

A tengeri vidrák rendszertana, ökológiai szerepe és természetvédelmi helyzete

Szakdolgozat
biológia alapszak,
biológus szakirány

készítette:
SCHMIDT ZSANETT

témavezető:
DR. FARKAS JÁNOS
adjunktus
Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR
BIOLÓGIAI INTÉZET



Budapest, 2014

Tartalomjegyzék

Bevezetés és célkitűzések.....	3
1. A tengeri vidra bemutatása	5
1.1 Élőhely.....	5
1.2. Testfelépítés.....	6
1.3. Táplálkozás.....	7
1.4. Szaporodás és életciklus	8
2. A tengeri vidra rendszertana.....	11
2.1. Evolúció.....	11
2.2. Alfajok és elterjedési terület.....	12
2.3. Genetikai diverzitás	15
3. A tengeri vidra ökológiai szerepe	17
4. A tengeri vidra természetvédelmi helyzete.....	28
4.1. Státusz.....	28
4.2. Mortalitási tényezők	29
4.2.1 Parazita fertőzések.....	29
4.2.2. Szennyező anyagok	31
4.2.3. Olajszennyeződések.....	32
4.3. Természetvédelmi kezelések	35
Következtetés	39
Összefoglalás	40
Summary	41
Irodalomjegyzék	42
Köszönetnyilvánítás.....	46
Mellékletek	47

Bevezetés és célkitűzések

Munkámban az egyik legjobban tanulmányozott kulcsfaj, a tengeri vidra, különböző ökoszisztémákban betöltött szerepét mutatom be. A kulcsfajok olyan fajok, melyek abundanciájukhoz viszonyítva aránytalanul nagy hatással vannak a közösségre, amelyben élnek. Fontos azonban kihangsúlyozni, hogy ez a hatás közösségenként jelentősen eltérhet, óvatosan kell bánni az általánosításokkal. Előfordulhat, hogy egyik ökológiai rendszer formálásában kulcsszerepe van a tengeri vidrának, míg egy másik rendszer összetételét csak jóval kisebb mértékben befolyásolják. Ebből következik, hogy természetvédelmi kezelések során a lehető legkörültekintőbben kell eljárunk és arra kell törekednünk, hogy minél pontosabban megismerjük az adott fajt és lehetséges hatásait környezetére.

A tengeri vidrák a 20. század elejére a tömeges és korlátlan emberi vadászat következményeként a kihalás szélére kerültek. Ironikusan többek között ez tette lehetővé, hogy a trofikus hálózatok vizsgálatának középpontjába kerülhessenek. Ez annak volt köszönhető, hogy védelem alá helyezésüket követően a néhány fennmaradt, egymástól igen távol élő, izolált populáció elkezdte újranevelni a faj hajdani elterjedési területét. A vidrák megjelenését pedig sok élőhelyen nagymértékű strukturális változások követték. Vizsgálati szempontból a faj további előnye, hogy viselkedése viszonylag jól megfigyelhető, mivel nem rendelkezik túl nagy mozgáskörzettel és táplálékát mindig a vízfelszínen fogyasztja el. Ahhoz, hogy egy faj ökológiai szerepét meg tudjuk határozni és megfelelő természetvédelmi kezeléseket tudjunk tervezni, az adott faj tulajdonságainak megfelelő ismerete elengedhetetlen. A tengeri vidrák testfelépítésének és életmódjának részletes leírása már az 1960-as évek elején elkezdődött, és az évtizedek során nagy mennyiségű tudásanyagot sikerült felhalmozni a kutatóknak. Ez jó alapjául szolgált a tudomány fejlődésével megjelenő, egyre modernebb vizsgálati módszerek kifejlesztéséhez.

A továbbiakban először egy átfogó képet nyújtok a tengeri vidrák külső megjelenéséről és életmódjáról, majd az egyes alfajok elterjedési területét és azok genetikai változatosságát mutatom be, melynek ismerete elengedhetetlen az újratelepítési programok megtervezésekor. A harmadik fejezetben a tengeri vidrák változatos ökológiai szerepét szemléltetem, és több példát is felhozok amellet, hogy a tengeri vidra–herbivor–kelp rendszer jól alátámasztja a trofikus kaszkád hipotézist, miszerint, ha A faj fogyasztja B-t és B faj fogyasztja C-t, akkor A faj C fajra közvetett pozitív hatással van, és A faj denzitásának megváltozása közvetve megváltoztathatja C denzitását. A negyedik, és egyben utolsó fejezetben többek között a tengeri vidrák természetvédelmi státuszával,

valamint a populációk sérülékenységével és az antropogén halálozási okokkal foglalkozom. Lehetséges megoldásokat keresek a faj hatékony védelmére, valamint a halásztársaságok és a természetvédők közötti érdekellentétekből származó konfliktusok mérséklésére.

1. A tengeri vidra bemutatása

Marianne Riedman és James Estes 1990-ben *The Sea Otter (Enhydra lutris): Behavior, Ecology and Natural History* címmel megjelent összefoglaló műve egy széles körű, általános betekintést tesz lehetővé számunkra a tengeri vidrák életébe. Ebben a fejezetben az általuk összegyűjtött tudásanyag felhasználásával mutatom be az olvasónak e különleges fajt.

1.1 Élőhely

A tengeri vidrák az Észak-Csendes-óceán nyílt, partközeli vizeiben, valamint ezekhez kapcsolódó nagy öblökben, sziklával és kis szigetekkel tagolt, védett helyeken élnek. Kemény és lágy aljzattal rendelkező területeken egyaránt előfordulnak, de a sziklás aljzatú területeken általában nagyobb a populáció denzitása. Gyakran kihemperednek a sziklákra, valamint a szárazföldre pihenni és felmelegedni, de mindig a víz közvetlen közelében maradnak, hogy veszély esetén gyorsan el tudjanak menekülni. Táplálékukat a tengerfenékről gyűjtik össze, így a mélység természetes gátat jelent elterjedésüknek. Táplálékdús, védett területeken gyakran nagyobb csoportokba verődve pihennek, ám táplálékukat többnyire magányosan szerzik. A csoportos pihenés nagy előnye, hogy az egyedek kevésbé sodródhatnak el az áramlatokkal a parttól távoli nyílt vizekre. Kelperdőkben rendszerint testük köré csavarják a moszatokat, ezzel szintén elősegítve az egy helyben maradást. A hímek, valamint a nőstények és az általuk gondozott utódok általában – ha az élőhely adottságai lehetővé teszik – eltérő területeken gyűlnek össze, de ez nem kizárólagos, mindkét területen előfordulhatnak mindkét nem egyedei. A hímek gyakran a populáció élőhelyének perifériáján tartózkodnak, ők népesítik be elsőként az új területeket és csak szaporodási időszakban keresik fel a belső, régóta elfoglalt, sokszor védettebb, de ugyanakkor táplálékszegényebb területeken élő nőstényeket. Terjeszkedő populációk esetén a hím csoportok közti távolság meghaladhatja akár a 100 km-t is. Akadnak olyan idősebb hímek is, amelyek nemcsak a fő párzási időszakban, hanem az év más szakaszában is territóriummal rendelkeznek a nőstény területeken. Megfigyelték, hogy a territóriumukat csak időszakosan fenntartó hímek is gyakran évekig ugyanarra a területre térnek vissza. A mozgáskörzet, melyet egy állat a napi rutintevékenységei alatt bejár, a populáció szerkezetéből adódóan térben és időben meglehetősen eltérhet a nemek és egyedek között is. Általában néhány fontosabb helyből áll, melyek között az egyed táplálékszerzés és pihenés céljából folyamatosan ingázik. (Riedman és Estes, 1990)

1.2. Testfelépítés

A tengeri vidra a Mustelidae család egyetlen olyan tagja, amely teljes mértékben a tengeri élethez adaptálódott, életének nagy részét az óceán vízében tölti. A többi tengeri emlőshöz képest – amelyek 20-50 millió évvel ezelőtt tértek vissza a tengerbe – jóval később, csak 1-3 millió éve adaptálódtak a tengeri életmódhoz. Alkalmazkodásuk ezáltal jelentős mértékben különbözik a cetektől, tengeritehenektől és úszólábúaktól. A tengeri élettér meghódítását többek között a kültakaróban, csontozatban, érzékszervekben, termoregulációban, anyagcserében, mozgásban, táplálkozásban és a szaporodásban bekövetkező adaptív változások segítették elő. A továbbiakban a tengeri vidra testfelépítését, abban megjelenő adaptív tulajdonságokat mutatom be a teljesség igénye nélkül.

A tengeri vidra teste henger alakú, áramvonalas, a nemek testhossza és testtömege enyhe ivari dimorfizmus mutat. A nőstények átlagosan 100-140 cm hosszúak, tömegük 14-35 kg, míg a hímek 120-150 cm hosszúak és tömegük 22-45 kg. Rendkívül hajlékony állat, a kulcsont hiánya lehetővé teszi, hogy teste minden részét jól elérje bundája ápolása során. Farka rövid, lapított, ék alakban kihegyesedő. Igen izmos, hátsó végtagjain az ujjak kifelé haladva egyre hosszabbak – az ötödik ujj a leghosszabb –, közöttük úszóhártya feszül. Pihenéskor, valamint a táplálék elfogyasztása közben és a szőrzetápolás nagy részében a vízfelszínen, háton fekvé úszik, lehetőleg teste minél nagyobb részét kiemelve a vízből, amelynek a hőszabályozásban van fontos szerepe. Az előre haladáshoz a nagy felületű hátsó lábak megfelelő tolóerőt biztosítanak, a kormányzás pedig a farkkal történik. Felszín alatti úzás során teste hátulsó felét, farkát és hátsó végtagjait fel-le mozgatva dorsoventrális, unduláló mozgást végez. Ekkor a mellső végtagok behúzva, a hátulsók kinyújtva, összezártan helyezkednek el. Mellső végtagjait a táplálék elejtésére, felnyitására, és szőrméje tisztán tartására használja, úzásban nem játszik szerepet. Mozgása a szárazföldön esetlen, ezért mindig a víz közelében marad, hogy veszély esetén a lehető leggyorsabban el tudjon menekülni. (Riedman és Estes, 1990)

A tengeri vidra rendelkezik a világ legsűrűbb szőrzetével, mellső végtagjain akár 164.000 szőrszálát is találhatunk négyzetcentiméterenként. Azért van szüksége erre a rendkívül tömött bundára, mert a többi tengeri emlőstől eltérően nem rendelkezik vastag, bőr alatti zsírréteggel. A hőszigetelő funkciót a kétrétegű, sűrű, vízhatlan bundája tölti be, amely egy felszíni védőszőrzetből és egy annál is sűrűbb, rövidebb szőrszálakat tartalmazó alsó szőrzetből áll. A fedőszőrök megakadályozzák, hogy a hideg tengervíz – az alsó

szőrszálak között csapdába ejtett szigetelő levegőréteget tönkre téve – érintkezésbe kerüljön a bőrrel. A védelem hatékonyságát elősegíti a szőrmerevítő izmok hiánya is. A szőrzetápolás a szőrzet takarításából, igazgatásából, az elhullt szőrök eltávolításából, vízkiszorításból és a szigetelő levegőréteg befújásából áll. Ennek és a nagy kapacitású tüdőnek egyaránt fontos szerepe van az energiatakarékos lebegés biztosításában. Mivel csak a tiszta bunda szigetel megfelelően, ezért a fent említett tisztogató tevékenységek a napi rutin akár 15-20 százalékát is kitölthetik. A szőrszálak ingerlése fokozza a mirigyek váladéktermelését, mely váladékok a bundán eloszlatva szintén elősegítik a bőr szárazon tartását. A faj életmódjából adódóan a szőrzet folyamatosan cserélődik, nincsenek fő vedlési időszakok. Könnyen belátható, hogy amint bundája elveszíti hőszigetelő képességét – például olajszennyeződés következtében –, az állat rövid időn belül kihűl és elpusztul. (Riedman és Estes, 1990)

A tengeri vidra füle kicsi, jól zárható. Hallása átlagosnak tekinthető, a vokalizáció leginkább érzéseik kifejezésére szolgál, tehát jó szaglásuk mellett ennek is jelentős szerepe van az egyedek közti kommunikációban. Orrlyukai szintén zárhatóak, látása a vízfelszín felett és alatt egyaránt jó, mely a szem rendkívül fejlett akkomodációs képességének köszönhető. Szemei nem túl nagyok, a rossz fényviszonyokhoz és az éjszakai életmódhoz való alkalmazkodást a tapetum lucidum teszi lehetővé. (Riedman és Estes, 1990)

1.3. Táplálkozás

A tengeri vidra állandó testhőmérsékletének (39°C) fenntartása rengeteg energiát igényel, melyet a rendkívül gyors anyagcsere biztosít. Az állatnak naponta testsúlyának 20-25 százalékát kitevő táplálékmennyiséget kell elfogyasztania. Ebben rendkívül változatos étrendje és viszonylag jó merülési képessége segíti. Több mint 100 faj szolgálhat táplálékául, melyek között főként tengeri sünöket, tengeri uborkákat, kagylókat, csigákat, férgek, rákokat, halakat találhatunk. Nagy tüdőkapacitása, és jó úszása lehetővé teszi, hogy 2-3 percig is a felszín alatt maradhasson. A merülési idő és mélység azonban jelentősen függ az egyed méretétől és fizikai állapotától. A szervezet reoxigenizációja szempontjából az a legideálisabb, ha táplálkozás során mind a merülés, mind pedig a zsákmány elfogyasztása rövid ideig tart, a kettő sűrűn váltakozik. (Riedman és Estes, 1990)

Fogazata zúzásra, őrlésre módosult, így könnyebben össze tudja aprítani a rákokat, illetve a kisebb méretű, kemény héjjal rendelkező puhatestűeket. Táplálékát kivétel nélkül mindig a víz felszínén, hátán lebegve fogyasztja el. A nagyobb kagylókat sokszor egy

hasára elhelyezett kőhöz ütogeti mindaddig, amíg fel nem töri őket. Megfigyelték, hogy táplálékszerzés során a különböző felületekre igen erősen tapadt zsákmányt is gyakran kővel veregeti le gyors és erős mozdulatokkal. Eszközhasználata igen ritka tulajdonság az élővilágban, mely jól fejlett finommotoros képességet igényel. A halakat – a többi tengeri emlőssel ellentétben – nem szájával, hanem mellső végtagjával kapja el. Hónaljuk alatt lévő bőrredők segítségével több gerinctelen zsákmányt is képesek összegyűjteni egy táplálékszerző út alkalmával. A kiváló látás mellett, a fejen található érzékszőröknek és a fejlett taktilis érzékelésnek is fontos szerepe van a táplálék felkutatásában. A táplálkozás általában a napi rutin 30-40 százalékát teszi ki, táplálékszegény környezetben értelemszerűen ez megnövekszik, és olykor az éjszaka folyamán is elindulhatnak vadászni az egyedek. (Riedman és Estes, 1990)

A táplálkozás további jellemzőit és hatását az adott életközösségekre, a faj ökológiai szerepét bemutató fejezetben fejtem ki.

1.4. Szaporodás és életciklus

A tengeri vidra párzási időszaka, a szaporodási ciklus hossza, az újszülöttek száma és fejlettsége, valamint az utódgondozás módja és ideje mind jelentős mértékű adaptációt mutat a sokszor igen kedvezőtlen tengeri körülményekhez.

