 3,6-3,9%-ot 30–40 cm mélységben 1,8 – 2,6%-ot ért el. A legsekélyebb csökkenő görbét a szántott talajban figyelhetjük meg, amely a talaj rendszeres 0–40 cm mély forgatásának a hatása. A legmeredekebben csökkenő egyenest a tárcsás művelésnél és direktvetés esetében figyelhetjük meg, azok csekély bolygatása miatt. Igazolódott, hogy a humusztartalom a talajban lassan vagy egyáltalán nem mozog a különböző mélységű talajrétegek között. A humusztartalom homogén eloszlási állapotát a talajban vélhetően csak jól keverő műveléssel érhetjük el.

A 2009. évi talajvizsgálat után 2011-ben minden kezelésben visszaesés volt tapasztalható a talaj humusztartalmában. A 2015. idényben a humusztartalom a legtöbb kezelésben elérte a hat évvel korábbi mintavétel által mért eredményeket. A legmagasabb értéket a kultivátoros kezelés érte el (3,3%), a legalacsonyabbat a szántás (2,95%). A tárcsás művelés (3,18%) közelítőleg hasonló eredményt mutatott a sekély kultivátoros

kezeléshez (3,19%), míg a direktvetés (3,08%) a lazításos műveléssel (3,06%) közel hasonló eredményt mutatott.

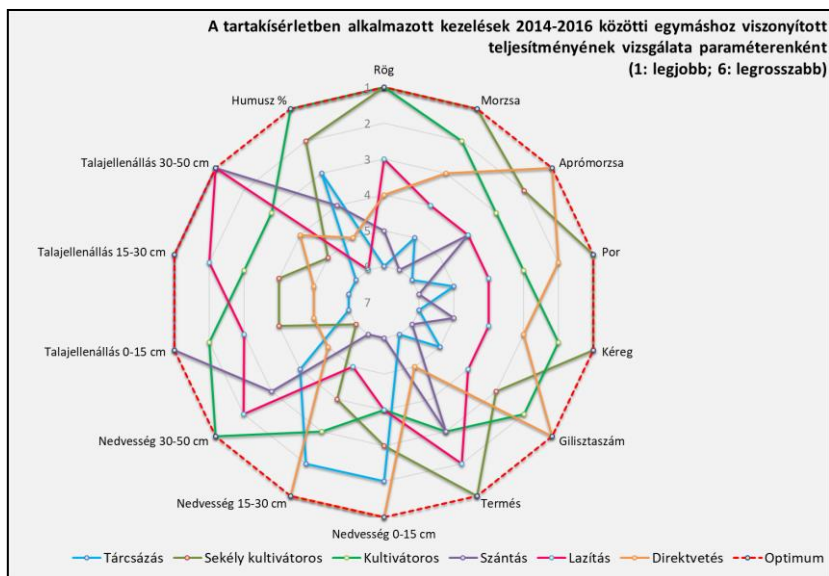
A legutóbbi 2018-ban vett talajmintavételkor további lassú növekedés volt tapasztalható a tárcsázás kivételével, ahol minimális csökkenés következett be (3,16%), tehát hasonló eredményt mértünk, mint a lazításos kezelésben (3,17%). A két kultivátoros művelés magasan kiemelkedik a kezelések közül (kultivátoros: 3,51%; sekély kultivátoros: 3,36%), a direktvetéses kezelés pedig a harmadik legjobb eredményt mutatta a 3,24% átlagos humusztartalommal. Az eredmények alapján kitűnik a mintavételek között bár ingadozó, de összességében lassan emelkedő trend, amely annak tudható be, hogy a tartamkísérletben 2002 óta minden idényben mulcshagyásos, szervesanyag kímélő művelés valósult meg.

### **3.14 Arany-féle kötöttség vizsgálatának eredményei**

A kezelések közötti az adott vizsgálati években nem alakult jelentős különbség. Az oszlopdiaagram ingadozásai a mérési időpontok között mutatnak különbséget, amelynek oka lehet a kísérleti terület talajának esetleges inhomogenitása, mintavételi hiba vagy a laboratóriumi vizsgálat bizonytalansága ( $K_A$  30-50 között +/- 2 abszolút egység) lehet. A kapott eredmények alapján a 2011. évi és a 2018. évi talajvizsgálatok során mért Arany-féle kötöttség átlagosan alacsonyabb volt, mint a 2009. és a 2014. évi, de az eredmények nem szignifikánsak.

