

DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

Libéria nappali lepkéi (Lepidoptera: Papilionoidea)

Szabolcs Sáfián

Sopron

2021

Bevezetés és célkitűzés

A Földet elérte a hatodik kihalási hullám, amelynek legfőbb okozói között kell említeni a *Homo sapiens* elterjedésével kezdődött emberi tevékenységet, amely az ipari forradalom óta exponenciálisan növekszik. Ahhoz, hogy a kihalást okozó folyamatokat minél pontosabban értsük és az okozó tényezők negatív hatásait megpróbáljuk csökkenteni, szükség van a legfontosabb ökoszisztémák működésének megismerésére is, kiemelt fontossággal a Földünk 25 biodiverzitás forrópontjára. Enélkül teljes biomok tűnhetnek el, mielőtt feltártuk volna azok biológiai alkotórészeit.

Bár a világ eddig leírt fajainak mintegy 60%-a a rovarok osztályába tartozik, a rovarközösségekről még ma is csak igen szerény ismeretekkel rendelkezünk, és az ökológiai jelentőségük a csak napjainkban, a pollinátor-krízis felismerése óta kezdett felértékelődni. Ezzel együtt a biotikus adatok, pontosan lehatárolt területek fajlistáinak tudományos értéke is megnőtt, mivel csak adott fajok, fajcsoportok elterjedésének pontos ismeretével lehet azonosítani és lehatárolni kiemelt jelentőségű ökoszisztémákat vagy egyéb jelentős természeti értékkel bíró területeket, illetve pontosabb kihalási esélyt becsülni. A nyugat afrikai országokra vonatkozóan csak ritkán találunk gerinctelen állatcsoportokat tartalmazó fajlistákat. Publikált nappali lepke fajlista csak Gambia, Bissau-Guinea, Ghána és egy régebbi, Libéria területére ismert. Jelen munka a tudományos információ hiányát felismerve célozta meg a libériai nappali lepkefauna revideált és kiegészített fajlistájának összeállítását, ezzel is elősegítve a libériai és nyugat-afrikai nappali lepkefajok elterjedésének, és életföldrajzának megismerését.

A libériai nappali lepkefauna általános megismerésén túl a kutatás az alábbi hipotézisek megválaszolását tűzte ki célul:

1. A Felső-Guineai erdőöv megmaradt erdeinek mintegy fele Libéria területén található. Ökológiai sajátosságaiknál fogva a kiterjedt libériai

erdőségeknek valószínűleg kiemelkedően magas a nappali lepke fajdiverzitása a környező területek esőerdő területeihez hasonlítva.

2. Libéria kiterjedt síkvidéki esőerdei és az elszigetelt hegyvidéki területek további, nem felfedezett és leíratlan taxonokat (rejtett diverzitást), rejthetnek.

3. A újonnan felfedezett taxonok várhatóan szűk elterjedésűek, a Libériai szubrégióra endemikus taxonok vagy szigetendemizmusok.

4. Feltételezhető, hogy Libéria különleges földrajzi helyzete és nedves éghajlata annak ellenére meggátolja az északi szavannaöv nappali lepkefajainak beözönlését, hogy az ország területének közel felén az erdőterületeket felváltották a nyílt, mezőgazdasági hasznosítású területek és a települések erősen degradált élőhelyei.

5. A fenti megállapítások alátámasztják azt a hipotézist is, hogy a Felső-Guineai erdőövön belül a Libériai szubrégió valójában egy önálló életföldrajzi egységet alkot, amelyet a korábbiakban csak nagyvonalakban írtak körül.

Anyag és módszer

Irodalmak feldolgozása

A témához kapcsolódó minden publikált könyv, tudományos közlemény és közleményben nem publikált kutatási jelentés feldolgozásra került, ami lehetőséget adott a félrehatározott fajok adatainak javítására, illetve a fajlistából való törlésre. Az egyes fajok előfordulási adatai ellenőrzés és a névjegyzék frissítése után egy egységesített adatbázisba kerültek.

Terepmunka és határozás

A Libéria egész területére kiterjedő, megszakításokkal közel 10 éven át tartó terepmunka során az adatgyűjtés a következő módszerekkel történt:

terepi megfigyelés és digitális fotódokumentáció, hálóval történő elfogás, a gyümölcsfogyasztó és egyéb rothadó anyagon táplálkozó fajok elfogása háló(varsa)csapdáival. Kisebb mértékben az általában éjszaka aktív rovarcsoportok gyűjtésére alkalmazott mesterséges fény is gyűjtött értékes nappali lepke adatokat. Pár taxon adatainak gyűjtését pedig ex situ hernyónevelés segítette. A begyűjtött példányok elismert tudományos gyűjteményekben kerültek elhelyezésre, ahol gyűjteményi anyagok és irodalmak segítségével történő határozáson túl, genitália-vizsgálatokkal végzett határozás is történt.

Adatbázisépítés és elterjedési térképek szerkesztése

A nyers adatok Microsoft Excel táblázatban történő összesítés és konverzió után egy MySQL adatbázisban kerültek véglegesítésre. Javítások után az egész adatbázis számos GIS programmal kompatibilis .csv formátumba lett konvertálva, amelyből QGIS 2.4 nyílt forráskódú program segítségével a nagyfelbontású elterjedési térképek készültek. A térképeken az előfordulási pontok a következő fedvényekkel jelennek meg: NaturalEarth raster (alaptérkép), Libéria színes DEM modell (ASTER GDEM v2), 30mx30m-es hálózat.

