

## OTKA PD 100575 záró beszámoló

### Az elvégzett munka:

Munkánk során több éven keresztül mértük agroökológiai rendszerek (gyepek és szántóföldek) talajainak CO<sub>2</sub> kibocsátását, illetve gyepek CO<sub>2</sub> mérlegét. A vizsgálatokhoz különböző gázcsere mérési technikákat alkalmaztunk (eddy-kovariancia, kamrás talajlégzés-mérés, CO<sub>2</sub> grádiens rendszer), a méréseket modell-eredményekkel egészítettük ki. Méréseink a CO<sub>2</sub> kibocsátás időbeli és térbeli változatosságának leírására, megértésére irányultak, különös tekintettel a biotikus változók szerepére, illetve a különböző légzési komponensek válaszaiban tapasztalható eltérésekre.

A kutatás során 6 különböző mintaterületen végeztünk méréseket, ebből 3 szántóföld és 3 gyepterület volt. Mindkét típusban törekedtünk a főbb fizikai talajféleségeknek (homok, agyag, vályog talajok) megfelelő mintaterületeket választani. A szántóföldi talajok CO<sub>2</sub> kibocsátásának folyamatos méréséhez 60 cm mély és 1 m<sup>2</sup> felületű talaj-monolitokat (3-3 monolit/talajtípus) telepítettünk a Szent István Egyetem Botanikus Kertjében található kísérleti területre.

### Folyamatos mérések:

- homoki legelőn és löszpusztagyepben, valamint homok, agyag és vályogos talajú szántóföldi talajokon folyamatosan, nagy időbeli felbontással mértük a talajok CO<sub>2</sub> kibocsátását (saját fejlesztésű automata talajlégzés-mérő rendszer),
- homoki legelőn és agyagos talajú kaszálón folyamatosan, nagy időbeli felbontással mértük a CO<sub>2</sub> forgalmat és a főbb meteorológiai változókat (eddy-kovariancia technika),
- homoki legelőn folyamatosan mértük a talajbeli CO<sub>2</sub> koncentráció változásait, nagy időbeli felbontással, több mélységben (grádiens rendszer),
- a betelepített szántóföldi talaj-monolitok közelében (50 m) folyamatosan mértük a főbb meteorológiai változókat.

### Esetenkénti mérések:

- az évek során több alkalommal végeztünk manuális méréseket (CO<sub>2</sub> kibocsátás, talajhőmérséklet- és nedvesség, valamint vegetációs index),
- több alkalommal végeztünk térbeli mérésorozatot a CO<sub>2</sub> kibocsátás és a főbb hatótényezők térbeli heterogenitásának vizsgálatára gyepekben (3 helyszínen) és szántóföldeken (2 helyszínen),
- 2013-14-ben lehetőségünk nyílt a CO<sub>2</sub> kibocsátásának térbeli vizsgálata mellett a második legfontosabb üvegházgáz, a N<sub>2</sub>O kibocsátás térbeli aspektusait is vizsgálni a bugaci legelő legeltetett és egy a legeléstől elzárt (kaszált) területén,
- homoki legelőn és szántóföldi talajokon végeztünk δ<sup>13</sup>C méréseket a talajlégzés különböző komponenseinek azonosítására, homoki legelőn ezeket a méréseket a komponensek fizikai elkülönítésével egészítettük ki,
- manuális mérések segítségével 3 éven keresztül 2-3 hetes gyakorisággal vizsgáltuk két különböző mezőgazdasági kezelés hatását (kaszálás és legeltetés) a talajlégzésre.