### **3.15 Művelési teljesítményrangsor**

A teljesítmény rangsor elkészítésekor (1. ábra) a kezeléseket az összességében mutatott teljesítményük szerint rangsoroltam. Minden változónál megadtam ún. iránymutatót, amely azt határozta meg, hogy a szakirodalmi és tapasztalati ismeretek szerint az adott változó esetében a magasabb vagy az alacsonyabb érték, rangsorban betöltött hely a kedvezőbb. Az elkészült rangsor alapján nem csak az adott kezelés talajra gyakorolt összehatását és teljesítményét jelzi, hanem sorba rendezi a vizsgált művelési módokat azok klimatikus károkra való érzékenységük alapján is.



A tartakísérletben mért paraméterek teljesítményének ábrázolása a kísérlet 2014-2018. éveiben (1: legjobb érték – 6: legrosszabb érték).

A kezelések rangsora az alábbiak szerint alakult (csökkenő sorrendben):

Kultivátoros>Sekélykultivátoros>Direktvetés>Lazítás>Szántás>Tárcsázás

A három vizsgált év átlagában a vizsgált paraméterek alapján a legjobb talajállapotot a kultivátoros alpműveléssel érték el, amelyet szorosan követett a sekélykultivátoros művelés, vagyis ezek a kezelések voltak a legkevésbé érzékenyek a vizsgált időszakban a klímakárok kialakulására. A legrosszabb eredményeket és értékeket a tárcsázott és a szántott talajokban lehetett mérni, vélhetően ezek a legérzékenyebbek az extrém időjárási események által kialakuló klímakárokra. Megjegyzendő, hogy a lazításos művelés a negyedik helyet érte el az összesített rangsorban, míg a direktvetés azt megelőzve a harmadik helyre került. Az eredmények alapján megerősíthető, hogy a lazításos művelés elsősorban csapadékos időjárást követően szükséges az ülepedés megszüntetésére. Ugyanakkor nem hanyagolható el a direktvetés talajkímélő hatása a gyenge termések ellenére. A három vizsgált év átlagában termésbiztonságot és jó talajállapotot a kísérlet során vizsgált Hatvan térségi Endocalcic chernozem talajon a kultivátoros művelésekkel lehet elérni.



### 3.16 Új tudományos eredmények

1. A termesztett növény, a talajművelés és a csapadék kombinációinak vizsgálatával igazoltam a vegetációs időben hullott csapadék és a növény jótékony hatását a talaj szerkezetére, továbbá a művelés és a termesztett növény kedvező hatását a talaj nedvességére és penetrációs ellenállására.
2. A talajműveléshez szorosan kötődő tényezőket a korábbiaktól eltérően jelöltem ki. A talaj plaszticitása, eliszapolódása, szerkezetének leromlása és bióta aktivitás meghatározása a klímakár jelenségek felismerésére irányíthatja a figyelmet.
3. Szoros összefüggést mutattam ki a felszíni kérgesedés és a talaj aprómorzsa és portartalma között, igazoltam a kedvező morzsáság szerepét a kéregképződés megelőzésében, továbbá bizonyítottam a kéregvastagság befolyását a földigilisztaszámra.
4. Talajminőség tényezők elemzésének segítségével igazoltam a kultivátoros művelés időjárási jelenségeket és az évhatást toleráló szerepét, továbbá tartós kedvező hatását a termést befolyásoló fizikai és biológiai talaj jellemzőkre.
5. Bizonyítottam a talaj humusztartalmának növekedését 16 éve tartó humusz-kímélő művelések alkalmazása esetén.
6. Nem találtam összefüggést a talaj Arany-féle kötöttsége ( $K_A$ ) és a művelési kezelések között, ugyanakkor a humusztartalom növekedésnek betudhatóan kismértékű  $K_A$  csökkenést kimutattam.
7. A Hatvan térségi csernozjom talajokra klímaérzékenység rangsort alakítottam ki. A kezelések rangsora (csökkenő sorrendben): Kultivátoros > Sekélykultivátoros > Direktvetés > Lazítás > Szántás > Tárcsázás. A rangsor alapján legkevésbé érzékeny a klímakárok hatásaira a kultivátorral művelt talaj, a legérzékenyebb a szántott és a tárcsázott. A rangsor információt ad arra, mely talajművelést kell előnyben részesíteni hasonló ökológiai körülmények, változékony, szélsőséges időjárási körülmények között.

