

Körülöttünk pezseg a fajképződés

Sokan azt gondolják, hogy a természetvédelem célja az érintetlen természet megőrzése az erre kijelölt területeken. Érintetlen természet azonban, sajnos, nincs a Föld felszínén. Nálunk, Európában nem sokkal a jégkorszak vége után megjelent az ember, és mezőgazdasági tevékenységével már legalább 8 évezrede alakítja a természeti tájat. Ha esetleg volnának is a világ távoli, eldugott zugaiban ember nem járta helyek, az emberi eredetű szennyezés és klímaváltozás azokra is hat. A természetvédelem számára tehát inkább csak a viszonylag természetközeli dolgok, a ma még többé-kevésbé önfenntartó módon működő társulások védelme, és az egykor volt érintetlen természet töredékes maradványainak megőrzése lehet reális célkitűzés.

Talán történeti okok magyarázzák, hogy a természetvédelem hagyományosan a fajokat tekinti a legfőbb védendő értéknek, pedig léteznek más védendő értékek is. Ilyen, nem faj jellegű értékek lehetnek kivételes egyedek (pl. egy fás legelőt meghatározó néhány öreg, magányosan álló fa), a fajon belüli genetikai változatosság (pl. egy vadon élő halfaj genetikai változatossága, melyet a mesterségesen telepített ivadék homogén tömege veszélyeztet), vagy fajok egész társulásai (mint pl. a barlangok vagy lápok teljes élővilága).

A gyakorlati természetvédelem azonban mégiscsak leginkább a fajokról szól, és sokan nyilvánvaló ténynek tekintik, hogy ezek valamiféle természetes módon létrejött egységek. Alább e nézettel vitatkozva, vagy inkább csak ezt kiegészítve, azt fogom bemutatni, hogy bennünket körülvevő állatfajok egy része többé-kevésbé mesterséges alkotás. Ez után áttekintem, hogy vajon miféle természetvédelmi értéket vagy kárt jelenthet az ember által alkotott fajok léte.

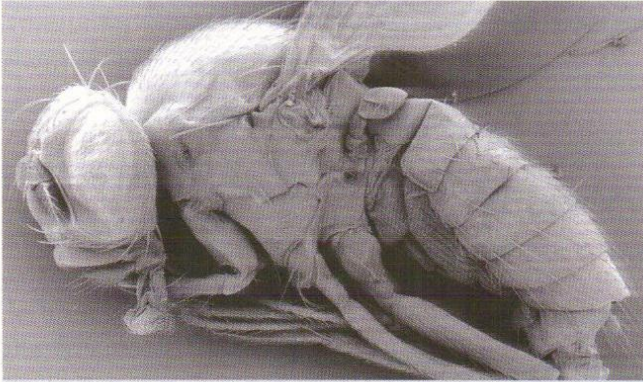
Alább felsorolok négy olyan kategóriát, amelybe az ember által szándékosan létrehozott, és további olyan kategóriákat, amelybe az emberi tevékenység nem-szándékos melléktermékeként létrejött állatfajok sorolhatók. E fajok evolúciós szempontból viszonylag fiatalok, ezért gyakran vitatható, hogy elkülönülésük mértéke eléri-e a faji különállás szintjét.

Szándékosan létrehozott fajok

Az első kategóriát azok a domesztikált fajok alkotják, melyek vadon élő alakjai már kipusztultak. Ezeket, mint elkülönült, új fajokat ugyan nem az ember hozta létre, de ma már kizárólag csak az ember által megtervezett, és mesterséges szelekcióval kialakított formáikban léteznek. Ilyen fajok pl. a szarvasmarha (*Bos taurus*) vagy az egypúpú teve (*Camelus dromedarius*). Habár vannak vadon élő populációik is, de azok is csak a házasított állatok másodlagos elvadulásából származnak, így pl. a Hortobágy őstulok-szerű marhái vagy Ausztrália vadon élő tevéi is többé-kevésbé emberi alkotások.

