

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK

*EX SITU* ISTRAŽIVANJA I NJIHOVA VAŽNOST U ZAŠTITI I  
MONITORINGU VRSTA

THE IMPORTANCE OF *EX SITU* STUDIES IN PRESERVING  
AND MONITORING OF THE SPECIES

SEMINARSKI RAD

Lea Ljubej  
Preddiplomski studij biologije  
( Undergraduate Study of Biology )  
Mentor: doc. dr. sc. Duje Lisičić

Zagreb, 2014.

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. KONZERVACIJSKA BIOLOGIJA .....	2
2.1. Ex situ .....	2
2.2. Ciljevi i nedostaci ex situ pristupa.....	2
2.3. In situ .....	3
3. UGROŽENOST I ZAŠTITA .....	4
3.1. Przewalski konj ( <i>Equus ferus przewalskii</i> ).....	4
3.2. Kalifornijski kondor ( <i>Gymnogyps californianus</i> ).....	4
3.3. Veliki panda ( <i>Ailuropoda melanoleuca</i> ) .....	5
3.4. Vodozemci – crvenooka gatalinka ( <i>Agalychnis callidryas</i> ) .....	7
3.5. Crvena lisica ( <i>Vulpes vulpes</i> ) .....	8
3.6. Divlja kokoš ( <i>Gallus gallus</i> ).....	10
4. LABORATORIJSKI POKUSI .....	12
5. ZAKLJUČAK .....	13
6. LITERATURA .....	14
7. SAŽETAK .....	16
8. SUMMARY .....	16

# 1. UVOD

Povijesno gledano, držanje životinja u zatočeništvu postoji već tisućama godina. Kao najstariji zabilježeni oblik zatočeništva navodi se domestikacija životinja. Domestikacija podrazumijeva sve one promjene ponašanja, životnog ciklusa, ali i same fiziologije životinja koje su nastale kao rezultat razmnožavanja i održavanja pod kontrolom čovjeka kroz više generacija. Pas se smatra prvom domestikiranom životinjom, a najstariji poznati dokaz je čeljust nađena u Iraku čija se starost procjenjuje na 12 000 godina. Domesticirane životinje su čovjeku služile kao pomoć u lovu, čuvari, ali i kao hrana. Većina životinja domestikirana je u razdoblju neolitika, no iznimke poput kunića nisu prošle taj proces sve do srednjeg vijeka. Važno je spomenuti zbirke živih životinja, primitivne zoološke vrtove koji su također bili oblik zatočeništva, no čija je uloga u to doba bila sasvim drugačija. Naime, tada su oni naglašavali moć vladara, osiguravali zabavu te lov u kontroliranim uvjetima. Porastom broja stanovništva i sve štetnijim utjecajem čovjeka na okoliš, počela se narušavati bioraznolikost i sve više vrsta se našlo pred ekstinkcijom. To se dakako odražava na ekološku ravnotežu i stabilnost. Razvojem znanosti, počela su istraživanja, proučavanja biologije određenih taksona, a s vremenom se javila i svijest o ugroženosti pojedinih vrsta pa samim time i misao o konzervaciji kao rješenju ( McGrath, 2008 ).

Konzervacijska biologija javila se kao odgovor na globalnu krizu bioraznolikosti. Koristeći temelje ekologije te saznanja bioloških, socijalnih, ali i ekonomskih znanosti, ta mlada interdisciplinarna znanost postala je temelj za očuvanje bioraznolikosti. Dva su temeljna pristupa u konzervacijskoj biologiji; *in situ* i *ex situ*, ovisno o tome gdje se odvija postupak zaštite pojedinog taksona. U ovom radu posvetit ću se *ex situ* pristupu te njegovoj ulozi kako u očuvanju bioraznolikosti tako i u prednostima što se tiče samih istraživanja na životinjama u svrhu njihove zaštite i razumijevanja biologije vrste ( Soule M. E., 1985 ).

## 2. KONZERVACIJSKA BIOLOGIJA

### 2.1. Ex situ

*Ex situ* ( lat. ex-izvan, situ-prostor ) konzervacija odvija se izvan prirodnog staništa vrste, odnosno u zatočeništvu. To podrazumijeva relokaciju ugroženih ili rijetkih vrsta iz njihovog prirodnog staništa u zaštićena područja opremljena za njihovu zaštitu i prezervaciju. Umjesto prethodno korištenog izraza „zatočeništvo“, korištenje izraza *ex situ* naglašava znanstveni pristup ovom tipu konzervacije ( Braverman, 2014 ). Danas se većina *ex situ* konzervacijskih programa za životinje provodi u zoološkim vrtovima. No, uloga zooloških vrtova nije uvijek bila povezana s konzervacijom. Tek nakon II. svjetskog rata osnivanjem WAZA-e i IUCN-a, zoološki vrtovi dobivaju status konzervacijske ustanove, naročito od 1970.-ih nadalje. Danas se kao glavne zadaće zoološkog vrta navode: 1. zaštita prirode, 2. edukacija, 3. istraživanje i 4. odmor i rekreacija. 1970.-ih je ograničena mogućnost uzimanja životinja iz divljine s namjerom smještanja u zoološke vrtove te se tada počelo s programom razmnožavanja u zatočeništvu. Osim zooloških vrtova, važnu ulogu u *ex situ* konzervaciji imaju i akvariji, banke gena te botanički vrtovi.

