



EFOP-3.4.3-16-2016-00014



Maák István, Markó Bálint

Populációnövekedés és inváziós egzotikus fajok

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

Egzotikus faj (idegenhonos): az elterjedési területén kívül megjelenő, általában behurcolt faj

6 fő betelepítési mechanizmus: szabadon engedés, fogságból való szökés, áru (kényelmi cikkek) szennyeződése, potyautasok szállítási eszközökön (pl. hajók ballasztvíze, úszó műanyagok), antropogén csatornákon, vagy segítség nélküli terjedés

Több, mint 4000 növény faj és 2300 állatfaj csak az USA-ban → 97 billió dollár a 79 „legrosszabbra”(XX sz.) → a veszélyeztetett fajok 42%-át érintik

Akarva, akaratlanul betelepített fajok megzavarhatják a közösségekben élő rezidens fajokat, de nemcsak → környezeti, ökológiai és gazdasági hatások...

Keveset tudni a fajok valós hatásairól...és ha ki is derül, sokszor már elég későn..



Az **egzotikus (idegenhonos) fajok** a természetes elterjedési területükön kívüli élőhelyeken előforduló fajok, melyeket sokszor akaratlanul hurcoltak be főként emberi tevékenységek révén. A **bennszülött fajokkal szemben** az idegenhonos fajoknak tekinthetők azok a fajok, amelyek jelenléte egy régióban az emberi tevékenységhez köthető, amely lehetővé tette a **biogeográfiai barrierék** áthidalását (Pyšek és mtsai. 2020). Az idegenhonos fajok egy része **sikeresen meg tud telepedni** (rendszeresen szaporodnak önfenntartó populációt hozva létre), továbbá ezek egy kisebb része **gyorsan, nagy távolságokra tudnak szétterjedni** a megtelepedési területről, mely folyamat alapját képezi az **inváziós faj (özfaj) definíciójának** (Pyšek és mtsai. 2020). Az IUCN (Természetvédelmi Világszövetség) ellenben csak azon fajokat tekinti inváziósoknak, amelyek **kedvezőtlen hatással vannak a gazdaságra, környezetre vagy az egészségre** (Pyšek és mtsai. 2020). Az inváziós idegenhonos fajok lehetnek edényes növények, mohák, szárazföldi csigák, hangyák, pókok, halak, kétélűek, hüllők, és emlősök (Pyšek és mtsai. 2020). Ezek hatása kontinentális, regionális vagy nemzeti szinten jelentősen eltérhet. Számos adatbázis tartja számon ezen fajokat, így a kulcs idegenhonos inváziós fajokat a Global Invasive Species Database (www.iucngisd.org), míg az összes idegenhonos fajt az összes taxonómiai csoport szerint nemzeti szinten a Global Register of Introduced and Invasive Alien Species (www.griis.org). Mindezen törekvések ellenére számos faj előfordulásáról (főként mikroorganizmusokról –főként növényi és állati patogének– és gerinctelen fajokról), illetve ezen fajok ökológiai és gazdasági hatásairól kevés információval rendelkezünk.

Ezen adatbázisok alapján viszont számos idegenhonos és inváziós csoportról jelentős mennyiségű információ áll rendelkezésre, melyek alapján meg lehet becsülni globális számukat, így az edényes növények esetében közel 14000 faj (a világ flórájának közel 4%-a) megtelepedett idegenhonos (a fajok száma Európában és Észak-Amerikában a legmagasabb), melyek közül megközelítőleg 2500 inváziós (Pyšek és mtsai. 2020). Az edényes növények esetében az északi félteke a fő „donor” és a fajok nagy többsége a mérsékelt égövi régióban, valamint a mediterrán térségben telepedett meg (Pyšek és mtsai. 2020). A szárazföldi csigák esetében 175 faj 56 országban telepedett meg sikeresen, míg legtöbb európai rákfaj inváziós (10 faj az 5 őshonossal szemben) (Pyšek és mtsai. 2020). Észak-Amerikában

csak a gerinctelen idegenhonos fajok száma 3200 faj. A halak esetében 745 faj (körülbelül 15000 faj világvizszo nylatban), 78 kétél tű, 198 hüllő (a herpetofauna invázió ssá válása jelentő sen gyorsul és főként a szigete ket érinti), míg a madarak esetében 971 faj idegenhonos (37% megtelepedett). Globális szinten a **szigetek és a parmenti övezetek** a legveszélyeztetettebbek az idegenhonos fajok szempontjából (Pyšek és mtsai. 2020), így (a területarányos inváziós fajok száma alapján) a kontinentális régiók esetében Florida, míg a szigetek esetében Hawaii (beleértve az óceáni részeket is), Új-Zéland északi, valamint Indonézia Kis Szunda szigete a legveszélyeztetettebb területek (Pyšek és mtsai. 2020).

Az idegenhonos fajok esetében 6 fő betelepédési mechanizmus jellemző: **szabadon engedés** (vadászati és horgászati zsákmány fajok, háziállatok), **fogságból való szökés** (dísnövények, háziállatok), **áru** (kényelmi cikkek) **szennyeződé se** (gyomnövény magok, rovarok, mikrobiális patogének), **potyautasok szállítási eszközökön** (pl. hajók ballasztvíze, úszó műanyagok, növények belső patogénjei), **antropogén csatornákon** (pl. szuezi vagy panamai csatorna), vagy **segítség nélküli terjedés** más fertőzött területekről (Pyšek és mtsai. 2020). A legnagyobb hatású idegenhonos inváziós fajok **több útvonalat is használnak**, továbbá újabban számos fajt **természetvédelmi céllal telepítenek új élőhelyekre** (pl. klímaváltozás hatásainak kivédésére), ellenben ezek hatása egyelő re megjósolhatatlan (Pyšek és mtsai. 2020).

