

**Opponensi vélemény Oláh György: Parrot Conservation and Extinction Risks:
Multidisciplinary and Conservation Genetic Approaches – Papagájok védelme és
kihalási kockázatai: Multidiszciplináris és konzervációgenetikai megközelítések
című MTA Doktori értekezéséről**

Előre kell bocsátanom, hogy a doktori mű értékelése több okból is összetett, kihívásokkal teli feladat elé állított. A munka fő célkitűzése konzervációbiológiai jellegű, viszont – a korábbi megközelítésektől eltérően – erősen evolúciógenetikai megalapozottságú, azzal együtt, hogy három különböző trópusi területen végzett intenzív terepi, egyúttal modern populációgenetikai-genomikai és távérzékelési eszközöket is igénybe vevő tanulmányokon alapul. A doktori mű szakirodalmi és módszertani részeit áttekintve rá kellett jönnöm, hogy a Psittaciformes fajok genomikai kutatása – összefüggésben a veszélyeztetettségükkel – az elmúlt két évtizedben óriási léptekkel haladt előre, és ebben a folyamatban a pályázó jelentős, több tekintetben meghatározó szerepet játszott.

A doktori mű messzemenően teljesíti az előírt követelményeket, nemcsak azért, hogy 16 jól jegyzett nemzetközi folyóiratban megjelent tanulmányon alapul, de példamutató abban is, ahogyan hozzájárul a veszélyeztetett fajok gyakorlati védelméhez, és a szélesebb közösség számára is láthatóvá teszi a kutatómunka helyszíneit, céljait, módszereit és természetvédelmi jelentőségét. A fentiekből következik, hogy a doktori mű jól megtervezett kutatómunka során megszerzett nagy mennyiségű és jelentős tudományos értékű, hiteles eredeti adaton alapul. Így a munka tényszerű megállapításai és a levont következtetések minden esetben a pályázó saját eredményei akkor is, ha a közlemények társszerzők bevonásával készültek el.

A fentiekkel összhangban van a munka három alapvető tartalmi vonatkozása. **i.** Megmutatja a fajkihalás biológiai-ökológiai, szocio-ökonómiai és más antropogén veszélyforrásait. **ii.** Interdiszciplináris megközelítésű, a terepi ökológiai vizsgálatokat a legújabb molekuláris genetikai módszerekkel társítja. **iii.** A veszélyeztetett populációk viabilitásának becslésében eredményesen alkalmazza a legújabb genomikai módszereket.

A doktori mű első fejezetében a szerző részletesen körüljárja, és az okokat feltárva megmutatja, hogy – más madárcsoportokkal is összehasonlítva – miért különösen veszélyeztetettek a papagájok, és melyek ennek a helyzetnek az ökológiájukból, életmenetükből következő, illetve a humán szociális és gazdasági tényezőkkel összefüggő okai. Nagyon tanulságosak azok a térképek és magyarázataik, amelyeken összehasonlítja a teljes és súlyozott fajgazdagságot (2.1), illetve összehasonlítja a három nagy sokféleségi központ (Dél-Amerika, trópusi Afrika és Délkelet-Ázsia) papagáj-fajgazdagságát és a -fajkészlet veszélyeztetettségi kategóriák (2.2) szerinti státuszát, illetve azt, hogy veszélyeztetettségük hogyan függ össze a az adott régiókban folyó erdőirtással (2.3).

Ezt követően részletesen elemzi az élőhelyek (*habitat*-ok!) elpusztításának globális és regionális tendenciáit, rámutatva a jelentős regionális különbségekre, legmarkánsabban Dél-Amerika, illetve Délkelet-Ázsia és a csatlakozó szigetvilág esetében, és mindenekelőtt az ott élő papagájpopulációkat érő hatásokra. Ennek az elemzésnek a fontos gyakorlati vonatkozása, hogy azonosítja a populációk megőrzése szempontjából kritikus „forró pontokat”, ahol a leginkább indokoltak és legsürgősebbek a természetvédelmi beavatkozások. Vizsgálatai során ilyen *hotspot*nak bizonyul Óceánia, ahol két eltérő veszélyeztető tényező együttes hatása kerül fókuszba: a tájidegen behurcolt és terjedő fajoké, illetve az illegális vadászat és/vagy befogás.

