

**MTA AGRÁRTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT  
TALAJTANI ÉS AGROKÉMIAI INTÉZET**

1022 Budapest, Herman Ottó út 15.

telefon/fax: +36-1-212-2265

e-mail: [szabo.jozsef@agrar.mta.hu](mailto:szabo.jozsef@agrar.mta.hu) ; honlap: [www.agrar.mta.hu](http://www.agrar.mta.hu) , [www.mta-taki.hu](http://www.mta-taki.hu)

igazgató: Szabó József

## **I. A kutatóhely fő feladatai 2016-ban**

A talajok jelentős részét képezik Magyarország természeti erőforrásainak, ezért azok ésszerű használata, megőrzése és sokrétű funkcióinak fenntartása mind gazdasági, mind környezetvédelmi szempontból kulcsfontosságú és állandó tudatos tevékenységet követel.

A Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézet alapításakor felvállalt célja és feladata, hogy tudományos kutatási eredményeivel segítse elő, támogassa a fenntartható földhasználatot, a talaj védelmét.

Napjaink kiemelt jelentőségű kérdései az élelmiszerbiztonság követelményrendszerének feltárása és a globális klímaváltozás hatásainak elemzése.

Ezek megvalósítása pedig elképzelhetetlenek a talaj sokoldalú funkcióképességét megőrző talajhasználat, a talaj degradációs folyamatok mérséklése, megelőzése és a tápanyag gazdálkodás optimalizálás tudományos megalapozása nélkül. Felértékelődnek a lehetséges klímaforgatókönyvek talajvízforgalmat és a vegetáció vízmérleg befolyásoló hatásait prognosztizáló kutatások.

Az intézet a talajfizika – talajkémia – talajbiológia - talajtérképezés szakterület egyetlen hazai főfoglalkozású kutatóhelyeként végzett ez irányú (alap- és alkalmazott) kutatásait - a nemzetközi gyakorlatnak megfelelően - a hazai és nemzetközi kutatási pályázati keretekben elnyert támogatásokból, az azokat kiegészítő célzott Miniszteriális források és a kapcsolódó vállalkezési megbízások terhére végezi, az MTA közvetlen akadémiai kutatási céltámogatások által biztosított Intézeti keretekben.

A 2016-ban végrehajtott Intézet stratégiai céljainak biztosítását szolgáló szerkezeti átalakítás felerősítette a talaj-víz-növény rendszer fizikai-kémiai-biológiai folyamatainak vizsgálatához kapcsolódó kutatásokat.

2016-ban a legfontosabb feladatokat azok az OTKA, norvég finanszírozás, és a LIFE programok keretében folytatott kutatások jelentették, amelyek a talaj-növény-légkör rendszer nedvesség- és tápelemforgalmi, valamint biológiai folyamatainak jellemzésére, elemzésére és előrejelzésére szolgálnak.

Vizsgálták az eltérő földhasználati rendszereknek és a klímaváltozásnak a talaj-, víz-, anyag- és energiaforgalmi folyamataira gyakorolt hatásait, valamint a talajjavításra és alternatív tápanyag utánpótlásra is alkalmas bio- és/vagy egyéb nem veszélyes hulladékok hasznosíthatóságát. Felfedező kutatásaik kiterjednek mind a mikrobióta, mind a talajfauna ökológiai szerepének tisztázására, és a különböző környezeti terhelésekre adott válaszok bioindikációs eljárásainak fejlesztésére, mind a talajokra vonatkozó ismeretek térbeli érvényességének és térképezhetőségének vizsgálatára, a talajtulajdonságok, talajfunkciók és szolgáltatások, valamint a talajjal kapcsolatos folyamatok regionalizálására.

## **II. A 2016-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények**

### **a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények**

**A Talajkémiai és anyagforgalmi kutatások** a talajkémiai degradáció, beleértve a szikesedéssel, a szerves anyag mennyiségi és minőségi változásával, a szennyezéssel kapcsolatos kutatásokat; valamint a fenntartható növénytaplálás élelmiszer láncban betöltött

szerepének, illetve a talajjavításra és alternatív tápanyag utánpótlásra is alkalmas bio és/vagy egyéb nem veszélyes hulladékok hasznosíthatóságának vizsgálatára irányultak.

**Talajkémiai degradáció és hulladékhasznosítással** kapcsolatos kutatások keretében, norvég finanszírozási mechanizmus támogatásával, nemzetközi együttműködés keretében folytatódott a szerves anyagok oxigénszegény, vagy teljesen oxigénmentes környezetben történt pirolízisével előállított stabil anyagnak, a bioszénnek a vizsgálata. A bioszén mindamelllett, hogy talajjavításra lehet használni, alkalmasnak tűnik arra is, hogy a szén ciklusból hosszabb időre szenet vonjon ki, így mérsékelve a globális felmelegedést.

Kísérletekben a papírgyári szennyvíziszapból előállított bioszén hasznosítási lehetőségeit vizsgálták a talaj szervesanyag-tartalmának növelésére, a talaj textúrájának és szerkezetének javítására, valamint a talaj oltóanyagok hordozójaként való használatára vonatkozóan.

A tenyészedényes és szabadföldi növénytermesztési kísérletekben alkalmazott terület specifikus oltóanyag és a bioszén talajra és növényre gyakorolt hatásaként beigazolódott, hogy a bioszén hatására nőtt a homoktalajok szerves anyag tartalma, és a felvehető K és P tartalma, valamint, hogy a bioszén és az oltóanyag együttes alkalmazása savanyú homoktalajon növelte a szemtermés mennyiségét. A kísérlet eredményei alátámasztották, hogy a bioszén csökkentette az  $\text{NH}_4\text{-N}$  koncentrációját a talajban, ami arra utal, hogy a kezelés elősegítette a nitrifikációs folyamatokat.

