



DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**TALAJ SZÉN-DIOXID EMISSZIÓJÁNAK MÉRÉSE ELTÉRŐ
TALAJHASZNÁLATI RENDSZEREK BEN**

TÓTH ESZTER

Budapesti Corvinus Egyetem
Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszék

Budapest

2011

A doktori iskola

megnevezése: Kertészettudományi Doktori Iskola

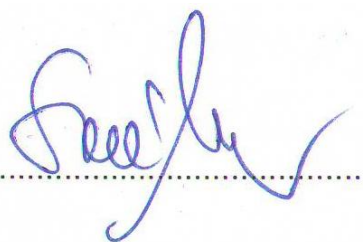
tudományága: Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok

vezetője: Dr. Tóth Magdolna
egyetemi tanár, DSc
Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Gyümölcsstermő Növények Tanszék

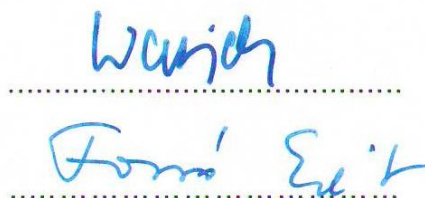
Témavezető: Dr. Forró Edit
egyetemi docens, CSs
Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar
Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszék

Dr. Németh Tamás
MTA főtitkár, DSc
Magyar Tudományos Akadémia

A jelölt a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, azért az értekezés nyilvános vitára bocsátható.



Az iskolavezető
jóváhagyása



A témavezetők jóváhagyása

1. A munka előzményei, kitűzött célok

A légköri szén-dioxid tartalom az iparosodás után növekedésnek indult, és az akkori 280 ppm értékről mára 370 ppm-re emelkedett, ami több mint 30 %-os növekedést jelent. A klimatológiai kutatások szerint az üvegházhatás miatt a légkör szén-dioxid koncentrációjának növekedése hozzájárul a globális felmelegedéshez. Napjainkban a különböző forrásokból származó CO₂ kibocsátás évente összességében kb. 1 %-kal nő, ami a légköri CO₂ koncentráció további emelkedését eredményezi. A mezőgazdaság CO₂ kibocsátása elsősorban az erdőirtásokból és a mezőgazdasági munkákhoz használt gépek üzemanyag felhasználásából tevődik össze. Nem elhanyagolható azonban a talajból a légkörbe jutó CO₂ mennyisége sem. A megfelelően kiválasztott talajművelési mód alkalmazása mindazon túl, hogy számos talajfizikai tényezőre van kedvező hatással – így például javítja a talajok vízgazdálkodási tulajdonságait – csökkentheti a talajlégzést is. Ezáltal megőrizhető a talajok szerves anyag tartalma és egyúttal csökkenthető a légkörbe jutó CO₂ mennyisége is.

A témával foglalkozó szakirodalomban fellelhető, a talaj CO₂ kibocsátása és a talajművelés közötti kapcsolat feltárására irányuló kísérletek eredményei ellentmondásosak. A legtöbb talajműveléssel foglalkozó szakirodalom a talajművelésnek a rövidtávú hatását vizsgálja, és nem veszi figyelembe azt, hogy a talajművelés után mikor áll be a művelés hatását tükröző kvázi-egyensúlyi állapot. Kevés szakirodalmi adat található arra vonatkozóan, hogy az egyes talajművelési rendszerek milyen változást eredményeznek a talaj CO₂ kibocsátásában a talajművelés közvetlen – néhány napos - hatását követő időszakban. Az egyes talajművelési rendszerek talajlégzésre való hatásának értékelését nehezíti az egységesített, standard mérési módszerek hiánya, és az, hogy a helyi sajátosságok (talajtípus, klimatikus viszonyok, a vizsgálati időszakra jellemző időjárási tényezők, termesztett növény, helyi termesztési gyakorlat stb.) jelentősen meghatározzák a vizsgált folyamatokat.

Munkám során célom az volt, hogy egységes elv szerint kidolgozott laboratóriumi kísérletekben és terepi mérésekkel tanulmányozzam és értelmezzem eltérő talajművelési rendszerek hosszú távú hatását a talaj CO₂ kibocsátására. Kiinduló feltevésem, hogy a bolygatással járó, hagyományos talajművelési módok, bár rövidtávon a talaj CO₂ kibocsátását növelik, hosszú távon megváltoztatják a talaj szerkezetét és ezzel párhuzamosan a talaj szerkezetével összefüggő talajtulajdonságokat is. A bolygatás hosszú távú hatásaként a talaj mikrobiológiai aktivitása csökken és ezzel párhuzamosan a CO₂ emisszió alacsonyabb lesz.

