

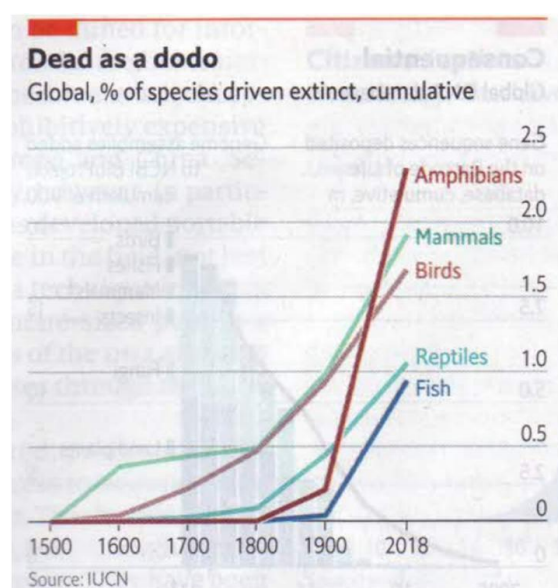
A másik környezeti vészhelyzet (Veszélyben a biodiverzitás)

Bár a biológiai sokféleséggel kapcsolatos válságról kevesebb szó esik, ugyanakkora kockázatot jelent az emberiség számára, mint az éghajlatváltozás. Az 1990-es évek óta az állat- és növényfajok rohamosan csökkennek szerte a világon. Ennek köszönhetően az ökológusok már régóta egy közelgő tömeges kihalást emlegetnek. Habár a Föld történetében ez nem először fordulna elő, most az eddigiekhez képest az ökológiai változásokat befolyásoló tényezők (éghajlatváltozás, szennyezés, föld-, tenger-, növények és állatok kizsákmányolása) mind egyetlen fajhoz köthetőek. Nevezetesen a Homo sapienshez. A WWF és a Londoni Zoológiai Társaság által készített 2020-as **“Living Planet Report”** szerint az emberi tevékenységek miatt a fajok százszor gyorsabban tűnnek el, mint ahogyan az természetes állapotban bekövetkezne.

2019-ben a biológiai sokféleséggel és ökoszisztéma-szolgáltatásokkal foglalkozó **Kormányközi Tudománypolitikai Platform (IPBES)** közzétette a globális biodiverzitás állapotáról szóló értékelését, amely igen aggasztó képet adott. Megállapította, hogy nagyjából **egymillió állat- és növényfajt, köztük több, a mezőgazdaságban használt fajt is a kihalás veszélye fenyeget**, jobban, mint az emberiség történelme során bármikor.

Kihalási arányok %-ban:

*kétlélűek, emlősök, madarak, hüllők, halak
(a dodó a kihalt fajokat jelképező madár)*



2016-ra a háziállatok nem kevesebb, mint 9 százaléka kihalt. A kontinentális földterületek egyharmadát és az édesvízkészletek közel háromnegyedét növénytermesztésre vagy állatállomány tenyésztésére használják, de a környezetkárosodás következtében már



ezen tevékenységek teljesértékű fenntartására. Mindemellett 2015-ben a tengeri halállomány egyharmadát nem fenntartható módon halászták le.¹

Jegesmedvék turkálnak a szemétkorlatban az orosz Arktiszon egy szemétkorlatban

¹ Azaz oly módon, hogy veszélyeztetik a kihalt fajok regenerációs képességét. A fenntarthatóságról lásd az ilyen témájú web-oldalunkat.

