

**A KOCKÁS SIKLÓ (*NATRIX TESSELLATA*) ÉS A
VÍZISIKLÓ (*NATRIX NATRIX*) ÉLŐHELY ÉS TÁPLÁLÉK
PREFERENCIÁJÁNAK VIZSGÁLATA GLOBÁLIS,
REGIONÁLIS ÉS ÉLŐHELY SZINTEN**

Doktori értekezés tézisei

Weiperth András

Témavezetők:

Dr. Farkas János

Dr. Herczeg Gábor

Dr. Puky Miklós Gábor†

ELTE Biológia Doktori Iskola

Iskolavezető: Prof. Erdei Anna

Zootaxonómia-Állatökológia-Hidrobiológia Program

Programvezető: Prof. Török János

EÖTVÖS LORÁND
TUDOMÁNYEGYETEM
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR
BIOLÓGIAI INTÉZET



BUDAPEST, 2017

Elméleti háttér

Folyamkutatás jelentősége

A folyóvízi élőhelyek nagymértékű átalakítását jelzi számos flóra- és faunaelem eltűnése, az egzotikus fajok inváziója, a rendszereket szabályzó folyamatok összeomlása, a tájképi értékek csökkenése, az érintetlen területek eltűnése. Napjainkra a természetes ökológiai rendszerek degradálódását nem csupán az ökológus szakemberek, hanem a társadalom és a kormányok is egyre inkább felismerik, és mára egyre nagyobb az igény egyes szabályozott vízterek ökológiai állapotának javítására.

Az akvatikus rendszerek hiányos ismeretén túl, még kevesebbet tudunk a hozzájuk kapcsolódó szegély élőhelyek dinamikájáról és az itt élő fajok ökológiájáról. Részben ennek is köszönhetően az elmúlt évtizedekben a folyamökológiai kutatásokban változások figyelhetők meg, ugyanis egyre nagyobb figyelmet kap mind a vízi, mind a vízi-szárazföldi rendszerek közt kialakuló ökotonokban zajló folyamatok kutatása. Az ökotonok tér- és időbeli dinamikája jelentős hatással van az itt található élőhelyek, közössége diverzitására. Különösen igaz ez azon fajegyüttesekre, melyek valamilyen okból részben, vagy teljes mértékben az ökotonok jelenlététől függenek.

A két vizsgált hullófaj, a kockás sikló (*Natrix tessellata* Lauretti, 1768) és a vízisikló (*Natrix natrix* Linnaeus, 1758)

Hazánk sikló fajai közül a kockás sikló és a vízisikló kötődik legszorosabban a vizes, így a folyók ripális zónáiban kialakuló szegély élőhelyekhez, mivel legfőbb táplálékaik, a halak és a kétéltűek is legnagyobb egyedszámban itt fordulnak elő. Mindkét siklófaj ökológiájának megértéséhez fontos a magyarországi Duna-szakaszon lezajló folyamatok feltárása, mivel a leírt változások (pl: árhullámok időbeliségének megváltozása, invazív fajok terjedése) az őshonos fajokra, így a két siklófajra is eltérő mértékben, de hatással vannak. Ugyanakkor a Duna-szakasz és mellékvízterei partmenti zónájában található élőhelyekhez kötődő hal, kétéltű és hulló fajok ökológiájáról hiányosak az ismereteink, ami bizonyos helyzetekben a reális természetvédelmi célok meghatározásakor jelent nehézséget.

Célkitűzések

Doktori munkám két fő célkitűzése (i) a kockás sikló, a vízisikló és potenciális táplálékszervezeteik tér- és időbeli dinamikájának megismerése a Duna három mellékvízfolyáson, az Ipolyon, a Sződrákos-patakon és az Ilka-patakon, azok torkolati és a

torkolatok körüli dunai szakaszokon, (ii) valamint hazánk öt régiójában, a Balaton, a Dráva, a Duna, a Koppány és a Tisza-tó térségében gyűjtött egyedek táplálék vizsgálatának összehasonlítása a szakirodalmi adatokkal. A kutatásaim során a következő kérdésekre kívántam válaszokat adni.

