

# **A Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola képzési terve**

A Doktori Iskolában a képzés egységes. Az egységes képzésen belül a kutatási témák hat doktori programhoz kapcsolódnak: 1. Alkalmazott Ökológiai Program, 2. Biodiverzitás Program, 3. Biológia Program, 4. Biotechnológia Program, 5. Hidrobiológia Program, 6. Kvantitatív és Terresztris Ökológia Program.

## **Alkalmazott Ökológia Program**

Programvezető: Dr. Magura Tibor, az MTA doktora

### **A program általános célja**

Az **Alkalmazott Ökológiai doktori program** felvállalja az MSc képzésben elsajátított általános és alkalmazott ökológiai és környezetanalitikai tudás és készség alkalmazását és továbbfejlesztését a képzés keretében. A program lehetőséget biztosít a hazai és nemzetközi környezetvédelmi és természetvédelmi problémák kezelését célzó kutatásokba való bekapcsolódásra. A környezetvédelem területén a program kiemelt figyelmet szentel az alkalmazott környezetanalitikai vizsgálatokra és a környezeti nevelésre, míg a természetvédelem területén a gyakorlati természetvédelemben is alkalmazható, felhasználható kutatásokra, külön hangsúlyt fordítva a természetes folyamatokat utánozni próbáló erdőfelújítási módszerek vizsgálatára. A program bázisát az Ökológiai Tanszék adja, szoros együttműködésben a társtanszékkel (Hidrobiológiai Tanszék, Műszeres és Környezetanalitikai Részleg), az MTA Ökológiai Kutatóközpontjának Balatoni Limnológiai Intézetével és 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).

### **Feladatok a környezettudatosabb képzésért és ennek kihatásai a programra**

A minőségi emberi élethez szükséges természeti-, épített- és társadalmi környezetünk állapota, védelme és a fenntarthatóság érvényesítése napjainkban egyre jelentősebb társadalmi és gazdasági tényező, ezért a környezettudomány és a fenntartható fejlődés oktatása és képzése különösen fontos felsőoktatási feladatunk. Természetesen nem magát a tudományos-technikai forradalmat és annak vívmányait kell a vádlottak padjára ültetni és nem magát a gazdaságot, kell hibáztatni, hanem sokkal inkább azokat, akik nem ismerték fel, vagy rövidtávú terveik realizálása érdekében nem akarták felismerni azt a potenciális környezeti veszélyt, ami a környezet egyre nagyobb mérvű elszennyezésében jelentkezett.

A környezetvédelmi tudatosság és a fenntarthatóság igényének hiánya az előzőekhez hasonlóan kihat a minőségi emberi élethez szükséges természeti környezetünk megőrzésének és fejlesztésének eredményességére. A civilizált ember élet-fenntartó rendszerének két oldala van: egy műszaki "mesterséges" és egy természeti környezethez kapcsolódó "természetes" oldala. A mai fejlődésünk abba a szakaszba jutott, amelyben életünk egy bizonyos határon túl nem terhelhető, a tovább már nem feszíthető természet adta feltételeit a szinte vég nélkül fejleszthető műszaki rész fenyegeti. El kell fogadnunk, hogy ha a természetes oldal adottságai

nem növelhetők, a műszaki oldalt kell ehhez igazítani. Ez a környezet-ökológiai és fenntartható fejlődés szemlélet lényege a mindennapi élet számára.

Az előzőek ellenére sajnálatosan a környezeti krízis tovább fokozódott, bebizonyosodott, hogy a természeti környezet kizsákmányolása újra termeli a szegénységet, a betegséget, az éhséget, és éppen a túlélés és kibontakozás alapjait rombolja le. Ma nagyobb tömegek éheznek a világon, több ember nélkülözi az egészséges ivóvizet, mint bármikor eddig az emberiség történetében. Hiszen eddig jóformán észre sem vettük, hogy van természet, amelyben mi is élünk. Ennek egyik oka az, hogy azt hittük, elég csak termelni, minél többet termelni. A környezet szennyezése természetidegen anyagokkal, a természet kincseinek korlátlan kiaknázása a természeti környezet leromlásához vezetett.

Európához való csatlakozásunkkal összhangban, szükség van az átgondolt környezeti és fenntarthatósági gondolkodásra és cselekvésre, azonban, hogy ennek a kihívásoknak, eleget tudjunk tenni, szükséges hogy felsőoktatásban, de különösen a PhD képzésben a hallgatók, megfelelő szemléletű környezettudományi és fenntarthatósági oktatást, képzést kapjanak. Fontos továbbá a környezettudományi és fenntarthatósági ismeretekre épülő tudatformálás lehetőségeinek feltárása, megismerése, megismertetése és alkalmazása. Ebben a munkában, jelenetős mértékben segít bennünket az UNESCO Unitwin „Sustainable Development, Culture and Education” projekt keretében működő BBCC hálózat és a DESD érvényesítése.

## **A program által ajánlott és kiemelten támogatott témacsoportok**

### **Természeteszerű 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.

### **Környezetanalitikai témacsoportok**

#### **Mintavételi és minta előkészítési eljárások**

Mintavételi és minta előkészítési stratégiák kidolgozása és fejlesztése környezeti, biológiai, humánbiológiai minták analitikai vizsgálatához. Ezen belül 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, optimalítása. 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 optimalítása a legkülönbözőbb kísérő anyagokat tartalmazó környezeti minták elemzéséhez.

### **Alkalmazott ökológia és vízi környezetvédelmi témacsoportok**

#### **Élőbevonat (perifiton) tanulmányozása sekély álló vizekben és vízfolyásokban**

Az élőbevonat (perifiton) a sekélyvizekben, így a sekély vizekben és vizes élőhelyeken ideális biomonitor, a környezeti állapot és a vízminőség monitorozására, mert az autotróf és heterotróf folyamatai révén környezettükkel folyamatos kölcsönhatásban vannak, ezért használható információt nyújtanak és a bekövetkező változásokat, előre megbízhatóan jelzik. A természetes vagy mesterséges alzatról vett perifiton, a változatos összetétele, 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.

#### **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 határfokának növelése. A szennyvíztisztítás lényege, hogy a keletkező szennyvíz szennyező anyagainak az eltávolítása,

ill. a minőségi átalakítása olyan mértékű legyen, hogy a tisztított víz a természetes befogadókba 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, ill. a sokoldalú szakmai értékelése. Szükséges továbbá az ipari – környezetvédelmi technológia racionalizálása ill. optimalizálása. A szakirodalomban is számos új, főként természetes és környezetbarát, ill. energiakímélő hatékony kezelési eljárást közölnek, amelyek hazai átvételét ill. adaptációját továbbra is feladatunknak tekintjük kutatásainkban. Az elvégzendő vizsgálatok célja, hogy a folyamatos ellenőrzés mellett figyelemmel kísérjük a szennyvíztisztító rendszerben létrejövő változásokat

### **Bioremediáció (fitoremediáció) alkalmazhatóságának elmélete és gyakorlata**

Csupán 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 ill. mérgezett területeken nemhogy elpusztulnának, hanem bizonyos adaptációs idő után képesek szaporodni, valamint a magas nehézfém ill. szerves szennyezők mennyiségét mérhetően és bizonyíthatóan megváltoztatni. Az utóbbi években elvégzett vizsgálatok egyértelműen bizonyítják, hogy a talaj ill. szennyvíz szennyezettsége csökken a növények életműködése által.