Fajakkumuláció és fajgazdagság-becslés

A fajgazdagság és fajakkumuláció becslése az összeállított nappali lepke adatbázis alapján rarifikáció által történt, amelynek alapfeltétele a régebbi adatokhoz hozzárendelhető gyűjtési időpont volt. Ahol ez nem állt rendelkezésre, ott a közzététel időpontja számított. Az újabb adatoknál természetesen sokkal pontosabb gyűjtési időpontok álltak rendelkezésre. A becsült fajgazdagságot a Michaelis-Menten modell által extrapolált fajsza^m fajakkumulációs görbére illesztése demonstrálta.

Ökológiai (élőhelytípus) és életföldrajzi (elterjedés) osztályozás

A libériai nappali lepkefauna ökológiai értékeléséhez a taxonok élőhely preferencia alapján a következő csoportokba kerültek besorolásra:

Nedves erdei taxonok (WEF), Mezofil erdei taxonok (MEF), Száraz erdei taxonok (DRF), Általános erdei taxonok (ALF), Középhegységi esőerdei taxonok (UPF), Guineai (fás) szavanna kedvelő taxonok (GUI), Szudáni (füves) szavanna kedvelő taxonok (SUD), Ubikvista taxonok (UBQ), Speciális élőhelyi igényű taxonok (SPE), Ismeretlen élőhelyi igényű taxonok (INS).

A nappali lepkefauna életföldrajzi elemzéséhez és az endemikus taxonok azonosításához a taxonok a következő életföldrajzi (elterjedési) csoportokba kerültek besorolásra: Kozmopolita taxonok (COS), Pán-afrikai taxonok (PAN), Guineo-Kongói (egyenlítői) erdőövben elterjedt taxonok (EQU), Nyugat-afrikai erdőövben elterjedt taxonok (WAF), Egyenlítői szavannahövben elterjedt taxonok (EQS), Nyugat-afrikai szavannaövben elterjedt taxonok (WAS), Felső-Guineai erdőöv endemizmusai (UPG), Libériai szubrégió endemizmusai (LIB), Szigetendemizmusok (END), Ismeretlen elterjedési területtel rendelkező taxonok (INS).

Eredmények és következtetések

Fajgazdagság, faunisztikai eredmények

Jelen munka eredményeképpen a libériai nappali lepkefauna kimutatott fajgazdagsága a korábbi 475-ről 817-re emelkedett. Bár mind a fajakkumulációs görbe mind a fajgazdagság előjelzés modellek további növekedést mutatnak, amit megerősít számos, Libériából nem kimutatott, de a határ_menti régiókból ismert faj adata is, a fajgazdagság várható növekedése már nem lesz jelentős. Szélesebb megközelítést alkalmazva, Libéria nappali lepkefaunája igen gazdag, az ország területéről Nyugat-Afrika összes lepkefájának mintegy 50%-a előfordul. Ha csak az erdőlakó fajokat vesszük tekintetbe, ez az arány 75%. Az erdőlakó fajok diverzitása magasabb a ghánainál, annak ellenére, hogy Ghána erdőterületei három életföldrajzi szubrégiót is érintenek (Ghánai szubrégió, Volta szubrégió és a Dahomey földnyelv), a libériai lepkefauna szintén jelentősen gazdagabb a Libériától és a Nyugat-

Elefántcsontpart, Kelet-Sierra Leone és Guinea Erdei Régió (Guinée Forestière) erdőségeit is magába foglaló Libériai szubrégiótól nyugatra lévő, a Közép-, és Kelet-Sierra Leonétól Guineán és Bissau-Guineán át Dél-Szenegál, Basse Casamance erdőterületig húzódó, a jelen munkában Nyugati átmeneti szubrégióként definiált területnél is.

Taxonómiai újdonságok

A kutatások során 23 tudományra ismeretlen, leíratlan taxon (20 faj és 3 alfaj) is előkerült, amelyek túlnyomó részt jelen munka során kerültek leírásra, néhány taxon leírása és annak megjelenése pedig folyamatban van. Az új taxonok listája, a rendszertani sorrend szerint a következő: *Eagris tetrastigma lomana* Belcastro & Sáfian, 2020; *Andronymus fenestra* Belcastro & Sáfian 2019; *Gorgyra ziam* Belcastro & Sáfian, 2020; *Mesoxantha liberiana* sp. n. (kéziratban szereplő név); *Telcniina pseudopaea ziam* Belcastro, Boireau & Sáfian, 2020; *Aslauga larseni* Sáfian, 2015; *Parasiomera alfa* Sáfian, 2015; *Liptena neiltennanti* Sáfian, 2021; *Micropentila* cf. *brunnea* (Kirby, 1887); *Cephetola praecox* Sáfian, 2021; *Cephetola wologizi* Sáfian, 2021; *Cephetola wingae* Sáfian, 2015; *Geritola pacifica* Sáfian & Libert, 2015; *Stempfferia katikae* Sáfian, 2015; *Stempfferia michelliberti* Sáfian, Warren-Gash & Belcastro, 2021; *Aphnaeus mirabilis* Sáfian & Collins, 2013; *Aphnaeus nimbaensis* Sáfian & Libert, 2013; *Iolaus jadwigae* Sáfian, 2017; *Iolaus liberiana* Sáfian, 2017; *Cupidesthes* cf. *robusta* Aurivillius, 1895; *Triclema melambrotus liberiana* ssp. n. (kéziratban szereplő név); *Pilodeudorix mano* Sáfian, 2015; *Pilodeudorix putu* Sáfian, 2015; *Pilodeudorix intermedia* Sáfian, 2015.