1. Hogyan alkalmazkodik a kockás sikló és a vízisikló az eltérő vízjárások hatására megváltozó táplálék készlethez és ezzel párhuzamosan hogyan változik az élőhely preferenciájuk a három folyó-mellékfolyó rendszerben.
2. Milyen fajokat fogyaszt a kockás sikló és a vízisikló hazánk öt különböző területén és az itt gyűjtött adatok milyen összefüggéseket mutatnak a két *Natrix*-faj teljes elterjedési területéről származó adatokkal.

I. A kockás sikló és a vízisikló, valamint a potenciálisan táplálékul szolgáló hal- és kétéltű-fajok élőhely preferenciája közötti kapcsolatok vizsgálata

Módszerek

A Dunán és befolyók torkolati és felsőbb szakaszainak előre kijelölt mintavételi területein a táplálékul szolgáló hal és kétéltű fajegyütteseket a siklófajok megfigyelésével párhuzamosan elektromos kutató halászgép segítségével mértem fel 2012-2013-ban. Az ivadék és adult halak, valamint lárva, juvenilis és adult kétéltűek fajegyütteseinek tanulmányozásához úgynevezett 'pont-abundancia' stratégiára alapozott felméréssorozatot végeztem március elejétől december elejéig kétheti rendszerességgel. Kutatásomhoz minden folyó-mellékfolyó rendszer esetén 10 mintavételi szakaszt jelöltem ki. Az egyes szakaszokon alkalmanként összesen 30-30 ún. 'pont-mintát' gyűjtöttem, valamint a mintavételi pontok élőhelyi sajátosságait hét abiotikus és négy biotikus környezeti változóval jellemeztem. A helyszínen nehezen meghatározható fiatal halakat 4%-os formalin oldatban konzerváltam, majd mikroszkóp segítségével meghatároztam, a kétéltű fajok valamennyi egyedét terepen történt határozás után a gyűjtés helyszínén szabadon engedtem.

A kockás sikló, a vízisikló és a táplálékul szolgáló préda állatok fogási adatainak összehasonlító vizsgálatához egy- és többváltozós statisztikai eljárásokat alkalmaztam:

A préda állatok faj- és mintaszám, illetve faj- és egyedszám kapcsolatának vizsgálatára fajszám és egyedszám alapú rarefaction elemzéseket (*sample-based rarefaction curve analysis, individual-based rarefaction curve analysis*) alkalmaztam mindhárom folyó-mellékfolyó rendszerben.

A három kutatási területen előforduló sikló és préda fajok tér- és időbeli eloszlási mintázatát klaszterelemzéssel (*cluster analysis*) és nem metrikus többdimenziós skálázással (*non-metric multidimensional scaling*: NMDS) vizsgáltam.

Korrespondencia elemzéssel (*correspondence analysis*: CA) vizsgáltam, hogy a két eltérő vízjárású évben mely táplálék fajok kapcsolhatóak a kockás siklóhoz és a vízisiklóhoz.

A kockás sikló, a vízisikló és a táplálékul szolgáló hal és kétéltű fajok valamint a kockás sikló, a vízisiklók és a méret szerint kategorizált halivadékok és a különböző stádiumban lévő kétéltű egyedek térbeli eloszlását, élőhely preferenciáját meghatározó környezeti változók hatását redundancia elemzéssel (*redundancy analysis*: RDA) vizsgáltam.

Eredmények és értékelésük

Terepi vizsgálataim során összesen 208 kockás sikló és 209 vízisikló egyedet figyeltem meg, valamint 34 halfaj 11782 egyedét és 11 kétéltű faj 5625 egyedét gyűjtöttem és határoztam meg. Kutatásom első évében (2012) sem a Dunán, sem a befolyókon nem vonult le jelentősebb árhullám, míg a vizsgálatom második évében (2013) számos jelentősebb árhullám vonult le a Dunán és befolyóin. A két eltérő vízjárású év során végzett gyűjtések lehetővé tették a vízállás mintavételi eredményekre gyakorolt hatásának összehasonlító elemzését.

A préda állatok faj és egyedszám alapú rarefaction elemzéseivel kimutattam, hogy a kockás sikló és a vízisikló egyedek három különböző, egymástól részben független folyó-mellékfolyó rendszer mentén azon élőhelyeken fordulnak elő, ahol egy 100-120 méterhosszú szakaszon a potenciális préda hal- és kétéltűfajok száma eléri 8-10-et, egyedszámuk pedig az adott mellékvízfolyás méretétől függően a 15-40-et. A három mintaterület két éve során a fajszám alapú elemzések közt nem, míg az egyedszám alapú elemzésekben eltérő trendeket találtam.