Az információtechnológia a biodiverzitás megőrzésének szolgálatában

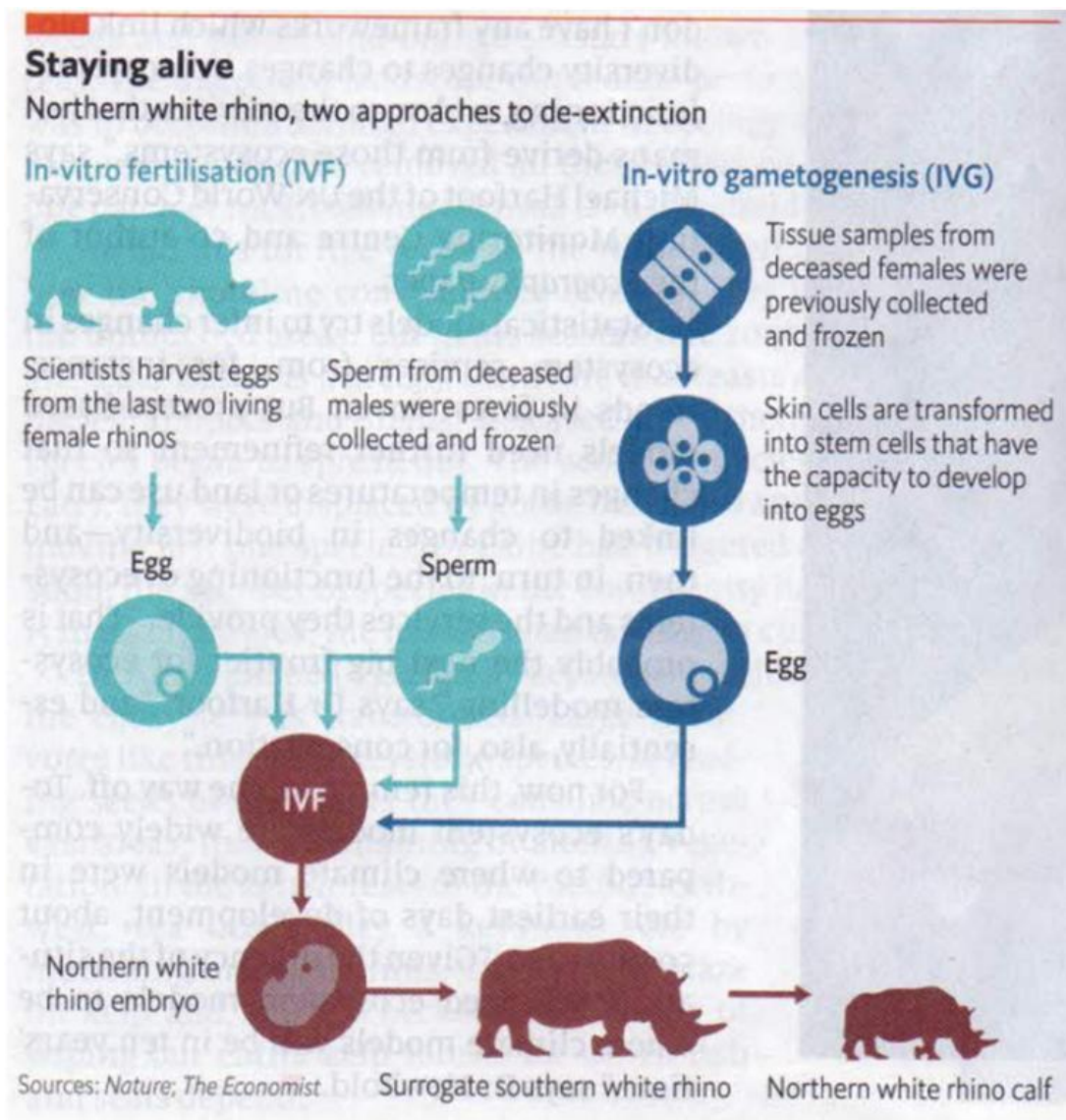
A fent említett okok miatt az elmúlt évtizedben robbanásszerűen megnőtt a különféle érzékelők használata az ökoszisztémák megfigyelésében. Ezeket az eszközöket, mint például az AudioMoth vagy a TrailGuard, úgy találták ki, hogy ne csak a környezeti adatokat rögzítsék, hanem az élőlények természetét, számát és mozgását is figyelemmel kísérik. Számos erdőben és nemzeti parkban elhelyezve, vagy éppen fákhöz és állatok hátához rögzítve gyűjtik az adatokat. A kapott hangfelvételek, képek és egyéb adatok feldolgozása során a gépi tanulásnak is fontos szerep jut, és ebbe már olyan nagy tech cégek, mint a Google vagy a Microsoft is bekapcsolódnak. A Google például segítette létrehozni a Wildlife Insightot, melynek célja, hogy az összes kamera adatai megtalálhatóak legyenek egyetlen digitális adattárolóban. Az ökoszisztémákat több tucat Föld-megfigyelő műszerrel a levegőből és az űrből is nyomon követik. Segítségükkel képesek vagyunk információkat gyűjteni a földhasználatról, figyelemmel kísérni az erdőirtás mértékét az elszigetelt régiókban, és észlelni az óceáni planktonok virágzását. Azonban a műholdak által rögzített képek sokszor hibásak, csalókák lehetnek. Az erdők egészségének jobb felmérésében és a tervek nagy felbontású, akár három dimenziós feltérképezésében a LIDAR jelenleg a legfontosabb technika, amely infravörös lézertényeket használ a rádióhullámok helyett. Spektrométerekkel kombinálva a Global Airborne Observatory részletes képeket készít a tájról, bemutatva az egyes fák alakját, méretét és fajtáit. Ezekből az adatokból a megfigyelt erdő széntartalma és általános egészségi állapota is megállapíthatóvá vált. Az új technika sikeréből kiindulva, egy, az óceánokra összpontosító eszközt is kifejlesztettek. Az Allen Coral Atlas ötvözi a nagy felbontású műholdas képeket a gépi tanulással, hogy valós időben lehessen megfigyelni a korallfakulást, így azonosítva a korábbi felmérések által elmulasztott eseményeket.