### 2.2. Ciljevi i nedostaci ex situ pristupa

Svrha, odnosno ono što se nastoji postići *ex situ* pristupom je u prvom redu spasiti ugrožene vrste, ali i osigurati materijal za istraživanje u području konzervacijske biologije, educirati javnost i podići svijest o važnosti očuvanja bioraznolikosti te kao krajnji cilj omogućiti reintrodukciju što bi dovelo do obnavljanja staništa i oštećenih ekosistema. Usprkos očitim prednostima i jasnim ciljevima, ovaj pristup ima svoje mane i nedostatke. Kao glavni nedostatak navodi se odsutnost interakcije taksona s prirodnim staništem. Gledano kroz više generacija, to dovodi do zaustavljanja ili mijenjanja procesa prirodne adaptacije pa i same evolucije vrste zbog neprirodnog okruženja. Tako na primjer životinje ne razvijaju imunost na razne bolesti s kojima bi se u prirodnim staništima susrele, a problem se javlja i pri samom pokušaju reintrodukcije vrste u divljinu. Naime, životinjama koje su odrasle u zatočeništvu nedostaje učenje ( *in situ* učenje od starijih jedinki ) što kao posljedicu ima teže snalaženje u divljini, a samim time i teži opstanak. Uz to, nove populacije mogu imati i potpuno izmijenjen genetski kod u odnosu na originalnu populaciju ( Davis i sur., 2011 ).

### 2.3. *In situ*

Kao potpuna suprotnost *ex situ* pristupu javlja se *in situ* konzervacija. *In situ* ( lat. in-u, situ-prostor ) pristup omogućava zaštitu bilo biljne bilo životinjske vrste u njihovom prirodnom staništu. Ovim se načinom omogućava oporavak populacije u okruženju u kojem su se i javile specifične karakteristike populacije, što je ujedno i najveća prednost ovog pristupa. Najvažniji uvjet koji mora biti zadovoljen za uspješnu *in situ* konzervaciju je dovoljno velik broj jedinki u populaciji. Kako je i sam proces *ex situ* konzervacije i istraživanja skup, *in situ* se navodi kao prioritet i konačan cilj konzervacije dok bi se *ex situ* trebalo pribjegavati samo u onim situacijama kada je stanište ozbiljno ugroženo ili je pak broj jedinki premalen. Iako većina konzervista preferira *in situ* kao oblik zaštite, s obzirom na sve češće i veće promjene u ekosustavima, sve više njih se slaže „ da je vrijeme da se fokusira na funkciju vrste kao takve, a manje na njeno podrijetlo.“ ( Davis i sur., 2011 ).

### 3. UGROŽENOST I ZAŠTITA

Procjenjuje se da je od 16. stoljeća do danas izumrlo oko 800 vrsta životinja, a približno 4000 vrsta se danas smatra kritično ugroženima. Tako opasnost od izumiranja prijete 25% vrsta sisavaca, 12% ptica i čak 1/3 vodozemaca ( Dickie i Holst, 2007 ). Prema podacima iz IUCN-a zabilježeno je 69 vrsta životinja koje su izumrle u divljini, dakle odražavaju se isključivo u zatočeništvu npr. havajska vrana ( *Corvus hawaiiensis* ), Davidov jelen ( *Elaphurus davidianus* ), sabljorogi oriks ( *Oryx dammah* ) ( The IUCN Red List of Threatened Species, 2014 ). Iako je situacija doista ozbiljna i sve više vrsta se suočava s potencijalnom ekstinkcijom, postoje i pozitivni primjeri upravo zahvaljujući *ex situ* konzervaciji.

#### 3.1. Przewalski konj ( *Equus ferus przewalskii* )

Jedan takav slučaj je Przewalski konj ( *Equus ferus przewalskii* ) poznat kao i mongolski divlji konj. Przewalski konj je opisan 1881., a 1900. godine je određen broj jedinki smješten u zoološke vrtove. U 20.st. je zbog kombinacije različitih faktora divlja populacija počela nestajati pa je tako zadnja jedinka u divljini zabilježena 1969. godine. Projekt reintrodukcije započeo je 1985. u Xinjiangu, Kina. U razdoblju od 1985.-2005. dvadeset i četiri jedinke iz zatočeništva su prebačene u centar za razmnožavanje ( WHBC ) u Xinjiangu. Prva grupa konja je u kolovozu 2001. godine puštena u poludivlje uvjete ( KNR- Kalamari Natural Reserve ) radi postepene i što lakše prilagodbe. Do prosinca 2013. konji raspoređeni u 14 grupa su bili pušteni u divljinu te se u razdoblju od jedne godine nakon prvog otpuštanja oždrijebilo prvo mlado u divljini ( Xia i sur., 2014 ). Zahvaljujući uzgoju u zatočeništvu i uspješnom programu reintrodukcije, procjenjuje se da populacija u Aziji danas broji preko 300 jedinki čime je status ove životinje promijenjen s kritično ugrožene na ugroženu vrstu ( Xia i sur., 2014 ).