A párzási időszak – habár vannak fő periódusai – egész évben tart, ami azért is fontos, mert a nőstény évente maximum egy utódot tud világra hozni és felnevelni, mivel az utódgondozás időszaka fél évtől akár egy évig is eltarthat. Ha a fiatal kölyök például a viharos tél, esetleg táplálékhiány következtében idő közben elpusztul, akkor a nőstény az év bármely szakaszában rövid időn belül képes újra megtermékenyülni, ezáltal biztosítva a populáció stabilitását. A sokáig tartó és rendkívül energiaigényes utódnevelés időszakában – főleg addig, amíg a kölyök még egyáltalán nem tud gondoskodni magáról – a nőstények többnyire nem mutatnak hajlandóságot a párzásra, és nem hagyják el kicsinyüket azért, hogy párzási ciklusba lépjenek egy hímmel. Ezáltal a nőstény elkerüli azt a fenntarthatatlan helyzetet, hogy két kölyökről kelljen egyszerre gondoskodnia. Ez azért fontos, mert hosszú távon két utód táplálására, gondozására, tanítására nincs kapacitása az anyának, még akkor sem, ha azok eltérő korúak. (Riedman és Estes, 1990)

A hímek az év során általában több nősténnyel is párosodnak. Egy párzási ciklus napokig is eltarthat, néhány órás ismerkedéssel kezdődik, majd a többszöri párosodás után az állatok még akár több napig is együtt maradnak. A hímek ilyenkor őrzik a nőstényt, hogy az ne tudjon más hímekkel is párzani, amíg még megtermékenyíthető. Gyakran

megfigyelhető, hogy a párok egymás mancsát fogva alszanak, hogy az áramlás ne sodorja el őket egymástól pihenés során. Azok a hímek, amelyek a nagy kiterjedésű, bő táplálékforrást biztosító, viharoktól és egyéb zavarástól védett territóriumukat hosszabb ideig őrzik, nagyobb szaporodási sikerrel rendelkeznek. Tehát a vonzó territóriumok költséges fenntartása jelentős előnnyel járhat. A nőstények párválasztását azonban nem csak a territórium adottságai, hanem a hímek kora és mérete is befolyásolhatja. A hímek fején a szőrzet általában 6 éves kor körül kifehéredik, amely jellegre, úgy tűnik, ivari szelekció zajlik. A nőstények sokkal gyakrabban párosodnak az idősebb, fehér fejű, domináns hímekkel, ennek következtében a hímeknél szaporodási előnyt jelenthet a minél fiatalabb korban kialakuló fehér szőrzet. Ezért e tulajdonság esetén irányított szelekcióról beszélhetünk. (Garshelis és mtsai., 1984)

A nőstények reprodukív ciklusában megfigyelhető egyfajta változatosság az egyes alfajok - sőt olykor azonos alfajhoz tartozó populációk, illetve azon belül egyes egyedek - esetén, mely valószínűleg az eltérő földrajzi környezet, táplálékmenyiség és időjárási viszonyok, valamint a populációk eltérő denzitása következtében alakult ki. A Kaliforniában élő *Enhydra lutris nereis* többnyire évente világra hoz egy utódot, a reprodukív ciklusa 11-14 hónapig tart. A terhesség ideje leggyakrabban 4-6 hónap. Ezzel szemben, a nagyobb denzitású populációkban élő alaszakai *Enhydra lutris kenyoni* reprodukív ciklusa akár 2 évig is eltarthat, ennek oka valószínűleg az, hogy a sűrűbb populációban kevesebb táplálék áll az egyedek rendelkezésére. A táplálékhiány okozta stressz pedig késleltetheti az ösztrozt, a beágyazódást, valamint vetéléshez vezethet. Annak ellenére, hogy egész évben jelen vannak újszülöttek a populációkban, jól megfigyelhető, hogy a napsütéses, kevésbé viharos nyári hónapokban születik a legtöbb utód. Megfelelő táplálás mellett pedig ezek a fiatalok már nagy eséllyel át tudják vészteni a következő telet. A fiatal nőstény egyedek 3-4 éves korukra válnak ivaréretté és átlag 15-20 évet élnek, míg a hímek csak 1-2 évvel később lesznek szaporodóképesek és átlagosan 10-15 évig élnek. (Riedman és Estes, 1990)

A populáció élőhelyének nőstény és hím területekre különülése valószínűleg a táplálék limitáció következménye. A nőstények amennyiben az utódnevelésre alkalmas területet találnak, akkor csak nagyon ritkán állnak tovább, nem vállalnak felesleges kockázatot. Ezzel szemben a hímeknél előnyös viselkedésnek bizonyult a vándorlás, mivel így lehetőségük nyílik új, táplálékdús, de utódnevelésre kevésbé alkalmas, nyíltabb, mélyebb területek meghódítására. Ezt tekinthetjük egyfajta forráselosztásnak a nemek között az adott populációban. (Garshelis és mtsai., 1984)

A család többi tagjával ellentétben a tengeri vidra egyszerre csak egy utódot hoz világra. Szintén egyedülálló módon a kölyök fejletlen, nyitott szemmel születik, ennek ellenére rendkívül sok törődést igényel. A nőstények általában a vízben, teljesen elszeparálódva szülik meg kicsinyüket. Ebből a szempontból jobban alkalmazkodtak a tengeri életmódhoz, mint az úszólábúak, melyek csak a parton vagy jégtáblán képesek életet adni utódaiknak. Az anyák kezdetben félrevonultan élnek újszülöttükkel, így nem kell versengeniük a fajtársakkal a táplálékért, illetve ez védi is a kicsit a fajtársak okozta egyéb stressztől. Később a pár csatlakozhat anyákból és nagyobb kölykeiből álló csoportokhoz. (Riedman és Estes, 1990)

Egy anyának folyamatosan figyelnie kell arra, hogy a kicsi bundája megfelelően legyen ápolva, vízhatlan maradjon, ezért folyamatosan takarítja, kiszorítja belőle a vizet és levegőt fúj bele. Ezáltal a kölyök könnyedén tud lebegni a víz felszínén, amíg ő vadászik, és a jó szigetelést biztosító levegőréteg megvédi az állatot a kihűléstől. Barnamoszat erdőkben élő populációkban az anya gyakran tekeri körbe a kölykét moszattal, így nem viszi el az áramlat, amíg ő visszatér a merülésből. Amikor az anya nem tisztálkodik vagy vadászik, akkor a fiatal kölyköt szinte kivétel nélkül mindig a hasán hordozza, így pihennek, úsznak és így ápolja annak szőrzetét is. Ez biztosítja, hogy ne sodródjanak el egymástól, és hogy a kölyök minél kevesebb időt töltsön a hideg vízben. Az újszülött bundája a 13. hét után cserélődik ki a felnőttekre jellemző szőrzetre, melynek ápolását a kölyök folyamatosan sajátítja el anyjától. Az önálló úszást, merülést és a zsákmány kiválasztását, továbbá megszerzésének módját is anyjuktól tanulják el. Ezek alapján könnyen belátható, hogy már egy utód felnevelése is rendkívül sok energiát igényel. A nagyon ritka ikerszülések esetén is megfigyelték, hogy az anya csak az egyik kölyköt kezdi el szoptatni és gondozni, a másikat legtöbb esetben magára hagyja. Az intenzív szoptatás általában 3-4 hónapig tart, ezalatt a kicsi fokozatosan áttér a szilárd táplálék fogyasztására. Az anyatej a többi tengeri emlőséhez hasonlóan nagyon magas zsírtartalmú, amely szintén egy eltérés a menyétféléktől. A magas zsír-és fehérjetartalom fedezi az utód nagy energiaigényét és elősegíti a szövetek gyors növekedését, melyre nagy szüksége van az életben maradáshoz. (Riedman és Estes, 1990)

Elmondhatjuk tehát, hogy a tengeri vidra szaporodásában jól fellelhetőek a tengeri életmódhoz való adaptáció kapcsán létrejött változások. Ezek közül kiemelt fontosságú a reprodukciós ciklus jó alkalmazkodó képessége, a rendkívül magas szintű utódgondozás, valamint az újszülött fejlettsége és energiadús táplálása, melyek nélkül a faj nem lett volna képes hatékonyan elterjedni a tengeri környezetében.

2. A tengeri vidra rendszertana

A tengeri vidra (*Enhydra lutris*) az állatok (Animalia) országán belül a gerincesek (Chordata) törzsébe tartozó faj. Az emlősök (Mammalia) osztályán belül a ragadozók rendjébe (Carnivora), ezen belül pedig a menyétfélék (Mustelidae) családjába és a vidraformák (Lutrinae) alcsaládjába nyert besorolást.

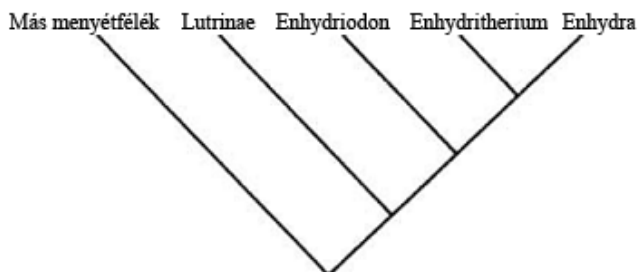
2.1. Evolúció

Annalisa Berta és Gary Morgan szerint az evolúció során két leágazása volt az ősi fajnak. Az egyik egy kihalt nemhez, az *Enhydriodon*-hoz vezet, míg a másik a kihalt *Enhydritherium*-hoz, valamint a jelenleg élő *Enhydra* nemhez. (1. ábra) A kihalt nemeket főleg a fogazat morfológiája alapján

azonosították. Mindhárom nemre jellemző, hogy tépő fogazatuk jelentős mértékben aprító funkció betöltésére módosult. Az

Enhydriodon fosszílák Euráziából és Afrikából származnak, három jól leírt

fajjal. Az *E. sivalensis* fossziliája a Pliocén korból, az *E. falconeri* pedig a késői Miocén korból származik India területéről, míg az *E. africanus* leletekre Afrikában találtak rá. Eddig kevésbé ismert faj az *E. latipes*, amely feltehetőleg a késői Miocén korban élt a mai Görögország területén, valamint az *E. reevei*, melynek maradványaira Angliában leltek rá, és feltételezhetően a késői Pliocén korban élt ezen a területen. Az *Enhydritherium* nemben belül két fajt írtak le, az *E. Iluecai* késői Miocén korból származó leleteit Spanyolországban találták meg, míg az *E. terraenovae* a késői Miocéntól a Pliocén közepéig élhetett Florida és Kalifornia területén. Jelenleg úgy gondolják, hogy az *Enhydritherium-Enhydra* leszármazási vonal kétség kívül az Óvilágból eredeztethető, bár egyelőre nem ismert az Észak-Amerikába vándorlás útvonala. Egyik lehetséges, Berta és Morgan által legvalószínűbbnek tartott magyarázat, hogy az egyedek az Atlanti-óceán északi peremén jutottak át Európából Észak-Amerika keleti partvidékére. Mivel az *Enhydritherium* leletei kizárólag tengerparti környezetből kerültek elő, Berta és Morgan arra a következtetésre jutott, hogy az *Enhydritherium* populációi nem a kontinens belsejét érintő, hanem epikontinentális útvonalon, Közép-Amerika partjain át jutottak el a kontinens nyugati részére. Más feltételezések szerint Euráziából érkeztek az állatok a



1. ábra. A Lutrinae alcsalád kladogramja
(Berta és Morgan, 1985)

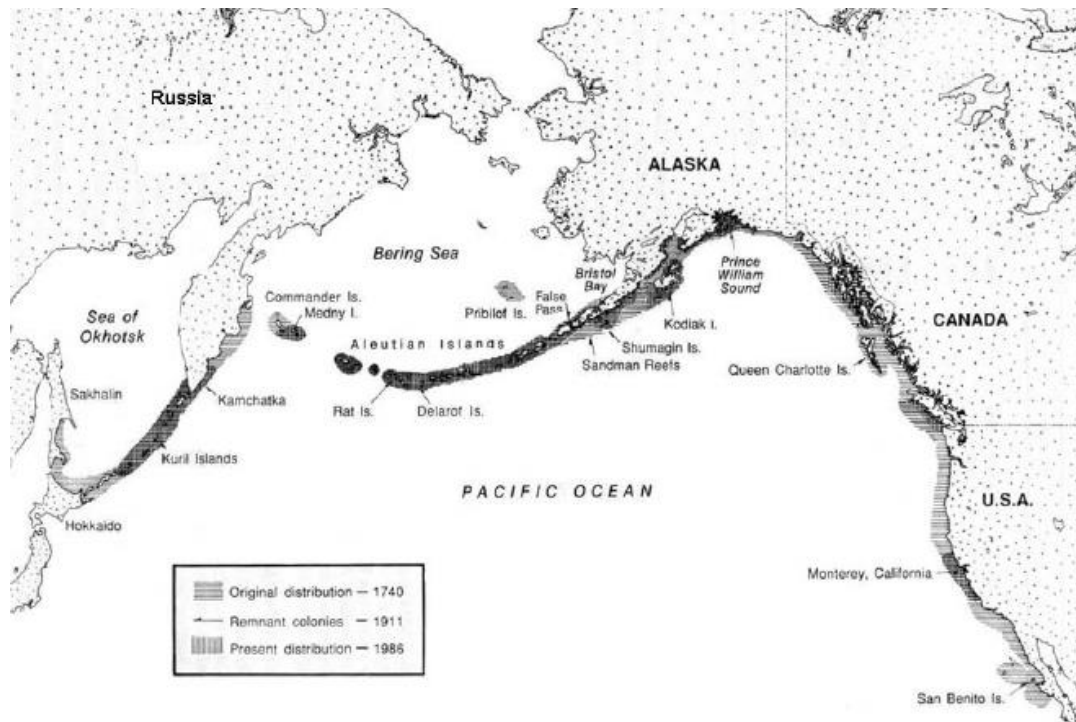
Bering-földhídon keresztül és innen terjedtek tovább a Csendes-óceán partvidékéről az atlanti-óceáni élőhelyekre Közép-Amerikán keresztül 6-8 millió évvel ezelőtt. További feltevések szerint az *Enhydriodon reevei* az Észak-Atlanti-óceánból az Észak-Csendes-óceánba a Jeges-tenger mentén jutott el. Az *Enhydra* fajok megjelenését a korai Pleisztocén korra becsülik, jelenleg egy élő faj, az *Enhydra lutris* tartozik ebbe a nembe. (Berta és Morgan, 1985)

Valószínűleg két fontos tényező tette lehetővé, hogy a faj a tengerparti környezet gerinctelen élővilágának egyik legfontosabb predátorává váljon. Az egyik ilyen tényező az lehetett, hogy a késő Kainozoikumban történő globális lehűlést követően a 20-22°C-os téli minimum izoterma az északi szélesség 50 fokáról áttevődött az északi szélesség 23 fokára. A hőmérsékleti zónák déli irányba történő elmozdulását a feláramló, tápanyagban gazdag víztömegek is követték, így a barnamoszat erdők is megjelenhettek ezeken a délebbi területeken, amelyek ezáltal kedvező élőhelyet biztosítottak a tengeri vidrák számára. A másik jelentős tényező, mely lehetővé tette a tengeri vidrák széles körű elterjedését, a rozsmárfélék Pliocén korban történő tömeges kihalása volt. A hasonló élőhelyet benépesítő versenytársak kihalása lehetővé tette, hogy az *Enhydritherium-Enhydra* leszármazási útba tartozó fajok új területeket népesítsenek be a partvidékeken. (Riedman és mtsai., 1990)

2.2. Alfajok és elterjedési terület

A tengeri vidrák (*Enhydra lutris*) egykor a Csendes-óceán északi partvidékeinek jelentős területét benépesítették, Mexikótól egészen Hokkaido szigetéig. (2. ábra)

Karl Kenyon becslései szerint a felfedezések előtti időkben még 100-150 ezer példány élt ezen a területen, míg Ancel Johnson 300 ezer egyedet feltételez. (Anderson és mtsai., 1996) Rendkívül vastag bundájukért azonban majdhogynem kihalásig vadászták őket az 1700-as, 1800-as években. A folyamatnak az 1911-ben létrehozott nemzetközi egyezmény, az International Fur Seal Treaty vetett véget, mely hivatalosan is betiltotta vadászatukat. Ekkorra mindössze néhány populáció maradt fenn Oroszország, az Egyesült Államok és Kanada egyes területein. Az 1970-es évekre azonban sikeresen újra kolonizálták az eredeti élőhelyük nagy részét. Mindenkori elterjedésüket és populációik nagyságát jelentősen befolyásolja az olaj és egyéb antropogén eredetű szennyezettség, az orvvadászat, a halászok ellenérdekeltsége, betegségek, a ragadozók abundanciája, valamint északon az állandó jégtakaró. Ezek következtében a tengeri vidrák jelenleg az IUCN vörös listáján védett fajként szerepelnek. (Doroff és mtsai., 2011)



2. ábra: A tengeri vidrák hajdani és jelenlegi elterjedési területe. A nyilak a 20. század elejére fennmaradt populációkat jelzik. (Doroff és mtsai., 2011)