A disszertáció második fő részének különösen jelentős értékeként szeretném kiemelni, az abban bemutatott fő metodológiai újítást, a nagytestű, nehezen befogható és kiemelten veszélyeztetett zöldszárnyú arapapagájok (*Ara chloropterus*) nem-invazív egyedi genetikai azonosítását („címkézését” – *genetic tagging*), amelynek eddig a magyar nyelvű szakkifejezése

is hiányzott. A populációgenetikai és egyedi szintre lebontott genomikai eredmények az újgenerációs DNS-szekvenálás bevezetésével váltak elérhetővé. Az *Ara macao* közölt teljes genom meghatározására alapozva az *Ara chloropterus*-nál 30 variabilis mikroszatellita lókusz állapítottak meg. Az agyagfalakon csoportosan táplálkozó egyedek tollmintáiból meghatározott nagy variabilitású mikroszatellita lókuszok alapján a populáció tagjait egyedileg azonosították. Ennek a módszernek a bevezetésével elérték, hogy trópusi hegyi-esőerdei körülmények között megbízható adatokat gyűjtsenek a vizsgált célfajok populációméretéről és –struktúrájáról.

A sárgaszárnyú arán (*Ara macao*) végzett vizsgálatokban a „genetikai címkézéssel” nyert adatok összevetették a lézeralapú távérzékeléssel kapott tájökológiai eredményekkel, amellyel feltárultak a populációk között zajló génáramlási folyamatok, illetve ezek természetes és antropogén akadályai, ezáltal a szerző konkrét védelmi javaslatokat is megfogalmazhatott. Kutatásainak a folyamata, módszerei és főbb eredményei az *Amazónia papagájai* természetfilm révén a nagyközönség számára is hozzáférhetőkké, érthetőkké és élvezhetővé váltak. A szerző és munkatársai által kifejlesztett genomikai eszközök („genomic toolkit”) az illegális papagáj-kereskedelem elleni küzdelemben újít értékes segítséget.

Az eredmények beigazolták, hogy ezekkel a módszerekkel létrehozhatók az egyes fajokra meghatározott genomikai adatbázisok, és ezek alapján hatékonyabb védelmi intézkedések tehetők. A DK-ausztráliai és tasmániai elterjedésű, kritikusan veszélyeztetett fecskepapagáj (*Lathamus discolor*) esetében hét mikroszatellita lókusz alapján erősen szignifikáns egyedi genotípusokat állapítottak meg, azonos szülőktől származó testvérek között is, következtetve az egyedi fitneszekre, a populációk beltenyésztettségére, viabilitására és veszélyeztetettségére. Mivel korábban már végeztek hasonló, úttörő jellegű vizsgálatokat a szintén veszélyeztetett Új-Zélandon endemikus bagolypapagájra (*Strigops habroptila*) vonatkozóan (*Kākāpō Recovery*), ezek eredményeit adoptálva a szerző és munkatársai Tasmaniában sikeres élőhely-védelmi és populáció-helyreállítási programot indíthattak.

Miután áttekintettem a rendkívül gazdag tartalmú értekezés számomra leginkább releváns eredményeit, számot kell adnom, melyeket tekintem az értekezés legjelentősebb új tudományos eredményeinek.

Mindenekelőtt kiemelném azt, hogy sikeresen kombinálta a terepi ökológiai és a legújabb genomikai kutatási módszereket.

A számos kihívást nyújtó trópusi környezetben sikerült feltárnia a vizsgált, többnyire erősen veszélyeztetett papagájfajok populációstruktúráját, mozgását és demográfiáját.

A nem-invazív tollmintákból a felhasznált modern genomikai módszerekkel meghatározta a populációk tagjainak egyedi szintű genetikai jellemzőit (genetikai „felcédulázását”);

Hatékonyan becsülte a populációk effektív méretét, diverzitását és viabilitását; ezáltal a veszélyeztetettségét; bizonyítékokra alapozott ajánlásokat fogalmazva a védelmi intézkedések megtételére.

A pályázó elsőként mutatta ki, hogy társadalmi-gazdasági tényezők, mint például egy ország urbanizációs szintje, vagy az az adott országban egy főre jutó GDP mértéke az ott előforduló papagájfajok kihalási kockázatának egyik mozgatórugója lehet.

Az elért eredmények alapján a papagájok szempontjából négy természetvédelmi gócterületet azonosítottak (kettőt a Neotropisban, kettőt Ausztráláziában/Oceániában), mivel ezek jelentős erdőterület-vesztéset szenvedhetnek el a közeljövőben, és amelyeket nem megfelelően véd a jelenlegi természetvédelmi területek hálózata.