A betelepített fajok sokszor megzavarhatják az ott élő fajok közösségeit, melyek addig nem voltak kitéve egzotikus betelepédéseknek. A becslések szerint több, mint 4000 egzotikus növény és 2300 állatfaj van csak az USA-ban. Számos betelepített faj nem tud sikeresen megtelepedni, de ha egy egzotikus faj sikeresen kolonizál egy új élőhelyet, akkor ott a lokális hatásuk nagyon pusztító lehet. Csak az USA-ban több, mint 97 billió dollárt költöttek a 79 legveszélyesebb egzotikus faj kezelésére a XX. században. Ezek között vannak olyan fajok, mint a lila vízjácint (*Eichhornia crassipes*) és az afrikai méhek (*Aphis mellifera scutellata*), melyek kiszoríthatják a házi méheket (*Aphis mellifera*) –ezek számos vadon élő és természetett növény faj nélkülözhetetlen pollinátorai. A gazdasági károkon túlmenően ott vannak az ökológiai károk is: a veszélyeztetett fajok 42%-a az egzotikus betelepített fajok által érintettek.

Fotók:

Bal oldali: **Afrikai méh (*Aphis mellifera scutellata*):** fekete szegély, Jeffrey W. Lotz, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apis_mellifera_scutellata.jpg

Balról a második: **Homoki prérifű (*Sporobolus cryptandrus*):** fekete szegély, Matt Lavin, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sporobolus_cryptandrus_\(3912187644\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sporobolus_cryptandrus_(3912187644).jpg)

Balról a harmadik: **Lila vízjácint (*Eichhornia crassipes*):** fekete szegély, ReginaSalsabila, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eichhornia_crassipes_\(Common_Water_Hyacinth\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eichhornia_crassipes_(Common_Water_Hyacinth).jpg)

Jobb oldali: **Vörösfülű ékszerteknős (*Trachemys s. elegans*):** fekete szegély, Diego Delso, delso.photo, [https://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:Tortuga_de_orejas_rojas_\(Trachemys_scripta_elegans\),_Jard%C3%ADn_Bot%C3%A1nico,_M%C3%ADnich,_Alemania_2012-04-21,_DD_03.JPG](https://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:Tortuga_de_orejas_rojas_(Trachemys_scripta_elegans),_Jard%C3%ADn_Bot%C3%A1nico,_M%C3%ADnich,_Alemania_2012-04-21,_DD_03.JPG)

Hivatkozás:

Pyšek P., Hulmec Ph. E., Simberloff D., Bacher S., Blackburn T. M., Carlton J. T., Dawson W., Essl F., Foxcroft L. C., Genovesi P., Jeschke J. M., Kühn I., Liebhold A. M., Mandrak N. E., Meyerson L. A., Pauchard A., Pergl J., Roy H. E., Seebens H., van Kleunen M., Vilá M., Wingfield M. J. és Richardson D. M. (2020): Scientists' warning on invasive alien species. Biological Reviews 95: 1511–1534.

Háttér

Idegenhonos fajok jellegei melyek elősegíthetik egy faj invázióssá (özönfajjá) válását: gyors növekedés, magas szaporodási ráta, jó diszperziós képesség, plasztikus fenotípus (méretben alkalmazkodik sokféle környezethez), a környezeti feltételek magas fokú toleranciája, generalista táplálkozás, kötődés emberhez

Egy egzotikus faj özőnfajjá válásához vezető legfontosabb tulajdonságok: jó terjedési képesség (nagy távolságokra) és jó szaporodóképesség, pl. tűzhangya (red imported fire ant; *Solenopsis invicta*) királynő jól repül és több mint 200.000 tojás 5-6 év alatt....

Özőnfajok kezelésére betelepített újabb özőnfajok, pl. 1950-ben Hawaii-ra *Euglandina rosea* (kemotaxis) a közönséges achátcsigát (*Achatina fulica*)

→ 15 őshonos faj kihalt; Tahitin 76 fajból 71-et kiirtott



Az idegenhonos fajok száma minden kontinensen, minden taxont érintően fokozatosan nőtt az elmúlt 200 évben (Pyšek és mtsai. 2020). Időkiesés figyelhető meg a fajok behurcolása, megtelepedése és elterjedése között, továbbá ha azt vesszük, hogy az idegenhonos fajok 37%-a 1970 és 2014 között telepedett meg, akkor újabb fajok megjelenése várható (Pyšek és mtsai. 2020). Az inváziós fajok megjelenése nem lassul, ugyanis a 2000 és 2005 között az egyes területeken elsőként jelzett idegenhonos fajok egynegyedét addig sehol másutt nem jelezték a világon (Pyšek és mtsai. 2020). Az idegenhonos számos jellege lehet melyek elősegíthetik egy faj invázióssá válását: gyors növekedés, magas szaporodási ráta, jó diszperziós képesség, plasztikus fenotípus (méretben alkalmazkodik sokféle környezethez), a környezeti feltételek magas fokú toleranciája, generalista táplálkozás, kötődés emberhez. Az inváziós fajok sikeréért felelős két legfontosabb tulajdonság a jó (nagy távolságok áthidalását lehetővé tevő) diszperziós képesség, valamint a gyors szaporodás, ami lehetővé teszi a populáció méretük gyors növekedését. A „gyom” megnevezés főként növényekhez köthető, de számos állatfajra is vonatkoztatható. Például az amerikai tűzhangya (*Solenopsis invicta*) királynők pár száz méter magasan párosodnak és a párosodás során összegyűjtött spermát használják fel tojásaik megtermékenyítésére az egész életük során. Párosodás után a királynők nagy távokat tehetnek meg és önmaguk képesek új kolónia alapítására az új élőhelyen pár év alatt több százezer tojást hozva létre.