Don Wilson és munkatársai 304 egyed koponyáját vizsgálva húsz morfológiai bélyeg alapján három alfajt különböztettek meg egymástól. Az *Enhydra lutris lutris* előhelye Kamcsatka, valamint a Kuril- és Parancsnok-szigetek, az egyedek viszonylag nagy méretük, széles koponyájuk és rövid orrcsontjuk alapján jól azonosíthatóak. Az *Enhydra lutris kenyoni* az Aleut-szigeteken terjedt el, valamint egyes sikeresen betelepített populációival Washington állam és Brit Columbia területein is találkozhatunk. Az egyedek az előbb említett alfajnál valamivel kisebbek, koponyájuk rövidebb, orrcsontjuk és állkapcsuk viszont hosszabb. A legkisebb méretű alfaj az *Enhydra lutris nereis*, amely Kalifornia partvidékein él. Ennek az alfajnak van a legrövidebb, legkeskenyebb koponyája, valamint a leghosszabb orrcsontja és a legkisebb fogai. Többnyire hiányzik a másik két alfajnál megtalálható foramen supraorbitale. A legnagyobb különbség a három alfaj között az állkapocs hosszában figyelhető meg, mely az *E. lutris kenyoni* esetében a leghosszabb, ezt követi az *E. lutris lutris*, majd az *E. lutris nereis*. (Wilson és mtsai., 1991)

Angela Doroff és munkatársai szerint a Parancsnok-szigeteken élő populáció 2011-re elérte egyensúlyi denzitását, míg Kamcsatka mentén az északra terjedést a jég korlátozza. A Kuril-szigetek északi részén 2003 óta csökken a populáció mérete, míg a középső részeken feltehetőleg már elérte egyensúlyi denzitását, a szigetvilág déli részén pedig növekszik a populációméret és az általuk benépesített terület nagysága. 2007-es adataik

alapján, az Oroszország területein élő egyedek számát 22500 példányra becsülték. Hokkaido keleti részén is megfigyeltek példányokat, de ezek valószínűleg a Kuril-szigetek déli részéről vándoroltak ide, nem pedig egy eredetileg itt élő populáció tagjai. Az 1. táblázat az egyes *E. lutris lutris* populációk egyedszámát mutatja 2007-es felmérések alapján. (1. táblázat) Az Alaszkában élő populációk 3 csoportba oszthatóak genetikai illetve morfológiai eltérések alapján. Az Alaszka déli részének nyugati (Aleut-szigetek) és középső (Prince William-szoros) területein élő állományok a prémkereskedelem előtti időkből maradtak fenn, míg a keleti állomány az 1965 és 1969 között, a nyugati és a középső területekről betelepített egyedek leszármazottai. Ez utóbbi populáció gyarapodása az 1980-as évektől növekvő tendenciát mutat. Az Aleut-szigeteken jelentős csökkenésnek indult a populáció az 1980-as évek végétől kezdve, míg a Prince William-szoros populációja relatíve stabil. 2000-2004-es adatok alapján, az alaszakai térségben összesen 73329 példányra becsülték az egyedszámot. A 2. táblázat az Alaszka délnyugati részén, a 3. táblázat a középső területeken, a 4. táblázat pedig a délkeleti részen élő *E. lutris kenyoni* populációk egyedszámát mutatja 2000 és 2004 közötti felmérések alapján. (2-4. táblázat) A kanadai Brit Columbia területére 1969 és 1972 között telepítették vissza a fajt Alaszkából, a populáció nagyságát minimum 3185 egyedre becsülik, és bár a populáció egyedszáma nő, de a növekedés mértéke egyre inkább csökken. Az Aleut-szigetéről Washingtonba 1969 és 1970 között történt az újratelepítés, 2006-ban 790 egyedet számoltak a térségben, amely az 1989-es adatokhoz viszonyítva a populáció növekedését jelzi. A Kaliforniában élő egyedek egy, az 1800-as évek végére életben maradt kicsi, körülbelül 50 egyedből álló populáció leszármazottai, számukat 2007-es adatok alapján 3026 példányra becsülték, azonban a populáció növekedési rátája igen alacsony, és fluktuáló. A San Nicolas-sziget partjaira 1987-ben betelepített, 2005-ben 40 egyedre becsült populáció jelenleg növekedést mutat. (Doroff és mtsai., 2011)

Az 1970-ben Alaszkából Oregon két területére történő betelepítés azonban nem járt sikerrel, a 93 betelepített egyed nem hozott létre stabil populációt, 1982-ben már egy állatot sem találtak a területeken. Kim Valentine és munkatársai mitokondriális DNS vizsgálatokat végeztek olyan egyedek maradványain, amelyek még a tömeges prémvadászat előtti időben Oregon területén éltek, és összehasonlították a ma élő alfajok adataival. Megállapították, hogy az oregoni minták nagyobb hasonlóságot mutatnak a kaliforniai egyedekkel, mint az Alaszkában élő alfajjal. Ez alapján arra a következtetésre jutottak, hogy Kaliforniából valószínűleg nagyobb sikerrel járna a betelepítés Oregon

területére, mert az állatok hatékonyabban tudnának alkalmazkodni az új környezethez. (Valentine és mtsai., 2007)

Shawn Larson és munkatársai azonban oregoni, washingtoni és kaliforniai maradványok 5 mikroszatellita lókuszának vizsgálata alapján úgy gondolják, hogy a nagy vadászat előtti időkben élt oregoni populáció felé a génáramlás főleg északról, Washington felől volt jelentős. (Larson és mtsai., 2012) A két eredmény közti különbséget talán az okozta, hogy az oregoni populáció nőstényeinek egy része délről származhatott, a hímek viszont északról. Valentine és mtsai. mitokondriális DNS vizsgálatokat végeztek, amely anyai öröklődésű, ezért kaphattak eltérő eredményt. Továbbra sem egyértelmű tehát, hogy miért nem járt sikerrel a betelepítés az oregoni területekre, és további vizsgálatokra van szükség, hogy kiderüljön a terület valóban egy hibrid zóna volt-e.

2.3. Genetikai diverzitás

Mint azt már korábban említettem, a 19. század végére mindössze néhány elkülönült, kis populációja maradt fenn a fajnak. A rendkívüli egyedszám csökkenés és az egyes fennmaradt populációk közti nagy távolságok korlátozta génáramlás a genetikai változatosságot jelentős mértékben csökkentette. Ez utóbbi pedig elkerülhetetlen ahhoz, hogy egy adott populáció jól tudjon alkalmazkodni a változó környezeti körülményekhez, valamint felvehesse a versenyt ragadozóival és a számára veszélyt jelentő patogénekkal.

Aguilar és munkatársai 25 mikroszatellita lókuszt vizsgáltak, melyből 14 volt variábilis a kaliforniai populációban, és 12 az alaskaiban, és ezek közül 10 darab volt megtalálható mindkét populációban. Három MHC gént vizsgálva arra a következtetésre jutottak, hogy ez utóbbi gének variabilitása a többi vizsgált emlős fajhoz viszonyítva – ahol ezek a legvariábilisabb kódoló gének közé tartoznak – nagyon alacsony mind a három vizsgált populáció (kaliforniai, Prince William-szoros, amchitkai) esetében. A három gén közül az egyiknek mindössze egy allélja volt jelen a populációkban, míg a másik kettő génnek is csak két-két allélja fordult elő. A fő hisztokompatibilitási komplex (MHC) géneinek jelentős szerepe van az immunválasz szabályozásában, a paraziták és patogének elleni széleskörű védekezésben. Az alacsony genetikai változatosság csökkenti a védekező képességet és az evolúciós versenyképességet is. Ezért is kiemelt fontosságú a faj populációdinamikai változásainak folyamatos vizsgálata, és az egyedek védelme. A kutatók – korábbi feltételezésekkel ellentétben – vizsgálataik alapján úgy gondolják, hogy ez az alacsony genetikai változatosság valószínűleg már a 18-19. századi tömeges vadászat

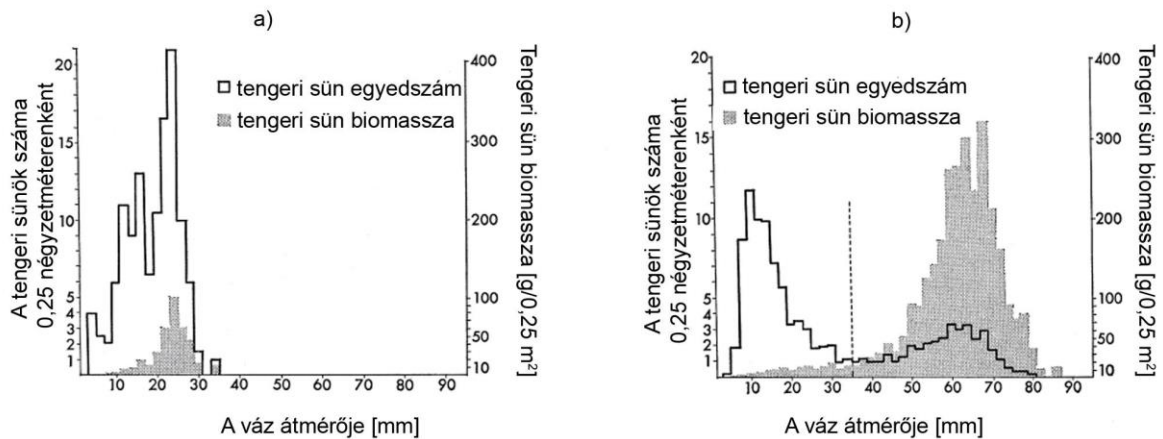
előtti időkben is fennállt, és nem pusztán az akkori fragmentálódás következménye. (Aguilar és mtsai., 2008).

Larson és munkatársai szintén vizsgálták a genetikai változatosságban létrejött eltéréseket 5 mikroszatellita lókuszon alapján. Öt, a szörmekereskedelmet közvetlenül megelőző időben élt populáció maradványait (Kalifornia, Oregon, Washington, Alaszka, és Oroszország területén talált leleteket) és öt jelenlegi populációt (Kalifornia, Prince William-szoros, Amchitka, Délkelet-Alaszka, és Washington területén élő egyedeket) vizsgáltak. Arra a következtetésre jutottak, hogy a modern populációk heterozigóciája jelentős mértékben lecsökkent és a vizsgált lókuszon alléljainak több mint 66 százalékát elvesztették, mikor a kihalás szélére kerültek. Ez annak tudható be, hogy 99 százaléka a faj egyedeinek elpusztult, a maradék 1 százalék pedig elkülönült populációkban maradt fenn, köztük pedig a génáramlás rendkívül korlátozott volt a túl nagy távolságok miatt. A kutatók arra is rámutattak, hogy jelenleg a legdiverzebb, legmagasabb növekedési rátájú, és legfejlettebb példányokat tartalmazó populáció a délkelet-alaszkai, amelyet Amchitka és a Prince William-szoros területeiről betelepített egyedekből hoztak létre. Azáltal, hogy az egyedek különböző területekről származtak, létrejöhetett némi génáramlás, nőhetett a változatosság, és ezáltal az alkalmazkodóképesség is. A továbbiakban tehát mindenképpen javasolt akár mesterséges úton is elősegíteni az egymástól távolabb élő populációk kapcsolatba kerülését a genetikai változatosság növelése céljából. (Larson és mtsai., 2012)

3. A tengeri vidra ökológiai szerepe

A tengeri vidra a partközeli életközösségek kulcsfaja, jelentős szereppel bír annak formálásában. Az egyedek napi energiaigénye rendkívül magas, így az elfogyasztott táplálék mennyisége meghaladhatja testsúlyuk 30 százalékát is. Száznál is többféle állat szolgálhat táplálékául. Az ügyes és érzékeny mellső végtagok, valamint a zúzásra, őrlésre alkalmas fogazat és a fejlett eszközhasználat lehetővé tették a gerinctelen, sok esetben kemény külső vázzal rendelkező zsákmány hatékony felkutatását, elejtését és elfogyasztását. Táplálkozása révén közvetlenül csökkenti a bentikus gerinctelen élőlények abundanciáját, melynek következtében közvetett hatása van a makroalgák elterjedésére. Ezek alapján feltételezhetően jelentős szerepet játszhatott több faj evolúciós folyamatában is. Mivel a tengeri vidrák herbivorokkal való táplálkozása csökkentette a szelekciós nyomást, ezért az észak-csendes-óceáni területeken élő barnamoszat fajok esetén sokkal gyengébb kémiai védekezés alakult ki a növényevőkkel szemben. Ennek következtében pedig az itt élő gerinctelen herbivorok is érzékenyebben reagálnak a magas fenol-tartalmú vegyületekre. Ezzel szemben, a tengeri vidráktól mentes ausztrál partvidékeken élő barnamoszat fajok védekezésként igen magas fenol-tartalmú vegyületeket halmoznak fel, ezeket viszont az őket fogyasztó gerinctelenek sokkal jobban tolerálják. Evolúciós fegyverkezési verseny alakult ki, amely a két csoport koevolúciójához vezetett. (Riedman és Estes, 1990)

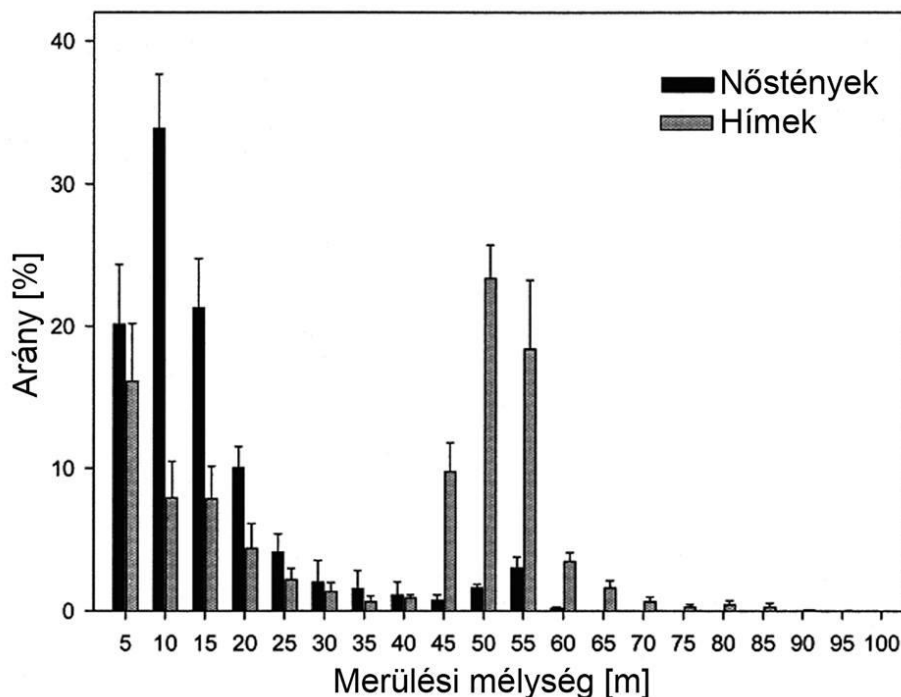
Több esetben megfigyelték, hogy amint megjelentek a tengeri vidrák egy adott területen, egyes tengeri sün fajok denzitása és mérete jelentősen csökkent, olykor teljesen eltűntek, vagy mélyebb részekre, odúkba és hasadékokba húzódtak vissza. (3. ábra) Feltételezhetően a mélyebben élő, kisebb méretű zsákmány elejtése már nem eredményezett pozitív energia egyensúlyt, tehát nem volt kifizetődő a ragadozók számára. A méret szerinti szelekció tehát ez esetben a kisebb méretű egyedek, illetve a gyors regenerálódásra képes populációkat alkotó fajok elterjedésének kedvezett. (Estes és Palmisano, 1974)



3. ábra: A tengeri sünök méret szerinti eloszlása, és az egyes méretek biomasszája 0,25 négyzetméterenként a) Amchitka szigetén élő, nagy denzitású tengeri vidra populáció esetén és b) Shemia szigetén, tengeri vidráktól mentes élőhelyen. (Estes és Palmisano, 1974)

Mindemellett a tengeri vidrák hatékonyan limitálják egyes kagylók (például *Tivela stultorum*, *Mytilus californianus*, *Mytilus edulis*), csigák (például *Haliotis spp.*), rákok (például *Metacarcinus magister*) populációinak elterjedését is. Azáltal, hogy megakadályozzák egyes fajok túlszaporodását egy adott élőhelyen, jelentős területek válnak elérhetővé a többi, kevésbé versenyképes bentoszi élőlény számára. Gyakran mutatkozik eltérés a hímek és a nőstények, valamint a fiatalok által preferált táplálékok között. A kicsinyüket etető nőstények és a fiatal egyedek általában könnyen elejthető, tömegesen jelen levő, ezáltal könnyen észrevehető állatokat fogyasztanak, melyek tápértéke azonban viszonylag alacsony. Ezzel ellentétben a felnőtt hímek és azok a nőstények, melyeknek nincs kölykük, inkább a nehezebben elejthető, de ugyanakkor nagyobb tápértékű zsákmányt preferálják. Ezáltal a hím és nőstény áréak élőlényközössége jelentősen el is térhet egymástól. (Riedman és Estes, 1990)

Fontos különbség mutatkozik meg a populációk, nemek, egyedek szintjén abban, hogy milyen mélyre képesek merülni egyes táplálékszerző útjuk alkalmával. Ennek a képességnek pedig jelentős szerepe van az adott élőhely élőlényközösségének formálásában. James Bodkin és munkatársai Alaszka délkeleti részén 14 egyed merüléseit vizsgálták. A táplálékszerzések során elért mélységek többsége 2 és 30 méter közé esett, de főleg hímeknél gyakran megfigyeltek ennél mélyebb merüléseket. 55 méternél mélyebben lévő tengerfenékről viszont már csakis nagyon ritkán szereztek táplálékot. (4. ábra) Ezekben a mélységekben tehát már jelentősen lecsökkent a gerinctelenekre kifejtett predációs nyomásuk.