A fejlett bioremediálási technika 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 deponálandó tömeg, mint a kiemelt talajé. Az eljárás sikerének feltétele a helyszín gondos elemzése, a szennyezők minősége és mennyisége megismerése, majd a növény ennek megfelelő kiválasztása. A fitoremediáció energiatakarékos, környezetkímélő, esztétikus és nem utolsó sorban olcsó megoldás, ezért az elkezdett kutatásainkat a PhD képzés keretében folytatni fogjuk.

### **Környezeti nevelés szinterei és fejlesztési lehetőségei**

Magyarország környezetpolitikája, számos más országhoz hasonlóan, prioritásként kezeli a környezeti oktatás, nevelés fejlesztését. A környezeti nevelés egyik sajátossága hogy élethosszig tartó folyamat, amely nem ér véget az iskolai tanulmányok befejezésével, hanem végig kell, hogy vonuljon a felnőtt korban is. A környezeti nevelés lényegében „a környezetünkkel való harmonikus (tudatos) együttélésre nevelés” rövidítése. A PhD keretében végzett és tervezett vizsgálatok kiterjednek a környezeti nevelés szervezett iskolai és iskolán kívüli formáira, valamint a felnőttnevelés sajátosságaira.

A környezeti nevelés inter-, multi- és transzinterdiszciplináris, hiszen átfogja a természet-, társadalom- és környezettudományok széles körét. A környezettudományok, az élet- és földtudományok, matematika mellett igénylik az emberi viselkedés leírására vállalkozó tudományágakat. Ezért a társadalomtudományok, a humán-etológia, a jog, a politológia, a pszichológia, a szociológia, a közgazdaság és a vezetés tudományok széles körét is bevonja.

## **A fenntarthatóságra nevelés pedagógiája**

A jövőben a fenntartható fejlődés a cél, amely csak akkor valósulhat meg, ha az emberek képessé válnak a gondolkodási, tevékenységi mintáik, viselkedésük megváltoztatására. Ezt az Európai Unió Környezetvédelmi Akcióprogramja is hangsúlyozza és megfogalmazza, hogy ehhez megfelelő képzésre van szükség. A környezeti nevelés – amely egyre inkább kiszélesedik a fenntarthatóság pedagógiai gyakorlatára - összetett feladat. A fenntarthatóság oktatásának programját a jövőben, a Fenntarthatóságra nevelés évtizedében (2005-2014) ki kell dolgoznunk. A fenntarthatóságra nevelés új tanítási, tanulási stratégiát kíván, amely kihívást jelent a Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola PhD képzésében.

## **Ökotoxikológia és ökofiziológiai környezetvédelmi alkalmazása**

Korábban a toxicitás megállapítására az általános mérgezési tünetek megjelenését illetve a fejlődés különböző jellemzőit vizsgálták. Ezek a paraméterek olcsón és egyszerűen mérhetők, 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.

## **Biodiverzitás 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.

Az egyik globális kihívás, amellyel napjainkban 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 által kiemelkedett emberi fajt is. Csak a biológiai organizáció hierarchikus szintezettségére épülő multidiszciplináris megközelítés képes átfogni a biológiai diverzitás problémakörét, *a rendszerező, az ökológiai és az evolúciós szemlélet alapján.*

A Biodiverzitás doktori program általános célja a biodiverzitás, az élőlények sokfélesége széleskörű tudományos vizsgálata, illetve az ilyen vizsgálatok magas szintű végzésére képes szakemberek, doktoranduszok képzése. A program három fő területre koncentrálnak:

1. a sokféleség genetikai alapjai: populáció- és konzervációgenetikai vizsgálatok
2. az egyedi jellegek variabilitása: viselkedésökológiai vizsgálatok
3. a biológiai sokféleség rendszerezése (taxonómia és szisztematika), tér-időbeli dinamikája; fajképződés és fajfölötti evolúció; filogenetika és filogeográfia.

## **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 (részben az enzimpolimorfizmus, részben pedig a mtDNS elemzése révén) és a morfológiai jellegek szintjén tanulmányozzuk. Vizsgálati objektumaink rovarok, elsősorban Orthoptera és Lepidoptera fajok.

A program genetikai sokféleséget kutató alprogramja az alábbi kutatási témákat öleli fel:

- *A kis populációkban érvényesülő evolúciós hatások:* A beltenyésztés és a drift genetikai következményei a populációk genetikai összetételére és a morfológiai változatosság mértékére (különös tekintettel a fluktuáló aszimmetriára). Van-e kimutatható összefüggés a beltenyésztés mértéke és a populáció átlagos rátermettségének csökkenése között? Csökken-e a genetikai variabilitás mértéke egy kis, izolált populációban a faj nagy, összefüggő rendszert alkotó populációihoz képest?
- *A genetikai és a morfológiai variabilitás szerkezetének elemzése:* A variabilitás mintázatának leírása. A mintázat és az azt kialakító evolúciós erők kölcsönhatásának vizsgálata. Milyen tényezők vezetnek a földrajzi mintázat kialakulásához egy adott faj esetében, és mi okozza annak hiányát egy másik faj populációrendszerében?
- *A fajok életmenet jellemzőinek (szaporodási stratégia, tápnövény preferencia, stb.) hatása az adott faj genetikai szerkezetére:* A különböző ökológia igényű fajok genetikai variabilitásának összehasonlítása. Milyen evolúciós hatások dominanciáját, és ennek megfelelően a genetikai variabilitásnak milyen mintázatát várjuk az egyes fajokban. Van-e párhuzam a genetikai és a morfológiai variabilitás szerkezete között?
- *Veszélyeztetett, illetve sérülékeny fajok populációinak genetikai monitorozása:* Az izoláció genetikai következményeinek elemzése. A metapopulációs struktúra genetikai következményeinek jellemzése. Az ökológiai folyosók szerepének feltárása esettanulmányokon keresztül.
- *A populációk leszármazási kapcsolatainak vizsgálata:* Milyen kolonizációs útvonalak

alakították ki az adott faj populációinak jelenlegi földrajzi elterjedését különös tekintettel a Kárpát-medencére? Vannak-e variabilitási gócok a Kárpát-medencei populációkban?

## **Az egyedi jellegek variabilitása**

A biodiverzitást befolyásoló hatások alapvetően az egyedeken keresztül hatnak. Az egyedek azok, amelyek pl. mérgezést szenvednek, ami eredményeképpen populációk tűnhetnek el; ők azok, amelyek szaporodása fenntartja a populációt és új genetikai kombinációkat generál; az ő táplálkozási viselkedésük befolyásolja más fajok egyedeinek életlehetőségeit; vagy az ő diszperziós viselkedésük alakítja a fajok elterjedési térképeit. Ezen okok miatt az egyedi jellegek variabilitásának vizsgálata nélkülözhetetlen annak megértéséhez, hogy mik a biológiai diverzitás kialakulásának, fennmaradásának okai és ez a sokfélesége hogyan őrizhető meg?