Munkám során egy mezőgazdasági és egy kertészeti kultúrában vizsgáltam a talajművelés hatását a talaj CO₂ kibocsátásának alakulására. Terepi és laboratóriumi körülmények között próbáltam a különböző talajtulajdonságok - elsősorban a talaj nedvességtartalma - és a talajlégzés összefüggéseit meghatározni és a talajtulajdonságokra is ható talajművelési módokat ennek a tükrében értékelni. Céлом volt továbbá egy olyan laboratóriumi módszertan kidolgozása, mely során a talajlégzést leginkább befolyásoló talajfizikai tulajdonságok – így a talaj nedvességtartalma, a talajhőmérséklet és a talajszerkezet - állandóak, így a talaj CO₂ emissziójára gyakorolt hatásuk pontosan meghatározható.

Kutatásom során az alábbi feladatok elvégzését tűztem ki célul:

1. A talaj CO₂ emissziójának vizsgálata eltérő talajhasználati rendszerekben terepi és laboratóriumi módszerekkel. A különböző mértékű talajbolygatás talajlégzésre gyakorolt hatásának kimutatása és értelmezése.
2. Laboratóriumi módszer fejlesztése a talaj CO₂ emissziójának és egyéb paraméterekkel való összefüggésének minél pontosabb meghatározása céljából.
3. A talajlégzés és az azt meghatározó tényezők (talajnedvesség-tartalom, talaj vízpotenciál, mikrobiológiai aktivitás, térfogattömeg stb.) közötti összefüggések vizsgálatát a eltérő mértékben bolygatott talajokon.
4. Javaslatok kidolgozása és megfogalmazása a talaj CO₂ emisszió mérésének módszertani fejlesztésére, valamint a talajlégzés és az egyéb talajparaméterek közötti összefüggések pontosabb kimutatására vonatkozóan.

2. Anyag és módszer

A talaj CO₂ kibocsátásának irányuló vizsgálataimat terepen és laboratóriumi körülmények között végeztem el. A terepi méréseket a Szent István Egyetem Hatvan melletti józsefmajori tangazdaságában illetve egy váci barackültetvényben folytattam, a laboratóriumi kísérletekhez ezekről a mintaterületekről származó talajokat használtam. A kísérletekhez kiválasztott kezelések a talajbolygatás különböző mértékét reprezentálták. A józsefmajori kísérletből a direktvetést (DV), mint bolygatás nélküli művelést, a szántást (SZ:26-30cm), mint leghagyományosabb, közép mély művelést és a mélylazítással egybekötött tárcsázást (T+L:40-45cm) vizsgáltam, mely a talaj legintenzívebb bolygatását eredményezi az alkalmazott művelési módok közül. A váci barackültetvényben az ültetvény két különbözően művelt – egy

gyepel fedett (Gy) és a vegetációs időszakban 2-3 hetente rendszeresen tárcsázott (T:12-16cm) – sorát választottam a kísérletekhez.

A munkám során végzett méréseket az alábbiak szerint foglalom össze:

2.1 Laboratóriumi mérések

A laboratóriumi *CO₂ emisszió mérések*hez a talaj felső 10cm-éből származó, kb. 800 cm³ térfogatú, bolygatatlan szerkezetű mintákat használtam. A méréseket klímaszobában kontrollált körülmények között végeztem el. A talajminták feletti lezárt légtérből levegőmintákat vettem gáztömör fecskendővel (Supelco) és vákuumozott fiolákba (Exetainer tube, Labco Ltd, UK) tettem át. A minták CO₂ tartalmát laboratóriumban gázkromatográfval (FISONS 8000) határoztam meg. A talaj szén-dioxid kibocsátását az inkubálás során vett levegőmintákból számolt CO₂ koncentrációban bekövetkezett változás alapján számoltam ki.

