



EFOP-3.4.3-16-2016-00014



Maák István, Markó Bálint

Élőhely fragmentáció és annak következményei

Jelen tananyag a Szegedi Tudományegyetemen
készült az Európai Unió támogatásával.

Projekt azonosító: EFOP-3.4.3-16-2016-00014

Szegedi Tudományegyetem
Cím: 6720 Szeged, Dugonics tér 13.
www.u-szeged.hu
www.szechenyi2020.hu



Az ökológia, evolúció, viselkedésökológia és konzervációbiológia ugyanazon interdiszciplináris tudományos alapokat ötvözik, azonban annak más-más szemléletét képezik. Ezen tudományterületek mindegyike hipotéziseket fogalmaz meg annak megértésére, hogy hogyan működnek egyes folyamatok/jelenségek, valamint kísérletes vagy terepi adatgyűjtésből származó adatok alapján teszteli a hipotézisekből levezethető predikciókat. Ezen adatelemzések révén el lehet különíteni az alternatív hipotéziseket (olyan lehetséges magyarázatok, amelyek egyidejűleg nem lehetnek valóságok) és ezáltal választ kaphatunk egyes jelenségeket/folyamatokat érintő kérdésekre. Az előadás keretén belül igyekszünk tisztázni az érintett témakörök alapelveit, általános törvényszerűségeit, valamint a különböző tudományterületek kapcsolódási pontjait. Az elméleti eszközök mellett nagy hangsúlyt kapnak majd a kvantitatív elemzés eszközei is (adatelemzés, modellek, grafikonok), melyek egyszerűbb formában, főként a Microsoft Excel program segítségével kerülnek majd bemutatásra. Emellett nagy szerepet kap a papír és a ceruza, valamint az önálló gondolatmenetek megfogalmazása és elemzése is.

Az olvasóleckében található példák a Braude S. és Low B. S. szerk. (2010): *An Introduction to Methods and Models in Ecology, Evolution, and Conservation Biology*. Princeton University Press kiadványból származnak.

További ajánlott irodalom: Bolker B. M. (2008): *Ecological Models and Data in R*. Princeton University Press; Futuyma D. J. és Kirkpatrick M. (2017): *Evolution*, fourth edition. Sinauer; Gallé László: *A szupraindividuális biológia alapjai: populációk és közösségek ökológiája*, Jate Press; Dr. Szentesi Árpád és Török János (2006): *Állatökológia, egyetemi jegyzet*, Kovásznai Kiadó.

Az olvasólecke átnézése és a feladatok megoldása kb. 1 órát vesz igénybe.

Háttér

Veszélyeztetett kis méretű populációk – sztochaszticitás és genetikai drift

Beltenyésztés és a minimális populációméret

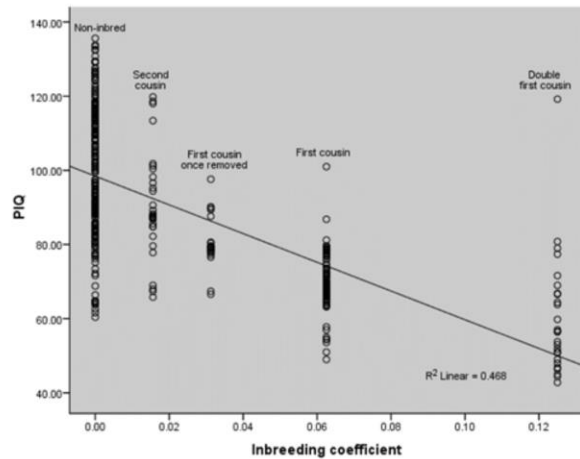
Allél-vesztés, esetleg populáció pusztulás