#### 3.2. Kalifornijski kondor ( *Gymnogyps californianus* )

Kalifornijski kondor ( *Gymnogyps californianus* ) je još jedan primjer vrste koja svoj opstanak može zahvaliti *ex situ* konzervaciji te razmnožavanju u zatočeništvu koje ih je spasilo od sigurnog izumiranja. Njihov broj je počeo dramatično padati u 20.st. čemu je

najviše pridonio krivolov, otrovanja olovom te uništavanje njihovih prirodnih staništa. Osim već navedenih razloga, spominje se i utjecaj pesticida DDT-a ( dichlor-diphenyl-trichlorethan ) prisutnog u staništu kondora koji je doveo do problema u razmnožavanju ( krhke ljuske jajeta ) i smanjio reproduktivnu sposobnost ove vrste. Kada se broj kondora smanjio na samo 22 jedinke , započeo je program konzervacije s ciljem reintrodukcije vrste u divljinu. Preostale jedinke su prebačene u zoološke vrtove, a 1987. je i posljednji kondor iz divljine premješten u zatočeništvo. Zoološki vrt u San Diegu i onaj u Los Angelesu započeo je s razmnožavanjem jedinki te je prvi uspjeh zabilježen 1988. u San Diegu. Do kasnih '90.-ih program se uspješno razvio, a godišnje se leglo u prosjeku 20 mladih. Od 1991. godine nadalje, započelo se s programom reintrodukcije. Prvo puštanje jedinki odvalo se u južnoj Kaliforniji, no zbog teškog snalaženja i loše adaptacije, ptice su vraćene u zatočeništvo. Pokušaj reintrodukcije koji je zabilježio uspjeh ponovio se 1995. također u južnoj Kaliforniji te se od tada provodi sve do danas. Osim u južnoj Kaliforniji, mjesta gdje se jedinke vraćaju u prirodno stanište su područje Arizone i središnja Kalifornija ( Walters i sur., 2010 ). Prema podacima iz lipnja ove godine, broj kalifornijskih kondora bilo u zatočeništvu i u divljini iznosi oko 440 jedinki. No, kako bi se uopće moglo početi s procesom konzervacije s ciljem očuvanja bioraznolikosti, potrebno je poznavati biologiju vrste od interesa. Tu veliku važnost imaju bihevioralna istraživanja koja unapređuju naše razumijevanje utjecaja zatočeništva na životinje. Saznanja dobivena takvim istraživanjima možemo iskoristiti za unapređivanje programa razmnožavanja te osigurati visoke standarde za gospodarenje i dobrobit životinja. Informacije o ponašanju većine vrste dobivene su upravo iz zatočenih populacija, dakle *ex situ* istraživanjem radi poteškoća koje se javljaju dok je životinja u svom prirodnom staništu. Osim ponašanja, proučava se i fiziologija životinja što u konačnici također doprinosi što uspješnijoj konzervaciji vrste ( Walters i sur., 2010 ).

### **3.3. Veliki panda ( *Ailuropoda melanoleuca* )**

Veliki panda ( *Ailuropoda melanoleuca* ) je primjer vrste koja se već niz godina održava u zatočeništvu. Zbog gubitka staništa i krivolova tek je oko 1600 jedinki prisutno u prirodi, a broj im je i dalje u opadanju iako nemaju prirodnih neprijatelja. Najveća populacija zatočenih panda nalazi se u Wolongu, Kina ( Wolong Giant Panda Bear Reserve Center for Panda Breeding and Research ) na kojima je proveden niz *ex situ* istraživanja. Jedno takvo istraživanje provedeno je kako bi se otkrio utjecaj mirisa vezano za socijalno i reproduktivno ponašanje. Do sada je sposobnost spolne diskriminacije i reproduktivnog statusa temeljenog

na kemijskom osjetu prikazana kod nekolicine vrsta kralješnjaka od kojih su samo dvije iz reda Carnivora ( *Canis lupus familiaris* , *Felis catus* ) ( Swaisgood i sur., 2010 ). Pande kao solitarne životinje koje nisu često u kontaktu s pripadnicima svoje vrste mnogo se oslanjaju na kemijsku komunikaciju i smatra se da upravo mirisi imaju ključnu ulogu u reprodukciji. Ovo je istraživanje bilo od velike važnosti zbog slabog uspjeha razmnožavanja pandi u zatočeništvu iz razloga kao što su agresivnost mužjaka i nedostatak motivacije. Ciljevi su bili 1.uočiti koje se ponašanje javlja kao odgovor na miris pripadnika vlastite vrste, 2.utvrditi da li spol ili reproduktivni status utječu na uočeno ponašanje, 3.utvrditi da li pande imaju sposobnost razlikovati mužjaka od ženke ili pak ženku u estrusu, odnosno onu koja nije u estrusu, na temelju mirisa i 4.ispitati povezanost između kemijske komunikacije i reproduktivnog statusa. Pande su u svrhu istraživanja bile prebačene u novi životni prostor i podijeljene u 3 kategorije : mužjaci, ženke u estrusu i nonestrus ženke. Pande iz te tri kategorije su bile izložene mirisima jediniki iz tih istih kategorija i to na način da su bile premještane u različite kaveze. Prilikom izlaganja mirisima pratili su se određeni tipovi ponašanja : 1.kemosenzorno istraživanja-postotak vremena proveden njuškajući supstrat, 2.duboki udisaj, 3.lizanje, 4.uriniranje, 5.trljanje tijela, 6.grebanje i 7.glasanje. Nakon tumačenja zabilježenih ponašanja, zaključilo se da su pande osjetljive na mirise te da su sve tri kategorije bile sposobne na temelju osjeta mirisa razlikovati mužjake od ženki, ali su različito na to reagirale. Ženke u estrusu su imale izraženije kemijsko i glasovno signaliziranje kao i mužjaci koji su uz to pokazivali još dva specifična ponašanja: trljanje tijela i obilježavanje teritorija ( *handstand position* ). Primjećena su dva različita tipa vokalizacije kod mužjaka : *bleat* ( mukanje, blejanje) koji bi se javio tijekom interakcije sa ženkom u estrusu i *chirp* ( cvrkutanje ) koji se povezuje sa seksualnom motivacijom mužjaka. Ovi rezultati su pokazali da je kemijska komunikacija od kritične važnosti za uspješno razmnožavanje u zatočeništvu te se kao jedno od rješenja za smanjenje agresivnosti mužjaka i povećanja motivacije navodi izlaganje mužjaka izlučevinama ženke u estrusu ( Swaisgood i sur., 2000 ).