Box és Wilson kísérleti elrendezés alapján beállított többváltozós tenyészedény kísérletben a bioszén, oltóanyag és szennyvíziszap komposzt együttes hatását is vizsgálták savanyú és meszes homoktalajokon a tápelem tartalom, a kémhatás, a szerves anyag tartalom, a kationcserélő kapacitás, a mikrobiális aktivitás és – biomassza, AMF (arbuskuláris mikorrhiza gomba) mutatók, valamint növényi biomassza változás alakulására. Az eredmények alapján megállapítható volt, hogy a statisztikailag igazolt változások elsősorban a bioszén kezelés hatására jöttek létre, azaz a bioszén nagyobb volumenű módosulásokat eredményezett a talajban, mint az oltóanyag vagy szennyvíziszap komposzt. A szabadföldi kísérletek eredményeivel összehangban a bioszén szignifikáns növelte a szerves anyag tartalmat, a felvehető PK-, az összes P, Ca- és szerves anyag tartalmat, valamint a savanyú talajon a kémhatást.

Az AMF indikációs kísérletben igazolódott, hogy az AM gombák kolonizációját a bioszén kedvezően befolyásolta. Az AM gombák kolonizációs mutatói jó indikátorai a bioszén hatására bekövetkező változásoknak.

A kifejlesztett termékek és technológiák alkalmazásával a bioszén felhasználásának környezet hatékony és gazdaságos integrálása történhet meg a talajok javítása és azok termőképességének növelése érdekében.

**Fenntartható növénytáplálási kutatások** kapcsán FM finanszírozással, hazai Intézményi együttműködés keretében folytatódtak a **sertéstartó vegyes gazdaságok tápanyag utánpótlási gyakorlatának a talaj környezeti állapotára gyakorolt hatás vizsgálatához** kapcsolódó kutatások. A vizsgálatok eredményei felhasználhatók az EU felé küldendő jelentések összeállításában, illetve az indokolatlan és szakmailag nem megalapozott jogi előírások enyhítésében.

Az országosan reprezentatív adatbázis elemzése alapján megállapítható, hogy a hazai gazdaságok tápanyag-gazdálkodása környezetkímélő, legtöbbször még az agronómiailag indokolt mennyiségeket sem juttatják ki. Még a legnagyobb mennyiségben kijuttatott tápelem, a nitrogén esetében is igaz ez a megállapítás, a foszfor és a kálium vonatkozásában pedig egyértelmű, hogy alultrágyázásról beszélhetünk.

Az elemzések igazolták, hogy az MTA ATK és a ProPlanta Költség és Környezetkímélő Trágyázási Szaktanácsadási rendszer pontosabban jelzi a talaj NPK ellátottságát, mint a MÉM NAK rendszer.

A legjobb NPK ellátottságokat a hígtrágyás parcellák, majd a műtrágyázott parcellák mutatták. Ezek mögött majdnem egy teljes ellátottsági kategóriával lemaradva következtek az almos istállótrágyás parcellák.

Az értékelésbe vont 30 üzem adatai alapján, agrár-környezetvédelmi szempontból különösen megnyugtató, hogy az éves nitrogén mérleg egyenlegek a növénykultúrák átlagában mindössze 4-5 kg/ha/év pozitívumot mutattak. A nyugat-európai, intenzív állattartással rendelkező országok N-terhelése ennél 45-60-szor nagyobb. A szerves, vagy hígtrágyával kezelt parcellák talajai nem tartalmaztak több nitrátot, mint a műtrágyázottaké, sőt ez utóbbiak 0-30 cm vastag rétege magasabb nitrát-koncentrációval jellemezhető. A mélyebb rétegekben viszont már hasonlóan alacsony értékek mérhetők, mint a szerves, vagy hígtrágyával kezelt parcellák esetében.

### **Talajfizikai és vízgazdálkodási kutatások**

Az MTA 2016-ban indított Víz tudományi Programjának köszönhetően, a talajok vízgazdálkodásával kapcsolatos kutatásokra ismét kiemelt figyelem irányul.

A talaj vízgazdálkodásban és a vízkészletek megóvásában játszott szerepének feltárására irányuló kutatásokkal járult hozzá az Intézet a Program különböző prioritási területeinek, így a vízminőség, fenntartható vízhasználat, vízgazdálkodás, vizes élőhelyek védelme és helyreállítása c. fejezetek kidolgozásához.

***Kisvízgyűjtő szintű víz- és anyagforgalmi modellezési***, az OTKA által támogatott kutatások az éghajlatváltozásból adódóan a talaj vízgazdálkodás és a talajszennyezés globális problémáinak kihívásaira reagálnak. Három Balaton környéki mintaterületen, a szélsőséges hidrológiai helyzetek, valamint az eltérő földhasználati rendszerek vízforgalomra, valamint erózióra gyakorolt hatásának integrált jellemzését végzik.

A kisvízgyűjtőkön referencia területeket határoltak le a földhasználati, domborzati és a talajtérképek összevetése alapján, majd adat-modell szintézist alkalmazva használtak szelvény- és vízgyűjtő léptékű hidrológia és eróziós modelleket (HYDRUS, PERSiST, INCA).

A modellek kalibrációját követően napi léptékű, termőhely specifikus klímaszenáriókat generáltak, melyek segítségével az előre jelzett klímaváltozás, valamint földhasználat-váltás együttes hatásait vizsgálták a hidrológiai és eróziós folyamatokra. A projekt keretében megvalósult, napi rendszerességgel, 3 helyszínen történő lebegtetett hordalék monitoring hiánypótló adatgyűjtési tevékenység Magyarországon, mely a vízgyűjtő szintű modellek kalibrálásához egyedülálló alapadatokat jelent. A mérések olyan, a klímaváltozási előrejelzések szerint egyre gyakrabban várható, hirtelen lezúduló, intenzív csapadékeseményeket is regisztráltak, amelyeknek köszönhetően a Balatonba tartó felszíni vizek lebegőanyag koncentrációja akár nagyságrendekkel is emelkedett. Ennek hatékony monitorozása telepített mérőeszközzel lehetséges.

