

Integriranje genomskih podataka o biodiverzitetu za održivo upravljanje ekosistemima



Genetička varijabilnost, ključ za adaptaciju na promenljive uslove sredine

Glavne činjenice

Ljudi zavise od ekosistema. Neophodno je delovati i čuvati prirodu od gubitka biološke raznovrsnosti uzrokovane ljudskim aktivnostima i klimatskim promenama, za naše dobro.

- **Genetički diverzitet** predstavlja varijabilnost na nivou DNK. Genetički diverzitet je osnova bioloških razlika, kako između vrsta, tako i među jedinkama iste vrste.
- Zahvaljujući genetičkom diverzitetu, neke jedinke bolje preživljavaju i razmnožavaju se u određenim uslovima, te će one biti favorizovane od strane **prirodne selekcije**.
- Genetički diverzitet povećava verovatnoću preživljavanja vrsta, posebno tokom promena u životnoj sredini. **Genetički diverzitet je stoga ključan za održivi razvoj ekosistema** i efikasnost ekosistemskih usluga.
- Male i izolovane populacije brzo gube genetičku varijabilnost. Stoga bi se menadžment trebao fokusirati na **povećanje i povezivanje populacija** iznad kritičnog praga, kako bi se zadržala sposobnost da se one genetički prilagode promenama.
- **Merenje i praćenje (monitoring)** genetičkog diverziteta omogućava nam bolju procenu zdravlja vrsta, genetičke varijabilnosti i razmene prisutnih genetičkih varijanti između različitih populacija (protok gena) kako bismo poboljšali upravljanje biodiverzitetom i prirodnim resursima.

Ključne preporuke

[Sprečavanje daljeg izumiranja vrsta](#) i očuvanje ekosistema zahteva trenutne i sveobuhvatne akcije.

- Očuvanje i obnavljanje genetičkog diverziteta kako bi se održala vijabilnost vrsta i ekosistema i povećala njihova otpornost na klimatske promene.
- Primena genetičkih metoda za analizu i praćenje genetičke varijabilnosti kod vrsta od posebnog značaja za ekosistemne usluge ili očuvanje samog ekosistema. Ovi važni alati za konzervaciju pružaju menadžerima i upravljačima prirodnih dobara informacije utemeljene na naučnim činjenicama.
- Poboljšanje programa očuvanja vrsta kako bi se zaštitila i ojačala genetička varijabilnost. Biljke i životinje prilagođavale su se svom okruženju nekoliko stotina godina, a njihove genetičke adaptacije dovode do povećane verovatnoće preživljavanja u promenljivim uslovima sredine.
- Izmeniti smernice za nacionalno izveštavanje na nivou Evropske Unije i to [Direktivom o staništima](#), [Direktivom o pticama](#), [Okvirnu direktivu o morskoj strategiji](#) i [Okvirnu direktivu o vodama](#) tako da izričito preporučuje da se genetički diverzitet i protok gena vrsta procenjuju i prate gde god je to relevantno.

Slika: Adaptacija boje kože kod male zelene žabe (*Pelophylax lessonae*). Tamne jedinke (najudaljenije, iz severne Evrope) se lakše zagrevaju u odnosu na svetlo obojene jedinke (centralne, iz južne Evrope), što im daje selektivnu prednost u hladnim predelima. (fotografija: Per Sjögren-Gulve)

Istraživanje

Diverzitet vrsta povećava njihovu otpornost

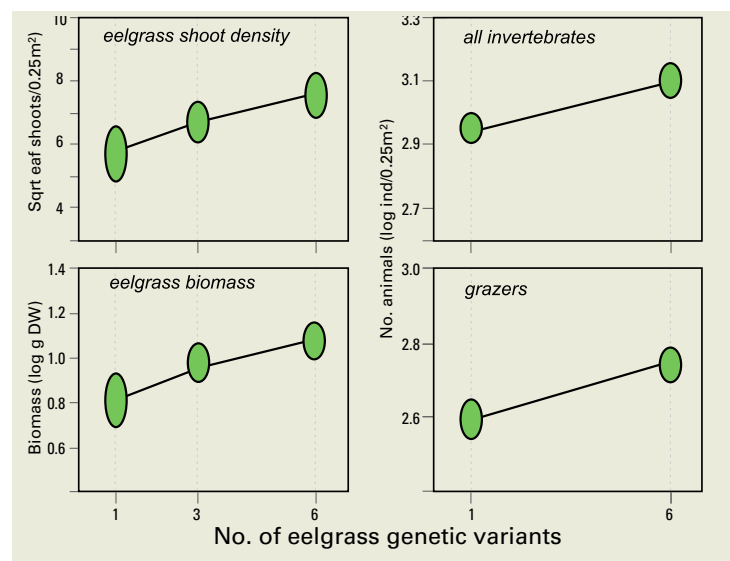
U skladu s predviđenim klimatskim scenarijima, [održavanje zdravih, netaknutih ekosistema](#) postaće sve važnije kako bi se izbegli najgori uticaji klimatskih promena.