Számos idegenhonos fajt más idegenhonos faj kezelésére telepítettek be. Például az *Euglandina rosea*-t az 1950-es években azért telepítették be Hawaii szigetére, hogy szabályozza az Afrikában őshonos közönséges achátcsiga (*Achatina fulica*) populációit. Az *Euglandina rosea*, mely kemotaxissal találja meg zsákmányát, a vártnál egy jóval generalistább ragadozó, sokkal több fajt fogyaszt, mint a óriás afrikai csigák. Sajnos kedveli a Hawaii-i őshonos csigákat, melyek közül 15-nek a kipusztulásáért a felelős. Az *Euglandina rosea* károsítása csak úgy volt visszaszorítható, hogy speciális kerítéseket építettek, melyek mentén sós gátat létesítettek, így védve meg a fertőzésmentes területeket. A fentiekhez hasonlóan az idegenhonos inváziós fajok a nemzeti parkok fajait is veszélyeztetik (Pyšek és mtsai. 2020). A védett területeken (szárazföldi területek ~13%, óceánok 7,7%) a nem védett területekhez képest az idegenhonos inváziós fajok gazdagsága 11-18%-al kisebb (Pyšek és mtsai. 2020).

Fotók:

Bal oldali: **Amerikai tűzhangya (*Solenopsis invicta*):** fekete szegély, April Nobile / © AntWeb.org, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solenopsis_invicta_casent0178135_head_1.jpg

Balról a második: ***Euglandina rosea*:** fekete szegély, Dylan Parker, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Euglandina_rosea.jpg

Jobb oldali: **Közönséges achátságát (*Achatina fulica*):** fekete szegély, Thomas Brown, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Giant_African_Snail_\(Achatina_fulica\)_-_An_Invasive_Species_in_Hong_Kong_\(6164957561\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Giant_African_Snail_(Achatina_fulica)_-_An_Invasive_Species_in_Hong_Kong_(6164957561).jpg)

Háttér

Ausztráliában számos problematikus faj: pl. a nyúl (*Oryctolagus cuniculus*) angol telepesek által: 1859 – 24 nyúl vadászati céllal – 1950-re 600 millió

Myxomatózis (vérzékenység) vírus – 100.000 millió; 1991-re újból 200-300 millió

Rezisztencia kialakulása: 10% → 74%; vírus alacsonyabb virulenciája...miért?

Calicivírus (RHD) – nyulak 90%-át elpusztította

Európában mindkettő jelen van – spanyol v. ibériai hiúz (*Linx pardinus*) kipusztulási veszélye

De számos más hivatlan útitárs...



Az idegenhonos fajok számos probléma okozói szerte a világban. Az inváziós fajok befolyásolják az őshonos fajok fajgazdagságát és abundanciáját, ökoszisztémák működését és az ökoszisztéma szolgáltatások biztosítását (Pyšek és mtsai. 2020). Emellett növelhetik egyes őshonos fajok kipusztulási valószínűségét, megváltoztathatják populációik genetikai összetételét, filogenetikai és funkcionális diverzitását, az érintett élőhelyek trófikus kapcsolatait, produktivitását, tápanyagforgalmát, hidrológiáját és zavarási rendszereit (Pyšek és mtsai. 2020).

Ausztráliában például már az 1800-as évektől folytatnak háborút az **üregi nyúl**al (*Oryctolagus cuniculus*) szemben, amelyet a brit telepesek telepítettek be húsa miatt való tartási céllal, míg 1859-ben 24 egyedet (vadon élő és háziastottakat egyaránt – hibrid jól viselte az Ausztráliai körülményeket) szabadon is engedtek vadászati céllal. A nyúl nagy szaporodási rátája a populáció méretének a nagyon gyors növekedéséhez, és a környező táj növényzetének lerágását eredményezte. A nyúl nagyon gyorsan a bennszülött fauna és a háziállatok kompetitorává vált. Emellett gazdasági károkat is okozott a túltelelés révén (közvetve az erózióhoz is hozzájárult). A kezdeti időszakban kilövésével és üregeik tönkretételével próbálkoztak, sőt Nyugat-Ausztráliában egy kerítést is felállítottak a nyulak ellen, sikertelenül. 1950-ben az ausztrál hatóság betelepítette a **myxomatózis vírust** a nyulak kezelésére. A kezdetekben a vírus nagyban hozzájárult a nyulak pusztulásához, de csupán **8 év leforgása alatt a nyulak rezisztenciája 10%-ról 74%-re nőtt**. A vírust szúnyogok terjesztették, amelyek nem támadnak meg elpusztult egyedeket. Így miközben a nyulakban kialakult a rezisztencia, addig a vírus virulenciája csökkent, ugyanis a gazda minél hosszabb ideig életben marad, annál jobban segíti a terjedését. 1995-ben egy újabb vírust telepítettek be, az üregi nyúl **kalicivírust** (RHD – Rabbit Calicivirus Disease). Ez elég hatásosnak bizonyult az nyúl egyedszámok csökkentésében, ugyanis a nyulak 90%-nak a pusztulását okozta.

Európában úgy a myxomatózis, mint a kalicivírus is jelen van, ellenben a házi nyulak védettek, ugyanis Spanyolországban genetikailag módosított vírusokat fejlesztettek ki. Ezzel szemben a vadon élő példányok száma olyannyira lecsökkent, hogy befolyásolja a tőlük függő ragadozók, mint az ibériai hiúz (*Linx pardinus*) populációit és annak védelmét.

Számos behurcolt egzotikus faj **hívatlan stopposként** jutott el új élőhelyére árucikkkel utazva. Ilyen például az **amerikai tűzhangya** (*Solenopsis invicta*), melyet Dél-Amerikából jutott Észak-Amerikába hajóval. A tűzhangyát 1918-ban észlelték először Alabama államban és azóta egyre nő elterjedési területe közben biológiai és gazdasági károkat okozva.