## Az elért eredmények:

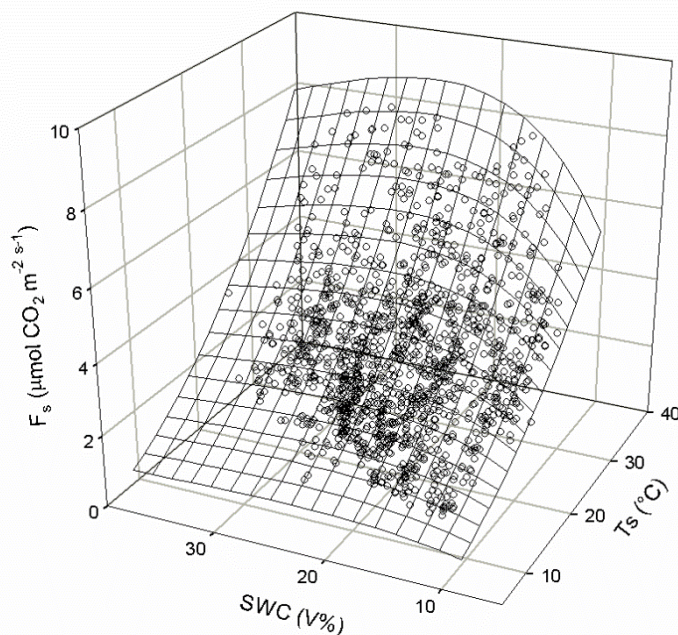
### Eszközfejlesztés:

A vizsgálatok megkezdésekor szükséges volt a korábban fejlesztett talajlégzés-mérő eszköz továbbfejlesztése, illetve egy új eszköz építése is. Az eszköz leírását és tesztelésének eredményeit hazai folyóiratban közöltük (Papp et al., Agrokémia és Talajtan, 2015 – második szerzőként).

### Abiotikus és biotikus tényezők hatása a talajok CO<sub>2</sub> kibocsátására:

Talajbéli CO<sub>2</sub> koncentrációk mérésével határoztuk meg a kibocsátott CO<sub>2</sub> képződésének helyét homoki legelőn. Megállapítottuk, hogy a felső 8 cm-es talajrétegben termelődik a kibocsátott CO<sub>2</sub> kb. 50%-a. Ez a kibocsátás szoros összefüggésben volt a vegetáció felszín feletti aktivitásával, talajlégzés-modellünk illeszkedési pontossága nagyban javult az NDVI beépítésével. Szeretném kiemelni, hogy ezen vizsgálatok eredményeként tudtuk bebizonyítani a transzspiráció révén a növényen belül megvalósuló CO<sub>2</sub> transzport jelenlétét, amely egy – a hagyományos gázcseremérési technikák számára – rejtett CO<sub>2</sub> áram a növényeken belül. Ennek meglétét korábban már bizonyították fában, most elsőként mutattuk ki lágyszárúakban, gyeppen (Balogh et al., Plant and Soil, 2015 – első szerzős).

Meghatároztuk a fontosabb abiotikus tényezők, így a talajhőmérséklet és a talajnedvességtartalom szén-dioxid kibocsátásra gyakorolt hatását. Megállapítottuk, hogy minden vizsgált talajtípus esetében a talajhőmérséklet hatása mellett erős az összefüggés a CO<sub>2</sub> kibocsátás és a talajnedvesség között (egy példa az alábbi ábrán szemlélteti az összefüggéseket). Ezen kívül azt tapasztaltuk, hogy talajlégzés-modellünk illeszkedését biotikus változók (vegetációs index) beépítése tovább javítja. A különböző talaj-, növényzet-, illetve kezelés-típusok CO<sub>2</sub> kibocsátásának, annak abiotikus és biotikus tényezőktől való függésének leírása és összehasonlítása a mérések nemrégiben történt befejezése miatt még folyamatban van.



*Szántóföldi talaj (C1 mintaterület: homoktalaj) CO<sub>2</sub> kibocsátása a talajhőmérséklet és a talajnedvesség függvényében, 2014.*