A második csoportot olyan háziállat fajok alkotják, melyek a domesztikáció következtében annyira megváltoztak, hogy a legtöbb kutató a vadon élő rokonaiktól elkülönült, önálló fajnak tekinti őket. A faji önállóság kérdése persze részben szubjektív és vitatható, de mégis, a köztük fennálló ökológiai izoláció miatt a szakemberek





1. ábra. Az egyik legjobban veszélyeztetett állatfaj a Földön a szintetikus ecetmuslica, mely talán csak egy laboratóriumi polcon, egyetlen üvegben él. Másrészt ez az egyik legkevesbé értékes faj, hiszen kihalása után is bármikor újra szintetizálható. (Eduardo Moreno, PLoS ONE, CC)

többsége szerint különálló faj pl. a kutya (*Canis familiaris*) és a farkas (*Canis lupus*), a házi jak (*Bos grunniens*) és a vadjak (*Bos mutus*), vagy az aranyhal (*Carassius auratus*) és az ezüstkárász (*Carassius gibelio*). Ezekben az esetekben tehát a domesztikáció növelte a Földön élő fajok számát.

A harmadik mód, ahogy állatfajokat mesterségesen alkothatunk, a kihalt állatfajok rekonstruálása, élő egyedeik létrehozása molekuláris genetikai módszerekkel. Ezt az elgondolást a „Jurassic Park” mozifilm tette népszerűvé, és a nagyközönség azóta várja, hogy végre már életre kelt őslényeket láthasson. A mai napig ugyan ilyen fajt nem láttunk, de valószínűleg nincs már messze a pillanat, mikor élő mamut (*Mammuthus primigenius*) találkozhatunk.

Az olvadozó szibériai tundra ugyanis néhol mamut temeket rejt, és a fagyott testekből genetikai szekvenciók nyerhetők ki. Bár ezek töredékesek, de a hiányok áthidalhatók a mamut legközelebbi élő rokona, az ázsiai elefánt (*Elephas maximus*) megfelelő genetikai kódjával. Végző soron egy elefántzigóta genomjának minél nagyobb arányú átírásával elvileg létrehozható egy többé-kevésbé mamutszerű zigóta, melyet aztán egy nőstény elefánt kihordhat és megszüülhet. Nyerhetnénk így egy hibridet, ami azért nem teljesen volna mamut. De még ha több példányt is létrehoznánk, akkor sem tudnánk a természetbe visszatelepíteni, mert a mamutok létét egykor biztosító növénytársulás, az úgynevezett mamut-sztyep ma már gyakorlatilag megsemmisült. Létrejönne tehát egy élményparkokban mutogatható majdnem-mamut faj, ami cserébe tönkre tenné a természetvédelmet. Hiszen e lényt az élményparkok menedzsmentje „a mamut visszatért” szenzációként reklámozna, és a társadalom jelentős része ettől fogva már nem támogatná a veszélyeztetett állatfajok védelmét. Miért is költenénk az állatok mai kihalásának

megakadályozására, ha a kihalt fajokat később, egy gazdagabb korszakban, állítólag majd úgyszólván vissza lehet hozni az életbe? A kihalt őslények felélesztése tehát álságos lehetőség, amely ma még nem valósult meg, de máris komolyan aggasztja a természetvédelmi szakembereket.

Végül az ember szándékos faj-készítési tevékenységének egy további lehetséges kategóriája a szintetikus fajok, vagyis a korábban nem létezett, újonnan tervezett fajok alkotása. Néhány évvel ezelőtt egy spanyol molekuláris biológus, a Berni Egyetemen dolgozó Eduardo Moreno megtervezte és létrehozta az ecetmuslica (*Drosophila melanogaster*) egy új változatát. Ez csökevényes szemekkel és módosult szárnyerezettel bír, és bár a szabadban életképtelen volna, de laboratóriumban jól tenyészthető (1. ábra). A kiindulási alakkal vagy más muslicákkal létrehozott hibridjei életképtelenek, így ez a mesterséges forma új fajnak tekinthető, mely a szintetikus ecetmuslica (*Drosophila synthetic*) nevet kapta. Igaz, Moreno nem teljesített pár formai követelményt, így pl. nem jelölt ki típuspéldányt. Ezért a faj neve hivatalosan nem elfogadott, de a faj ettől még létezik. És bár semmilyen gyakorlati jelentőséggel nem bír, de jól illusztrálja, hogy ma már lehetséges új fajok genetikáját megtervezni és megvalósítani.

