



**Interdiszciplináris Kutatóműhely
a klímaadaptív és fenntartható mezőgazdaságért**

GINOP-2.3.2-15-2016-00028

AgroMo kísérleti és modellezési környezet



Magyar Tudományos Akadémia
ATK Agrártudományi
Kutatóközpont



SZÉCHENYI 2020

2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Regionális
Fejlesztési Alap



BEFEKETÉS A JÖVŐBE

ÉGHAJLATVÁLTOZÁS, MEZŐGAZDASÁG, ALKALMAZKODÁS

Az éghajlatváltozás és a változó világgazdasági tendenciák óriási kihívást jelentenek az agrárszektor számára. Magyarországon a nyári félév szárazodása és egyidejű melegedése, valamint a szélsőséges időjárási események valószínűségének növekedése különösen megnehezítik a gazdák, a szaktanácsadók és a döntéshozók munkáját.

A megváltozó környezeti feltételekhez való alkalmazkodás előkészítéséhez meg kell próbálnunk előre jelezni a mezőgazdasági termelékenység várható tendenciáit. Az AgroMo projekt során egy komplex, interdiszciplináris kísérleti környezetre épülő ún. Integrált Modellrendszert hozunk létre, amely képes napi léptékben szimulálni az agroökoszisztéma folyamatait.

AGROMO KÍSÉRLETI KÖRNYEZET

A mezőgazdasági haszonnövények tulajdonságai terpei, illetve laboratóriumi mérések segítségével számszerűsíthetők. A mérések által szolgáltatott adatok képezik az alapját minden további vizsgálatnak, amibe beletartozik a növényzet termelésének, vízháztartásának, üvegházhatású gáz mérlegének és termésmennyiségének a számszerűsítése. Az AgroMo projekt első két évében beszerzett műszerpark segítségével átfogó képet tudunk nyújtani a fontosabb mezőgazdasági haszonnövények működéséről. Kiadványunkban a beszerzett műszereket, illetve kísérleti környezeteket mutatjuk be, egyenként kitérve azok feladataira és a segítségükkel mérhető mennyiségekre.



SZABADFÖLDI CO₂ DÚSÍTÁS KÍSÉRLET

A szabadföldi szén-dioxid dúsítás (angolul „Free-Air Carbon dioxide Enrichment”, rövidítve FACE) egy klímamanipulációs kísérlet, ahol a jövőbeli megemelkedett légköri CO₂ szint hatását vizsgálhatjuk a mezőgazdaság vonatkozásában. A FACE kísérlet lényege, hogy három, egyenként kb. 18 méter átmérőjű körben, a kör kerülete mentén elhelyezett PVC csövekből folyamatosan szén-dioxid (CO₂) gázt juttatunk a körökön belül elhelyezkedő növényátlományba, és ennek hatását vizsgáljuk további három kontrollgyűrű felhasználásával. A FACE körön belül megemelt koncentráció szintjét szenzorok szabályozzák, aminek köszönhetően a CO₂ koncentráció a jelenleginél lényegesen magasabb szinten tartható (a jelenlegi szint helyett a cél a 600 ppm koncentráció fenntartása a mezőgazdasági haszonnövény teljes életciklusában). Az emelt CO₂ szint hatása az ún. „szén-dioxid-trágyázás”, ami növelheti a mezőgazdasági kultúrnövények produkcióját, illetve befolyásolhatja a vízháztartásukat, így aszálytűrő képességüket is. A FACE gyűrűkön belül különböző méréseket végzünk, amellyel a levélszintű fotoszintézist, a gabona szemtermés allergén fehérje mennyiségét, a biogén eredetű illékony anyagok kibocsátását, a biomasszát és még sok más mennyiséget vizsgálunk. **A mezőgazdasági környezetbe telepített FACE egyedülálló kísérleti alapot nyújt a projekten belül folyó modellező munkához.**

A liziméter állomást tizenkét 2 m magas és 1 m² keresztmetszetű, eredeti szerkezetű talajoszlop alkotja, melyekbe oldalról, több mélységben nedvességmérőket, hőmérőket és tenziométereket helyeztünk el.