Nedavni pregled 46 nezavisnih naučnih studija pokazao je da se zahvaljujući [biološkoj raznovrsnosti-povećava otpornost ekosistema](#) na širok spektar klimatskih događaja: vlažni/suvi, umereni/ekstremni i kratkoročni/dugoročni. Bez obzira na klimatske događaje, istraživanje je pokazalo da su se zajednice malog diverziteta (1-2 vrste) menjale za 50%, dok su se zajednice visokog diverziteta (16-32 vrste) promenile za samo 25%. Globalni pregled 85 nezavisnih studija pokazao je da su [prinosi useva i ekosistemske usluge poboljšani](#) u uslovima prisustva velikog broja različitih vrsta oprašivača i neprijatelja štetočina. Od negativnih uticaja koje je pojednostavljenije pre-dela imalo na ekosistemske usluge, do 50% je ustvari uzrokovano nedostatkom biodiverziteta među orga-

nizmima koji pružaju usluge. Biodiverzitet ima pozitivne uticaje na ekosisteme i njihove usluge

...a isto tako i genetički diverzitet

[Naučno istraživanje je otkrilo](#) da veća genetička varijabilnost dovodi do povećanog rasta i gustine morske trave, čak i tokom izuzetno vrućeg leta. Ovo je takođe je pozitivno uticalo na beskičmenjake u ekosistemu u poređenju kada se u ekosistemu nalazi morska trava koja ima nisku genetičku varijabilnost. Slično tome, [drugo istraživanje](#) je pokazalo da veća genetička i



specijska varijabilnost povećava toleranciju na sušu i produktivnost travnjaka.

Karakteristike i varijabilnost između jedinki određene su njihovom DNK. Ova varijabilnost takođe određuje njihovu vitalnost i sposobnost prilagođavanja promenama u okruženju. Jedinke sa povoljnim adaptacijama i kombinacijama gena preživljavaju bolje i/ili daju više potomstva. Pod uslovom da populacije nisu suviše male i ne gube previše genetičku varijabilnost, varijante gena koje daju prednost će se preneti na buduće generacije. U takvim slučajevima, autohtone vrste koje su prirodno deo lokalnog ekosistema, a koje su evoluirale zajedno tokom nekoliko stotina godina, možda će se lakše nositi sa klimatskim promenama. Veća genetička varijabilnost takođe [pruža osiguranje za suočavanje sa budućim promenama životne sredine](#) jer što je više kombinacija gena dostupno, to su veće mogućnosti u neizvesnoj budućnosti. [U novijem naučnom preglednom radu](#) ustanovljeno je da protok gena kroz imigraciju pomaže u sprečavanju izumiranja populacije kod nekoliko vrsta životinja i biljaka. Ipak, povećanje protoka gena se retko koristi kao konzervaciona strategija. U programima konzer-

vacije malih izolovanih populacija, autori se zalažu da ovi programi trebaju da se promene i umesto upravljanja populacijom u izolaciji da se ide ka širokom obnavljanju protoka gena.

Kako genetički alati mogu unaprediti održivost

Genetički alati mogu poboljšati upravljanje resursima i krajnje ishode u zaštiti prirode. [Genetičkim analizama tigrastog daždevnjaka](#) je utvrđeno da su populacije sa nezavisnih mesta reprodukcije, u dve odvojene bare, imale veoma nizak nivo genetičke varijabilnosti. Ovo otkriće je uticalo na donošenje ciljanih preporuka za poboljšanje zaštite i uspostavljanje kontakta između populacija daždevnjaka koje naseljavaju različita staništa kako bi se postigli krajnji ciljevi zaštite.