Mindhárom kísérleti vízgyűjtőn történt vízmintavétel a lebegtetett hordalék és a zavarosság kapcsolatának, valamint a lebegtetett hordalék és a vízállás/vízhozam összefüggéseinek vizsgálataihoz. A két változó lineáris regressziós analízise alapján a Tetves-patak ( $r^2=0.615$ ,  $p<0.001$ ) és a Csorsza-patak ( $r^2=0.851$ ,  $p<0.001$ ) esetében erős, illetve nagyon erős pozitív és szignifikáns lineáris kapcsolatot állapítottak meg a lebegtetett hordalék, valamint a zavarosság mért értékei között. Ennek eredményeként az alkalmazott gyors, műszeres terepi mérések nagy pontossággal lekövetik az idő- és eszközigényes laboratóriumi méréseket, telepített mérőhelyeken monitoring célokra a jövőben jól használhatók.

Mezőgazdasági ***talajok szénforgalmára, és üvegházhatású gáz kibocsátására*** vonatkozó, ***kisparcella- és szelvény szintű*** kutatások folynak a Szent István Egyetem Józsefmajori Kísérleti és Tangazdaságának talajművelési tartamkísérletében, eltérő mértékű talajbolygatással járó művelési módokban. A kutatás célja annak vizsgálata, hogy az egyes

talajművelési módok milyen kimutatható hatást gyakorolnak a talaj szénforgalmára, ezzel kapcsolatban a talajrespirációra, vagyis a talaj CO<sub>2</sub> kibocsátására.

OTKA által támogatott kutatások keretében 2013 óta heti rendszerességgel vizsgálják a talajrespirációt statikus kamrás módszerrel a leginkább bolygatott, ~26 cm mélységig átforgatott szántás, a bolygatás nélküli direktvetés, illetve a ~16 cm művelési mélységgel végzett kultivátoros kezeléseknél. A helyszínen vett levegőminták CO<sub>2</sub> koncentrációját gázkromatográfiás módszerrel határozzák meg. Kiegészítő meteorológiai méréseket, folyamatos talajnedvesség-tartalom és talajhőmérséklet méréseket, illetve rendszeres, talajfizikai és kémiai méréseket végeznek. A három éve tartó monitoring eredménye azt mutatja, hogy a talajrespiráció a vegetációs időszak során a direktvetésben a legnagyobb, a szántás és kultivátoros kezeléseknél alacsonyabb, de utóbbi kettőben hasonlóan alakul. A talajtani vizsgálatok alapján a talaj szervesanyag tartalma szintén a direktvetés esetén a legmagasabb. A talajrespiráció a talajművelés rövidtávú hatására a szántásban a direktvetés kibocsátását meghaladó szintre emelkedett mindhárom évben, majd a művelést követő pár hét elmúltával eredeti szintre csökkent le. A talajnedvesség jellemzően a direktvetésben volt a legmagasabb, de mivel nem volt aszályos időszak, ez a növénytermelésre adott időszakban nem gyakorolt jelentős hatást.

A szilárd-folyadék-gáz **fáziskölcsönhatások** vizsgálati szintje több kutatási irányt is felölel. A szilárd fázis mechanikai összetétele számos talajtulajdonságra hat közvetlenül vagy közvetve (pl. hidrológiai tulajdonságok, víz-levegő arány, gázcsere, hőtani sajátosságok, mikrobiális aktivitás stb.). A mechanikai összetétel pipettás-ülepítéssel történő hagyományos mérését egy annál gyorsabb, ugyanakkor megbízható és egyszerű vizsgálati mód, az elmúlt évtizedekben kifejlesztett lézerdiffrakciós (LDM) mérés technika válthatja fel. Ugyanakkor az LDM és az ülepítéssel történő mechanikai összetételre vonatkozó adatai szakirodalmi megállapítások szerint különbözőek.

Nyertes NKFIH K\_16 kutatási támogatást megalapozó kutatás egyik célkitűzése a LDM mérési eredmények rutin talajfizikai módszertanba történő adaptálása volt. Két adatforrásra támaszkodva (az Európai Unió LUCAS adatbázis adatai; ill. az Intézet Tokaji termőhelyi felvételezéséből származó vizsgálati adatbázis adatai) végeztek mechanikai összetételre vonatkozó méréseket a LDM (Mastersizer 2000) különböző beállításával és a (különböző előkezelések utáni) pipettás ülepítéssel. A két talajtani adatbázison pedotranszfer függvényeket dolgoztak ki a talajok lézerdiffrakciós adatainak hagyományos módszerrel (pipettás: ISO 11277:2009 nemzetközi és MSZ-08. 0205: 1978 hazai szabvány) mérhető adatokká konvertálására, segítve ezáltal a vízgazdálkodási és a környezetvédelmi feladatokban használt vízmozgás leírását.

Statisztikai módszerekkel igazolták, hogy az LDM szerint mért (és az általuk definiált módosított szemcseméret frakció határokkal számolt) agyag, por és homok frakciókból, a talajok alapvizsgálati tulajdonságainak (humusz %; mésztartalom, pH) ismeretében megfelelő pontossággal becsülhetőek a talajok pipettás módszerű mechanikai összetétel adatai.

Határterületi kutatások keretében vizsgálják a talaj-víz-gyökér rendszerben, a **növényi stresszválasz** kimutatására irányuló az elektromos gyökérkapacitás (EC) és impedancia (EI) mérés növényi bioindikációs célú felhasználásának lehetőségeit. A 2016. évi kutatások főként az EC-mérés módszertani fejlesztésére, valamint alkalmazhatósági körének kiterjesztésére irányultak. Az eredmények igazolták, hogy a mérhető EC értékét a szóródási faktor (kapacitív képesség) nagysága befolyásolja, és utóbbi figyelembe vételével javított formulát dolgoztak ki a módszer megbízhatóságának növelése érdekében. Különböző éréscsoportú szófafajták *in situ* monitorozásával igazolták, hogy a gyökérfejlődési dinamika fajtaspecifikus különbségei és a fajták eltérő szárazságtűrése az EC és EI mérésével jól detektálhatók. Tenyészedény kísérletek kimutatták az arbuskuláris mikorrhiza gombával és nitrogénkötő baktériumtörzsekkel oltott szójanövények megnövekedett gyökéraktivitását és biomassza-

produkciónak. Az eredmények igazolták, hogy a módszer a kereskedelmi forgalomban kapható mikrobiális oltóanyagok hatékonyságának vizsgálatára is lehetőséget nyújt.