Az oszlopokat három ponton felfüggesztett nagypontosságú mérlegekre helyeztük, amelyek annak ellenére, hogy az oszlopok tömege 2,5 tonna körül van, 1 mm víz elpárolgását is érzékelni tudják. Az oszlopok alján kicsorgó vizet szintén nagy érzékenységgű mérlegekre helyezett edényekben fogjuk fel, amely kémiai elemzésre kerül. Így nem csak a drénvíz mennyiségének, de vegyi összetételének (pl. nitráttartalom) időbeli változásait is nyomon követhetjük.

Az érzékelők és a mérlegek által percenként mért értékeket nagykapacitású adatgyűjtők

tárolják és a naponta összegyűjtött adatokat interneten keresztül küldik el az AgroMo projekt szerverére.

A liziméterek segítségével gyűjtött adatok felhasználásával pontosabb képet kaphatunk a talajfelszín-közeli anyag- és energiaáramlásról, illetve átalakulási folyamatokról. Nyomon követhetjük a talaj felszínére érkező csapadék talajba szivárgását, a talajnedvesség elpárolgását, illetve azt, hogy a napsugárzással érkező energia hogyan melegíti fel a mélyebben fekvő talajrétegeket. Mivel a nedvességtartalom és a hőmérséklet a talajban lezajló kémiai és biológiai folyamatok két legfontosabb tényezője, **a gyűjtött adatok segítségével olyan modelleket építhetünk, amelyek minden eddiginél pontosabban képesek szimulálni a talajban lezajló folyamatokat.**



LIZIMÉTER ÁLLOMÁS

A SATURO egy hidraulikus vezetőképesség mérő eszköz, mellyel a talaj felszíni (5, illetve 10 cm mélységű) rétegét vizsgáljuk.

A módszer nagy előnye, hogy a mérés teljesen automatikus zajlik.

A mérés során a lehelyezett gyűrű ismert térfogatú vízzel telítődik több ciklusban, mely beszivárgási sebességéből a műszer kiszámolja a telítési vízvezetőképesség értékét. A beszivárgási és telítési ciklusok üteme digitálisan rögzített, így az adatok további statisztikai elemzésekre használhatók.

A vízvezetőképesség értékének pontos ismerete meghatározó a talajban lejátszódó folyamatok leírása szempontjából, pl. a talaj modul megfelelő kalibrálásához elengedhetetlen. Többek között, a vízvezetőképesség értékből következtethetünk a felszínre hulló csapadék beszivárgási, illetve elfolyási sebességére, ezáltal a talaj vízháztartására is. Mivel a vízvezetőképesség érték mind térben, mind pedig időben változó (gondoljunk a művelést követő változásokra), ezért fontos, hogy több ismétlésben és különböző helyen feltérképezzük és a lehető legpontosabban adjuk meg a modell számára.



SATURO



CCM-200 PLUS KLOROFILLMÉRŐ

CCM-200 plus Chlorophyll Meter (ADC BioScientific Ltd.) terepi klorofill-mérő készülék, amely a levelek roncsolása nélküli **in situ klorofill-tartalom meghatározásra alkalmas eszköz.**

A klorofill-tartalom szorosan összefügg a levelek tápanyagtartalmával és ezért jó indikátora a növények tápanyag ellátottságának, valamint élettani állapotának, ezáltal bemenő adatként szolgálhat a modell számára.

FACE kísérleti környezetben és tenyészedény kísérletekben az arbuszkuláris mikorrhiza gombák extraradikális micéliumai által termelt **glomalinfehérjék vizsgálatát** (Glomalin Related Soil Proteins = GRSP) a Hitachi U-2900 Spektrofotométer készülék segítségével, végezzük.