<https://www.youtube.com/watch?v=W0TM4LQmoZY>

Demografikus paraméterek: nemek aránya, korstruktúra, ivarérés kora, élettartam

Stabil egyensúlyi populációméret – fluktuációk

Allee-effektus



Az evolúcióért felelős tényezőknek más-más szerepe lehet a kis és nagy méretű populációkban. A kis méretű populációkban a túlélést és szaporodást befolyásoló **véletlenszerű (sztochasztikus) események** erősen befolyásolhatják az allélok gyakoriságát és a kihalási rátát. Ez nagy méretű populációkban kevésbé érvényesül. Lényegében ezen különbség a **genetikai sodródásnak** köszönhető. **Genetikai sodródásnak** nevezzük, ha egy populáción belül az allélok gyakorisága véletlenszerűen változik a mintavételi hibának köszönhetően („sampling error”), ugyanis egy generáció génjei az előző generáció génjeinek a mintáját képezik, és minden minta véletlenszerű variancia alatt áll. A **véletlen** a tudományban az jelenti, hogy egy több kimenettel rendelkező folyamat esetében nem megállapítható, hogy egy adott helyzet melyiket eredményezi. Egy **nagyon kis méretű populáció** esetében a genetikai sodródás könnyen allél vesztéshez, vagy akár a populáció pusztulásához vezethet. A **demográfiai paraméterekben** bekövetkező változásoknak (pl. ivararány, korstruktúra, ivarérés kora, élettartam) is sokkal erőteljesebb hatása lehet kis méretű populációkban, mint a nagyobbakban. Például egyes fajok esetében ha a populáció mérete nagyon lecsökken, akkor a szaporodási ráta hanyatlásnak indul. Összességében azonban elmondható, hogy minden faj esetében a kipusztulási valószínűség nagyobb, ha a populáció mérete kicsi. További információk találhatóak a genetikai sodródásról és ennek a kis és nagy méretű populációkban betöltött szerepéről a dián szereplő **youtube** videóban.

Ha a születési és halálzási ráta egyenlő, a populáció méretének növekedési rátája nulla és így a populáció mérete stabil egyensúlyban van. Ennek ellenére, a populáció méretében bekövetkező természetes fluktuációk (főként az erős és gyakori változások) könnyen a kis méretű populációk pusztulását okozhatják. Például a populáció növekedését várjuk, ha a születési ráta nőstényenként 0,6, míg a halálzási ráta csak 0,5. Ellenben nem minden pusztulást követ egy születés, és a sorozatos pusztulások egy kis méretű populáció esetében gyorsan a szaporodóképes egyedek számának lecsökkenéséhez vezethet, mely a populáció pusztulását okozhatja. Ezek alapján elmondható, hogy a maximális egyensúlyi populáció mérettel szemben létezhet egy alacsony küszöbérték is, melyet ha az egyedszám nem ér el, akkor a populáció instabil egyensúlyba kerül. Ilyenkor az egyedek száma olyannyira lecsökken, hogy ez már befolyásolja például a különböző ivarú egyedek egymásra

találásának valószínűségét, és így szaporodásukat, valamint a populáció túlélését is. Ezt nevezzük **Allee-hatásnak**, melynek elsősorban természetvédelmi szempontból van kiemelkedő jelentősége. Az Allee-effektus megjelenéséért számos mechanizmus tehető felelőssé, így az eltérő nemű egyedek egymásra találási nehézsége mellett, főként a csoportosan élő állatokfajok esetében jelentkezik a csoportos védekezés és táplálkozás (pl. afrikai vadkutya, *Lycaon pictus*) lecsökkent hatékonysága kis egyedszámok esetében. Ezen utóbbi fajok esetében ugyancsak lecsökken a szaporodási és túlélési siker is a csoport méretének csökkenésével. Ezek mellett fontos lehet még az ivararány egyenlőtlen eltolódása (pl. kis számú hím domináns egyed szaporodik - északi elefántfőka, *Mirounga angustirostris*), illetve olyan genetikai hatások, mint a genetikai sodródás, beltenyésztés, valamint a genetikai diverzitás lecsökkenése. Az Allee-effektus jelentkezhet a zsákmány populáció esetében is a ragadozó populáció növekvő nyomása miatt. Továbbá a terjedés és megtelepedés korai fázisában számos fajra hathat az Allee-effektus, valamint ha egy populáció túl kis méretű folt(ok)ban él, így nemcsak a természetvédelmi szempontból fontos, hanem a tájidegen (és akár inváziós, lásd 04_OL_invazios) fajokat is érintheti, mely ezáltal fontos védekezési eszköz lehet e fajok terjedésének megfékezésére.

Fotók:

Bal oldali: **Példa kis méretű emberi populációra, Lost springs, Wyoming:** fekete szegély, Idunno00923,

https://sh.wikipedia.org/wiki/Lost_Springs,_Wyoming#/media/Datoteka:Lost_Springs,_Wyoming.jpg

Jobb oldali: **A beltenyésztési leromlás hatása a kognitív képességekre:** Mohd Fareed , Mohammad Afzal, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Inbreeding_depression_on_cognitive_abilities.png. A regressziós egyenes a fitness csökkenését (PIQ – teljesítmény IQ) mutatja be a beltenyésztési koefficiens (F) függvényében. Hasonló trend figyelhető meg a verbális és a teljes IQ esetében is. A vizsgálatot 2013 áprilisa és júliusa között végezték 408, 6 és 15 év közötti, véletlenszerűen kiválasztott gyerekek esetében (Fareed és Afzal 2014).