Génteknológia

Az ilyen szkennelési és érzékelési technológiák mellett az 1980-as évektől kezdve a genetikai anyagok mintavétele és szekvenálása is hatékony védelmi eszközzé vált. Az állatok DNS-ének összegyűjtését és feltérképezését elsősorban az édesvízi rendszereket tanulmányozó kutatók részesítik előnyben, hiszen egyszerűen egy kémcső vízbe mártásával kideríthetik, hogy bizonyos fajok milyen mértékben vannak jelen egyes helyeken. Az ürülékből nyert DNS-sel, az állatok beleit tartalmának megvizsgálásával pedig ételmisszerláncokat lehet feltérképezni, mindezt az állatok elfogása v

agy megölése nélkül. Emellett az eDNA-tanulmányok lehetővé teszik a kutatók számára, hogy ritka vagy invazív fajokat térképezzenek fel, és lássák, hogy egyes populációk hogyan viselkednek egymással. Bár e tevékenység virágzik, még mindig sok kihívással jár.

A legfontosabb, hogy a fajok azonosítása csak annyira lehet pontos, mint a fajspecifikus genetikai kódok és referencia genomok, amelyek összehasonlítási pontként szolgálnak. Ezért az Earth Biogenome Projekt célja, hogy 1,5 millió faj DNS-ét térképezze fel a következő tíz évben. A másik probléma a magas költség: a DNS-szekvenálás továbbra is megfizethetetlenül drága a legtöbb Európán, Amerikán és Kínán kívüli kutató számára.