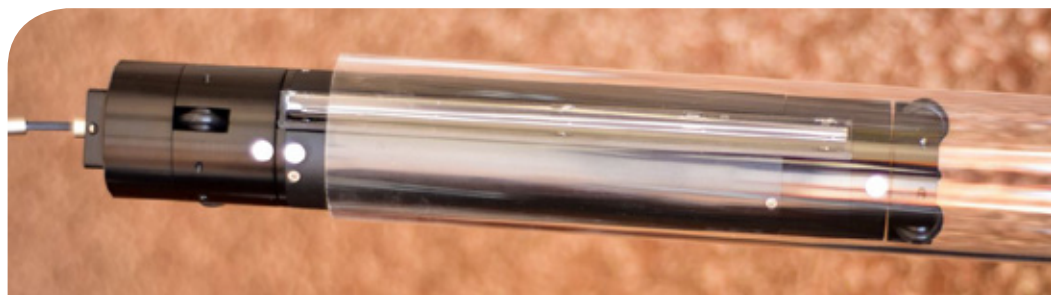
HITACHI U-2900 SPEKTROFOTOMÉTER

A növény növekedésére vonatkozó megfigyelések nélkülözhetetlenek a talaj-növény-légkör rendszerben lejátszódó egyes folyamatok megértéséhez és szimulálásához.

A szabadföldi mezőgazdasági kísérletben végzett egyéb vizsgálatok eredményét azonban torzítandák a destruktív növényi mintavételekkel járó bolygatások. Emiatt ahol csak lehetséges, megpróbálunk roncsolásmentes megfigyelésekre támaszkodni.

A felszín alatti növényi tömeg, a gyökerezési mélység, a gyökéreloszlás alakulására a gyökérzet bolygatása nélkül, a talaj minimális háborgatásával a **minirhizotron** eljárással következtethetünk. Ennek során egy a talajba installált, a gyökérzet által lassan körbenőtt átlátszó műanyag csőbe időről időre egy képkalkító rendszert – szkennert – helyezünk be, mely látható hullámhossztartományban jó felbontású fényképet készít a csövet körülvevő talajról, gyökérzetről.

A képek utólagos elemzésével becsülhető a gyökérhossz, átlagos gyökérátmérő, és egyéb paraméterek. Idősoros gyökérnövekedési információk a talaj nedvesség-, és üvegházhatású gázforgalmának megértéséhez fontos adatokkal szolgálnak bármely szabadföldi vagy laboratóriumi kísérletben.



CI-600

A fotoszintézis során asszimilált szén-dioxid (CO_2) a felszín-légkör közötti CO_2 kicserélődés egyik legfontosabb komponense, mely igen gyorsan reagál a környezeti paraméterek változására.

A CIRAS-3 az asszimiláció levél szintű meghatározására alkalmas műszer.

Két legfontosabb része az infravörös gázanalizátor, és egy, a levélre légmentesen rögzíthető kisméretű kamra, ún. küvetta. A küvetta átlátszó ablaka lehetővé teszi a zavartalan fotoszintézist, a benne levő gáz vízgőz és CO_2 koncentrációja pedig a gázanalizátorral való összeköttetése révén folyamatosan mérhető.

A fotoszintézis és transzspiráció (növényi párolgás) hatására jelentkező koncentrációváltozásokból következtethetünk a gázáramokra, és egyéb pillanatnyi növényi információkra.

A műszer része annak a kis skálájú üvegházhatású gáz (ÜHG) forgalom vizsgáló műszeregyüttesnek, mely fontos ismeretet szolgáltat a talaj-növény-légkör rendszer ÜHG áramairól azokban az esetekben, amikor az integrált képet nyújtó eddy-kovariancia rendszer a kísérleti helyszín kiterjedése vagy egyéb tulajdonsága miatt nem alkalmazható.

Az AgroMo projektben ilyen például a klímamanipulációs (FACE) kísérlet, valamint a mezőgazdasági tartamkísérletek.



CIRAS-3



PICARRO-G2508

A PICARRO korszerű analízátora négyféle üvegházhatású gáz (ÜHG) koncentrációját (széndioxid, metán, vízgőz, dinitrogén-oxid) képes meghatározni levegőmintából.

Az analízátor sokrétű felhasználási lehetőséget nyújt, a perifériák megválasztásával számos, akár felügyelet nélküli folyamatos méréseket igénylő kutatási cél megvalósítására is alkalmas. A projekt keretében a legfontosabb mezőgazdasági eredetű ÜHG-k talajból történő kibocsátásának meghatározására optimalizáltuk a mérőrendszert. A talajfelszínre helyezett zárt kamrákban a gázkoncentrációk változását mérjük az analízátor segítségével, melyből becsülhető a mezőgazdasági talajok ÜHG kibocsátása.