A talajmikrobióta és mezofauna szerepe a szerves anyagok dekompozíciójában, a talaj szén és nitrogén forgalmi folyamataiban és a növény-mikroba szimbiózisokban egyaránt fontos. A talajok biológiai diagnosztikájára, a talajminőség illetve degradáció biológiai indikációjára irányuló kutatások nemzetgazdasági szempontból is fontosak.

A **Talajbiológia Kutatások** kapcsán művelt témák a talajbióta, a „belowground ecosystem” a talaj mikrobióta, mezofauna, a talajban lévő növényi szervek (gyökérzet, magok) szerkezetének és működésének vizsgálatára-, illetve a talajfolyamatokkal, a talajminőséggel, a fenntartható mezőgazdasággal és a talaj ökoszisztéma szolgáltatásokkal való kapcsolatának feltárására irányulnak.

A biodiverzitás pontosabb és mélyebb ismerete, továbbá a mikroorganizmusok közötti funkcionális kapcsolatok a hagyományos mikrobiális vizsgálatokon túl szükségessé teszik a DNS-alapú molekuláris módszerek használatát is. A talajbiótát komplex módon, mind státusz mind funkciók összefüggés-rendszerében vizsgálják.

**Talaj mikrobiális ökológia** kutatások az elmúlt években a szikes talajokra fókuszáltak. A szikes talajok fizikai és kémiai tulajdonságait mezőgazdasági és ökológiai viszonyait régóta vizsgálják, ezekről sokat tudunk. A szikes talajok mikrobiológiája viszont kevésbé ismert, nemzetközi viszonylatban is, hazai viszonylatban még inkább. Az apajpusztai terület alkalmasnak bizonyult számos kérdés vizsgálatára, mivel itt a sókoncentráció és pH grádiens a felszín közelében karakterisztikusan változik, melyet a növénytársulások kiválóan jeleznek.

A talaj mikrobiális közösség változás vizsgálatára irányuló az OTKA által támogatott kutatás keretében Magyarországon az elsők között végeztek **talajmetagenomikai vizsgálatokat a talaj mikrobiális együttes diverzitásának részletes feltárására**, az ELTE Mikrobiológiai Tanszékkal történő együttműködésben. Apajpusztán négy jellegzetes, növekvő só- és kémhatás grádiens mentén elhelyezkedő növénytársulás rhizoszféra talajából a talajból kivont DNS 16S rRNS gén amplikon szekvenálásával újgenerációs szekvenálással összesen 33 baktériumtörzs jelenlétét mutatták ki.

Az eltérő növénytársulások alól vett minták a DNS mintázatok alapján élesen elkülönültek egymástól, ugyanakkor szezonális eltéréseket is sikerül kimutatni. A legnagyobb bakteriális diverzitást a legkisebb só-tartalmú és semleges pH-jú sziki legelőn mutatták ki, ahol a növényzet diverzitása is a legnagyobb volt. A talaj pH és só-tartalmának növekedésével a növénytársulások és a baktériumok diverzitása is lecsökkent, a legkisebb a vaksziken volt. A talaj mikrobaegyüttes funkcionális mintázatát, szénforrás hasznosításuk alapján mikrorespirációs technikával vizsgálták. Megállapították, hogy a vizsgált négy növénytársulás talajának szubsztrát hasznosítási mintázata élesen elkülönült és a szezonális különbségek is egyértelműek. A mikrobiális együttes aktivitás-mintázatára a szezonális karakter nagyobb hatással volt, mint a növényzeti típusból adódó különbség, a genetikai mintázatot viszont elsősorban az eltérő növénytársulásbeli és ezzel együtt eltérő talajtulajdonságok határozták meg, a szezonális hatás kisebb mértékű volt.

A növények és gombák kölcsönösen előnyös együttélése, az **arbuskuláris mikorrhiza (AM) jelenléte és funkcionálitása** különösen nagy jelentőséggel bír a gazdanövények stressztoleranciájának és a vegetációtípusok összetételének alakulásában **extrém talajkörülmények között**. Az apajpusztai négy vegetációtípus talajában és a domináns növények gyökerében komplex módon vizsgálták a bennszülött AM gombaközösségek diverzitását és fertőzőképességét. A mikorrhizoszféra talajok fertőzőképességét a fertőzőképes propagulumok számának meghatározása (MPN-teszt), a gyökerek kolonizáltsága és a mikorrhizoszféra talajok glomalintartalma alapján értékelték.

A bennszülött AM gombák propagulumainak talajbani denzitását a talajtulajdonságok és attól függő vegetációtípusok domináns növényeinek mikorrhiza-függősége határozta meg. A bennszülött AM gombaközösség diverzitásának 18S rDNS régió PCR-RFLP (restrikció fragmenthossz mintázat) molekuláris módszer elemzésének eredményeként több Magyarországról eddig még le nem írt Glomeromycota fajt határoztak meg. Az itt meghatározott AMF közösségek fajai többnyire eredetileg tengerparti sós talajok illetve hazai száraz homokpuszta-gyepek talajából leírt fajokkal mutattak szoros egyezést.