A CO₂ emisszió mérések mellett a *talajfizikai paraméterek* közül minden mérési időpontra meghatároztam az emisszió méréshez használt minták térfogattömegét és térfogatszázalékos nedvességtartalmát szárítószekrényben történő 105°C-os szárítás után. A terepi CO₂ mérésekkel párhuzamosan vett talajmintákból szintén laboratóriumban határoztam meg a nedvességtartalmat.

Vizsgálataimat az alábbi *talajkémiai paraméterek* mérésével egészítettem ki: legfontosabb makrotápelemek (N, P, K), a talaj pH értéke, humusztartalma, szerves szén tartalma. A vízoldható szerves szén és vízoldható nitrogéntartalmat (WEOC, WEN) TOC/TN automata analizátorral határoztuk meg.

A *talajbiológiai jellemzők* közül meghatározásra került a talaj mikrobiális C-és N tartalma (fumigációs extrakciós eljárással), illetve a szubsztrát indukált respiráció (CO₂ képződés alapján gázkromatográfval).

2.2 Terepi mérések

A terepen elvégzett *CO₂ emisszió mérések* menete a laboratóriumi mérések menetével megegyező módon történt (mintavétel, minták CO₂ koncentrációjának meghatározása). Az emisszió mérésekkel párhuzamosan hordozható talajhőmérővel (DTM light) in situ határoztam meg a *talajhőmérséklet* értékeket.

3. Eredmények

3.1 Új laboratóriumi módszer kidolgozása

A laboratóriumi emisszió mérések során módszertani fejlesztést hajtottam végre, melynek eredményeként egy olyan mérési módszer került kidolgozásra, amely segítségével a talaj CO₂ kibocsátása és a talaj térfogatszázalékos nedvességtartalma, szerkezete és vízpotenciál értékei közötti összefüggések tanulmányozhatók.

A módszerfejlesztés első szakaszában bizonyítottam, hogy a talaj CO₂ emissziójának méréséhez laboratóriumi körülmények között megfelelőbb a bolygatatlan szerkezetű minták használata. Ehhez hasonló paraméterekkel rendelkező (térfogat, térfogattömeg) bolygatott és bolygatatlan szerkezetű talajminták emisszióját hasonlítottam össze 5 mérési napon, a vizsgált 5 kezelés közül a két legkevésbé bolygatott kezelésből (DV, Gy) származó talajmintákon. A két kezelésből származó mintákon végzett CO₂ emisszió mérések eredményei megegyező módon alakultak. Eredményeim alapján elmondható, hogy az első mérési napon a bolygatott, a többi négy mérési napon a bolygatatlan minták CO₂ emissziója volt magasabb. A bolygatott és bolygatatlan szerkezetű minták naponkénti CO₂ emisszió értékei közti különbség csak egy-egy mérési napon volt szignifikáns, ám a különbség minden mérési napon megegyező tendencia szerint alakult. A teljes adatállományt tekintve a bolygatott és bolygatatlan szerkezetű minták CO₂ emissziója között 10% szignifikancia szinten statisztikai különbség volt kimutatható. Az első és a többi mérési napok eredményei közötti látszólagos ellentéteket a minták előkészítésével lehet magyarázni.

Három órán át tartó inkubáció során vizsgáltam a talajminták feletti légtér CO₂ koncentrációjának alakulását annak céljából, hogy az optimális inkubációs idő hosszúságát meghatározzam. A különböző hosszúságú inkubációs időtartam alatt a minták CO₂ kibocsátása csupán egy mérési napon különbözött egymástól szignifikánsan ($p < 0,001$), bár az inkubáció időtartalmának növekedésével párhuzamosan azért kismértékű, szignifikánsnak nem tekinthető csökkenést tapasztaltam. Emiatt az optimális inkubációs időt fél órában határoztam meg.

Az újonnan kidolgozott módszer jelentősége, hogy segítségével a talaj CO₂ kibocsátását bolygatatlan szerkezetű talajmintákból kontrollált körülmények között lehet mérni és a mért emisszió értékeket a talaj vízpotenciáljának függvényében lehet értelmezni. A szakirodalomban fellelhető tanulmányok laboratóriumi körülmények között szinte kivétel nélkül bolygatott szerkezetű mintákon mérik a talajok CO₂ kibocsátását. A talaj vízpotenciálja és CO₂ kibocsátása közötti összefüggés meghatározása azonban nagyobb fizikai