Libéria nappali lepkefaunájának ökológiai osztályozása

Mivel az ország egész területe a Felső-Guineai erdőövben helyezkedik el, nem meglepő, hogy Libériában az erdőlakó fajok dominálnak, az összes ismert taxon 86%-át adják (705 faj), míg a nyílt területeket benépesítő fajok (szavanna, mezőgazdasági és degradált élőhelyek együttesen) aránya csak 13% (103 faj). Különösen a **WEF** aránya

kimagasló, 36%, ami teljes összhangban van a **DRF** nagyon alacsony arányával (3%). Mindkét adat a nedvesebb ökológiai körülményeket és az erdőterületek érintetlenségét jelzi, ugyanis ezek a taxonok általában szűktűrűsűek, tekintettel az ökológiai viszonyokra. A **MEF** (24%, 199 faj) és az **ALF** (19%, 155 faj) aránya hasonló, közös bennük, hogy szélesebb körben elterjedtek, és még degradált erdei élőhelyeken is jó a túlélőképességük. Az **UPF** egy különleges csoport, amelynek tagjai kizárólag középhegységi esőerdőkben tenyésznek, emiatt általában szűk elterjedésűek, több közülük szigetendemizmus. A libériai faunában a csoport a többi nyugat-afrikai országhoz képest felülreprezentált, részarányuk az összes kimutatott taxon arányában 3,5%, 29 faj. A szavannalakó fajok között a **GUI** csoport dominál 7,5%-kal (61 faj), míg a **SUD** fajok aránya igen alacsony, 0,4%, 4 faj. Közülük is leginkább a gyakori, mobilis, esetenként vándorló fajok kerültek elő Libériában. A széleskörűen elterjedt **UBQ** fajok aránya 4%, és csak három faj tartozik a **SPE** csoportba – elsősorban vizes-élőhelyekhez kötődő – fajok közé. 10 fajról nem áll rendelkezésre elegendő információ az ökológiai besoroláshoz.

Endemizmus

A Felső-Guineai erdőöv endemizmusai viszonylag széles körben elterjedtek a Dahomey földnyelv és a dél-szengáli Basse Casamance elszigetelt reliktum erdőségei között és közülük sok faj viszonylag gyakori: pl. *Cymothoe mabillei*, *Euphaedra eupalus*, *Larinopoda eurema*, *Falcuna leonensis*. Több fajnak azonban sporadikus az elterjedése és lokálisan is ritkák: pl. *Bebearia ashantina*, *Pseudaletis richardi*.

A Libériai szubrégió endemizmusai szűk elterjedésűek, az elefántcsontparti Sassandra folyó és dél- és közép-Sierra Leone nedvesebb síkvidéki esőerdeiben tenyésznek, beleértve Guinea Erdei Régióját is. Közülük csak pár mondható gyakoribbnak (pl. *Pseudopontia gola*, *Euriphene veronica* and *Ceratrachia crowleyi*), sokuk csak pár példány alapján ismert: pl. *Gorgyra ziama*, *Andronymus fenestra*, *Euriphene lomaensis*, és több faj bizonyosan lokálisan fordul elő: pl.

Parasiomera alfa, *Geritola pacifica*. Pár libériai elterjedési központú fajnak elszigetelt előfordulási adatai ismertek Ghána és Elefántcsontpart déli határvidékének nedves erdőségeiből (pl. *Euriphene veronica*, *E. leonis*, *Euptera dorothea warrengashi*, *Ceratrachia crowleyi*), illetve további reliktum előfordulások ismertek Ghána és Guinea hegyvidéki területeiről (pl. *Andronymus fenestra*, *Uranothauma belcastroi*).

Sziget-endemizmusok Libériában három hegyvidéki területen, a Putu-középhegységben, a Nimba-hegységben és a Wologizi-hegységben fordulnak elő hegylábi erdőkben, illetve az unikális középhegységi esőerdei élőhelyeken. Jelenleg három faj ismert kizárólag a Putu-középhegységből: *Liptena neiltennanti*, *Cephetola praecox* és *Iolaus jadwigae*, két faj, *Pilodeudorix putu* és *P. intermedia* Putuból és a Nimba-hegység középhegységi erdeiből egyaránt előkerült, az *Aslauga larseni* csak a Nimba-hegységből, a *Cephetola wologizi* sp. n. pedig csak két példányból, a Wologizi-hegység középhegységi erdeiből ismert. Két faj, a *Hypolimnas aubergeri* és az *Euphaedra aubergeri* nagy valószínűséggel a Guineai-felföld hegyvidékeinek hegylábi területein tenyészik, amit a Libéria határain túli adataik is alátámasztanak.

A libériai nappali lepkefauna életföldrajzi mintázatát elsősorban a éghajlat kialakulása és a következőképpen létrejött élőhelyi változások formálták, természetesen a fajok terjedési, kolonizációs, alkalmazkodási és speciációs képességeivel szoros összefüggésben.

Életföldrajzi (elterjedés) mintázat

Libéria nappali lepkéinek életföldrajzi (elterjedés) mintázatát vizsgálva a fajok a következő csoportokba sorolhatók: A több kontinensen is elterjedt **COS** fajok a faunának csak igen kis részét, 1%-át (8 faj) teszik ki. Ennél némileg magasabb a Szubszaharai Afrikában széleskörűen elterjedt **PAN** fajok aránya (7,5%, 60 faj), ezek azonban főleg nyílt élőhelyek fajai, mert az erdők nem terjednek ki Afrika egész területére. Nem meglepő, hogy Libériában legmagasabb arányban az **EQU** lepkefajai találhatók, e csoportba tartozik az összes faj 45%-a, 372 taxon, amelyet a **WAF**, és az **UPG** fajainak csoportja követ 15% és 15,6%-kal (125 és 128 taxon). Az **EQS** és a **WAS** fajainak aránya igen alacsony, 3,6% és 1% (26 és 12 faj).