4. ábra: Táplálékszerzések során elért átlag merülési mélységek eloszlása 9 nőstény és 5 hím vizsgálata alapján. A mélység kategóriák nullától kezdve 5 méterenként nőnek. Csak 5 olyan merülést jegyeztek fel, amely 90 méternél mélyebb volt.

(Bodkin és mtsai., 2004)

Összesen 1251 merülést vizsgálva megállapították, hogy körülbelül 90 másodpercig tartottak, ennek nagy részében (~63 másodperc) pedig a tengerfenéken tartózkodtak az egyedek. A lemerülések és feljövetelek sebessége igen gyors volt, átlagosan 1 m/s. A nőstény merülések átlag mélysége 9,7 m ($\pm 1,1$) volt, míg a hímeké 22,4 m ($\pm 2,1$). A sekélyebb részekben táplálkozó nőstények rövidebb ideig és jóval több alkalommal merültek le táplálék után kutatva, viszont arányban véve több időt tudtak az aljzat közelében tölteni mint a mélyebb területeken vadászó nőstények és hímek. Ebből arra következtettek, hogy a mélyebb területeken jóval több, könnyen fellelhető és nagyobb tápértékkel rendelkező zsákmány állhat rendelkezésre, ezáltal előnyössé válhat fogyasztásuk annak ellenére, hogy minél mélyebb egy merülés, annál költségesebb az egyedek számára. Mindemellett jelentősen több időt kell a merülések között pihenésre és szőrzetápolásra fordítaniuk, valamint a táplálék elfogyasztása is több időt igényel. Ezekből az összefüggésekből egyértelműen megállapítható, hogy a merülések mélységéből sok esetben következtetni lehet az egyedek kondíciójára is, a jobb fizikummal rendelkező, egészségesebb egyedek lesznek képesek a mélyebb tengerfenék felkutatására. (Bodkin és mtsai., 2004)

Ezekhez hasonló következtetéseket vont le Kristin Laidre és Ronald Jameson is, akik a washingtoni populációt tanulmányozták. Ők is jelentős összefüggéseket találtak a merülések ideje és száma, valamint a táplálékok mérete és mennyisége, és az elfogyasztásukhoz szükséges idő között. Továbbá megállapították, hogy az újonnan elfoglalt területeken az étrend kezdetben csak kevés tápláléktípusból (túlnyomó részt tengeri sünökből) állt, melyek könnyen megszerethetőek, nagyok és energiadúsak voltak. Az idő folyamán azonban, ahogy ezek mennyisége egyre inkább lecsökkent, a tengeri vidrák áttértek egy sokkal diverzebb étrendre. Ennek a táplálkozásmódnak köszönhető az, hogy a tengeri vidrák elterjedése egy adott élőhelyen szinte azonnal elősegítheti a makrofitonok megjelenését, mivel táplálkozásukban a herbivorok döntő szerepet játszanak mindaddig, amíg azok egyedszáma jelentősen, vagy akár teljesen le nem redukálódik. (Laidre és Jameson, 2006)

Az *Enhydra lutris* általánosságban generalista fajnak tekinthető, abból a szempontból, hogy több mint száz féle állat szolgálhat számára táplálékkul. Azonban egyedenként jelentős eltérés mutatkozhat az étrendben az alapján, hogy a széles választékból melyik az a néhány faj, melyet az állat általában egész élete során előnyben részesít. James Estes és munkatársai többek között ezeket az egyedek közötti táplálkozási különbségeket vizsgálták 1983 és 1990 között 10 felnőtt kaliforniai nőstény megfigyelése alapján. Továbbá 1985 és 1990 között 11 anya-kölyök pár vizsgálatával megállapították, hogy az utódok táplálék preferenciája nagymértékű hasonlóságot mutat az anyjukéval. A tengeri vidrák egyéni étrendjét viszonylag könnyű megfigyelni, mivel minden táplálékukat a vízfelszínen fogyasztják el. A nőstények különösen alkalmasak a vizsgálatokra, mivel többnyire ugyanazokon a területeken élnek egész életükben. A specializáció folyamata jelentősen függ attól, hogy milyen források állnak rendelkezésre abban az időszak, amikor az anya önálló zsákmányszerzésre tanítja kölykét. A vidrák által fogyasztott táplálékforrások mennyisége jelentősen ingadozhat, így az éppen jelentős egyedszámban jelen levő, anya által is nagymértékben fogyasztott fajokra alakulhat ki preferencia. Ugyanakkor jelentősen befolyásolhatja a specializációt az is, hogy az adott populáción belül hány egyed fogyasztja még ugyanazokat a forrásokat. Annál kedvezőbbé válik egy adott táplálék preferálása, minél kevesebben redukálják annak mennyiségét. Tehát az egyed számára előnyt jelenthet, ha olyan táplálék fogyasztására specializálódik, amelyet a fajtársak nem preferálnak. Az egyes egyedek étrendje szignifikánsan eltérhet azokban a nagy denzitású populációkban, amelyekben a táplálékmennyiség limitáló tényezőként jelenik meg. A kezdetben tömegesen jelen levő néhány fő táplálékforrás az idő folyamán

jelentős mértékben megfogyatkozhat a növekvő predációs nyomás következtében. Ezáltal a populáció egyre többféle, eddig kevésbé preferált tápláléktípust kezd el fogyasztani, melyek felkutatása és kezelése eltérő képességeket igényelhet. Azonban az egyedek nem tudják megfelelő szinten elsajátítani az összes tápláléktípus hatékony megszerzésének technikáját, tehát többnyire néhány típus elejtésére specializálódnak. A megjelenő különbségek pedig jelentősen befolyásolhatják az egyedek rátermettségét, növelhetik a trofikus kapcsolatok diverzitását, valamint nagy hatással lehetnek a táplálékhálózat dinamikájára. Egy adott populációban az egyedek táplálékszerzési mintázatában megjelenő különbségek hosszú távon csak úgy maradhatnak fenn, ha az adott mintázatot kifejező egyedek egymáshoz képest nem tesznek szert jelentős előnyre. (Estes és mtsai., 2003)

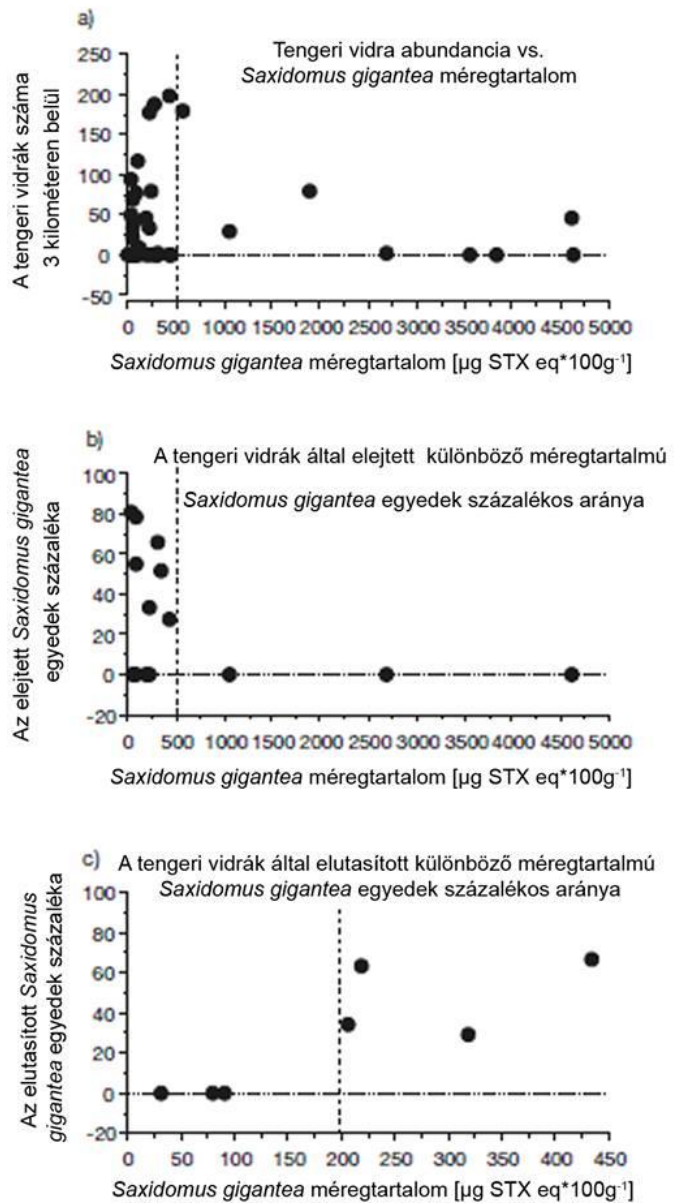
Seth Newsome és munkatársai a kaliforniai populáció vizsgálatokor stabil szén ($\delta^{13}\text{C}$) és nitrogén ($\delta^{15}\text{N}$) izotóp értékeket használtak az előzőekben kifejtett egyedenkénti specializáció kimutatásához. Ez az eljárás arra alkalmas, hogy kimutassa az étrend egyed- és populáció-szintű változatosságát, az egyedek közti különbséget, valamint egy adott egyed táplálkozási szokásának esetleges időbeli megváltozását. A vizsgálatok során három feltételnek kellett teljesülnie, először is a tápláléktípusoknak eltérő izotópos értékkel kellett rendelkezniük, másodsor ennek az értéknek időben állandónak kellett maradnia, harmadrészt a vizsgált fogyasztónak rendelkeznie kellett egy folyamatosan növekedő, de anyagcsere szempontjából inert szövevvel. Mivel a tengeri vidrák igen sokféle táplálékot fogyasztanak és viszonylag állandó mozgáskörzettel rendelkeznek, ezért vizsgálatuk során az első két kritérium könnyen teljesülhet, továbbá bajuszszőreik alkalmasak a szöveti meghatározásokra. Az egy egyedhez tartozó bajuszszőr minták között mindössze átlagosan 28%-os eltérést mutattak ki a kutatók, ami arra utal, hogy az elfogyasztott tápláléktípusok relatív aránya nem változik nagymértékben az idő előrehaladtával. Ezzel szemben az eltérő egyedektől származó szőrök esetén ez az eltérés 48%-os volt, ami jól bizonyítja az eltérő táplálékforrásokra történő specializálódást. Mivel a kutatók igen hasonló megállításokra jutottak, mint az eddigi vizuális megfigyeléseken, széklelelemzésen és rádiós nyomkövetők használatán alapuló vizsgálatok során, ezért ez a fajta vizsgálati módszer nagy jelentőséggel bírhat az eddigi módszerekkel kevésbé megfigyelhető fajok táplálkozási szokásainak pontos meghatározásában. (Newsome és mtsai., 2009)

Azt, hogy egy adott zsákmány mekkora szerepet tölt be a tengeri vidrák étrendjében jelentősen meghatározhatja toxintartalma is. Rikk Kvitek és Carrie Bretz az Alaszka délkeleti részén élő tengeri vidra populációk étrendjében bekövetkező változásokat vizsgálta.

Azt tapasztalták, hogy egyes igen erős toxinokat felhalmozó prédák, például a *Saxidomus gigantea* esetén, a predátorok megváltoztathatják táplálkozási szokásaikat. A káros algavirágzások során keletkező rendkívül erős, sok esetben tömeges pusztulást okozó

toxinok felhalmozódása a táplálékláncban igen jelentős következményekkel jár a terület élővilágára nézve. A *Saxidomus gigantea* nagy koncentrációban képes a leghalálosabb paralitikus algatoxinok (PSPT), ezek közül is a saxitoxin (STX) felhalmozására, és több mint egy évig raktározhatja is a mérget. A kísérlet során kimutatták, hogy azokon az élőhelyeken ahol a kagylók nagy

tömegben elérhetőek voltak, viszont magas koncentrációban tartalmazták a mérgeanyagokat (>500 µg STX eq/100 g), teljesen lekerültek a vidrák étlapjáról. Ennek következtében kisebb, alacsonyabb tápértékű fajok válhattak a fő táplálékforrássá. Mivel sok esetben az adott területen tömegesen előforduló, magas tápértékű fajok válnak toxikussá, ezért ezeknél a közepes mérgeartalom (200-500 µg STX eq/100 g) még nem csökkenti jelentős mértékben a predációs nyomást, a vidrák egyszerűen csak nem eszik



5. ábra: *Saxidomus gigantea* toxicitásának hatása a tengeri vidrák táplálkozására. A pontdiagramon az egyedek táplálkozási helyei láthatóak. A függőleges egyenesek mutatják azt a koncentráció értéket, melynél magasabb mérgeartalom esetén a tengeri vidrák táplálkozási szokása megváltozott. (Kvitek és Bretz., 2004)

meg az áldozatok legmérgezőbb részeit, leginkább a szifókat. Azokat az egyedeket, melyek csak igen alacsony koncentrációban tartalmazzak toxinokat (<200 µg STX eq/100 g), ugyanúgy fogyasztják a tengeri vidrák, mint a toxinokat nem akkumuláló egyedeket. (5. ábra) A veszély felismerését és a mérgezés elkerülését az állat táplálkozási módja teszi lehetővé. Sok tengeri emlőstől eltérően nem egyben nyeli le zsákmányát, ezért annak felnyitása, illetve rágása során lehetősége nyílik egyfajta tesztelésre. Ezáltal érzékelti tudja a mérgező anyagokat még mielőtt a táplálék a gyomorba és a béltraktusba kerülne. A tengeri vidrák időről-időre tesztelik az adott élőhelyen élő fajok toxicitását, és táplálkozási szokásaikat gyorsan képesek a változó körülményekhez igazítani. (Kvitek és Bretz, 2004)

A sziklás aljzatú élőhelyeken, tengeri vidrák jelenlétében hatalmas barnamoszat erdők maradhatnak fenn, illetve alakulhatnak ki, mivel a vidrák jelentősen lecsökkentik a moszatokat fogyasztó herbivor gerinctelenek létszámát. Ezek a moszaterdők pedig jelentősen növelik a primer produkciót, valamint sok, igen különböző élőlénynek jelentenek életteret, ezzel növelve az élőhely fajgazdagságát. További pozitív hatásuk, hogy jelentősen csökkentik a partot ért hullámverés mértékét és az áramlatok erősségét. A gerinctelen táplálék folyamatos csökkentése nem feltétlenül eredményez negatív visszacsatolást a vidrák táplálkozására. A halak ugyanis kedvelik a létrejött védettebb területeket, melyek egyben jóval több táplálékot is biztosítanak számukra. A vidrák éntrendjében ezáltal egyre inkább a különböző halfajok is dominánssá válhatnak, az egyéb gerinctelenek mellett. (Estes, 1990)