#### 4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Dolgozatom alapjául szolgáló munkámat a 2002-óta folyó Hatvan térségében beállított talajművelési tartamkísérletben végeztem 2013 és 2016 között. A vizsgált időszakban szélsőséges időjárás uralkodott. A 2014. év első felében az átlaghoz közeli csapadék hullott, ellenben a 2015. évben a sokévi átlag alatti, végül a 2016. évben összességében átlagos volt a mennyiség, azonban az év eleji többlet egész évben éreztette hatását. A dolgozat céljainak megvalósítását segítő vizsgálatok a művelési és a klíma eredetű hatások talaj reakcióinak egzakt értékelését segítették. A talajszerkezet vizsgálatok a por keletkezését bármely művelésnél igazolták, ugyanakkor azt is, hogy a keletkezett por mennyisége adott művelésre jellemző. A három idényben a kultivátorral művelt talajokban keletkezett a legkevesebb por, emellett a hazai szakirodalmi adatok (BIRKÁS et al., 2011; CSORBA et al., 2011; FÖLDES 2013) alapján újólag igazolódott a tárcsás és a szántásos művelések porosító hatása, főként a széles sorközü növények termesztésekor. Az aprómorzsa frakció eltérő arányban alakult, vagyis a tárcsázás és a szántás esetén 25-28%, a kultivátoros művelés 40%, valamint a lazítás és a direktvetés esetén 35%. A tárcsázás és a szántás a szakirodalmi adatok alapján is inkább a porfrakció nagyságát gyarapítják, ezen felül a porfrakció legkönnyebben az aprómorzsa szerkezetből képződik. A morzsáságban a kezelésekre jellemző arány alakult, kivéve a szántást, amelynél jelentős volt az ingadozás, vélhetően a felszín időjárási jelenségeknek kitettsége okán. A tárcsázott talajban minden idényben ~30% morzsa arányt mértünk, míg a kultivátoros, a lazításos és a direktvetéses kezelésekből 30-40 %-ot. A rögzösödés a direktvetésben volt a dominánsabb, amely a kiszáradt és ülepedett felszín vetéskori bolygatása révén alakult ki.

A talajfelszín erő, szemmel is látható klíma és művelési eredetű kár a kéregképződés, amely összefüggésben van a talaj aprómorzsa és por tartalmával. A tárcsázott és a szántott talajon a kéregvastagság mintegy tíz mm-rel haladta meg a kultivátorral művelt talajokét. A BOTTLIK és munkatársai (2014) alapján elkészített kéregvastagsági skálán mindhárom idényben a sekély kultivátoros, a kultivátoros, a lazításos művelések és a direktvetéses könnyen javítható, míg a tárcsázás és a szántás a kockázatos kategóriába sorolható. A biota aktivitásra a földigiliszták számából

következtettünk. A földgiliszta szám alapján szignifikáns különbség volt megállapítható a művelési kezelések között. Három év átlagában a szántott talajban volt a legkevesebb földgiliszta, átlagosan  $\leq 5 \text{ db/m}^2$ . A direktvetésben mértük a legnagyobb idényen belüli eltérést, mintegy  $80 \text{ db/m}^2$  egyedszámmal. Méréseink szerint a földgiliszta szám március-április hónapokban volt a legnagyobb, amikor a talaj élőhely kevésbé kitett a kedvezőtlen időjárási hatásoknak. A termékek elemzése alapján megállapítható, hogy az összterületi termésátlagtól a három idényben legnagyobb mértékben a tárcsázás és a direktvetés tért el. A legstabilabb és legjobb eredményeket három év átlagában a kultivátoros és a sekélykultivátoros művelés mutatta. Ez a tény a két kezelés alkalmazhatóságát erősíti meg a Hatvan térségi csernozjom talajokon. Megállapítottam továbbá, hogy a művelés módja és a vegetációs időszakban hullott csapadék minden esetben igazolható, közös hatást fejtett ki az összes vizsgált paraméterre, kivéve a rögfrakció arányát és a termést. Az alpművelés ugyan befolyásolja a rögösödést, de a hullott csapadék érdemben nem volt képes a nagyobb rögök enyhítésére. A kérgesedésre és a kéreg vastagságára hatással volt a csapadék, annak eloszlása és intenzitása, ugyanakkor a természetett növény, és az alpműveléssel kialakított állapot enyhítő vagy rontó tényezőként jelentkezett. Úgy találtuk, a termést nem csak az évhatás képes befolyásolni, hanem a csapadék eloszlása, intenzitása, a vetett faj, valamint a talaj állapota is. Az adatokból jól kivehető, hogy a művelés és a természetett növény volt a legnagyobb igazolható hatással a talaj szerkezetére, a giliszta számára, nedvesség forgalmára és lazultságára. Összefüggés volt kimutatható a giliszta szám és a talajnedvesség értékek között és negatív összefüggés a giliszta szám és a kéregvastagság között. Negatív összefüggés alakult az aprómorzsa, a rög és a havi csapadék mennyisége között. Ellenben a morzsafrakció pozitív összefüggést mutatott a havi csapadék mennyiségével. Negatív, de erős korrelációs összefüggés volt kimutatható a három mélységben mért talajjellenállás és a talajnedvesség értékek között.