Az állatföldrajzi megközelítésben legjelentősebb csoportok a **LIB** és az **END**, amelyek arányaikban is kimagasló értéket mutatnak. Az előbbi csoport fajainak aránya 7% (58 taxon), míg az utóbbiba az összes faj 2.69%-a, 22 taxon tartozik. Az endemikus taxonok kimagasló aránya a Libéria területére eső erdőrefúgiumok alább ismertetett teóriáját is erősíti.

A Libériai szubrégió (újra)definiálása

A nappali lepkefauna kiemelkedő diverzitása és az endemikus taxonok magas száma együttesen utal arra, hogy a Libériai szubrégió (korábban Libériai erdőrégióként is ismert) területe egy jól definiálható életföldrajzi egység, amelynek jelenleg nincsenek egyértelműen definiált határai. Jelen definíció alapján a Libériai szubrégió magában foglalja Libéria síkvidéki esőerdei területeit, a közvetlenül kapcsolódó nyugat-elefántcsontparti erdőterületekkel a Sassandra folyóig bezárólag, a kelet-sierra leonei síkvidéken húzódó erdőket is beleértve. Szintén része a Guineai-felföld keleti hegyvidékeit is magában foglaló terület Északkelet-Elefántcsontparttól a Guineai Erdei Régióig keresztül észak-Sierra Leonéig, ahol a Loma-hegységet, a Tonkolili Erdőrezervátumot és a Bumbuna környéki erdőterületeket északról megkerülve a szubrégió határvonala délre tart, és a Freetown közeli Western Peninsular-hegységtől nyugatra éri el az Atlanti-óceán partvonalát.

Ghána és Elefántcsontpart déli határvonala mentén található egy nedves esőerdei terület, amely földrajzilag nem kapcsolódik a Libériai szubrégióhoz, de a klímája, a magas éves csapadékmennyiséget is beleértve, és az élőhelyei, azzal szoros kapcsolatot mutatnak. Erről az erdőterületről több Libériai szubrégió endemizmus is előkerült (pl. *Euriphene veronica*, *E. leonis*, *Euptera dorothea warrengashi*, *Ceratrachia crowleyi*), de az élőhelyek jellege alapján a hegylábi és középhegységi fajok előfordulása itt igen valószínűtlen. Jelen ismeretek alapján ez a terület a Libériai szubrégió egyes endemikus taxonjainak másodlagos előfordulási centrumának tekinthető.

Egyes Libériai szubrégió endemizmusoknak további elszigetelt, ún. „előörs” előfordulása az országtól keletre és nyugatra is ismert. A keleti előfordulási terület egy különleges, elszigetelt szigethegység az Atewa-középhegység Ghánában, amelynek a nappali lepkefaunája a környező síkvidéki területeknél jelentősen fajgazdagabb, és középhegységi esőerdeiben egy endemikus lepkefaj, a *Mylothris atewa* is tenyészik. A libériai elterjedési központú fajok közül a *Pseudacraea hostilia* és az *Andronymus fenestra* adatai ismertek Atewából. A guineai Fouta Djallon hegyvidéki területeinek és a partvidék elszigetelt hegységeinek platóit nagyrészt szavanna élőhelyek borítják, a völgyek és vízmosások mentén húzódó erdőkben, és a kisebb foltokban előforduló szubmontán erdők nappali lepkefaunája bár jóval fajszegényebb, de nagyban hasonlít a Felső-Guineai erdőöv nappali lepkefaunájához, és a területről legalább két, hegyvidéki erdőkben tenyésző, a tágabb értelemben vett Guineai felföld területére endemikus faj, az *Uranothauma belcastroi* és a *Mylothris boireau* előfordulásai ismertek.

A doktori értekezés eredményei alapján a téziseik a következők

1. Irodalmi adatok feldolgozása és kiterjedt teremunka eredményeként Libéria nappali lepke fajlistája jelenleg 818 fajt számlál, amely a korábbi összefoglaló munkában szereplő 475 fajhoz képest 72%-os növekedés. Mind a Michaelis-Menden modell becslése, mind pedig a Libéria határainak közvetlen közeléből, kelet-Sierra Leonéból, Guinea Erdei Régiójából és nyugat-Elefáncsontpartról ismert fajok adatai azt mutatják, hogy Libéria lepkefaunája még a jelenleg ismertnél is némileg fajgazdagabb. Bár Ghána nappali lepkefaunája még a libériainál is gazdagabb (a becsült fajgazdagság meghaladhatja a 950-et), ebből azonban megközelítőleg 150 faj kizárólag az erdőövtől északra elterülő Guineai (fás) és Szudáni (füves) szavannaterületeken tenyészik, és emiatt előfordulásuk nem is várható Libériában. Szintén érdemes megjegyezni, hogy Ghána területe gyakorlatilag három életföldrajzi szubrégiót is érint; a Volta szubrégiót, másnéven a Togói-hegységet, a Dahomey földnyelvet és a Ghánai szubrégiót. Ezen túl az ország legnyugatibb esőerdeiben,

illetve egy apró diszjunkt középhegységi esőerdőterületen egyes Libériai szubrégióban elterjedt fajoknak is ismert szigetszerű előfordulása. Korábbi kutatások alapján egy adott ghánai esőerdőterületen 500-650 között lehet az előforduló nappali lepke fajok száma. Ez az érték hasonló lehet, az egyébként kevésbé kutatott kelet-elefántcsontparti esőerdei élőhelyeken is, amint az a Ghána és Elefántcsontpart határain található erdők adataiból leszűrhető. Jelen munkához is kapcsolódó kutatások alapján Libéria és a Libériai szubrégió az ország határain túlnyúló esőerdeinek nappali lepkefaunája gazdagabb, elérheti a 700 fajt is. Libériától nyugatra Guinában, Bissau-Guinéában és Szenegál déli erdőségeiben a nappali lepkefauna diverzitása már jelentősen csökken. Az itteni, még nem definiált Nyugati Átmeneti szubrégióhoz tartozó erdőfragmentumok nappali lepkefaunája fajszegény, így a a Felső-Guinéai erdőövben a Libériai szubrégió a nappalilepke-diverzitás igazi forrópontja.