Fotók:

Bal oldali: **Üregi nyúl Ausztráliában** (*Oryctolagus cuniculus*): fekete szegély, Liz Poon, CSIRO, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CSIRO_ScienceImage_1147_European_rabbit.jpg

Balról a második: **Üregi nyúl Tasmániában** (*Oryctolagus cuniculus*): fekete szegély, JJ Harrison (<https://www.jjharrison.com.au/>),

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oryctolagus_cuniculus_Tasmania_2.jpg

Jobb oldali: **Ibériai hiúz** (*Linx pardinus*): fekete szegély, <http://www.lynxedsitu.es>, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Iberian_Lynx_full_body.JPG

Vándorkagyló

Transzóceáni hajózás számos faj behurcolásáért felelős...főként a ballaszt víz miatt
pl. Nagy-tavak vidéke: 800 millió ballaszt víz/év

Vándorkagyló - kis testméretű faj, egykor a Ponto-Kaszpi régióban elterjedt, ma Európában, Nagy-Britanniában és a Nagy-tavak vidékén elterjedt

Megtermékenyítés után 2-3 nap → szabadon úszó (planktonikus) lárv → 33 nap

Helytűlő életmód (max. augusztus): szilárd aljzat elemeken - kövek, hajók, vízvezetékek stb.

11 hónap után ivarérettek - szaporodási periódus (július) → 300.000 tojás → 1% lesz helyt űlő → ezt követően az adultak nagyrésze elpusztul

1986-1991: elterjedté vált a Nagy-tavak vidékén: ökológiai és gazdasági károk



A transzóceáni hajózás számos vízi faj hurcolásáért (és egzotikus fajok **behurcolásáért**) felelős, főként a **ballaszt víz** révén, melyet a hajók egyik kikötőből szállítanak a másikba. A ballaszt vizet a hajók ki-be pumpálják a tartályaikba, hogy a rajtuk lévő áru mennyiségének a függvényében elérjék a megfelelő süllyedést és stabilitást. Csak a Nagy-tavak vidékén több, mint 800 millió liter ballasztvizet engednek ki évente (Ricciardi és MacIsaac 2000). A ballaszt vízben számos nagyobb méretű faj különböző fejlődési alakjai (pl. kagylók lárvái) is utazhatnak.

A vándorkagyló (*Dreissena polymorpha*) egy körömnnyi nagyságú behurcolt egzotikus faj az USA-ban. Egykor a Ponto-Kaszpi régióban volt csak jelen, de mára már Európa számos részén, Nagy-Britanniában és a Nagy-tavak vidékén is elterjedt. A vándorkagyló (*D. polymorpha*) kétfajta (külön hím és nőstény egyedek), lárvájuk szabadon úszó, amelyek 2-3 napig fejlődnek miután a tojások megtermékenyültek. A planktonikus (a felső vízrétegekben szabadon úszó) fejlődésük 33 napig tart, mely után helyt űlő életmódra térnek át. Az áttérés során a lárvák szilárd aljzaton telepednek meg, mint kövek, fák, hajók alja, halász eszközök, vezetékek, vízi madarak stb., viszont elkerülik az iszapot, homokot, üledéket és az agyagot. 11 hónap helyt űlő életmód után válnak szexuálisan éretté. A reprodukív stádium júliusban éri el a maximumát (míg a helyt űlő életmód augusztusban). A reprodukív stádium során a nőstények rengeteg energiát fektetnek a tojások létrehozatalába (300.000 tojás), melyből körülbelül 1% lesz helyt űlő. A reprodukív stádium után a legtöbb felnőtt egyed elpusztul a nagy reprodukív ráfordítás miatt, de pár egyed túlél a következő szaporodási időszakig.

Ez a nagy szaporodási ráta és a jó (hosszútávú) terjedési képesség lehetővé tette, hogy a vándorkagyló gyorsan kolonizálja az USA vizeit. A vándorkagylót először 1986-ban telepítették be a Nagy-tavak vidékére. 1989-re széles körben elterjedté vált az Erie és az Ontario tó nyugati részén, míg 1990-ig mind az öt tóban, a St. Lawrence folyóban és számos kanálisban is megjelent. 1991-ben már számos folyóban is jelen volt, mint a Mississippi és a Tennessee. A vándorkagyló (*D. polymorpha*) jelenléte ökológiai és gazdasági károkkal jár. A gazdasági károk közül meg lehet említeni az eltömődött vezetékeket és a lecsökkent vízfolyást. Az erőművek működése nagyban függ a víztől, és ha a vándorkagylók (*D. polymorpha*) hatására a vízfolyás (akár 80%) lecsökken, akkor az költséges leállásokat okozhat

(McKnight 1993). Az ökológiai károk közt említhető az őshonos kagyló fajok kipusztulása és a táplálék hálózatok megcsonkítása a primer produkció nagy mértékű lecsökkentése révén. A bennszülött fajokat nem csak a **nagyon hatékony szűregető életmódjuk** érinti negatívan, hanem a kagylóhéjukon való megtelepedés hátráltatja azok normális életvitelét, pl. a megfelelő pozíció megtartását.

Fotók:

Bal oldali: **Vándorkagyló (*Dreissena polymorpha*) Unio kagylóhéjon:** fekete szegély, USFWS, <https://pixnio.com/hu/allatok/kagylo/zebra-kagylo-dreissena-polymorpha-bennszulott-kagylo>

Jobb oldali: **Vándorkagyló (*Dreissena polymorpha*):** fekete szegély, Bj.schoenmakers, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dreissena_polymorpha_\(Zebra_mussel\),_Arnhem,_the_Netherlands.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dreissena_polymorpha_(Zebra_mussel),_Arnhem,_the_Netherlands.jpg)

Hivatkozás:

McKnight B. N. (1993): Biological pollution: the control and impact of invasive exotic species. Indianapolis, In: Indiana Academy of Science.

Ricciardi A. és MacIsaac H. J. (2000): Recent mass invasion of the North American Great Lakes by Ponto-Caspian species. Trends in Evolutionary Ecology 15: 62–65.

Vándorkagyló

USA-ban több, mint 150 őshonos Unio kagylófaj - 1/3-uk veszélyeztetett

A kagylók jelentős mennyiségű fitoplanktonot fogyasztanak (alacsony primer prod.)