A doktori program egyedi jellegek variabilitásával foglalkozó része a következő kutatási irányokra koncentrál:

- *Szociális táplálkozási stratégiák használata:* Milyen tényezők teszik lehetővé, hogy különböző táplálkozási stratégiák maradjanak fenn a csapatban? Hogyan függ a stratégiák használata az egyedek belső állapotától és a környezetüktől (ideértve a szociális környezetet is). Hogyan befolyásolja a különböző stratégiák használatának lehetősége az egyedek és ezzel a csoport/populáció túlélését.
- *Hosszú távú egyedi viselkedési különbségek:* Hogyan hat a környezet variabilitása az egyedi hosszú távú viselkedési variabilitás megjelenésére? Vannak-e olyan környezet típusok ahol a különböző viselkedési típusok (pl. cohort splitting) megjelenése valószínűbb?
- *Egyedi viselkedés populációs következményei:* Hogyan használhatók fel az optimális viselkedési modellek a populációs folyamatok megismerésére, prediktálására? Mik a klímaváltozások lehetséges hatásai, viselkedésben megnyilvánuló jelei?
- *Fiziológiai mechanizmusok környezetfüggése:* Hogyan szabályozzák az egyedek immunrendszerük működését különböző környezeti feltételek alatt? Hogyan hat az eltérő életciklus (pl. szaporodás, vedlés) az immunrendszer működésére és vice versa? Milyen tényezők befolyásolják a vedlést és az újonnan kialakuló tollazat minőségét?
- *Állatcsoportok dinamikája, szociális tanulás, kollektív döntéshozás:* Hogyan dönt a csapat a helyválttatásról? Hogyan alakulnak ki az éjszakázó helyek? Milyen a csapatok dinamikája, mi befolyásolja a csapattagságot, milyen a csapatok szerkezetének állandósága?
- *Az emberi populációk és viselkedés változatossága*

## **Taxonómia, biogeográfia, fajképződés és faj feletti evolúció**

Modern biológiai alapképzettségű taxonómusokban és evolúcióbíológusokban évtizedek tudománypolitikai mulasztásai folytán ma jelentős hiány van. Ennek számos következményével szembesülünk. Gazdasági, környezetvédelmi és egészségügyi szempontból jelentős állatcsoportok egész sorának nincs hazai specialistája, jelentős modern taxonómiai és szisztematikai irányoknak nincs hazai művelője, és az evolúciókutatásnak számos iránya is "hiánycikk" a hazai tudományos piacon, amely a faji és fajfölötti biológiai sokféleség tér-időbeli mintázatait, filogeográfiáját vizsgálja. Alprogramunk fő célkitűzéseit a fenti hiányok, illetve szükségletek indokolják.

- Kiemelt feladatnak tekintjük a nagy fajszerű gerinctelen állat- (mindenekelőtt rovar- ) csoportokkal foglalkozó, korszerű szemléletű és metodikai felkészültségű, alapos és modern általános biológiai képzettséggel bíró taxonómusok kinevelését. Itt az alábbi csoportokban van jelenleg konkrét témaválasztási lehetőség: *Araneae*, *Odonata*, *Orthoptera*, *Hymenoptera: Formicidae*, *Lepidoptera*. A fenti csoportokon belül lehetőség van a fajon belüli taxonómiai viszonyok részletesebb elemzésére is, morfológiai módszerekkel.
- A taxonómiai és szisztematikai alapok elsajátítása mellett különös gondot fordítunk arra, hogy az általános képzést alapos, modern evolúciobiológiai, ökológiai és biogeográfiai stúdiumokkal egészítsük ki. Itt az alábbi fő témakörök választhatók:
  - A Kárpát-medence, illetve egyes részterületeinek zoogeográfiai-faunatorténeti feldolgozása;
  - Filogeográfiai vizsgálatok, elsősorban olyan fajokon, amelyeknek a Kárpát-medencében reliktumjellegű, illetve konzervációbiológiai szempontból jelentős populációi vannak;
  - Tápnövényválasztási preferenciák ökológiai tényezői, regionális eltérései és szabályai;
  - A klímaváltozással összefüggő area- és közösség-összetétel változások vizsgálata kvantitatív módszerekkel (fénycsapda, talajcsapda);
  - Konzervációbiológiai szempontból jelentős fajok populáció- és metapopuláció-struktúrájának és dinamikájának vizsgálata, monitorozása.

Célkitűzéseink az alábbi megfontolásokon alapulva időszerűek. Az evolúcióelmélet általános paradigmája szerint az élővilág egysége *genealogikus hierarchián* alapul. A filogenetikus szisztematika ezt a beágyazottan (enkaptikus) hierarchikus struktúrát fejezi ki. E struktúrának objektív alapegysége a faj, beleértve a fajonbelüli variabilitást, alapfolyamata pedig a speciáció, illetőleg a kladogenezis és adaptív radiáció.

A faj-diverzitásnak evolúciós szabályosságokat tükröző tér-időbeli mintázatai vannak. Ezért az evolúciós folyamat megértésének szerves része a biogeográfiai "szcenárió" ("the ecological theater and the evolutionary play" - Hutchinson) dinamikájának, filogeográfiájának feltárása, amelyben - biogeográfiai határhelyzete révén - a Kárpát-medence, ezen belül Magyarország kiemelten fontos terület európai viszonylatban is.

## **Biológia Program**

Programvezető: Dr. Sipiczki Mátyás, a biológia tudomány doktora

### **A program általános célja**

A Biológia Program tudományos és oktatási tevékenysége olyan kísérletes területekkel és bioinformatikai kérdésekkel foglalkozik, amelyek a régióban és az országban biológiával foglalkozó kutatóhelyek, szolgáltatók és vállalkozások számára szakember-utánpótlást biztosíthat.



## **A program által ajánlott és kiemelten támogatott témacsoportok**

### **Fotoszintetizáló szervezetek szabályozási mechanizmusai**

Növényi metabolit-termelés és -szabályozás. Cianobaktériumok és algák anyagcseretermékeinek kutatása. Flóra- és vegetációkutatás szűkebb és tágabb környezetünkben. Zárwatermők molekuláris taxonómiája, filogenetikája. Gyógynövények által termelt hatóanyagok analitikája. Növényi ökofiziológiai kutatások (szárazságtűrés, UV, fotoszintézis stb.) természetes ökoszisztémákban (terresztris és vízi) a kiválasztott referencia területeken.

### **Gombák genetikája, molekuláris biológiája és evolúciója**

Élesztő- és fonalgombák szaporodásának, differenciálódásának és dimorfizmusának szabályozása. Gombák genomszerveződése, biodiverzitása, molekuláris taxonómiája és filogenezeise. Interspecifikus hibridizálások. Horizontális géntranszfer és hálózatos evolúció. Gombák energianyero folyamatok. Élesztők és fonalgombák genetikai módosítása.

### **Alkalmazott és ipari mikrobiológia**

Fermentációs ipari szempontból fontos gombák fiziológiája és törzsnemesítése. Fonalgombák szénváz anyagcseréjének molekuláris szintű szabályozása és biotechnológiai jelentősége. A szénváz lebontás és a szekunder anyagcsere kapcsolata. Szerves savak (citromsav, itakonsav) fungális előállításának vizsgálata. Borászati élesztők nemesítése. Antifungális hatású élesztőgombák felhasználása bioprotekciós eljárások kifejlesztésére.