Paul Dayton 1975-ben megjelent munkájában a tengeri vidráknak a makrofita közösségek összetételére gyakorolt hatását vizsgálta Amchitka partjainál. Ez időben az itt élő populáció már minimum 20 éve az egyensúlyi denzitás körül mozgott, a terület eltartó képessége nem tette lehetővé a populáció további növekedését. Ezért ez az élőhely kitűnően alkalmas volt arra, hogy megfigyeljék a kialakult természetes egyensúlyt a tengeri vidrák és az élőlényközösség többi tagja között, valamint a nagy herbivor nyomás alól felszabadult makrofita fajok közötti interspecifikus versenyt. Megállapítható, hogy a tengeri vidráknak, mint a herbivorok jelentős ragadozóinak jelenléte a partközeli közösségekben nagy hatással volt azok változatosságának kialakítására. Elősegítette a makrofita fajok versengésének intenzívebbé válását és ezáltal a forráselosztást, niche szegregációt. (Dayton, 1975)

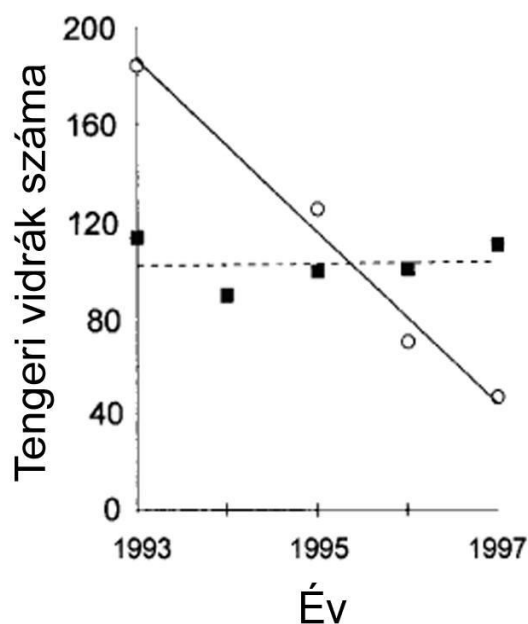
David Duggins, aki szintén a tengeri vidra - tengeri sün - kelp rendszert vizsgálta Alaszkában, további fontos összefüggéseket állapított meg. Egy adott élőhelyről kísérletesen eltávolította a tengeri sünöket és nyomon követte a terület fajösszetételének

változásait. Az első év során mind az egyéves növények, mind pedig az évelők sikeresen elszaporodtak, ám a második év során az intraspecifikus verseny következményként az egyéves növények abundanciája folyamatosan csökkent, egyre inkább alul maradtak a domináns, évelő *Laminaria groenlandica* fajjal szemben. Ebből arra lehet következtetni, hogy az előzőleg herbivor nyomás alatt álló makrofita növényzet alacsony diverzitása kezdetben jelentősen megnövekedett a tengeri vidrák megjelenésével. Azonban az igen hasonló forrásokat használó növények között előbb-utóbb kompetitív kizárás léphet fel, amely a legjobb alkalmazkodásra képes faj elterjedéséhez vezet. Ennek további következménye pedig a térbeli heterogenitás csökkenése, egyes pelágikus és epifiton fajok élőhely-vesztése lehet. (Duggins, 1980) Elmondható tehát, hogy a tengeri vidrák jelenléte egyaránt lehet pozitív, illetve negatív hatással egy adott életközösség diverzitására. Léteznek olyan területek, amelyekről a tengeri sünök és egyéb herbivorok teljesen kipusztították a makroalga populációkat, mivel igen változatos érendjüknek köszönhetően így sem szenvedtek táplálékhiányban. Ezeken az élőhelyeken a tengeri vidrák elterjedése mindenképp pozitív hatással volt a biomassza és a diverzitás növekedésére. Azokon a területeken azonban, ahol a herbivor és a zsákmány között koegzisztencia alakult ki és ennek következtében egyfajta térbeli heterogenitás jelent meg, a tengeri vidrák megjelenése negatív hatással volt a diverzitásra. Az egyre nagyobb denzitású populációkkal rendelkező moszatfajok között erősödő versengés ugyanis hosszú távon egyes domináns fajok egyeduralmához vezetett.

A tengeri vidrák érendjének meghatározó részét sok helyen a különböző kagylófajok teszik ki. Ezen fajok között előfordulhatnak olyanok is, melyek meghatározó szerepet töltenek be az életközösségben, melyben élnek. Ilyen például az árapály zónában élő *Mytilus californianus* faj, amelynek egyedei a tengerfenéken egybefüggő, többrétegű bevonatot képezhetnek, ezáltal másodlagos szubsztrátot, és egy összetett, védett életteret létrehozva sok gerinctelen élőlény számára. Gerald Singh és munkatársai Brit Columbia és Washington különböző területein vizsgálták ezeket az ökoszisztémákat tengeri vidrák jelenlétében, illetve azok hiányában. Kimutatták, hogy azokon a területeken, ahol a vidrák hosszabb ideje voltak jelen, a *Mytilus californianus* egyedek sokkal kisebb méretűek voltak, amely valószínűleg a vidrák méret szerinti preferenciájának következménye. A kagylók rétegződésével létrejött életter jelentős mértékben redukálódott, mivel a kagylók számára denzitásuk csökkenésével több szabad terület vált elérhetővé az elsődleges szubsztráton, így nem kellett összetömörülniük. Az életter jelentős mértékű eltűnése pedig a hozzá kapcsolódó élőlényközösségek biomasszájának harmadára csökkenését vonta

maga után. A vizsgálat jól példázta, hogy a tengeri vidráknak nemcsak az élőhelyek heterogenizálásában lehet fontos szerepe – mint ahogy azt több makroalga ökoszisztéma esetén bizonyították –, hanem bizonyos életterek megszüntetésével az élőhelyek homogenizálódására is jelentős hatással lehet. (Singh és mtsai., 2013)

James Estes és munkatársai az Alaszka nyugati részén élő populációk hirtelen bekövetkező jelentős egyedszám csökkenését vizsgálva megállapították, hogy ebben meghatározó szerepe lehet a kardszárnyú delfinek (*Orcinus orca*) által kifejtett predációs nyomásnak. Az 1990-es évek során az Aleut-szigeteken élő több populáció esetén is évi 25 százalékos körüli méretcsökkenést figyeltek meg, mely az 1997-es évre majdhogynem egy teljes nagyságrendnyi redukciót eredményezett az egyedszámban. Kutatásaik során régebbi tanulmányokra is támaszkodva sem fertilitás csökkenést, sem pedig nagyszámú elvándorlást nem állapítottak meg, így ezeket kizárva egyértelművé vált, hogy a váratlan egyedszám csökkenés oka csak a megnövekedett mortalitás lehetett. A különböző betegségeket, mérgezéseket és



6. ábra: A Clam-lagúna (tömör négyzetek) és a Kuluk-öböl (körök) területén élő tengeri vidra populációk egyedszámának változása 1993 és 1997 között. (Estes és mtsai., 1998)

az éhezést egyaránt kizárták a jelentős mortalitást okozó tényezők közül, mivel csupán kevés tetemet találtak a partok mentén. A megnövekedett tengeri sün populációk arra utalnak, hogy nem állt fenn táplálékhiány az adott területeken, továbbá a szennyező anyagok mennyisége is csak néhány kisebb területen volt jelentős és kóros elváltozásokat sem észleltek az egyedeken. A predációs nyomás vizsgálata során két különböző élőhelyet hasonlítottak össze, a Kuluk-öböl elérhető volt a kardszárnyú delfinek számára, míg a Clam-lagúna megközelíthetetlen területnek bizonyult. 1993 és 1997 között a védett területen az egyedszám állandó maradt, míg a nyílt területen 76 százalékkal csökkent. (6. ábra) Egy kardszárnyú delfin energiaszükségletének fedezésére akár évente 1825 tengeri vidrát is elfogyaszthat, ezáltal a populációkban létrejött jelentős méretcsökkenést mindössze 3-4 egyed is okozhatta. Mivel a kardszárnyú delfinek és a tengeri vidrák már régóta együtt élnek az Aleut-szigetek nyugati és középső vidékein, ezért feltételezhető,

hogy az 1990-es évek során bekövetkező hirtelen változások a kardszárnyú delfinek viselkedésének megváltozására vezethetők vissza. A legkézenfekvőbb magyarázat az, hogy a kardszárnyú delfinek étrendjében régebben meghatározó szerepet játszó fajok, úgymint a Steller-oroszlánfóka (*Eumetopias jubatus*), valamint a borjúfóka (*Phoca vitulina*) populációi feltehetőleg táplálékhiány következtében összeomlottak a Csendes-óceán nyugati részén. Ez a folyamat a csúcsragadozók étrendjének eltolódásához vezetett, amely során a tengeri vidrák jelentős táplálékforrássá válhattak, ezáltal pedig az eddig vizsgált, 3 trofikus szintből (tengeri vidra – tengeri sün - kelp) álló rendszer egy további szinttel bővült. (Estes és mtsai., 1998)

A tengeri vidrák jelenléte vagy hiánya egy adott területen, mint már azt korábban bemutattam jelentősen befolyásolhatja az élőhely élőlényközösségét, táplálékhálózatát. Új fajok válhatnak tömegessé, mások eltűnhetnek, megváltoztatva ezzel a táplálkozási láncban felettük álló fajok étrendjét, az alattuk és felettük állók rátermettségét és abundanciáját. Robert Anthony és James Estes, valamint munkatársaik az Aleut-szigeteken végzett kutatásaik során a tengeri vidrák számának kardszárnyú delfinek okozta jelentős csökkenése és a fehérfejű rétisasok (*Haliaeetus leucocephalus*) étrendjében bekövetkező változások közötti összefüggéseket vizsgálták. A fehérfejű rétisas K-stratégista faj, alacsony reprodukciós és magas túlélési rátával rendelkezik, táplálékát főleg vízi élőlények teszik ki. Mivel az egyedek költési területe igen kicsi, ezért opportunistá ragadozóként azokat a prédákat fogyasztják, amelyek épp a legnagyobb sűrűségben vannak jelen a területen. Az Aleut-szigeteken élő egyedek főleg a partközeli vizeket benépesítő madarakkal, emlősökkel és halakkal táplálkoznak. A kutatók megállapították, hogy azokban az években, amikor a tengeri vidrák száma már jelentős mértékben redukálódott, és ennek következtében a makroalgák nyújtotta élettér is eltűnőben volt, a fehérfejű rétisasok étrendjének diverzitása megnőtt. 15 százalékkal csökkent a halak és 11 százalékkal az emlősök aránya, azonban a madarak aránya 26 százalékkal megemelkedett. Mivel a sokféle táplálékot hasznosítani képes, nagyobb táplálékszerző területtel rendelkező madarak denzitására kevésbé hatott a tengeri vidra - kelp ökoszisztéma összeomlása, így ezek továbbra is megfelelő mennyiségű és tápértékű táplálékforrást biztosítottak a fehérfejű rétisasok számára. (Anthony és mtsai., 2008)

Sarah Carter és munkatársai a Washington északi részén lévő San Juan Channel több területén vizsgálták a makroalga populációk sűrűségét eltérő környezeti manipulációk esetén. A vizsgált élőhelyen több évtizede mérsékelt denzitású *Strongylocentrotus franciscanus* populációk élnek együtt nagy sűrűségű, *Agarum* fajok dominálta makroalga

közösségekkel. A kísérletek során az említett tengeri sün faj egyedeit távolították el bizonyos időközönként a kijelölt területekről, ezzel csökkentve az algákra gyakorolt herbivor nyomást. A tengeri vidra predáció szimulációja során havonta begyűjtötték a tengeri sün populáció nagy részét. Más területeken az ember által folytatott, kereskedelmi célú betakarítás hatásait vizsgálták. Itt évente egyszer, és csak a legális mérettartományba eső 102-140 mm átmérőjű egyedeket gyűjtötték össze. Habár a tengeri sün populációk denzitása jelentős mértékben lecsökkent a kezelt területeken, mégse nőtt jelentősen sem az egyéves, sem az évelő makroalga fajok abundanciája. Ennek oka lehetett többek között más gerinctelen herbivorok által kifejtett nyomás, a fajok eltérő megújuló képessége, továbbá a már eleve alacsony kitettség a növényevőknek, mely *Agarum* fajok esetén a hatékony kémiai védekezésnek tudható be. Az eredmények rámutattak arra, hogy attól függetlenül, hogy sok olyan életközösséget ismerünk, melyek kialakításában jelentős szerepet játszanak a tengeri vidrák, nagyon óvatosan kell bánnunk az általánosításokkal. (Carter és mtsai., 2007)

A fejezetben bemutatott vizsgálatok összességben felhívják a figyelmet arra, hogy egy faj mennyire eltérő befolyással bírhat még nagyon hasonló élőlényközösségekre is, sőt ez a hatás idővel jelentősen meg is változhat. Ennek alapvető oka, hogy az ökoszisztémák összetett, folyamatosan változó, dinamikus rendszerek. Ezért rendkívül fontos, hogy mielőtt természetvédelmi döntéseket hoznánk a lehető legjobban megismerjük a faj lehetséges hatását környezetére. Természetesen teljes bizonyosságot sosem szerezhethetünk, de a manipulációs vizsgálatok nagy segítségünkre lehetnek a minél pontosabb becslések eléréséhez.

4. A tengeri vidra természetvédelmi helyzete

4.1. Státusz

A 18.-19. század során zajló kereskedelmi célú vadászatok következtében a 20. század elejére becslések szerint kevesebb, mint kétezer egyed maradt életben, 11 egymástól elszigetelt populációban, a Bering-sziget, Kamcsatka, a Kuril-szigetek, az Aleut-szigetek, Alaszka, a Kodiak szigetvilág, Prince William-szoros és Kalifornia területein. 1911-ben az érintett országok aláírták az International Fur Seal Treaty egyezményt, mely többek között a tengeri vidrák vadászatának felfüggesztését is magában foglalta. Védelmüknek és a betelepítési programoknak köszönhetően mára már egykori elterjedési területük jelentős részét újranepešítették. Azonban a faj továbbra is igen sérülékeny maradt, összességében nézve csökkenő populációs trenddel. Ennek következtében az IUCN (International Union for Conservation of Nature/ Természetvédelmi világörökség) 2000-ben felvette a veszélyeztetett fajok listájára. Az *Enhydra lutris nereis* a CITES Appendix I. míg a többi populáció a CITES Appendix II. függelékében szerepel. A CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora), más néven Washingtoni egyezmény a veszélyeztetett vadon élő növény- és állatfajokkal, azokból készült preparátumokkal, valamint dísz tárgyakkal való nemzetközi kereskedelmet felügyeli. A Kanadában élő tengeri vidra populációk a SARA (Species at Risk Act) védelme és felügyelete alatt állnak, míg az Egyesült Államokban ezt a szerepet az MMPA (Marine Mammal Protection Act, 1972) tölti be. Az Alaszka délnyugati részén és a Kaliforniában élő populációkért az ESA (Endangered Species Act, 1973) felel. A törvény tiltja az állatokkal való kereskedelmet, illetve bünteti az egyedek, vagy belőlük készült bármilyen tárgy birtoklását. Egyedül az Alaszkában élő őslakosok ejthetnek el meghatározott mennyiségű egyedet évente kereskedelem, valamint saját felhasználás céljából. A természetvédelmi kezeléseket a U.S. Fish and Wildlife Service irányítása alatt állnak. (<http://www.iucnredlist.org/details/7750/0>)

Az államilag védett területek hatékony védelmet biztosítanak a tengeri vidrák számára. Ilyen élőhelyek például a Monterey Bay National Marine Sanctuary, és az Olympic Coast National Marine Sanctuary, amely területeken szigorúan tilos a szennyező anyagok vízbe engedése és kőolaj kutatását célzó fúrásokat sem engedélyezik.