2. Libéria nappali lepkéinek rejtett fajdiverzitása a Libériai szubrégió szélesebb kontextusában jóval magasabb, mint azt feltételezték. A témához kapcsolódó munka során összesen 23 leíratlan taxont – húsz fajt és három további alfajt – sikerült kimutatni, ami mintegy három százaléka a teljes nappali lepkefaunának.

2a. A leíratlan taxonok többsége valószínűleg a terület lepkefaunájának alacsony kutatottsága miatt maradt eddig rejtve, ugyanis közülük több könnyen felismerhető, és gyakorlatilag egyetlen egy taxon egyedei sem találhatók a korábbi szerzők által megvizsgált múzeumi gyűjteményekben. Több fajnak még közeli rokonai sem találhatók Nyugat Afrikában, ezek valószínűleg allopatrikusan fejlődhettek ki, gyakran több ezer kilométerre a feltételezett legközelebbi ismert rokonaiktól pl. *Geritola pacifica*, *Cephetola wologizi*, *Aphnaeus nimbaensis*, *A. mirabilis* és *Pilodeudorix mano*.

2b. Az új taxonok jelentős része rejtett diverzitásnak tekinthető, mivel többük is az összetéveszthetőségig hasonló a legközelebbi rokonaikhoz és felismerésükhöz nagyobb összehasonlító sorozatok vizsgálata, illetve

genitáliáról való határozás is szükséges. E taxonok közül több olyan fajcsoportba tartozik, amely számos hasonló fajt is magába foglal, illetve egy fajnak több alfaja ismert, ezért taxonómiai státuszuk tisztázásában a hagyományos morfortaxonómiai összehasonlításokon túl a életföldrajzi mintázatok is jelentős szerepet játszottak. Ilyen taxonok pl. *Parasiomera alfa*, *Liptena neiltennanti*, *Mesoxantha liberiana* és *Eagris tetrastigma lomana*. Egy különleges eset során egyetlen felső-guineai endemikus faj a *Pilodeudorix aurivilliusi* fejlődhetett tovább, két Libériai szubrégióra endemikus taxont, a *P. putu* és *P. intermedia* fajokat eredményezve. Mindkettő kizárólag néhány középhegység esőerdei lokalitásából ismert, ahol a három faj szimpatrikusan fordul elő, kizárva az új taxonok alfaji státuszát.

2c. Libériából, illetve a tágabb értelemben vett Libériai szubrégió területéről további leíratlan taxonok várhatók, amit a témával párhuzamos kutatások során Guinea Erdei Régiójából (Guinée Forestière) kimutatott további taxonok – *Apallaga klaudiaae*, *Junonia agnesberenyiae* és *Neurellipes helpsi* ssp. n. – is jeleznek.

3. A rendelkezésre álló információk alapján, gyakorlatilag az összes újonnan leírt taxon kisebb vagy nagyobb mértékben szűk elterjedésűnek, endemikusnak tekinthető, egy Nyugat-Afrikán belül életföldrajzilag jól lehatárolható területen élnek. A már ismert fajokkal közösen az endemikus fajok három csoportba sorolhatók az elterjedési területük alapján.

Felső-guineai erdőöv endemizmusai: A Délnyugat-Szenegál és a Volta szubrégió (kelet Ghána és nyugat Togo) között húzódó Felső-Guineai erdőöv területén, viszonylag széles elterjedésű, esetenként gyakori taxonok száma 128. Több közülük széles ökológiai toleranciájú, bolygatott erdei élőhelyeken is előfordul. Emiatt nem meglepetés, hogy az újonnan megtalált taxonok közül kizárólag egy faj, az *Iridana kollariki* tekinthető felső-guineai endemizmusnak, amelyet először Ghánában találtak és csak később került elő Libériából. A ghánai lelőhely nem illik bele a különleges középhegységi esőerdei lokalitások előfordulási

mintázatába, ahol pár libériai elterjedési központú fajnak diszjunkt, valószínűleg reliktum populációi tenyésznek.

Libériai szubrégió endemizmusai. 58 taxon egy kis, de jól körülhatárolható esőerdőterületen fordul elő, Kelet-/Közép-Sierra Leone és Elefántcsontpart nyugati része között, amelyek szintén előfordul(hat)nak Guinea Erdei Régiójában. A Guineai-öböl menti (Nigéria-Kameruni) Felföldtől nyugatra ezen a jól lehatárolható területen a legmagasabb az éves csapadékmennyiség Nyugat-Afrikában, amelyet a Guineai Felföld magasabb hegyvidékei is befolyásolnak. Ez a terület már régóta ismert, mint különböző növény-, és állatcsoportok endemizmus forrópontja. A Libériai szubrégió endemikus nappali lepkefajai közül igen sok a nedves és szupernedves síkvidéki esőerdők karakterfaja, és a libériai erdőterületeken belül szélesen elterjedtek, de az ökológiai tűrképességük limitált, vagy szintén szűk elterjedésű tápnövényen fejlődnek. Közülük csak pár fordul elő a szűken vett Libériai szubrégió határain túl, pl. délnyugat Ghána nedves esőerdeiben, amely Libéria erdőterületeihez hasonlóan maga is feltételezett erdőrefúgiuim-terület. Két további fajnak van ismert előfordulása Ghána két különleges középhegységi esőerdőterületének egyikéről, az Atewa-hegységből. Az itteni különleges élőhelyek kialakulását és fennmaradását is valószínűleg a lokálisan magasabb csapadékmennyiség segítette elő.