Hivatkozás:

Fareed M. és Afzal M. (2014): Estimating the Inbreeding depression on cognitive behavior: a population based study of child cohort. PLoS ONE 9: e109585, doi:10.1371/journal.pone.0109585 <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0109585>

Háttér

Mekkora a megfelelő populációméret?

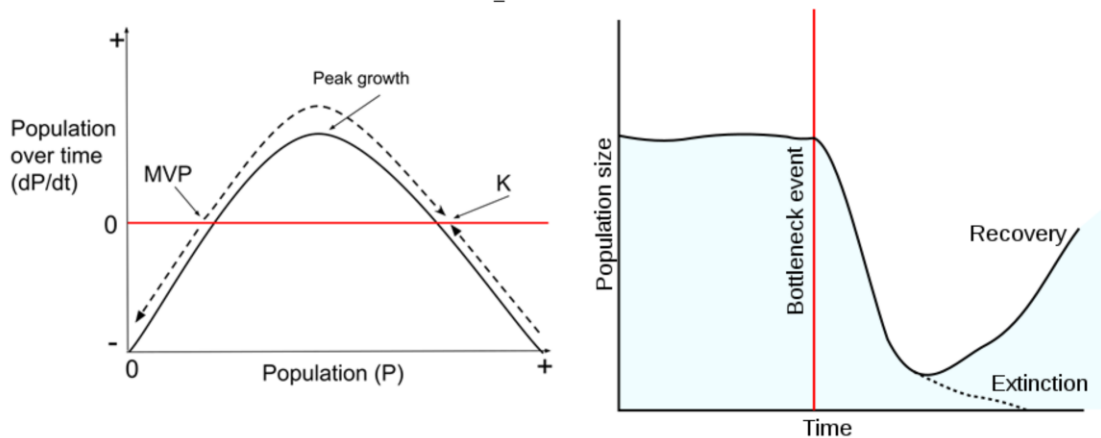
Demografikus sztochaszticitás...egyedek véletlenszerű túlélése

pl. 20 egyed esetén egy egyed pusztulása 5%, 1000 egyed esetében 0,1%

Effektív populációméret (N_e) - ideális populációméret, amely hasonló mértékben kitett a genetikai sodródásnak és beltenyészetnek, mint a vizsgált populáció

Az effektív populációméret a különböző tényezők hatása alapján többféle lehet

Fontos a konzervációbiológiában > N_e kisebb/nagyobb, mint az aktuális egyedszám



Egy faj populáció mérete nagyon fontos a konzervációs prioritások megállapítása esetében. A populáció mérete jelentősen befolyásolhatja a populációs dinamikát, valamint a demografikus sztochaszticitást. A demografikus sztochaszticitás az idő függvényében, az egyedek véletlenszerű túlélése és szaporodása miatt bekövetkező változások a populáció méretében. Ezen tényezők hatása aránytalanul magas lehet kis méretű populációk esetében. Például egy 20 egyedből álló populáció esetében egy egyed véletlenszerű halála 5%-os populáció méret csökkenést jelent, míg egy 1000 egyedből álló populáció esetében ez csak 0,1%-ot tesz ki. Ennélfogva egy kis méretű populáció nagyobb valószínűséggel fog kipusztulni a demografikus sztochaszticitásnak köszönhetően, mint egy nagyobb méretű populáció.

Az effektív populációméret (N_e) segít megbecsülni egy populáció esetében, hogy a méretét mennyire befolyásolja a genetikai sodródás és a beltenyészet. Az effektív populációméret (N_e) egy olyan ideális populáció (Hardy Weinberg szabály értelmében egy olyan hipotetikus populáció, melynek mérete állandó, a nemek aránya egyenlő, nincs el- és bevándorlás, mutáció és szelekció, valamint az egyedek egyenlő mértékben szaporodnak) mérete, amely esetében hasonló genetikai sodródás (vagy beltenyészet) figyelhető meg, mint az aktuálisan vizsgált populációban. Például, ha egy 50 egyedből álló populáció esetében hasonló genetikai sodródás tapasztalható, mint egy 20 egyedből álló ideális populáció esetében, akkor a sodródási effektív populáció méret 20 egyed.