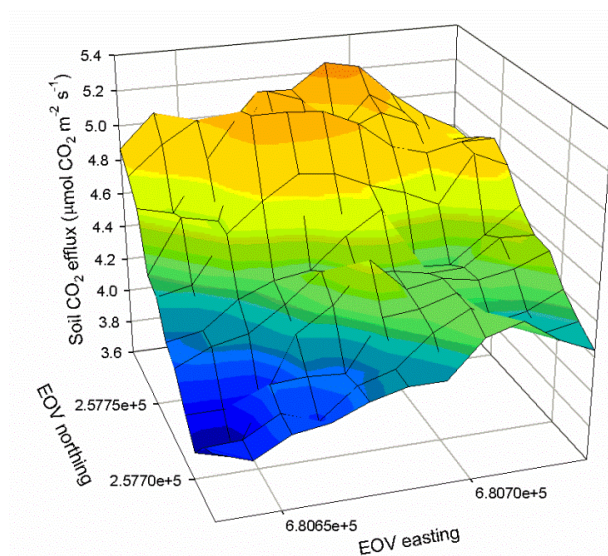
Méréseink alapján a különböző kezelési módok (kaszálás és legelés) eltérő CO<sub>2</sub> kibocsátásának magyarázatát elsősorban a felszín feletti biomassza eltéréseiben kell keresnünk. Több különböző biotikus faktor hatását és modellben való alkalmazhatóságát is vizsgáltuk (felszín feletti és talajbéli biomassza, vegetációs indexek, levélfelület index), melyek közül a VIgreen index és a felszín feletti biomassza mennyisége bizonyult a leginkább használható tényezőnek a modell illeszkedés pontossága alapján (Koncz et al., Nutrient Cycling in Agroecosystems, 2015 – második szerzős).

Térbeli vizsgálatok:

A talajnedvesség azonban nemcsak időben, hanem térben is jelentősen befolyásolja a CO<sub>2</sub> kibocsátást. Finom léptékű térbeli méréseink mintavételi döntésekkel (a mérési körülményekhez igazodó optimális mintaelemszámnak, illetve a mintavételi egységek optimális távolságának meghatározása) kapcsolatos eredményeit foglaltuk össze a Geoderma c. lapban megjelent cikkünkben (Fóti et al., Geoderma, 2014 – második szerzős).

Több, különböző gyeptípusban végzett finomléptékű térbeli mérés eredményeit összehasonlítva is hasonló eredményre jutottunk, térben leginkább a talajnedvesség határozza meg a CO<sub>2</sub> kibocsátás foltmintázatát. Ezen kívül eredményeink alapján úgy tűnik, hogy a térbeli foltmintázatok megjelenése és összerendeződése a vegetáció szerkezeti komplexitásának, záródásának fokozódásával függ össze, nyílt állományokban kevésbé jellemző. A térbeli mérések meta-analízisét leíró kézirat jelenleg bírálat alatt van a Catena c. lapnál (második szerzős).

A finomléptékű vizsgálatok mellett mezoskálájú (10-100 m) méréseket is végeztünk homoki gyeptípusban (G1) és szántóföldeken (C1 és C3 területek). Homoki legelőn lehetőségünk nyílt a CO<sub>2</sub> mellett az N<sub>2</sub>O kibocsátás térbeli mérésorozatának elvégzésére is, így az itt legfontosabb két üvegházgáz kibocsátásának együttes mérését tudtuk megoldani. A mérések során nagy pontosságú GPS készülékkel azonosítottuk a mérési pontok horizontális és vertikális helyzetét, hogy a térbeli elemzésbe a területek domborzati viszonyait is be tudjuk vonni, ebben a térbeli léptékben a mikrodomborzat fontos mintázat-generáló tényező. A mintavételi