A kihalás szélén álló északi fehér rinocéroszok megmentése

Mesterséges megtermékenyítéssel:

- petesejteket operálnak ki a két utolsó nőtényből,
- megtermékenyítik azzal a lefagyasztott spermával, melyet az utolsó hímeiktől vettek, mielőtt elpusztultak volna
- az északi fehér embriót a déli fehér rinóval hordatják ki

Gaméta-genezissel:

- a kimúlt nőtényektől korábban szövetmintát vettek és lefagyasztották
- a bőrsejteket összeállítják, melyek petesejteké alakíthatók
- megtermékenyítés
- kihordatás

Annak érdekében, hogy ez a technológia jobban elérhetővé váljon, az Oxford Nanopore, egy brit vállalat, kifejlesztette a MinION-t, amely egy viszonylag megfizethető, USB-alapú, zsebméretű eszköz, amely képes a szekvenálási folyamat minden részét a terepen elvégezni. Ilyen eszközt használtak baktériumok szekvenálására a Nemzetközi Úrállomáson is. Az év elején, a Forensic Science International: Genetics című szaklapban megjelent tanulmány szerint ez a technológia potenciálisan kikövezi az utat a vadon élő állatok elleni bűncselekményekhez köthető büntetőeljárásokban is használható kézi eszközök előtt.

Az elmúlt tíz évben kifejlesztett egyéb genetikai és reprodukciós technológiák lehetővé tehetik *élő újszülöttek létrehozását jóval azután, hogy fajuk utolsó tagjai kihaltak*. 2009-ben egy kutatócsoport bejelentette, hogy az utolsó nőstény bucardo kecske DNS-ének egy házi kecske kiürített petesejtjeibe való beültetése élveszületéshez vezetett. Bár a bucardo csak néhány percig élt, ez a technika kikövezte az utat hasonló áttörések számára. 2016-ban Katsuhiko Hayasi reproduktív biológus és csapata bőrsejtekből és spermából állított elő újszülött egereket. 2018 óta pedig a BioRescue csapata fáradhatatlanul dolgozik az embrió-átültetéseken, hogy az északi fehér orrszarvú visszatérhessen a "funkcionálisan kihalt" állapotából. Annak érdekében, hogy a fajokat sikeresen vissza lehessen hozni a kihalás szélére, a mintavételeknek jóval azelőtt el kell kezdődniük, minthogy a szóban forgó faj egyedszáma nagyon korlátozottan csökkenne. Ma már a San Diego Wildlife Biodiversity Bank fagyasztott gyűjteménye több mint 10 000 sejtvonalat tartalmaz, amelyek 1100 fajhoz és alfajhoz tartoznak. Még akkor is, ha a kihalt fajok újjáélesztése a közeljövőben még nem is válik lehetségessé, ezek a biobankok addig is felhasználhatók a veszélyeztetett fajok genetikai sokféleségének javítására, ami elengedhetetlen a túlélésükhöz.

Lelkes önkéntesek

Ezen új és összetett technikák mellett az ökológiát már régóta segíti néhány szerényebb szereplő: a lelkes polgárok. A madármegfigyelők évtizedek óta értékes adatokat szolgáltatnak a madárpopulációk méretéről, tendenciáiról, viselkedéséről és vándorlásáról azáltal, hogy rögzített észleléseiket elküldik a madárvédelmi társaságoknak. Ma a közösségi hálózatok és a mobilalkalmazások nagy mennyiségű adatot szolgáltatnak a kutatók számára. Az eBird például májusban elérte az 1 milliárd bejegyzett megfigyelést. Ezt az ingyenes alkalmazást a New York-i Cornell Madártani Laboratórium hozta létre, azzal a céllal, hogy lehetővé tegye a madarakkal kapcsolatos képek és hangfelvételek feltöltését a nyilvánosság számára, idő, hely és egyéb kritériumok szerint címkézve. Egy másik sikertörténet az iNaturalist, egy közösségi hálózat, amelyet a Kaliforniai Tudományos Akadémia és a National Geographic közösen működtet. Eddig 4 millió felhasználója több mint 300 000 fajról 66 millió megfigyeléssel járult hozzá a kutatók munkájához. Az adatokat arra használják, hogy részletes térképeket készítsenek a fajok eloszlásáról, és pillanatképeket arról, hogy populációk hogyan változnak és alkalmazkodnak a környezetükhöz.