Csak olyan kagylók melyek 15 mm-nél nagyobb kagylóhéjjal rendelkeznek (szexuálisan érettek) → kagylódenzitás adatok (Adattábla)



Michigan tó		Erie tó		Missouri folyó	
Hónap	Ezer/m3	Hónap	Ezer/m3	Hónap	Ezer/m3
jan. 93	4021	jan. 91	8702	jan. 92	0,1201
febr. 93	4966	febr. 91	8884	febr. 92	0,1962
márc. 93	5277	márc. 91	9011	márc. 92	0,3089
ápr. 93	5443	ápr. 91	9701	ápr. 92	0,7953
máj. 93	5743	máj. 91	9344	máj. 92	1088
jún. 93	6977	jún. 91	9875	jún. 92	2795
júl. 93	6755	júl. 91	10045	júl. 92	2534
aug. 93	7563	aug. 91	11353	aug. 92	1805
szept. 93	7859	szept. 91	10863	szept. 92	1045
okt. 93	8214	okt. 91	9421	okt. 92	0,9254
nov. 93	6982	nov. 91	3521	nov. 92	0,4219
dec. 93	5471	dec. 91	1232	dec. 92	0,5947
jan. 94	5883	jan. 92	0,857	jan. 93	0,5838
febr. 94	4695	febr. 92	2347	febr. 93	0,3427
márc. 94	4157	márc. 92	3337	márc. 93	0,9038
ápr. 94	4589	ápr. 92	3212	ápr. 93	1587
máj. 94	5352	máj. 92	4426	máj. 93	3162
jún. 94	6011	jún. 92	4938	jún. 93	3341
júl. 94	5958	júl. 92	4875	júl. 93	6332
aug. 94	6423	aug. 92	3589	aug. 93	6371
szept. 94	5870	szept. 92	3397	szept. 93	4972
okt. 94	4783	okt. 92	2594	okt. 93	2166
nov. 94	3986	nov. 92	2237	nov. 93	2178
dec. 94	5347	dec. 92	2884	dec. 93	2119
jan. 95	5835	jan. 93	2974	jan. 94	1629
febr. 95	6295	febr. 93	3325	febr. 94	2129
márc. 95	5955	márc. 93	3187	márc. 94	2200
ápr. 95	6334	ápr. 93	3455	ápr. 94	4872
máj. 95	7673	máj. 93	4008	máj. 94	5830
jún. 95	8311	jún. 93	5227	jún. 94	10254
júl. 95	7838	júl. 93	4981	júl. 94	9275
aug. 95	8288	aug. 93	3833	aug. 94	10315
szept. 95	6541	szept. 93	3015	szept. 94	13618
okt. 95	6397	okt. 93	2874	okt. 94	7823
nov. 95	5274	nov. 93	2933	nov. 94	5533
dec. 95	3154	dec. 93	2359	dec. 94	3247

Az USA-ban több, mint 150 bennszülött Unio kagylófaj van melyek egyharmada veszélyeztetett. Tehát a vándorkagyló (*D. polymorpha*) valós veszélyt jelent ezen fajokra nézve, valamint minden olyan fajra, amely a fitoplanktonoktól, vagy más primer produktivitásért felelős táplálékforrástól (amelyet a kagylók is hasznosítanak) függ. Összességében jelentősen befolyásolhatják/megváltoztathatják a lokális táplálék hálózatokat. Ezen problémák növekvő tendenciája várható a jövőben, ugyanis a vándorkagylóknak (*D. polymorpha*) súlyos gazdasági és ökológiai hatásuk van. Ezen károk enyhítésére (és a vándorkagylók számának a csökkentésére) az amerikai és kanadai állam is több millió dollárt költött már ezidáig.

A vándorkagylók (*D. polymorpha*) a Missouri-folyóban is elterjedtek, és az adatok alapján úgy tűnik, hogy e faj esetében explozív populáció méret növekedés figyelhető meg. Ezzel szemben számos állam képviselője a bemutatott adatokkal érvelt a vándorkagylók (*D. polymorpha*) explozív populációméret növekedése ellen. A feladat annak a megvizsgálása, hogy a három bemutatott élőhely (Missouri-folyó torkolata, valamint a Michigan-tó déli és az Erie-tó északi partja mentén) hogyan változott a vándorkagylók (*D. polymorpha*) populáció mérete az 1993-1995-ös időszakban, és hogy ezek alapján milyen jövőbeli trendek várhatók. A vizsgálat során csak a 15 mm-nél nagyobb kagylóhéjjal rendelkező példányokat (ezek már szexuálisan érettek) vették számításba. A három éves periódus minden hónapjára kiszámolták a kagylók denzitását a vizsgált élőhelyeken. A három éves periódus kissé eltér a három élőhely esetében, de mindegyik esetben nagy mértékű átfedés is megfigyelhető.

Az adatokat a dián bemutatott adattábla tartalmazza. Két változó (Hónap, Denzitás: ezer egyed/m3) kapcsolatát a három élőhelyen pontdiagramok segítségével vizsgáljuk Trendvonal illesztése után. A Trendvonal paraméterei alapján fontos következtetések vonhatók le a vándorkagylók (*D. polymorpha*) élőhelyenkénti populáció méret változásának dinamikáját illetően.

Fotók:

Bal oldali: **A Nagy-tavak medencéjének vidéke:** fekete szegély és mintavételi pontok kijelölése, Phizzy (talk), <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Great-Lakes-Basin.svg>

Kérdések

1. Hogyan magyarázod az adult egyedek populáció méreteinek fluktuációit?
2. A Missouri-folyó populációja elérte-e a populációs egyensúlyi állapotot? Hogyan jellemeznéd a populáció méretének növekedését (stabil, lineáris, exponenciális, logisztikus)?
3. Hát a Michigan-tavi elérte-e a populációs egyensúlyi állapotot?
4. Hogyan magyaráznád az Erie-tavi populáció méret változásokat figyelembe véve, hogy számos vihar volt 1991-ben, mely sok iszapot juttatott a tóba?
5. Hogyan változnak a megállapításaid ha csak rövid távon gyűjtött adatok állnak csak a rendelkezésedre (pl. Missouri 1992)? Hasonlítsd össze a két predikciót.
6. Várható-e robbanásszerű növekedés a Missouri-i populáció esetében?
7. Hogyan magyaráznád, ha:
 - a. az európai populációk alléljai azonosak a Nagy-tavak esetében találtakkal?
 - b. az Erie-tó két végéből gyűjtött minták esetében az allélok azonosak?