A préda fajok tér- és időbeli dinamikájára, ezen keresztül a kockás sikló és a vízisikló táplálék készletére mindhárom folyó-mellékfolyó rendszerben a vízjárás évszakosságának kiemelt hatását sikerült igazolnom. A Szódrákos-patak és az Ipoly esetén a legváltozatosabb hal- és kétéltű fajgyűjtések mellett a legtöbb felnőtt kockás sikló és fiatal vízisikló egyedet azon szakaszokon sikerült felmérni, ahol a két vízfolyás fajkészletének elemei együtt fordulnak elő és a szakaszok hidrológiai viszonyaira a Duna is jelentős hatással van. Ilyen összefüggést a zsilippel szabályozott Ilka-patak esetén nem tudtam kimutatni. A szezonális dinamika vizsgálatának eredményeivel igazoltam, hogy a Duna - Ilka-patak és a Duna - Szódrákos-patak rendszerekben mind az alacsony vízállású, mind a több árhullámmal bíró

évben a fajegyüttesek ősszel közel hasonlóak. Eredményeim alapján az őszi minták prédafaj összetételére nincs kimutatható hatása az adott évben levonuló árhullámok jelenléte, hiánya. A tavaszi és nyári árhullámok hatását az adott év táplálékfaj kompozíciójára nyár végéig, ősz elejéig lehet kimutatni. Ekkora a legtöbb kétéltű faj már átalakult és elhagyta a vizes élőhelyeket, így a kockás sikló és a vízisikló patakokban közvetlenül megtalálható táplálék fajkészletét elsősorban halak, valamint vízhez kötöttem élő kétéltűek alkotják. Ezzel szemben a magasabb préda fajszámmal bíró Ipoly esetén az őszi fajegyüttesek a többi évszakétól mindét évben különböztek.

A kockás sikló, a vízisikló, illetve a potenciális prédafajaik és a méret szerint kategorizált halivadék és kétéltű zsákmányállataik élőhely választását meghatározó abiotikus és biotikus környezeti változók hatását redundancia-analízissel vizsgáltam. Az elemzések során a vizsgált taxonok nagy abundanciája miatt mindegyik folyó-mellékfolyó rendszerben számos környezeti változó mutatott szoros összefüggést a kockás sikló, a vízisikló és a préda fajaik eloszlási mintázatával. Az elemzésekből megállapítható, hogy a lentikus víztesteket előnyben részesítő (pl. barna ásóbéka, szivárványos ökle, kecskébéka) és kedvelő (pl. folyami géb, naphal, sügér) fajkomplexek és a kockás sikló, valamint a vízisikló élőhely-preferenciáját azonos környezeti változók határozzák meg. A kockás sikló, a vízisikló, illetve a kategorizált halivadék és kétéltű zsákmányállatok RDA eredményei alapján a Duna három területén és a befolyóin a kockás sikló a vízinövényekkel benőtt, kavicsos-homokos, iszapos aljzatú élőhelyeket preferálta. Emellett a kockás sikló élőhely-preferenciáját a zsákmányként szolgáló 30 mm-nél nagyobb halak jelenléte pozitívan befolyásolhatja, minthogy gyakrabban fordulnak elő olyan szakaszokon, ahol az ilyen optimális méretű táplálék megtalálható. Ez a parti zónában a vízi növényzetben rejtőzködő táplálkozási stratégiájával magyarázható. A vízisikló esetében a legszorosabb kapcsolatot a part menti, de olykor a vízen is jelentős borítással bíró, árhullámok során előtérre kerülő szárazföldi növényzettel kaptam, ahol a kifejlett kétéltű fajok mellett, a növényzet takarásában számos halfaj ivadék és felnőtt példányai is nagy egyedszámban fordulnak elő. Vizsgálataim alapján mindkét siklófaj jelenlétét a Duna és a vizsgált három befolyója esetén a prédafajok előfordulása és a környezeti változók együttesen befolyásolják. A kockás sikló és a vízisikló egyes korosztályaira vonatkozó pontosabb összefüggések megállapításához azonban további mintavételek szükségesek.