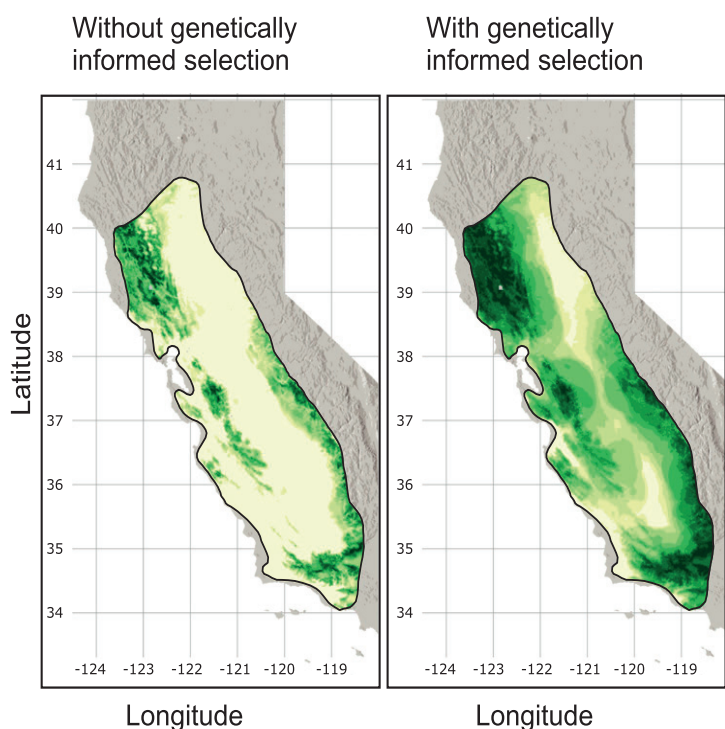
Genetičke informacije mogu pomoći u donošenju efikasnijih odluka u upravljanju životnom sredinom. Bolest odumiranja jasena, koja je desetkovala populaciju belog jasena u Evropi u poslednjih 15 godina, uzrokovana je egzotičnom gljivicom. [Istraživanje](#) je pokazalo da detaljne genetičke informacije mogu tačno predvideti osetljivost preostalih jedinki na ovaj patogen. Ovo može uveliko pomoći upraviteljima šumskih ekosistema da odaberu otporna stabla i pomognu ojačavanju šuma. Drugo istraživanje je pokazalo da genetički alati mogu pomoći u identi-

fikaciji drveća koja su bolje [prilagođena na područja sa toplijom klimom](#), što potencijalno može ublažiti predviđene negativne posledice klimatskih promena.

Pored toga, [genetičke informacije mogu pomoći korisnicima šuma](#) da odluče koje genetičke varijante treba da se sade na različitim lokacijama koje su izložene različitim klimatskim promenama, te da na taj način povećaju otpornost šuma u budućnosti. Simulacije rasta šuma ukazuju da će bez genetičke selekcije matičnih stabala rezultirajući rast dolinskog hrasta (*Quercus lobata*) u Kaliforniji do kraja ovog veka biti u proseku negativan, dok upotreba genetički odabranih stabala omogućava neto pozitivni rast šuma.

Primena genetičkih tehnika je pomogla u očuvanju ugroženih vrsta poput floridskog pantera. Početkom devedesetih godina prošlog veka preostalo je svega 20-25 jedinki ove vrste pri čemu su mnoge imale srčane abnormalnosti i nizak kvalitet sperme usled niskog nivoa genetičke varijabilnosti i ukrštanja u srodstvu. Na osnovu genetičkog skrininga, osam planinskih lavova iz Teksasa je premešteno da bi predstavilo novi, povoljniji genetički materijal i time se obnovio istorijski protok gena između dve podvrste. Naučna evaluacija je pokazala da su ovom genetičkom intervencijom i drugim akcijama upravljanja znatno [smanjeni genetički nedostaci i povećana veličine populacije](#).

Grafik: Očekivane promene (%) u relativnoj stopi rasta dolinskog hrasta u Kaliforniji do 2080 godine



Slika: Genetička selekcija evropskog hrasta (*Quercus robur*) u cilju poboljšanja prilagođenosti klimatskim promenama



Preporuke za upravljanje i zakonodavstvo

Ovaj dokument i njegove preporuke je pripremljen u okviru [G-BIKE COST akcije](#), u koju je uključeno preko 120 istraživača i upravljača prirodnih dobara iz 42 zemlje. Slični zaključci za rad na očuvanju i upravljanju životnom sredinom u narednoj deceniji su izvedeni i u okviru [IUCN-a](#). Da bi se održale i obnovile adaptivne sposobnosti naših ekosistema i njihovih usluga, menadžeri i donosioci odluka trebaju da posvete mnogo više pažnje genetičkom diverzitetu i adaptivnom potencijalu prirodnih (nekomercijalnih) vrsta. To znači da je neophodno da se genetičke tehnike više primenjuju u poboljšanju zaštite vrsta. Savetuje se da sve zemlje Evrope poboljšaju monitoring i procenu genetičkog diverziteta modifikovanjem smernica za procenu statusa vrste u [Direktivi o staništima](#), [Direktivi o pticama](#), [Okvirnoj direktivi o morskoj strategiji](#) i [Okvirnoj direktivi o vodama](#).