### **Biomolekulák szerkezete és a szabályozásban betöltött szerepe**

Enzimológia és fehérjeszerkezet-vizsgálatok. A folyadékfázisú mágneses magrezonancia spektroszkópia alapelveinek és modern megközelítési módszereinek alkalmazása, amelyek alkalmasak biológiailag aktív molekulák és biopolimerek molekuláris szintű szerkezetvizsgálatára és kölcsönhatásaik tanulmányozására. Molekuláris interakciók, kinetika mérési módszerek: telítés átvitel differencia (STD), diffúziós NMR (DOSY), csere spektroszkópia. Kétdimenziós NMR szerkezetvizsgáló módszerek: COSY, TOCSY, NOESY, HSQC, HMQC, HMBC. Három- és négydimenziós NMR  $^{15}\text{N}$  és / vagy  $^{13}\text{C}$  jelzett fehérjék jelhozzárendeléséhez és a térszerkezet meghatározásához. NMR bioinformatika. Szekvenciális jelhozzárendelés (SPARKY), automatikus asszignálás (AUTOASSIGN), szerkezetmeghatározás a NOE távolság korlátokból (ATNOS-CANDID/CYANA). Különböző eredetű béta-glükozidáz és N-acetil béta-D-hexózamidáz működési mechanizmusának vizsgálata.

## **Biotechnológia program**

Programvezető: Dr. Pócsi István, az MTA doktora

### **A program általános célja**

A program adta kereteken belül örömmel vesszük mindazon hallgatók jelentkezését, akik a korszerű, alapvetően molekuláris szemléletű, PhD képzési szintű ismeretek megszerzését

tűzik ki célul a biotechnológia bármely területén. A biotechnológia fogalmának a szélessége, flexibilitása továbbá időbeni dinamikus változása miatt jelen program 'befogadó' kíván lenni a biotechnológia különböző területeit művelő kutatók és hallgatók számára. Fő kutatási területeink a stresszbiológiai alapkutatásokhoz, illetve ezek gyakorlati hasznosításához kapcsolódnak. A program négy fő területre koncentrálna: 1. Stressz jelátviteli útvonalak felderítése. 2. A környezeti stresszhatásokra adott válaszok közös elemeinek, illetve közös szabályozó rendszereinek a felderítése. 3. A fenti kutatási területeken végzendő kutatásokhoz korszerű metodikák adaptálása, illetve fejlesztése ('-omics' technikák, mikroszkópos eljárások, 'time-lapse imaging', bioinformatikai módszerek, fehérje expressziós rendszerek). 4. Az alapkutatási eredmények felhasználása hatóanyagok, élelmiszerek és diagnosztikumok fejlesztésében, továbbá biotechnológiai folyamatok optimalizálásában.

## **A program által ajánlott és kiemelten támogatott témacsoportok**

### **Aspergillus fajok stressztűrésének összehasonlító élettani és genomikai elemzése**

A doktori projekt keretében tervezzük nagyszámú Aspergillus faj stressztűrő képességének a tanulmányozását változatos környezeti stresszhatások, pl. oxidatív, ozmotikus, sejtfal integritás és nehézfém stressz esetén. Célunk egy Aspergillus stressz élettani könyvtár létrehozása. Tervezzük a különböző fajok stressztűrő képességében megfigyelhető különbségek értelmezését összehasonlító genomikai vizsgálatokkal. A genombeli különbségeket megpróbáljuk összekapcsolni a stressztűrő képességekben meglévő eltérésekkel. A genomi szintű különbségeket értékeljük, és a különféle fajokban legmarkánsabban eltérő stresszválasz gének funkcióját megvizsgáljuk. A funkcióanalízis kiterjed a gének expressziójának a tanulmányozására különféle stresszhatásoknak kitett tenyészetekben továbbá, amennyiben ez lehetséges, a gének deléciójára és overexpressziójára.

### **Aspergillus fajok ozmotikus stressz toleranciájának és ozmofilitásának a tanulmányozása**

Irodalmi és saját előkísérleti eredményeink azt mutatják, hogy az Aspergillus fajok ozmotikus stressz toleranciájában, illetve egyes esetekben ozmofilitásában szerepet játszhatnak bizonyos glicerin metabolikus enzimek. Célul tűzzük ki ezen enzimek ozmotikus stressz elleni védelmi funkciójának az igazolását különféle Aspergillus fajokban végrehajtott géndeléciók, illetve géninzerciók kísérletekkel. Emellett meg szeretnénk állapítani a glicerin származékok koncentrációjának a változását az ozmotikus stressznek kitett vad típusú és mutáns tenyészetekben, illetve ezeket a változásokat korreláltatni szeretnénk az észlelt ozmotikus stressz toleranciával, illetve ozmofilitással.

### **Szénéhező Aspergillus nidulans tenyészetek tanulmányozása**

A szénforrás éhezés - természetes és ipari körülmények között egyaránt - az egyik leggyakoribb stressz a fonalas gombák számára. E doktori téma keretei között a szénéhező tenyészetek fiziológiáját, a szénéhezésre adott stresszválaszt tanulmányozzuk a számos ipari és egészségügyi szempontból is fontos Aspergillus és Penicillium fajok közeli rokonának számító Aspergillus nidulans modell organizmuson. A téma magában foglalja a szénéhezés által indukált redox változások vizsgálatát: A reaktív oxigénformák akkumulálódásának, antioxidáns enzimek indukciójának és a glutation anyagcsere változásainak tanulmányozását. Az autolízis markereinek (extracelluláris hidroláz termelés, ammóni produkció, a vitalitás és a szárazanyag tartalom csökkenése, fonalak fragmentálódása) kifejeződését. Az autolízis és az apoptózis, az autolízis és a sporuláció kapcsolatának tanulmányozását. A doktori téma keretében nagy hangsúlyt kapnak az Aspergillus nidulans heterotrimer G protein mediált

jelátviteli útvonalainak tanulmányozása, a szénéhező tenyészetek fiziológiájának szabályozásában betöltött szerepüknek tisztázása.

### **Homológ fehérje-csoportok felkutatása szekvenált gomba fajok körében bioinformatikai eszközökkel**

A világban napjainkig körülbelül ezer fajnak határozták meg a genom szekvenciáját. Ez a szám évente nagyjából megduplázódik. Azonban ezen fajok közül csak kevésnek van meg a kísérleti bizonyítékokon alapuló, viszonylag részletes, gének szerinti funkcionális leírása. Alapvető fontosságú az elméletileg hasonló működésű, homológ szerkezetű fehérjék megtalálása olyan fajokban is, ahol nem állnak rendelkezésre kísérleti eredmények a gének funkcióinak meghatározására.

Fontosabb célok:

- A témában, a világban használatos bioinformatikai módszerek és algoritmusok elemzése.
- Az eddig szekvenált gombafajok közül több tucat faj paralóg/ortológ proteinjének felkutatása és adatbázisba rendezése.
- Néhány általános protein-funkció elemzése a bioinformatikai módszerekkel kapott paralóg/ortológ fehérje-csoportokban.

### **Az *Aspergillus nidulans* fonalas gomba AtfA transzkripciós faktorának vizsgálata**

Az AtfA transzkripciós faktor az ATF/CREB protein család tagja, funkcióját nem ismerjük.