II. A kockás sikló és a vízisikló elterjedése és táplálékbázisa közötti kapcsolat vizsgálata

Módszerek

A kockás sikló és a vízisikló magyarországi állományainak táplálék összetételének vizsgálata céljából 2013-2016 között hazánk öt területén található köz- és kerékpárútiakon begyűjtöttem az elütött kockás sikló és vízisikló példányokat és amennyiben erre lehetőség volt, boncolással eltávolítottam a prédafajok maradványait és meghatározásukkal elkészítettem a vizsgált területek táplálék adatbázisát.

Irodalmi adatok összehasonlító vizsgálata során mind a kockás sikló, mind a vízisikló elterjedési területéről összegyűjtöttem a táplálkozásbiológiájukat részletesebben bemutató tudományos és ismeretterjesztő publikációkat. A tudományos eredmények összegzése mellett felhasználtam a különböző szakmai és civil, elsősorban természetfotózással és filmzéssel kapcsolatos honlapokon megtalálható digitalizált kép- és filmanyagokat, pl.: www.dght.de, www.herpetozoa.at, www.shdmr.org, www.varangy.hu.

Nagyobb rendszertani csoportokban összesítettem a kockás siklós és a vízisikló préda állatainak számát, élőhely igényét (tengeri, édesvízi, szárazföldi) és gyakoriságát (nincs pontos adat, ritka, gyakori, tömeges), végezetül összegeztem a prédafajokat az elterjedési területen belüli országokban. A kockás sikló és a vízisikló prédáinak jelenlét-hiány adataival asszociáltság elemzést végeztem nem metrikus-klaszterelemzéssel (*non-metric cluster analysis*) meghatározva az országok közti zoogeográfiai kapcsolatokat. A kockás sikló és a vízisikló táplálékában szereplő halfajokkal további asszociáltság elemzéseket végeztem annak érdekében, hogy meghatározzam az idegenhonos halfajok milyen mértékben alakítják át a zoogeográfiai kapcsolatokat.

Eredmények és értékelésük

Hazánk öt területén gyűjtött elütött 256 kockás sikló és 357 vízisikló példány boncolásával összesen 259 táplálékmaradványt tudtam feltárni és részben meghatározni. Kutatásom során a kockás sikló esetén összesen 26 hal és kétéltű, a vízisikló esetén pedig 23 hal, kétéltű és hulló prédafajt azonosítottam. Vizsgálataimmal igazoltam, hogy a kockás sikló a Balaton és Duna menti élőhelyeken halak mellett kétéltűeket, míg a vízisikló a Dráva és Koppány menti területeken halak és kétéltűek mellett hullókat is fogyaszt.

A szakirodalmi és egyéb források feldolgozásával a kockás sikló elterjedési területén 25 országból 140, vízisikló esetén 36 országból 103, hét állatrendszertani osztályba

(Gastropoda, Insecta, Pisces-Actinopterygii, Amphibia, Reptilia-Diapsida, Aves, Mammalia) tartozó préda fajt sikerült kimutatnom. Kockás siklónál a legnagyobb számú préda csoportot a halak, vízisikló esetén pedig közel azonos számú hal és a kétéltű préda fajt sikerült összesítenem. A kockás sikló táplálékában halakon kívüli préda taxonoknak a sivatagi, magashegységi és a száraz mediterrán térségekben van jelentős szerepe. A vízisikló táplálék összetételében a nagyobb méretű víztesteknél élő populációkban jelentős a hal és kétéltű fogyasztás, míg a szárazabb, sivatagi, mediterrán és hegyvidéki élőhelyeken a kockás siklóhoz hasonlóan megnő más taxonok (hüllők, madarak, kisemlősök) szerepe.