Az újonnan leírt taxonok közül igen sok Libériai szubrégió endemizmusnak tekinthető. Közülük a *Parasiomera alfa* és a *Geritola pacifica* kizárólag Libéria területéről ismert, míg a *Mesoxantha liberiana* és *Andronymus fenestra* fajoknak a szubrégió határain túlról is vannak előfordulási adataik. Az előbbit a délnyugat ghánai esőerdőkben, míg az utóbbit az Atewa-hegységben gyűjtötték.

Szigetendemizmusok: 22, jelenlegi ismereteink alapján igen kis területen szigetszerűen elterjedt taxon a Libériai szubrégióon belül csak három hegyvidéki területen fordul elő: Ezek közül a legjelentősebb Nimba-hegység (Nimba hegyvidéki refúgiumként is ismert), amely a tudomány számára régóta ismert az endemikus növény-, és állatfajairól.

A feltételezett Libériai erdőrefúgium szintén a Nimba-hegység körül húzódik. Számos nappali lepke taxon ismert kizárólag a Nimba-hegységből: *Vanessula milca angustifascia*, *Euphaedra sarcoptera ferrea*, *Aslauga larseni*, viszont az utóbbi idők terepi kutatásai során több, korábban kizárólag a Nimba-hegység középhegységi zónájából ismert taxonról kiderült, hogy azok előfordulnak a Wologizi-hegységben is, amely Libéria másik jelentősebb magasabb hegyvidéki esőerdő területe. Ezek a taxonok további középhegységi esőerdő területen is szigetszerűen előfordulhatnak Libériában, illetve a Guineai-felföld hasonló élőhelyein, elterjedésüket azonban különböző ökológiai tényezők limitálják, pl. tengerszint feletti magasság, élőhelytípus, tápnövény. A Guineai-felföld sziget-endemizmusai közül a *Bettonula bettoni nimba*, az *Euphaedra aubergeri*, a *Cephetola wingae* és az *Aphnaeus nimbaensis* a Nimba-hegységben és a Wologizi-hegységben egyaránt előfordul, míg a *Cephetola wologizi* kizárólag a Wologizi-hegység középhegységi erdeiből került elő.

Egy további, a Nimba-hegységtől és a Wologizi-hegységtől is igen különböző jellegű hegyvidéki terület a Putu-középhegység, amely kelet Libériában, szupernedves síkvidéki erdőterületekkel körülvéve, teljesen elszigetelve található. Mivel dél-nyugati kitettségű lejtőivel a nedves tengeri eredetű légtömegek útjában áll, emiatt a környéken a szokásosnál is magasabb az éves csapadékmennyiség. Valószínűleg a hegység által befolyásolt helyi ökológiai körülmények is előidéztek, hogy Putu egyfajta mikrorefúgium-területként szolgál, illetve a helyi nappali lepke fajdiverzitás is kiemelkedő a környező területekhez képest. A *Liptena neiltentanti*, *Cephetola praecox* és *Iolaus jadvigae* boglárkalepke fajok kizárólag a Putu-középhegységből kerültek elő, és nagy valószínűséggel endemikusak lehetnek a középhegység unikális esőerdeiben. A *Pilodeudorix putu* és *P. intermedia* fajok Putu és a Nimba középhegységi erdőzónájából is előkerültek.

4. A nappali lepkefajok élőhely-preferencia alapján történt ökológiai csoportosítása során megállapításra került, hogy a lepkefauna 86%-a erdei élőhelyekhez kötődik és csak a fajok mintegy 8%-a kötődik szavanna-területekhez, míg 4%-uk ubikvista. Az erdőlakó fajokon belül

igen nagymértékben, több mint 35%-ban találhatók nedves erdőkhöz kötődő fajok, amelyek jó indikátorai Libéria érintetlen erdőterületeinek, illetve a magas részarány jelzi Libériai szubrégió a Dahomey-földnyelvtől nyugatra elterülő, más nyugat-afrikai szubrégiókhoz képest nedvesebb éghajlatát is. Ez utóbbit jelzi a szárazabb erdőtípusokat preferáló fajok igen alacsony aránya (3%) is. Bár a Guineai szavannalakó fajok egy része jó kolonizációs képességgel rendelkezik, részarányuk a libériai faunában viszonylag alacsony (7%), és szinte kizárólag a könnyen terjedő és az élőhely-degradációra nézve szélesebb tűrőképességű fajok találhatók. A Szudáni szavanna fajok szinte teljesen hiányoznak a lepkefaunából, a részarányuk 0.5%, és kizárólag erős röptű, vándorlásra hajlamos fajok adatai ismertek. Bár az ubikvista fajok csak 4%-át teszik ki a libériai nappali lepkefaunának, ezek a fajok azonban szélesen elterjedtek, mivel könnyedén telepednek meg mindenféle bolygatott élőhelyen. Emiatt az ubikvista fajok száma Nyugat-Afrikában a vizsgálati terület elhelyezkedésétől és kiterjedésétől függetlenül többé-kevésbé állandó.