2. ábra. A világ legnagyobb szitakötője, a *Megalopterus caeruleus* maradványokból maradték kis élőhely feltájtain sok kis fajra töredezik szét. (Steven G. Johnson, CC BY-SA 3.0)



Fajok mint „melléktermékek”

Ha egy-egy állatfaj többé-kevésbé kötődik az emberhez, akkor földrajzi elterjedése jelentősen kiterjedhet. Így olyan közel-rokon fajok földrajzi elterjedése is átfedésbe kerülhet, melyek korábban egymástól távol éltek. Ez az ember által indukált kapcsolat hibridizációhoz vezethet, és a hibridek olykor a szülőfajoktól elkülönült, önálló fajjá válhatnak. Így pl. a házi veréb (*Passer domesticus*) egykor egy igen szűk elterjedésű közel-keleti faj lehetett. Miután az életmódját megváltoztatva emberi településekhez kötődött, széles körben elterjedt előbb a mediterránban, majd az egész világon. Ezáltal élettere átfedésbe került a berki veréb (*Passer hispaniolensis*) elterjedésével. A két verébfaj olykor kereszteződik, és a hibridek a szülőfajoktól elkülönült, önálló fajjá (olasz veréb, *Passer italiae*) váltak.

Más fajok elterjedésére éppen ellenkező módon hat az emberi tevékenység, az egykor összefüggő, nagy területen elterjedt fajok ma már csak kicsi, egymástól távoli, elszigetelt foltokban fordulnak elő. Darwin óta tudjuk, hogy az elszigetelt populációk eltérő irányokba fejlődhetnek, és idővel akár új fajokká is válhatnak. Ismert példa e jelenségre a világ legnagyobb szitakötőjének, a *Megaloprepus caerulatus* fajnak a sorsa. Ez a hatalmas (szárnyának fesztávolsága 19 cm), nehézkes röptű szitakötő a brazil esőerdők lakója, de élőhelyének kiirtása miatt ma már csak egymástól távoli kis foltokban fordul elő. Az elszigetelt kis populációi egyre jobban különböznek, és e fokozódó különbségek mára már elérhetik a faji elkülönülés mértékét (2. ábra).

Az emberi tevékenység világszerte új életttereket, élőlénytársulásokat, és ökológiai niche-eket hoz létre. A legrégebbi és legkiterjedtebb mesterséges élőhelyeket a mezőgazdaság és az urbanizáció hozza létre. Így pl. a güzüegér (*Mus spicilegus*) kizárólag az európai agrárkörnyezetben él. Nagyon közeli rokona a háziegér (*Mus musculus*), amely viszont településekhez kötődik (habár a mediterrán térségben állítólag embertől távolabbi élőhelyeken is előfordulhat), és néhány további hasonló faj Dél-Európában és Észak-Afrikában. Erős a gyanú, hogy a güzüegér elkülönülését az agrárkörnyezet kialakulása indukálta, és nyilván a háziegér is az emberi településekkel erős kölcsönhatásban fejlődött.

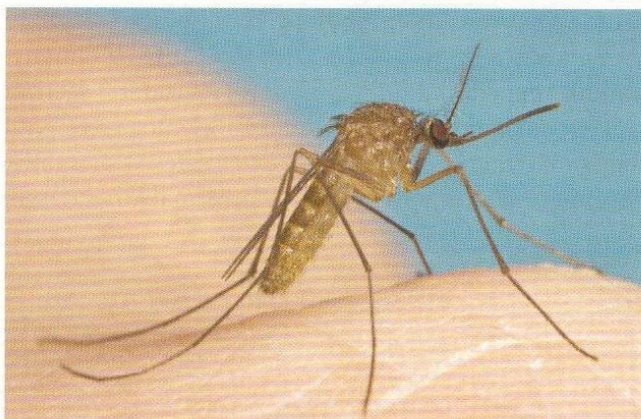
Az urbanizáció kevésbé látványos hatása, hogy tápanyagban gazdag földalatti élőhelyeket is teremt. Miközben a dalos szúnyog (*Culex pipiens*) jellemzően a föld felett él, ahol nektárral és madarak vérével táplálkozik, kialakult egy földalatti változata is, amit gyakran „londoni metró szúnyog” néven neveznek (3. ábra). Ez utóbbi világszerte elterjedt az ember-alkotta pincékben és alagutakban, ahol lárvái a talajvíz tocsáiban fejlődhetnek, míg a kifejlett példányok emberi vérrrel táplálkoznak.