Az effektív populációméret nemcsak a populáció aktuális egyedszámát veszi figyelembe, hanem annak történeti háttérét is, így az effektív populációméret az allél gyakoriságok generációról generációra történő változásával becsülhető, amely kisebb méretű populációk esetében nagyobb. Azonban nincs olyan, hogy AZ effektív populáció méret, ugyanis különböző tényezők hatása eltérő effektív populációméretekké becsülhető. A megfelelő effektív populációméret a vizsgált kérdéstől függ és kiemelten fontos szereppel bír a konzervációbiológiában. A legtöbb (de nem mindenik) esetben az

effektív populációméret kisebb, mint az aktuálisan vizsgált (megfigyelt) egyedszám. Egy konzervációbiológiában gyakran alkalmazott **hüvelykszabály** alapján az effektív populációméret (N_e) egy ötöde a teljes populáció méretének. Egy hasonlóan durva becslés használata azonban veszélyeket rejt, ugyanis az effektív populációméret akár nagyobb is lehet, mint az aktuális (megfigyelt) populációméret. ez azonban a populáció történetétől és a vizsgált effektív populációmérettől is függ.

Grafikonok:

Bal oldali: **A populáció méretének időbeni változása (Population over time, dP/dt) a teljes populáció (Population, P) méretének függvényében:** Mathboy321, https://en.wikipedia.org/wiki/Minimum_viable_population#/media/File:Minium_Viable_Population_Graph.svg. **K** az **egyensúlyi populációméret**, míg az **MVP** a **legkisebb életképes populációméret (Minimum Viable Population)**. Ha a populáció mérete nagyobb lesz, mint az egyensúlyi populációméret, akkor több egyed pusztul el a kompetíció következtében, mint ahány új egyed születik; a populáció mérete nem változik. Ha a populációméret az MVP alá esik, akkor nincs elegendő egyed ahhoz, hogy nagyobb számú utódot hozzanak létre, mint ahány elpusztul; a populáció mérete csökkenni fog.

Jobb oldali: **A populáció méretének (population size) változása a palacknyak (bottleneck event) hatás során:** Mysid, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Population_bottleneck.svg

Háttér

Beltenyésztési effektív populációméret: N_{ef}

Hasonló allélok öröklése – legtöbbször a populációt alapító egyedtől

Mekkora hatása van a populáció méretnek arra, hogy a rokon egyedek párzanak?

$N_{ef} = t / (1/N(0) + 1/N(1) + \dots + 1/N(t-1))$, t -generációk száma; N_0 -alapító populáció mérete

→ alapító populáció méretére érzékeny

Variancia effektív méret: N_{ev}

→ megmutatja, hogy milyen gyorsan változik az allél gyakoriság

→ izolált populációk divergenciája genetikai sodródás hatására

$N_{ev} = t / (1/N(1) + 1/N(2) + \dots + 1/N(t))$ → utódok számára érzékeny

Ha nem 1:1 a nemek aránya, korrekció: $N_s = 4N_m N_f / (N_m + N_f)$

Növekvő populációk: nagyobb N_{ev} , mint N_{ef}

hanyatló populációk: nagyobb N_{ef} , mint N_{ev}

Többféle effektív populációméret létezik, amelyek eltérő matematikai és biológiai jelentéssel bírnak. Ezeket legtöbb esetben összekeverik, vagy szinonimaként kezelik és félreértik, mely hibák fontos következményekkel járhatnak a védett fajok populációinak megértése és kezelése szempontjából.

A **beltenyésztési effektív populációméret (N_{ef})** azon ideális populáció méretére vonatkozik, amelyen belül hasonló mértékű a közös allélok felhalmozása, mint a vizsgált (megfigyelt) populációban. A **beltenyésztés** során egy populáció egyedei nagyobb valószínűséggel párosodnak rokonokkal, mint nem rokonokkal, így az utódok két olyan allélt örökölnak a szüleiktől, amelyek közös őstől származnak (pl. a populációt alapító egyed egy alléljától). A beltenyésztési effektív populációméret (N_{ef}) kifejezi, hogy a kis populáció méretének milyen hatása van a rokonok egymással való párosodási valószínűségére, mely a populáció heterozigotizálásának csökkenéséhez vezet. Ezek alapján a beltenyésztési effektív populációméret jelzi a heterozigotizálás elvesztésének valószínűségét egy populáción belül.

Ideális esetben a beltenyésztési effektív populációméret kiszámításához leszármazási kapcsolatok is szükségesek, de becsülhető a populáció méretének az alapító generációtól az utolsó (vizsgált) előtti generációig történő (időbeli) változásának harmonikus átlagával:

$$N_{ef} = t / (1/N(0) + 1/N(1) + \dots + 1/N(t-1)),$$

ahol t a generációk száma, amelyek esetében ismerjük a populáció méretét. N_0 az alapító populáció mérete, N_1 az első generáció populáció mérete, míg N_{t-1} az utolsó (vizsgált) előtti populáció mérete.