megalapozottsággal bír, mint a talajnedvesség-tartalom és a talajlégzés közti összefüggés keresése. Ennek oka az, hogy eltérő mechanikai összetételű, de azonos nedvességtartalmú talajok esetében a víz teljesen más kötöttségi formában (más vízpotenciállal) van jelen a talajban, emiatt egészen más mikrobiális közösségek vesznek részt a talajlégzés alakításában. Ezért az azonos nedvességtartalommal, de eltérő textúrával jellemezhető talajok CO₂ emissziója nem hasonlítható össze. Az azonos vízpotenciál-értékkel rendelkező talajok emissziójának összevetése sokkal informatívabb, hiszen egy olyan talajállapotnak megfelelő mikrobiális közösség aktivitásáról nyújt információt, ami a két talajban a víz azonos kötöttségi formája mellett aktív

3.2 Talajművelés hatása a talajjellemzők alakulására.

A talaj CO₂ kibocsátása mellett a legfontosabb talajfizikai, talajkémi és talajbiológiai paraméterek is meghatározásra kerültek. A bemutatott táblázat az összes elvégzett mérés eredményeit és a vizsgált talajtani paraméterek kísérletenkénti statisztikai összehasonlítását mutatja be. A legtöbb talajkémi paraméter, illetve a talaj biológiai aktivitásával összefüggő paraméterek mind a két kísérletben a kevésbé bolygatott (józsefmajori „DV” és váci „Gy”) kezelésekben voltak a legmagasabbak, az értékek összehasonlítása során statisztikailag is kimutatható különbségek adódtak.

Vizsgált paraméterek	Józsefmajor			Vác	
	Sz	Dv	T+L	Gy	T
N (mg/kg)	1947 a	2384 a	2217 a	1805 a	1298 b
P ₂ O ₅ (mg/kg)	202 a	293 a	220 a	337 a	382 a
K ₂ O (mg/kg)	169 a	272 b	230 ab	387 a	244 b
pH (H ₂ O)	6,1 a	5,7 b	5,7 b	7,8 a	7,7 a
szerves szén (%)	1,9 a	2,4 b	2,1 a	1,3 a	1,0 a
humusz (%)	3,1 a	4,2 b	3,5 b	2,3 a	1,7 a
WEOC (µg C/g talaj)	19,7 a	29,7 b	17,1 a	32,4 a	14,9 b
WEN (µg N/g talaj)	24,2 a	91,9 b	51,1 a	148,0 a	45,5 b
mikrobiális biomasza C tartalom (µg C/g talaj)	19,5 a	81,9 b	56,7 ab	234,5 a	52,0 b
mikrobiális biomasza N tartalom (µg N/g talaj)	3,8 a	7,1 b	3,5 a	50,0 a	9,1 b
SIR (µg C/g talaj/h)	4,6 a	9,8 b	8,1 b	21,7 a	4,6 b
Telítettségi víztartalom [v%]	51,7 a	50,3 a	49,7 a	41,9 a	41,6 a
Szabadföldi vízkapacitás [v%]	32,9 a	33,9 a	34,4 a	34,5 a	32,4 b
Hervadáspon t [v%]	16,8 a	15,9 a	17,1 a	13,1 a	12,7 a

3.3 Talajművelés hatása a talaj CO₂ kibocsátásának alakulására

3.3.1 A talajművelés hatása a talaj CO₂ kibocsátásának alakulása a józsefmajori kísérletben

A józsefmajori kísérletből származó talajmintákon végzett 3 laboratóriumi kísérlet és két év vegetációs periódusában végzett terepi mérések alapján eredményeimet az alábbiak szerint összegzem:

A vizsgált három kezelésben (Sz, DV, T+L) a talaj CO₂ kibocsátása mind a laboratóriumi, mind a terepi mérések során a szántás kezelésben volt a legalacsonyabb szinte az összes mérési napon. Az itt mért CO₂ kibocsátás értékek statisztikailag is különböztek a „DV” és „T+L” kezelésben mért értékektől. A „DV” és „T+L” kezelésben mért értékek között a legtöbb mérési napon statisztikai különbség nem volt kimutatható, de összességében elmondható, hogy a CO₂ emisszió értékek a mérési napok többségén a „DV” kezelésben volt magasabb. Az eredmények összhangban állnak a mért talajkémiai és talajbiológiai paraméterek alakulásával.