A giliszta számok a nedvességgel pozitív korrelációt mutattak, míg a talajjellenállással fordított arány volt tapasztalható. A földgiliszta számokra vonatkozó eredményeinket igazolja két korábbi vizsgálat PEIGNÉ et al. (2009) és PELOSIA et al. (2016). A porfrakció aránya erős pozitív

összefüggést mutatott a kéregvastagsággal, továbbá negatív összefüggést a morzsafrakció arányával. Feltételeztük, hogy a talaj felszínén létrejövő kérgesedés a talaj aprómorzás, elporosodott szerkezete, a hullott csapadék hatására alakult ki, amely csökkentette a földgiliszta aktivitást is. Ugyanakkor kimutattuk, hogy a földgiliszta számot a hullott csapadék mennyisége és a talaj penetrációs ellenállása, vagyis együttesen a plaszticitása befolyásolja.

A talajvizsgálati eredmények alapján megállapítottuk, hogy a humusz % a mélység változásával – a várakozásnak megfelelően – csökkent. Mérsékelt csökkenést a szántott talajban figyelhettük meg, amely az alpművelés a talajrétegek forgatása miatt lehetséges. A legnagyobb változást a tárcsázásnál és direktvetésnél tapasztaltunk, azok csekély bolygatása miatt. A humusztartalom alakulásában a 2018. évi vizsgálat alapján a művelések sorrendje a következő volt (csökkenő sorrendben): Kultivátoros (3,5 %) > Sekély kultivátoros (3,36%) > Direktvetés (3,24%) > Tárcsázás (3,18%) > Lazítás (3,17%) > Szántás (3,01%).

Nem találtunk érdemi összefüggést arra, hogy a talajművelés közvetlen hatással lenne a talaj Arany-féle kötöttségére. Ugyanakkor feltételezzük, hogy a kötöttség csökkenése összefüggésben lehet a talaj humusztartalmának növekedésével.

Összességében megállapítható, hogy a vizsgált paraméterekben a legrosszabb eredmények és talajminőség értékek a tárcsázás és a szántás esetén alakultak, vagyis ezek a művelések a legérzékenyebbek a szélsőséges időjárási jelenségek révén kialakult klímakárookra. A lazítás, sajátos hatásai ellenére nélkülözhetetlen a talajállapot javításában jelen klíma körülmények között. A direktvetés csernozjom talajokon csak feltételeesen ajánlott módszer lehet, ugyanis több évre van szükség a jó termés eléréséhez. A művelési kezelések sorrendje az összesített eredmények alapján a következő (csökkenő sorrendben): Kultivátoros > Sekélykultivátoros > Direktvetés > Lazítás > Szántás > Tárcsázás.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy termésbiztonságot, jó talajállapotot és a klímakároknak mérsékelt kitétséget Hatvan térségi és hasonló tulajdonságokkal bíró csernozjom talajokon, hasonló termőhelyeken reálisan a kultivátoros művelésekkel lehet elérni.