4.2. Mortalitási tényezők

A tengeri vidrák fő halálozási okai közé soroljuk többek között a táplálék limitáció során bekövetkező éhezést, a különböző betegségeket, főként a paraziták okozta fertőzéseket, a kardszárnyú delfinek predációját, a cápatámadásokat, és az antropogén eredetű szennyező anyagok káros hatását, valamint az orvvadászatot. Ezeknek a tényezőknek az aránya élőhelyenként eltérhet, egyértelmű összefüggést mutatva eredetükkel, egyes tünetek azonban gyakran átfedhetnek, így előfordul, hogy nehéz megállapítani a halál okát. Értelemszerűen azokon a helyeken jelentős a prédává válás aránya, ahol a kardszárnyú delfinek élnek, ugyanez a helyzet a cápatámadásokkal is. A paraziták okozta fertőzések és a szennyező anyagok mennyisége azonban jelentős összefüggést mutat a környező szárazföldi területeken élő emberek számával, az iparosodás mértékével, a hajózással és a mezőgazdasági tevékenységekkel. A szennyvíz nem megfelelő kezelése, valamint a tengerbe folyó vizek magas szervesanyag tartalma mind jelentős hatással van a partközeli ökoszisztémák élővilágára, többek között jelentősen növelve az eutrofizáció mértékét. A következőkben a teljesség igénye nélkül néhány olyan, főként antropogén eredetű tényezőt fogok kiemelni, amelyek jelentős hatással vannak a tengeri vidra populációk növekedési ütemére, illetve tömeges pusztulást idézhetnek elő.

4.2.1 Parazita fertőzések

A kaliforniai populáció 1977-ben lett veszélyeztetetté nyilvánítva (Endangered Species Act), lassú növekedési üteme, alacsony egyedszáma, földrajzilag korlátozott elterjedési lehetőségei és az olajszennyeződésekre való rendkívüli érzékenysége miatt. Lassú növekedési üteme a vizsgálatok középpontjába helyezte, mivel a populáció egyedszáma még mindig messze elmarad a várt, „Nagy Vadászat” előtti időkben itt élt egyedek számától.

James Estes és munkatársai összehasonlították a kaliforniai populáció növekvő és csökkenő időszakait, és arra az eredményre jutottak, hogy a megbetegedések okozta halálozások arányában nem jelent meg jelentős különbség az eltérő periódusok között. A 20. század során tartó igen lassú növekedéshez azonban valószínűleg jelentősen hozzájárulnak a különböző fertőzések. Több oka is lehet annak, hogy a fertőzések aránya folyamatosan nő a populációban. Az egyedek érzékenysége és csökkent versenyképessége a patogénekkal szemben – ami az immunrendszer alacsony genetikai változatosságára vezethető vissza –, valamint a fokozott kitétség – például a szennyvíz tengervízbe kerülése – egyaránt eredményezhetik a növekvő tendenciát. (Estes és mtsai., 2003)

Kreuder és munkatársai 1998 és 2001 között vizsgálták a kaliforniai partokon talált, viszonylag jó állapotban megmaradt tengeri vidra tetemeket, lehetséges halálozási okok után kutatva. A halál hátterében az esetek 63,8 százalékában valamilyen fertőzés állt, és ezek 38,1 százalékában paraziták játszottak szerepet, úgymint 2 protozoon faj a *Toxoplasma gondii* és a *Sarcocystis neurona*, továbbá egyes buzogányfejű féreg fajok. A paraziták a táplálékláncon keresztül jutnak a tengeri vidrák szervezetébe. A *T. gondii* és a *S. neurona* okozta agyhártyagyulladás volt a két fő halálozási ok egyike. Ezek a protozoonok fertőző ciszta állapotban a gazdaszervezeten kívül is képesek létezni. A *S. neurona* végső gazdái az oposszumok, a fertőző alakok ezek ürülékével terjednek. A halálozások másik fő oka a buzogányfejű férgek okozta hashártyagyulladás volt. A férgek lárvá állapotban a köztes ízeltlábú gazdáiban, például a lágy aljzaton élő *Emeretia Analoga* fajban fejlődnek, a kifejlett állatok pedig a gerincesek bélcsatornájában élnek. A különböző fertőzések mellett a cápatámadások is viszonylag sok tetemet érintettek, azonban a harapások mintázata alapján a kutatók úgy vélik, hogy a támadások nem zsákmányszerzés céljából történnek. Megfigyelték, hogy összefüggés volt a cápatámadások és a *T. gondii* fertőzések között. A fertőzött egyedek 3,7-szer nagyobb valószínűséggel estek a cápák áldozatául, ami valószínűleg az agyhártyagyulladás okozta csökkent motoros funkciókra vezethető vissza, melynek következtében az egyedek a megszokottól eltérő módon kezdtek el viselkedni. Kimutatták továbbá, hogy a szívbetegségben elpusztult egyedek 2,9-szer nagyobb valószínűséggel voltak *T. gondii* fertőzöttek, mint azok, akik nem szívbetegségben pusztultak el. A fertőzések hatása tehát széles körű, ezért mindképpen további vizsgálatokat igényel. (Kreuder és mtsai., 2003)

Christine Johnson és munkatársai megfigyelték, hogy míg a *S. neurona* sporocisztái szűrőgető életmódot folytató kagylók és egyéb lágy aljzatban élő gerinctelenek fogyasztásával kerülnek a tengeri vidrák szervezetébe, addig a *T. gondii* oocisztákkal fertőződött egyedek egyes *Tegula* nembe tartozó csiga fajokra specializálódtak. Sokáig rejtély volt, hogy a *Toxoplasma gondii* oocisztái hogy jutnak a tengeri vidrák szervezetébe, miért van összefüggés a fertőzöttség és a csigák fogyasztása között. A *T. gondii* köztes gazdái ugyanis melegvérű gerinces állatok, amelyek a végső gazdák, a macskafélék ürülékével kapcsolatba lépve fertőződnek meg az oocisztákkal, a tengervízbe pedig a befolyók által kerülhetnek, lebegő részecske formájában. (Johnson és mtsai., 2009) Az összefüggésre Fernanda Mazzillo és munkatársai adtak sikeres magyarázatot. Laboratóriumi kísérletekkel igazolták, hogy az oociszták képesek hatékonyan megtapadni

a barnamoszatok felületén képződött biofilm rétegben. A tengeri vidrák által fogyasztott csigák, pedig a biofilmmel táplálkozás során fertőződnek meg. (Mazzillo és mtsai., 2013)

A parazita nyomást mindenképpen csökkenteni lehetne a háziállatok almainak körültekintőbb kezelésével, mivel a háztartások többségében a toaletten keresztül szabadulnak meg a macskák ürülékétől. A szennyvíz tengerbe engedésének mérséklése és hatékonyabb tisztításuk szintén jelentősen csökkentheti a fertőzések arányát. Tekintve a patogének jelentős hatását a kaliforniai populációra, elképzelhető, hogy a fertőzésnek kitettség csökkentése elősegítené a populáció gyorsabb növekedését.

4.2.2. Szennyező anyagok

A tengeri vidrák igen jó indikátorai élőhelyük szennyezettségének, mivel viszonylag állandó mozgáskörzettel rendelkeznek, és többnyire helytülő, illetve csak lassú mozgásra képes élőlényekkel táplálkoznak. Mivel a vidrák igen nagy mennyiségű táplálékot fogyasztanak el naponta, ezért a zsákmányokban felhalmozódott káros anyagok jelentős mennyiségben lehetnek jelen szervezetükben. Kannan és munkatársai 1995 és 1998 között Kalifornia, Washington, Alaszka és Kamcsatka területén elpusztult egyedek májában felhalmozódott különböző szennyező anyagok koncentrációját hasonlították össze. A szerves halogének mennyisége élőhelyenként igen eltérő volt. A kaliforniai egyedek májában a többi populációhoz képest többszörös koncentrációban voltak jelen a poliklórozott bifenilek (PCB), a diklór-difenil-triklóretánok (DDT) és a polibrómozott-difenil-éterek (PBDE), míg a policiklikus aromás szénhidrogének (PAH) értéke a Prince William-szoros területén élt egyedekben volt a legmagasabb. Továbbá a kaliforniai egyedek mája rendkívül magas koncentrációban tartalmazott kadmiumot és krómot, a legmagasabb higanytartalmat pedig a Prince William-szoros területén talált egyedekben mérték. A vizsgálat adatai egyértelműen mutatták, hogy a szennyezettség mértéke jelentősen összefügg az adott területek népsűrűségével, ami az emberi tevékenység jelentős szerepét hangsúlyozza. (Kannan és mtsai., 2008) Fontos, hogy a szennyező anyagok kibocsátását folyamatosan ellenőrizés alatt kell tartanunk és a lehető legnagyobb mértékben csökkentenünk kell, mivel maradandó károkat okozhatnak a tengerparti ökoszisztémákban. A kaliforniai tengeri vidra populáció lassú növekedése valószínűleg több tényező együttes hatásának következménye, és ezek között minden bizonnyal a szennyező anyag kibocsátás is szerepel.

4.2.3. Olajszennyeződések

A tengeri vidra állományokra az olajszennyeződések rendkívüli csapást mérhetnek, mivel az állatok bundája olajjal érintkezve elveszti hőszigetelő képességét. Ennek következtében az egyedek gyorsan kihűlhetnek, mivel hosszú távon nem tudnak annyi táplálékot szerezni, ami elég energiát biztosítana nekik a testhőmérsékletük fenntartásához. Az állatok egészségi állapotára további negatív hatással van a szőrzet tisztogatása során, valamint a táplálékkal lenyelt olaj, amely a belső szerveket jelentősen károsíthatja.

Az Exxon Valdez olajszállító tankhajó 1989. március 24-én bekövetkező balesete volt a tengeri vidrákat érintő eddigi legnagyobb olajkatasztrófa. A tengerbe ömlő nagy mennyiségű nyersolaj sok ezer élőlény pusztulását okoz, hatása pedig a mai napig érződik a Prince William-szoros élővilágán. A katasztrófa következtében elpusztult vidrák száma a becslések szerint 1000 és 2800 egyed között volt. Thomas Dean és munkatársai a szoros egyik legjobban érintett területét, a Knight-sziget északi részét hasonlították össze nem szennyezett területek ökoszisztémájával. 1973-ban a Knight-szigeti populáció átlagos denzitása 1,41 egyed/km² volt, ezzel szemben az 1993 és 1998 között becsült átlagos denzitás ennek csupán durván egyharmada, 0,46 egyed/km² volt. A tengeri vidrák drasztikus egyedszám csökkenésének tengeri sün és kelp populációkra kifejtett hatását vizsgálva megállapították, hogy nem történt jelentős változás a populációk denzitásában és biomasszájában a tengeri vidrák redukciója során. A tengeri sün populációk továbbra is alacsony denzitással rendelkeztek, míg a barnamoszat fajok továbbra is sűrűn borították az aljzatot. A tengeri sünök mérete a predációs nyomás csökkenése után megnőtt, ami a tengeri vidrák méret szerinti preferenciájára utal. (Dean és mtsai., 2000) Ezekből az eredményekből arra következtethetünk, hogy a vidráknak kevesebb szerepük volt az itteni életközösségek kialakításában, szabályozásában.

James Bodkin és munkatársai kimutatták, hogy a szennyezett területeken 1993 és 2000 között 600 egyeddel nőtt a populáció létszáma, tehát lassan, de úton van a felépülés felé. Ám ez a növekedés leginkább a kevésbé szennyezett területeket érintette, a Knight-sziget északi részén nem nőtt az egyedszám a 8 éves vizsgálat alatt. A katasztrófa során tengerbe ömlő 42 millió liter nyersolaj hatása egy évtized után is jelentősen érződött. Az olaj a vidrák szervezetében akkumulálódva máj, vese, tüdő elégtelenségeket okoz, és mivel nem tudott maradéktalanul eltávozni a térségből, így további fenyegetést jelent az állatok számára, legfőképp az olajjal szennyeződött táplálék elfogyasztásával. A szennyeződés következtében, vagy már azelőtt fellépő táplálék limitáció szintén nehezítheti a populáció

felépülését a legkitettebb területeken. A szennyezett területeken élő vidrák szervezetében a citokróom P4501A szintje jóval magasabb, mint a tiszta területeken élőké, amely szénhidrogén biomarker lévén jelzi a kiömlött olaj hosszú távú hatását a terület élővilágára. Ez a vegyület ugyanis felhalmozódik a tengeri vidrák által fogyasztott gerinctelenekben, melyek gyakran olyan védettebb helyeken élnek, ahonnan a kiömlött olaj nem tudott távozni az évek során. A Knight-sziget északi részén a bevándorló egyedek, valamint a kellőképpen magas szaporodási ráta populációnövekedésre gyakorolt pozitív hatását ellensúlyozza a kivándorlások és a magas halálozási ráta negatív hatása, ami tehát összességében korlátozza az egyedszám növekedését. (Bodkin és mtsai., 2002)

Thomas Dean és munkatársai további vizsgálatokat végezve megállapították, hogy a Knight-szigeten élő vidra populációk növekedését első sorban nem a táplálékhiány limitálja. Régebbi megfigyelések arra utaltak, hogy az olajkatasztrófa előtti időkben mindkét populáció elérte egyensúlyi denzitását, táplálék limitáció lépett fel, azonban a Montague-szigeten jóval nagyobb volt az egyedsűrűség. 1993 és 1998 között a Knight-szigeten élő egyedek száma nem változott, míg az olajmentes Montague-szigeten 335 egyedről 623 egyedre nőtt az egyedszám. Dean és munkatársai a 2 szigeten elérhető táplálék mennyiségét, az egyedek táplálék fogyasztását, valamint a fiatal nőstények kondícióját vizsgálták. Kimutatták, hogy a fogyasztható táplálék abundanciája a Knight-szigeten elérte, sőt meg is haladta a Montague-szigetén mért értékeket, az egyedek jóval magasabb táplálékfogyasztási rátával rendelkeztek, valamint a fiatal nőstények kondíciója is jobb volt, tehát a populáció növekedését feltételezhetően más tényező korlátozza a térségben. (Dean és mtsai., 2002)

Daniel Monson és munkatársai a Prince William-szoros nyugati területét két féle alpopulációra osztották. A szennyezett területeken élő populációkat nyelő populációnak, míg a tiszta élőhelyen élő populációkat forrás populációnak tekintették. A modell alapja, hogy a forrás populációból folyamatosan érkeznek egyedek a nyelő populációba, a forrás populáció növekedése tehát ellensúlyozni tudja a nyelő populáció csökkenését. A tengeri vidrák esetén a bevándorló egyedek többnyire fiatal hímek voltak, mivel általában ők népesítik be az új területeket a populáció struktúrájából adódóan. Mivel a nőstények többnyire nem változtatják jelentősen élőhelyüket, így a forrás populáció fenn tudta tartani növekedését. A kísérletek során megállapították, hogy a Prince William-szoros nyugati területén élő populáció növekedése 1997 és 2003 között kezdődhetett. Viszont a szennyezett Knight-sziget területén élő populáció egyedszáma nem változott 2001-ig, amikor is egy 2005-ig tartó csökkenés következett. A populációméret tehát változó volt a

20 év során, de átlagosan 65 egyed alkotta. 2007 és 2009 között pedig már némi növekedést mutatott a populáció. A nyelő populáció tehát stabil maradt az évek során, de a katasztrófa előtti egyedszámot messze nem érte el. Míg 1990-ben a nyelő populáció a teljes populáció 43%-át alkotta a térségben, addig ez az arány 2009-ben már csak 20-25% volt, a forrás populáció növekedésének köszönhetően. Összességében elmondhatjuk, hogy az olajszennyezés akut hatása mellett tehát egyértelmű, hogy a krónikus hatás is jelentős volt. A katasztrófát követő első néhány évben a fiatal, tapasztalatlan, gyengébb egyedek voltak a legveszélyeztetettebbek. Az évek során, ahogy a viharok egyre inkább kimosták a térségből az olajat, nőtt a fiatal egyedek túlélési esélye, azonban a szennyeződés krónikus hatásai tovább jelentkeztek azokon az egyedeken, amelyek a katasztrófa idején már életben voltak, illetve szennyezett táplálékot fogyasztottak. A kutatók rámutattak, hogy a krónikus betegségekben elpusztult egyedek száma vetekszik az 1989-ben elpusztultak számával, tehát a szennyeződés hosszú távú hatása nem vonható kétségbe. (Monson és mtsai., 2011)