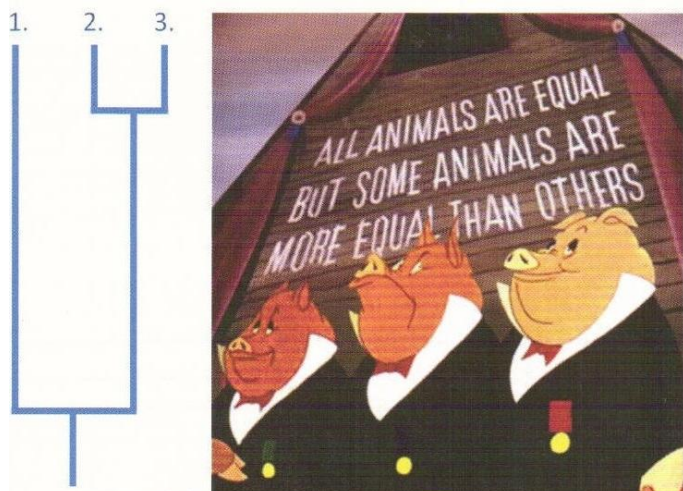
Ezt a változatot sok szerző genetikailag jól elkülönült fajnak tekinti, ez esetben a faj tudományos neve *Culex molestus*.

Az ember által megnyitott potenciális élőhelyek egy sajátos típusa az élősködő állatok számára újonnan elérhetővé váló gazdafajok esete. Így pl. a fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) egy Észak-Amerikában őshonos faj, melyet négy évszázada hurcoltak be Európába. Az őshazájában rá jellemző növényélősködők, mint pl. a fitofág rovarok jelentős része azonban nem érkezett vele, ezzel szemben az itt élő, más gazdafajra specializált fajok némelyike hirtelen az akácfára váltott. Az ilyesfajta gazdaváltás során az élősködő faj populációja nem tűnik el a korábbi gazdafajáról sem, de kialakul egy új populációja az újonnan meghódított gazdafajon is. Ha a két populáció közti kapcsolat hiányzik vagy csekély, akkor a parazita faj kettéválik. Így pl. az akác magdarázs (*Bruchophagus robiniae*) egy európai akác-specialista faj, melynek ősi formája talán a Kaukázus valamelyik eldugott völgyében, vélhetően egy pillangós virágon él. És bár ezt az ősbibb formát nem ismerjük, de vélhető, hogy az akácon élő magdarázs már régen külön fajjá vált.

Hasonló gazdaváltásokat az állatokon élősködő állatok köréből is ismerünk. Az Ausztráliába valaha elsőként érkező emberek, a mai „őslakosok” elődei kutyákkal együtt érkeztek. Kutyáik (illetve ezek elvadult formái, a dingók) kengurukra is vadásztak, így megfertőződtek a *Heterodoxus spiniger* nevű tetűvel, mely a tetveknek egy kifejezetten csak kengurukon élő csoportjába tartozik.

3. ábra. Egy új, föld alatt élő szúnyogfaj a szemünk előtt alakul ki a világ forgalmas alagútjaiban.
(Forrás: Stephen Doggett).





4. ábra. Az evolúciós szemléletű természetvédelem számára nem minden állatfaj egyenlően fontos. Az ábrán az 1. faj egy hosszú, független fejlődési utat bejárt fejlődési ág egyetlen élő képviselője, ezért fontosabb, mint a 2. faj, amely csak nemrég különült el a közeli rokon 3. fajtól.

Ez a faj azonban megtelepedett a kutyán, és ma már a trópusi-szubtrópusi égövön világszerte elterjedt kutya- és macskaélősködő vált belőle. A tetvek e két népszerű, vagyis az Észak-Ausztráliában a fűrgé wallaby (*Macropus agilis*) nevű kengururól, illetve a kutyán-macska világszerte élő tetvek ma már morfológiailag és ökológiailag is jól elkülönülnek, ezért előbb-utóbb külön fajnak kell már tekintenünk őket.

Természeti érték vagy kár?

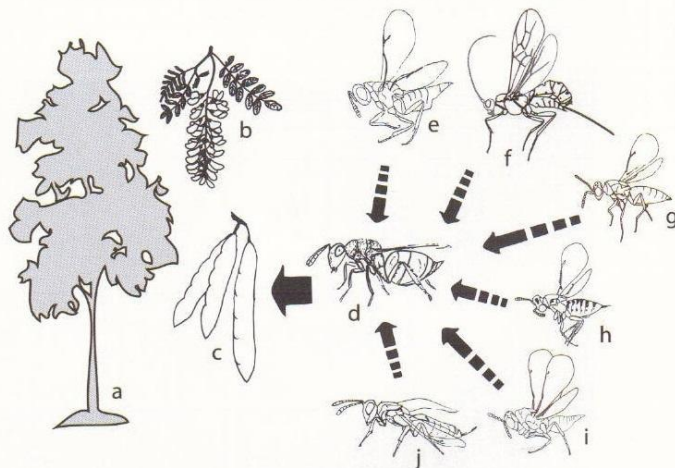
Mint a bevezetőben említettem, a természetvédelem számára egyfajta idealizált cél az érintetlen természet megőrzése, miközben a legfőbb védendő értéket hagyományosan a fajok jelentik. Nem világos tehát, hogy a természetvédelem hogyan viszonyuljon a többé-kevésbé mesterséges állatfajok létezéséhez.