## 5. IRODALOMJEGYZÉK

1. BEKE D. (2006): Talajtömörödés és – nedvességtartalom vizsgálat szántóföldi tartamkísérletekben. Doktori (PhD) értekezés Veszprémi Egyetem, Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok Doktori Iskola 114p.
2. BIRKÁS, M., KISIC, I., JUG, D., SMUTNY, V. (2011): Remedying water-logged soils by means of adaptable tillage. Agriculture in nature and environment protection. In: Stipesevic, B., Soric, R. (eds.) 4th Internat. Scientific/professional Conf. Proceedings and Abstracts. 1–3 June, 2011. Vukovar. Glas Slavonije d.d. Osijek. 11–22.
3. BOTTLIK L., CSORBA SZ., GYURICZA CS., KENDE Z., BIRKÁS M. (2014): Climate challenges and solutions in soil tillage. Applied Ecology and Environmental Research 12:(1) pp. 13-23.
4. CSORBA SZ., FARKAS CS., BIRKÁS M. (2011): Kétpórusú víztartóképeség-függvény a talajművelés-hatás kimutatásában. Agrokémia és Talajtan, 60: 2. 335-342.
5. DÖVÉNYI Z. (szerk.) (2010): Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 876p.
6. FÖLDESI P. (2013): Alkalmazkodó, környezetkímélő talajművelés feltételeinek megteremtése szántóföldi körülmények között. Doktori értekezés. Szent István Egyetem Növénytudományi Doktori Iskola, Gödöllő. 124p.
7. MÁRTON L. (2002): Évhatás elemzése a nyírlugosi műtrágyázási tartamkísérletben I. A csapadék és a tápanyagellátás hatása a rozs (*Secale cereale* L.) termésére. AGROKÉMIA ÉS TALAJTAN 51. 3–4.
8. PEIGNÉ, J., CANNAVACIUOLO, M., GAUTRONNEAU, Y., AVELINE, A., GITEAU, J.L., CLUZEAU D. (2009): Earthworm populations under different tillage systems in organic farming. Soil & Tillage Research 104. 207–214pp.

9. PELOSIA, C., PEYA, B., CAROA, G., CLUZEAUD, D., PEIGNÉE, J., BERTRANDG, M., HEDDEA, M. (2016): Dynamics of earthworm taxonomic and functional diversity in ploughed and no-tilled cropping systems. *Soil & Tillage Research* 156. 25–32pp.
10. STEFANOVITS P. (1992) Agronómiai szerkezet. In: *Talajtan*. Mezőgazda Kiadó. Budapest. pp.121–123.

## 6. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN ÍRT TUDOMÁNYOS PUBLIKÁCIÓK

### 6.1 Idegen nyelvű lektorált tudományos közlemények

Birkás M., Jug D., **Kende Z.**, Kiscic I., Szemők A. (2018): Soil tillage response to the climate threats – Reevaluation of the classic theories. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 83:(1) pp. 1-9.

**Kende Z.**, Sallai A., Kassai K., Mikó P., Percze A., Birkás M. (2017): The effects of tillage induced soil disturbance on weed infestation of winter wheat. *Pol. J. Environ. Stud.* Vol. 26. No. 3. pp. 1-8. [IF 2017: 1,12]

Birkás M., Kiscic I., Mesic M., Jug D., **Kende Z.** (2015): Climate induced soil deterioration and methods for mitigation. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 80:(1) pp. 17-24.

### 6.2 Angol nyelvű, hazai kiadású lektorált tudományos közlemények

Birkás M., Dekamati I., **Kende Z.**, Pósa B. (2017): Review of soil tillage history and new challenges in Hungary. *Hungarian Geographical Bulletin* 66 (1) pp. 55-64.

Bottlik L., Csorba Sz., Gyuricza Cs., **Kende Z.**, Birkás M. (2014): Climate challenges and solutions in soil tillage. *Applied Ecology And Environmental Research* 12:(1) pp. 13-23. (2014) [IF 2014: 0,456]

### 6.3 Egyéb tudományos művek

#### 6.3.1 *Tudományos könyvfejezet*

Fehér I., Lehota J., Lakner Z., **Kende Z.**, Bálint Cs., Vinogradov Sz., Fieldsend, A. (2016): Kazakhstan's production potential. In: Gomez y Paloma, S., Mary, S., Langrell, S., Ciaian, P. (Eds.) (2016): *The Eurasian Wheat Belt and Food Security - Global and Regional Aspects*. Springer International Publishing Switzerland. 366p.

### 6.3.2 Idegen nyelvű konferencia kiadványok

**Kende Z.**, Birkás M. (2018): Testing the applicability of biodegradable superabsorbent polymers for crop production. In: Kende Z (ed.) 17th Alps Adria Workshop. 9-14 April, 2018, Hnanice, Czech Rep. Abstract book. Szent István Egyetem Kiadó, Gödöllő, pp.106-107.