Tervezett kísérletek:

1. A gén szekvenciájának megszakítása double-joint PCR-rel.
2. A  $\Delta$ atfA *A. nidulans* törzs fenotípusának vizsgálata.
3. A transzkripciós faktor expressziójának vizsgálata stresszhatásokra (Northern blot, qPCR)
4. A protein lokalizációjának, és a stresszhatásokra bekövetkező változásainak detektálása, GFP taggel ellátott atfA szekvencia genomba történő homológ integrációjával.
5. Anti-GFP antitest alkalmazásával a fúziós protein Western bloton kimutatható. A protein foszforilációja esetén a jelenség detektálható.
6. Az *A. nidulans* AtfA heterodimerizációs partnerének azonosítása élesztő két-hibrid rendszer alkalmazásával.
7. Az AtfA lokalizációjának ill. foszforilációs státuszának vizsgálata az őt közvetlenül foszforiláló kinázra mutáns törzsből, vagyis kinázának azonosítása/igazolása.

### **A *Candida albicans* élettani paramétereinek a hatása a gomba betegségkeltő képességére**

A doktori projekt keretében tervezzük nagyszámú klinikai *Candida albicans* izolátum élettani paramétereinek (oxidatív stressztűrés, intracelluláris antioxidáns és reaktív oxigén részecske koncentrációk, stresszválasz enzimek aktivitása, antimikotikum érzékenység, hifázás és pszeudohifázás, hifázást kiváltó vegyületek hatása, proteáz és foszfolipáz termelés) a gyűjtését és feldolgozását. Ezeket az adatokat korreláltatni szeretnénk a fertőzés lokalizációjával, jellegével és kimenetelével. A tanulmány célja tehát az, hogy megválaszoljuk azt az izgalmas kérdést, miszerint a *C. albicans* élettani tulajdonságai befolyásolják-e az általa okozott opportunisták fertőzések típusát.

### **A *Penicillium chrysogenum* antifungális fehérje (PAF) szerkezetének és termelődésének vizsgálata**

A *Penicillium chrysogenum* fonalas gomba egy 6500 Da móltömegű, antifungális hatású fehérjét (PAF) termel. A PAF számos humán opportunisták és növénypatogén fonalas gomba növekedését gátolja, pl. *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus nidulans*, *Rhizopus* sp., *Absidia* sp., *Botrytis cinerea*, *Trichoderma koningii*. A PAF aktív transzporttal, endocitózissal jut be a

sejtekbe és a citoplazmában lokalizálódik. Az érzékeny gombákban K<sup>+</sup>-effluxot, hiperpolarizációt, a reaktív oxigénformák (ROS) akkumulálódását okozza, mely programozott sejthalált, apoptózist indukál *A. nidulans*-ban.

Ezen eredményeink alapján a PhD munkában a következő kísérleteket tervezzük:

1. A PAF szerkezetének vizsgálata NMR módszerrel, mely hozzájárulhat a PAF hatásmechanizmusának megértéséhez.
2. A szerkezet vizsgálatokhoz a PAF nagy mennyiségű előállítását *Pichia pastoris* metilotróf élesztőben heterológ expresszióval.
3. A PAF termelésének vizsgálatát különböző stressz körülmények között QPCR-rel és Western blottal.

### **Gombák extracelluláris sziderofór termelésének szabályozása**

A sziderofórok, azaz a vasat komplexbe zárni képes kis molekulatömegű molekulák, számos mikroorganizmus, így a legtöbb fonalas gomba vasháztartásában is kulcsfontosságúak. E molekulák képződése gyakorlati szempontból is jelentős részben, mert a sziderofór termelés sok patogén gombánál virulencia faktornak bizonyult, részben mert egyes sziderofórok eredményesen használhatók a gyógyászatban a káros vas megkötésére és szervezetből való eltávolítására. E téma keretei között a *Neurospora crassa*, mint modell organizmus, koprogén (extracelluláris sziderofór) termelését tanulmányozzuk. Fontosabb céljaink a koprogén termelésének optimalizálása, a koprogén képződés szabályozásának molekuláris szintű megismerése és a koprogén szintézisében résztvevő eddig még ismeretlen gének azonosítása. A fentiekén túl gyakorlati szempontból fontos *Penicillium* és *Aspergillus* fajok sziderofór termelését vizsgáljuk különös tekintettel a termelt sziderofórok spektrumára, funkciójára és képződésük szabályozására.

### **Új típusú, egysejt fehérje termelő eljárások fejlesztése**

A tervezett kutatások célja olyan új, levélfehérje koncentrátum előállító, zöld biofinomító rendszer biológiai / biotechnológiai alapjainak kutatása, amely léptéknövelés esetén elősegítheti Európában a szójaalapú import takarmányfehérje-függés csökkentését, versenyképes, környezetbarát technológiák bevezetését, kiemelten Közép-kelet Európa hátrányos régióiban a takarmányipar felzárkózását, az importból származó fehérjebázis csökkentését, nagy hozzáadott értékű, piacképes bioipari alapanyag és/vagy végtermék előállítását. A program újszerű, innovatív módon fókuszál a növényi savóra, mint az egysejt-alapú biotechnológiai műveletek potenciális szubsztrátjára (baktérium, alga és élesztő optimalizált tenyésztése).

### **Mikrobiális kultúrák fiziológiai elváltozásainak morfo-genetikai rendszerezése**

Olyan vizsgálómódszer kifejlesztése, amely lehetővé teszi egyes alapkutatói folyamatok automatizálását, valamint antimikrobiális és stressz ágensek élettanra gyakorolt hatásának nyomon követését.

### **Eukarióta sejtvonalak interakcióinak mikroszkopikus/sejt szintű vizsgálata, hosszú távú nyomon követése**

Tudományos biológiai adatok generálása, elemzése, modellek, predikciók felállítása egy specifikus megfigyelést és közvetlen elemzést lehetővé tevő, fejlesztés alatt álló rendszer és módszer alkalmazásával.

# Hidrobiológia Program

Programvezető: Dr. Dévai György, az MTA doktora

## A program általános célja

A doktori program keretében a Pannon-régió 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 meghatározó tényezők megállapításának, a szerkezeti (strukturális) és a működési (funkcionális) összetétel 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. Növénytan Tanszék) kívül számos külső kutatóhellyel (elsősorban az MTA Ökológiai Kutatóközpont; ELTE Mikrobiológiai Tanszék; Keleti Háromhatár-Szeglet Kutató-Fejlesztő Központ Közhasznú Egyesület; Laboratory of Aquatic Ecology, Evolution and Conservation, University of Leuven; Department of Biology, University of Oradea) és színvonalas szakmai munkát folytató gyakorlati intézménnyel (mint pl. Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, BIOAQUA PRO Kft., 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 a „felvízi” országokból érkezik, most sem éppen jó, s egyre romló minőségi állapotban). 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 felelősségünket, 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 elkeserítően 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 2000/60EC), ami a vízügyi politika egyik legfontosabb céljával 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-régió 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 három 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.