Az ember befolyása a bioszférában, és különösen a szárazföldi élővilágban ma már meglehetősen nagymértékű. A ma élő emlősök globális össztömegének mindössze 4%-a vadon élő emlősállat, a cickányoktól a bálnáig együttesen. A tömeg további 36%-át maga az emberi faj, 60%-át pedig a domesztikált emlősállatok (főként szarvasmarha, sertés stb.) tömege alkotja. Nyilvánvaló tehát, hogy a bioszféra jelentős hányada ma már az emberrel többé-kevésbé szorosan együtt evolválódik. E koevolúciós kapcsolat egyik eleme, hogy az állatfajok kihalására és képződésére is egyaránt erősen hatunk. A mesterségesen létrehozott fajok száma persze messze elmarad az ember által kiirtott fajok számától, a fajképződés tehát nem pótolja a kihalást.

Evolúciós természetvédelmi szempontból pedig a fajok különböző értékűek. Egy régen elkülönült fejlődési vonalat egyedül képviselő faj értékesebb, mint a közeli rokonokkal bíró, azoktól viszonylag későn elkülönült faj (4. ábra). Ezért a mesterséges fajok viszonylag kisebb értéket képviselnek, mint a kihalásba taszított, jellemzően rég-elkülönült természetes fajok. De lássunk néhány további szempontot is, melyek alapján e fajok létének kívánatos vagy nemkívánatos jellege mellett szólnak:

1. A többé-kevésbé mesterséges fajok egyúttal részlegesen természetes, többé-kevésbé természetközeli jellegűek is. Tehát pl. a szarvasmarha ugyan kizárólag ember által alakított formában él, de ma mégis ez a valaha élt őstulok – mint természetes faj – létező legjobb közelítése. Az elvadultan élő, vagy a mesterségesen e célra szelektált állományai pedig különösen jól megközelíthetik a rég kihalt őstulok állományokat, még ha nem is válhatnak azonossá vele.
2. A mesterséges fajok létének természetvédelmi értékét befolyásolja azok megismételhetősége vagy megismételhetetlensége. E szempontból a szintetikus ecetmuslica értéktelen, hiszen a biotechnológiai ismeretek birtokában a faj bármikor könnyűszerrel újra létrehozható. Ezzel szemben pl. a kutyát – mely az emberrel való sok százezer éves kapcsolatban evolválódott – nem tudnánk egykönnyen újra létrehozni.
3. A mesterségesen létrehozott fajok tömegük és gyakoriságuk miatt gyakran az ökoszisztámák szerkezetét és működését alapvetően meghatározó kulcsfajként működnek. Így pl. a szarvasmarha eltűnésével számos ritka, fokozottan védett orchidea és lepkefaj tűnne el a hazai védett területekről, amelyek ma a legelés által fenntartott gyepekhez kötődnek. De még a jelentéktelennek tűnő akác magdarázs is számos további parazitoid darázs faj létét biztosítja a hazai akácokban (5. ábra).

5. ábra. Az európai akác magdarázs sok fajtól álló parazitoid közösség létét biztosítja. (László Z, Lakatos TK 2017. *Bruchophagus robiniae* community. Figshare, CC BY 4.0)