**Talajzoológiai kutatások** keretében az INSECTLIFE projektben, nemzetközi együttműködés keretében, **új digitális észlelő rendszer fejlesztése történik**, mely a hasznos és kártevő rovarok folyamatos észlelésére lesz alkalmas. A kártevővédelemben már használatos CSALOMON® feromonos rovarcsapdába új elektronikus szenzorokat építettek be (a szintén saját fejlesztésű) EDAPHOLOG szenzorok mintájára, amelyek a gyümölcsösökbe, szántókra, rétekre, vagy erdőkbe kihelyezve az észlelt adatokat a felhasználó számítógépére, vagy okostelefonjára továbbítják.

A kialakított technológia hozzásegít a környezetkímélő mezőgazdaság fejlődéséhez és a környezet- és természetvédelmi monitorozás javításához.

2016-ban több szonda modelljét építették meg és tesztelték terepen, így a VARL és YF szondákat, amelyek lepkék és pattanóbogarak egyedszámát mérik, továbbá az új EPI és EU-EDAPH szondákhoz alakítottak ki új szenzorokat, amelyek a talajfelszíni és talajlakó rovarokat fogják. A szondákba infravörös érzékelők mellett kisméretű panel-kamerákat is beépítettek, ezek részben a fajok azonosítását, részben a testméret pontosabb mérését segítik. Terepi tesztet végeztek el annak felderítésére, hogy az Edapholog szonda fogása és a klasszikus talajzoológiai mintavétel mennyiben különbözik. 2016-ban minden szonda elvi funkcióit terepen letesztelték, ezek hibajavítását elvégezve 2017-ben a végső változat kidolgozását és letesztelését tervezik. Megépítették az adatkommunikációs modult, továbbá kialakították a központi adatbázis szerkezetét.

A **Talajterképezéssel és Környezeti folyamatok modellezésével** kapcsolatos kutatások tematikáját a digitális talajterképezés, a felszínközeli távérzékelés, digitális talajmorfometria, illetve a kapcsolódó témakörök (a talaj-környezet kapcsolatainak geoinformatikai-geomatematikai-geostatistikai modellezése; a talajjellemzők és -folyamatok pedometriai modellezése; a precíziós technológián alapuló, korszerű termőhely felvételezés és értékelés), kutatásai határozzák meg.

### ***Digitális talajterképezés, térbeli modellezés***

A talaj téradat infrastruktúra megújítást célul tűző DOSoReMI.hu c. OTKA kutatás keretében folytatódott a digitális talajterképezési munkálatok. További országos fedettségű, tematikus talajtulajdonság térképeket állítottak elő a talaj egyes rétegeire vonatkozóan különböző digitális talajterképezési módszerek felhasználásával részben a *GlobalSoilMap.net* specifikációi szerint, részben azok kisebb-nagyobb mértékű változtatásával (mélység közök, felbontás, tulajdonság definíció). Az egyes célváltozók modellezése különböző térbeli kiterjesztési eljárások sorával történt (a módszerek, referencia és prediktor adatok változtatásával), melyek közül az eredmény térképekre elvégzett pontossági vizsgálatok alapján választották ki a legjobban teljesítőt és egyben az azt szolgáltató paraméter együttest (referencia talajadat, segédváltozó sokaság, módszer).

Az elkészült, elsődleges térképet tovább is hasznosították általánosabb értelemben vett talajterképek kidolgozásához, amelyek másodlagos tulajdonságokat, funkciókat és szolgáltatásokat regionalizálnak. Központi szerepet játszott kutatásaikban az előállított térképek térbeli bizonytalanságának becslése és annak kommunikációja. Összehasonlító vizsgálatokat végeztek továbbá a különböző módszerekkel szerkesztett, de azonos tematikára vonatkozó térképek predikciós potenciáljára és alkalmazásai lehetőségeire vonatkozóan.

A talaj felső 30 cm-es rétegeire előállított **országos szervesanyag térkép** lokális és térbeli bizonytalanságát szekvenciális sztochasztikus szimulációval modellezték. Az eredményül kapott realizációk a szervesanyag-tartalom térbeli eloszlásának egyenlően valószínű alternatíváit reprezentálják, mely fejlesztés révén modellezhető a lokális és térbeli bizonytalanság. A szervesanyag-tartalomra térképre előállított térbeli bizonytalanság modelljéből számos bizonytalansági mértéket (például: becslési variancia, valószínűségi térképek, interkvartilis távolság, Shannon-féle entrópia) származtattak, melyeket a végső felhasználók elvárásai, igényei alapján értékelték. Kutatásaik kimutatták, hogy a becslési variancia csakis abban az esetben alkalmazható a lokális bizonytalanság mértékeként, ha teljesül a hibák normalitásának feltétele. Eredményeik alapján megállapították, hogy a realizációkból generált valószínűségi térképek jól alkalmazhatók arra, hogy meghatározzák egy adott küszöbértéket – pl. adott szennyezéshez kapcsolódó beavatkozási határérték, műtrágya kihelyezési hatóanyag koncentráció – meghaladó szervesanyag-tartalomra vonatkozó bekövetkezési valószínűséget. E valószínűségi térképek ezért jól alkalmazhatók a precíziós mezőgazdaságban, illetve a szennyezett területek lehatárolásában. A kutatásaik alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a térbeli és lokális bizonytalanság felhasználó felé történő térképi ábrázolására nem állítható fel standard módszer, mert a felhasználók igényeihez és elvárásaihoz kell igazítani a bizonytalanság térképi kommunikációját.