Az ökoszisztémák modellezése

Az éghajlatváltozással ellentétben, az ökológiában kevés modellezési lehetőség áll rendelkezésre. Ez nagyrészt annak tulajdonítható, hogy az ökoszisztémák és az élőlények közötti kölcsönhatásokat nehezebb szimulálni, mint a globális éghajlatot. A biológiai

sokféleség csökkenése nem számszerűsíthető úgy, mint például a szén-dioxid szintek vagy az iparosodás előtti átlaghőmérsékleteket meghaladó értékek az éghajlatváltozás terén. Ezért az ökoszisztéma modellezése még gyerekcipőben jár. Bár léteznek meglévő statisztikai modellek, ezek nem képesek meghatározni vagy előre jelezni az ökoszisztémák dinamikus és nem lineáris változásait. Az éghajlatmodellezéssel azonos elképzelést alkalmazva a tengeri ökoszisztémákra vonatkozó, pátthelyzetben lévő forgatókönyvek a "Fish-MIP" segítségével fejleszthetők ki a politikai döntések alátámasztására. A halászat vagy más, az embernek a biológiai sokféleségre gyakorolt hatásának szimulációja azonban nagyrészt feltételezéseken alapul. A szárazföldi ökoszisztémák modellezése pedig még ennél is fejletlenebb, habár a változó tájak, különösen a mezőgazdaság miatt, a jövőben valószínűleg egyre nagyobb hatással lesznek a biológiai sokféleségre. A mezőgazdasági tevékenységek kibővítése a növényvilág csökkenését eredményezi a tápláléklánc alján, ami nagy veszélyt jelent a teljes élelmiszerláncra. Szimulációkon keresztül Tim Newbold és University College London-os kollégái megállapították, hogy amint a növényvilág 80 százaléka eltűnik, egész élelmiszerláncok kezdenek összeomlani anélkül, hogy a növények egyszerű regenerálásával újjá lehetne építeni őket.

Nemzetközi együttműködés

Többek között a tiszta víz, a tiszta levegő és a szén-dioxid-tárolás mind-mind példák az "ökoszisztéma-szolgáltatásokra", amelyek az emberiség javát szolgálják. A fontos fajok eltűnésével "gazdaságaink alapjait, megélhetésünket, élelmiszerbiztonságunkat, egészségünket és életminőségünket pusztítjuk világszerte" – mondta Sir Robert Watson, az IPBES elnöke. Bár a földi életet fenntartó biológiai, ökológiai és genetikai sokféleség védelme az ENSZ biológiai sokféleségről szóló egyezményének küldetése, a 2020-ra kitűzött 20 védelmi cél egyike sem teljesült maradéktalanul. E célok elérése érdekében a technológiák csak szakpolitikai változásokkal együtt lesznek képesek a biológiai sokféleség megőrzésére. Ehhez három dologra lesz szükség. Először is, a különböző felügyelő rendszereket össze kell kötni, hogy világosabb képet kapjunk a jelenlegi helyzetről és arról, hogy mi a teendő. Második lépésként erőteljesebb és részletesebb ökoszisztéma-modelleket kell létrehozni, ahogy az már létezik az éghajlatváltozás esetében. Ez azért fontos, mert segítségükkel a politikai döntéshozók konkrétabb és számszerűsíthetőbb célokat tűzhetnek ki és egyértelműbb megoldásokat találhatnak. Amint a modellek, felügyelő rendszerek és irányelvek életbe lépnek, a technológiák is alkalmazhatóvá válnak a döntéseink értékelésére, érvényesítésére vagy szükség esetén a javítására. Mindez jelentős finanszírozást igényel, de nem öszpontosulhat csak a gazdag országokra.

Budapest, 2021. szeptember 8.

Koch Anna