[Genetički diverzitet i protok gena više se ne smeju zanemariti](#) ili neosnovano pretpostaviti prilikom primene konvencija i direktiva za očuvanje biodiverziteta i akcija sa ciljem sprečavanja klimatskih promena. U aktivnostima posle 2020. godine potrebno je eksplicitno razmatranje genetičke varijabilnosti i funkcionisanje protoka gena kod vrsta. U nastavku teksta su preporuke za primenu genetičkih alata u trenutnim okvirima.

[AICHI CILJEVI I CILJEVI ODRŽIVOG RAZVOJA UN-A 2030](#)

Aichi ciljevi 5, 6, 7, 12, 13: *prevencija gubitka zemljišta, degradacija i fragmentacija; održiva poljoprivreda, akvakultura, ribolov i šumarstvo; biodiverzitet; genetički diverzitet*. UN ciljevi održivog razvoja 11, 13-15: *održivi gradovi i zajednice; klimatske akcije; život ispod vode; život na zemlji*.

Primena genetičkih metoda i pristupa u saradnji sa naučnicima uveliko će povećati šanse za uspeh.

[STRATEGIJA EU O ZAŠTITI BIODIVERZITETA \(2020\)](#)

Glavni ciljevi i akcije 9 i 10: *obnova biodiverziteta; zaštita ekosistema; poljoprivredni genetički diverzitet, zaštita biodiverziteta i ruralni razvoj*.

Genetička saznanja, procene i monitoring su ključni za efikasnu zaštitu, obnovu i menadžment.

[EU STRATEGIJA ZELENE INFRASTRUKTURE](#)

Ova strategija naglašava "potrebu za konzistentnim, pouzdanim podacima", odnosno, podacima o funkcionalnoj povezanosti lokacija u okviru Natura 2000 mreže.

Genetičke analize i genetički monitoring su od presudnog značaja za potvrđivanje da li je lokalno pojavljivanje vrsta genetički povezano, i da li zelena infrastruktura funkcioniše tako što omogućava i promoviše kretanje i protok gena.

[SEDMI EU AKCIONI PROGRAM ZA ZAŠTITU ŽIVOTNE SREDINE DO 2020](#)

Članovi 2a, 2e, 2i: *prioritetni cilj je zaštita, očuvanje i unapređenje prirodnog kapitala; poboljšati bazu znanja i dokaza za mere zaštite životne sredine; povećati efikasnost u suočavanju sa izazovima okruženja i klimatskih promena*.

Genetička saznanja, metode i monitoring imaju ključnu ulogu u efikasnom ublažavanju izazova okoline i klimatskih promena za vrste i ekosisteme koji predstavljaju prirodni kapital.

[EU STRATEGIJA O ŠUMAMA \(2019\)](#)

Očuvanje biodiverziteta; očuvanje, poboljšanje i obnova otpornosti i multifunkcionalnosti šumskih ekosistema; zelena infrastruktura.

pozitivni efekti genetičke varijabilnosti na adaptivnu sposobnost drveća i šuma objašnjeni su u [kratkom opisu politike BiodivErsA](#) i direktno odgovaraju strateškom načelu da "genetički diverzitet mora biti povećan i ugroženi genetički resursi zaštićeni."

[EU ZAJEDNIČKA POLITIKA RIBARSTVA \(2014\)](#)

Ekološki i održivi ribolov i akvakultura; praksa koja ne ugrožava reproduktivnu sposobnost populacija riba; oprezan pristup koji prepoznaje uticaj ljudskih aktivnosti na sve komponente ekosistema.

Premalene i populacije riba koje su nastale ukrštanjem u srodstvu imaju slabiju reprodukciju i otpornost. Genetički monitoring i upravljanje zasnovano na naučnim činjenicama je veoma važno za održivi razvoj vrsta i ekosistema

G-BiKE je projekat finansiran od strane Evropske Komisije za nauku i tehnološki razvoj pod brojem CA18134. U projektu učestvuje više od 120 istraživača iz 42 zemlje.

Ovaj dokument ima za cilj informisanje donosioca odluka i menadžera o ključnim saznanjima genetičkih istraživanja koji se vežu za očuvanje biodiverziteta i otpornosti ekosistema.

Kontakt1: Cristiano.vernesi@fmach.it

Kontakt2: nevena.velickovic@dbe.uns.ac.rs

Web stranica: www.cost.eu/actions/CA18134

Facebook: www.facebook.com/gbikecost/

Twitter: @gbike_cost: twitter.com/gbike_cost

Relevantne partnerske web stranice:

ConGRESS congressgenetics.eu

Baltgene bambi.gu.se/baltgene