A libériai nappali lepkefauna érintetlenségét jól jelzi a taxonok elterjedési mintázata is. A fauna legnagyobb részarányát, 45%-ot, az egyenlítői erdőövben szélesen – délnyugat-Szenegáltól a Kongói-medencén át az Albertine-hasadékig, vagy azon túl is – elterjedt taxonok teszik ki. Igen magas a Nyugat-Afrikának a kameruni Sanaga folyótól keletre húzódó erdeiben elterjedt taxonok aránya (15%) is, de a taxonok több, mint 25%-a ennél szűkebb elterjedési területtel rendelkezik. 15%-k a Felső-Guineai erdőövhöz kötődik, míg a taxonok 7%-a Libériai szubrégió endemizmus. Az összes taxon több, mint 2%-a szigetendemizmusnak tekinthető, amelyek a Libériai szubrégió hegyvidékeinek (Nimba-hegység, Wologizi-hegység, Putu-középhegység), szűk, középhegységi erdőzónájában tenyésznek. A több kontinensen is elterjedt kozmopolita fajok aránya igen alacsony, 1% alatt marad, míg a pánafrikai taxonok aránya, amelyek a kontinensen az erdei és nyitabb élőhelytípusokban egyaránt elterjedtek, 7,5%-ot tesz ki. A libériai nappali lepkefaunában a kizárólag szavanna területeken elterjedt taxonok igen alulreprezentáltak,

az egyenlítői szavannaövben elterjedt taxonok aránya csak 3%, míg a nyugat-afrikai szavannaövhöz kötődő taxonok aránya 1%.

5. A kimagasló nappali lepke diverzitás és az endemikus/szűk elterjedésű taxonok száma alapján a Felső-Guineai erdőövön belül a Libériai szubrégió egy önálló biogeográfiai egységet alkot.

5a. A Libériai szubrégió elterjedési központtal rendelkező taxonok mintázata alapján azonosítható egy központi elterjedési terület, amely magában foglalja Libéria és Elefántcsontpart nyugati területeinek megmaradt síkvidéki esőerdeit a Sassandra folyóig, szintén egy viszonylag nagy területet Sierra Leone keleti felében, továbbá Észak-Sierra Leone elszigetelt magashegységeit és Guinea Erdei Régiójának és a határmenti elefántcsontparti területek sík- és hegyvidéki erdőterületeit is.

5b. Egy Ghána és Elefántcsontpart óceánpart-menti határvidékén elterülő, eredetileg nedves síkvidéki esőerdővel borított terület csapadékmennyiség, vegetáció és egyes libériai központú elterjedésű nappali lepke taxonok előfordulása alapján szoros affinitást mutat a szűkebb értelemben vett Libériai szubrégióval. A terület nappali lepkefaunájának hiányos ismerete alapján nem eldönthető, hogy ez a diszjunkt elterjedési terület szerves része-e a Libériai szubrégióknak, de feltételezhető, hogy a szubrégió hegyvidéki szigetendemizmusai hiányoznak e teljes mértékben síkvidéki terület nappali lepkefaunájából. A fent körülhatárolt Libériai szubrégió és a ghánai-elefántcsontparti erdőterület gyakorlatilag teljes mértékben átfed a három, több növénycsoport elterjedési mintázata alapján azonosított, feltételezett Felső-Guineai erdőrefúgiummal: 1. Libériai Erdőrefúgium, 2. Cape Palmas erdőrefúgium, 3. Cape Three Points Erdőrefúgium.

5c. További libériai elterjedési központú fajok diszjunkt előfordulása ismert a Ghána Keleti Régiójában elszigetelten található Atewa-középhegységből. Atewa egyike Ghána két unikális középhegységi erdőterületének, ahol a nappali lepke fajdiverzitás kiemelkedő, és a

középhegység esőerdeiből endemikus nappali lepke faj is ismert. Bár Atewa nem szerepel a feltételezett erdőrefúgiumok listáján, újabb kutatások kimutatták, hogy erdei avarban élő békák számára úgynevezett mikro-refúgiumként szolgál, szoros hasonlóságot mutatva a nappali lepke adatokkal. A klimatikus és élőhelyi hasonlóságok, illetve a libériai elterjedési központú fajok előfordulásának ellenére Atewa nem tekinthető a Libériai szubrégió részének, jelen megközelítésben Atewa egyes libériai elterjedési központú nappali lepkefajok diszjunkt és elszigetelt reliktum előfordulása, amelynek fennmaradását a különleges ökológiai tényezők tették lehetővé.

5d. Bár földrajzilag a Guineai-felföld részét képezik, a nagy kiterjedésű Fouta Djallon fennsík és Dél-Guinea elszigetelt hegyvidéki területei nem szerves részei a Libériai szubrégióknak, mivel csak pár libériai elterjedési központú nappali lepke faj előfordulási bizonyított, amelyeknek az élőhelyek hegyvidéki jellege miatt maradtak fenn a fő elterjedési területüktől elszigetelt állományaik. Ezek a hegyvidéki területek a nappali lepkefaunát általánosságban vizsgálva mintegy átmenetet képeznek a még nem definiált „Nyugati átmeneti szubrégió” felé, amelynek endemikus faunája van, de a Libériai szubrégióhoz hasonlítva jóval alacsonyabb a nappali lepkefauna fajdiverzitása.

A doktori értekezés témájához kapcsolódó impakt faktoros publikációk listája

Mitter, K.T., Larsen, T.B., de Prins, W., de Prins, J., Collins, S.C., vande Weghe, G., Sáfián, Sz., Zakharov, V.E., Hawthorne, D.J., Kawahara, A.Y. & Regier, J.C. (2011). The butterfly subfamily Pseudopontiinae is not monobasic: marked genetic diversity and morphology reveal three new species of *Pseudopontia* (Lepidoptera: Pieridae). *Systematic Entomology*. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3113.2010.00>. **Q1 – IF: 2,943**

Sáfián, Sz., Libert, M. & Collins, S.C. (2013): Two new *Aphnaeus* (Lepidoptera: Lycaenidae: Theclinae) species from Liberia. *Zootaxa* 3718(2):193-199. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3718.2.7>. **Q3 – IF: 1,060**