Iako važan za uspješno razmnožavanje pandi, miris nije jedini faktor koji utječe na to. Veličina životnog prostora jedinki u zatočeništvu uvelike utječe na njihovo reproduktivno ponašanje. Naime, uspoređujući pande koje su bile smještene u malim kavezima s onima smještenim u većim kavezima, uočeno je da postoje mnoge razlike u sveobuhvatnom ponašanju pa tako i u onom reproduktivnom što je važno za održavanje ove vrste. Jedinke kojima je životni prostor ograničen od ponašanja pokazuju samo ona koja su neophodna za



preživljavanje ( hranjenje, izlučivanje, odmor). Ponašanja kao što su želja za razmnožavanjem i socijalizacijom primjećena su samo kod onih jedinki koje su imale na raspolaganju dovoljno velik životni prostor ( Peng i sur., 2006 ). Na temelju tog istraživanja zaključeno je da su mnoga ponašanja izgubljena i da je njihova raznolikost kod zatočenih životinja smanjena ( Jiang i sur., 2001 ). S tim saznanjima, u obzir bi se trebala uzeti povezanost ponašanja jedinke s veličinom kaveza, kako bi *ex situ* konzervacija bila što uspješnija, a samim time i reintrodukcija jedinki u prirodu.

### **3.4. Vodozemci – crvenooka gatalinka ( *Agalychnis callidryas* )**

Uz sisavce, vodozemci su najugroženija skupina kralješnjaka, čak 32% vrsta prijete izumiranje, a najmanje 43% vrsta pokazuje trend u opadanju broja jedinki. Kako je *ex situ* konzervacija jedan od najznačajnijih alata za prevenciju izumiranja, svako saznanje koje bi moglo pomoći pri ostvarivanju tog cilja je od velike važnosti. Primjer takvog istraživanja vezan je u karotenoide i njihov utjecaj na zdravlje i razvoj vodozemaca. Proučavanje uloge karotenoida u drugih kralješnjaka pokazalo je njihov doprinos zdravlju i reproduktivnom uspjehu, no ništa takvo nije još bilo ispitano na vodozemcima. Kao razlog više za pokretanje takvog istraživanja navodi se nedostatak informacija o prehranbenim potrebama vodozemaca u zatočeništvu koja bi mogla biti povezana sa slabom obojenošću kože. Kao modelni organizam uzeta je crvenooka gatalinka ( *Agalychnis callidryas* ), vrsta gatalinke koja obitava u tropskim kišnim šumama Srednje Amerike. Ova vrsta se ne smatra ugroženom u svom prirodnom okruženju iako postoji prijetnja takvim staništima zbog krčenja šuma, klimatskih promjena i zagađenja okoliša. Prehrana je ključni element za uspješno upravljanje populacijama vodozemaca u zatočeništvu te su mnoge bolesti kao hipovitaminoza A ,uočena kod zatočenih jedinki, povezane upravo s nedostatkom pojedinih nutrijenata. Predmet proučavanja u ovom istraživanju je bio utjecaj karotenoida na zdravlje i razvoj crvenookih gatalinki tijekom ličinačkog stadija, ali i nakon metamorfoze. Odgovor na različite količine karotenoida pratio se promatrajući obojenja kože i reproduktivni uspjeh jedinki. Karotenoidi su skupina pigmenata sintetiziranih od strane fotosintetskih organizama koji se kod kralješnjaka očituju u obojenju integumenta. Kako ih kralješnjaci ne mogu sintetizirati *de novo*, jedini način da se zadovolji potreba za karotenoidima je preko hrane. Istraživanje je započelo 5 dana nakon što su se punoglavci izlegli te su se držali u odvojenim akvarijima sve do metamorfoze. Temeljna prehrana bila je sastavljena od lososovih peleta ( mali postotak karotenoida ) te vitamina i minerala. Jedinke su dobivale tri tipa prehrane : 1.kontrolna ( bez

karotenoida ), 2.prehrana s niskim udjelom karotenoida i 3.prehrana s visokim udjelom karotenoida. Kao izvor karotenoida odabrani su lutein i  $\beta$ -karoten zbog dostupnosti, ali i jer su zabilježeni u koži i jajima srodne vrste ( *A. moreletii* ). Jedinke su promatrane sve od stadija punoglavca preko metamorfoze do odraslih jedinki i cijelo vrijeme bilježila su se opažanja vezana uz zdravlje, razvoj, obojenost i reproduktivnu sposobnost što je ovisilo o tipu prehrane. Što se tiče rasta i razvoja ili pak postotka preživljavanja punoglavaca ,nije uočen nikakav utjecaj karotenoida, dakle sve tri grupe su se podjednako razvijale bez obzira na tip prehrane. Jedina razlika bila je zabilježena kod ženki hranjenih karotenoidima nakon metamorfoze koje su znatno brže rasle od mužjaka i punoglavaca iako su bili na istom tipu prehrane. Primjećeno je da dostupnost karotenoida ima veliku ulogu u obojenosti jedinki. Uz to, punoglavci imaju mogućnost pohrane viška karotenoida koji se može iskoristiti za pigmentaciju nakon metamorfoze. Isto tako, nedostatak karotenoida u stadiju punoglavca može se nadomjestiti poslije metamorfoze pomoću prehrane obogaćene karotenoidima. Ovim istraživanjem pokazalo se da dostupnost karotenoida direktno utječe na rast nakon metamorfoze ( iako samo u ženskih jedinki ), na obojenost kože i na plodnost jedinki vrste *Agalychnis callidryas*. Zbog mogućnosti pohrane karotenoida u punoglavaca, njihova prehrana bi se trebala uzeti u obzir kada se govori o prehrani vodozemaca u zatočeništvu jer je to ključ uspješnog održavanja i razmnožavanja vodozemaca koji su uključeni u *ex situ* program konzervacije ( Ogilvy i sur., 2012 ). Iako je većina *ex situ* istraživanja isplativa i konzervacija ima pozitivan ishod, postoje primjeri gdje neka ponašanja primjećena kod životinja u zatočeništvu ne odgovaraju ponašanjima u divljini.

### **3.5. Crvena lisica ( *Vulpes vulpes* )**

Istraživanje koje se bavilo procjenom sklonosti prema određenom tipu mamaca i atraktanata na primjeru crvene lisice ( *Vulpes vulpes* ), nije dobilo rezultate koji bi bili od velike koristi pri primjeni *in situ*. Cilj istraživanja bio je otkriti koji tipovi mamaca i atraktanata odgovaraju populaciji divljih lisica s ciljem što uspješnijeg oralnog cijepljenja protiv bjesnoće upravo putem tih mamaca. Oralna vakcinacija protiv bjesnoće je proizišla iz potrebe za kontrolom bjesnoće s ciljem zaštite ljudske populacije i domaćih životinja ( Slate i sur., 2005 ). Pokusi na zatočenim životinjama su omogućili promatranje ponašanja koje bi bilo nemoguće na terenu. Pojavom cjepiva protiv bjesnoće namijenjenih za oralnu uporabu razvili su se i mamci koji su to cjepivo dostavili lisicama. No, zbog sumnjičavosti životinje prema mamcima, a samim time i velikih gubitaka cjepiva, počelo se raditi na improvizaciji i

samog sastava mamca, ali i njegove lokacije. Kako bi saznali koje su to komponente koje privlače jedinke, ispitane su sklonosti zatočenih lisica prema različitim tipovima mamaca i aditivima. Životinje koje su se ispitivale bile su napuštena mladunčad lisice odgojena u zatočeništvu koje su sa oko 20 tjedana starosti bile smještene u kaveze, uglavnom u parovima. Za procjenu sklonosti prema različitim mamacima korištena je tradicionalna metoda u kojoj je životinjama bilo ponuđeno više tipova hrane između kojih su mogle birati. Kombinacije i red kojim su mamci bili predstavljeni životinjama bili su potpuno nasumični, a ispitivanje se vršilo u kasno popodne prije rutinskog hranjenja životinja. Važno je napomenuti da se bilježila samo ona kombinacija koju je životinja odmah pojela. U prvom pokusu tako su korišteni mamci kao što su glave pilića, laboratorijski miševi, nasjeckana jetra te riblje i konjsko meso, a drugi pokus je koristio sintetizirane okuse poput govedine, piletine, tune, slanine, meda i kontrole koja je bila bez ikakvog okusa. Uz to, ispitivali su se i atraktanti : sintetizirani okusi kao u prethodnom slučaju i kemijski spojevi povezani sa reprodukcijom i obilježavanjem teritorija koje je zabilježeno u porodici *Canidae*. Ti kemijski spojevi bili su redom: 1. TMA ( trimethylamine ) , 2. VA ( valeric acid ) , 3.DMD ( dimethyl disulphide ) , 4. HA ( hexylamine ) , 5. EC ( ethylcaproate ) i 6.SFE ( synthetic fermented eggs ). Cilj je bio vidjeti koliko dugo će životinja istraživati i koliko puta će se vratiti do mamca. Ispitano je 10 odraslih jedinki u 2 odvojena pokusa u različito vrijeme kako bi se odredilo da li postoje neki sezonski utjecaji na odabir. Jedna sezona obuhvaćala je razdoblje od ljeta do jeseni, dakle period kada se lisice ne razmnožavaju, a druga sezona bila je vrijeme razmnožavanja, odnosno razdoblje od zime do proljeća. Rezultati su pokazali da su jedinke najviše sklonosti pokazale prema laboratorijskom mišu kao mamcu, a najmanje ih je zanimalo riblje i konjsko meso. Što se pak aditiva okusa tiče, najviše njih je izabralo govedinu i med. Zanimljivo je da je više jedinki privukao kontrolni mamac bez ikakvih aditiva nego jetra. Iako su lisice većinom odabrale isti mamac, čini se da ih je svaki privukao na jednak način, a jedina je razlika zabilježena u vremenu koje su posvetile pojedinom mamcu. Taj podatak ne iznenađuje s obzirom da lisice imaju raznoliku prehranu, no kada hrane ima u izobilju mamac treba dodatno privući životinju kako bi mogao kompetirati regularno dostupnim alternativama. Osim toga, zapaženo je da na kvalitetu mirisa mogu utjecati i feromoni koji se luče tijekom sezone razmnožavanja pa bi se u tom slučaju valerijanska kiselina pokazala boljim atraktantom nego SFE neovisno o sezoni. Gledajući sveukupno podatke dobivene ovim istraživanjem, znanstvenici nisu dobili nikakva nova saznanja kojima bi mogli unaprijediti mamce te tako privući veću populaciju lisica u bilo koje doba godine. Takvi rezultati nisu bili neočekivani jer životinja drugačije reagira na iste podražaje ovisno o tome da li se nalazi u

umjetnom okruženju ili u prirodnom staništu u kojem razvija niz složenih odnosa sa okolinom ( Saunders i Harris, 2000 ). Bez obzira na ishod istraživanja, i dalje je poželjno i isplativo raditi na ovoj problematici samo bi težište istraživanja trebalo biti *in situ* radi što vjerodostojnijih rezultata. Osim što podaci dobiveni *ex situ* istraživanjem nisu uvijek iskoristivi u *in situ* uvjetima, još jedan problem koji se javlja je promjena u ponašanju vrste nakon nekoliko generacija provedenih u zatočeništvu. To može biti od velike važnosti naročito kada se radi o antipredatorskom ponašanju koje životinji osigurava opstanak i daljnju evoluciju vrste. Jedinke koje su bile odražavne u zatočeništvu tada mogu imati probleme s reintrodukcijom i prilagodbom na normalne uvjete. Antipredatorsko ponašanje utječe na tijek prirodne selekcije jer neprimjerena obrambena ponašanja najčešće rezultiraju smrću životinje.

### 3.6. Divlja kokoš ( *Gallus gallus* )

Divlja kokoš ( *Gallus gallus* ) uzeta je kao modelni organizam u istraživanju koje je proučavalo utjecaj zatočeništva na ponašanje jedinki gledano s aspekta konzervacijske biologije. Divlja kokoš je ptica tropskih područja i pripada porodici fazanki ( *Phasianidae* ) te se smatra izvornim pretkom domaće kokoši koja je prvi put uzgojena u zatočeništvu prije najmanje 5000 godina. Već nekoliko godina koristi se kao modelna životinja za istraživanja vezana uz utjecaj domestifikacije na ponašanje. U ovom slučaju, cilj je bio istražiti kako zatočeništvo utječe na antipredatorsko ponašanje kroz par generacija ( Hakansson i Jensen, 2008 ). U prijašnjim istraživanjima primjećene su razlike u ponašanju kako antipredatorskom tako i socijalnom kod ptica koje su se održavale u različitim uvjetima ( Hakansson i Jensen, 2005 ). U ovom slučaju promatrane su dvije populacije divljih kokoši ( *Gallus gallus* ) kroz četiri generacije. Jedna populacija ( Cop ) je potekla od ptica koje su u zatočeništvu od 1950.-ih godina, a druga ( Got ) je u zatočeništvu od 1993. Prva generacija kokoši obje populacije je bila držana u različitim uvjetima što se očitovalo u stupnju izloženosti predatorima. Od druge generacije nadalje uvjeti su za obadvije populacije bili identični, u skladu s čim je postavljena hipoteza da će populacije postati međusobno sve sličnije. Antipredatorsko ponašanje je praćeno testom u kojem je jedinka bila izložena standardiziranom napadu predatora te je tijekom ispitivanja svih jedinki obje populacije bilo zabilježeno osam tipova ponašanja koja su bila podijeljena u dvije kategorije : uznemireno ( glasanje, upozoravanje ostalih jedinki, pokušaj bijega, ...) i neuznemireno ponašanje ( istraživanje, hranjenje, ...). Na temelju uočenih ponašanja populacija koje su se razlikovale jedino u stupnju izloženosti predatoru, primjećeno je da su postajale sve sličnije u antipredatorskom ponašanju nakon niza generacija uzgajanih u

sličnom okruženju. To može kao uzrok imati genetičku podlogu, ali i međusoban utjecaj životinja unutar generacija. Dakle, okolina u kojoj se jedinke uzgajaju ima znatan utjecaj na ponašanje i to se treba uzeti u obzir prilikom adaptacije životinje na zatočeništvo. Rezultati pokazuju da se tijekom samo nekoliko generacija mogu javiti promjene u ponašanju, poglavito antipredatorskom, kod zatočenih životinja, a upravo to je jedan od presudnih faktora za uspješnu reintrodukciju ( Hakansson i Jensen, 2008 ). Reintrodukcija ionako može biti uspješna metoda samo kada je ponašanje presudno za preživljavanje i reprodukciju u divljini očuvano tijekom boravka vrste u zatočeništvu.

## 4. LABORATORIJSKI POKUSI

*Ex situ* istraživanja se, kako je i pokazano na prethodnim primjerima, najčešće vrše u zoološkim vrtovima ili pak u centrima posebno namijenjenim toj svrsi ( npr. *Ailuropoda melanoleuca* ). No, i laboratorijski pokusi na životinjama su također jedna vrsta *ex situ* istraživanja iako postoje mnoge razlike u samoj izvedbi, ali i ciljevima ovih tipova istraživanja. Naime, bilo da se radi o klasičnom *ex situ* ili pak laboratorijskom istraživanju, zajedničko im je to da se cijeli proces odvija izvan prirodnog staništa vrste koja je predmet izučavanja. Najveća razlika je u tome što se kod laboratorijskih ispitivanja koriste životinje koje su već dugi niz generacija razmnožavane u zatočeništvu, u kontroliranim uvjetima. Pokusne životinje tako mogu biti čisti sojevi životinja ( singenični, kongenični ) ili životinje s posebnim genskim obilježjima ( transgenične, knock-out ), dakle u ovakvom tipu istraživanja ne koriste se životinje uzete direktno iz svog prirodnog staništa. Danas se u laboratorijima radi s oko 1800 vrsta sisavaca, od čega čak 75-80% čine glodavci. Osim sisavaca rabe se i ptice, gmazovi, vodozemci i ribe, ovisno o tome kakav tip istraživanja se provodi ( [www.peta.org](http://www.peta.org) ). Dok se *ex situ* istraživanja prethodno opisana provode u svrhu izučavanja biologije vrste, kako bi se samim time životinjama osigurala bolja skrb i opstanak, laboratorijski pokusi se više orijentiraju na unapređivanje ljudskog zdravlja i razvoj medicine. Pokusne životinje su tu u službi modela koji omogućuje istraživanje brojnih poremećaja koji ugrožavaju čovjekovo zdravlje i život. Mišljenja oko etičnosti pokusa na životinjama su podijeljena, ali nedvojbeno je da su omogućili važna dostignuća u području biomedicine čime su unaprijedili zdravlje ljudi ( lijekovi, cjepiva, kirurški postupci, ... ) ( The Royal Society, 2004 ).

## 5. ZAKLJUČAK

*Ex situ* kao pristup u konzervacijskoj biologiji učinkovit je način da se pomogne životinjama kojima prijeti ekstinkcija i samim time da se očuva bioraznolikost. Početke *ex situ* konzervacije nalazimo još u neolitikumu kada se počelo s procesom domestikacije divljih životinja, a to se, iako u drugačijem obliku, nastavilo sve do danas. Naime, danas se većina *ex situ* programa, bilo radi konzervacije ili s ciljem istraživanja, odigrava u zoološkim i botaničkim vrtovima, akvarijima, bankama gena ili pak objektima namijenjenim za uzgoj u zatočeništvu. Neke vrste ( npr. *Gymnogyps californianus*, *Equus ferus przewalskii*, *Bison bonasus*, ...) danas su prisutne zahvaljujući razmnožavanju u zatočeništvu i reintrodukciji. Uz njih postoji još mnogo vrsta koje se odražavaju isključivo u zatočeništvu, dok su njihove divlje populacije izumrle. Osim uloge u konzervaciji, *ex situ* programi omogućavaju razna istraživanja vezana uz biologiju vrste ( ponašanje, fiziologija ), educiraju javnost i podižu svijest o ugroženosti bioraznolikosti. Laboratorijski pokusi, kao posebna vrsta *ex situ* istraživanja, imaju veliki značaj i za ljudsku populaciju. Saznanjima dobivenim pomoću raznih pokusa na životinjama namijenjenim upravo za tu svrhu, omogućen je napredak mnogih znanosti ( medicina, farmacija ), a samim time napredovala su i istraživanja ljudskih bolesti te način suzbijanja istih.

Kao glavni nedostatak navodi se to da većina *ex situ* istraživanja zahtjeva mnogo vremena i velike financijske resurse. Uz to, javljaju se i problemi vezani uz same jedinke koje se koriste u ovom tipu istraživanja. Naime, držanjem populacije u zatočeništvu kroz određen broj generacija, dolazi do gubitka specifičnih karakteristika te populacije, a konačno i do promjene u genetskoj strukturi. Sve to ima znatan utjecaj na tijek prirodne adaptacije te na samu daljnju evoluciju. Uzevši u obzir prednosti i nedostatke, danas su *ex situ* istraživanja najčešće nadopuna *in situ* pristupu te se koriste samo onda kada je *in situ* izuzetno teško ili nemoguće provesti ( fragmentirano stanište, premali broj jedinki u populaciji, ...).

## 6. LITERATURA

- Bateson P., Biggs P., Cuthbert A., Cuthill I., Festing M., Keverne B. E., King S., Page C., Petersen O., Rothwell N., Rushworth M., Walsh V., 2004. *The use of non-human animals in research : a guide for scientists*. The Royal Society
- Braverman I., 2014. *Conservation without nature: the trouble with in situ versus ex situ conservation*. *Geoforum* **51**: 47-57
- Conde D. A., Flesness N., Colchero F., Jones O. R., Scheuerlein A., 2011. An emerging role of zoos to conserve biodiversity. *Bioscience* **331** : 1390-1391
- Conway W., 2003. *The role of zoos in the 21st century*. *International Zoo Yearbook* **38**: 7-13
- Davis M. A., Chew M. K., Hobbs R. J., Lugo A. E., Ewel J. J., Vermeij G. J., Brown J. H., Rosenzweig M. L., Gardener M. R., Carroll S. P., Thompson K., Pickett S. T. A., Stromberg J. C., Tredici P., Suding K. N., Ehrenfeld J. G., Grime P. J., Mascaro J., Briggs J. C., 2011. *Don't judge species on their origins*. *Nature* **474** : 153-154
- Dickie L. A., Holst B., 2007. *How do national and international regulations and policies influence the role of zoos and aquariums in conservation*. Cambridge University Press
- Hakansson J., Jensen P., 2005. *Behavioural and morphological variation between captive populations of red junglefowl ( Gallus gallus ) – possible implications for conservation*. *Biological conservation* **122** : 431-439
- Hakansson J., Jensen P., 2008. *A longitudinal study of antipredator behaviour in four successive generations of two populations of captive red junglefowl*. *Applied Animal Behaviour Science* **114** : 409-418
- Jiang Z., Li C., Peng J., Hu H., 2001. *Structure, elasticity and diversity of animal behaviour*. *Biodiversity science* **9** : 265-274
- McGrath J., 2008. *How Animal Domestication Works*. HowStuffWorks.com. <<http://animals.howstuffworks.com/animal-facts/animal-domestication.htm>>
- Rujan, 2014.
- Ogilvy V., Preziosi R., Fidgett A., Garner T., 2012. *A brighter future for frogs? The influence of carotenoids on the health, development and reproductive success of the red-eye tree frog*. *Animal conservation* **15** : 480-488



- Peng J., Jiang Z., Qin G., Huang Q., Li Y., 2007. *Impact of activity space on the reproductive behaviour of giant panda ( Ailuropoda melanoleuca )in captivity*. Applied Animal Behaviour Science **104** :151-161
- Saunders G., Harris S., 2000. *Evaluation of attractants and bait preferences of captive red foxes ( Vulpes vulpes )*. Wildlife Research **27** : 237-243
- Slate D., Rupprecht C., Dunbar M., McLean R., 2005. *Oral rabies vaccination – A progress report*. Published in Proceedings of the 11th Wildlife Damage Management Conference
- Soule M. E., 1985. *What is conservation biology?* Bioscience **35** : 727-734
- Swaisgood R., Lindburg D., Zhou X., Owen M., 2000. *The effects of sex, reproductive condition and context on discrimination of conspecific odours by giant pandas*. Animal behaviour **60** : 227-237
- Toone W., Risser A., 1988. *Captive management of the California condor ( Gymnogyps californianus )*. International Zoo Yearbook **27** : 50-58
- Xia C., Cao J., Zhang H., Gao X., Yang W., Blank D., 2014. *Reintroduction of Przewalski's horse ( Equus ferus przewalskii ) in Xinjiang, China : The status and experience*. Biological conservation **177** : 142-147
- Walters J. R., Derrickson S. R., Fry M., Haig S. M., Marzluff J. M., Wunderle J. M., 2010. *Status of the California condor ( Gymnogyps californianus ) and efforts to achieve its recovery*. The Auk **127** : 969-1001
- PETA ( 2014. )-Animals used in experimentation  
<http://www.peta.org/issues/animals-used-for-experimentation/animal-testing-101/>  
 Rujan, 2014.
- The IUCN Red List of Threatened Species, 2014. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)> , Rujan, 2014.
- WWF ( 2014. )- Endangered Species Conservation – Species directory  
<https://www.worldwildlife.org/species> Rujan, 2014.

## 7. SAŽETAK

Konzervacijska biologija je jedna od najvažnijih znanosti 21. stoljeća. Kako *ex situ*, tako i *in situ* konzervacija pruža nam mogućnost da naučimo više o biljnom i životinjskom svijetu i na taj način očuvamo bioraznolikost. U ovom radu predstavljen je kratak osvrt na *ex situ* istraživanja. Koristeći primjere različitih istraživanja na životinjama u zatočeništvu, prikazane su prednosti, ali i nedostaci *ex situ* istraživanja. Danas se zoološki vrtovi, uz to što osiguravaju rekreaciju i edukaciju javnosti, smatraju mjestima gdje se odvija većina *ex situ* istraživanja. Osim što ovom tipu istraživanja dugujemo mnoga saznanja o biologiji pojedine vrste, pomoću razmnožavanja u zatočeništvu i reintrodukcije možemo spasiti vrste koje su na rubu izumiranja. Iako se *in situ* pristup smatra temeljnim ciljem konzervacije, znanje i razumijevanje ponašanja mnogih životinjskih vrsta dolazi upravo iz istraživanja na zatočenim životinjama, a to je ujedno i prvi korak prema uspješnoj konzervaciji i očuvanju biodiverziteta.

## 8. SUMMARY

Conservation biology is one of the most important sciences of the 21st century. Both *ex situ* and *in situ* conservation programmes provide us possibility to learn more about wildlife and to conserve biodiversity. In this paper, a short review of the *ex situ* studies has been presented. Using examples of variety of captive animal studies, advantages and disadvantages of *ex situ* studies have been shown. Apart from providing recreation and public education, zoos are considered to be places where most of the *ex situ* studies take place. This type of study provides excellent research opportunities on the components of biological diversity and what is even more important, by captive breeding and reintroduction we can save animals which are on the edge of the extinction. Although *in situ* programmes are the ultimate goal of conservation, knowledge and understanding of the behaviour of many species have come from captive populations and that is the first step towards successful conservation and preserving biodiversity.