3.3.2 A talajművelés hatása a talaj CO₂ kibocsátásának alakulása a váci kísérletben

A váci kísérletből származó talajmintákon végzett két laboratóriumi kísérlet és két év vegetációs periódusában végzett terepi mérések alapján a józsefmajori kísérletben kapott eredményekhez hasonló eredményeket kaptam. Ez alapján elmondható, hogy a barackültetvény bolygatatlan („Gy”) sorában mért CO₂ kibocsátás értékek mind laboratóriumi, mind a terepi mérések során magasabbak voltak a rendszeresen tárcsázott sorban mért emisszió értékekhez képest. A két különbözően művelt sorban mért emisszió értékek között a különbség szinte minden mérési napon statisztikailag is szignifikáns volt. A talaj CO₂ kibocsátásának alakulása a váci kísérletben is összhangban áll a talajkémiai és a talajbiológiai paraméterek alakulásával.

3.4 Talaj nedvességtartalma és CO₂ kibocsátása közötti kapcsolat

A talaj nedvességtartalma és CO₂ kibocsátása közötti összefüggés vizsgálatakor megállapítottam, hogy a vizsgált két paraméter között laboratórium körülmények között szorosabb összefüggés mutatható ki, mint a terepi mérések során. A terepi méréseknél a

szerkezetet is befolyásoló időjárási események (mint pl. a tavaszi olvadás) csakúgy, mint a CO₂ emisszió nagymértékű növekedését okozó talajművelés az összefüggés szorosságát jelentősen rontja. A laboratóriumi kísérletek során a talajszerkezetre is ható előkészítési műveletek (minták megszedése, laboratóriumba szállítása), illetve a minták belocsolása szintén a talaj nedvességtartalma és a CO₂ kibocsátása közötti kapcsolat szorosságát csökkentti. A laboratóriumi kísérleti eredmények alapján elmondható, hogy kísérletenként a kevésbé bolygatott („Gy” és „DV”) kezelésekből származó mintáknál volt a legszorosabb az összefüggés a talaj nedvességtartalma és CO₂ kibocsátása között. A bolygatottabb kezelésekből származó mintáknál az összefüggés szorosságát jelző determinisztikus együttható értéke (R²) alacsonyabb volt. A vizsgált talajnedvesség tartományokban a talaj nedvességtartalmának növekedésével a talaj CO₂ kibocsátása a telítettségi nedvességtartalom eléréséig nőtt, ennek elérése után az emisszió értékekben kismértékű csökkenés volt megfigyelhető. Szorosabb volt az összefüggés a talaj nedvességtartalma és CO₂ kibocsátása között az őszi szedésű talajmintákkal beállított kísérlet esetén a tavaszi szedésű talajmintákkal beállított kísérlettel összehasonlítva. A talaj CO₂ kibocsátása szorosabb összefüggést mutatott a talaj vízpotenciál értékekkel, mint a talaj nedvességtartalmával, mely az új laboratóriumi módszer jelentőségét támasztja alá.

4. Következtetések és javaslatok

Következtetések

1. A bolygatott és bolygatatlan szerkezetű talajminták emissziójának összevetése során megállapítottam, hogy a laboratóriumban végzett, a talaj CO₂ kibocsátására irányuló kísérleteknél célszerű a bolygatatlan talajszerkezetű minták használata. Így elkerülhetőek a talaj bolygatásával járó kísérlet beállítások során a talajt oxigén dús állapotba juttató előkészületi műveletek. Mindezen túl a minták eredeti szerkezetének meghagyásával megőrződnek olyan szerkezetfüggő talajtulajdonságok, mint pl. a póruseloszlás, a térfogattömeg, a mikrobiális közösség szerkezete, a mikrobiális aktivitás vagy a párolgás mértéke, melyek közvetlen befolyással vannak a talajlégzésre.
2. A 3 órán át tartó inkubáció során kontrollmérésekkel ellenőrizem a talajminták feletti légtérben a CO₂ koncentráció változását, és az esetleges telítődést, majd az eredmények értékelése után arra a következtetésre jutottam, hogy a laboratóriumi mérések során a fél órás inkubációs idő mind a kivitelezés, mind a mérési pontosság szempontjából ideálisnak tekinthető.