Pyrzcz, T.W., Warren-Gash, H., Lorenc-Brudecka, J., Knoop, D., Oremans, P. & Sáfián, Sz. (2013). Taxonomy and distribution pattern of the African rain forest butterfly genus *Euphaedra* Hübner sensu stricto with the description of three new subspecies of *Euphaedra cyparissa* (Cramer) and one of *E. sarcoptera* (Butler) (Lepidoptera, Nymphalidae, Limenitidinae, Adoliadini). *Zookeys* (298)1-37. <http://dx.doi.org/10.3897/zookeys.298.4894>. **Q2 – IF: 0,933**

Sáfián, Sz. (2013). Observation of hill-topping behaviour by the Giant African Swallowtail - *Papilio antimachus* Drury, 1782 and other recent records from Liberia (West Africa) (Lepidoptera: Papilionidae). *Shilap Revista de Lepidopterología*. 41(163):323-329. **Q3 – IF: 0,304**

Sáfián, Sz. (2015). Behaviour and development of *Pseudopontia gola* Sáfián & Mitter, 2011 (Lepidoptera: Pieridae). *Shilap Revista de Lepidopterología*. 43(169):85-89. **Q3 – IF: 0,408**

Sáfián, Sz. & Collins, S.C. (2015). Establishment of a new genus for *Eresiomera paradoxa* (Schultze, 1917) and related taxa (Lepidoptera: Lycaenidae) with description of two new species. *Zootaxa*. 4018(1):124-136. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4018.1.7>. **Q1 – IF: 0,991**

Sáfián, Sz., Collins, S.C. & Libert, M. (2015). Two new species in the genus *Geritola* Libert, 1999 (Lepidoptera: Lycaenidae, Epitolini). *Zootaxa*. 3931(2):286–292. **Q1 – IF: 0,991**

Sáfián, Sz., Belcastro, C. & Tropek, R. (2019). Two new species in the genus *Andronymus* Holland, 1896 (Lepidoptera, HesperIIDae). *Zootaxa*. 4624(1):108-

120. <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.11646/zootaxa.4624.1.7>. **Q2 – IF: 0,990**

Sáfián, Sz., Collins, S.C., Belcastro, C., Brattström, O. & Tropek, R. (2019). Description of previously unknown females of three *Euriphene* Boisduval, 1847 species and the unknown male of *Bebearia inepta* Hecq, 2001 from Western Africa, with notes on their taxonomy, bionomy and distribution (Lepidoptera: Nymphalidae, Limenitidinae). *Shilap Revista de Lepidopterologia*. 47(188):581-591. **Q4 – IF: 0,350**

Pyrz, T.W., Collins, S.C., Zubek, A., Waclawik, B., Sáfián, Sz., Bąkowski, M. & Florczyk, K. (2020). Previously unrecognized diversity of Afrotropical Melanitini butterflies (Nymphalidae, Satyrinae): doubling the number of species and genera. *Arthropod systematics and phylogeny*. **Q2 – IF: 1,175** (2019)

Sáfián, Sz. (2020). Description of the previously unknown sexes in four West African Lycaenidae (Lepidoptera) with new data on their distribution. *Zootaxa*. **Q2 – IF: 0,990**

Összes IF: 11,135

További, az értekezés témájához kapcsolódó publikációk

Sáfián, Sz. (2014). Uncovering Liberia's butterfly diversity. Poster Presentation. Butterfly Conservation's Seventh International Symposium.

Sáfián, Sz. (2015). *Aslauga larseni* (Lycaenidae: Miletinae: Liphyrini), a unique new species from the Nimba Mountains, Liberia. *Metamorphosis*. 26:27-30.

Sáfián, Sz. (2015). Two new Epitolini from Liberia in the genera *Stempfferia* Jackson, 1962 and *Cephetola* Libert, 1999 (Lepidoptera: Lycaenidae). *Metamorphosis*. 26:12-19.

Sáfián, Sz. (2015). Observations on the little-known *Geritola frankdaveyi* Libert, 1999 (Lepidoptera: Lycaenidae: Epitolini). *Metamorphosis*. 26:20-24.

Sáfián, Sz. & Collins, S.C. (2014). A new *Iridana* Aurivillius, 1920 and a new *Teratoneura* Dudgeon, 1909 (Lepidoptera: Lycaenidae) from tropical Africa. *Metamorphosis*. 25:90-96.

Sáfián, Sz. & Takano, H. (2019). *Hypolimnias aubergeri* Hecq, 1987 (Nymphalidae, Nymphalinae) a little-known West African butterfly. *Metamorphosis*. 30:14–18.

Sáfián, Sz., Belcastro, C., Boireau, P. & Collins, S.C. (2020). New taxa of skipper butterflies (Lepidoptera, Hesperidae) from tropical Africa. *Metamorphosis*. 31(1):56-71.

Sáfián, Sz., Coache, A. & Rainon, B. (2020). New data on the distribution of *Iridana agneshorvathae* Collins, Larsen & Sáfián, 2008 with description of the previously unknown female (Lepidoptera, Lycaenidae, Poritiinae). *Faunitaxys*. 8(3):1-3.

Sáfián, Sz., Collins, S.C. & Libert, M. (2015). Descriptions of seven new *Pilodeudorix* Druce, 1891 from equatorial Africa (Lepidoptera: Lycaenidae: Theclinae). *Metamorphosis*. 26:62-78.

Sáfián, Sz., Koivogui, S., Simonics, G. & Florczyk, K.J. (2020). Butterfly diversity (Lepidoptera: Papilionoidea) in the Ziama Massif in Guinea and the adjacent Wonegizi and Wologizi Mountains in Liberia (West Africa): A transboundary conservation approach *Metamorphosis*. 31(1):104-128.

Sáfián, Sz., Pyrcz, T., Boireau, P. & Belcastro, C. (2020). A new subspecies of *Telchinia* Hübner, [1819] (Lepidoptera: Nymphalidae: Heliconiinae) from West Africa. *Metamorphosis*. 31:45-48.