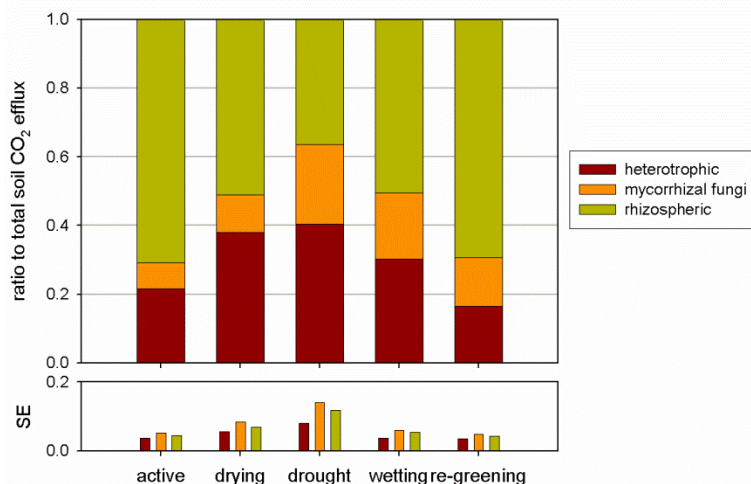


pontokon a talajhőmérséklet és talajnedvesség mérések mellett vegetációs indexet és talajbéli szerves széntartalmat határoztunk meg. Az adatok feldolgozása folyamatban van, reményeink szerint néhány hónapon belül publikálni tudjuk az eredményeket.

*Példa a CO<sub>2</sub> kibocsátás térbeli változatosságára mezoskálán. C3 mintaterület (szántó, agyagtalaj), 2014 május.*

## Stabil szénizotópos ( $^{13}\text{C}$ ) mérések:

Méréseink alapján korábban már bizonyítottuk, hogy száraz időszakban a gyepek  $\text{CO}_2$  kibocsátása meghaladja az elnyelés intenzitását, emiatt a gyepek – a száraz időszak hosszától függően – akár éves szinten is  $\text{CO}_2$  kibocsátó lehet. További kérdésünk az volt, hogy ezt a  $\text{CO}_2$  kibocsátást melyik légzési komponens okozza? Ennek megállapításához a stabil szénizotóp ( $^{13}\text{C}$ ) arányának mérését használtuk fel a komponensek fizikai elválasztása mellett, így a komponensekre jellemző izotóparány meghatározása után keveredési modell segítségével becsülhettük a heterotróf, a mikorrhiza gomba és a rhizoszférikus légzés részarányát a teljes  $\text{CO}_2$  kibocsátásban. Eredményeink szerint az autotróf légzési komponens (rhizoszférikus légzés) aránya jelentősen csökken a szárazság alatt (a mellékelt ábra a 2013-as vegetációs időszak során mutatja a komponensek részesedését a teljes talajlégzésből), azaz a kibocsátott  $\text{CO}_2$  elsősorban a talajbeli szerves széntartalom lebontásából származik. Fás vegetációk esetében ennek az ellenkezőjét mutatták ki, így eredményeink felhívják a figyelmet arra is, hogy az egyes vegetációtípusok aszályra adott válaszai eltérőek lehetnek. Ezzel kutatásunk egyik legfontosabb kérdésére kaptunk választ. Ezeknek az eredményeknek a publikálása folyamatban van, a kézirat a Biogeosciences laphoz van benyújtva, jelenleg bírálat alatt áll (első szerzős).



*A talajlégzés komponenseinek aránya a teljes  $\text{CO}_2$  kibocsátáson belül 2013 vegetációs időszak különböző aktivitású periódusaiban.*

## Ismeretterjesztő munka:

A fenti tudományos publikációk mellett ismeretterjesztő cikkben mutattuk be a téma fontosságát, érdekességét és az eddig elért eredményeket az Élet és Tudomány c. lapban (Balogh és Fóti, 2015).

Kutatói blogot indítottunk az OTKA és egyéb pályázati források által finanszírozott kutatások céljainak és eredményeinek a bemutatására. Reményeink szerint az induló blog sok érdeklődőhöz, egyetemi hallgatóhoz fog eljutni és javítja majd a hazai ökológiai kutatások ismertségét. <http://okologia-szie.blogspot.hu>

Konferencia-részvétel:

A kutatási időszak során több hazai és nemzetközi konferencián mutattuk be eredményeinket előadás és poszter formájában (GHG Europe, EGU 2014, X. Magyar Ökológus Kongresszus, stb.).

Mindezek alapján úgy érzem, hogy a tervezett kutatást sikerrel elvégeztük, új tudományos eredményeket írtunk le a talajok CO<sub>2</sub> kibocsátásának témakörében és remélhetőleg további publikációk is születnek még a jelenleg is folyó adatfeldolgozás nyomán.

A támogatást ezúton is megköszönve:

Balogh János