Az **első témacsoporton** belül négy – 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-régió különböző felszíni vizeitében előforduló baktériumok és egysejtűek taxonómiai, anyagforgalmi és ökológiai tanulmányozása a következő élőlénycsoportokra vonatkozóan: Eubacteria, Cyanobacteria, Chloroxybacteria, Chlorophyta, Arhaeplastida (Rhodophyta, Glaucophyta), Cabezoo (Euglenozoa), Alveolata (Dinoflagellata), Chromista (Heterokontophyta, Haptophyta, Cryptophyta). A kutatások célja a baktériumok és egysejtűek vonatkozásában a Pannon-régió 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 szubmerz és az emerz hínárnövények területi aránya évről-évre növekszik a Pannon-régió egyes állóvizeiben, s a parti makrovegetáció is jelentős átalakuláson megy át. Ennek vizsgálatát alapozza meg a vízi- és a mocsárinövények fő taxonómia csoportjainak, funkcionális típusainak, cönotaxonómiai egységeinek megismerése, különös tekintettel alkalmazkodásukra a közeg és az aljzat fizikai és kémiai sajátosságaihoz. A vízi- és a mocsárinövények szerepe egyre nő a hazai és nemzetközi vízminősítési eljárásokban és a vízminősítési gyakorlatban, a vizek ökológiai állapotának felmérésében és monitorozásában, továbbá az EU Víz Keretirányelv elvárásainak végrehajtásában is. Éppen

ezért indokolt, hogy alkalmazott kutatási téren betöltött szerepük és jelentőségük vizsgálata – mind a természeti, mind a művi rendszerekben – szintén részét képezze a képzésnek, hogy megfelelő alapismereteket szerezzenek a doktoranduszok a környezetgazdálkodási feladatok megoldásához.

(c) A vízi mikroszkópikus és makroszkópikus gerinctelen állatvilág kutatása, különös tekintettel a plankton, a metafiton és a benton (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.

(d) 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 víztértípusokat benépesítő élővilág összetételéről átfogó képet kapjanak, megismerjék az élettájukhoz kötődő sajátos életformatípusokat, 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 környék 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.

# **Kvantitatív és Teresztris Ökológia Program**

Programvezető: Dr. Tóthmérész Béla, a biológia tudomány doktora

## **A program általános célja**

A doktori program keretében modern ökológiai kutatások folynak, amelyekben a kvantitatívitásnak, a tesztelhetőségnek és operativitásnak kiemelt szerep jut. A program bázisát a Debreceni Egyetem Ökológia Tanszéke képezi, szoros együttműködésben a társtanszékkel, számos hazai és külföldi kutatóhellyel és egyetemmel. A módszertani témák spektruma rendkívül széles az EU biodiverzitás monitorozási tevékenységének kvantitatív ökológiai háttérétől (szárazföldi és vízi egyaránt) a specifikus, közösség-ökológiai modellezésig bezárólag. A terepi kutatásokhoz kötődő témák a konzervációbiológia és restaurációs ökológiai kutatásoktól az urbanizációs kutatásokig sok témát felölelnek. A kutatások háttérét jelentik a nemzetközi LTER (hosszú távú ökológiai kutatások) projektek is: a Síkfőkút és a Rejtek projekt, valamint a szintén nemzetközi együttműködésben megvalósuló Globenet (urbanizáció hatása a talajfaunára) projektek.

Az oktatási és kutatási tevékenység egyik mércéje, hogy az átadott tudás mennyiben segíti a hallgatókat abban, hogy a szakterületen elhelyezkedjenek. Ezért a kutatások szorosan kapcsolódnak a nemzeti park igazgatóságokon és a környezet- természetvédelmi és vízügyi hatóságoknál folyó munkához. Az oktatás színvonalának fenntartása illetve növelése érdekében folyamatos, visszacsatoláson alapuló kapcsolatot tartunk fenn a gyakorlati természetvédelmi tevékenységekkel foglalkozó intézményekkel és cégekkel.

## **Az urbanizáció hatása az élővilágra (GlobeNet)**

Az ipari országok népességének mintegy 80 %-a városokban lakik, és a világ teljes népességének is több, mint 60 %-a urbanizált területeken él. Az emberi népesség növekedése és a tájhasználat gyökeres átalakulása erőteljes hatást gyakorol az élő rendszerek egészére, és azok egyes elemeire is. Az urbanizáció során a természeti környezet átalakul és ez a folyamat az itt élő közösségek létét is veszélyezteti. A fajok kihalásán kívül a genetikai diverzitás vesztesége is jelentős lehet, ami további, rejtett veszélyforrás. Az urbanizáció hatására kialakul egy természetességi gradiens, amelynek egyik végén a sűrűn beépített, utakkal gazdagon behálózott és emberi hatásoktól nagymértékben terhelt, kevésbé természetes élőhelyek találhatók, míg a gradiens másik oldalát az emberi hatások mértékének csökkenése és a természetesség fokának növekedése jellemzi.

Annak ellenére, hogy az urbanizáció egyre nagyobb mértékű, keveset tudunk arról, hogy milyen konkrét hatással van a biodiverzitásra, és hogy ez a hatás a földrajzilag eltérő területeken hasonló módon jelentkezik-e. Éppen ilyen céllal, az urbanizáció biodiverzitásra gyakorolt hatásának tanulmányozására hozták létre Helsinkiben a GobeNet nemzetközi programot. Jelenleg tizennégy országban, köztük Magyarországon, végeznek mintavételeket városi, városszéli és városon kívüli élőhely gradiens mentén egységes protokoll alapján. Az urbanizáció hatására az eredeti élőhelyekben bekövetkezett változások főként a specialista fajokat érintik hátrányosan. A városi parkok és zöld területek hozzájárulnak a városi élet minőségének javításához, ezért megőrzésük mindenképpen kívánatos.



## **Projektkutatások (Síkfőkút, Rejtek)**

A hazai és a nemzetközi ökológiai kutatásokban is nagy szerepe van a hosszú távú ökológiai kutatásoknak. Magyarországon az egyik legrégebbi, nemzetközi szinten ismert kutatási kezdeményezés a Síkfőkút Projekt, amely középhegységi cseres-tölgyes erdő komplex ökológiai kutatását tűzte ki céljául. Későbbi alapítású a Rejtek Projekt, melynek keretében egy szubmontán bükkös erdő tarvágása után lezajló folyamatok vizsgálata folyik. A Síkfőkút Projekt egyúttal tagja a nemzetközi LTER hálózatnak is.

## **Fenntartható 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.

## **Rekonstrukciós munkák, mozaikosság és természetességi állapot visszaállítása**

A természetes élőhelyekre jellemzőek a hierarchikus mozaikstruktúrák. Ezek állandó mozgásban vannak, azaz dinamikus heterogenitást mutatnak. Az árterek jellemző sajátossága volt, hogy a legnagyobb árvizek idején is voltak szárazon álló, víztől alig átitatott és sekély vízborítású élőhelyrészek. Természetesen a különböző vízborítottságú területek eloszlása, a különböző vízmélységű területek aránya árvizenként változott. A vízborítás mélységének és időtartamának eloszlása szerint helyezkedtek el a vegetációs zónák, illetve mozaikok, a vízborítást jól, kevésbé jól és alig tűrő társulások. Ökológiai értelemben a sértetlen ártereken (azaz nicsen gáttal elválasztott hullámtér és mentett oldal) a természeti rendszerek pusztulása nem következik be, hiszen az elöntés működési sajátossága a területnek. A hullámtereken (mesterségesen szűkített ártér) a hirtelen emelkedő, általában magas vízszint, rendszeresen elpusztítja az élővilág egy részét, így a gyorsan visszatelepülő nagy tűrőképességű fajok kerülnek előnybe, azaz állandó egyirányú szelekciós nyomás érvényesül. Az ép árterek kevésbé sérülékenyek, mint a hullámterek, mivel mindig fennállnak a gyors újranevesedés feltételei. Ez a különbözőség meghatározza természetvédelmi kezelésük, rehabilitációjuk, hasznosításuk lehetőségeit, illetve azokat a megőrzési kötelezettségeket, amelyek az árterek természeti rendszereinek maradványaival szemben fennállnak.