Az **variancia effektív méret (N_{ev})** egy olyan ideális populáció mérete, mely ugyanannyi allél gyakoriság variáciát halmazhat fel, mint a vizsgált populáció:

$$N_{ev} = t / (1/N(1) + 1/N(2) + \dots + 1/N(t)),$$

ahol t a generációk száma, N_1 az első generáció populáció mérete, míg N_t az utolsó (vizsgált) populáció mérete. Tehát a variancia effektív méret megmutatja, hogy az allélok gyakorisága milyen gyorsan változik majd. Ez azért is fontos mivel azt is megmutatja, hogy két izolált populáció divergenciája milyen gyorsan megy végbe a genetikai sodródás hatására.

Továbbá a variancia effektív méret esetében egy **korrekció** is alkalmazható, ha a nemek aránya nem 1:1:

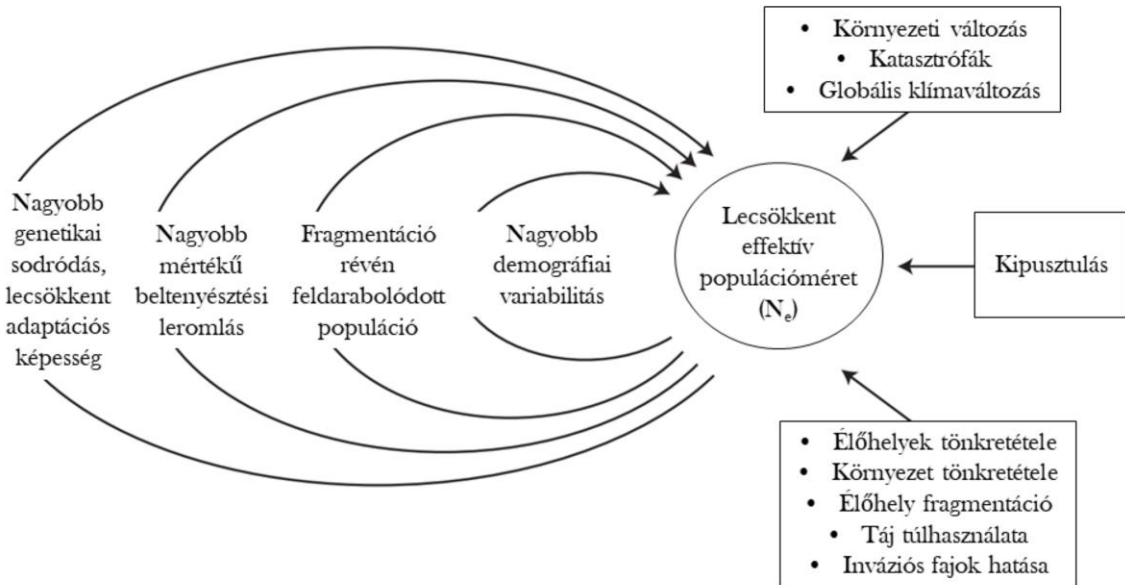
$$N_s = 4N_m N_f / (N_m + N_f),$$

ahol N_m a hím egyek, míg N_f a nőstény egyedek száma. Ez a **korrigált populáció méret** tükrözi a beltenyésztés és a genetikai sodródás megnövekedett hatását, ha a két ivar nem egyenlő mértékben járul hozzá az allélkészlethez.

Míg az N_{ef} érzékeny az alapító egyedek számára (N_0 ; kis méretű alapító populáció esetében a közeli rokon egyedek nagy valószínűséggel párosodnak egymással), addig a variancia effektív méret (N_{ev}) az aktuális (vizsgált) populáció (N_t) méretére érzékeny. Ezen különbségek elég nagy eltéréseket eredményezhetnek a valós populációk két effektív populációmérete esetében. Például a növekvő populációk esetében általában az N_{ev} nagyobb, mint az N_{ef} , míg a hanyatló populációk esetében általában az N_{ev} kisebb, mint az N_{ef} . Egy palacknyak hatáson (lásd előbbi dia, jobb oldali grafikon) átesett populáció alacsony beltenyésztési effektív populációmérettel rendelkezhet, de ha a populáció gyorsan növekszik, akkor egy nagy variancia effektív populáció mérettel fog rendelkezni. A fentiek mellett számos effektív populációméret metrika ismert, amelyek a populáció más-más genetikai paraméterét veszik figyelembe.