Ez a munka rávilágított arra, hogy a vadon élő papagájok jövője nagymértékben függ ezen gócpontokra, különösen az Északnyugat-Amazóniára és nyugati Új-Guineára vonatkozó politikai döntésektől, ahogy ez az értekezéshez csatolt természetfilmekből a nagyközönség számára is láthatóvá vált.

A mű fent elismert és összefoglalt új tudományos eredményei mellett külön kiemelendőnek tartom a doktori mű alábbi vonatkozásait.

- A munka úttörő jelentőségű abban, ahogyan megmutatja a nem-invazív genetikai módszerek alkalmazhatóságát, jelentőségét a veszélyeztetett fajok terepi vizsgálatában.
- Ezekre a módszerekre alapozva megmutatja, miért és hogyan veszélyezteteti az élőhelyek fragmentációja és elszigetelődése a populációk közti génáramlást, betekintést adva ezzel a táj-szintű elemi evolúciós folyamatokba.
- A közlemények, illetve a doktori mű megfelelő részei világosan megmutatják, hogy az új-generációs szekvenálási módszerek és az így nyert genomikai adatok hogyan alapozhatják meg a korábbinál erősebben fókuszált természetvédelmi intézkedéseket, és mennyiben adnak hatékonyabb eszközöket a veszélyeztetett fajok megőrzéséhez.

Végezetül: a doktori mű áttanulmányozása megerősítette személyes meggyőződésemet, hogy a molekuláris genetika, illetve genomika időszakában sem csökken, hanem egyre növekszik a terepi biológiai kutatások jelentősége, egyúttal ezek a kutatások egyre sürgetőbbé is válnak.

A doktori művel kapcsolatban a következő kérdésekben várom a disszertáns válaszait.

A szerző konkrét vizsgálatokban megmutatta, hogy a nagy variabilitású mikroszatelliták alkalmasak a populációkon belüli genetikai variabilitás, illetve a rokonsági viszonyok feltárására.

Mennyiben tekinti ezeket a mikroszatellita lókuszokat alkalmasnak arra, hogy a populációk terjedésével és/vagy izolációjával kapcsolatos múltbeli (pl. utolsó jégkorszak alatt vagy azóta végbement) változásokat részleteiben is jobban megismerhessük? (Utalva arra, hogy az arapapagájok tribuszával kapcsolatban említi, hogy ezeknek a Neotropiszból végbement adaptív radiációja során a Pleisztocén során is végbementek speciációk.)

A szerző Schweizer munkáira hivatkozva említi, hogy az Indomaláji térség papagájokkal történt kolonizációja több ízben is végbement az utóbbi 28 millió év alatt. Mennyiben érintették ezek a folyamatok Új-Guineát, illetve mennyiben járultak hozzá ahhoz, hogy ez a szubkontinens értékű sziget faj-sokféleségi forróponttá válhasson?

Az arapapagájok agyagfalakon táplálkozásával kapcsolatban megemlíti, hogy fiókáikat magvak, gyümölcsök mellett agyaggal is táplálják. Mivel az agyagfalaknál elhullajtott tollak alapján az ivararányok is becsülhetőkké váltak, tapasztaltak-e az agyagfalak látogatásában ivararány-eltolódást költési időszakon belül (vagy kívül), és lehetett-e arra következtetni, hogy a fiókák táplálásában a hímek és tojók milyen arányban vesznek részt?

Szerepel-e a T. Pályázó közeljövőbeli tervei között, hogy áttekintő jellegű cikket közöljön a papagájokon (és esetleg más madarakon is) végzett genomikai vizsgálatokról, hogy ezzel is megalapozza a genomika egyelőre még erősen hiányos (lásd: „genetic tagging”) magyar nyelvű terminológiáját?

Végezetül határozottan megismétlem, hogy a disszertáció jól megtervezett kutatómunka során elért nagy mennyiségű és jelentős tudományos értékű, hiteles eredeti adaton alapul. Elért eredményeit a pályázó a szakterület vezető folyóirataiban közölte. A doktori munka tényszerű megállapításai és a levont következtetések minden esetben a pályázó saját eredményei, ezért nyilvános vitára és az MTA Doktora cím elnyerésére teljes mértékben alkalmas.

Debrecen, 2026. június 8.



Dr. Varga Zoltán Sándor
az MTA Eötvös-koszorús doktora