A módszer a talaj-növény-légkör rendszer ÜHG forgalmáról és annak térbeli változékonyságáról nyújt információt akár az eddy-kovariancia rendszer kiegészítésére, vagy olyan esetekben is, amikor az utóbbi nem használható (például a klímamanipulációs-, és tartamkísérletekben).



LAI-2200C

A LAI-2200C növényállományok levélfelületének és a levélállás szögének roncsolásmentes mérésére szolgáló terepi műszer.

A FACE, az eddy-kovariancia kísérleti helyszíneken, a liziméter állomás és a tartamkísérletek növényzetében is tervezzük alkalmazását. Halszemoptikás szenzorával 148 fokban képes a sugárnyaláb meghatározott hullámhossz tartományát érzékelni, ebből

indirekt módon számítja a levélfelületet. GPS koordinátákkal rögzíti a mérés helyszínét, így lehetővé válik, hogy a tenyészidőszak során több alkalommal ugyanazon a helyszínen kövessük az állomány növekedésének dinamikáját.

Az adatok az időjárási viszonyoktól függően utólag számítógépen korrigálhatók.

A Pettenden és Kajászón, szántóföldeken telepített **eddy-kovariancia mérőállomások a vegetáció és a légkör közötti, nagyobb térléptékű (0,1–1 ha) energia és nyomanyag-áramok** (így például a párologtatás és a CO₂-forgalom) **és mikrometeorológiai változók** (sugárzási komponensek, léghőmérséklet és légnedvesség, talaj-hőáram, talajhőmérséklet és talajnedvesség-tartalom (1,5 m mélységig), csapadékmennyiség) **párhuzamos mérésére szolgálnak.**

A párologtatás (evapotranszpiráció) a látens hőáramból számítható, a szénforgalmat a növényzet fotoszintézise révén felvett és a légzési folyamatok során kibocsátott szén-dioxid fluxusok eredője adja, amit nettó ökoszisztéma kicserélődésnek (rövidítése: NEE az eredeti angol kifejezés nyomán) nevezünk. Az áramok mérésénél a mérési frekvencia 10 Hz (szélesség (Gill HS-50 szónikus szélmérő), illetve légnyomás, hőmérséklet és CO₂/H₂O-koncentrációk (LI-7200 infravörös gázanalizátor)), az egyéb változókat 20 másodpercenként mérjük, a félórás átlagokat tároljuk.

A mérőrendszer energiaellátását állomásonként 2 db 290 W-os napelem látja el. Az állomások - működés-biztonsági, mérés-minőségbiztosítási és adat-lefedettségi szempontból fontos - távfelügyeletét a 2018 novemberétől folytatott teszteléssel 2018 végére oldottuk meg.



EDDY-KOVARIANCIA MÉRŐÁLLOMÁSOK

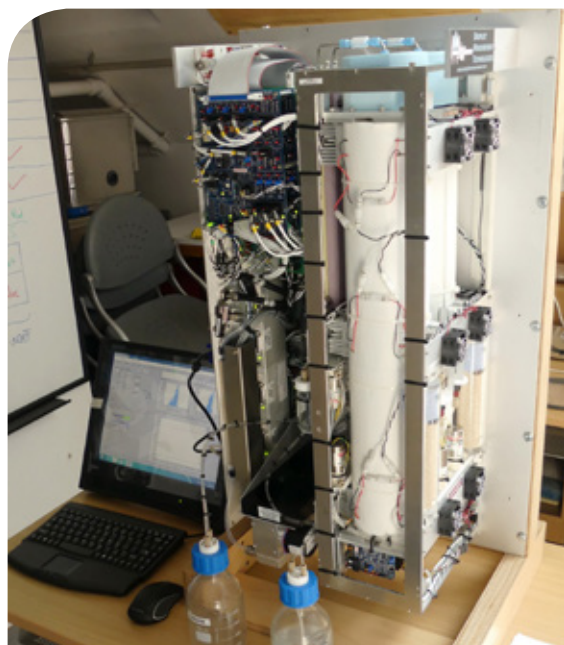
Az **eddy-kovariancia** (direkt árammérés) **módszerét ma már általánosan használják** a főbb földhasználati-típusok (erdők, szántóföldek, gyepek) területei felett. Az ökoszisztéma skálájú (térlepték és folyamat-összetevők) fluxusok folyamatos mérése a biogeokémiai modellek fejlesztéséhez és a távérzékelés földi kontrolljához szükséges, mindkét területen kritikus a folyamatos idő-