Ez a modell azonban további kutatásokat igényelne, mivel ha a nyelő populációba csak hímek érkeznek, akkor eltolódhat a nemek aránya, ami megváltoztathatja a szaporodási rátát. Ahhoz, hogy a populáció nemi összetétele ne változzon jelentősen, azt kell feltételeznünk, hogy a nyelő populációban a nőstények sokkal kisebb arányban pusztulnak el, mint a hímek. Erről azonban eddig még nem sikerült információt gyűjteni. Az eddigi adatok hitelességét tovább gyengíti, hogy nincsenek pontos adatok a katasztrófát közvetlen megelőző egyedszámokról, így az abundanciák összehasonlítása – mely minden vizsgálat alapja volt – félrevezető lehet. Garshelis és Johnson szerint más okai lehetnek a szennyezett területek lassú egyedszám növekedésének. Habár a megmaradt olajfoltok jelenléte nem kérdéses, hatása a populáció egyedszámára azonban megkérdőjelezhető. A legtöbbször összehasonlított két terület a Montague-sziget és a Knight-sziget ugyanis jelentős élőhelyi eltéréseket is mutat. A Knight-sziget part menti vizei jóval mélyebbek, ezáltal kevesebb táplálkozási hely jut a kölyköknek, továbbá sokkal kevesebb a vidrák számára előnyös, barnamoszattal borított területek mennyisége. Az itt is megjelenő kardszárnyú delfinek szintén kihathatnak a populációk abundanciájára, valamint az őslakosok vadászata sem kizárható tényező. Mindemellett a rengetek kutató és mentő csapat, amely a területen tartózkodik a baleset óta, szintén befolyásolhatja a populáció dinamikáját. (Garshelis és Johnson, 2013)

Ahhoz, hogy elősegíthessük a populáció növekedését, mindenképpen ismernünk kell, hogy milyen okai lehetnek a magas halálozási aránynak és ezek milyen mértékben befolyásolhatók. Tudnunk kell, hogy van-e hosszú távú direkt, illetve indirekt hatása a

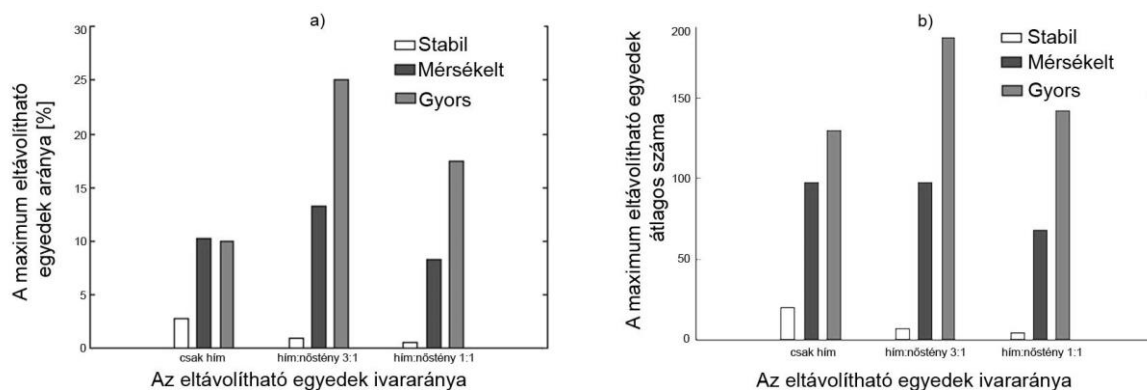
katasztrófának, és ha igen, akkor érinti-e a populáció nélkülözhetetlen forrásait, továbbá milyen a ki- és bevándorlások dinamikája az adott populációban.

Összességében elmondható az is, hogy a katasztrófa azonnali kezelésére nem voltak felkészülve a helyi szervek, nem volt megfelelő protokoll, az olaj túl sokáig tudott terjedni a területen. A tengeri vidrák mentése sem volt túl sikeres, nem voltak megfelelően felszerelt létesítmények az egyedek hatékony tisztításához és rehabilitációjához, így a befogott vidrák alig több mint felét tudták csak megmenteni. Azóta folyamatos kutatások folynak a minél gyorsabb és hatékonyabb kezelési módszerek kifejlesztésére. David Jessup és munkatársai kimutatták, hogy a tisztítást követően az egyedek jelentősen gyorsabb felépülést mutatnak édesvízben, mint tengervízben. A kísérleteik során kifejlesztett eljárás alkalmasnak bizonyult a vidrák gyors és stressztől mentes kezelésére, mely lehetőséget nyújt minél több vidra megmentésére egy esetleges olajszennyeződés alkalmával. Mindenképp fontos kihangsúlyozni, hogy azokon a helyeken, ahol fenn áll az olaj tengerbe ömlésének veszélye, szükség van megfelelően felszerelt létesítmények fenntartására, hogy a mentési munkálatok a lehető leggyorsabban elkezdődhessenek. (Jessup és mtsai., 2012)

4.3. Természetvédelmi kezelések

Egy adott populáció megfelelő természetvédelmi kezeléséhez fontos megállapítani, hogy stabil, tehát egyensúlyi denzitás körül mozog a populáció egyedszáma, vagy pedig csökkenő illetve növekvő értéket mutat. A populáció állapotáról az életkor és nem szerinti szaporodási, túlélési, valamint halálozási ráták összevetésével kaphatunk megfelelő képet. A tengeri vidrák esetén, lévén polygyn faj, igen meghatározó a nemek aránya és ennek változása a populációban. A demográfiai tulajdonságok vizsgálata alapján felmérhető, hogy milyen mértékű bolygatás mellett képes még stabil maradni, valamint növekedni az adott populáció. James Bodkin és Bella Ballachey hímek és nőstények eltérő illetve megegyező arányú eltávolításának hatását modellezte mérsékelt és gyors növekedésű, valamint egyensúlyi tengeri vidra populációk esetén, 1000 egyedre és 20 évre vetítve. Az átlagosan maximum eltávolítható egyedek számában igen jelentős eltérések jelentkeztek. Az eltávolítható egyedek maximuma az az egyedszám, amely elvétele esetén a populáció növekedési rátája még éppen végig pozitív marad. A bemutatott vizsgálat során 1:10 párosodási arányt feltételeztek, azaz, hogy 1 hím 10 nősténnyel párosodik évente, ettől eltérő arány esetén értelemszerűen más eredményeket kaptak. Stabil, egyensúlyi denzitáshoz közeli populáció esetén, ha csak hímeket távolítottak el, maximum 18 egyed volt elvehető évente. Ha az eltávolított egyedek ivararánya 3:1 volt, akkor az évente

eltávolítható egyedek száma kilencre csökkent, míg 1:1 arány esetén négyet kaptak eredményül. Mérsékeltén növekvő populációban, csak hím eltávolítás esetén 100, 3:1 ivararány esetén 107, 1:1 arány esetén pedig 67 egyed volt eltávolítható évente. Gyorsan növekvő populációk esetén az értékek rendre 287, 191 és 144 voltak. (7. ábra)



7. ábra: Az éves szinten átlagosan eltávolítható egyedek maximum értéke egyensúlyban lévő, valamint mérsékeltén, illetve gyorsan növekvő populációk és eltérő ivararányok esetén. Az a) ábra az eltávolítható egyedek százalékos arányát, míg a b) ábra az eltávolítható egyedek átlagos számát mutatja. (Bodkin és Ballachey, 2010)

A modellek azonban nem veszik figyelembe a szaporodási és túlélési ráták denzitás és sztochasztikus események hatására bekövetkező lehetséges változását. Továbbá feltételezik, hogy az eltávolítások, amelyek például a vadászatot, betegségeket, baleseteket jelképezhetik, nem érintik a kölyköket és az őket gondozó nőstényeket. Az eredményekből ilyen megkötések mellett is jól látszik, hogy rendkívül fontos folyamatosan nyomon követnünk a populációk növekedési rátáját a természetvédelmi eljárások során, mivel a különböző állapotban lévő populációk eltérő kezeléseket igényelnek, a kezeléseket pedig visszahatnak a populáció állapotára, térben és időben folyamatosan változó rendszert létrehozva. (Bodkin és Ballachey, 2010)

A tengeri vidrák védelmét igen komplikálttá teszik a természetvédők és a halászati társaságok között fennálló érdekellentétek. A vidrák éntrendje jelentősen átfed a halászok által preferált gerinctelen élőlényekkel, melyek feldolgozására egész iparágak épülhetnek az adott térségekben. A tengeri vidrák elterjedési területének folyamatos bővülése következtében egyre több olyan helyen jelennek meg az egyedek, ahol az emberek egy jelentős része a halászatból él. Mivel a vidrák egyed szinten is rendkívül nagy mennyiségű táplálékot fogyasztanak, így megjelenésükkel teljesen leredukálhatják a területen élő tengeri sünök, puhatestűek és ízeltlábúak populációit, ezzel jelentős anyagi károkat okozva a halásztársaságoknak. Mivel a halászat gazdasági szempontból igen jelentős ágazat, ezért

a természetvédőknek is törekednie kell a kompromisszumok létrehozására, hiszen a hatékony természetvédelem maga is nagyon költséges, dollármilliókat igényelő tevékenység. A halászoknak szintúgy érdeke a tengeri vidrák hatékony védelme, hiszen kulcsfajként jelentős szereppel bírnak a partközeli ökoszisztémák kialakításában, mely rendszerek pedig közvetlen hatással vannak a szomszédos szárazföldi élőlényközösségekre, ezáltal az emberre is. A barnamoszat erdők növelik a primer produkciót, csökkentik a hullámverés mértékét, valamint jelentősen hozzájárulnak a légköri oxigén szint növeléséhez is. Emellett az új élettereken tömegesen elszaporodhatnak egyes halfajok, amelyek fontosak lehetnek halászati szempontból is.

Más tengeri emlősökhöz hasonlóan, a tengeri vidrákra is jelentős veszélyt jelentenek a halászat során használt hálók, csapdák és egyéb eszközök. Azonban ez a mortalitási tényező nehezen vizsgálható, mivel a fulladásban elpusztult tetemek többsége nem, vagy csak sokkal később és más területeken sodródik partra, a halászati helyszínek monitorozása pedig szinte lehetetlen feladat. Brian Hatfield és munkatársai azonban kísérletekkel igazolták, hogy lehet csökkenteni a balesetek valószínűségét megfelelő konstrukciók alkalmazásával. Vizsgálataik során rámutattak, hogy a tengeri vidrák a 12,7 cm-nél nagyobb átmérőjű környílással rendelkező csapdába már be tudnak jutni, míg négyszögletes nyílás esetén 7,6 cm volt a magassághatár. Egyes viszonylag kisebb rákfajok, például *Metacarcinus magister* csapdái esetén a halásztársaságoknak nem jár különösebb veszteséggel ezen méretek alá menni, azonban a halak és nagyobb rákok befogására használt eszközök ennél jóval nagyobb nyílásokkal rendelkeznek és a nyílások csökkentésével csökkenne a halászat hatékonysága is. Ez szintén eddig megoldatlan konfliktusokhoz vezet a halásztársaságok és a természetvédők között. (Hatfield és mtsai., 2011)

A Monterey Bay Aquarium tengeri vidrákkal foglalkozó kutatói egy új módszert fejlesztettek ki az elhagyott, partra sodródott vidra kölykök sikeres felnevelésére. A hagyományos eljárás során a kölyköket gondozók ápolták, tanították és szoktatták a tengeri környezethez. Ez azonban nem volt elég hatékony, mivel a szabadon engedett egyedek nehezen illeszkedtek be a populációba, valamint gyakran keresték az emberek társaságát. Ennek kiküszöbölésére a kölyköket fogságban élő nőtényekre bízák, melyek nagy hajlandóságot mutatnak a kicsik felnevelésére. Az adoptációs módszer igen sikeresnek bizonyul, a kicsik sokkal hamarabb el tudják sajátítani a táplálékszerzési képességeket, végig megfelelő szociális környezetben nevelkednek és nem alakítanak ki szoros kapcsolatot az emberekkel, így később el fogják kerülni őket. Ezen tényezők

eredményeként, jóval nagyobb eséllyel boldogulnak szabadon engedésük után, mint a régi eljárással felnevelt egyedek. (Nicholson és mtsai., 2007) Ez a módszer alkalmazható lehet más olyan fajnál is, ahol az anyának jelentős szerepe van az utód megfelelő képességeinek kialakításában.

A természetvédelmi kezelések célja a meglévő élőhelyek védelme mellett a faj elterjedési területének növelése. Az 1960-as évektől kezdődő sikeres betelepítési programok lehetővé tették, hogy a tengeri vidrák újranevelésük egykori élőhelyeik nagy részét Észak-Amerika partvonala mentén. A betelepítések tervezése során körültekintően kell kiválasztani a megfelelő élőhelyet, a forráspopulációt, és az alapító populáció egyedszámát. Ehhez azonban szükség van a populációk genetikai hátterének ismeretére. A több generáció során fennmaradó alacsony egyedszám csökkent genetikai változatossághoz, valamint beltenyésztéshez vezethet, ennek következtében pedig az egyedek szaporodási sikere és túlélési esélye jelentősen lecsökken. James Bodkin és munkatársai négy fennmaradt (Amchitka, Kodiak szigetvilág, Prince William-szoros és Kalifornia) és három betelepített (Brit Columbia, Washington és Délkelet-Alaszka) tengeri vidra populáció mitokondriális DNS haplotípus diverzitását vizsgálták, összefüggéseket keresve az alapító populáció mérete, a populációnövekedés kezdetének ideje, a populáció növekedési rátája, és a genetikai változatosság között. Az 1965 és 1969 között Délkelet-Alaszka területére betelepített egyedek közül 369 származott Amchitka területéről és 43 a Prince William-szorosból. Az alapító populáció méretét 150 egyedre becsülték. Brit Columbia területére 1969 és 1972 között 29 amchitkai és 60 Prince William-szorosai egyedet telepítettek be. Ez esetben az alapító populáció becsült egyedszáma 28 volt. 1969 és 1970 között pedig Amchitka területéről 43 tengeri vidrát költöztettek át Washingtonba. Itt mindösszesen 4 egyedre becsülték az alapító egyedek számát. A vizsgált populációk közül a két különböző forrásból, betelepítéssel létrehozott populációk rendelkeztek a legnagyobb haplotípus diverzitással. Habár a betelepített populációk növekedési rátája jóval meghaladta a forráspopulációk rátáját, nem találtak összefüggést a növekedési ráták és a diverzitás között. Az amchitkai és a kaliforniai populációkban, melyeknél az alapító populáció egy generáció után már növekedésnek indult, nagyobb volt a genetikai változatosság, mint a több generáción keresztül változatlan egyedszámú, Kodiak-szigeteki és Prince William-szorosai populációk esetén. A kutatók rámutattak arra, hogy a betelepítések sikere jelentősen növelhető, ha az alapító populáció egyedeit több forrásból választják ki, növelik az alapító egyedek számát, valamint biztosítják a populáció minél gyorsabb elindulását a növekedés irányába. (Bodkin és mtsai., 1999)

Következtetés

A dolgozatomban bemutatott kutatások eredményei arra engednek következtetni, hogy a tengeri vidrák gyakran tölthetnek be kulcsszerepet a partközeli ökoszisztémák formálásában. Hatásuk az adott életközösség diverzitására egyaránt lehet homogenizáló és heterogenizáló is. Új fajok válhatnak tömegessé, mások eltűnhetnek, megváltoztatva ezzel a táplálkozási láncban felettük álló fajok érendjét, valamint az alattuk és felettük álló fajok rátermettségét és abundanciáját egyaránt. Léteznek azonban olyan rendszerek, melyek összetételében, a tengeri vidrák jelenléte, illetve hiánya nem okoz jelentős változást. Azokon az élőhelyeken, ahol a herbivorok tömegessége miatt nem tudnak megjelenni, illetve elszaporodni a makroalga populációk, a tengeri vidrák elterjedésével jelentősen nőhet az élettér biomasszája és biodiverzitása. Olyan területeken viszont, ahol a herbivorok és zsákmányuk között előzőleg egyensúly alakul ki, a tengeri vidrák megjelenése semleges és negatív hatással is bírhat az élőhely heterogenitására nézve. Ez a különböző makroalga fajok közötti interspecifikus verseny felerősödésének eredménye, mely során a domináns faj teljesen kiszoríthatja az élőhelyről a kevésbé versenyképes populációkat.

A globális felmelegedés következményeként az óceánok hőmérséklete évről évre emelkedik, amely folyamat jelentősen korlátozhatja a makroalgák földrajzi elterjedését. Mivel a tengeri vidrák a makroalgák potenciális élőhelyein jelentősen hozzájárulhatnak azok elszaporodásához, így meghatározó szerepük van a globális felmelegedés hatásának enyhítésében.