## **Gazda-parazita kapcsolatok evolúciós, ökológiai és viselkedéstudományi elemzése**

A paraziták és más fertőző patogének alapvető jelentőségű hatást gyakorolnak gazdaállataik – és köztük az ember – evolúciójára, elterjedési és mennyiségi viszonyaira, valamint viselkedési sajátosságaira. E témakörön belül lehetőséget kínálunk (1) konkrét állati gazda-parazita rendszerek kvantitatív ökológiai elemzésre, pl. vadon élő gerincesek parazitológiai monitorozására. E munkáknak a választott gazdaállat fajának függvényében lehet konkrét halászati, vadgazdálkodási vagy természetvédelmi jelentősége is. További ígéretes kutatási téma (2) a *Toxoplasma gondii* viselkedésmódosító hatásának elemzése fertőzött madarak (pl.

házi veréb) esetében. E kórokozó jól ismert módon és mértékben befolyásolja a köztigazdaként megfertőzött emlősök (pl. rágcsálók és az ember) viselkedését. A doktorandusz feladata hasonló hatásokat keresni a köztigazdaként fertőzött madarak esetében. Végül fontos témaként ajánljuk az ember és az állati paraziták kapcsolatának elemzését. E területen javasoljuk (3) a hazai hontalan népesség tetvességének, valamint a tetvek által terjesztett mikrobiális fertőzések elemzését, valamint (4) az emberi hallás érzékenységének és a maláriaszúnyogok zümmögésének esetleges összerendezettségét feltáró vizsgálatok megvalósítását. .

### **Kulcspontok szocio-ökológiai hálózatokban**

**Kulcsfajok táplálékhálózatokban.** A természetvédelmi biológia fontos célja, hogy kvantitatív és objektív módszereket alkossunk a fajvédelmi prioritások megalkotását segítő. A fajok fontosságának becslése és definiálása tisztán ökológiai szempontból is nagy kihívás. A hálózatelmélet módszerek egész sorát kínálja arra, hogy a faj-közösség viszonyt alaposabban megérthessük. A legjobb nemzetközi adatbázisok és a legjobb hálózatelemző szoftverek állnak rendelkezésünkre a kulcsfajok matematikájának kutatásához.

**Kritikus tájszerkezeti elemek élőhelyhálózatokban.** A természetesen élőhelyek beszűkülése és a megmaradó területek fragmentációja komoly kérdéseket vet fel a védett területek tervezésével és egyáltalán az ökológiai rendszerek térbeliségével kapcsolatban. Elsősorban magyarországi adatokra támaszkodva olyan módszertani fejlesztéseket végzünk, melyek a kritikus élőhelyfoltok és ökológiai folyosók kijelölésében alapvetőek lehetnek a jövő természetvédelme számára. Kutatásaink alkalmasak arra is, hogy úthálózatok tervezéséhez kínáljanak szempontokat.

**Kulcsszereplők szociális állatok kapcsolathálózataiban.** Elsősorban indiai darazsak és észak-amerikai mormoták feltérképezett kapcsolatrendszere alapján olyan hálózatelemleti kutatások végzünk, melyek a kooperáció és a konfliktus, illetve a magányos és csoportos létforma közötti különbségek megértését segíti. Lehetőség van egymást nyalogató tehenek hálózatát is kutatni.

**Kritikus infrastruktúrák.** A globalizáció, a túlnépesedés és a terrorizmus kombinációja új típusú társadalmi problémákat vet fel. Ezek egy része a már meglévő illetve még fejlesztés alatt lévő infrastruktúrális elemek optimális tervezését érinti. A londoni metróhálózat elemzése felveti azt a lehetőséget, hogy a terrorista célpontokat optimális tervezés jelöli ki, akár emberekre, akár infrastruktúrára irányulnak. A védelem jelentős módszertani lemaradása megdöbbentő. Közlekedési hálózatok tervezése során egy másik szempont a tájökölógiai hatás felmérése. Hálózatelemző szoftverek és nemzetközi adatbázisok segítik kutatásainkat.

**Emberi kapcsolathálózatok elemzése.** Az osztálytársak közötti barátkozástól az országok nemzetközi kapcsolatainak hálózatáig több skálán is felmerül, hogy a közösségbetartozás mennyiben jelent lehetőségeket illetve megkötöttségeket. Szociológusokkal és politológusokkal való együttműködésben vizsgáljuk a témát, hálózatelemző módszerek segítségével. Előzetes eredmények alapján kezdjük megérteni az afrikai polgárháborúk hálózatelemleti okait.

## **Skálafüggés kvantitatív vizsgálatára szolgáló módszerek kidolgozása**

A skálafüggés szerepe és jelentősége általánosan elfogadott az ökológusok körében. 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 témaköréből 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, amely témakörben publikáció fog megjelenni. Nemzetközi konferencián is be kívánjuk bemutatni eredményeinket. Többféle terepvizsgálatból származó adatok alapján kívánjuk tesztelni 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.

### **A biológiai sokféleség földrajzi mintázatai és magyarázatuk**

A biológiai sokféleség mintázatai globális, kontinentális, regionális és lokális léptékben. A fajgazdagság változása földrajzi szélesség és tengerszint feletti magasság szerint. A diverzitás mintázatait magyarázó fontosabb ökológiai-biogeográfiai elméletek: neutrális elmélet, mid-domain effect, az ökológia metabolikus elmélete, a hőmérséklet-energia, produktivitás-stabilitás, fajkeletkezési ráta, vikariancia/diszperzió, közösség-szerveződési szabályok, egyéb hipotézisek és kombinációik.

### **Evolúciós ökológia: koevolúció, filogenetika, evolúciós komparatív módszer**

A koevolúció fogalma, értelmezései, működését magyarázó főbb elméletek. A fajok közötti kapcsolatok általános evolúciója. Konvergens közösségszerveződés. A törzsfarekonstrukció morfológia és molekuláris adatok alapján. Főbb módszerek: maximum parsimónia, maximum likelihood, neighbour-joining, Bayes-statisztikán alapuló módszerek. A törzsfák kalibrálása fosszilis leletekkel és molekuláris óra-alkalmazásokkal. Jellegtérképezés és az evolúciós komparatív módszer adaptációk tesztelésére. Elemzési módszerek: Maddison-teszt, független kontrasztok és leszármazásiág-összehasonlítások.