1. Hogyan magyarázod az adult egyedek populáció méreteinek fluktuációit?
2. A Missouri-folyó populációja elérte-e a populációs egyensúlyi állapotot? Hogyan jellemeznéd a populáció méretének növekedését (stabil, lineáris, exponenciális, logisztikus)? A magyarázathoz fel kell használni az előzőekben bemutatott információkat, valamint a grafikonokat.
3. Hát a Michigan-tavi elérte-e a populációs egyensúlyi állapotot? A magyarázathoz fel kell használni az előzőekben bemutatott információkat, valamint a grafikonokat.
4. Hogyan magyaráznád az Erie-tavi populáció méret változásokat figyelembe véve, hogy számos vihar volt 1991-ben, mely sok iszapot juttatott a tóba? A magyarázathoz fel kell használni az előzőekben bemutatott információkat, valamint a grafikonokat.
5. Hogyan változnak a megállapításaid ha csak rövid távon gyűjtött adatok állnak csak a rendelkezésedre (pl. Missouri 1992)? Hasonlítsd össze a két predikciót.
6. Várható-e robbanásszerű növekedés a Missouri-i populáció esetében? Mire utalnak az adatok és miért lehet könnyen félreértelmezni a jelentésüket?
7. Hogyan magyaráznád, ha:
 - a. az európai populációk alléljai azonosak a Nagy-tavak esetében találtakkal?
 - b. az Erie-tó két végéből gyűjtött minták esetében az allélok azonosak_

Hogyan járulhat hozzá hasonló eredményekhez a faj reprodukív biológiája?

Vándorkagyló

Nagyon hatékony biofilterek: akarattal telepítették be Európa egyes tavaiban

→ 10-40 mikron nagyságú üledék, foszfor, kalcium-karbonát

Hatékonyan alakítják át a toxikus Nitrogén formákat felvehető formákká

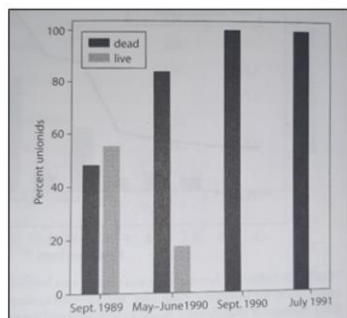
Sokat algát is kivonnak a vízből → eutrofizáció megállítása; víztest helyreállítása

Boindikátorok: tiszta, oxigénben gazdag vizekben élnek meg

- szöveteik vizsgálata: nehézfémek, radioaktív anyagok, klórszármazékok

Hatásuk Unio fajokra: megtelepednek a kemény héjukon → nagy mortalitás

Erős hatás ha >5000 egyed/m²; 150 egyed/Unio egyed → halálos (lásd Erie-tó)



A vándorkagylók nagyon hatékony biofilterek, így akarattal telepítették be őket Európa egyes tavaiba, hogy tisztán tartsák azok vizét. Detritusz fogyasztók, főként a 10-40 mikron nagyságú üledéket szűrik ki. Olyan oldható tápanyagokat is ki tudnak szűrni a vízből, mint a foszfor, kalcium-karbonát vagy más ásványi anyagok. Emellett hatékonyan alakítják át a toxikus nitrogéntartalmú metabolikus melléktermékeket más bentikus fajok és a fitoplankton által felvehető formákká. A vízből nagy mennyiségű algát vonnak ki, így hozzájárulnak a tavak és egyéb víztestek helyreállításához. A vándorkagylók (*D. polymorpha*) jelenléte hozzájárulhat az eutrofizáció szabályozásához is azáltal, hogy kivonják az oldható tápanyagokat a vízből, meggátolva más fajok populációméretének explozív növekedését jelentősen lecsökkentve a víz oxigéntartalmát. Ez a magasabb trófikus szinteken lévő organizmusok pusztulásához vezet. A fentiek mellett Európában fontos bioindikátorok, ugyanis csak tiszta, oxigénben gazdag vizekben élnek meg. Az ökotoxikológiai vizsgálatokat (a szennyezések és más toxikus stressz hatásait vizsgálják az ökoszisztémák szerkezetére és működésére) végző kutatók számára a vándorkagyló (*D. polymorpha*) héj mozgásának változása egyszerű indikációként szolgál a víztest szennyezettségéről. Egy behatóbb vizsgálatához a vándorkagylók (*D. polymorpha*) szöveteit is meg kell vizsgálni, melyből kimutatható a nehézfémek, radioaktív anyagok, vagy éppen a klórszármazékok jelenléte. A vándorkagylók (*D. polymorpha*) jó bioindikátorok, ugyanis a szennyező anyagokat egyenes a vízből szűrik ki, majd felhalmozzák azokat szöveteikben. Ezen túlmenően kellemetlen lehet az éles kagylóhéjukkal való találkozás a tófenéken, valamint az elpusztult kagylók kellemetlen szaga a parton.