3. A módszertani fejlesztés második szakaszának értékelése után arra a következtetésre jutottam, hogy a különböző kezelésekből származó minták azonos mennyiségű vízzel történő belocsolása - a minták eltérő kiindulási nedvességtartalma miatt – megnehezíti a kapott eredmények értékelését.
4. A laboratórium kísérletek beállítása utáni első mérési napok eredményei alapján elmondható, hogy a mintavétel, a minták laboratóriumba szállítása, és a kísérlet beállításával kapcsolatos előkészületi műveletek (minták lemérése, minták belocsolása) az első mérési nap eredményeit jelentősen befolyásolják, így e mérési napokat az eredmények értékelésénél külön kell kezelni.
5. A talajkémiai és talajbiológiai adatok értékelése során arra a következtetésre jutottam, hogy az egyes kezelések CO₂ kibocsátásának alakulása nagymértékben összefügg a talajkémiai és talajbiológiai paraméterek alakulásával.
6. Elmondható, hogy a nagyobb bolygatással járó talajművelési eljárások során közvetlenül a talajbolygatás után a talaj CO₂ kibocsátása megnő. A kisebb bolygatással járó talajművelési módok hosszú távon a talaj szerves anyag tartalmára, a főbb makrotápelemekre, a mikrobiális közösség nagyságára és aktivitására kedvezően hatnak, ami magasabb CO₂ kibocsátással párosul.

Javaslatok

1. Javasolt egy olyan berendezés kialakítása, ahol nagy térfogatú mintákon tudjuk a vízpotenciál értékeket beállítani, és a talaj CO₂ kibocsátását vizsgálni.
2. Javasolom a CO₂ kibocsátás hőmérséklet-függésének, illetve a talaj hőmérséklet - és nedvességtartalom-függésének együttes vizsgálatát elvégezni.
3. Javasolom egy nagyobb nedvesség spektrumot felölelő vizsgálat elvégzését, ahol a CO₂ emisszió és a nedvességtartalom már negatívan korrelál.
4. A teljes vegetációs időszakban végzett, gyakoribb terepi mérésekkel – közvetlenül a talajművelési eljárások után akár 2-3 napig is tartó kampányszerű mérésekkel - a talajművelés rövidtávú és hosszútávú hatását még élesebben el lehetne különíteni.
5. A CO₂ emisszió és az egyéb talajtényezők közötti összefüggés vizsgálatának egzaktta tétele érdekében javasolom a talajszerkezetet nagymértékben és hirtelen átalakító esemény (talajművelés, fagyás-olvadás, stb.) után eltelt idő figyelembe vételét.
6. A talaj CO₂ emissziójának vizsgálata során javasolom, hogy a talaj mikrobiológiai jellemzőinek vizsgálatát minden esetben, lehetőség esetén akár minden mérési napon

végezzük el, hogy a mikrobiológiai jellemzők és a CO₂ kibocsátás közötti összefüggéseket még alaposabban feltárhassuk.

5. Új tudományos eredmények

1. Új, a talaj CO₂ emissziójának kontrollált körülmények között történő meghatározására szolgáló laboratóriumi módszert fejlesztettem ki és teszteltem.
2. Kontrollált körülmények között, laboratóriumi kísérletekkel igazoltam a nagyméretű bolygatatlan talajminták használatának szükségességét a talaj CO₂ emisszió meghatározásában. Rámutattam arra, hogy a laboratóriumi CO₂ emisszió mérések során a bolygatott szerkezetű minták használata hibalehetőséget hordoz magában.
3. Igazoltam a talajlégzés-értékek eltéréseit a talajbolygatást követő néhány napon, illetve a későbbi időszakban végzett mérések között. Ennek értelmében az erősen és a kevésbé bolygatott talajokon kimutattam a bolygatás rövid távú és hosszabb távú hatását.
4. Megállapítottam, hogy a CO₂ emisszió és az egyéb talajtényezők közötti összefüggés vizsgálatának egzaktta tétele érdekében során figyelembe kell venni, hogy mennyi idő telt el az utolsó, a talajszerkezetet nagymértékben és hirtelen átalakító esemény (talajművelés, fagyás-olvadás, stb.) után.
5. Bizonyítottam a bolygatatlan vagy kvázi-bolygatatlan talajokban az emisszió és az egyéb paraméterek (talajnedvesség-tartalom, vízpotenciál, térfogattömeg stb.) közötti kapcsolat szorosságát.

6. Publikációs lista

A szerzőnek az értekezés témaköréhez kapcsolódó publikációi

Folyóiratcikk:

- Tóth E, Farkas Cs. A sorközművelés hatása a talaj szén-dioxid emissziójára barackültetvényben. *„Klíma-21” Füzetek* 2010; 62:29-38.
- Tóth E, Farkas Cs, Koós S, Németh T. A művelés hatása a talaj szén-dioxid kibocsátására. I. Laboratóriumi módszertan tesztelése bolygatatlan talajoszlopokon. *Agrokémia és Talajtan* 2009; 58: 215-226.
- Tóth E, Koós S, Farkas Cs. A talaj szén-dioxid emissziója és nedvességtartalma közötti kapcsolat vizsgálata talajművelési tartamkísérletben. *Talajvédelem* különszám, 2008. 175-187
- Tóth E, Farkas Cs. Effect of inter-row cultivation on soil carbon dioxide emission. *Agrokémia és Talajtan* 2010; 157-164.

Tóth E, Dragon D, Farkas Cs. Soil management systems influencing soil carbon dioxide emission in a peach plantation. *Növénytermelés* 2010; 59: 141-144.

Tóth E, Koós S, Farkas Cs. Soil carbon dioxide efflux determined from large undisturbed soil cores collected in different soil management systems. *Biologia* 2009; 64(3):643-647. **IF:0,617**

Tóth E, Koós S. Carbon dioxide emission measurements in a tillage experiment on chernozem soil. **Cereal Research Communications** 2006; 34(1): 331-334. **IF: 1.19**

Tóth E, Koós S, Farkas Cs, Németh T. Carbon-dioxide emission from Calcareous Chernozem soil. **Cereal Research Communications** 2005; 33:129-132. **IF: 0.32**

Könyvfejezet:

Tóth, E., Barcza, Z., Birkás, M., Gelybó, Gy., Zsembeli, J., Bottlik, L., Davis, K. J., Haszpra, L., Kern, A., Kljun, N., Koós, S., Kovács, Gy., Stingli, A., Farkas, Cs.: *Measurements and estimations of biosphere-atmosphere exchange of greenhouse gases - Arable lands*, In: Haszpra L (ed.): Atmospheric Greenhouse Gases: The Hungarian Perspective Springer, pp: 167-197, ISBN: 978-90-481-9949-5, 2010

Farkas, Cs., Alberti, G., Balogh, J., Barcza, Z., Birkás, M., Czóbel, Sz., Davis, K. J., Führer, E., Gelybó, Gy., Grosz, B., Kljun, N., Koós, S., Machon, A., Marjanovic, H., Nagy Z., Peresotti, A., Pintér, K., Tóth, E., Horváth, L: *Measurements and estimations of biosphere-atmosphere exchange of greenhouse gases - Methodologies*, In: Haszpra L (ed.): Atmospheric Greenhouse Gases: The Hungarian Perspective Springer, pp:65-90 ISBN: 978-90-481-9949-5, 2010

Idegen nyelvű konferenciaanyag:

Tóth E, Koós S. Experiences of greenhouse gas emission measurements. Innovation and Utility in the Visegrad Fours. International Scientific Conference, 13–15. October, 2005, Nyíregyháza, Hungary. László Simon (ed.). Proceeding of the International Scientific Conference. Innovation and utility in the Visegrad Fours. Vol.1. Environmental Management and Environmental Protection, Continent-Ph Ltd. Nyíregyháza, 2005. p. 295–298.

Koós S, Tóth E. Carbon–dioxide emission measurements in long term fertilization experiment. 13th International Poster Day. Transport of water, chemicals and energy in the soil-plat-atmosphere system, 10. November, 2005, Bratislava, Slovakia. Proceeding of the 13th International Poster Day, Slovak Academy of Sciences, Institute of Hydrology and Geophysical Institute, CD-ROM, Bratislava, 2005. p. 288–294.

Tóth E, Koós S. Carbon–dioxide emission measurements in long term experiments. Monitoring space-time dynamics of soil chemical properties to improve soil management and environmental quality, 8-9. December, 2005, Ghent, Belgium. L. Cockx, M. Van Meirvenne, T. Tóth, G. Hofman, T. Németh (ed). Proceedings of a workshop organized in the frame of the bilateral scientific and technological cooperation between Flanders and Hungary, Ghent, 2005. p. 88–93.