sorok megléte. Az idősor adathiányait (általános okai: meghibásodások, energiaellátási problémák, szélcsendes időszakok stb.) sztenderd módszertan szerint pótoljuk.

Az adatok rendszeres mentésének megoldása az MTA ATK szerverére, továbbá a teszttüzem adatainak minőségellenőrzése folyamatban van.



EDDY-KOVARIANCIA MÉRŐÁLLOMÁSOK



FELHŐKONDENZÁCIÓS MAGSZÁMLÁLÓ

A CCNC-200 mérőrendszer lehetővé teszi, annak meghatározását, hogy a klímamánipulált körülmények között megvalósuló biogén emisszió hogyan és milyen mértékben változtathatja meg az aeroszol részecskék egyik különleges csoportjának, az ún. felhőkondenzációs magvaknak (CCN) a tulajdonságait.

Ezekre a részecskékre szükség van a felhőcseppek kialakulásához, illetve a csapadék keletkezéséhez, tehát befolyásolják a víz körforgását, a növények vízháztartását és a mezőgazdasági öntözési stratégiákat. A légköri nukleációval és a kondenzációs növekedéssel kialakuló aeroszol részecskék vízfelvevő képességéről és ennek éghajlati, légkörkémiái

következményeiről nagyon kevés ismerettel rendelkezünk jelenleg. Érzékenyen változtatható túltelítettségi körülmények (0,1 - 2,0%) között a műszerrel megmérjük, hogy a légköri aeroszol részecskék populációjának, illetve méreteloszlásának (50 nm - 1 µm) hányad része aktiválódik a túltelített vízgőzzel különböző évszakokban.

A mérésekből a részecskék kémiai összetételére, fizikokémiai tulajdonságaira, keveredési állapotára, illetve végső soron a forrásaira és forrási folyamataira - beleértve a megváltozott biogén emisszót is - tudunk következtetni. Ezeket a méréseket egyéb mérési módszerekkel egészítjük ki, amelyek komplex következtetések megfogalmazását is lehetővé teszik.



FACE kísérleti környezetben és tenyészedény kísérletekben vizsgáljuk a klímaváltozás okozta abiotikus stressznek a növény-arbuszkuláris mikorrhiza gomba szimbiotikus rendszer elemeinek funkcionalitására gyakorolt hatását.

A **gyökérmorfológiai vizsgálatokat** (gyökérhossz, felület, átmérő) a kimosott, megtisztított és festett gyökerek szkennelését követően képanalízálás elven alapuló **WinRHIZO** (Regent Instruments Inc.) **készülékkel végezzük.**

WINRHIZO GYÖKÉRSZKENNER

A **LI-3100C** (DMP AG) **levélfelület-mérő készülék** hatékony és pontos felületmeghatározást biztosít mind nagyobb (például kukorica), mind pedig kisebb méretű növények (például búza) leveleinek esetében.