4. A részben vagy egészben ember által létrehozott állatfajok közül sokan rendkívüli gazdasági jelentőséggel bírnak mint haszonállatok, vagy épp ellenkezőleg, mint az ember által kiprovokált gazdaváltással létrejött új kártevő és parazita fajok.
5. Több domesztikált állatfajunk, mint pl. a kutya vagy a ló fajtái jelentős történelmi emlékek, kulturális örökségünk lényeges részei.
6. Az előző ponttal kapcsolatos, hogy az ember által alkotott fajok jelentős esztétikai értéket is képviselhetnek. A kínai és japán festészet történelmi hagyományaiban például komoly szereppel bír az aranyhal motívum, de a mai japánkertek és parkok dísztavaiban is fontos esztétikai szerepet játszanak. Ez azonban bevallottan szubjektív megítélés kérdése, nem mindenki ért egyet vele.
7. De épp az aranyhalak példáján szemléltethetjük legjobban a díszállatok egyes fajtáival kapcsolatos állatvédelmi aggályokat is. Egyes fajtáik teste tojás alakú, gerincük lefelé görbül, így ezek úszni is nehezen tudnak. A gerincük a farok előtt kétfelé ágazhat, hogy kettős farokúszóval gyönyörködtessék csodálóikat. Egyes fajtáik fejét a látást erősen zavaró sejtburjánzás borítja, míg a „teleszkópszemű” fajták szeme körül képződött hólyag a szemet eltorzítva az ég felé fordítja, így a halak nem láthatnak előre vagy oldalra. Az aranyhal rajongók számára mindez esztétikai élmény, míg sok állatvédő szerint ezek olyan testi torzulások, amelyek miatt a legnemesebb aranyhal fajták egész élete kínszenvedés. Nehéz volna bizonyítani vagy cáfolni ezt a

felvetést (6. ábra). Hasonló kételyeket ébresztenek pl. a buldog és mopsz fajtába tartozó kutyák, melyek megrövidült orra sajátosan lapos, emberszerű „arcot” eredményez, ezért viszont életük során gyakran légzési nehézségekkel küzdenek (Brachycephalic Obstructive Airway Syndrome).

Mindennapi evolúció

Az állatfajok egy kis része tehát többé-kevésbé ember alkotta képződmény, melyeket olykor szándékosan hozunk létre, de sokkal gyakrabban az emberi tevékenység nem-szándékolt melléktermékeként, spontán, „maguktól” jönnek létre körülöttünk.

Az ember előtti, érintetlen természetben létrejött fajok számához képest e mesterséges fajok száma kicsi, és fiatal koruk miatt evolúciós jelentőségük sem feltétlen számottevő. De mégis sok más szempont alapján kiemelkedő fontosságúak számunkra, hiszen mi, emberek nagymértékben a velük való ökológiai, kulturális és gazdasági függőségben alakultunk ki, így élünk ma, és majd a jövőben is.

Szakítanunk kell azzal a naiv hiedelemmel, hogy a fajok képződése csak az evolúciós régmúltban lejajlott, és szükségképpen évmilliókgig tartó folyamat lehetett. Fel kell ismernünk a szemünk előtt zajló gyors, és gyakran éppen általunk kiváltott fajképződési folyamatokat, melyek által mi magunk alakítjuk a természetet. A fajképződés nem csak egy elvont tankönyvi hipotézis (mellesleg: egy egészen kiváló hipotézis), hanem a bennünket nap-mint-nap körülvevő valóság.

RÓZSA LAJOS

6. ábra. Különleges aranyhal fajták: esztétikai élmény vagy állatkínzás? (Jordan Hartig CC BY-SA 3.0)



IRODALOM

- Bar-On YM, Phillips R, Milo R 2018. The biomass distribution on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115: 6506-6511.
- Byrne K et al. 1999. *Culex pipiens* in London Underground tunnels: differentiation between surface and subterranean populations. *Heredity* 82: 7-15.
- Feindt W et al. 2014. Still a one species genus? Strong genetic diversification in the world's largest living odonate, the Neotropical damselfly *Megaloprepus caerulatus*. *Conservation Genetics* 15: 469.
- Forbes AA; Devine SN; Hippee AC; Tvedte ES; Ward AKG; Widmayer HA; Wilson CJ 2017. Revisiting the particular role of host shifts in initiating insect speciation. *Evolution* 71: 1126-1136.
- Lakatos K, László Z, Tóthmérész B 2018. Disturbance induced dynamics of a tritrophic novel ecosystem. *Bulletin of Entomological Research* 108: 158-165.
- Moreno E (2012) Design and Construction of "Synthetic Species". *PLoS ONE* 7(7): e39054.
- Sandler R 2012. The ethics of reviving long extinct species. *Conservation Biology* 28: 354-360.
- Slater MH, Clatterbuck H 2018. A pragmatic approach to the possibility of de-extinction. *Biology and Philosophy* 33: 4.
- Thomas CD 2017. *Inheritors of the Earth: How Nature Is Thriving in an Age of Extinction*. Penguin Books Ltd.
- Trier CN, Hermansen JS, Sætre G-P, Bailey RI (2014) Evidence for mito-nuclear and sex-linked reproductive barriers between the hybrid Italian Sparrow and its parent species. *PLoS Genetics* 10(1): e1004075.