Háttér – kihalási vortex

Kumulálódó negatív hatások



A demografikus sztochaszticitás, a genetikai sodródás, és a környezeti tényezők változása **hathatnak egymásra** oly módon, hogy egy kis méretű populáció kipusztulását okozzák. Ezt **kihalási vortex**-nek nevezzük és egy pozitív visszacsatolási hurok eredményeként jön létre: az alacsony effektív populációméret negatív következményeinek hatására a populáció mérete tovább csökken, egyre erősödő negatív hatásokat és még kisebb populációméretet eredményezve. Például egy véletlenszerű változás a környezeti tényezők esetében csökkentheti a populáció méretét, valamint megnövekedhet annak a valószínűsége, hogy a demografikus sztochaszticitás hatására lecsökken a populáció mérete. Ez tovább csökkentheti a beltenyésztési effektív populációméretet, amely megnövekedett beltenyésztési leromlást és lecsökkent fertilitást eredményez. Ez tovább csökkenti a populáció méretét. Az események hasonló jellegű láncolata azt eredményezi, hogy a kis méretű populációk kipusztulási valószínűsége nagyon magas lesz. A konzervációbiológusok rájöttek, hogy az emberi beavatkozások nyomán jelentősen lecsökkenő populáció méretek egy kihalási vortex elindítói lehetnek.

A **grafikon** Primack (2000) után módosítva:

Primack R. B. (2000): A primer of conservation biology. Sunderland Massachusetts: Sinauer Associates.

Effektív populáció méret, beltenyészet, kihalás

Beltenyészet - a következő generációban résztvevő gének számának csökkenése

Beltenyészet, mint a genetikai sodródás mértéke: $\Delta F = 1 - [1 - (1/2N_{ef})]^t$

Letális homozigóták megjelenése; beltenyésztési leromlás

Beltenyésztési együtttható változása: $\Delta F \geq 0,6$, lecsökkent egyedi fekunditás

ΔF - ignorálja a génáramlást, de a génáramlás csökkentheti a genetikai sodródás hatásait...

Fontos a migrációs útvonalak fenntartása!

Pl. *Scleropus undulatus* 5 éves átlagos populáció mérete 148 egyed/5 év



$N_{ef}=68,9$

$N_{ev}=71$

$\Delta F=0,52$

A beltenyészet (a közeli rokonokkal való párosodás) lecsökkenti a következő generáció génkészletét, így amellet, hogy növeli a genetikai sodródás hatását, növelheti a hátrányos homozigóta génkombinációk arányát is egy populáción belül, amely a fiatal egyedek lecsökkent telelési valószínűségéhez, azaz lecsökkent szaporodási sikerhez vezethet. Ezt nevezik **beltenyésztési leromlásnak**. A beltenyésztés mértékét a **beltenyésztési együttthatóval (F)** fejezhetjük ki, míg a kis méretű populációk hatását a beltenyészetre a következő becsléssel fejezhetjük ki:

$$\Delta F = 1 - [1 - (1/2N_{ef})]^t,$$

ahol ΔF a beltenyésztési együtttható időbeli változását fejezi ki, N_{ef} a beltenyésztési effektív populációméret, míg t a generációk száma. A képlet segítségével előre jelezhetjük, hogy idővel mennyit fog nőni a beltenyésztési együtttható egy kis populáció esetében. Ha $\Delta F \geq 0,6$, akkor a populáció kipusztulási kockázata nagyobb, ugyanis az egyedek termékenysége alacsony. Tehát ha a populáció kicsi és izolált marad, a beltenyésztési együtttható idővel tovább növekszik, azonban a ΔF nem veszi figyelembe a **génáramlást**, viszont egy **közepes génáramlás is jelentősen lecsökkentheti a genetikai sodródás hatását**. Ily módon lecsökken a beltenyésztési együtttható növekedési rátája is, továbbá a mérsékelt génáramlás hozzájárulhat a genetikai diverzitás fenntartásához. Ez az oka annak, hogy a konzervációbiológusok miért támogatják a kis és izolált populációkat összekötő folyosók fenntartását. Például a *Scleropus undulatus* gyíkfaj 5 éves átlagos populáció mérete 148 egyed. A $N_{ef}=68,9$, a $N_{ev}=71$, és a $\Delta F=0,52$. Ezek alapján elmondható, hogy a populáció olyan mértékben van kitéve a beltenyésztés hatásainak, mint egy **69 egyedből álló (állandó méretű) populáció**, valamint olyan mértékű genetikai sodródásnak van kitéve, mint egy **71 egyedből álló (állandó méretű) populáció**. A két becsült effektív populációméret közötti különbség kicsi, így ez alapján arra következtethetünk, hogy a populáció kis mértékben növekszik. A $\Delta F = 1 - [1 - 1/138]100 = 0,52$ érték alapján arra következtethetünk, hogy a *Scleropus undulatus* gyíkfaj **100 generáció** után fogja tapasztalni a beltenyésztés hatásait, ellenben ez nem veszélyezteti ($\Delta F \geq 0,6$) majd a populációt.