A talaj 0-30 cm-es rétegeire, valamint nemzetközi standard mélységi szintekre (0-5, 5-15, 15-30 cm) vonatkozóan **szemcsefrakció- és textúra osztály térképeket** állítottak elő digitális talajtérképezési módszerrel, az ország teljes területére 100 m felbontásban. A 0-5, 5-15, 15-30 cm-es mélység térképek értékeinek súlyozott átlagolásával szintetizált 0-30 cm-es textúra térképeket is létrehozta. A térképek előállítása ugyanazon segédadatok felhasználásával és térbeli kiterjesztési módszerrel történt, így a cél-specifikusan előállított-, ill. a szintetizált térképekre releváns összehasonlító elemzéseket végeztek. Alapvető statisztikai összehasonlításon kívül a különbségek térbeli eloszlását is értékelték. Megállapították, hogy a cél-specifikusan előállított-, és a szintetizált szemcsefrakció (agyag- és homoktartalom) térképek között szignifikáns az eltérés. A textúra osztályok tekintetében az egész térképre vonatkozóan szignifikáns eltérés nem mutatható ki, azonban az egyes osztályok területi megoszlásában jelentős eltérések mutatkoznak, amelyek hatással lehetnek a további kutatásokban való felhasználáskor. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a szintetizálás során olyan hibák, torzítások léphetnek fel, amelyek a térképek modellbe építésekor a további kutatások eredményeit torzíthatják. Ezért lehetőség szerint a cél-specifikus térképek használata javasolt.

A Szent István Egyetem munkatársaival együttműködésben térbelileg **modellezték a magyarországi talajok eróziós potenciálját** közelítőleg 1:50.000 - 1:100.000-es méretaránynak megfelelő léptékben. Az erózió mértékének becslését az USLE (Universal Soil Loss Equation) és a PESERA (Pan-European Soil Erosion Risk Assessment) modellek eredményének kombinálásával végezték el. A modellek bemenő paramétereit a DOSoReMI.hu keretében előállított célspecifikus digitális talajtérképek, továbbá az EU-DEM domborzatmodell, a CARPATCLIM éghajlati adatbázis és a CORINE Land Cover 2006-os felszínborítási adatbázis adatai alapján származtatták. A térkép a 2010-es, igen csapadékos év adatainak figyelembevételével készült, ezért potenciálisan a „legrosszabb” esetet mutatja be. Az eredmények alapján megállapítható, hogy az ország területének 26%-a esik a mérsékelt vagy erősen veszélyeztetett kategóriába.

A digitális talajtérképezésben hatékonyan használt regresszió krigelési eljárást sikeresen adaptálták egyéb környezeti modellezési feladatokban. Országos lefedettségű **térképeket készítettek** 100 m-es felbontásban az Országos Vízügyi Főigazgatóság adatai alapján a

**talajvíz különböző minőségére mutatóira vonatkozóan.** Az elkészült térképek a következő talajvíz kémiai paraméterekere vonatkoztak: fajlagos elektromos vezetőképesség [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ], nátrium tartalom [%], összes keménység [ $\text{CaO mg}/\text{l}$ ], ammónium tartalom [ $\text{mg}/\text{l}$ ] és szulfát tartalom [ $\text{mg}/\text{l}$ ]. Az így előállított térképek Magyarország Nemzeti Atlaszában is bemutatásra kerülnek.

## **b) Tudomány és társadalom**

Az Intézeti kutatások társadalmi hasznosulásának feltétele az eredmények a mind szélesebb körben történő közzététele. Ehhez a módszertanilag naprakész, új tudományos eredményeket tartalmazó közleményeken túl azonban nyilvánosság megszólítása és tájékoztatása elengedhetetlen.

A termőföld, mint meghatározó nemzeti kincsünk védelme érdekében folytatott talajvédelmi tevékenység megfelelő hangsúlyozása és az azzal kapcsolatos információk közvélemény számára történő hatékony elérhetősége és kommunikációja a környezettudatos gondolkodásmód kialakítását segíti. Ebben a kontextusban kiemelkedő a *jövő nemzedék szószólójának elvi állásfoglalása a talajok védelméről* (<http://mta-taki.hu/hu/hirek/megjelent-jovo-nemzedekek-szoszolojanak-elvi-allasfoglalasa-talaj-vedelmerol>). A jövő nemzedékek érdekeinek védelmét ellátó biztoshelyettes 2016. december 5-ére, a Talajok Világnapjára kiadott állásfoglalásának természettudományos megalapozásához kapcsolódó háttér tanulmányt (<http://www.ajbh.hu/>), az Intézet szakértői készítették.

A talajvédelmi tevékenység megfelelő hangsúlyozása, a megelőzés elvének érvényesítése a talajvédelem területén és az azzal kapcsolatos információk közvélemény számára történő disszeminációját több csatornán keresztül valósul meg. A több mint 60 éves Intézeti folyóirat az Agrokémia és Talajtan on-line felületének ([www.aton.hu](http://www.aton.hu)) működtetése a hazai talajtani-, agrokémiai-, talajbiológiai és az agroökológiai kutatások eredményeinek széles körű elterjesztését szolgálja, amely hozzájárul az innováció megkönnyítéséhez, a tudásgazdaság hatékonyságának növeléséhez, továbbá a magyar szaknyelv ápolását a határon túli magyarság számára is biztosítja.

A Magyar Talajtani Társaság keretében vállalt *intézményesített aktív szerepükkel* segítik a szakmai szervezetek-, a felsőfokú szakmai képzés résztvevőit, valamint a talajvédelem iránt érdeklődő civileket legújabb tudományos eredményeik megismerésében.

A termelőkkel folytatott párbeszéd támogatását erősítve a Nemzeti Agrárgazdasági Kamarával történő együttműködés kialakításával az Intézet nívódíjas környezetkímélő tápanyag utánpótlási rendszerének országos kiterjesztése valósult meg. Az Intézet munkatársai amellet, hogy rendszeresen részt vesznek a felsőoktatásban, a nyilvánosság részére szervezett talajtani bemutatókon, ismeretterjesztő fórumokon is szerepelnek, mert a talaj-környezettel kapcsolatos tudat-formálás, ismeretterjesztés legközvetlenebbül az *interaktív módon történő ismeretátadással* valósítható meg. A talajok ésszerű használatáról és védelméről a Kossuth Rádió "A tudomány hangjai" c. műsorában (<http://mta-taki.hu/hu/hirek/interju-munkatarsunkkal-kossuth-radioban>) arra hívták fel a figyelmet, hogy állampolgár mit tehet a talajok védelméért.

2008-ban a Föld Éve alkalmából szervezett rendezvény kapcsán alakították ki a talaj egyes fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságait ismertető, forgószínpad rendszerben működő interaktív bemutatójuk alapelveit. Azóta minden évben részt vesznek tudományos ismeretterjesztő rendezvényeken. 2016-ban a Talajok Nemzetközi Évtizedében is kiemelten fontosnak tartották az e fajta ismeretterjesztő munkát. Becslések szerint közvetve-közvetlenül 10.000 embert, nagyjából 5 és 13 év közötti gyermeket szólítottak meg az általános iskolák, természetvédelmi és ökotáborok munkájába való bekapcsolódásuk révén, illetve a Budapesti Állat- és Növénykert által szervezett *Állatszeretett Fesztiválon* (<http://mta-taki.hu/hu/hirek/allatszeretet-fesztival-2016>) és a 9. Millenárius Ásványbörze és Geológiai Napok (<http://mta-taki.hu/hu/hirek/kozettol-talajig>) keretében való részvételükkel.



Az Intézet honlapjának (<http://mta-taki.hu/hu>) tartalmi megújításával az Intézeti kutatási programok, kiadványok és dokumentumok kereshető formában történő elérésével, web-es térképi adatszolgáltatással a szakterület népszerűsítését, a társadalmi párbeszéd megerősítését kívánja biztosítani a környezetet érintő problémák kezelésére a fenntartható fejlődés érdekében.

### III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2016-ban

Az Intézet *Talajkémiai és Anyagforgalmi* kutatásai kapcsán új együttműködési lehetőség nyílt Norvégia egyik legnagyobb agrárkutató intézményével, a Norwegian Institute of Bioeconomy Research-el (NIBIO) közös, a Norvég Finanszírozási Mechanizmus keretében történő K+F kutatásra. Az „Innovatív vermikomposztálási technológia fejlesztése kommunális szennyvíziszap újrahasznosítására” című projekt megvalósítás keretében, együttműködve Érd és Térsége Önkormányzati Társulással és az Inno-Water Környezetvédelmi Zrt.-vel norvég valamint magyarországi talajokon vizsgálják a kész vermikomposzt talaj szerkezetére és termékenységére gyakorolt hatását laboratóriumi modellkísérletekben.

Földművelésügyi Minisztérium Mezőgazdasági Főosztálya koordinálásában zajló: *Az egyes léghőszennyezőanyagok nemzeti kibocsátásának csökkentéséről szóló (NEC) irányelv tervezetében az ammónia kibocsátás csökkentési kötelezettség mezőgazdaságra gyakorolt hatásának vizsgálata* témakörben végzett kutatások a Nemzeti Agrárkutató és Innovációs Központ Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, a Pannon Egyetem Georgikon Kar és az Agrárgazdasági Kutatóintézet kutatóival együttműködésben folynak.

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszékével új K-16-os kutatás keretében folytatják együttműködésüket a Bioszén felületkémiai és fizikai jellemzőinek talajbiológiai hatásainak vizsgálata témakörben.

A *Talajfizikai és vízgazdálkodási kutatások* kapcsolatait, az MTA Víz tudományi Program fő céljaként megfogalmazott: *a Duna vízgyűjtő területének kutatóit és műhelyeit, valamint a vízhez kapcsolódó kutatási területeket összekötő hálózat kialakításának* igénye határozza meg. A program kidolgozásában az MTA Ökológiai Kutatóközpont, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, a Szent István Egyetem kutatóival folytatnak együttműködést a program különböző operatív szintjein.

A talajok fáziskölcsönhatásai kutatócsoport a kiemelt kutatási területe a szilárd fázis elemi részecskéinek eloszlásvizsgálata, a talaj-aggregátumok kialakulásának folyamata és az aggregátumok stabilitásának vizsgálata témakörökben a Szlovák Tudományos Akadémia pozsonyi Hidrológiai Intézetével és a Lengyel Tudományos Akadémia lublini Agrofizikai Kutatóintézetével állnak szoros munka kapcsolatban.

A *Talajbiológiai kutatások* kapcsán az Eötvös Loránd Tudományegyetem Mikrobiológiai Tanszékkel és Növényélettani és Molekuláris Növénybiológiai Tanszékkel és az MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet kutatóival Stratégiai K+F műhelyek kiválósága pályázati együttműködésben Interdiszciplináris Kutatóműhely Létrehozásában vesznek részt.

Az MTA Agrártudományi Kutatóközpont Növényvédelmi Intézettel és a zágrábi Egyetem Mezőgazdasági Karával együttműködésben, LIFE projekt keretében a rovarok automatikus detektálására alkalmas eszköz kifejlesztésén dolgoznak az INSECTLIFE projektben.

A talajzoológiai kutatócsoport a Global Urban Soil Ecological Education Network (GLUSEEN) programban két amerikai: John Hopkins Egyetem, Marylandi Egyetem, a dél-afrikai Noth-West University, a finn Universití of Helsinki, valamint az Eszterházy Károly Egyetem és a Szent István Egyetem kutatóival működtek együtt. A kutatás során öt város

(Helsinki, Finnország; Budapest, Magyarország; Potchefstroom, Dél-Afrikai Köztársaság; Baltimore, USA) talajait vizsgálták (<http://www.gluseen.org/>). A városi környezet talajökológiai következményei közül az „általános konvergencia” hipotézist tesztelték, továbbá bemutatták a vizsgálatok módszertanát.

A *Talajtérképezési és környezetinformatikai kutatások* kapcsán az Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet vezetésével, az Eötvös Loránd Tudományegyetemmel, a Szent István Egyetemmel Stratégiai K+F műhelyek kiválósága pályázati együttműködésben Interdiszciplináris Kutatóműhely Létrehozásában vesznek részt.

A talajokra vonatkozó ismeretek térbeli érvényességének és térképezhetőségének vizsgálata kapcsán folytatott OTKA kutatásokkal együttműködnek a hazai talajtérképezési- és környezeti modellezéseket folytató kutató műhelyekkel: Miskolci Egyetem, Szegedi Tudományegyetem, Pannon Egyetem Georgikon Kar, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Debreceni Egyetem, Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Erdészeti Tudományos Intézet valamint a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal.

A környezeti folyamatok modellezését a pályázatokban is megtestesülő, régebbi szakmai kapcsolataikra építve folytatják az MTA Ökológiai Központjával, az Eötvös Loránd Tudományegyetemmel, az Agrárgazdasági Kutatóintézettel, a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Öntözési és Vízgazdálkodási Önálló Kutatási Osztályával.

Az Indonéz Kormány felhívására Indonézia tőzeglápjainak térképezése, optimalizált módszertan fejlesztésére kiírt pályázat kapcsán pályáztak és meghívott kiválasztottakként folytatják együttműködésüket: az indonéz Riau Egyetem és az indonéz Technológiai Hivatal (BPPT), a bécsi Műszaki Egyetem, a NAIK Erdészeti Tudományos Intézet, az Eötvös Loránd Tudományegyetem, a Nyugat-Magyarországi Egyetemmel a térképezési módszertani fejlesztés kapcsán.

Együttműködtek az isprai Joint Research Centre-rel és a wageningeni ISRIC World Soil Information-nal az *Európai háromdimenziós, nagy felbontású, talaj hidrofizikai térképi adatbázisának előállítására és webes szolgáltatására* c. projekt feladatainak végrehajtásában.

Bekapcsolódtak az ENSZ Fenntartható Fejlődés Cél indikátorok, illetve a UNCCD land degradation indikátorok hazai térképezésébe és adatszolgáltatásba a hazai koordináló szervezetek felkérésére.

18 ország képviselőiből felálló konzorcium tagjaként Magyarország képviselőjében bekapcsolódtak a *Geokémiai térképezés célspecifikus megújítása* c. munkába a COST ENARGOS (European Network for Analysing Regional Geochemistry through Optimised Statistics) projekt kezdeményezés keretében.

Magyarország képviselőjében, intézményi szinten kapcsolódtak a FAO, az ENSZ és az Európai Bizottság által kezdeményezett Global Soil Partnership kezdeményezéshez és a Global Soil Organic Carbon Map készítéséhez.

#### **IV. A 2016-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása**

*„Innovatív vermikomposztálási technológia fejlesztése kommunális szennyvíziszap újrahasznosítására”* Norvég Alap, 2016. május 1 - 2017. április 30.

A szennyvíziszapok konvencionális komposztálásának alternatív technológiája lehet a vermikomposztálás, amikor a kiindulási alapanyagba trágyagilisztákat juttatnak, így a szerves anyag lebontásának és átalakulásának hatékonyságát giliszták tevékenységével növelik. A projekt során cél meghatározni a szükséges technológiai lépéseket és az optimális feltételeket a szennyvíziszap vermikomposztálásához, annak érdekében, hogy a mezőgazdaság számára mind agronómiai, mind környezetvédelmi szempontokat figyelembe véve jó minőségű szerves anyag legyen előállítható.

**„A talajszerkezeti tulajdonságok figyelembevétele a vízzel vagy apoláros folyadékokkal nedvesített talajrendszerek becslő módszereinek pontosítása során” NKFIH K\_16. 2016.**

október 1 - 2020. szeptember 30.

A projekt vizsgálja a (különböző módszerekkel mért) mechanikai összetétel, a talajszerkezet és a talaj hidraulikai tulajdonságok (folyadéktartó és folyadékvezető képesség vizes és nem-vizes rendszerekben) kapcsolatát. A kutatás célja, hogy a talajfizikai becslőmódszerek pontosítására a talajszerkezettel kapcsolatos ismereteket is felhasználhassa. Várható eredménye a talajfizikai vizsgálati módszertan fejlesztése, a vízgazdálkodási modellek pontosítása és a szénhidrogén szennyezés terjedési modellek pontosítása.

## **V. A 2016-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk**

1. Pásztor L, Szabó K Zs, Szatmári G, Laborczi A, Horváth Á: Mapping geogenic radon potential by regression kriging. *Science of the Total Environment*, 554:883-891. (2016) (IF: 3,976) (D1) DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.11.175
2. Tóth G, Hermann T, Szatmári G, Pásztor L: Maps of heavy metals in the soils of the European Union and proposed priority areas for detailed assessment. *Science of the Total Environment*, 565:1054-1062. (2016) (IF: 3,976) (D1) DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.05.115
3. Horel A, Schiewer S: Impact of VOC removal by activated carbon on biodegradation rates of diesel, Syntroleum and biodiesel in contaminated sand. *Science of the Total Environment*, 573,106-114. (2016) (D1 IF: 3.976) DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.08.005
4. Sándor R, Barcza Z, Hidy D, Lellei-Kovács E, Ma S, Bellocchi G: Modelling of grassland fluxes in Europe: Evaluation of two biogeochemical models. *Agriculture, Ecosystem and Environmen*, 215:1-19. (2016) (D1 IF: 3,564) DOI: 10.1016/j.agee.2015.09.001
5. Uzinger N, Rékási M, Anton Á D, Koós S, László P, Anton A: Monitoring the clean-up operation of agricultural fields flooded with red mud in Hungary. *Environmental Science and Pollution Research*, 23:23573–23581. (2016) (IF: 2,760) (Q1) DOI: 10.1007/s11356-016-7608-y
6. Pásztor L, Négyesi G, Laborczi A, Kovács T, László E, Bihari Z: Integrated spatial assessment of wind erosion risk in Hungary. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 16:2421-2432. (2016) (IF: 2,277) (Q1) DOI: 10.5194/nhess-16-2421-2016
7. Engel R, Szabó K, Abrankó L, Füzy A, Takács T: Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on the Growth and Polyphenol Profile of Marjoram, Lemon Balm, and Marigold. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64:3733-3742. (2016) (Q1; IF:2,857) DOI: 10.1021/acs.jafc.6b00408