A kockás sikló táplálék összetételének elemzése alapján az eltérő biogeográfiai régiókban fekvő 25 országot négy, a vízisikló esetén a 36 országot nyolc csoportra bontotta a nem metrikus-klaszterelemzés. A idegenhonos halfajoktól mentes prédalistáival végzett elemzések alapján kijelenthető, hogy az idegenhonos halfajok mind a kockás sikló, mind a vízisikló teljes elterjedési területén hatással vannak a táplálék összetételükre. A kockás sikló esetén jelentősebb a hatás, mivel az idegenhonos fajoktól mentes elemzés során az egyes országok a biogeográfiai egységek szerint csoportosulnak, míg az idegenhonos fajok hatására a csoportok átrendeződnek. Esetenként egyes országok olyan csoportokba kerülnek, melyek geográfiai értelemben nem csak távol helyezkednek el egymástól, de esetenként más biogeográfia egységbe is tartoznak. A vízisiklónál is jelentős átrendeződést kapunk, mert a teljes prédalistát tartalmazó nyolc csoport helyett az idegenhonos fajoktól mentes elemzés két nagyobb csoportba helyezte el a vizsgálat országokat. Az egyik csoportba a Ponto-kaszpikus régió mellé került számos mediterrán ország, a másikba egyes európai országok a biogeográfiai régiók szerint kerültek csoportosításra. A Duna vízgyűjtőjére végzett elemzések mind a 13 országban kimutatta az idegenhonos halfajok szerepét a kockás sikló és a vízisikló táplálék készletében, mivel az ún. Ponto-kaszpikus gébfajok, a gazdasági célból behurcolt, mára természetes úton is terjedő halfajok mindkét faj táplálékában megjelentek.

Az értekezés új tudományos eredményei

1. Először végeztem komplex élőhely és táplálék preferencia vizsgálatokat a kockás sikló és a vízisikló dunai és egyes mellékvízfolyásainak élőhelyein.
2. Kimutattam, hogy a kockás sikló és a vízisikló három különböző, egymástól részben független folyó-mellékfolyó rendszerben mekkora potenciális préda faj- és egyedszáma esetén fordul elő.
3. Igazoltam a vízjárás évszakos hatásának szerepét a kockás sikló és a vízisikló és préda fajegyütteseinek szerveződésére.

4. Kimutattam, hogy mindhárom folyó-mellékvízfolyás rendszerben a vízállásoknak jelentős hatása van a kockás sikló és a vízisikló táplálék összetételére és élőhely preferenciájára.
5. Először sikerült Magyarországon mennyiségi adatokat gyűjteni a két siklófaj préda összetételéről, ezáltal igazolni a kockás sikló hal és kétéltű, a vízisikló hal, kétéltű és hulló fogyasztását hazánk öt régiójából.
6. Szakirodalmi és egyéb források összegzésével elkészítettem a kockás sikló és a vízisikló közel teljes elterjedési területére vonatkozó préda listát, igazolva változatos táplálék összetételüket.
7. Kimutattam, hogy mind a kockás sikló, mind a vízisikló elterjedési területén az idegenhonos halfajok hatással vannak a táplálék összetételükre.

Publikációk és kéziratok

A doktori értekezésbe foglalt közlemények

- WEIPERTH A. (2014): **Analysis of structure, composition, spatial and temporal changes of juvenile fish community in a Danube-tributary system in the Middle Danube River Basin.** *Acta Zoologica Bulgarica Supplement 7: 45-50.*
- WEIPERTH A., GAEBELE T., POTYÓ I., PUKY M. (2014): **A global overview on the diet of the dice snake (*Natrix tessellata*) from a geographical perspective: foraging in atypical habitats and feeding spectrum widening helps colonisation and survival under suboptimal conditions for a piscivorous snake.** *Zoological Studies 53:(1): 42, 9 p.*
- WEIPERTH A., POTYÓ I., PUKY M. (2014): **Diet composition of the dice snake (*Natrix tessellata* Laurenti, 1768) (Reptilia: Colubridae) in the Danube River Catchment Area.** *Acta Zoologica Bulgarica Supplement 7: 51-56.*
- WEIPERTH A., STASZNY Á., FERINCZ Á. (2013): **Idegenhonos halfajok megjelenése és terjedése a Duna magyarországi szakaszán – Történeti áttekintés.** *Pisces Hungarici 7: 103-112.*

Egyéb publikációk

- BÓDIS E., BORZA P., POTYÓ I., WEIPERTH A., PUKY M., GUTI G. (2012): **Invasive mollusc, macrocrustacea, fish and reptile species along the Hungarian Danube section and some connected waters.** *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae 58 (Supplement 1): 29-45.*
- GAEBELE T., POTYÓ I., WEIPERTH A., GUTI G., PUKY M. (2013): **Abundant prey or optimal microhabitat? *Natrix tessellata* stays hidden in safe areas in a diverse floodplain along the Danube at Göd, Hungary.** *North-Western Journal of Zoology, 9(2): 374-382.*