Fotó:

***Scleropus undulatus* gyíkfaj, Mason Neck, Virginia:** fekete szegély, Judy Gallagher, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eastern_Fence_Lizard_-_Sceloporus_undulatus,_Meadowood_Farm_SRMA,_Mason_Neck,_Virginia_\(40486057172\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eastern_Fence_Lizard_-_Sceloporus_undulatus,_Meadowood_Farm_SRMA,_Mason_Neck,_Virginia_(40486057172).jpg)

50/500 szabály

Legkisebb életképes populáció méret egy izolált élőhelyen

99%-ban fennmarad 1000 évig

genetikai sodródás, sztochasztikus folyamatok, természeti katasztrófák ellenére

Ha kisebb lesz, mint az MVP – kihalási vortex!

$N_{ef} < 50 \rightarrow$ gyors kihalási vortex

$N_{ev} < 500 \rightarrow$ hosszabb lefutású kihalás, erős sodródás $\rightarrow$ genetikai diverzitás csökkenés

Vitatott – túl kis értékek, pl. $N_{ev} < 5000$



A demografikus sztochaszticitás és a genetikai drift negatívan befolyásolják a kis populációk méretét. A demografikus sztochaszticitás a kis méretű populációk véletlenszerű pusztulásához vezethet, míg a genetikai sodródás a populáció genetikai diverzitásának a csökkenését okozza. Ezen hatások az kihalási vortex révén interakcióba kerülhetnek, amely végül a populáció kipusztulását okozhatja. Hogy eldönthető legyen, ezen tényezők mikor fontosak egy veszélyeztetett faj populációja szempontjából, Schaffer (1981) javasolta a **legkisebb életképes populációméret (MVP – minimum viable population)** fogalmát. Megfogalmazása alapján az MVP az a legkisebb izolált populáció (egy adott faj egy adott élőhelyén), amely 99% valószínűséggel túlél 1000 évig az előrelátható demografikus sztochaszticitás, genetikai sodródás, környezeti sztochaszticitás (a környezeti tényezők random változása), és a természetes katasztrófák ellenére. Olyan kvantitatív célok, mint az MVP, megfelelő irányvonalat biztosítanak a konzervációs programok sikerességének méréséhez. Úgy gondolják, hogy az MVP-nél kisebb populációk esetében nagy a kockázata annak, hogy belépnek a kihalási vortexbe és kipusztulnak, így egy konzervációs program akkor tekinthető sikeresnek, ha az effektív populációméret az MVP-nél nagyobb lesz.

Egy hasonló koncepció az **50/500 szabály**, melyet Franklin (1980) javasolt. Az 50/500 szabály alapján az 50-nél kisebb beltenyésztési effektív populációmérettel rendelkező populáció közvetlen kipusztulási veszélyben van. Ennek oka, hogy ilyen kis méretű populáció esetében a beltenyésztés és a demografikus sztochaszticitás a populációt gyorsan a kihalási vortexbe taszíthatja. Az 500-nál kisebb variancia effektív mérettel rendelkező populáció hosszú távú kihalási kockázattal jellemezhető. Ezen populációkban a genetikai sodródás egy erős tényező, amely végül a genetikai diverzitás csökkenéséhez vezethet. A genetikai sokszínűség lecsökkenése után a populáció nem lesz képes reagálni a környezeti tényezők változására, így ha ez megváltozik, akkor az a populáció méretének csökkenéséhez és/vagy kipusztulásához vezethet. Franklin szabálya azonban vitatott, ugyanis egyes szerzők megkérdőjelezik a szabály általános érvényűségét, míg mások az értékeket túl kicsinek találják. Például egyes javaslatok alapján az 5000-nél kisebb N_{ev} erős genetikai sodródásnak vannak kitéve, amely kimerítheti a populáció genetikai diverzitását és hosszútávon kihaláshoz vezethet.