A hatékony természetvédelmi eljárások megtervezéséhez és kivitelezéséhez elengedhetetlen a védeni kívánt faj testfelépítésének, életmódjának, genetikai hátterének és ökológiai szerepének részletes tanulmányozása. Ahhoz, hogy elősegíthessük a populáció növekedését, mindenképpen ismernünk kell, hogy milyen okai lehetnek a magas halálozási aránynak és ezek milyen mértékben befolyásolhatóak. Tudnunk kell, hogy a csökkenést okozó tényező direkt, illetve indirekt hatásával állunk-e szemben, és hogy érinti-e a populáció nélkülözhetetlen forrásait, továbbá milyen a ki- és bevándorlások dinamikája az adott populációban.

Összefoglalás

A szakdolgozatom első részében bemutattam a tengeri vidrák élőhelyét, testfelépítését és életmódját. Ezután ismertettem az alfajokat, azok elterjedési területét és a faj genetikai tulajdonságait. A következő fejezetben kifejtettem a faj változatos ökológiai szerepét, míg az utolsó rész a tengeri vidrák természetvédelmi helyzetét mutatta be.

A természetvédelem fő feladata a biodiverzitás megőrzése, mely feladat megvalósításához elengedhetetlen az élővilág minél részletesebb ismerete. A tengeri vidrákról az elmúlt több mint fél évszázad során nagy mennyiségű tudásanyag halmozódott fel, ami lehetővé teszi a faj körültekintő kezelését.

A betelepítési programok során – amennyiben az alapító egyedek több különböző forráspopulációból származnak –, a létrejövő génáramlásnak köszönhetően, a genetikai változatosság és az alkalmazkodóképesség jelentősen növelhető. Azonban a betelepítések sikerességét a halászok együttműködése is befolyásolhatja, ezért törekedni kell a lehető legjobb kompromisszumra.

A tengeri vidrák teljes pusztulásának megakadályozása az eddigi egyik legsikeresebb természetvédelmi beavatkozásnak tekinthető. A természetvédelmi eljárások tervezése során meg kell állapítani a tengeri vidrák szerepét az adott ökoszisztémában, ugyanis csak ennek ismeretében hozhatók megfelelő döntések, amelyek fenntartják az egyensúlyt a gazdasági és természetvédelmi érdekek között.

Summary

In the first part of my thesis I introduced the natural habitat, morphology and physiology, and the life style of the sea otters. After that, I presented the subspecies and their distribution, and the genetic variability of the species. In the next part I detailed the role of the species in different ecosystems. At the end I demonstrated the conservation and management of the sea otters.

The main mission of the environmental conservation is to maintain the Earth's biodiversity. To accomplish this task, we have to know the wildlife in details. In the last fifty years, researchers gathered a lot of information about the sea otter, which allows us to handle this species in the most effective way.

With the gene flow, which occurs due to the reintroduction programs, the genetic variation and the adaptability can be increased, especially when there are more source population. However the success of the reintroductions may be influenced by the fisheries. This is the reason why we have to strive for optimal compromise.

The prevention of the sea otter's total extinction is one of the most successful environmental programs. To design and implement sea otter conservation management plans we have to be aware of their role in structuring nearshore communities. This is the appropriate way to maintain the balance between economic and environmental interests.

Irodalomjegyzék

Aguilar A., Jessup D. A., Estes J. és Garza J. C. (2008): **The distribution of nuclear genetic variation and historical demography of sea otters.** *Animal Conservation*. 11, 1: 35–45. ISSN: 1367-9430

Anderson C. G., Gittleman J. L., Koepfli K. és Wayne R. K. (1996): **Sea Otter Systematics and Conservation: Which are Critical Subspecies.** *Endangered Species Updated*. 13, 12:

Anthony R. G., Estes J. A., Ricca M. A., Miles A. K. és Forsman E. D. (2008): **Bald Eagles and Sea Otters in the Aleutian Archipelago: Indirect Effects of Trophic Cascades.** *Ecology*. 89, 10: 2725–2735. ISSN: 0012-9658

Berta A., és Morgan G. S. (1985): **A new sea otter (Carnivora: Mustelidae) from the late Miocene and early Pliocene (Hemphillian) of North America.** *Journal of Paleontology*. 59, 4: 809–819. ISSN: 0022-3360

Bodkin J. L., és Ballachey B. E. (2010): **Modeling the Effects of Mortality on Sea Otter Populations.** *U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report*. 5096

Bodkin J. L., Ballachey B. E., Cronin M. A. és Scribner K. T. (1999): **Population Demographics and Genetic Diversity in Remnant and Translocated Populations of Sea Otters.** *Conservation Biology*. 13, 6: 1378–1385. ISSN: 0888-8892

Bodkin J. L., Ballachey B. E., Dean T. A., Fukuyama A. K., Jewett S. C., McDonald L., Monson D. H., O’Clair C. E. és VanBlaricom G. R. (2002): **Sea otter population status and the process of recovery from the 1989 “Exxon Valdez” oil spill.** *MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES*. 241. 237–253

Bodkin J. L., Esslinger G. G. és Monson D. H. (2004): **Foraging Depth of Sea Otters and Implications to Coastal Marine Communities.** *Marine Mammal Science*. 20, 2: 305–321

Carter S. K., VanBlaricom G. R. és Allen B. L. (2007): **Testing the generality of the trophic cascade paradigm for sea otters: a case study with kelp forests in northern Washington, USA.** *Hydrobiologia*. 579, 1: 233–249. ISSN: 0018-8158

Dayton P. K. (1975): **Experimental studies of algal canopy interactions in a sea otter-dominated kelp community at Amchitka Island, Alaska.** *Fishery Bulletin*. 73, 2: 230–237

Dean T. A., Bodkin J. L., Fukuyama A. K., Jewett S. C., Monson D. H., O’Clair C. E. és VanBlaricom G. R. (2002): **Food limitation and the recovery of sea otters following the “Exxon Valdez” oil spill.** *Marine Ecology Progress Series*. 241. 255–270. ISSN: 0171-8630

Dean T. A., Bodkin J. L., Jewett S. C., Monson D. H. és Jung D. (2000): **Changes in sea urchins and kelp following a reduction in sea otter density as a result of the Exxon Valdez oil spill.** *MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES*. 199, 1: 281–291

Doroff A., és Burdin A. (2011): ***Enhydra lutris***. IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 09 May 2014. Retrieved from <http://www.iucnredlist.org/details/7750/0>

Doroff A. M., Hatfield B., Burdin A., Nichol L., Hattori K. és Burkanov V. (2011): **Status Review: Sea Otter (*Enhydra lutris*) Population Status and Trend**. IUCN Otter Spec. Group Bull. 28, A: 22–30

Duggins D. O. (1980): **Kelp beds and sea otters: an experimental approach**. *Ecology*. 61, 3: 447–453

Estes J. A. (1990): **Growth and equilibrium in sea otter populations**. *The Journal of Animal Ecology*. 59. 385–401

Estes J. A., Hatfield B. B., Ralls K. és Ames J. (2003): **Causes of mortality in California sea otters during periods of population growth and decline**. *Marine Mammal Science*. 19, 1: 198–216

Estes J. A., és Palmisano J. F. (1974): **Sea otters: their role in structuring nearshore communities**. *Science*. 185, 4156: 1058–1060

Estes J. A., Riedman M. L., Staedler M. M., Tinker M. T. és Lyon B. E. (2003): **Individual variation in prey selection by sea otters: patterns, causes and implications**. *Journal of Animal Ecology*. 72. 144–155

Estes J. A., Tinker M. T., Williams T. M. és Doak D. F. (1998): **Killer Whale Predation on Sea Otters Linking Oceanic and Nearshore Ecosystems**. *Science*. 282, 5388: 473–476. ISSN: 1095-9203

Garshelis D. L., Johnson A. M. és Garshelis J. A. (1984): **Social organization of sea otters in Prince William Sound, Alaska**. *Canadian Journal of Zoology*. 62. 2648–2658

Garshelis D. L., és Johnson C. B. (2013): **Prolonged recovery of sea otters from the Exxon Valdez oil spill? A re-examination of the evidence**. *Marine Pollution Bulletin*. 71, 1-2: 7–19. ISSN: 1879-3363

Hatfield B. B., Ames J. A., Estes J. A., Tinker M. T., Johnson A. B., Staedler M. M. és Harris M. D. (2011): **Sea otter mortality in fish and shellfish traps: estimating potential impacts and exploring possible solutions**. *Endangered Species Research*. 13, 3: 219–229. ISSN: 1863-5407

Jessup D. A., Yeates L. C., Toy-Choutka S., Casper D., Murray M. J. és Ziccardi M. H. (2012): **Washing oiled sea otters**. *Wildlife Society Bulletin*. 36, 1: 6–15. ISSN: 19385463

Johnson Christine K., Tinker Martin T., Estes James A., Conrad Patricia A., Staedler Michelle, Miller Melissa A., Jessup David A. és Mazet Jonna A. K. (2009): **Prey choice and habitat use drive sea otter pathogen exposure in a resource-limited coastal system**. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 106, 7: 2242–2247. ISSN: 1091-6490

- Kannan K., Moon H. B., Yun S. H., Agusa T., Thomas N. J. és Tanabe S. (2008): **Chlorinated, brominated, and perfluorinated compounds, polycyclic aromatic hydrocarbons and trace elements in livers of sea otters from California, Washington, and Alaska (USA), and Kamchatka (Russia).** *Journal of Environmental Monitoring*. 10, 4: 552–558. ISSN: 1464-0325
- Kreuder C., Miller M. A., Jessup D. A., Lowenstine L. J., Harris M. D., Ames J. A., Carpenter T. E., Conrad P. A. és Mazet J. A. K. (2003): **Patterns of mortality in southern sea otters (*Enhydra lutris nereis*) from 1998-2001.** *Journal of Wildlife Diseases*. 39, 3: 495–509. ISSN: 0090-3558
- Kvitek R., és Bretz C. (2004): **Harmful algal bloom toxins protect bivalve populations from sea otter predation.** *Marine Ecology Progress Series*. 271. 233–243
- Laidre K. L., és Jameson R. J. (2006): **Foraging patterns and prey selection in an increasing and expanding sea otter population.** *Journal of Mammalogy*. 87, 4: 799–807
- Larson S., Jameson R., Etnier M., Jones T. és Hall R. (2012): **Genetic Diversity and Population Parameters of Sea Otters, *Enhydra lutris*, before Fur Trade Extirpation from 1741–1911.** *PloS one*. 7, 3: e32205. ISSN: 1932-6203
- Mazzillo F. F. M., Shapiro K. és Silver M. W. (2013): **A New Pathogen Transmission Mechanism in the Ocean: The Case of Sea Otter Exposure to the Land-Parasite *Toxoplasma gondii*.** *PloS one*. 8, 12: e82477. ISSN: 1932-6203
- Monson D. H., Doak D. F., Ballachey B. E. és Bodkin J. L. (2011): **Could residual oil from the Exxon Valdez spill create a long-term population “sink” for sea otters in Alaska?** *Ecological Applications*. 21, 8: 2917–2932
- Newsome S. D., Tinker M. T., Monson D. H., Oftedal O. T., Ralls K., Staedler M. M., Fogel M. L. és Estes J. A. (2009): **Using stable isotopes to investigate individual diet specialization in California sea otters (*Enhydra lutris nereis*).** *Ecology*. 90, 4: 961–974. ISSN: 0012-9658
- Nicholson T. E., Mayer K. A., Staedler M. M. és Johnson A. B. (2007): **Effects of rearing methods on survival of released free-ranging juvenile southern sea otters.** *Biological Conservation*. 138, 3-4: 313–320. ISSN: 00063207
- Riedman M. L., és Estes J. A. (1990): **The Sea Otter (*Enhydra lutris*): Behavior, Ecology, and Natural History.** *US Fish and Wildlife Service Biological report*. 90, 14: 1–126
- Singh G. G., Markel R. W., Martone R. G., Salomon A. K., Harley C. D. G. és Chan K. M. A. (2013): **Sea Otters Homogenize Mussel Beds and Reduce Habitat Provisioning in a Rocky Intertidal Ecosystem.** *PloS one*. 8, 5: e65435. ISSN: 1932-6203
- Valentine K., Duffield D. A., Patrick L. E., Hatch D. R., Butler V. L., Hall R. L. és Lehman N. (2007): **Ancient DNA reveals genotypic relationships among Oregon populations of the sea otter (*Enhydra lutris*).** *Conservation Genetics*. 9, 4: 933–938. ISSN: 1566-0621

Wilson D. E., Bogan M. A., Brownell R. L. Jr., Burdin A. M. és Maminov M. K. (1991):
Geographic Variation in Sea Otters, *Enhydra lutris*. *Journal of Mammalogy*. 72, 1: 22–
36. ISSN: 00222372

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani Dr. Török János tanszékvezető úrnak a lehetőségért, hogy szakdolgozatomat az Állatrendszertani és Ökológiai Tanszéken készíthettem el, valamint témavezetőmnek, Dr. Farkas Jánosnak, a támogatásáért, segítségéért és a szabad témaválasztás lehetőségéért. Továbbá szeretném megköszönni mindenkinek, aki bármilyen módon segítette e dolgozat elkészítését.

Mellékletek

1. táblázat: Oroszország és Japán területén élő *Enhydra lutris lutris* populációk egyedszámának becslése. (Doroff és mtsai., 2011)

Vizsgált terület	Év	Becsült egyedszám
Parancsnok-szigetek	2007	>7000
Kamcsatka	2007	2500
Kuril-szigetek	2007	13000
Hokkaido	2007	2
Teljes egyedszám		22502

2. táblázat: Délnyugat-Alaszkában élő *Enhydra lutris kenyoni* populációk egyedszámának becslése és a populációk növekedési trendje. (Doroff és mtsai., 2011)

Vizsgált terület	Év	Becsült egyedszám	Populáció növekedési trendje
Nyugat-Aleut-szigetek	2000	6250	-73%
Kelet-Aleut-szigetek	2000	2492	-55%
Bristol-öböl	2000	11253	-39%
Alaszkai-félsziget déli része	2001	4724	-74%
Kodiak-sziget, Kamishak-öböl, Alaszkai-félsziget	2001-2004	22957	viszonylag stabil
Teljes egyedszám		47676	

3. táblázat: Dél-Közép-Alaszkában élő *Enhydra lutris kenyoni* populációk egyedszámának becslése. (Doroff és mtsai., 2011)

Vizsgált terület	Év	Becsült egyedszám
Alaszkai-öböl északi része	2000	428
Cook Inlet/Kenai Fiords	2002	2673
Prince William-szoros	2003	11989
Teljes egyedszám		15090

4. táblázat: Délkelet-Alaszkában élő *Enhydra lutris kenyoni* populációk egyedszámának becslése. (Doroff és mtsai., 2011)

Vizsgált terület	Év	Becsült egyedszám
Alaszkai-öböl északi része	2000	32
Glacier-öböl	2002	1266
Délkelet-Alaszka északi része	2002	1838
Délkelet-Alaszka déli része	2003	5845
Yakutat Bay	2005	1582
Teljes egyedszám		10563

NYILATKOZAT

Név: Schmidt Zsanett

Neptun azonosító: FOQBZS

ELTE Természettudományi Kar, **biológia alapszak**

Szakdolgozat címe: A tengeri vidrák rendszertana, ökológiai szerepe és természetvédelmi helyzete

A szakdolgozat szerzőjeként fegyelmi felelősségem tudatában kijelentem, hogy a dolgozatom önálló munkám eredménye, saját szellemi termékem, abban a hivatkozások és idézések standard szabályait következetesen alkalmaztam.

Tudomásul veszem, hogy plágiumnak számít:

- szó szerinti idézet közlése idézőjel és hivatkozás megjelölése nélkül;
- tartalmi hivatkozás a forrás megjelölése nélkül;
- más személy publikált gondolatainak saját gondolatként való feltüntetése.

Kijelentem továbbá, hogy a szakdolgozat leadott nyomtatott példányai és elektronikus változata szövegükben, tartalmukban megegyeznek.

Budapest, 2014. május 16.

a hallgató aláírása