A vándorkagylók (*D. polymorpha*) másik fontos hatása az Unio édesvízi kagylófajokat érinti. Az USA-ban 297 bennszülött fajuk ismert. Jelenlétük az édesvízi közösségekben kulcsfontosságú, ugyanis természetes víztisztítók és fontos elemei az édesvízi táplálékhálózatoknak. A vándorkagylók (*D. polymorpha*) az Unio fajok kemény héját megtelepedési helyül használhatják. Ez a direkt módon történő vándorkagyló (*D. polymorpha*) fertőzés az Unio fajok nagy mortalitását okozhatja. Több száz vándorkagyló (*D. polymorpha*) telepedhet meg az Unio fajok héján, ha az előbbiek denzitása meghaladja az 5000 egyedet négyzetméterenként. Ha egy Unio egyed felületén több, mint 150 egyed

(egy éves vagy annál idősebb) jelenik meg, akkor az halálos. Az európai vizsgálatok alapján egy *Unio* egyedre eső átlagos vándorkagyló (*D. polymorpha*) fertőzés **180 egyed** alatt van, mely lehetővé teszi a fajok együttélését (Schloesser és mtsai. 1996). Egy vizsgálatban megnézték az Erie-tóban az *Unio* egyedek vándorkagylók (*D. polymorpha*) általi fertőzöttségét. Az eredmények a dián bemutatott grafikonon vannak feltüntetve.

Fotók:

Bal oldali: **Az élő és holt *Unio* egyedek aránya egy Nyugat-Erie tavi partszakasz mentén 1989-1991 között. A maximális fertőzési intenzitás 11550/élő és 14393/elpusztult *Unio* kagyló volt.**

Középső: ***Unio crassus*, Kupa/Kolpa folyó, Szlovénia:** fekete szegély, Alexander Mrkvicka, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Unio_crassus3_A_MRKVICKA.JPG.

Jobb oldali: **Észak-amerikai *Unio* fajok:** fekete szegély, Albano P., Bongiovanni B., D'Occhio P., Sabelli B. (2014): Natural history museums as repositories of endangered diversity: the case of the United States Unionida in the Museo di Zoologia dell'Università di Bologna. *Zoosystematics and Evolution* 90: 105–111, <https://doi.org/10.3897/zse.90.8231>, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Unionida_\(10.3897-zse.90.8231\)_Figure_1.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Unionida_(10.3897-zse.90.8231)_Figure_1.jpg).

Hivatkozás:

Schloesser D., Nalepa T., Mackie G. (1996): Zebra mussel infestation of unionid bivalves (Unionidae) in North America. *American Zoologist* 36: 300–310.

Vándorkagyló

Bukórécék → vándorkagylók ragadozói; vándorútjuk során a fő eleségük

Késő októbertől december közepéig – 1000 réce; április eleje – 2000 egyed

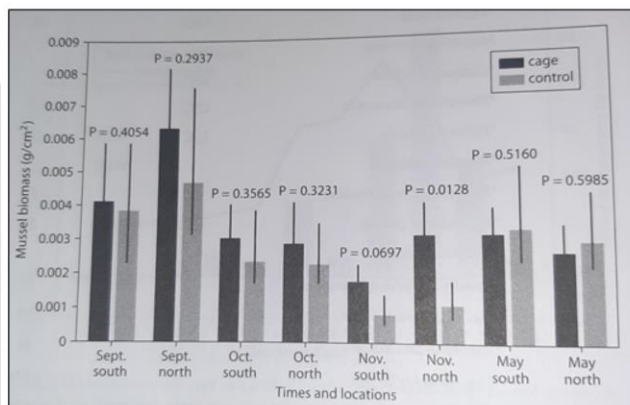
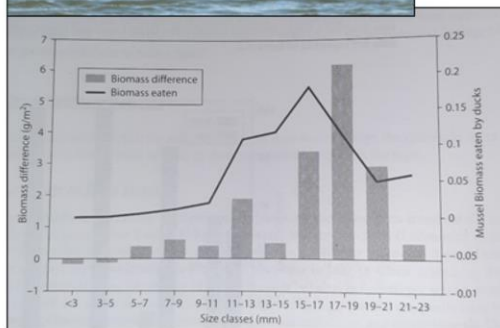
Szinte kizárólag csak vándorkagylók – gyomor tartalom elemzés

Magas kalóriatartalom → minél nagyobb, annál nehezebb kinyitniuk

Ketrec lehelyezése a récék kizárására:



északi rész (preferált), déli rész (kevésbé preferált)



A bukórécék (*Aythya* sp.) a vándorkagyló (*D. polymorpha*) kontrollja szempontjából kerültek a figyelem középpontjába, ugyanis **benntől ragadozói** lehetnek a vándorkagylóknak (*D. polymorpha*). Az éves migrációjuk során több bukórécé faj (pl. hegyi réce -*Aythya marila*, örvös réce -*Aythya affinis*, fehérfejű kercerécé -*Bucephala albeola*) pihenő helyül használja a Nagy-tavak vidékét. Ezen megállók alkalmával a fő táplálékforrásukat a vándorkagylók (*D. polymorpha*) képezik. Ez egyrészt örömdetes, ugyanis úgy tűnik van egy természetes ragadozója a vándorkagylóknak, ellenben a récék vándorkagyló (*D. polymorpha*) populációkra gyakorolt hosszútávú hatásai szempontjából a szakemberek szkeptikusak. Az európai tavakhoz képest, ahol a récék **hatékonyan szabályozzák a vándorkagyló (*D. polymorpha*) populációk méretét**, a Nagy-tavak vidékén áttelelő récék száma **viszonylag alacsony**. A kutatók 1990 óta figyelik az őszi migrációjukat az Erie-tavon megszakító récéket. **1991-ben késő októberben érkeztek (kb. 1000 egyed) és december közepéig maradtak**. Ez előtt nem volt jelen egy réce sem, és ezután is csak kevés egyed maradt tovább. A récék tavasszal térnek vissza; **1992 áprilisában 2000 egyedet figyeltek meg**. Ezen időszakok alatt a récék szinte kizárólag csak vándorkagylóval (*D. polymorpha*) táplálkoztak.