Fotók (pár példa kis effektív populációmérettel rendelkező fajra):

Bal oldali: **Kakapó vagy bagolypapagáj (*Strigops habroptilus*):** fekete szegély, Department of Conservation, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kakapo_Trevor_feeding_on_poroporo_fruit.jpg
Jobb oldalt fent: **Északi elefántfóka (*Mirounga angustirostris*):** fekete szegély, David Monniaux, https://hu.wikipedia.org/wiki/%C3%89szaki_elef%C3%A1ntf%C3%B3ka#/media/F%C3%A1jl:Elephant_seal_p1070818.jpg

Jobb oldalt lent (bal): **Északi-szigeti barna kivi (*Apteryx mantelli*):** fekete szegély, The.Rohit, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apteryx_mantelli_-Rotorua,_North_Island,_New_Zealand-8a.jpg

Jobb oldalt lent (jobb): ***Pangasianodon gigas* óriásharcsa:** fekete szegély, KKPCW, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pangasianodon_gigas_in_Gifu_World_Fresh_Water_Aquarium_-_1.jpg

Hivatkozás:

Franklin I. R. (1980): Evolutionary change in small populations. In: Soule M. E. és Wilcox B. A. (szerk.) Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective. Sunderland Massachusetts: Sinauer Associates, pp. 135–140.

Schaffer M. L. (1981): Minimum population sizes for species conservation. Bioscience 31: 131–134.

Keresztes vipera

Vipera berus – széles földrajzi elterjedés, de sok kicsi izolált populáció, sok százezer méter közöttük

Természetes körülmények között nagy génáramlás – hímek nagy diszperziója

Mezőgazdaság, urbanizáció -> kis populációk, kedvezőtlen „élőhely tengerben”

Smygehuk – 20 km-re van a legközelebbi populáció (közöttük farmok)

Év	Pop.méret	Év	Nőstény	Hím	Korrigált
1984	138	1984	98	40	
1985	40	1985	29	11	
1986	34	1986	24	10	
1987	42	1987	32	10	
1988	37	1988	27	10	
1989	41	1989	29	12	
1990	34	1990	27	7	



A **keresztes vipera** (*Vipera berus*) egy kis méretű, mérgeskígyó, mely egész Európában elterjedt. Széles elterjedési területén belül sok helyen kis, izolált populációkban élnek, melyek között több száz és ezer méter is lehet. Természetes körülmények között ezen kis méretű populációk közötti génáramlás nagy, mivel a hímek tavasszal messze elvándorolhatnak nőstények után kutatva. Azonban néhány élőhelyen az emberek a mezőgazdaság és az urbanizáció révén megzavarták a természetes élőhelyeket, így több élőhelyen kisméretű és izolált populációjuk van csak jelen, melyeket egy kedvezőtlen élőhely „tenger” vesz körül. A vizsgált populációt a legközelebbi populációtól több, mint 20 km kiterjedésű gazdasági terület választja el, amely nem felel meg a keresztes viperának (*Vipera berus*) (Madsen és mtsai. 1996).

Az összes ivarérett keresztes vipera (*Vipera berus*) száma (**Pop.méret**) egy Dél-svédországi populáció esetében 1984 és 1990 (**Év**) között (**bal oldali táblázat**), valamint külön-külön a nőstények és a hímek (**jobb oldali táblázat**).

A **Táblázatok** adatai a Madsen és mtsai. 1996-os tanulmányból származnak:

Madsen T., S

Fotók:

Felső: **Keresztes vipera** (*Vipera berus*): fekete szegély, Benny Trapp, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Benny_Trapp_Vipera_berus.jpg

Alsó: **Nőstény keresztes vipera** (*Vipera berus*): fekete szegély, Thomas Brown, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:European_Adder_\(Vipera_berus\)_7345075074.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:European_Adder_(Vipera_berus)_7345075074.jpg)

Kérdések

1. Ábrázoljátok grafikonon az összes adult viperák számát az idő függvényében.
2. Számítsátok ki a vipera populáció N_{ef} -ét és N_{ev} -ét!
3. Magyarázzátok meg miért tér el az N_{ef} és N_{ev} érték?
4. Számítsátok ki újra az N_{ev} értékeket a nemek arányainak ismeretében (korrigált értékek felhasználásával)!
5. Egyes kutatók szerint nincs „reális” effektív populáció méret. Mi a véleményetek? Használjátok az előbbi eredményeket a kérdés megválaszolására.
6. Az adatok és a számítások alapján milyen intézkedéseket javasoltok a populáció védelmére?



EFOP-3.4.3-16-2016-00014



Jelen tananyag a Szegedi Tudományegyetemen
készült az Európai Unió támogatásával. Projekt
azonosító: EFOP-3.4.3-16-2016-00014

Szegedi Tudományegyetem
Cím: 6720 Szeged, Dugonics tér 13.
www.u-szeged.hu
www.szechenyi2020.hu



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA



Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE