

# Filogeografska struktura postrvi (*Salmo trutta* L.) v Sloveniji

## Uvod

Postrv (*Salmo trutta* L.) je avtohtoni prebivalec severne poloble in naseljuje območja vse od norveške in ruske obale Belega Morja do Maroka ter od Irške in Islandije do Afganistana in Kirgizistana. Dandanes postrv naseljuje tudi nekatere reke in jezera Severne in Južne Amerike ter Avstralije, kamor so jo uspešno naselili.

Postrv je ena najbolj raznolikih vrst med vretenčarji. »Samo populacije postrvi na Irskem odražajo približno petkrat večjo genetsko raznolikost«, pravi znani ihtiolog Andrew Ferguson z Univerze Queens v Belfastu, »kot celotna človeška populacija.« Torej ni presenetljivo, da so zlasti v obdobju ledene dobe, ki je preoblikovala ustroj mnogih porečij, postrvi uspele razviti več samostojnih linij, ki so se oblikovale kot rezultat dolgotrajnega ločenega razvoja. Eden izmed dodatnih razlogov za tolikšno raznolikost med postrvmi pa je prav gotovo tudi njihova velika sposobnost prilagajanja na različna okolja. Tako se lahko relativno sorodni osebki (tudi znotraj določenega geografskega območja) razhajajo glede na njihov način življenja in posledično nastajajo izrazite razlike zunanjem videzu. Ta se v grobem odraža v eni od treh ekoloških oblik (morska, potočna in jezerska), ki jih postrv razvije glede na danosti, pogojene z njenim življenjskim okoljem. Zaradi opazno različnih zunanjih znakov (predvsem različne obarvanosti in vzorca pigmentacije; (Slika 1) so geografske in ekološke oblike postrvi opredeljevali tudi taksonomsko. To je povzročilo zmedo v nomenklaturi, saj so nekateri avtorji opisovali okoljske oblike kot samostojne vrste ali podvrste. Sodobne raziskave, ki temeljijo na analizi genetskih lastnosti, na katere okolje ne vpliva, so pokazale, da takšna klasifikacija ni ustrezna; posamezna ekološka oblika se namreč ni razvila iz skupnega prednika. Ko pa so na osnovi istih analiz proučevali nekatere geografsko ločene populacije postrvi v Evropi, so znotraj posamezne populacije opazili precejšnjo enotnost, med populacijami pa dokaj izrazite razlike. Postrvi so glede na porečja, od koder izvirajo, v grobem razvrstili v pet osnovnih razvojnih ali t. i. filogeografskih linij: v atlantsko, donavsko, jadransko, sredozemsko in linijo *marmoratus* (Bernatchez, 2001). Pri prvih štirih prevladuje morfološka oblika, ki jo v Sloveniji opredeljujejo kot potočno postrv. V ustreznih habitatih vse štiri linije lahko razvijejo jezersko obliko, medtem ko je

atlantska linija značilna tudi za morsko (anadromno) postrv. Linijo *marmoratus* so našli na nekaterih območjih severno-jadranskega porečja (porečji Pada in Soče) in je značilna za soško postrv (Giuffra s sod., 1994; 1996). Vseh pet linij je evlucijsko približno enako oddaljenih ena od druge (njihov nastanek sega v obdobje ledene dobe), zaradi česar jih iz razvojno zgodovinskega vidika obravnavamo kot enakovredne enote. Taksonomska klasifikacija posameznih linij je stvar razprave in različnih pogledov na definicijo vrste, vendar tovrstno opredeljevanje ni namen tega prispevka.

Atlantsko linijo so na Zahodu delno domesticirali in jo prilagodili na ribogojniške razmere. Pod močnim selekcijskim pritiskom, ki se je pojavil ob tem, je nastal učinek ozkega grla in drastičen padec genetske pestrosti domesticirane linije. Ta linija v ribogojniških razmerah dobro uspeva, vendar pa ji njena genetska okleščanost ne dopušča uspešnega prilagajanja na druga okolja. V zahodni Evropi so ihtiologi in ribogojci ugotovili, da je poribljavanje odprti voda z domesticirano linijo dokaj neučinkovito in škodljivo:

Rastline in živali so sestavljene iz številnih celic. V celici je jedro, v njem pa dedna snov - dednina, ki hrani genetske informacije, ki jih organizem dobi od očeta in matere. V kemičnem pomenu dednino predstavlja molekula, ki se imenuje deoksiribonukleinska kislina ali s kratico DNK. Dednina je praviloma v vseh celicah nekega organizma enaka. Poleg jedra je v celicah še več celičnih struktur (organelov), med katerimi so z genetskega vidika najzanimivejši mitohondriji. Tudi ti imajo svojo lastno dednino, imenovano mitohondrijska DNK (mtDNK), ki se deduje ločeno in neodvisno od jedrne DNK. Mitohondrijsko DNK odlikujejo nekatere značilnosti, zaradi katerih je zelo primerna za genetske analize. Njeno dedovanje namreč poteka za razliko od jedrne DNK le po materini liniji (omogoča zasledovanje ženskih linij v populacijah), kar precej olajša interpretacijo rezultatov; mtDNA vsebuje odseke (npr. kontrolno regijo), ki niso pod močnim selekcijskim pritiskom, zaradi česar se v njih akumulirajo mutacije (spremembe v zaporedju DNK). Te nastajajo v bolj ali manj enakomernih časovnih presledkih, zaradi česar jih lahko uporabljamo za približno merjenje časa. Na osnovi mutacij, ki jih je mogoče najti s sodobnimi

večina vložnih rib se namreč ne uspe prilagoditi in propade, tiste, ki se uspejo drstiti, pa svoje »slabe« gene zanesejo v avtohtono populacijo, ki na tak način slabi in izgublja svojo lastno genetsko identiteto (Hansen in Loeschcke, 1994). Poleg tega domesticirana linija odraža značilen zunanji videz (Slika 1/a), ki je genetsko pogojen, in ki lahko skozi proces križanja popači izvirno podobo avtohtone populacije.

Filogeografsko strukturo postrvi so proučevali v mnogih delih Evrope in delno Azije. V teh raziskavah so osvetlili razvojno zgodovino določenih populacij. Pri tem odkrili, da so v delu prvobitnih populacij netipične genetske značilnosti. Nadalje so ugotovili, da so za to odgovorni tako naravni kot človeški dejavniki, čeprav v mnogih primerih prevladujejo slednji, ki so posledica poribljavanja z neavtohtonimi linijami postrvi.

Tudi slovenske reke so bile podvržene mnogim zabeleženim in nezabeleženim vnosom neavtohtonih populacij postrvi. Tako so postrvi različnega izvora množično vlagali v jadranski rečni sistem, medtem ko so atlantsko linijo in linijo *mar-*

tehniki, prepoznavamo in opredeljujemo različne genetske variante, ki jih imenujemo haplotipi. Ko različne haplotipe primerjamo med seboj, prepoznavamo njihove skupne značilnosti in razlike ter tako ocenjujemo filogenetsko sorodnost osebkov ter sklepamo na njihov izvor in filogeografsko strukturo populacije, ki ji pripadajo.

Pri interpretaciji rezultatov mtDNK pa moramo biti pazljivi in dosledno upoštevati možnost, da imamo opravka ne samo s čistimi linijami, ampak tudi z njihovimi križanci. Če ima npr. neka postrv na odseku mtDNK, ki ga proučujemo, genetsko varianto značilno za soško postrv, to še ne pomeni, da je taka riba v resnici čista soška postrv. Križancev namreč na osnovi mtDNK zaradi njene maternelnega dedovanja ni mogoče razlikovati od čistih linij. Zato rezultati mtDNK povedo le, kolikšen je delež posameznih haplotipov v neki populaciji, ne pa tudi razmerja med križanci in osebki čistih linij.

*Filogenija je zgodovina razvoja določene linije.*

*Filogeografija je veda, ki proučuje biogeografske naseljitvene vzorce v luči filogenetskega razvoja. Večinoma se nanaša na populacije znotraj določene vrste.*



a. Ribogojnica (atlantska linija - ribogojniški tip)



b. Mislinja (donavska linija)



c. Mislinja (domnevni križanec atlantske in donavske linije)



d. Rijeka Crnojevića, Črna Gora (jadranska linija)



e. Soča (linija marmoratus)



f. Zeta, Črna Gora (»glavatica«, jadranska linija); foto: J. Schöffmann



g. Anapo, Sicilija; foto: J. Schöffmann



h. Jezero sevan, Armenija (»Salmo ischan«, donavska linija); foto: J. Schöffmann



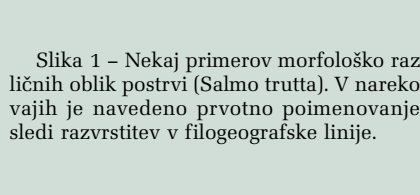
i. Otra, Norveška (»marmorirana« postrv, atlantska linija); Skaala in Solberg, 1997



j. Soguksu, Turčija (»Salmo platycephalus«, jadranska linija); foto: J. Schöffmann



k. Sardinija (»Salmo macrostigma«, mediteranska linija); foto: J. Schöffmann



Slika 1 - Nekaj primerov morfološko različnih oblik postrvi (*Salmo trutta*). V narekovajih je navedeno prvotno poimenovanje, sledi razvrstitev v filogeografske linije.

*marmoratus* vlagali v donavski rečni sistem. Na splošno med slovenskimi ihtiologi in ribiči velja, da je bila pred vnosom neavtohtonih linij v jadranski rečni sistem soška postrv tam edini živeči salmonid. Tako prepričanje pa je v nasprotju s poročili, ki navajajo sobivanje jadranske linije in linije *marmoratus* v drugih habitatih, ki jih naseljuje soška postrv (npr. porečje rek Pada in Netetve).

Glavni namen naše raziskave je bil dobiti osnovni vpogled v filogeografsko strukturo postrvi na Slovenskem. Na tak način smo želeli odgovoriti na vprašanje, kako zelo so prizadete slovenske avtohtone populacije z neavtohtonimi linijami in rekonstruirati distribucijo postrvi pred človeškim posegom.

Kot poskusni sistem, ki bi omogočil najhitrejši in najbolj neposreden vpogled v filogeografsko strukturo postrvi, smo analizirali kontrolno regijo mitohondrijske DNK, ki so jo uporabljali že v mnogih podobnih raziskavah in je priznana kot visoko informativna in zanesljiva metoda za ugotavljanje izvora postrvi.

### Zbiranje vzorcev

Analizirali smo 364 postrvi, ki so bile v obdobju od 1995 do 2002 naključno ulovljene v 18 rekah ali potokih donavskega (savskega in dravskega) ter jadranskega porečja (Preglednica). Nekatere

reke oz. lokacije vzorčenja smo izbrali s predpostavko, da jih naseljujejo neokrnjene avtohtone populacije, pri katerih še ni bilo križanja z vnesenimi linijami (Iška, Mahnečica, Sovpot, Ribnica, Kozji jarek, Kremžarjev potok, Trebuščica, Zadlaščica, Predelica iz obdobja pred plazom v Logu pod Mangartom in Idrija s pritoki). V navedenih primerih smo praviloma vzorčili nad naravnimi zaprekami, ki preprečujejo selitev rib iz spodnjega toka navzgor. V analizo smo vključili tudi postrvi iz rek in potokov, za katere je znano, da so intenzivno upravljani in poribljavani (Krka, Obrh, Mislinja, Rižana, Tolminka, Soča). Analizirali smo tudi nekaj primerkov iz ribogojnice Povodje.

Ribe smo praviloma izlavljalji z električnim agregatom. Kot vzorčni material nam je služila kri, ki smo jo odvzeli iz repne vene anestetiziranih rib, ali koščki analne plavuti, ki smo jih po odvzemu hranili v alkoholu. V obeh primerih smo ribe praktično nepoškodovane vrnili v njihov habitat.

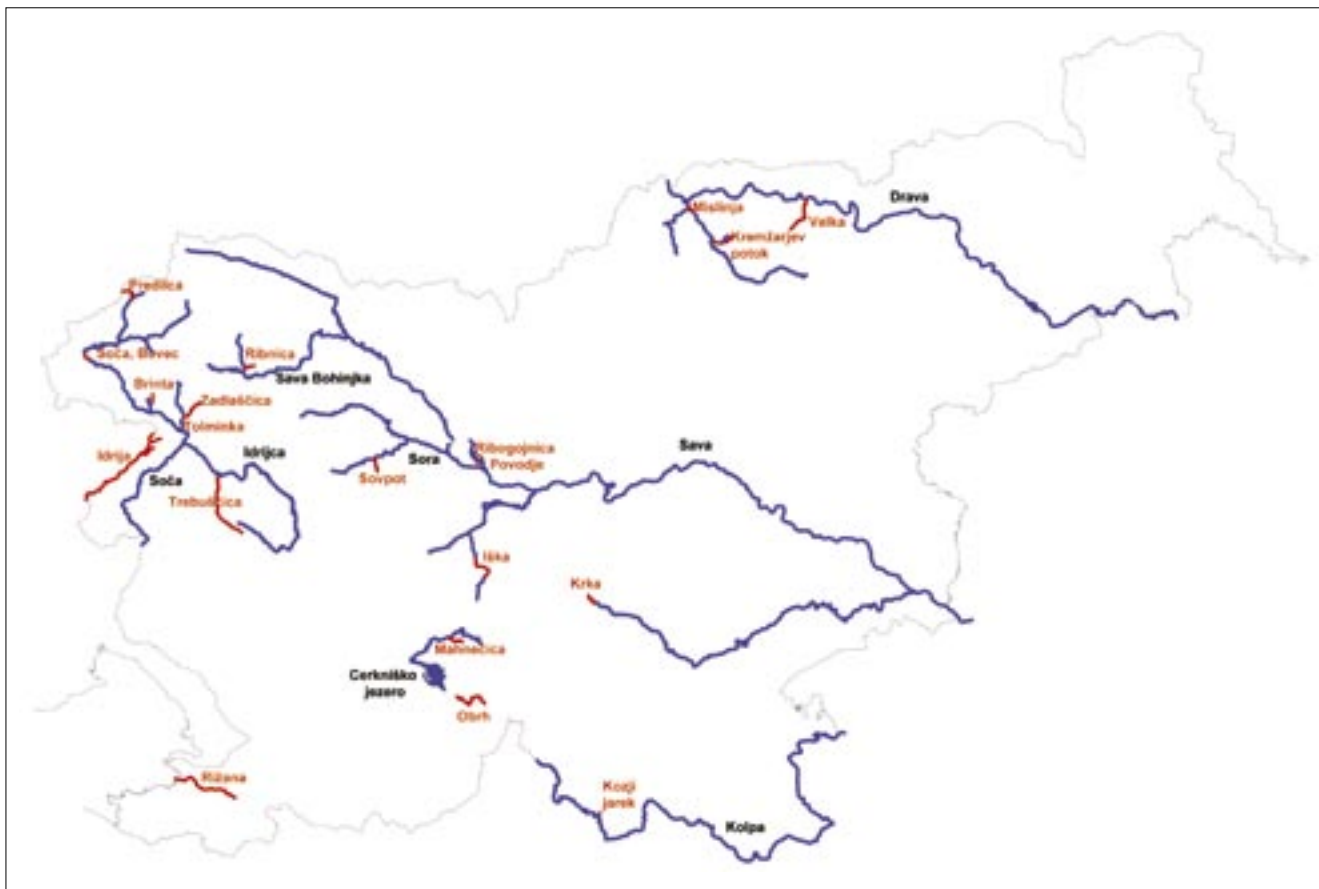
### Rezultati

Analiza mtDNK je pokazala, da slovenske vode naseljujejo štiri filogeografske linije postrvi: donavska, *marmoratus*, jadranska in atlantska. Če najprej pogledamo splošno situacijo, ugotovimo, da sta obe porečji v Sloveniji poseljeni tako z

avtohtonimi kot vnesenimi linijami (Slika 3). V donavskem porečju povprečno gledano zelo prevladuje donavska linija (88 %), medtem ko je od vnesenih najštevilčnejša atlantska (16 %), v manjšem deležu (po 1 %) pa sta prisotni še linija *marmoratus* (soška postrv) in jadranska linija. V jadranskem porečju se avtohtona linija *marmoratus* pojavlja v 47 %, sledijo ji atlantska in donavska s po 41 in 10 %.

Precej pa se situacija spremeni, če opazujemo razporejenost haplotipov po posameznih lokacijah.

Kot nazoren primer za izrazito kontaminiran habitat v donavskem porečju lahko navedemo zgornji tok reke Krke (Slika 3), kjer smo poleg atlantske linije, ki se pojavlja kar v 64 %, našli tudi na genetsko varianto, značilno za soško postrv. Velik delež (35 %) atlantske postrvi je značilen tudi za potok Obrh, medtem ko je kontaminiranost z atlantsko postrvjo v reki Mislinji zmerena in zaenkrat omejena le na spodnji tok reke. Zanimivo je, da smo v potoku Velka, ki je pritok Mislinje, v relativno velikem deležu (20 % oz. pri dveh ribah izmed desetih analiziranih) našli haplotip, značilen za jadransko linijo postrvi. Na preostalih lokacijah se je pojavljala izključno donavska linija, razen reke Iške, kjer se je med osmimi analiziranimi vzorci pojavil eden z atlantskim haplotipom.



Zemljevid z označenimi lokacijami, kjer je potekalo vzorčenje.

V jadranskem porečju je največji delež neavtohtonih linij vezan na reko Sočo in Tolminko ter Rižano. V Rižani je avtohtona linija *marmoratus* najmanj zastopana (28 %), prevladuje donavska linija (36 %), ki ji sledi atlantska (30 %). V majhnem deležu se pojavlja tudi jadranska linija. V Tolminki tik pred izlivom v Sočo so približno enako zastopane vse tri linije: *marmoratus*, atlantska in donavska, medtem ko smo v Soči pri Bovcu poleg linije *marmoratus* našli le še atlantsko. Vse preostale analizirane populacije v soškem porečju so bile monomorfne (odražale so en sam haplotip). Tako smo pri vseh vzorcih iz reke Idrije in njenega pritoka Vogrinke našli zgolj na atlantski haplotip, ki smo ga v 100 % našli še v potoku Brinta. V potokih Zadlaščica, Trebuščica in Predelici smo našli le haplotip, značilen za soško postrv.

Vse analizirane postrvi iz ribogojnice Povodje so odražale haplotip, značilen za atlantsko linijo.

Omeniti velja, da je v Sloveniji za postrvi donavske linije značilno sedem različnih haplotipov. Štirje od njih so bili znani že iz prejšnjih raziskav postrvi, medtem ko haplotipi  $Da_{KR}$ ,  $Da_{KZ}$  in  $Da_{MI}$  še niso bili opisani. Analiza porazdelitve donavskih haplotipov v Sloveniji kaže, da so do neke mere zemljepisno specifično porazdeljeni; tako je bil npr. haplotip  $Da_3$  najden le v Iški, medtem ko sta bila haplotipa  $Da_{KZ}$  in  $Da_{MI}$  vezana na dravsko

porečje. V nasprotju s številčnostjo haplotipov donavske linije smo pri atlantski liniji zabeležili le en haplotip ( $At_1$ ). Pri liniji *marmoratus*, za katero so značilni trije haplotipi ( $Ma_1$ ,  $2$  in  $3$ ), je zelo prevladoval  $Ma_1$ , medtem ko se je  $Ma_2$  pojavil le v Rižani. Jadransko linijo sta zastopala dva haplotipa: v Rižani haplotip  $Ad_3$  ter v Velki haplotip  $Ad_7$ .

### Diskusija

Splošna ocena, ki jo lahko povzamemo iz opravljenih genetskih analiz, je, da je razširjenost neavtohtonih linij postrvi v slovenskih vodah velika, vendar neenakomerno razporejena. Dobro so opazni sledovi prenašanja donavskih postrvi v jadransko porečje in soških postrvi v donavsko (haplotip  $Ma_1$  v Krki!), čeprav je iz rezultatov raziskave jasno razvidno, da je v Sloveniji trenutno v ospredju poribljavanje z atlantsko linijo. Zaznali smo jo prav povsod, kjer z vodami aktivno gospodarijo. Tako opažanje pravzaprav ni presenetljivo, če se spomnimo, da smo pri vseh analiziranih postrvih iz ribogojnice Povodje, ki je bila do nedavnega eden najpomembnejših distribucijskih centrov postrvi v Sloveniji, našli izključno atlantski haplotip. Bolj presenetljivo je, da je bila atlantska linija prisotna tudi na lokacijah, s katerimi se ne upravlja že več deset let in kamor selitev rib iz spodnjega toka zaradi neprehovalnih zaprek ni mogoča. Tako smo npr. v potoku Brinti

(pritok Volarje) pri vseh analiziranih primerkih našli atlantski haplotip. Da je to posledica nedavnega vlaganja, je iz omenjenih razlogov malo verjetno, obstajajo pa podatki (Gridelli, 1936), da je v 20-ih letih prejšnjega stoletja slovenski ribogojec Frandolič poribljaval soško porečje s »potočnimi postrvmi«, ki jih je dobival iz italijanske ribogojnice v Brescii. V zahodni Evropi ima ribogojniška vzreja postrvi že več kot stoletno tradicijo, pri čemer so namesto domačih, divjih postrvi večinoma raje uporabljali specializirane komercialne linije, ki so izvirale iz atlantskega rečnega sistema (Hansen in Loeschcke, 1994). Katero linijo postrvi so v Frandoličevih časih gojili v breški ribogojnici, ni znano, upravičeno pa lahko sklepamo, da je bila to atlantska in na tak način tudi pojasnimo izvor atlantske linije v Brenti. Obstaja torej verjetnost, da je določen vnos atlantske linije v slovenske vode nastajal že precej pred zdajšnjim časom. Na podoben način bi verjetno lahko razložili prisotnost atlantskih postrvi v mejni reki Idriji, kjer so, kot je nedavno pojasnil njen italijanski upravljavec Ente Tutella Pesca del Friulli, še vedno občasna dopolnilna vlaganja z atlantskimi postrvmi. Atlantski haplotip je v reki Iški težje razložiti in ga lahko obravnavamo le kot posledico nezabeleženega vnosa, katerega časovni okvir je nemogoče opredeliti z obstoječimi podatki.

Neavtohtone linije donavsko in soško postrv očitno izpodrivajo, kar je razvidno



## Preglednica - Lokacije vzorčenja, velikost vzorca in porazdelitev filogeografskih linij in haplotipov postrvi

Lokacije	N	Filogeografska linija / haplotip (genetska varianta)							Marmoratus		Jadranska		Atlantska	
		Donavska							Ma1	Ma2	Ad3	Ad <sub>v</sub>	At1	
<b>Donavsko porečje</b>														
1	Iška	8	3	1	2									1
2	Mahnečica	11	11											
3	Krka	37	12	5		2	3		2					13
4	Sovpot	22				22								
5	Ribnica	21	17			4								
6	Kozji jarek	7	6			1								
7	Obrh	14	1	4										9
8	Velka	10	3	1			5					2		
9	Mislinja zg. tok	20	8	8					2	2				
10	Mislinja sp. tok	10	4	2		1								3
11	Kremžarjev p.	7	2						5					
<b>Jadransko porečje</b>														
12	Rižana	47	4	10			3			13	2	1		14
13	Tolminka	11	2	1						5				3
14	Soča/Bovec	10								6				4
15	Trebuščica	19								19				
16	Zadlaščica	17								17				
17	Predelica	22								22				
18	Idrija s pritoki	36												36
19	Brinta	21												21
20	Povodje	14												14
	<b>Skupaj</b>	<b>364</b>	<b>72</b>	<b>33</b>	<b>2</b>	<b>30</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>84</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>118</b>

iz deleža avtohtonih haplotipov, ki je v stičnih conah že v manjšini. Jedro čistih avtohtonih populacij se pomika s tokom navzgor, stran od območij z intenzivnim poribljavanjem. Kot potrjuje pričujoča raziskava, genetsko čiste soške postrvi živijo le še v nekaterih odmaknjenih in od spodnjega toka izoliranih potokih soškega porečja. Ugotovitev je v skladu z opažanji raziskovalcev, ki so soško postrv proučevali z drugimi poskusnimi modeli, kot so alocimi (Berrebi s sod., 2000) in mikrosatelitna DNK (Snoj s sod., 2000; Fumagalli s sod., 2002). Na tej osnovi je bilo ugotovljeno, da je dolgotrajno in intenzivno poribljavanje z neavtohtonimi linijami že povzročilo skoraj popolno zlitje soške postrvi z vnesenimi, tako da genetsko čistih populacij soške postrvi na območjih, ki so najbolj pod »udarom« (npr. Soča in njeni neposredni pritoki), ni več. Maloštevilne genetsko čiste populacije iz zgornjih tokov služijo kot izhodišče, na katerem temelji rehabilitacijski program soške postrvi, ki je bil osnovan pred dobrim desetletjem (Povž s sod., 1996., 1997; Crivelli s sod., 2001).

V kolikšni meri obstaja križanje med avtohtono donavsko in atlantsko linijo v Sloveniji oziroma, kako zelo je prizadeta genetska identiteta donavske postrvi, je težko soditi samo na osnovi mtDNK in obstoječega števila pregledanih vzorcev. Za to bi bilo treba raziskavo razširiti, testirati več vzorcev z več lokacij, predvsem pa vanjo vključiti analizo jedrne DNK, ki omogoča sledenje očetovske in materske linije. Zaenkrat lahko na podlagi vmesnih pojavnih oblik (Slika 1/c), ki jih opazimo v območjih, kjer sobivajo avtohtona in vnesene linije, sklepamo le, da je križanje že nastalo.

**Naša raziskava je torej pokazala, da so v slovenskih vodah še genetsko čiste populacije soške in donavske postrvi,**

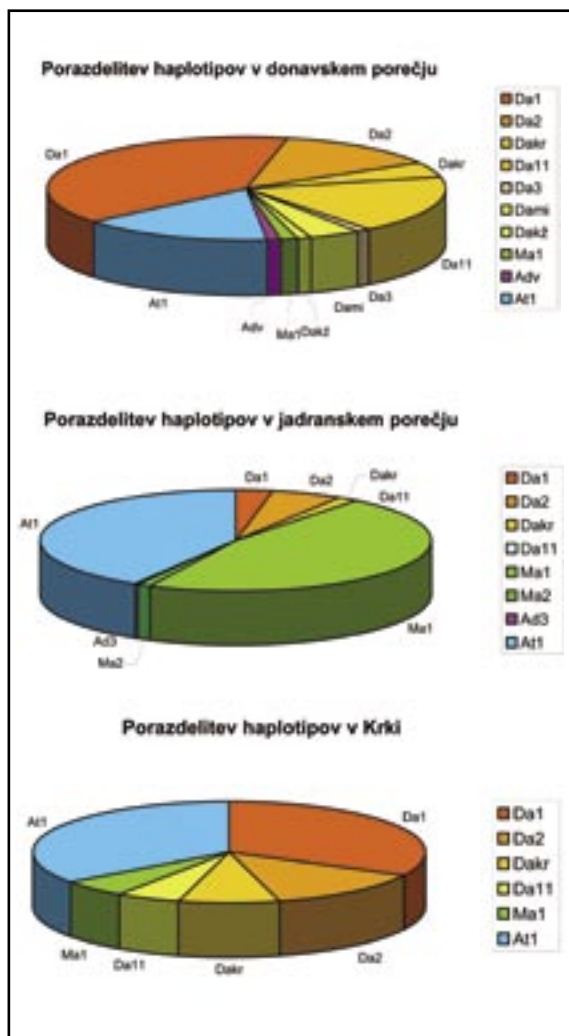
**vsendar je večina populacij – predvsem tistih iz glavnih tokov – kontaminirana z neavtohtonimi linijami in resno ogrožena. Čeprav je bila doslej naravovarstvena pozornost usmerjala predvsem v soško postrv, postaja vse bolj jasno, da bi bilo treba več skrbi nameniti tudi donavski postrvi.**

Linije postrvi, ki jih najdemo v Sloveniji, se med seboj razlikujejo tudi glede na stopnjo genetske raznolikosti. Ta lastnost je v neposredni povezavi z uspešnostjo

prilaganja na okolje: večja ko je genetska pestrost, večja je sposobnost prilaganja in obratno. Za donavsko linijo v Sloveniji je značilna velika genetska pestrost. To po eni strani kaže na sorazmerno dolgotrajen razvoj te linije, katerega začetek - po nekaterih podatkih - sega v obdobje pred 700.000 leti (Bernatchez, 2001), po drugi strani pa na njeno dokaj stabilno življenjsko okolje. Specifičen vzorec geografske porazdelitve posameznih haplotipov v slovenskih vodah (npr. haplotipa

### Literatura:

- Bernatchez, L. (2001) The evolutionary history of brown trout (*Salmo trutta* L.) inferred from phylogeographic, nested clade, and mismatch analyses of mitochondrial DNA variation. *Evolution* **55**, 351–379.
- Berrebi, P., Povž, M., Jesenšek, D., Cattaneo-Berrebi, G., Crivelli, A.J. (2000) The genetic diversity of native, stocked and hybrid populations of marble trout in the Soča river, Slovenia. *Heredity* **85**, 277–287.
- Crivelli, A., Poizat, G., Berrebi, P., Jesenšek, P., Rubin, J.F. (2000) Conservation biology applied to fish: The example of a project for rehabilitating the marble trout (*Salmo marmoratus*) in Slovenia. *Cybium* **24**, 211–230.
- Fumagalli, L., Snoj, A., Jesenšek, D., Balloux, F., Jug, T., Duron, O., Brossier, F., Crivelli, A.J., Berrebi, P. (2002) Extreme genetic differentiation among the remnant populations of marble trout (*Salmo marmoratus*) in Slovenia. *Molecular Ecology* **11**, 2711–2716.
- Giuffra, E., Bernatchez, L. & Guyomard, R. (1994) Mitochondrial control region and protein coding genes sequence variation among phenotypic forms of brown trout *Salmo trutta* from northern Italy. *Molecular Ecology* **3**, 161–71.
- Giuffra, E., Guyomard, R., Forneris, G. (1996) Phylogenetic relationships and introgression patterns between incipient parapatric species of Italian brown trout (*Salmo trutta* L. complex). *Molecular Ecology* **5**, 207–220.
- Gridelli, E. (1936) I pesci d'acqua dolce della Venezia Giulia. Bollettino della Società Adriatica di Scienze Naturali in Trieste, **35**, 7–140.
- Hansen M.M., Loeschcke V. (1994) Effects of releasing hatchery-reared brown trout to wild trout populations. V: Conservation Genetics. Basel/Switzerland: Birkhäuser Verlag, 273–290.
- Karaman, S. (1926) Salmonidi Balkana. Glasnik Skopskog Naučnog Društva, **2**, 253–268.
- Ocvirk, A., Vovk, J. (1969) Inventarizacija Mislinje. Ljubljana, Zavod za ribištvo.
- Povž, M., Jesenšek, D., Berrebi, P., Crivelli, A.J. (1996) The Marble Trout, *Salmo trutta marmoratus*; Cuvier 1817, in the Soča river basin, Slovenia. Tour du Valat Publication: 11–15.
- Skaala, O., Solberg, G. (1997) Biochemical Genetic Variability and Taxonomy of a Marmorated Salmonid in River Otra, Norway. *Nordic Journal of Freshwater Research* **73**, 3–12.
- Snoj, A., Jug, T., Melkič, E., Sušnik, S., Jesenšek, D., Budihna, N., Pohar, J. & Dovč, P. (2000) Mitochondrial and microsatellite DNA analysis of marble trout in Slovenia. *Journal of Freshwater Biology (Quaderni ETP)* **29**, 5–11.



Grafična ponazoritev porazdelitve haplotipov v donavskem in jadranskem porečju v Sloveniji ter v zgornjem toku reke Krke.

Da<sub>KZ</sub> in Da<sub>MI</sub> sta bila značilna za dravsko porečje) nakazuje, da fragmentacija nastaja tudi znotraj donavske linije ter da lahko tudi geografsko ločene populacije iste linije že pomenijo entitete z enotnim razvojem in drugimi skupnimi značilnostmi. Monomorfnost atlantske linije v Sloveniji je bila pričakovana in je v skladu z omejeno genetsko variabilnostjo, ki je značilna za domesticirane postrvi. Majhna genetska pestrost je značilna tudi za soško postrv. Vzrok temu je verjetno treba iskati v relativno prostorsko omejenem in geološko nestabilnem habitatu, kakršno je soško porečje. Prebivalci tovrstnih habitatov so podvrženi različnim naključnim vplivom okolja, ki pogosto povzročijo pojav ozkega grla in s tem povezanega zmanjšanja genetske pestrosti.

Prispevek končujemo z diskusijo, ki se nanaša na najdbo haplotipov, značilnih za jadransko linijo postrvi. Medtem ko je donavske in atlantske haplotipe v jadranskem porečju v Sloveniji mogoče docela pojasiti, je težko enako trditi za jadranski haplotip Ad3, opažen v reki Rižani. Resda je to izrazito osamljen primer, saj smo

ga našli le pri enem vzorcu, pa vendar je dovolj zanimiv, da si zasluži posebno obravnavo. Gridelli (1936) poroča, da je bila soška postrv vse do l. 1906, ko so v Sočo iz ribogojnice Ilide pri Sarajevu prvič naselili »potočne postrvi«, v slovenskem delu jadranskega porečja edini živeči salmonid. Tako mnenje tudi zdaj prevladuje v ribiških strokovnih krogih, čeprav neposrednega in prepričljivega dokaza, razen sklicevanja na Gridellija, za to ni. Po drugi strani pa Karaman (1926) in Giuffra (1996) poročata o »potočni postrvi« v porečju Neretve in Pada, kar potrjuje možnost sobivanja obeh linij. Haplotip Ad3 - kot tudi preostali haplotipi iz jadranske skupine - je široko razširjen v jadranskem in sredozemskem porečju, našli so ga npr. v reki Neretvi in celo v rekah na Korziki in Sardiniji. Njegov širok areal je verjetno posledica velike kolonizacijske sposobnosti jadranske linije. Obstaja torej upravičena domneva, da slovenski del jadranskega porečja pri tej kolonizaciji ni bil izvzet in da je jadranska linija avtohtona tudi pri nas. Celotno razmišljanje pa dodatno zaplete najdba jadranskega haplotipa v reki Velki, ki je pritok Mislinje in torej del dravskega porečja. To je povsem nova

genetska varianta, ki spada v skupino jadranskih haplotipov. Glede na obstoječe podatke pa je najbolj sorodna haplotipom značilnim za postrvi iz jadranskega porečja na zahodnem Balkanu. Povsem jasno se zdi, da to ni haplotip, ki bi bil v dravskem porečju avtohton, temveč je bil tja zanesen. Od kod in kako? Najverjetneje s poribljavanjem s postrvmi iz soškega porečja. To možnost nakazuje ihtiološka raziskava reke Mislinje iz leta 1969, kjer je bila ugotovljena prisotnost križanca med soško in potočno postrvjo (Ocvirk in Vovk, 1969). Na tak način lahko verjetno dovolj dobro pojasnimo prisotnost tega haplotipa v Velki. Zaplete pa se pri vprašanju, kako je le-ta zašel v Sočo. Ali je to še en dokaz, ki govori v prid hipotezi, da je jadranska linija v soškem porečju in Rižani avtohtona, ali pa je to zgolj posledica davnega prenosa postrvi v Balkana...? Vprašanje je zanimivo in vredno nadaljnjih raziskav, saj izpostavlja nov vidik evolucije postrvi v Sloveniji.

**Dr. Aleš Snoj**  
Univerza v Ljubljani,  
Biotehniška fakulteta,  
Oddelek za zootehniko  
ales.snoj@bfro.uni-lj.si

## Sulci v Savinji

V podjetju EMO - Orodjarna, d.o.o., smo sredi leta 2000 pridobili Okoljevarstveni certifikat ISO 14001. Tako smo kot prvo proizvodno podjetje v celjski regiji potrjeno prijazni do okolja, kar pa je treba stalno vzdrževati. Kot vsako sredo so nas tudi v sredo, 30. 6. 2004, preverili predstavniki podjetja BVQI (Bureau Veritas Quality International - hiše ki izdaja mednarodno priznane certifikate za sistem ravnanja z okoljem), ali delujemo skladno z zahtevami prej omenjenega ekološkega standarda. Med presojo treh presojevalcev v vsem dnevu ni bila odkrita nobena neskladnost, ki bi kazala na napake v našem delovanju.

V odnosu do okolja smo si zadali okoljevarstveno naravnost širiti tudi zunj meja podjetja, saj se zaposleni v Emo - Orodjarna, d.o.o., zavedamo, da je naše podjetje del ekosistema in da tudi vplivamo nanj.

V veselje in zadovoljstvo vseh ribičev, okoljevarstvenikov in v naše zadovoljstvo smo se kot že večkrat v preteklosti odzvali na prošnjo RD Celje, da bi tudi z našo pomočjo ohranili ribjo populacijo v celjskih vodah. Ker so naši vodotoki že dokaj onesaženi, je naravno razmnoževanje rib dostikrat oteženo, včasih pa tudi nemogoče.

V Škofji vasi in Celju čistilni napravi že delujeta, s tem pa bodo vode celjskega porečja vedno bolj čiste. V teh vodah bodo zopet lahko živeli sulec, postrv in lipan, ki so eden izmed pokazateljev čistosti vode. Želimo, da se ne samo podjetja, ampak tudi posamezniki zavejo, da skozi Celje teče Savinja, ki je vedno čistejša. Prav zato letos pomagamo ribičem, ki si prizadevajo za čiste vode in želimo k podobnim dejanjem vzpodbuditi tudi druge, ki žive ob Savinji.

Tako se je 30. 6. 2004 z vložkom v Savinjo pri stari avtobusni postaji (most za Laško - prodišče na desnem bregu) ribja družina kralja sladkih povečala voda za 40 sulcev, dolgih več kot 40 cm.

Pri vlaganju so bili prisotni predstavniki podjetja, ribiči in predstavnik podjetja BVQI.

**Mag. Stanko Stepišnik, direktor**  
**Renato Fijavž,**  
**vodja službe za**  
**zagotavljanje kakovosti**