Birkás M., Jug D., **Kende Z.**, Kisić I., Szemők A. (2017): Soil tillage responses to the climate threats – Revaluation of the classic theories. In: Jug I., Durđević B., Brozović B (eds.), Book of Abstracts 3rd International Scientific Conference Sustainability challenges in agroecosystems. 19-21 June, 2017, Osijek, Croatia, pp.52-54.

Birkás M., Dekemati I., **Kende Z.**, Kisić I., Pósa B. (2017): Results of the soil quality preservation in the extreme season. Proceedings and Abstracts, 10th International Scientific/Professional Conference Agriculture in the Nature and Environment Protection. Osijek: Glas Slavonije, 2017. pp. 10-19.

Dekemati I., Radics Z., **Kende Z.**, Bogunović I., Birkás M. (2017): Responses of maize (*Zea mays* L.) roots to soil condition in an extreme growing season. Columella: Journal of Agricultural and Environmental Sciences 4:(1) suppl. pp. 27-30

Dekemati I., Radics Z., **Kende Z.**, Birkás M. (2016): Soil state assessment in Croatia and Hungary – Similarities and differences. In: *Növénytermelés* 65:(Suppl.) pp. 139-142. (2016)15th Alps-Adria Scientific Workshop. Mali Lošinj, Horvátország: 2016.04.25 -04.30.

**Kende Z.**, Bakti B., Dekemati I., Róth J., Pósa B. (2015): Soil tillage and Security of food supply. In: *Növénytermelés* 64:(Suppl.) Proceedings of the 14th Alps-Adria Scientific Workshop. Neum, Bosznia-Hercegovina: 2015.05.11 -2015.05.16, pp. 63-66.

Birkás M., Dekemati I., **Kende Z.**, Kisić I. (2015): Excess water phenomena – long-lasting remediation In: Baban M., Rasić S. (Eds) 8th International Scientific/professional Conf., Agriculture in nature and environment protection. Vukovar, Horvátország, 2015.06.01-06.03. Osijek, Glas Slavonije, pp. 34-44.



Birkás M, Kisic I, Jug D, Schmidt R, **Kende Z.** (2014): Climate phenomena of the first half of year 2013 In: Baban M, Durdevic B (szerk.) (2014): 7th International Scientific/professional Conf., Agriculture in nature and environment protection. 308 p. Konferencia helye, ideje: Vukovar, Horvátország, 2014.05.28-05.30. Osijek: Glas Slavonije, pp. 14-25.

**Kende Z.**, Pósa B., Bakti B., Dezsény Z. (2014): Importance of stubble residues in extreme climate impact. In: Fekete Á. (Eds) (2014): Növénytermelés 63:(Suppl.) Proceedings of the 13th Alps-Adria Scientific Workshop. Konferencia helye, ideje: Villach, Ausztria, 2014.04.28-05.03.pp. 185-188.

### ***6.3.3 Magyar nyelvű konferencia kiadványok***

Birkás M., Dekemati I., **Kende Z.**, Pósa B., Szemők A. (2017): Talajművelési kihívások a 21. század 2. évtizedében. In: A talajok gyógyítója: Blaskó Lajos 70 éves: Talajművelési kihívások a 21. század 2. évtizedében. Debreceni Egyetem. Mezőgazdaság, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, 2017. pp. 81-91

Birkás M., **Kende Z.**, Pósa B. (2015): A környezetkímélő talajművelés szerepe a klímakár-enyhítésben. In: Madarász Balázs (szerk.) (2015): Környezetkímélő talajművelési rendszerek Magyarországon: elmélet és gyakorlat. Budapest, 2014.10.27 Budapest: MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, p. 32–40.

### ***6.3.4 Konferencia absztrakt***

Birkás M., Dekemati I., **Kende Z.**, Pósa B. (2016): New challenges in soil tillage – Endeavours and results in Hungary In: Madarász B, Tóth A (Eds.) International Conference on Conservation Agriculture and Sustainable Land Use. Book of Abstracts, Budapest, 2016.05.31-06.02, MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, 2016.

Bottlik L., Csorba Sz., Gyuricza Cs., **Kende Z.**, Birkás M. (2013): Climate challenges and solutions in soil tillage (Klímakihívások és talajművelési megoldások). "VIII. Kárpát-medencei Biológiai Szimpózium – I. Fenntartható fejlődés a Kárpát-medencében" nemzetközi konferencia. Book of Abstracts (eds. Szabó G; Zimmermann Z.), pp. 26-27.