### **Konzervációbiológia: restaurációs ökológia, természetvédelmi kezelések és monitorozás**

A prezervációs és konzervációs megközelítés. A konzerváció beavatkozási lehetőségei: élőhely-rehabilitáció, rekonstrukció és kreáció. Szisztematikus konzervációs tervezés: a biodiverzitási gócpontok azonosításának és védett területek kijelölésének főbb algoritmusai. A biológiai sokféleség monitorozása: célok és jelenlegi mérő-rendszerek a fajok és élőhelyek monitorozásában. A monitorozás metodikája: főbb módszerek, tudományos követelmények és statisztikai kritériumok. A monitoring-rendszerek tervezése és értékelése.

### **Általános neutrális szigetbiogeográfiai modellek (UNTB), null- és neutrális modellek**

A null-modellek megjelenése a nemzetközi porondon alapvető megrázkódtatást okozott. Ez lényegében a modell-orientált, operatív ökológia megszületése, amelynek ideje a 70-es évek második felére tehető. A megrázkódtatást az okozta, hogy az ökológia akkori, főképpen verbális modelljei szerinti predikcióit a terepi adatok alapján nem lehetett megkülönböztetni a null-modellektől. Azaz lényegében se verifikálhatók, se falszifikálhatók nem voltak. A megoldások az ökológia alapvető fejlődését és átstrukturálódását hozták. Az ezredforduló kapcsán egy olyan neutrális-bomba, az általános neutrális szigetbiogeográfiai modellek (UNTB) jelentek meg. Eszerint a (főként trópusokon megfigyelhető) igen magas biodiverzitás

pusztán a randomitás hatásával is magyarázható. Ez a pusztán káosz által uralt diverzitáskép újra megrázta az ökológiát. A dinamikus neutrális modellek továbbfejlesztése és a különféle terepi adatokhoz való illesztése minden bizonnyal az ökológia minden területén további, lényeges előrelépést fog hozni, hasonlóan a 30 évvel korábbi földinduláshoz.

## **A doktori szigorlat fő- és melléktárgyai**

### **Főtárgyak**

1. Algológia, algabiológia és taxonómia
2. Alkalmazott hidrobiológia
3. Állatanatómia
4. Állatélettan
5. Állatökológia
6. Állóvizek hidrobiológiája
7. Általános és rendszerökológia
8. Általános genetika
9. Általános mikrobiológia
10. Általános taxonómia és szisztematika
11. Bakteriológia
12. Bio- és filogeográfia
13. Biodiverzitás és mérése
14. Biogeográfia és filogeográfia
15. Bioinformatika
16. Biokémia
17. Biomérnöki művelettan
18. Biotechnológia
19. Borászati mikrobiológia
20. Eukarióta mikroorganizmusok genetikája
21. Evolúcióbiológia
22. Evolúcióbiológia és populációgenetika
23. Fotoszintetizáló szervezetek génexpressziója
24. Genetika
25. Gombagenetika
26. Gyógynövénybiológia
27. Humán élettan
28. Humánbiológia
29. Konzerváció ökológia
30. Konzervációbiológia
31. Környezetanalitika
32. Környezetminősítés
33. Környezetvédelmi ökológia
34. Kvantitatív ökológia
35. Mikológia
36. Mikrobiális fiziológia
37. Mikrobiális ökológia
38. Mintázatelemzés
39. Molekuláris biológia
40. Molekuláris filogenezis
41. Növénycönológia és vegetációtérképezés

42. Növényélettan
43. Növényi biokémia és molekuláris biológia
44. Növényi ökofiziológia
45. Növényökológia
46. Növényökológia
47. Növényrendszertan és növényi molekuláris taxonómia
48. Növény szervezeten és növényi sejtbiológia
49. Null-modellek és neutrális modellek
50. Ökotoxikológia
51. Populációdinamika
52. Populációgenetika
53. Sejtbiológia
54. Sejtélettan
55. Szigetbiogeográfia
56. Taxonómia
57. Természetvédelem
58. Viroológia
59. Viselkedésökológia
60. Vízfolyások hidrobiológiája
61. Zootaxonómia, -szisztematika és filogenetika
62. Zymológia

### **Melléktárnyak**

1. A biológiai sokféleség földrajzi mintázatai és magyarázatuk
2. Agroökológia
3. Algatoxinok
4. Állatföldrajz és faunatorrténet
5. Állatföldrajz és faunisztika
6. Állat-növény interakció
7. Állatpopulációk és közösségeik struktúrája
8. Antifungális szerek hatásmechanizmusa
9. Anyagforgalom (elemciklusok és energiaáramlás)
10. Az intracelluláris kalciumszint szabályozása
11. Az izomműködés molekuláris alapjai
12. Biodiverzítás mérésére szolgáló módszerek
13. Biodiverzítás védelme
14. Bioindikáció
15. Biokonverzió
16. Biológiai molekulák tisztítása és analitikája
17. Biomolekulák szerkezete
18. Biomonitorozás
19. Bioprotekció növényi és tárolási betegségekkel szemben
20. Bioremediáció
21. Borászati biotechnológia
22. Cianobaktériumok biológiája
23. Determinisztikus és sztochasztikus populációdinamikai modellek
24. DNS-chip technológia és adatkezelés
25. Élesztőgombák biológiája és genetikája
26. Élőhelytipológia
27. Entomo-taxonómia és -szisztematika

28. Enzimológia
29. Fermentációs folyamatszabályozás
30. Filogenetika
31. Fitocönológia
32. Genomika
33. GMO szervezetek és alkalmazásuk a biotechnológiában
34. Gombák di- és polimorfizmusa
35. Gombák evolúciója és filogenezise
36. Hal- és halászatbiológia
37. Hálózatok ökológiája, elemzésük módszerei
38. Hasadó élesztőgombák molekuláris biológiája
39. Hidrobotanika
40. Hidromikrobiológia
41. Hidrozoológia
42. Ipari mikroorganizmusok törzsnemesítése
43. Kemizálás biológiai hatásai
44. Konzervációgenetika
45. Korszerű elemanalitikai módszerek
46. Környezetanalitika
47. Környezeti hatásvizsgálatok
48. Magbank
49. Mikrobiális enzimtermelés és gyakorlati alkalmazása
50. Mintázatelemzési módszerek
51. Molekuláris evolúció
52. Molekuláris evolúció és ökológia
53. Mozaikosság, beta-diverzitás, mintázati jelenségek
54. Műszeres analitika
55. Növényföldrajz és florisztika
56. Növényi stresszbiológia
57. Növényi szövettenyésztés
58. Ősbaktériumok élettana
59. Patogén gombák
60. Populációgenetika
61. Primer metabolitok anyagcseréje
62. Prokarióta genetika
63. Rovarökológia
64. Rovarökológia és biogeográfia
65. Sejtciklus
66. Sokváltozós ökológiai módszerek
67. Speciációs analitika
68. Stresszbiológia
69. Szekunder metabolitok anyagcseréje
70. Szociobiológia
71. Szövettenyésztés (állati és növényi)
72. Természetes élőhelyek megőrzése és rekonstrukciója
73. Természetes vizek hidrológiai és fizikai tulajdonságai, ezek ökológiai jelentősége
74. Természetes vizek kémiai összetétele
75. Természetvédelmi kezelések és monitorozás
76. Transzkripció
77. Vegetációtérképezés

78. Vízellátás és vízhasznosítás
79. Vízi élettájak és életformatípusok
80. Vízi élőlények taxonómiája és szünbiológiája
81. Vízszennyezés és szennyvíztisztítás
82. Zootaxonómia