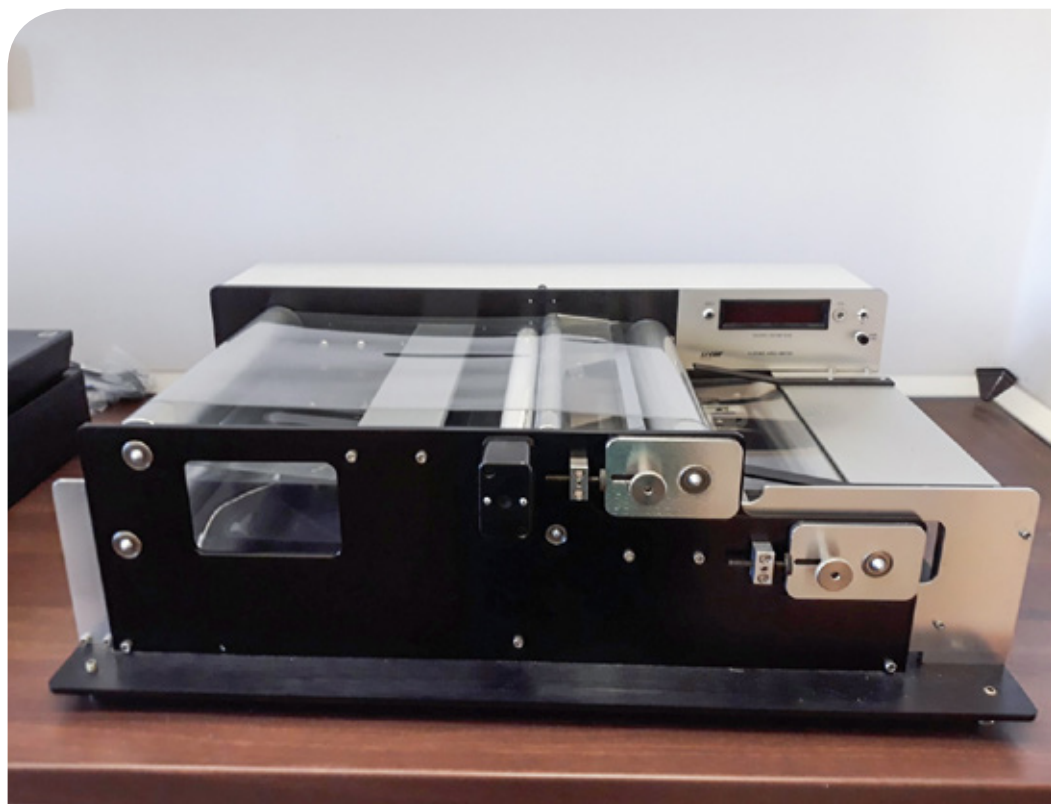
A levelek egy átlátszó szállítószalagon, egyenletes sebességgel haladnak el egy nagyfelbontású kamera előtt.

A kamera képanyagát egy beépített mikroszámítógép dolgozza fel, amely a sötét

(kitakart) és világos (átlátszó) pixelek arányából számítja ki a levélfelületet.

Az eszköz segítségével rövid idő alatt nagymennyiségű mintaanyag dolgozható fel. A levélfelület jól mutatja a növények tápanyag ellátottságát és élettani állapotát.

A készüléket a FACE kísérletben és optimalizáló tenyésztedény kísérletekben használjuk a levélfelület destruktív mintavételt követő meghatározására.



LI-3100C LEVÉLFELÜLET MÉRŐ KÉSZÜLÉK



FACE kísérleti környezet és a liziméter állomás madártávlatból
A fotót készítette: Árendás Tamás

AGROMO MODELLEZÉSI KÖRNYEZET

A mezőgazdasági haszonnövények különböző környezeti feltételekre adott válaszreakcióit különböző terepi és laboratóriumi kísérletekben figyeljük meg.

A gyűjtött adatok segítségével összetett szimulációs modellt építünk, melynek segítségével számszerűsíthetjük a klímaváltozás agroökoszisztémára gyakorolt várható hatásait.

A várható hatások ismeretében, szintén a modell segítségével, olyan alkalmazkodási stratégiákat dolgozunk ki az agrárszektor szereplői számára, melyek segítségével lényegesen csökkenthetők a klímaváltozás negatív hatásai.

A szimulációs modell számára egy felhasználóbarát grafikus kezelőfelületet készítünk, amely segítségével gyakorlatilag bárki számára elérhetővé válik a rendszerbe foglalt szaktudás, amely szabadon felhasználható oktatási, szaktanácsadási és döntéstámogatási célokra.



agromo.agrar.mta.hu

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Regionális
Fejlesztési Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE