

A Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola képzési terve

A Doktori Iskolában a képzés egységes. Az egységes képzésen belül a kutatási témák nyolc doktori programhoz kapcsolódnak: 1. Alkalmazott Ökológiai Program, 2. Botanika Program, 3. Evolúció- és diverzitásbiológia program, 4. Fermentációs Biotechnológiai és Biomérnöki Program, 5. Funkcionális és Restaurációs Ökológia Program, 6. Hidrobiológia Program, 7. Kvantitatív és Terresztris Ökológia Program, 8. Növénybiológia és Biotechnológia Program, 9. Biodiverzitás és Klímaváltozás Doktori Program.

Alkalmazott Ökológia Program

Programvezető: Dr. Magura Tibor, az MTA doktora

A program általános célja

A minőségi emberi élethez szükséges természeti-, épített- és társadalmi környezetünk állapota, védelme és a fenntarthatóság, ésszerű hasznosítás érvényesítése napjainkban egyre jelentősebb társadalmi és gazdasági tényező, ezért a környezettudomány és az alkalmazott diszciplínák oktatása és képzése különösen fontos felsőoktatási feladatunk. A doktori program az alábbi kiemelt témakörökre összpontosít: 1. Alkalmazott ökológia és környezetvédelem, 2. Alkalmazott ökológia és természetvédelem, 3. Ökotoxikológia és ökofiziológia, 4. Környezetanalitika.

Alkalmazott ökológia és környezetvédelem témakör

Élőbevonat (perifiton) tanulmányozása sekély állóvizekben és vízfolyásokban

Az élőbevonatot alkotó szervezetek (perifiton) a sekélyvizekben és vizes élőhelyeken ideális biomonitor élőlények a környezeti állapot és a vízminőség monitorozására, mert az autotróf és heterotróf folyamataik révén környezetükkel folyamatos kölcsönhatásban vannak, ezért használható információt nyújtanak és a bekövetkező változásokat előre, megbízhatóan jelzik.

A természetes vagy mesterséges alzatról vett perifiton a rövid kolonizációs ideje és az általános előfordulása miatt lehetővé teszi a különböző területek összehasonlítását. Az élőbevonat összetételét környezetük tényezői befolyásolják, mint az alzat eredete, kora, architektúrája és természete, vagy a környezet trofikus állapota, de az antropogén hatások is (szerves szennyezők, növényi tápanyag, toxikus anyagok, alzat eltávolítás vagy csak víz szintváltozás). A vízi növények a vizek életében, az élőhelyek kialakításával, valamint az anyagforgalomban és az energiaáramlásban betöltött szerepük révén közvetlenül vagy közvetett módon meghatározó fontosságúak. A vízi növények vízminőség-alakító és vízminőség-szabályozó működését nagymértékben növeli a növények víz alatti részein kialakuló élőbevonat, aminek vizsgálatát továbbra is feladatunknak tekintünk.

Paleolimnológiai vizsgálatok sekély állóvizekben

Napjainkra természetes folyamatok és antropogén hatások a víztesteink jelentős átalakulásához vezettek. A sekély vizek és az üledékek paleolimnológiai vizsgálatával visszamenőlegesen is detektálni tudjuk a víztesteket ért hatásokat és nyomon tudjuk követni ezek élőhelyi tulajdonságokra és élőlényközösségekre gyakorolt közvetlen vagy közvetett hatásait. A paleolimnológiai kutatásokkal azonosíthatók azok a változások is, amelyek a klímaváltozás, a környezeti szennyezések és egyéb antropogén hatások következtében mentek/ mennek létre a vízterekben. Mindezek miatt a paleolimnológiai kutatások kiemelt szerepet töltenek be a doktori programban.

Biológia szennyvíztisztítás létesített vizes élőhelyek (constructed wetlands) alkalmazásával

A környezetvédelem, a vízvédelem egyik fontos kulcskérdése a különböző eredetű zápor- és szennyvizek tisztítása és kezelési technológiák, eljárások tisztítási hatásfokának növelése. A szennyvíztisztítás lényege, hogy a keletkező szennyvíz szennyező anyagainak az eltávolítása, illetve a minőségi átalakítása olyan mértékű legyen, hogy a tisztított víz a természetes befogadóba kerülve ne okozzon szennyezést. A kommunális és ipari szennyvizek tisztítása Magyarországon, számos szempontból továbbra sincs teljesen megoldva és nem maradhat el a környezetvédelmi tevékenység folyamatos fejlesztése és ellenőrzése, illetve a sokoldalú szakmai értékelése. Szükséges továbbá az ipari, környezetvédelmi technológia racionalizálása, illetve optimalizálása. A szakirodalomban is számos új, főként természetes és környezetbarát, illetve energiakímélő hatékony kezelési eljárást közölnek, amelyek hazai átvételét, illetve adaptációját továbbra is feladatunknak tekintjük kutatásainkban.

Bioremediáció (fitoremediáció) alkalmazhatóságának elmélete és gyakorlata

Az utóbbi évtizedek felismerése, hogy a növények képesek a vizekből és a talajból a nehézfémeket és a toxikus hatású szerves vegyületeket felvenni. A felismerést és a felhasználás lehetőségét azoknak a növényeknek köszönhetjük, amelyek a szennyezett, illetve mérgezett területeken bizonyos adaptációs idő után képesek szaporodni, valamint a magas nehézfém, illetve szerves szennyezők mennyiségét mérhetően és bizonyíthatóan megváltoztatni. Az utóbbi években elvégzett vizsgálatok egyértelműen bizonyítják, hogy a talaj, illetve szennyvíz szennyezettsége csökken a növények életműködése által. A fejlett bioremediációs technológia alkalmazásával a növények száraz anyagra számítva közel 2% tömegnyi szennyező anyagot képesek felhalmozni, ha a betakarított biomasszát elégetjük, a hamu kb. 40% fémet tartalmaz, amit érdemes hasznosítani, de lerakóhelyre szállítva is 85-98%-al kevesebb a deponálható tömeg, mint a kiemelt talajé. Az eljárás sikerének feltétele a helyszín gondos elemzése, a szennyezők minőségének és mennyiségének megismerése, majd a növény ennek megfelelő kiválasztása. A fitoremediáció energiatakarékos, környezetkímélő, esztétikus és nem utolsó sorban olcsó megoldás, ezért az elkezdett kutatásainkat a doktori képzés keretében folytatni fogjuk.

Alkalmazott ökológia és természetvédelem témakör

Természetszerű erdőfelújítási módszerek

Az emberi tevékenységek, a mezőgazdálkodás, az erdészet és az urbanizáció, valamint a tájhasználat gyökeres megváltozása a természetes környezetet globálisan átalakította és megváltoztatta az egyes alkotóelemek (pl. erdők, mezők, mocsarak, települések stb.) térbeli arányait és határait. Talán hazánk erdőtakarója szenvedte el a legnagyobb átalakulást. Ennek felismeréseként napjainkban előtérbe került a természetes folyamatokat utánzó erdőfelújítási módszerek (pl. széldöntést utánzó kisméretű lékes felújítások) erdőgazdálkodásba való bevezetésének és meghonosításának igénye. A természetes folyamatokat utánzó erdőfelújítási módszerek sikerességének igazolásához elengedhetetlen és rendkívül fontos feladat az élőlények közösségeiben lejátszódó változások vizsgálata, monitorozása és az eredeti habitatok közösségeivel való összehasonlítása.

Ökotoxikológia és ökofiziológia témakör

Ökotoxikológia és ökofiziológia a természetvédelemben

Korábban a toxicitás megállapítására az általános mérgezési tünetek megjelenését illetve a fejlődés különböző jellemzőit vizsgálták. Ezek a paraméterek olcsón és egyszerűen mérhető, jól jellemzik a bekövetkező változásokat. Hátrányuk, hogy a mérgezés nyomán bekövetkező változások gyakran hosszú idő múlva jelennek meg, ami például az azonnali beavatkozást igénylő szennyezéseknél nem megengedhető. Ilyen módon megnőtt az igény a gyorsabb, érzékenyebb módszerek iránt. A tudományos ismeretek gyarapodásával és a technológia fejlődésével lehetővé vált, hogy az ökotoxikológiai vizsgálatoknál újabb, a korábbiaknál alkalmasabb vizsgálati módszerek jelenjenek meg, ilyenek a biomarkerek. Biomarker alatt az élőlényeknek a környezeti stressztényezőkre adott fiziológiai vagy biokémiai válaszát értjük, melynek segítségével próbálják a hatásokat kompenzálni, illetve tolerálni. A legtöbb biomarker vizsgálata hatóanyag-specifikus, de sok általános indikátor is létezik. Ilyenek például a fiziológiai aktivitás változásának (fotoszintetikus hatékonyság, légzésintenzitás, klorofill-fluoreszcencia stb.) követése, a stressz-proteinek képződésének, bizonyos metabolitok megjelenésének, az oxidázok aktivitásának, a lipidperoxidációnak vagy a fotoszintetikus pigmentek mennyiségének a mérése.

Környezetanalitika témakör

Mintavételi és minta előkészítési eljárások

Mintavételi és mintaelőkészítési stratégiák kidolgozása és fejlesztése környezeti, biológiai, humánbiológiai minták analitikai vizsgálatához. Ezen belül a levegőben előforduló szennyező gázok, szálló és ülepedő porok mintavételi, minta előkészítési módszereinek kidolgozása, fejlesztése műszeres elemzésekhez. Ivóvíz, felszíni és felszín alatti vizek szennyvizek mintavétele, minta előkészítése. Talajok, folyami, tavi üledékek mintavétele, minta előkészítése, frakcionálása. Szálló és ülepedő porok, ködök szemcseméret eloszlás szerinti

analízise kaszkád impaktoros mintagyűjtéssel. Biológiai minták (növények, gombák, vér, vizelet, szövetek, állati szervek) minta előkészítési módszereinek a fejlesztése, optimalása. A különböző minta előkészítési módszerek összehasonlítása.

Elemanalitikai és elemspeciációs módszerek fejlesztése

Nagyérzékenységű elemanalitikai és elemspeciációs módszerek kidolgozása toxikus és esszenciális elemek koncentráció-arányainak, elemforma-arányainak meghatározására. Higany-, arzén-, szelén-, ón- és króm-formák speciációs analitikai módszereinek kidolgozása a fenti mintatípusokból.

Környezeti minták adaptálása nagyműszeres elemzéshez

Módszerek kidolgozása nyomelemek, nyomelemformák dúsítására folyadék-folyadék extrakcióval, folyadékkromatográfiás (HPLC) oszlopon, szilárdfázisú mikroextrakcióval (SPME). A nagyteljesítményű analitikai módszerek (lángemissziós spektrométer, FES), lángatomabszorpciós spektrométer (FAAS), grafitkemencés spektrométer (GFAAS), induktív csatolású plazma atomemissziós spektrométer (ICP-AES), induktív csatolású plazma tömegspektrométer (ICP-MS), kapilláris elektroforézis (CE)) alkalmazása és optimalása a legkülönbözőbb kísérő anyagokat tartalmazó környezeti minták elemzéséhez.

Fermentációs Biotechnológiai és Biomérnöki Program

Programvezető: Dr. Karaffa Levente, az MTA doktora

A program általános célja

A Fermentációs Biotechnológiai és Biomérnöki Program célja a régió és az ország ipari biotechnológiai kutatással, fejlesztéssel, innovációval és termeléssel foglalkozó kutatóhelyei, szolgáltatói és vállalatai számára magasan képzett szakember-utánpótlást biztosítani. Várjuk mindazon hallgatók jelentkezését, akik korszerű, alapvetően molekuláris szemléletű ismeretek megszerzését tűzik ki célul a biomérnöki géptan és művelettan, valamint a mikrobiális élettan és biotechnológia területén. A program három fő területre fókuszál: (1) a szénforrás lebontás szabályozása gombákban, (2) szerves savak (citromsav, itakonsav) túltermelésének műszaki és biológiai háttere gombákban, (3) speciális RNS-struktúrák vizsgálata és jellemzése.

A program által ajánlott és kiemelten támogatott témacsoportok

A fermentációs szénforrás lebontásának szabályozása

A szénforrás egyrészt a fermentorban tenyésztett sejtek növekedéséhez szükséges – egy aerob mikróbasejt szárazanyag tartalmának felét a szénváz teszi ki – másrészt az ipari fermentációs folyamat céltermékének bioszintéziséhez is szükséges. A két funkció egyféle szénforrás révén is megvalósulhat (pl. szerves savak előállítás), de ugyanaz a szénforrás a növekedésre illetve a termelésre részben vagy teljesen eltérő hatású is lehet (pl. antibiotikumok képződése). A szénforrás metabolit bioszintézisre gyakorolt hatása is változatos lehet: specifikus indukciót fejthet ki egy adott génre vagy bioszintetikus útvonalra, epigenetikus szabályozóként működhet, de a teljes genomra ható, ún. globális anyagcsere-regulátorokat is módosíthatják.

Mindezek miatt egy fermentációs technológia megtervezése és irányítása nem képzelhető el a táptalajban lévő szénforrás(ok) asszimilációs mechanizmusainak ismerete nélkül.

A Programban a hallgatók a növényi hemicellulózt felépítő legfontosabb monomerek (D-galaktóz, L-arabinóz, D-xilóz) lebontásának génszintű szabályozását, a lebontó útvonalak közötti molekuláris kölcsönhatásokat tanulmányozhatják *Aspergillus niger* és *A. nidulans* gombafajokban. A kutatás gyakorlati jelentőségét a növényi biomassa – mint bőséges, megújuló szén- illetve energiaforrás – fokozódó ipari felhasználása jelenti. Lebontásának és a felépítő komponensek intracelluláris metabolizmusának megismerése előfeltétel a „második generációs” szénforrások fermentációs ipari elterjedésének.

Citromsav túltermelő *Aspergillus niger* mangán(II) függő transzkriptumának elemzése

A citromsav (2-hidroxi-propán-1,2,3-trikarbonsav) az ipari biotechnológia mennyiségileg második legjelentősebb tömegterméke. Globálisan előállított éves mennyisége (évi 4-5 %-os növekedés mellett) eléri a 2,2 millió tonnát, ami mintegy 4 milliárd dolláros piacot jelent. Elsősorban az élelmiszeripar használja (szörpök, üdítőitalok, sütemények), de vegyipari illetve gyógyszeripari alkalmazásai is jelentősek. A Szolnoki Ipari Parkban épülő, évi 60 ezer tonna kapacitású, kínai befektetés révén megvalósuló citromsav gyár révén Magyarország az EU egyik jelentős termelője lesz.

A citromsavat süllyesztett fermentációs technológiával állítják elő az *A. niger* fonalas gomba alkalmazásával. Magas citromsav hozamok csak a táptalaj extrémén alacsony (4 ppb) Mn (II)-ion koncentrációja mellett alakulnak ki. Ennek ellenére a Mn(II)-hiány elsődleges okait a citromsav túltermelésében máig nem ismerjük.

Kutatásaink során olyan tenyésztési körülményeket hozunk létre, amelyekben a Mn(II) ionok koncentráció változására reagáló genetikai elemek (gének, transzkripciós faktorok) előtűnnek, és vizsgálhatóvá válnak. A nagy citromsav termelőképes, szekvenált és többszörösen annotált genommal rendelkező *A. niger* törzs (ATCC 1015 = NRRL 3) transzkriptumát három, pontosan beállított Mn(II) ion koncentráció mellett elemezzük. Az adatok segítségével olyan géneket azonosítunk, melyek a Mn(II) koncentráció függvényében legalább kétszer erősebben vagy gyengébben fejeződnek ki, mint a kontroll. A géneket BLASTP (és szükség esetén filogenetikai) analízissel azonosítjuk, az *A. niger* NRRL 3 törzs annotált fehérjéinek felhasználásával. Azokra a génekre (vagy egy részükre) nézve, melyek megfelelnek a fenti kritériumoknak, a CRISPR/Cas9 génszerkesztő technológia segítségével hiány-illetve túltermelő mutánsokat állítunk elő. A mutáns törzseket fenotípus vizsgálatnak vetjük alá, melynek során a növekedést, szénforrás-hasznosítást, sejtmorfológiát, a citromsav termelési képességet és a Mn(II) ion felvételi rátát tanulmányozzuk.

Itakonsav túltermelés *Aspergillus terreus*-ban

Az itakonsavat (2-metilén butándisav, metilén szukcinát) a US Department of Energy a vegyipar számára legfontosabb 12, biotechnológiai úton előállított alapanyag egyikének választotta. A telítetlen dikarbonsavhoz kettős kötéssel kapcsolódó metilén csoportja miatt az itakonsav könnyen polimerizálható, ami sokféle fontos vegyipari alkalmazás (műanyagok, kenőanyag adalékok, gyanták, hidrofób festékek, stb. előállítása) előtt nyitja meg a lehetőséget. Globális piacának mérete meghaladja az évi 200 millió US\$-t. Süllyesztett, aerob fermentációs eljárással állítják elő, az *Aspergillus terreus* fonalas gomba anyagcseréje révén.

Az ipari léptékű technológia – folyamatos optimalizálása ellenére – több, fokozottan költséges lépést tartalmaz. A két legfontosabb közülük a magas oldott oxigénszint folyamatos biztosítása a fermentáció során, illetve az itakonsav kihozatalt csökkentő mangán(II) ionok csaknem teljes eltávolítása a táptalajból.

A TTK Biológiai és Ökológia Intézet Biomérnöki Tanszékének Kísérleti Fermentációs Üzemében lehetőség van az ipari léptékű itakonsav fermentáció komplett leképezésére és egységes tanulmányozására. Kutatási eredményeink függvényében a fermentációs technológia fenn említett két elemére vonatkozó költségcsökkentő javaslatokat is megfogalmazunk. Kutatásaink tágabb értelmű jelentősége a primer metabolitok túltermelésének jobb megértése, az eukarióta sejt általános szabályozó mechanizmusainak részletesebb megismerése.

A spliceoszómális iker-intronok (stwintron) funkcionális és filogenetikai vizsgálata

A spliceoszómális intronok eukarióta génekben találhatóak, kivágásukhoz egy összetett rendszerre van szükség, mely kis RNS molekulákból és fehérjékből tevődik össze. A közelmúltban fonalas gombákban újszerű struktúrájú megszakító szekvenciákat találtunk, melyeket spliceoszómális iker-intronoknak (stwintron) nevezünk el. Az stwintronokban a belső intron kivágódásának meg kell előznie a külső intron kivágódását. Az stwintronok az első példái annak a jelenségnek, hogy egyes sejtmagi gének transzkriptumainak intronjai egymást követő lépések során vágódnak ki. Szeretnénk megismerni a kivágódás alapelveit és működési mechanizmusait, illetve megpróbálni megérteni a funkcionális szempontokat. Az stwintronok már létező intronok mutációja során véletlenszerűen is kialakulhattak, de kutatásaink arra is rávilágíthatnak, hogy vajon rendelkeznek-e hozzájuk specifikus funkciók az alternative splicing vagy általánosságban a génkifejeződés szabályozása kapcsán. Kivágódási mechanizmusaiknak, előfordulásuknak és elterjedésüknek az ismerete segíthet megérteni az eukarióta spliceoszómális intronok képződését és működését.

Botanika Program

Programvezető: Dr. Molnár V. Attila, az MTA doktora

A program általános célja

A Debreceni Egyetemen a jelentős múltra visszatekintő növénytanai képzés továbbvitele és korunk lehetőségeinek és kihívásainak megfelelő fejlesztése. A hazánkban 'Debreceni Iskola'-ként ismert, a magyar botanikai kutatásban meghatározó jelentőségű, Soó Rezső által alapított növényföldrajzi-rendszertani irányultságú műhely küldetését a technológiai fejlődés lehetőségeit kihasználva és a nemzetközi elvárásokhoz igazodva kívánjuk megújítani. Ezáltal lehetőséget biztosítani a tehetséges és érdeklődő hallgatóknak, hogy a klasszikus botanikai kutatásokba modern módszertan felhasználásával kapcsolódhassanak be.

A program által ajánlott és kiemelten támogatott témacsoportok

Antropogén élőhelyek természeti értékei

Napjainkban az intenzív emberi tevékenység (elsősorban a mezőgazdasági művelés, erdőirtás és az élőhelyek beépítése) következtében világszerte jelentősen csökken a természetes növényzettel borított területek kiterjedése. Különösen igaz ez az évszázadok óta sűrűn lakott, és intenzíven legrégebben művelt területekkel jellemezhető Európában. Az intenzíven művelt tájban nem csak az apró, természetközeli élőhelyfoltok értékelődnek fel, hanem azok az emberi tevékenység által fenntartott és létrehozott élőhelyek is. Ugyanakkor ezeknek az élőhelyeknek a biodiverzitásban betöltött jelentős szerepét, csak a közelmúltban ismerték fel és ezáltal mai napig 'alulkutatottnak' tekinthetők. Alig vannak ismereteink arról, hogy területükön mely természeti és társadalmi tényezők miként és milyen mértékben határozzák meg a természetes életközösségek tagjainak fennmaradási lehetőségeit, mint ahogy arról is alig tudunk valamit, hogy a fajok mely tulajdonságai határozzák meg azt, hogy miként és milyen mértékben képesek fennmaradni a különböző típusú antropogén élőhelyeken. E kérdések tudományos megalapozottságú vizsgálata nem csak konzervációbiológiai-természetvédelmi jelentőséggel rendelkezik, hanem a témához kapcsolódó kutatások a következő élőhelytípusokra koncentrálnak: őshonos és idegenhonos fásszárúak ültetvényei, útszegélyek, temető, belvizes szántók, felhagyott bányák, gyümölcsösök.

Molekuláris taxonómiai, filogenetika és filogeográfia

Az utóbbi időben az élővilág rendszerezése, fejlődéstörténeti kutatása túlzás nélkül forradalmi változáson ment át. Ennek oka két technológia robbanásszerű fejlődésére vezethető vissza: egyrészt az örökítőanyagban tárolt információhoz való hozzáférés molekuláris genetikai módszerekkel elért növekedése, másrészt ennek feldolgozását, értékelését lehetővé tevő informatikai forradalom. A Botanika Programon belül lehetőség van hazánk és a Kárpát-medence élőlényei (kiemelten a sztyepi bióta) leszármazási viszonyainak, eredetének, rendszertani kapcsolatainak vizsgálatára.

Természetes és indukált növényi sejthalál folyamatok elemzése növénycitológiai, szövettani és enzimológiai vizsgálatokkal

A klasszikus morfológiai és szövettani vizsgálatok ma is fontosak nem csak a taxonómiai kutatásokban, de más vizsgálati módszerekkel kiegészítve növényökológiai és ökotoxikológiai vizsgálatokban is. A növényi stresszbiológiai kutatások napjainkban arra törekuszenek, hogy a növények biotikus és abiotikus stresszre adott válaszait minél többféle megközelítéssel vizsgálják, a sejtszintű genetikai, strukturális és biokémiai változásoktól, a növények növekedésében, morfológiájában megnyilvánuló durvább hatásokig. A Növénytani Tanszéken régóta folynak olyan kutatások, amelyek célja a felszíni vizekben időszakos tömegprodukciónak, ún. „vízvirágzásokat” okozó cianobaktériumok speciális anyagcseretermékei által kiváltott növényi stresszválaszok elemzése, azon belül is a növényi sejthalál folyamatokra fókuszálva. Több sikerrel megvédett Ph.D dolgozat és publikáció számol be a cianotoxinok két fontos csoportjának, a mikrocisztineknek és a

cilindrospermopszinnak hajtásos növényekben előidézett stresszválaszairól; stresszenzimek (peroxidázok, nukleázok, proteázok) mintázatának és aktivitásának változásairól, és ezek következtében detektálható szövetszintű elváltozásokról (lignifikáció, szuberinizáció, a fenolos vegyületek felhalmozódása következtében fokozott autofluoreszcencia, gátolt tracheadifferenciálódás, kalluszosodás, a sejtmag integritásának megszűnése, kromatinkondenzáció, stb.). A jövőben további, alga / hajtásos növény eredetű speciális anyagcseretermékek ilyen jellegű hatásvizsgálatát tervezzük, bővítve az alkalmazott növényi mikrotechnikai eljárásokat. A növényiszöveti vizsgálatok hozzájárulnak a gyógynövénykutatásokhoz, herbáriumi anyagok taxonómiai revíziójához, invazív fajok sikeres terjedését, túlélését segítő anatómiai jellemzők feltárásához.

Vegetációdinamikai vizsgálatok, zuzmó diverzitás és dinamika

A növényzet pillanatnyi állapotának értékelését nehezíti, hogy azt az időjárási fluktuációkra adott válasz, a terület kezelése (pl. kaszáltság, legeltség) erősen befolyásolja. Tartós vegetációdinamikai vizsgálatokkal, kezelési kísérletekkel és a talaj magkészet elemzésével kaphatunk pontosabb képet e tényezők szerepéről és a vegetáció regenerációs képességéről. Ezek az ismeretek a védett gyepek megőrzésében kiválóan hasznosíthatók és a területhasználat megváltozása miatt egyre fontosabbak. A kriptogámok, azon belül a zuzmók azonosítására, indikációs értékelésére csak kevés szakember képes. A szakterület annak ellenére elhanyagolt, hogy a száraz gyepek kiterjedése előre láthatóan nőni fog, pedig ezeken az élőhelyeken a diverzitás és biomassza számottevő részét a kriptogámok teszik ki. A zuzmók és mohák kezelésre (pl. legeléskizárás) adott válasza, mikroklimatikus preferenciája, biomasszájuk becslése és dinamikájuk jellemzése várhatóan nagy szerepet játszik a sztyeppesedő területek gyepes vegetációjának hasznosításában és megőrzésében. A hazai zuzmóflóra feltárásában országra új faj kimutatása (*Xanthoparmelia mougeotii*), 50 éve nem talált faj megerősítése (*Stereocaulon tomentosum*) mellett több tájunkra (Gerecse, Zemplén, Nyírség, Vértes) új előfordulási adatok sora jelzi a témában rejlő lehetőségeket.

Növényi ökofiziológia

A növények, mint helyhez kötött életmódú szervezetek, változatos stratégiákat alakítottak ki a termőhelyi feltételekhez való alkalmazkodásuk során. A maximális produktivitást és a környezeti szélsőségekkel szembeni toleranciát biztosító mechanizmusok, illetve az alkalmazkodóképesség korlátainak kutatása az emberi természetátalakítás fokozódásával egyre növekvő jelentőségű. Az éghajlat változása, az élőhelyek átalakítása, az adventív fajok terjeszkedése, a xenobiotikumok és más toxikus vegyületek környezetbe jutása természetvédelmi, környezetvédelmi és gazdasági szempontból is olyan problémákat jelentenek, melyek megoldásában a növényi ökofiziológia, mint a növényélettan és az ökológia határterülete is segítséget nyújthat. A Növénytani Tanszéken zajló ökofiziológiai kutatásokban nem destruktív *in vivo* és *in situ* módszerekkel, illetve laboratóriumi analízisekkel vizsgáljuk a növények környezeti válaszait, az inter-, és intraspecifikus különbségeket. A Botanika Program keretében lehetőség van bekapcsolódni a növények

szénallokációs stratégiáit, illetve a stressztényezőkkel szembeni toleranciáját és válaszait, feltáró terepi és laboratóriumi kutatásokba.

Terjedésbiológia

Napjainkban az emberiség által okozott tájatalakító tevékenység és a klímaváltozás miatt egyre kevesebb a nagy kiterjedésű természetes élőhely. Az élőhelyek fragmentációja helyhez kötöttségük (és ebből adódóan limitált terjedőképességük) miatt legérzékenyebben a növényeket érinti. A feldarabolódott élőhelyeken található populációk közötti génáramlást és új élőhelyek kolonizálását egyedül a propagulumaik terjedésével tudják biztosítani. A növények propagulumaik terjesztésére több módszert is sikeresen adaptáltak. Mind közül az egyik leghatékonyabb az állatok általi terjedés, ami két formában létezik: 1) epizoochória (a propagulumok az állatok kültakarójára tapadva utaznak), 2) endozoochória (a terjesztőképletek a bélcsatornában szállítódnak). Az utóbbi évek kutatásai bebizonyították, hogy az endozoochória jelentőségét korábban jelentősen alulbecsülték. A téma aktualitását fokozza, hogy a folyamatnak komoly jelentősége a nagyon jelentős gazdasági és társadalmi (közegészségügyi) vonatkozásokkal rendelkező invazív fajok terjedésével kapcsolatosan. A Botanika Programban a téma egyik legjelentősebb és leginkább alulkutatott aspektusával, az endozoochóriával kapcsolatos kutatásokba lehet bekapcsolódni.

Herbáriumok szerepe hosszú távú folyamatok dokumentálásában

A növények megismerésében, az egyes taxonok típusainak őrzésében és előfordulási adatok dokumentálásában a természettudományi gyűjtemények hagyományosan pótolhatatlan szerepet töltenek be. Az e gyűjteményekben őrzött példányok azonban számos járulékos információt is hordoznak, melyek további távlatokat nyitnak meg. A Debreceni Egyetem Növényteni Tanszékének herbárium (egyben hazánk második legnagyobb hajtásos növénygyűjteménye), együttműködésben más bel- és külföldi gyűjteményekkel lehetőséget kínál például biológiai inváziók nyomkövetésére, környezeti tényezők (például klimatikus tényezők és szennyezőanyag-koncentrációk) változásának detektálására, fajok évtizedekkel-évszázadokkal korábbi genetikai, alakotani variabilitásának feltárására, más élőlényekkel (növényevőkkel, parazitákkal, kórokozókkal) kapcsolatos biotikus interakciók feltárására, autökológiai vonatkozások (például magvak hosszú távú életképességének) vizsgálatára.

Evolúció- és diverzitásbiológia program

Programvezető: Dr. Barta Zoltán, az MTA doktora

A program általános célja

Az élőlények világát óriási mértékű változatosság jellemzi. E sokféleség megnyilvánul a biológia minden szerveződési szintjén: gének különböző allélok formájában léteznek, óriási a változatosság a fiziológiai mechanizmusok területén, az egyedek talán legfontosabb tulajdonsága, hogy különböznek egymástól, és nem kell bemutatni a fajok, társulások és biomok szintjén jelentkező hatalmas mértékű diverzitást sem.

E variabilitás egyik fontos következménye, hogy lehetővé teszi az élet fejlődését alapvetően meghatározó természetes szelekció működését, az adaptív jellegek kialakulását. A kölcsönhatás azonban kettős, hiszen a természetes szelekció, más evolúciós mechanizmusokkal, pl. genetikai sodródással, jelentős mértékben hozzájárul e variabilitás kialakulásához, fennmaradásához. E variabilitás, és az azt fenntartó evolúciós mechanizmusok kutatása napjainkra különösen fontossá vált, mivel az egyik globális kihívás, amellyel mostanában szembesülünk, az élővilág változatosságának, genetikai erőforrásainak, a fajok és az életközösségek sokféleségének veszélyeztetettsége. E veszteség a genetikai információt hordozó makromolekuláktól, az egyedi jellegek variabilitásán keresztül, a bioszféra egészéig a biológiai szerveződés valamennyi szintjét érinti, hiszen a variabilitás elve, a variáción alapuló természetes szelekció és adaptáció valamint evolúció törvényei valamennyi biológiai rendszerre vonatkoznak, ide számítva az evolúció révén kiemelkedett emberi fajt is.

Az Evolúció- és diverzitásbiológia doktori program általános célja az élővilág evolúciójának és az e folyamat révén kialakuló sokféleség széleskörű tudományos vizsgálata, illetve az ilyen vizsgálatok magas szintű végzésére képes szakemberek, doktoranduszok képzése. A program a következő fő területekre koncentrálna:

1. az adaptív jellegek fiziológiája: evolúciós fiziológiai vizsgálatok;
2. élettartam és szaporodás közötti csereviszony: életmenet evolúciós vizsgálatok;
3. az egyedi jellegek variabilitása: viselkedésökológiai vizsgálatok;
4. a biológiai sokféleség rendszerezése és tér-időbeli dinamikája;
5. a sokféleség genetikai alapjai: populáció- és konzervációgenetikai vizsgálatok.

Evolúciós fiziológia

Az adaptív jellegek természetes szelekció révén történő evolúció kialakulásával számos vizsgálat foglalkozik, melyek révén a folyamatok viszonylag jól ismertek. Sokkal kevesebbet tudunk azonban arról, hogy e jellegek hogyan, milyen mechanizmusok révén jelennek meg, hogyan „működnek”. Szintén nagyon kevés ismeretünk van arról, hogy hogyan történik a fiziológiai mechanizmusok, pl. hormonális szabályozás, evolúciója. Az alprogram keretében a következő kérdések megválaszolására irányulnak kutatások:

1. A molekuláris biológia új eredményei rávilágítottak, hogy egy evolúciósan megőrzött hormonális jelút, az inzulin jelátviteli út fontos szerepet játszhat az élethossz valamint a szaporodás és a túlélés közötti csereviszony evolúciójában. Nagyon keveset tudunk ugyanakkor ezen mechanizmusok szabadon élő állatokban játszott szerepéről, és szinte semmit sem tudunk a madarakban betöltött funkciójukról. A kutatás célja az inzulin jelátviteli út szerepének tanulmányozása vadon élő madarakban.
2. A vonuló madarak populációi jelentős csökkenésen mentek keresztül az elmúlt néhány évtizedben. Ezzel szemben még mindig limitált a tudásunk arra nézve, hogy milyen eséllyel alkalmazkodhatnak a vonuló fajok rohamosan változó környezetükhöz. Ennek megjósolásához sokkal pontosabb és részletesebb tudásra van szükségünk a vonulási viselkedés kialakulásáért felelős öröklődési és fejlődéstani mechanizmusokról. A

kutatásunk egy fontos és eddig nem vizsgált mechanizmust, az anyai hatást, illetve az anyai stressz szerepét, veszi célpontba a vonulási viselkedés kialakulásánál. A kutatás eredményeként, például közelebb kerülünk olyan lényeges kérdések megválaszolásához, mint hogy milyen módon jelenik meg, illetve tűnik el a vonulási viselkedés egy populációból zavarás és környezetváltozás hatására. Végül, egy további fontos eredménye lehet az ilyen jellegű vizsgálatoknak az, amikor természetvédelmi szakembereket és törvényhozókat tudunk informálni egy fontos viselkedés, mint a vonulás, környezeti stressz érzékenységről.

Életmenetevolúció

Az élőlények várható élettartama rendkívül változatos és összefügg a szaporodási stratégiákkal. Ennek a változatosságnak egy jelentős része genetikailag programozott és fiziológiaszabályozásalattáll. Ezenszabályozási mechanizmusok megértése az evolúcióbiológia egyik alapvető problémája, melynek feltárása segítheti az emberi öregedés megértését. Az alprogram keretében ökológiai, fiziológiai és genetikai módszereket ötvöző vizsgálatok zajlanak:

1. Életmenet-jellegek fiziológiai szabályozása projekt célja a túlélés és szaporodás közötti evolúciós csereviszony, valamint az öregedés háttérében álló fiziológiai szabályozási mechanizmusok feltárása egy édesvízi csalánzó modell-rendszeren keresztül. A Debreceni Egyetem Evolúciós Állattani- és Humánbiológiai Tanszékén kidolgoztuk az édesvízi hidrák természetes populációinak tanulmányozási módszertanát és leírtuk az öregedési folyamat részleteit. Ezen munkából az elmúlt években több publikáció született, amelyek megalapozzák a pályázatban foglalt célkitűzések teljesítését.
2. Az öregedés és a rák a biológia legnagyobb megoldatlan rejtélyei közé tartozik. Miért különböznek az egyedek az öregedési rátában és hogyan lehet, hogy bizonyos egyedeknél a tumorok kialakulásának kockázata sokkal nagyobb, mint másoknál? Korábbi vizsgálatok alapján okunk van feltételezni, hogy ez a két jelenség összefügg egymással: a nagyobb öregedési ráta védelmet nyújthat a tumorok kialakulásával szemben. Ez azt jelenti, hogy, ha a rákot meg akarjuk érteni, akkor az öregedést is tanulmányoznunk kell (és fordítva). Célunk e két jelenség összefüggését tanulmányozni egy régi-új biológiai modell-rendszeren, az édesvízi hidrán keresztül. A hidrák rendkívül egyszerű testfelépítésű állatok, mégis az öregedés és a rák is előfordul náluk. Kutatásunkban természetes hidra-populációkban fogjuk vizsgálni az öregedés mértéke és a tumorok kialakulásának kockázata közötti összefüggést. Ezen munka segítségével reményeink szerint jobban megérthetjük a két jelenség összefüggését, ami hozzájárulhat új terápiás módszerek kidolgozásához is.

Viselkedésökológia

Az elmúlt évtizedek viselkedésökológiai, evolúcióbiológiai kutatásai alapján viszonylag koherens kép alakult ki a szociális viselkedés evolúciójáról. E hatalmas ismeretanyag egyik fő

hiányossága azonban, hogy általában csak egyetlen jelleg, pl. az utódgondozás mértéke, evolúciójával foglalkoztak. Vagyis nagyrészt elmaradt a jellegek együttes változásának, *koevolúciójuknak* vizsgálata. Számos olyan probléma körvonalazódik, ahol több jelleg együttes változásának vizsgálata jelenthet megoldást a szociális viselkedés, akár fajok között történő, kialakulására. Az alprogram keretében folyó kutatások a következő témákra koncentrálnak:

1. Korábbi vizsgálatok kimutatták, hogy ha a gondozó szülők különböző feladatokra specializálódhatnak, akkor egy koevolúciós spirál lép működésbe, gyorsan specializált, kooperáló szülőket eredményezve. A szaporodó szülőktől eltérően, ahol mindig van egy anya és apa, a csapatok összetétele nem szükségszerűen rögzített, *priori* semmi nem garantálja, hogy különböző feladatokra specializálódott egyedek kerülnek össze. Éppen ezért nem világos, hogy a feladat-specializációs mechanizmus működhet-e csapatokban is? Lehetnek olyan csapatformáló mechanizmusok, amelyek garantálhatják a megfelelő egyedek egymásra találását, pl. partner választás alapján.
2. Az állati csoportok működését nagyban befolyásolja a csoporttagok közötti szociális hálózat. A hálózatok struktúrája jelentősen meghatározhatja az információ és fertőzések csoportbeli terjedését, de a csoportban zajló evolúciós folyamatokat is. Egy csoport szociális struktúráját több hálózat is jellemezheti, pl. dominancia hierarchia, táplálék-megosztási hálózat, vezető-követő kapcsolati háló, vagy egyszerűen együttes előforduláson alapuló hálózat. Nem világos, hogyan viszonyulnak e struktúrák egymáshoz. Elképzelhető, hogy a különböző hálók egymástól függetlenek, de az is elképzelhető, hogy van egy mélyben meghúzódó közös struktúra és az általunk megfigyelt hálók csak ennek különböző vetületei. Ez utóbbi esetben valamilyen kapcsolat várható a megfigyelt hálózatok jellemzői között.
3. A fajok közötti kapcsolatok egyik alapvető formája a szimbiózis. Ezt a kapcsolatot az ökológiában hagyományosan olyan viszonyként definiálják, amely mindkét fél számára előnyös. Az elmúlt évek kutatásai alapján azonban úgy tűnik, hogy e kapcsolatokra jobban illik a fajok közötti kooperáció fogalma, mivel a felek között gyakori a kölcsönös kihasználás, melynek következményeképp egy koevolúciós "fegyverkezési verseny" alakulhat ki gazda és szimbionta között. Az édesvízi hidrák és szimbionta algáik fontos modellszervezetek ezen mutualisztikus kapcsolatoknak a vizsgálatára.
4. Szintén vizsgáljuk a nemi szerepek kialakulása mögötti mechanizmusokat. A nagyfejű csajkó (*Lethrus apterus*) egy rendkívül érdekes tagja a hazai faunának, azon ritka bogarak közé tartozik, ahol mindkét szülő részt vesz az utódok nevelésében. Eddigi vizsgálatainkból tudjuk, hogy a szülők különböző feladatokra specializálódtak, a nőstény táplálékot hord, míg a hím a földbe vajt fészket őrzi. A nőstények és hímek génexpresszióját analizáljuk a szaporodási szezon során, hogy felderítsük a viselkedési különbségek mögötti kandidáns géneket. Ezután e gének szekvenciájának ismeretében következtetünk evolúciós változásuk sebességére és ezzel a specializáció kialakulásának történetiségére.

Biológiai sokféleség

A biológiai sokféleség alapos ismerete egyre inkább fontossá válik gyakorlati szempontból is, talán elég utalnunk a közelmúltban feltűnt idegenhonos fajok megjelenésére hazánkban. Az alprogram egyrészt hozzá szeretne járulni a biodiverzitás jobb megismeréséhez, illetve a már meglévő és egyre bővülő ismeretek dinamikus kezeléséhez, térinformatikai elemzéséhez. Cél továbbá a fajok közötti interakciók vizsgálata is. Az alprogram az alábbi kérdésekre koncentrálna:

1. A Laboulbeniales gombák különböző ízeltlábúak speciális életmódú ektoparazitái. E gombáknak a gazdáikra gyakorolt hatásáról hiányosak az ismereteink. Közülük a *Rickia wasmannii* gombát és a *Myrmica scabrinodis* hangyagazdáját találtuk e kérdéskör szempontjából a legalkalmasabb modellorganizmusoknak. A fő célunk ezért e két faj kapcsolatának a kutatása. A kutatásaink során meg fogjuk vizsgálni, hogy milyen hatással bír a *R. wasmannii* gomba a *M. scabrinodis* kolóniáinak táplálékválasztására, napi aktivitására, mikrohabitat választására és kollektív intelligenciájára.
2. Nyílt forrású, közösségi tudományos és oktatási adatbázis keretrendszer építése biológiai, biodiverzitási és természetvédelmi adatok számára. Az adatbázis keretrendszer elvi megalapozása, szoftverkomponens fejlesztések és az elosztott üzemeltetést végző nemzetközi konzorcium létrehozása. Nyílt hozzáférésű (Open access) adatok és eszközök használatának erősítése.

A sokféleség genetikai alapjai

Az élővilág sokféleségének alapja a fajok genetikai összetételének változatossága. Ez a változatosság alapvetően az örökítő anyag, a DNS sajátja, de megnyilvánul a géntermékek, a fehérjék szintjén, valamint az enzimek eltérő működéséből adódó fiziológiai és morfológiai jellegekben is. A fajok populációrendszerekben jelennek meg elterjedési területükön. Így a populációkon belül, az egyedek között megnyilvánuló változatosság mintegy kiegészül a populációk genetikai összetételében mutatkozó különbségekkel. Ezért beszélhetünk a genetikai variabilitás mintázatáról, amelyen nyomot hagynak a különböző mikroevolúciós változások. Így a genetikai változatosság szerkezetének elemzése rávilágít a populációkra ható evolúciós hatások természetére és intenzitására. A variabilitás vizsgálatát molekuláris szinten és a morfológiai jellegek szintjén tanulmányozzuk. Vizsgálati objektumaink rovarok, elsősorban Orthoptera és Lepidoptera fajok. A vizsgálatok fő kérdése:

1. A mikrobiális szimbionták jelentős evolúciós és ökológiai hatást gyakorolhatnak eukarióta gazdáikra. Mivel az effajta kölcsönhatások teljesen feltáratlanok a Kárpát-medencei lepke fajokban, ezért tanulmányozzuk az intracelluláris Wolbachia-k előfordulását, lehetséges hatásait és fő átadódási lehetőségeit különböző boglárka- és tarkalepkékben. Ezáltal bepillantást nyerhetünk a gazdafajok fajképződési folyamatainak alakulásába, és hasznos információkat gyűjthetünk a védett fajok megőrzését célzó természetvédelmi kezelések kidolgozásához.

Funkcionális és Restaurációs Ökológia program

Programvezető: Dr. Török Péter, az MTA doktora

A program általános célja

A funkcionális és restaurációs ökológiai program felvállalja graduális képzés során elsajátított az élőlényközösségek működésével és helyreállításával kapcsolatos ismeretek diszciplína-független, integrált fejlesztését. A program kiemelt fontossággal kezeli a szárazföldi és vízi élőlényközösségek működésének és helyreállításának vizsgálatát és segítséget nyújt az ezekben a kutatásokba történő bekapcsolódásra. A program bázisát az Ökológiai Tanszék kutatói és a velük szoros együttműködésben dolgozó Növényteni, Hidrobiológiai tanszékek illetve az MTA Ökológiai Kutatóközpontjának azon kutatói adják, akik vizsgálataik során nagy hangsúlyt fektetnek a szárazföldi és közösségek funkcionális alapú megismerésére illetve kutatásaikban nagy hangsúlyt helyeznek a biodiverzitás eltérő szinteken zajló helyreállítására. A program alapvető megközelítése a természetes közösségek működésének megismerése és a helyreállításuk lehetőségeinek vizsgálata mely kiváló lehetőséget nyújt az állami környezetvédelmi és természetvédelmi intézményekkel (a Felső-Tisza-vidéki, a Tiszántúli és a Közép-Tisza-vidéki Környezetvédelmi és Természetvédelmi Felügyelőségek, valamint a Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság) folytatott szoros együttműködésre.

A funkcionális és a restaurációs ökológia kapcsolata

Az emberi életminőség fenntartásában kiemelt fontosságú a széleskörű ökoszisztéma szolgáltatások nyújtására képes természetes és féltermészetes területek, valamint egyéb környezeti jellemzők stratégiaileg megtervezett hálózatának kialakítása és fenntartása. Ennek a hálózatnak a kialakításában kulcsfontosságú a természetes élőhelyek sokféleségének fenntartása és helyreállítása. A tájleptékben zajló élőhely-rekonstrukció hatékony eszköz az élőhelyi hálózatok szerkezetének és hatékony működésének kialakításában. Az élőhely-rekonstrukciók esetében igen fontos a költséghatékony kivitelezés és fenntartás, valamint a költséges technikai megoldások kiváltása. A program legfontosabb célja, hogy a programba bekapcsolódó hallgatók által folytatott elméleti funkcionális ökológiai, konzervációbiológiai és restaurációs ökológiai kutatások, valamint a gyakorlati élőhely-rekonstrukciók és kezelések során nyert eredmények integrálása révén megfelelő és adaptív válaszokat adhassunk a tájhasználat és klíma megváltozással járó kihívásokra.

A program által ajánlott és kiemelten támogatott témacsoportok

Funkcionális jellegek szerepe a természetes ökoszisztémák működésében

A közösségekben zajló ökológiai folyamatok megértéséhez kulcsfontosságú a közösségszerveződés és a társulási szabályok funkcionális alapú vizsgálata és megértése. A

klasszikus, taxonokon alapuló megközelítések mellett egyre nagyobb teret nyernek az ökológiai funkciókkal és a közösségek működésével összefüggésben álló úgynevezett funkcionális jellemzők sokféleségén alapuló vizsgálatok. Ezek a kutatások az ökológiai kutatás homlokterébe kerültek az utóbbi évtizedekben Ennek alapvetően az az oka, hogy bár a taxon-összetételen alapuló vizsgálatok a közösségek dinamikai folyamatainak egyes aspektusait jól jellemzik, a funkcionális alapú elemzések közvetlenebb módon világítanak rá a közösségeket alakító ökológiai folyamatokra, mint a tisztán a fajösszetételen alapuló elemzések. A vizsgálatok legfontosabb élő objektumai a jelentős funkcionális változatosságot felmutató teresztris és vízi növényközösségek, a fitobenton és fitoplankton alkotó taxonjai.

Gyepközösségek biodiverzitásának helyreállítása

Az elmúlt évszázadban a fennmaradt gyepterületek többsége degradálódott és természetes fajkészletük elszegényedett. A kedvezőtlen folyamatok megállításának vagy ütemük csökkentésének szükségessége az élőhely-rekonstrukciós kutatásokat és beavatkozásokat a tudományos érdeklődés homlokterébe emelte. A gyepesítés támaszkodhat kizárólagosan technikai módszerek alkalmazására vagy legalább részben spontán gyepesedési folyamatokra. Egyre fokozottabb az igény arra vonatkozóan, hogy a gyepesítési beavatkozás költséghatékony legyen és kiválthatóak legyenek az igen költséges technikai módszerek. Ezen célok elérését segítheti az, ha a növényökológiai elméleti kutatások legújabb eredményeit és módszereit bevonjuk a gyakorlati gyeprekonstrukciók tervezésébe és kivitelezésébe. Ez azt jelenti, hogy az ökoszisztémák működésének valamint a terjedési folyamatoknak tanulmányozásával bizonyított elméletek és az eredmények természetes körülmények között történő tesztelése (1) növelheti a rekonstrukciós programok esélyét a sikerre, és (2) biztosíthatja a legköltséghatékonyabb módszer kiválasztását és alkalmazását. Kiemelt fontosságúak tehát e kérdéskörök vizsgálatával foglalkozó kutatások.

Természetvédelmi kezelések és monitorozásuk

A fajgazdag, érintetlen vagy hagyományosan kezelt természeti területek Európa-szerte és a világ más pontjain is, többnyire a megváltozott tájhasználat (intenzívebbé vált tájhasználat vagy felhagyás) következtében jelentős mértékben degradálódtak. A területek fajkészletének megőrzésében és a tájléptékű diverzitás fenntartásában valamint a természetvédelmi kezelések tervezéséhez kiemelten fontos a biodiverzitás fenntartásáért felelős hatótényezők vizsgálata, illetve a tervezett megőrzési stratégiák és kezelési beavatkozások valós körülmények között zajló tesztelése. A programban kiemelten kezeljük azokat a kutatási irányokat melyek egy vagy néhány kiemelt élőlénycsoport vizsgálatával vizsgálja a lokális beavatkozások és tájléptékű hatások szerepét a közösségek megőrzésében és helyreállítása során.

Hidrobiológia Program

Programvezető: Dr. Grigorszky István, a biológia tudomány doktora

A program általános célja

A doktori program keretében a Pannon-ökorégió vízi (akvatikus) és a vizes (szemiakvatikus) élőhelyeit benépesítő élőlényekkel és élőlényegyüttesekkel kapcsolatos alap- és alkalmazott kutatások bővítését valósítjuk meg. A programba bekapcsolódó hallgatók oltatása és képzése terén kiemelt szerepet szánunk az élőlényfajok és élőlényegyüttesek populációs és társulás szintű megismerésének, előfordulási sajátosságaik feltárásának, az azokat befolyásoló és/vagy meghatározótényezők megállapításának, szerkezeti (strukturális) és aműködési (funkcionális) összetélt szabályozó folyamatok értelmezésének.

A program bázisát a Hidrobiológiai Tanszék képezi, beleértve a szolnoki kihelyezett Alkalmazott Hidrobiológiai Tanszéket is, de az oktatási és képzési feladatokat – a program országos hatósugara miatt – szoros együttműködésben látjuk el a társtanszékeken (Ökológiai, ill. Növénytani Tanszék) kívül számos külső kutatóhellyel (elsősorban az MTA Ökológiai Kutatóközpont; ELTE Mikrobiológiai Tanszék; Department of Biology, University of Oradea) és színvonalas szakmai munkát folytató gyakorlati intézménnyel (mint pl. BioAqua Pro Kft., Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, Közép-Tisza-vidéki, ill. Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság).

Szemléletváltás a hidroszféra kutatásában és annak hatásai a programra

Az egész világon napjainkra már teljesen egyértelművé vált, hogy a természeti javak közül a víz áll legkorlátozottabb mértékben az emberiség rendelkezésére (a „kék bolygón” a valójában hasznosítható vízkészlet a teljes vízburoknak csak mintegy 3%-a!). Nem véletlen, hogy mérvadó szakmai és politikai körök úgy tartják, hogy 2050-re a víz lesz a „folyékony arany”, s a nemzetközi konfliktusok kialakulásában is akkorra már a legkritikusabbnak nem az olaj, hanem a víztartalékok „birtoklását” valószínűsítik (így érthető, hogy a német „Das Wasser ist der Spiegel unserer Zukunft” jelmondatnak egyre nagyobb a visszhangja és mind több a követője).

A hazai helyzet az ország medence-jellegéből és a kedvezőtlen irányba elmozduló éghajlati adottságokból következően megdöbbentően rossz (felszíni vízkészletünk több mint 90%-a „felvízi” országokból érkezik, egyre kisebb mennyiségben, ill. most sem éppen jó, s egyre romló minőségi állapotban). Az utóbbi időszak történéseiből ráadásul arra lehet következtetni, hogy térségünkben a klímaváltozás is elsősorban a vízről, a vízzel való ésszerű gazdálkodásról fog szólni. Ugyanakkor ivóvíztartalékaink európai viszonylatban is igen jelentősek, aminek megfelelő állapotú megőrzése a jövő egyik kulcskérdése (s ezért a vízkészletekkel való gazdálkodást itthon is egyre inkább kiemelt fontosságú stratégiai ágazatként kezelik). Tovább növeli a jövő felelőségünket, hogy víztereinnek igen nagy jelentősége van a táji és a biológiai sokféleség, az ökoszisztéma-funkciók és a területhasználat szempontjából. Közülük sok tekinthető unikálisnak, amelyek mindeddig számos vonását megőrizték a táj ősi arculatának és hajdani élővilágának, s az itteni élőhelyi és biotikai diverzitás ma még nemzetközi összehasonlításban is kiemelkedően értékes. Ugyanakkor az utóbbi években súlyos környezeti katasztrófák (rendkívüli árvizek, jelentős és kiterjedt hatású

szennyezések, nagy belvízelöntések) történtek, amelyek ezt a típusú értékmegőrzést is veszélyeztetik.

A jelenlegi helyzet a biológiai és az ökológiai ismeretek terén elkésérítően rossz (ellentétben például a hidrológiai és kémiai szakterületekével). Nagyon hézagosak és esetlegesek az ismereteink a hazai vízterek élővilágáról, a vízi ökológiai rendszerek strukturális-funkcionális (szerkezeti-működési) sajátosságairól pedig ma még csak igen keveset tudunk. Különösen aktuálissá teszi a hidrobiológiai oktatás és kutatás fejlesztését az Európai Unió Víz Keretirányelve (Directive 2000/60/EC), ami a vízügyi politika egyik legfontosabb céljává a "jó ökológiai állapot" (good ecological status) megőrzését és elérését tűzte ki. Ez a célkitűzés az élővilág súlypontos figyelembe vétele nélkül nem teljesíthető, s az ehhez vezető út tudományos igényű kimunkálása – a Pannon-ökorégió speciális viszonyaira és élővilágára tekintettel – a hazai szakemberek elsőrendűen fontos feladata kell legyen. Mindezek sikeres megvalósításához komoly felkészültségű, a vízi élővilágot jól ismerő és tudásukat eredményesen hasznosítani tudó szakemberekre van szükség, s erre kívánjuk hallgatóinkat a hidrobiológia doktori program keretében felkészíteni.

A program által ajánlott és kiemelten támogatott témacsoportok

A korszerű hidrobiológiai kutatásoknak négy fő csapásiránya van: (1) a vízi és a vizes élőhelyeket benépesítő élőlények taxonómiai besorolásának, ill. chorológiai, fenológiai, etológiai és ökológiai sajátosságainak tanulmányozása; (2) az élőlényegyüttesek (populációk és cönózisok) szerepének feltárása a vízi ökológiai rendszerek szerkezeti (strukturális) felépítésében és működési (funkcionális) folyamataiban; (3) az élőlények előfordulási viszonyai által tükrözött biológiai vízminősítés, ill. az élővilág és a környék sajátosságait összekapcsoló ökológiai vízminősítés elvi alapjainak tisztázása, továbbá ezek gyakorlati kivitelezési lehetőségeinek kidolgozása; (4) algák biotechnológiai alkalmazási lehetőségeinek kutatása (bioremediáció, nagy értékű anyagcseretermék felhalmozása).

Az első témacsoporton belül három – részben taxonómiai, részben metodikai szempontból eltérő – kutatási irányhoz kínálunk csatlakozási lehetőséget a doktoranduszok számára. A képzés során nagy gondot kívánunk fordítani arra, hogy a doktoranduszokat ne csak a hagyományos (főként morfológiai alapokon nyugvó) taxonómiai felfogás szerint oktassuk, hanem a korszerű módszerekkel (pl. a kariológiai, enzimológiai, molekuláris genetikai vizsgálatokkal, a numerikus és kvantitatív taxonómiai eljárásokkal) is megismertessük, ill. az előfordulási sajátosságok elemzésekor az új trendeket (pl. filogeográfia, ökoetológia, konzervációbiológia) is bemutassuk.

(a) A Pannon-ökorégió különböző felszíni víztereiben előforduló baktériumok és egysejtűek taxonómiai, anyagforgalmi és ökológiai tanulmányozása a következő élőlénycsoportokra vonatkozóan: Eubacteria, Cyanobacteria, Arhaeplastida (Chlorophyta, Rhodophyta, Glaucophyta), Cabozoa (Euglenozoa), Alveolata (Dinoflagellata), Chromista (Heterokontophyta, Haptophyta, Cryptophyta). A kutatások célja a baktériumok és egysejtűek vonatkozásában a Pannon-ökorégió főbb vízfolyásai és állóvizei hidroökológiai állapotának

jellemzésére alkalmas taxonómiai és ökológiai ismeretek megalapozása, hogy a képzésben résztvevő doktoranduszok olyan alkalmazásszintű tudással rendelkezzenek, ami sikeres kutatási projektjeik révén eredményeik nemzetközi szintű közzétételét biztosítja. Ebben kiemelt szerepet szánunk a modern molekulárbiológiai és elektronmikroszkópos technikáknak, valamint a funkcionális hidrobiológiai megközelítésmódnak.

(b) A vízi mikroszkópikus és makroszkópikus gerinctelen állatvilág kutatása, különös tekintettel a planktonra, a metafitonra és a bentonra (pedon + biotekton) benépesítő, vízminősítési és/vagy anyagforgalmi szempontból fontosabb állatcsoportokra (mint pl. Nematoda; Rotatoria; Mollusca; Annelida; Isopoda; Amphipoda; Cladocera; Ostracoda; Copepoda; Ephemeroptera; Odonata; Plecoptera; Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha; Coleoptera: Haliplidae, Dytiscidae, Hydrophilidae; Trichoptera; Diptera: Chironomidae), továbbá a különleges előfordulási körülményeik és életmódjuk miatt (mint pl. Porifera; Hydrozoa; Acari: Hydrachnidae; Anaspidacea; Mysida; Decapoda; Brachypoda; Notostraca; Conchostraca; Coleoptera: Gyrinidae; Lepidoptera: Nymphulidae; Diptera: Syrphidae, Bryozoa), speciális élőhelyi igényeik miatt (mint pl. Turbellaria; Tardigrada; Collembola; Heteroptera: Gerromorpha; Diptera: Tipulidae), állat- vagy emberegészségügyi jelentőségük miatt (mint pl. Cestoda; Monogenea; Trematoda; Arguloida; Diptera: Culicidae, Ceratopogonidae, Simuliidae, Tabanidae) kitüntetett állatcsoportokra.

(c) A vízi, ill. vizes élőhelyekhez kötődő gerincesek közül kiemelt szerepet szánunk a halfauna vizsgálatának, ami a hagyományos faunisztikai kutatások mellett magába foglalja a populációdinamikai változások, a natív és az egzotikus, ill. az invazív faunaelemek közötti kölcsönhatások elemzését, a vízi ökológia általánosan használt eszköztára mellett molekuláris biológiai eszközökkel is. Szerepet kaphatnak a természetvédelmi értékesség, ill. a gazdasági szempontú értékesség közötti kapcsolatok, valamint a természetvédelmi, horgászati és halászati hasznosítási módok tudományos kérdései is. A vízi és vizes élőhelyeken jelentős egyéb gerincesek közül a kétélűeket (Amphibia) és a hüllőket (Reptilia) teljes védettségük, a madarak (Aves), ill. az emlősök (Mammalia) egyes képviselőit pedig részben természetvédelmi értékességük, részben a vízi és vizes élőhelyek egyéb élőlényeihez mért konkurenciális, kompetíciós és predációs kapcsolataik miatt állítjuk a tudományos érdeklődés homlokterébe.

A második témacsoporton belül a szerkezeti (strukturális) jellegű témaköröknél elsősorban arra kívánunk törekedni, hogy a doktoranduszok a különböző víztípusokat benépesítő élővilág összetételéről átfogó képet kapjanak, megismerjék az élettájukhoz kötődő sajátos életformátípusokat, elsajátítsák a korszerű populációdinamikai és cönológiai szemléletet, s mindezek birtokában képesek legyenek az általuk választott élőlényegyüttesek (taxacönózisok) színvonalas feldolgozására. A működési (funkcionális) jellegű témaköröknél főleg a populációk közötti interakciók sokoldalú bemutatására, ill. az anyagforgalmi (tömegkörforgási és energiaáramlási) ismeretek elmélyítésére kívánjuk helyezni a hangsúlyt, hogy a doktoranduszok ebből a szempontból is meg tudják ítélni saját élőlényegyüttesük helyét a vízi ökológiai rendszerekben, s helyesen tudják értékelni abban betöltött szerepüket és jelentőségüket.

A harmadik témacsoporton belül az elsődleges cél a biológiai vízminősítés, az ökológiai vízminősítés, valamint az EU VKI szerinti vízminősítés érdeklődési körébe tartozó élővilág és a környezet sajátosságait összekapcsoló vízminősítési lehetőségek elvi alapjainak tisztázása, valamint ezek gyakorlati kivitelezési lehetőségeinek kidolgozása, különös tekintettel a vízi és vizes élőhelyek kezelésére (prezerváció, konzerváció, rehabilitáció, rekonstrukció, kreáció). A beavatkozások tervezése és kivitelezése során az ökológiai szempontok érvényesítésére, továbbá a hatáselemzésre és a monitorozásra esik a fő hangsúly. Ebbe a körbe sorolható a hidroökológiai állapotfelmérésekhez, valamint a környezeti hatásvizsgálatokhoz kapcsolódó hidrobiológiai ismeretek tudományos igényű feldolgozása is.

A negyedik témacsoporton belül az algák bioremediációban (szennyezőanyagok biológiai úton történő eltávolításában) betöltött szerepének kutatása képezi az egyik irányvonalat. A nyomelemek, kismolekulájú szerves szennyezőanyagok algafajok növekedésére gyakorolt hatása már régóta az érdeklődés középpontjában áll. Vizsgálatuk mind természet-, mind környezetvédelmi szempontból igen jelentős, különösen azért is, mert hazai felszíni vizeinkből a leggyakrabban kimutatott szennyezők közülük kerülnek ki. A nemzetközi eredmények tükrében az algák mind nagyobb szerepet kapnak különböző szennyezett vizek biológiai mentésében. A témacsoporton belülről másik irányvonal az algák biomasszájának illetve anyagcseretermékeinek mezőgazdasági, ipari és kereskedelmi felhasználási célú kutatása. Ez a kutatási terület rendkívül széles körű, az utóbbi években egyre növekvő tendenciát mutat. A mikroalgák előnyei a szántóföldi növényekkel szemben, hogy területegységre vonatkoztatva hatékonyabban fotoszintetizálnak, gyorsabban, nagyobb mennyiségű biomassza termelésére képesek. Számos mikroalga képes nagy értékű anyagcseretermék felhalmozására (lipidek, szénhidrátok, fehérjék és színanyagok). A program célja a mezőgazdaság, az élelmiszeripar, illetve az egészségügy és a kozmetikai ipar szempontjából is értékes anyagok felhalmozódását indukáló tényezők vizsgálata mellett olyan módszer kidolgozása, illetve fejlesztése, amely költséghatékonyan összeállítható, egyszerűsített tápoldatokon alapul, és hatékonyan teszi lehetővé nagy mennyiségű biomassza termelését, majd abban értékes anyagcseretermékek felhalmozásának indukcióját.

Kvantitatív és Terresztris Ökológia Doktori Program

Programvezető: Dr. Kundra-Simon Edina, a biológia tudomány doktora

A program általános célja

A doktori program keretében modern ökológiai kutatások folynak, amelyekben a kvantitatívnak, a tesztelhetőségnek és operatívnak kiemelt szerep jut. A program bázisát a Debreceni Egyetem Ökológia Tanszéke és az MTA-DE Biodiverzitás kutatócsoport képezi, szoros együttműködésben a társtanszékkel, számos hazai és külföldi kutatóhellyel és egyetemmel. A kutatások háttérét jelentik a nemzetközi LTER (hosszú távú ökológiai kutatások) projektek is. A kutatási témák spektruma rendkívül széles a gyakorlati alkalmazási

jelentőséggel bíróbiodiverzitás monitorozási tevékenység kvantitatív ökológiai elemzésétől a közösség-ökológiai modellezésig és a statisztikus ökológiáig.

Skálafüggés kvantitatív vizsgálatára szolgáló módszerek kidolgozása

A skálafüggésnek kiemelt jelentősége van az ökológiai folyamatok megértésében. Ennek ellenére a mérési módszerek viszonylag szegényesek, bár az elmúlt években erőteljes trendet képviselnek az ilyen publikációk a vezető nemzetközi folyóiratokban. A skálafüggő kvantitatív módszerek fejlesztése témakörében részletesen vizsgálni és tesztelni kívánjuk a mozaikosság, beta-diverzitás mérésére szolgáló módszereket. Ezeknek a módszereknek a kritikája alapján új módszert dolgozunk ki a beta-diverzitás jellemzésére. Többféle terepvizsgálatból származó adatok alapján teszteljük az előző évben a beta-diverzitás elemzése kapcsán elért módszertani eredményeket. Kiemelten vizsgálandó kérdés a végesméret-hatás és a skálafüggő komparatív függvények témaköre. A növényzet mintázati kényszereit figyelembe vevő komparatív függvények kidolgozását tervezzük.

Biodiverzitás megőrzése, hagyományos és ökológiai gazdálkodás

Számos gyepterület létének és sokfélesége megőrzésének kulcsa a rendszeres extenzív emberi beavatkozás. Európa szerte ilyenek a korábban számos tájegységre jellemző, a hagyományos gazdálkodás megszűntével egyre nagyobb mértékben felhagyott legelőgyepek és kaszálórétek. A hegyi kaszálórétek különösen értékesek, természetvédelmi szempontból kitüntetett figyelmet érdemelnek. Növényfajaik között igen sok a fokozottan védett, védett, vagy védelemre érdemes faj. Fennmaradásukat, a kaszálás megszűnése miatt, a fű avar-felhalmozódás következtében előálló fajszegényedés és az erdősülés veszélyezteti. Természetvédelmi és restaurációs ökológiai szempontból fontos kérdés, hogy visszaállítható-e az intenzív használat felújítása mellett a területek korábbi állapota. Hasonlóképpen lényegi kérdés a jelenlegi természetességi állapot és a fajgazdaság, megőrzése, fenntartása.

Általános neutrális biodiverzitás és szigetbiogeográfia (UNTB), null- és neutrális modellek

A null-modellek megjelenése mérföldkő volt a modern ökológiában. Ez lényegében a modell-orientált, operatív ökológia megszületése a 70-es években. Megrázkódtatást okozott, hogy az ökológia akkori, főképpen verbális modelljei szerinti predikciókat a terepi adatok alapján nem lehetett megkülönböztetni a null-modellektől. Azaz nem voltak se verifikálhatók, se falszifikálhatók. A megoldások az ökológia alapvető fejlődését és átstrukturálódását hozták. Az ezredfordulón az általános neutrális biodiverzitás és szigetbiogeográfiai modellek (UNTB) jelentek meg. Eszerint a (főként trópusokon megfigyelhető) igen magas biodiverzitás pusztán a randomitás hatásával is magyarázható. A dinamikus neutrális modellek továbbfejlesztése és a különféle terepi adatokhoz való illesztése az ökológia minden területén további, lényeges előrelépést fog hozni.

Élőhelyi és biotikus filterek

Szikes gyepekben már bizonyítottuk, hogy a vegetáció és a magbank fajösszetételét az abiotikus filterek (talaj víz- és sótartalma és a mikro-topográfia) valamint a biotikus interakciók együttesen határozzák meg. Gyakorlati restaurációs és elméleti szempontból is lényeges megismernünk, hogy fenti változóknak milyen szerepük van a szikes termőhelyeken történő gyepregenerációban. A jelenséget a Hortobágyi Nemzeti Parkban az egykori bombázó lőtérén található rekonstruált gyepekben vizsgáljuk. A 4000 hektáros területen a lőszermentesítést követően betemették a bomba-krátereket, így számos helyszínen nagy kiterjedésű, növényzetmentes talajfelszíneket hoztak létre, melyek egyedülálló lehetőséget teremtenek a kutatásokhoz. A biotikus filterek és a hiányzó diverzitás (*dark diversity*) kapcsolata napjaink ökológiájának központi kérdése, amit a korábbi botanikai és zoológiai adatainkon is tesztelünk.

Klasszikus és molekuláris ökológiai módszerek az urbanizáció kutatásában

A globálisan növekvő antropogén tevékenység jelentős változásokat okoz a természeti környezetben. Az élőlények faji- és funkcionális diverzitásának csökkenése károsítja a városi ökoszisztémák működését és kihat a városok lakosságának életminőségére. Az urbanizáció okozta hatások kompenzálásához ismernünk kell az élőlények funkcionális válaszait a zavarásra. Kutatásunkban az urbanizáció, élőhelyfragmentáció, szegélyhatás, környezeti szűrők talajlakó ízeltlábú együttesekre gyakorolt hatásait elemezzük számos taxont (holyvák, pók, futóbogarak, ászkák) vizsgálva. Metagenomikai vizsgálatunkban új generációs szekvenálási módszerekkel azt vizsgáljuk, hogy hogyan változik a kullancsok által terjesztett pathobiom (patogén mikroba-közösségek) összetétele egy urbanizációs gradiens mentén. A vizsgálat humánegészségügyi és várostervezési szempontból is fontos eredményeket hozhat.

Paleolimnológiai kutatások

A paleolimnológiai vizsgálatok az ökológiai kutatások frontvonalát jelentik, melynek révén a klímaváltozással kapcsolatos folyamatok mellett az ökológiai folyamatok történetiségét is jobban megérthetjük. Azooplanktonszervezetek kiválóan alkalmasak ilyen célú kutatásokhoz. A vízi táplálékláncban kulcspozíciót töltenek be, fajszerkezetük és méreteloszlásuk kiválóan jelzi a top-down vagy a bottom-up szabályozás erősségét. A habitatok változását és a trofitási kapcsolatokban bekövetkezett változásokat jól jelzik. Vizeink mérete, alakja és mikrohabitatokban mutatkozó változatossága számos differenciált élőhelyeket biztosít a zooplankton közösségek számára. A gazdag és változatos habitat struktúra a diverzitást magasan tartja. A vizekben és a habitatokban bekövetkező változások a diverzitás megváltozását eredményezik, a fajkészlet kicserélődése, átalakulása komplex ökológiai állapotokról ad teljesebb képet.

Invázióbiológiai kutatások

Az inváziós fajok terjedése a globális biodiverzitást veszélyeztető tényezők között kiemelt jelentőségű. Invázióbiológiai kutatásaink a lineáris tájelemekre fókuszálnak, mivel ezen struktúrák természetvédelmi szerepe kettős: egyaránt segíthetik a természetes élőhelyekhez kötődő fajok metapopulációi közötti funkcionális kapcsolatok fenntartását, de hozzájárulnak az inváziós fajok terjedéséhez is. Tájléptékű, nagy ismétlésszámú vizsgálatainkban a vonalas létesítményeknek és a hozzájuk kötődő emberi tevékenységeknek az inváziós növényfajok terjedésében betöltött szerepét vizsgáljuk. Teszteljük, hogy mely növényi tulajdonságokkal (terjedési típusok, klonalitás, magbank típus) rendelkező fajok a legsikeresebb invazívok. Kutatjuk az invazív növényfajok terjedésének útvonalait, kiemelten az ember propagulumok terjesztésében betöltött szerepét. Továbbá vizsgáljuk az inváziós fajok hatásait a természetes ökoszisztémák fajkészletére, szerkezetére és funkcionális diverzitására. Eredményeink hozzájárulnak az inváziós fajok elleni hatékony védekezési stratégiák kidolgozásához.

Magbank szerepe a biodiverzitás fenntartásában és a közösségszerveződésben

A magbank kulcsszerepet tölt be a növényközösségek dinamikájában, a növényzet regenerációs és degradációs folyamataiban. Célunk, hogy a természetes gyepek vegetáció- és magbank dinamikájában megismert folyamatokat vizsgáljuk és hasznosítsuk a gyepek regenerációja során. A rekonstrukciós beavatkozások célja a természetes célállapothoz közeli, hosszú távon reziliens rendszer létrehozása, amely megfelelő élőhelyet biztosít a növény- és állatfajoknak. Kulcsfontosságú kérdés, hogy mennyire tudjuk a kívánt célállapotot megközelíteni és hogyan támogathatjuk a regenerációs folyamatokat. Ehhez fontos támpontot ad a regenerálódó gyepek vegetáció- és magbank dinamikájának vizsgálata. Kutatásainkban a magbank és a talajparaméterek szerepét vizsgáljuk a regenerálódó gyepek növényzetének fajkészlet szerveződésében, európai szinten is kiemelkedő tájléptékű élőhely-rekonstrukciós projekteknél, három országra kiterjedő nemzetközi együttműködés keretében.

Tájökológia, izoláció és fragmentáció

Európa ember által átalakított tájaiban a gyepi élőhelyek sok esetben csak kis kiterjedésű szigetekként maradtak fenn, melyeknek kiemelkedő természetvédelmi jelentősége van. Az izolált élőhelyeken található növényi és állati közösségek szerveződését befolyásoló lokális és táji változók hatásmechanizmusainak feltárása jelentősen hozzájárul az élőhelyszigetek ökológiai folyamatainak megértéséhez, valamint tudományos alapot szolgáltat a megőrzésükre irányuló védelmi és restaurációs tervek összeállításához. Kiemelt szerepet szánunk a biotikus és abiotikus élőhelyi változóknak, valamint a táji környezetnek az élőhelyszigetekeken élő általánosan elterjedt generalista és élőhelyspecialista fajok fajgazdagságára és abundanciájára kifejtett hatásainak vizsgálatára. A vizsgált változók élővilágra kifejtett hatásainak értékelésénél a faji szintű elemzések mellett a közösségek funkcionális diverzitását is vizsgáljuk. Tekintettel arra, hogy intenzíven használt tájakban a lokális és táji változók elsősorban az egyes fajok perzisztencia és terjedési sajátosságain

keresztül fejtik ki hatásukat a flóra és fauna összetételére, nagy hangsúlyt fektetünk a fenti sajátosságok vizsgálatára.

Növénybiológiai és Növény-biotechnológiai Program

Programvezető: Dr. Vasas Gábor, az MTA doktora

A program általános célja

A Debreceni Egyetemen a növénybiológiai és biotechnológiai kutatások továbbvitele, fejlesztése. Az elmúlt évtizedekben kialakult modern növénybiológiához köthető kutatási tématerületek és -csoportok művelése. Lehetőséget biztosítani a tehetséges és érdeklődő hallgatóknak, hogy a növénybiológiai és növény-biotechnológiai kutatásokba modern infrastruktúra és módszertan felhasználásával kapcsolódhassanak be.

A program által ajánlott és kiemelten támogatott témacsoportok

Növényi sejt- és fejlődésbiológia

A téma keretén belül, elsősorban az 1 és a 2A típusú protein foszfatázok (PP1 és PP2A) szabályozó szerepét, valamint a protein foszfatáz- oxidatív stressz összefüggést kutatjuk a növényi sejtben. Modelszervezeteink elsősorban *Arabidopsis thaliana* és *Vicia faba*, ezek a növényi sejt- és fejlődésbiológia, valamint molekuláris biológia fő modellrendszerei. Fókuszterületeink:

1. PP1 és PP2A szerepe a növényi mitózis szabályozásában, elsősorban kromatin- és mikrotubulus szerveződés vizsgálata. Hisztonfoszforiláció és mikrotubulus asszociált proteinek szerepe, szabályozása a protein defoszforiláció révén.
2. Van-e összefüggés az oxidációs stresszel szembeni védekezés és a protein foszfatázok aktivitása között? Milyen szignál transzdukciós folyamatok játszanak ebben szerepet?

A fenti témák kivitelezéséhez az infrastrukturális háttér adott, amely biztosítja a megfelelő technikák alkalmazását. A módszertani megközelítés elsősorban: hisztokémiai/immunhisztokémiai, valamint biokémiai/molekuláris biológiai (pl. fehérje elektroforézis, enzimaktivitások vizsgálata natív géleken, Western blot, hosszú távon transzkripció/fehérjeexpressziós profilok vizsgálata) technikák. Mivel a hisztokémiai/immunhisztokémiai eljárásokat csak fixált sejteken lehet végezni, amely nem mindig ad hű képet az élő sejtekben zajló valós eseményekről- hosszú távon élősejt vizsgálatokat is tervezünk GFP-fúziós fehérjéket expresszáló modellnövényekben. Ebben a rendszerben számos szubcelluláris folyamatot nyomon tudunk követni.

Növényi szövettenyészetek előállítása és azok biotechnológiai alkalmazása

A DE BÖI TTK Növénytani Tanszéke évek óta rendelkezik egy olyan, gazdag növényi szövettenyészet gyűjteménnyel, amely potenciálisan jó szekunder metabolit termelő, védett

fajok kultúráit is magában foglalja. Ezek közül, jelenleg az érdeklődésünk elsősorban a *Crocus* (sáfrány) nemzetségre (*Crocus sativus*- a jóféle sáfrány, valamint védett, kárpát-medencei fajok) és az Amaryllidaceae család néhány képviselőjére (*Galanthus*, *Leucojum*, *Sternbergia*) irányul. Előzetes eredményeink a fenti taxonok egyedeiből készült szövettenyészetekben jó antioxidáns kapacitást, ill. a sáfrány fajok esetében sejtciklust befolyásoló hatásokat mutattunk ki. Mivel eredményeink gyakorlati alkalmazhatóság (gyógyszer alapanyagok termeltetése) szempontjából is ígéretesek, ezeket a kutatásokat szeretnénk PhD képzés keretében is továbbvinni.

Növényi mikrobiom és metabolom összefüggésének kutatása

A növények belsejében élő nem patogén mikroorganizmusok, az ún. endofitonok nagy gazdagsági jelentőséggel bíró, taxonómiailag extrém módon heterogén, de funkcionálisan is számos csoportra osztható baktériumok, gombák vagy egyéb mikroorganizmusok. **E tématerület keretein belül az endofiton fonalas gombák növényekkel, elsősorban azok szekunder metabolitjaival való interakciója kerül vizsgálatra.** A növényi szekunder metabolitok nem csupán a növény számára hasznosak, mint rovarrepellens, antimikrobiális, vagy a versenyképességet más módon elősegítő bioaktív vegyületek. Ugyanezen vegyületek miatt lesz számos növényből gyógynövény, funkcionális táplálék vagy ipari alapanyag: a más fajok biológiáját befolyásoló hatásokért is a növények által bioszintetizált szekunder metabolit keverék felelős. A vizsgált alaphipotézist (az endofitonok és a nem-endofitonok között különbség mutatható ki a növényhez való adaptációban, metabolom, vagy más szinten) különféle modellek segítségével vizsgáljuk. Ez jelent egyrészt *in vitro* megközelítéseket, így a növényi vegyületek endofiton gombák növekedésére, metabolizmusára, stb. való hatásainak vizsgálatát, másrészt annak felderítését, hogy az endofiton gombák képesek-e a növény (elsősorban szekunder) metabolitjait módosítani, biotranszformálni, szénforrásként felhasználni. *In vivo* vizsgálatok esetében az endofitonok kolonizációs mintázatának tanulmányozása, vagy a növény metabolomjának, proteomjának vagy transzkriptomjának változását a kolonizáció hatására. Utóbbi esetben talaj-, rizoszféra, vagy más növényből származó endofitonhoz képest látható különbségek is érdekesek lehetnek, a jelenségek vizsgálata adatbányászati módszerekkel történik. Amennyiben releváns, megvalósítjuk egy kiválasztott endofiton nagy léptékű nevelését, és annak a növényre hatással lévő bioaktív vegyületeinek izolációját, és kémiai karakterizálását. Emellett jelentős megemlíteni azt a megközelítést is, amikor terepről származó egyedek esetében adatbányászati módszerekkel próbáljuk meg korreláltatni a mikrobiom mintázatát a kémiai variabilitással – vagyis arra keressük a választ, hogy bizonyos endofiton fajcsoportok jelenléte hogyan befolyásolja a növényi metabolomot. Utóbbi esetben tenyésztésmentes mikrobiom-vizsgálati módszerek is alkalmazásra kerülnek.

A témával kapcsolatban több éves tapasztalat, modell növény klónok, ismert eredetű, általunk izolált és részlegesen karakterizált (de jórészt azonosított) gomba vonalak állnak rendelkezésre. Az általános mikrobiológiai munkákon kívül általános kromatográfias minta előkészítéshez szükséges is minden eszközzel rendelkezünk.

Mikroalgák metabolit-termelése –variabilitás és funkció

Az iparban felhasznált, valamint alkalmazott növényi eredetű készítmények, metabolitok manapság még több mint 90 %-a a magasabb rendű hajtásos növényekből származik, ugyanakkor egymástól független körülmények miatt is egyre nagyobb figyelem irányul a különböző alacsonyabb szerveződésű, fotoszintetizáló algaszervezetek ilyen irányú alkalmazására. Az elmúlt 50 évben a szerkezetazonosító módszerek fejlődésével, az algatömegtermelési technikák valamint a mesterséges algatermesztő(tenyésztő) technológiák előretörésével számos szénhidrát, peptid, terpenoid, alkaloid és fenoloid típusú komponens különböző biológiai aktivitással került leírásra algákból.

A változatos metabolit-termelés vizsgálata egyes algafajok néhány különleges hatással rendelkező molekuláinak jellemzésén keresztül vizsgáljuk. A közvetlen felhasználással is bíró mikroalgák (*Spirulina sp.*, *Chlorella sp.*, *Haematococcus sp.*, *Dunaliella sp.*) kapcsán hatóanyag-mintázatokra, termelési valamint funkcionális sajátosságokra fókuszálunk.

Az algavirágzások megjelenése és terjedése jól ismert édes- és tengervízi élőhelyeken egyaránt. A víz látványos elszíneződésén túl, számos kellemetlen velejárója van az algák tömeges előfordulásának, gazdasági és közegészségügyi problémák egyaránt jellemzőek lehetnek, ugyanakkor a toxinok tulajdonságai, sajátosságai számos terület érdeklődésére számot tartanak. Az algák változatos mérgező anyagcsereterméket termelhetnek nagy mennyiségben, melyek fokozhatják a velük kapcsolatosan ismert problémákat, mint az ivóvízminőség leromlása, halak pusztulása. Az elmúlt évtizedekben több tudományos kutatómunka foglalkozott az algatoxinok hatásával, tulajdonságaival. Kutatásaink során ezen erős hatású metabolitok bioszintézisével, mintázatával, funkcióival és alkalmazási lehetőségeivel foglalkozunk.

Biodiverzitás és Klímaváltozás Doktori Program

Programvezető: Dr. Székely Tamás, az MTA külső tagja

A biodiverzitás a bolygónkon zajló körülbelül 1 milliárd éves evolúció eredménye. Ezt a biodiverzitást azonban ma már az emberi tevékenység fenyegeti. A Biodiverzitás programnak ennek megfelelően két fő célja van. Először is, a biodiverzitás kialakulásának megértése. Ezt a kérdést két különböző módon közelítjük meg. Egyrészt terepmunkát végzünk különböző ökoszisztémákban, hogy megértsük azokat a szelekciós folyamatokat, amelyek az élőlények viselkedését, ökológiáját és életciklusát alakítják. Csoportunk általában vízimadarakkal, különösen partimadarakkal (lilék, partfutók és rokonfajaik) foglalkozik.

Másrészt filogenetikai elemzéseket használunk a múltbeli események rekonstruálására és a biodiverzitás kialakulását az idők során formáló történelmi folyamatok vizsgálatára. Ez a munka általában a gerincesekre összpontosít, és a szaporodás különböző aspektusait használjuk fel régmúlt események rekonstruálására, például a szülői gondoskodás, a szaporodási mód vagy az életciklus jellemzőinek következtetésére.

A biodiverzitás a bolygónkon zajló körülbelül 1 milliárd éves evolúció eredménye. Ezt a biodiverzitást azonban ma már az emberi tevékenység fenyegeti.

A Biodiverzitás programnak ennek megfelelően két fő célja van. Először is, a biodiverzitás kialakulásának megértése. Ezt a kérdést két különböző módon közelítjük meg. Egyrészt terepmunkát végzünk különböző ökoszisztémákban, hogy megértsük azokat a szelekciós folyamatokat, amelyek az élőlények viselkedését, ökológiáját és élelciklusát alakítják. Csoportunk általában vízimadarakkal, különösen partimadarakkal (lilék, partfutók és rokonfajaik) foglalkozik.

Másrészt filogenetikai elemzéseket használunk a múltbeli események rekonstruálására és a biodiverzitás kialakulását az idők során formáló történelmi folyamatok vizsgálatára. Ez a munka általában a gerincesekre összpontosít, és a szaporodás különböző aspektusait használjuk fel régmúlt események rekonstruálására, például a szülői gondoskodás, a szaporodási mód vagy az élelciklus jellemzőinek következtetésére.

A biodiverzitás kutatásának második fő iránya a természetvédelem kutatása és az aktív természetvédelmi projektek vezetése a tudományos ismeretek felhasználásával. Jelenleg Magyarországon, Madagaszkáron, a Zöld-foki-szigeteken és Dél-Afrikában vannak vizsgálati helyszíneink. Ezekon a helyszíneken természetvédelmi monitorozást végzünk, és természetvédelmi intézkedéseket tervezünk és kivitelezünk a veszélyeztetett fajok és ökoszisztémák védelme érdekében.

A fenti kutatási- és konzervációbiológiai munkákba több mint 20 külföldi és hazai intézményből kb. 100 kutató, doktorandusz hallgató és természetvédő kapcsolódik be. További információkért kérjük látogasson el a www.szekelylab.com weboldalra.

Válogatott publikációk:

Vági, B., G. Katona, O. G. Miranda, M. G. Mándi, H. A. Hofmann, É. Plagányi, Zs. Végvári, A. Liker, R. P. Freckleton & T. Székely. 2024. The evolution of exceptional diversity in parental care and fertilization modes in ray-finned fishes. *Evolution* 78:1673-1684.

Fresneau, N., I. Pipoly, D. Gigler, A. Kosztolányi, T. Székely* & A. Liker*. 2024. The evolution of sex roles: the importance of ecology and social environment. *Proceedings of The National Academy of Sciences US* 121: e2321294121.

Schacht, R., S. R. Beissinger, C. Wedekind, M. D. Jennions, B. Geffroy, A. Liker, P. M. Kappeler, F. J. Weissing, K. L. Kramer, T. Hesketh, J. Boissier, C. Uggla, M. Hollingshaus & T. Székely. 2022. Adult sex ratios: causes of variation and implications for animal and human societies. *Communications Biology* 5: 1273.

Amano, T., T. Székely, B. Sandel, Sz. Nagy, T. Mundkur, T. Langendoen, D. Blanco, C. U. Soykan, W. J. Sutherland. 2018. Successful conservation of global waterbird populations depends on effective governance. *Nature* 553: 199-202.

Kubelka, V., M. Šálek, P. Tomkovich, Zs. Végvári, R. Freckleton & T. Székely. 2018. Global pattern of nest predation is disrupted by climate change in shorebirds. *Science* 362: 680-683.

Tudományos ismeretterjesztő cikkeink:

Kiss, Á, Á. Monoki, F. Takács & T. Székely. 2024. Watch out for the nest! Conserving a grassland species on arable land. Oryx blog, 29 January 2024. <https://www.oryxthejournal.org/blog/watch-out-for-the-nest-conserving-a-grassland-species-on-arable-lands/>

Székely, T. & G. McDonald. 2023. Sex roles and sex ratios. Ibis blog, 20 November 2023. <https://bou.org.uk/blog-szekely-mcdonald-shorebirds/>

Székely, T. 2021. Darwin got sexual selection backwards, research suggests. The Conversation. 17 June 2021. <https://theconversation.com/darwin-got-sexual-selection-backwards-research-suggests-162711>

A komplex vizsga fő- és melléktárgyai

Főtárgyak

Állatanatómia
Állatélettan
Állatökológia
Biodiverzitás
Biogeográfia és filogeográfia
Bioinformatika
Biokémia
Biomérnöki művelettan
Biotechnológia
Biotermék technológia
Eukarióta mikroorganizmusok genetikája
Evolúcióbiológia
Genetika
Genomika
Gombagenetika
Gyógynövénybiológia
Humánbiológia
Konzervációbiológia
Környezetanalitika
Környezetvédelem
Limnobiológia
Mikrobiális fiziológia
Mikrobiológia
Molekuláris biológia
Növenyönológia és vegetációtérképezés
Növényélettan
Növényökológia
Növényrendszertan és molekuláris taxonómia
Növény szerkezettan és növényi sejtbiológia
Ökotoxikológia
Populációgenetika
Potamobiológia
Sejtbiológia
Viselkedésökológia
Vízminősítés
Zootaxonómia, -szisztematika és filogenetika

Melléktárgyak

Agroökológia
Állatföldrajz és faunisztika
Állat-növény interakció
Antifungális szerek hatásmechanizmusa
Anyagforgalom (elemciklusok és energiaáramlás)
Az izomműködés molekuláris alapjai
Biodiverzitás és mérése
Biodiverzitás és ökoszisztéma szolgáltatások
Bioindikáció
Biokonverzió
Biológiai molekulák tisztítása és analitikája
Biomolekulák szerkezete
Biomonitorozás
Bioremediáció
Borászati biotechnológia
DNS-chip technológia és adatkezelés
Élesztőgombák biológiája és genetikája
Élőhelytipológia
Entomo-taxonómia és -szisztematika
Enzimológia
Életmenet evolúció
Evolúciós fiziológia
Fermentációs folyamatszabályozás
Filogenetika
GMO szervezetek és alkalmazásuk a biotechnológiában
Gombák evolúciója és filogenezise
Hal- és halászatbiológia
Hálózatok ökológiája
Hasadó élesztőgombák molekuláris biológiája
Hidrobotanika
Hidromikrobiológia
Hidrozoológia
Ipari mikroorganizmusok törzsnemesítése
Konzervációgenetika
Korszerű elemanalitikai módszerek
Környezeti hatásvizsgálatok
Magbank
Metabolitok anyagcseréje
Mikrobiális enzimtermelés és gyakorlati alkalmazása
Mintázatelemzés
Molekuláris evolúció
Műszeres analitika

Növényföldrajz és florisztika
Ősbaktériumok élettana
Patogén gombák
Populációdinamika
Prokarióta genetika
Restaurációs ökológia
Rovarökológia
Sejtciklus
Sokváltozós ökológiai módszerek
Stresszbiológia
Szekunder metabolitok anyagcseréje
Szociobiológia
Szövettenyésztés
Természetes élőhelyek megőrzése és rekonstrukciója
Természetes vizek hidrológiai és fizikai tulajdonságai
Természetes vizek kémiai összetétele
Természetvédelmi kezelések és monitorozás
Transzkripció
Vegetációtérképezés
Vízszennyezés és szennyvíztisztítás

Kelt: Debrecen, 2025. október 10.