A kutatók lelőttek pár récét és megvizsgálták azok **gyomortartalmát**, mely szinte kizárólag vándorkagylóval (*D. polymorpha*) volt telt. A gyomorban talált vándorkagylók (*D. polymorpha*) méreteloszlását a bal oldali grafikon tartalmazza (Hamilton és mtsai. 1994). A récék nagy mennyiségű tápanyaghoz jutnak ezen nagy kalória tartalmú kagylók elfogyasztásával. A kalória tartalom a kagyló héjának méretével nő, ellenben a méret növekedésével a kagyló héja is vastagabb lesz. A grafikon a ketreccel elkerített és a kontrol területen vándorkagyló (*D. polymorpha*) biomasszája közötti különbség látható az északi régió (Erie-tó) November hónapjában (szürke oszlopok). A vonal a vizsgált récék gyomortartalmának kagyló-méret eloszlását mutatja. A récék által elfogyasztott biomasszákat a méretkategóriánként mért átlagos száraz szöveti biomasszájának a gyomorban talált méretkategóriánkénti egyedszámmal való szorzás révén kapták.

Annak érdekében, hogy számszerűsíteni tudják a récék vándorkagylókra (*D. polymorpha*) gyakorolt hatását, a kutatók a tófenéken egy vándorkagylókkal (*D. polymorpha*) borított részt ketreccel kerítették

el. Ezáltal a récék nem tudtak ezen területen táplálkozni. Az előbbihez hasonlóan, egy másik, ugyanolyan méretű területrészt is kijelöltek, mely kontrollként szolgált. A két területen belül található vándorkagylók (*D. polymorpha*) számának összehasonlítása révén a kutatók számszerűsíteni tudták a récék predációjának a vándorkagylókra (*D. polymorpha*) gyakorolt hatását. A ketreces vizsgálatot egy északi és egy déli terület részen is elvégezték. 1991 őszén a récék főként az északi részen tartózkodtak és szinte teljesen ignorálták a déli részt. Az északi rész adatait **a jobb oldali grafikon tartalmazza** (Hamilton és mtsai. 1994). A vizsgálatba mindegyik kagylóméret kategóriát bevonták. A grafikonon az egységnyi területre vetített vándorkagyló (*D. polymorpha*) biomassa látható az elkerített és kontroll területeken 1991 szeptembere és 1992 májusa között. A biomassa alatt a héjban található szárazanyag értendő. A valószínűségeket egyoldalas **páros t-teszt**tel kapták (**Null hipotézis:** a kontroll denzitások nem térnek el az elkerített területek denzitásától).

Fotók:

Bal oldali: **Hegyi réce (*Aythya marila*) pár:** fekete szegély, körülvágott, Peter Massas, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aythya_marila_-New_Jersey_-USA_-male_and_female-8.jpg

A **bal és jobb oldali Grafikonok** adatai a Hamilton és mtsai. 1994-es tanulmányból származnak:

Hamilton D. J., Ankney C. D., Bailey R. C. (1994): Predation of zebra mussels by diving ducks: an exclosure study. Ecology 75: 521–531.

Kérdések

8. Van-e hatása az elkerítésnek? Melyik hónapokban van szignifikáns különbség? Mi lehet a magyarázat?
9. Hogyan tudják megállapítani mennyi kagyló (biomassza) állt a récék rendelkezésére? Hát azt hogy mennyit fogyasztottak (lásd ábra)?
10. Hogyan befolyásolja a récék denzitása a vándorkagyló denzitását? Hát fordítva?
11. A rendelkezésre álló adatok alapján kijelenthető-e, hogy a vándorkagyló denzitas és az *Unio* kagylók mortalitása között van összefüggés? Kijelenthető-e, hogy a vándorkagyló (*D. polymorpha*) fertőzés okozza a nagy arányú *Unio* kagyló mortalitást? Milyen vizsgálattal tesztelnéd ezt a hipotézist?
12. Egy rossz vízminőséggel rendelkező tóba megpróbálják betelepíteni a vándorkagylót (tisztítja) és a récéket (kontrollálja). Megéri-e a kockázat?
13. Miért fontos beavatkozni? Érvelj úgy, hogy közben vedd figyelembe az egyes gazdasági (ipar, rekreáció, turizmus) és ökológiai (a rendelkezésre álló ismeretek és adatok) hatásokat. Ha lenne egy kontrol ágens, több lenne a haszon mint a kár? Praktikus lenne beavatkozni?

A kérdések megválaszolása a rendelkezésre álló információk szintetizálása révén tehető meg.

8. Van-e hatása az elkerítésnek a vándorkagyló (*D. polymorpha*) populáció denzitas szempontjából? Melyik hónapokban van szignifikáns különbség? Mi lehet a magyarázat? A 0,05-nél kisebb p-érték tekinthető statisztikailag szignifikánsnak.
9. Hogyan tudják megállapítani a kutatók, hogy mennyi kagyló (biomassza) állt a récék rendelkezésére? Hát azt hogy annak mekkora hányadát fogyasztották el (lásd grafikonok)?
10. Hogyan befolyásolja a récék denzitása a vándorkagyló denzitását? Hát fordítva?
11. A rendelkezésre álló adatok alapján kijelenthető-e, hogy a vándorkagyló denzitas és az *Unio* kagylók mortalitása között van összefüggés? Kijelenthető-e, hogy a vándorkagyló (*D. polymorpha*) fertőzés okozza a nagy arányú *Unio* kagyló mortalitást? Milyen vizsgálattal tesztelnéd ez utóbbi hipotézist?
12. Egy rossz vízminőséggel rendelkező tóba megpróbálják betelepíteni a vándorkagylót (tisztítja) és a récéket (kontrollálja). Megéri-e a kockázat? Mutasd ki, hogy miért nagyobb a negatív kockázat, mint a pozitív hozadék.
13. Miért fontos beavatkozni vándorkagylóval (*D. polymorpha*) szemben? Érvelj úgy, hogy közben vedd figyelembe az egyes gazdasági (ipar, rekreáció, turizmus) és ökológiai (a rendelkezésre álló ismeretek és adatok) hatásokat. Ha lenne egy kontrol ágens, több lenne a haszon mint a kár? Praktikus lenne beavatkozni?



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