

Rdeči bor

Pinus sylvestris

Csaba Mátyás¹, Lennart Ackzell² and C. J. A. Samuel³

¹ University of West Hungary, Faculty of Forestry, Sopron, Madžarska

² National Board of Forestry, Jönköping, Švedska

³ Forest Research, Northern Research Station, Roslin, Midlothian, Velika Britanija

Tehnične smernice so namenjene vsem, ki cenijo dragocen genski fond rdečega bora in njegovo varovanje z ohranjanjem semenskih virov in rabo v gozdarski praksi. Namen smernic je ohranitev genetske raznolikosti vrste v evropskem merilu. Priporočila v tem sestavku so temelj, ki ga je treba dopolniti in razvijati še naprej, upoštevajoč lokalne, nacionalne ali regionalne razmere. Navodila temeljijo na razpoložljivem znanju o vrsti in splošno sprejetih metodah za ohranjanje gozdnih genskih virov.

Biologija in ekologija

Rdeči bor (*Pinus sylvestris* L.) je pionirska vrsta, ki se brez težav obnavlja po večjih naravnih ali antropogenih motnjah, če sta le tekmovalna moč plevela in objedanje zanemarljiva. Naravni sestoji rdečega bora so pogosto čisti in enodobni. Predvsem raste na revnih, peščenih tleh, razkritih skalah, šotiščih ali v bližini gozdne meje. Na rodovitnih tleh ga prehitijo druge drevesne vrste, večinoma smreka ali listavci.

Rdeči bor je vetrocvetka. Moške in ženske cvetove ima na istem drevesu. Cvetenje je pogostno. Na osamljenih drevesih začnejo ženski cvetovi cveteti pri starosti 15 let (na cepičih pri starosti 6 do 8 let) oz. pri starosti 25 do 30 let v zaprtih sestojih. Moški cvetovi začnejo obilno cveteti nekaj let pozneje. Polni obrodi so dokaj pogosti. Na severni meji razširjenosti je dozorevanje semena omejeno s kratko rastno sezono, zato so tam polni obrodi redki; le enkrat ali dvakrat na 100 let.



Pinus sylvestris

Rdeči bor *Pinus sylvestris* Rdeči bor *Pinus sylvestris* Rdeči bor *Pinus sylvestris* Rdeči b

Razširjenost

Rdeči bor raste po vsej Evraziji, od 37 °S do 70 ° 20 'S. Na severni borealni gozdni meji preživi tudi, če je število dni brez pozebe manjše od 100 dni na leto, količina padavin pa manjša od 300 mm. V smeri srednjeazijskih step njegovo razširjenost omejuje dolžina sušne dobe. V južni Evropi in Mali Aziji se pojavlja vse do montanskega pasu (do nadmorske višine 2200 m na Balkanskem polotoku in v Španiji ter do 2700 m na Kavkazu).

Pomen in raba

Rdeči bor je ekonomsko pomembna vrsta. Njegov les je enostaven za obdelavo in ima dobre mehanske lastnosti. Uporablja se predvsem za gradnjo in kot celulozni les. Zaradi skromnih rastiščnih razmer je rdeči bor idealna vrsta za umetno obnovo. To je tudi pripomoglo k dolgotrajni trgovini in uporabi njegovega semena prek vse Evrope. Zaradi nekritične uporabe semena nepreverjenega izvora je včasih prišlo do opazne izgube kakovosti. To je bil povod za začetek provenienčnih raziskav, veliko preden je bilo na voljo današnje poznavanje genetike.

Genetsko poznavanje vrste

Taksonomski status in hibridizacija

Obstajajo številni poskusi delitve obširnega areala rdečega bora na podvrste, ki pa so neprepričljive zaradi pomanjkanja kakršnih koli jasnih prekinitev med sosednjimi rastišči. Izolirana južna nahajališča so bila včasih opisana kot ločene vrste, npr. *P. hamata* (Stev.) Sosn., *P. armena* Koch in *P. snowskyi* Nakai na Kavkazu.

V naravnih razmerah se rdeči bor nerad križa z drugimi vrstami bora. Poročajo o spontanah hibridih rdečega bora s *P. nigra*, *P. densiflora* in *P. mugo*. Do drugih taksonov kaže veliko nezdržljivost.

Znotrajvrstna variabilnost

Posledica velikega migracijskega potenciala peloda in semena je učinkovit pretok genov med sosednjimi rastišči.



To povzroča izrazit klinalni vzorec variacije znotraj vrste, vsaj kar zadeva prilagoditvene lastnosti. Tak klinalni vzorec je opazen za rast in fenološka znamenja, ki so primarno določeni s temperaturnimi razmerami vegetacijske

sezone. Severne in celinske populacije potrebujejo nižjo temperaturno vsoto, da zaključijo fenofaze in dosežejo odpornost proti zmrzali. Južne in priobalne provenience imajo daljšo vegetacijsko dobo in so zato manj odporne proti zmrzali. Intenziven pretok genov torej vzdržuje visoko znotrajpopulacijsko pestrost adaptivnih in nevtralnih lastnosti.

Oblika debla, krošnje in razvejanost dreves rdečega bora se zelo spreminjajo znotraj celotnega areala. Le provenience iz severne Evrope in Sibirije ter tiste iz visokih nadmorskih višin imajo ravna debla, idealno konično krošnjo in tanke veje. Populacije iz določenih regij (npr. priobalne populacije jugovzhodnega Baltika) izkazujejo superiorno rast in visoko fenotipsko stabilnost, medtem ko sta v nekaterih drugih regijah rast in oblika debla tipično slabi. To je najverjetneje posledica neprimernih gozdnogojitvenih ukrepov v preteklosti (npr. Nemčija, Karpatska kotlina).

Mehanske lastnosti lesa rdečega bora se v skladu z rastjo in obliko debla spreminjajo glede na geografski izvor dreves. To velja tudi za kemične lastnosti, npr. topne komponente lesa in smole.

Odpornost proti boleznim in škodljivcem se razlikuje med



Pinus sylvestris Rdeči bor Pinus sylvestris Rdeči bor Pinus sylvestris Rdeči bor Pinus

različnimi populacijami. Odpornost proti glivnim patogenom, kot je *Lophodermium ssp.*, je višja v zahodnih, priobalnih delih areala, medtem ko so populacije iz jugovzhodnih step nanj posebno dovzetne. Tudi dovzetnost za napade škodljivcev se spreminja glede na lokacijo populacij, kar je bilo dokazano za večje število insektov; npr. populacije iz srednje Evrope so bolj dovzetne za napade insektov *Hylobius pinastri* in borove prelece, a hkrati bolj odporne za napade borovega strženarja in velikega borovega rilčkarja.

S pomočjo biokemičnih in molekularnih označevalnikov je bila v Evropi ugotovljena velika genetska pestrost rdečega bora. Večina variacije se pojavlja znotraj populacij in ne med njimi. S pomočjo monoterpenov in izoencimov so bili ostanki populacij rdečega bora na Škotskem uvrščeni v eno skupino na skrajnem severozahodu areala. Omenjeni tehniki so pozneje zamenjali postopki, ki temeljijo na analizi kloroplastne, mitohondrijske in jedrne DNK.

Z analizo mitohondrijske DNK (pri borih se deduje po materini strani) so v španskih populacijah rdečega bora odkrili tri mitotipe, ki hkrati zajemajo tudi vso variabilnost na ravni Evrope. Individualno pojavljanje omenjenih treh mitotipov jasno loči italijanske, zahodno- in srednjeevropske ter

fenoskandinavske populacije v tri skupine. Na ekstremnih naravnih rastiščih se je v izoliranih populacijah v južni Španiji pojavljal le en mitotip, medtem ko je bil na Škotskem poleg prevladujočega zahodno- in srednjeevropskega prisoten tudi italijanski mitotip. Molekularne analize torej podpirajo obstoj treh evolucijskih smeri rdečega bora v Evropi. Večja genetska pestrost španskih populacij kaže na dejstvo, da je bil na tamkajšnjem območju originalni center genetske pestrosti.



Nevarnosti za genetsko raznolikost

Preživetje rdečega bora je najbolj ogroženo na skrajnih robovih areala, predvsem na severozahodnem in jugozahodnem robu (Škotska in južna Španija). Tod razširjenost vrste ni več zvezna; populacije so pogosto izolirane. V skrajnih primerih je fragmentacija vodila do zmanjševanja populacij, tako da dandanes vsebujejo manj kot 100 dreves. Na borealni meji je težavno tudi pomlajevanje. Na določenih območjih povzročajo težave objedanje. Ograjevanje in zmanjševanje številčnosti populacij divjadi na takih območjih sta vodila k uspešni naravni obnovi, povečanju lesne zaloge in ponovni razširitvi populacij. V več primerih se je pokazala potreba po semenskih plantažah iz cepičev za oskrbo s semenom posameznih zelo ranljivih populacij.

V jedru areala v Evropi so v preteklosti dolgotrajne velikopovršinske umetne obnove najverjetneje povzročile izgube lokalno prilagojenih avtohtonih populacij na mnogih območjih. Kjer so rdeči bor sadili zunaj naravnega areala (npr. Nemčija, Francija, Madžarska), so sestoji pogosto slabe kakovosti.



Rdeči bor *Pinus sylvestris* Rdeči bor *Pinus sylvestris* Rdeči bor *Pinus sylvestris* Rdeči b



Sestoji umetnega nastanka, ki so neznanega izvora, lahko povzročijo genetsko onesnaženje naravnih populacij rdečega bora v okolici.

Pričakovane podnebne spremembe bodo v celinski JV Evropi in Sredozemlju podaljšale sušna obdobja, kar pomeni potencialno grožnjo ne le populacijam na južnem robu areala, ampak tudi populacijam, ki rastejo na visokih nadmorskih višinah. Posledica podnebnih sprememb bo najverjetneje premik areala, kjer vrsta lahko uspeva, proti severu.

Navodila za ohranjanje in rabo genskih virov

Prioritete varovanja

Ker je rdeči bor vrsta z zelo velikim arealom, ki obsega široko paleto habitatov, ima na prvi pogled varovanje genskih virov te vrste majhno prioriteto. Vendar dokazana genetska pestrost med populacijami, posledice stoletnega kultiviranja in pričakovane spremembe okolja na robovih areala kažejo na potrebo po reševanju vprašanja genskih virov rdečega bora.

Rdeči bor je ena izmed ekonomsko najpomembnejših drevesnih vrst v Evropi. Zato je človekov vpliv na njegovo genetsko pestrost očiten. Pregledovanje in opisovanje stanja (op. monitoring) v naravnih (avtohtonih) sestojih sta pomembna za varovanje genskih virov. Monitoring bi lahko vključeval tudi različne podatke za identifikacijo. Za tak namen postajajo vse pomembnejši molekularni označevalniki.

Dolgotrajni provenienčni poskusi so dokazali vrednost in pomembnost populacij, prilagojenih lokalnim razmeram. To posebej velja za ekstremna rastišča (visoke nadmorske višine, priobalno okolje, ekstremne borealne razmere, skalnata ali polsuha rastišča). Ohranjene populacije s takih rastišč izkazujejo manjšo fenotipsko plastičnost, če jih prenesemo v drugačno okolje, lokalno pa so ponavadi superi-

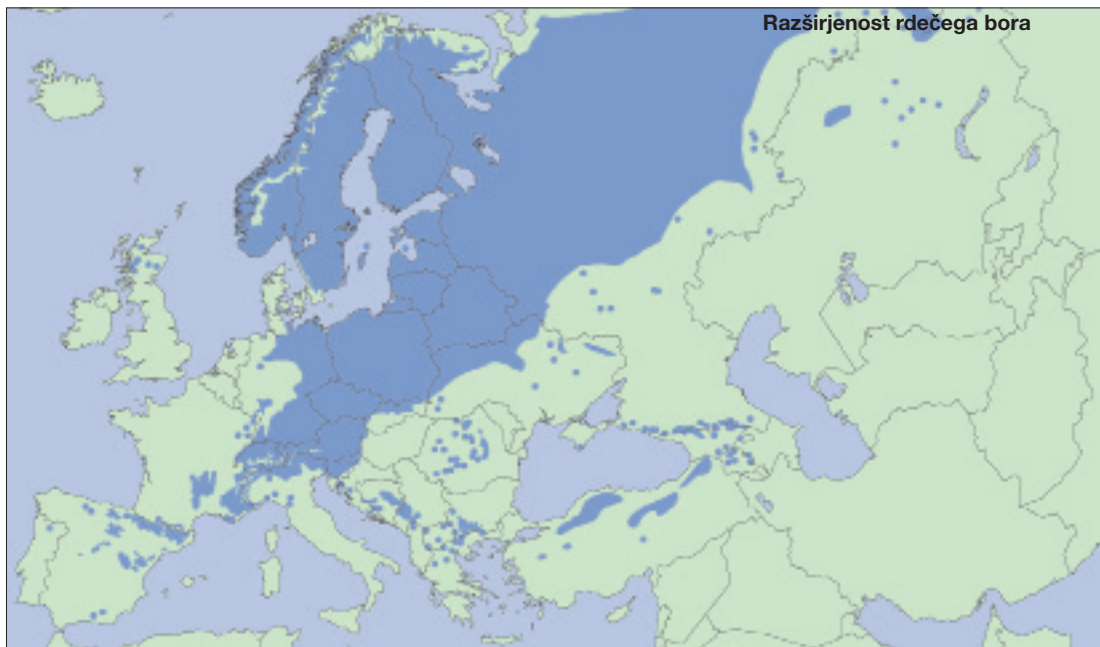
orne. Zato naj posebna pozornost velja izbiri reprezentativnih populacij za varovanje genskih virov na ekstremnih rastiščih. Naravni sestoji, izbrani za varovanje genskih virov, hkrati služijo tudi za 'populacijski standard' pri primerjavi z umetno osnovanimi sestoji.

Tako kot populacije na ekstremnih rastiščih so bile tudi izolirane populacije lahko izpostavljene specifičnim pritiskom selekcije ali zdrsa, zato vsebujejo redke alele. Take populacije bi bilo treba skrbno zaščititi in v njih nabrati gozdni reprodukcijski material. Za njihovo obnovo naj bi uporabljali le reprodukcijski material lokalnega izvora. Za take sestoje je treba vzpostaviti tudi sestoje za varovanje genskih virov *ex situ*.

Pričakovane podnebne spremembe naj bi najprej prizadele populacije na južnem robu areala, ki so pogosto nenavadno čile in odporne in bi bile lahko pomembne za žlahtnjenje v prihodnosti. Za varovanje dolgotrajnega preživetja teh populacij je potrebno tudi varovanje genskih virov *ex situ*.

Tudi ekotipi, ki so posledica dolgotrajne umetne obnove, so lahko predmet varovanja genskih virov. Ponavadi take populacije predstavljajo raznolike, fenotipsko precej plastične genske vire, ki so dragoceni za žlahtnjenje in reprodukcijo v prihodnosti.

Pinus sylvestris Rdeči bor



Osnovanje in gospodarjenje z enotami varovanja genskih virov

Pri izbiri enot varovanja gozdnih genskih virov v smeri kinalne variacije ima ekološka informacija prednost pred tisto, dobljeno z nevtralnimi označevalniki. Ob odsotnosti genetskega zdrsa in neprekinjeni razširjenosti lahko pričakujemo različno prilagojene populacije na razdaljah, kjer se povprečne letne temperature razlikujejo za najmanj 1.0 do 1.5 °C (približno 200 km v ravni pokrajini).

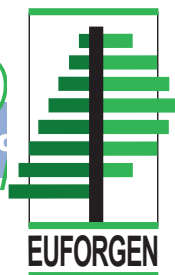
Velikost enot varovanja genskih virov rdečega bora naj bi bila zadostna, da bi odtehtala pritek genov iz zunanosti: t. j. najmanj 100 ha. Bližnjim genet-

sko degradiranim ali kako drugače neprimernim sestojem se je treba ali izogniti, ali pa jih odstraniti. Enota varovanja genskih virov naj bi vsebovala številne sosednje sestoje različnih starosti / razvojnih faz ob predpostavki, da imajo enak izvor. V območjih z razpršeno porazdelitvijo rdečega bora naj bi bila najmanjša začetna velikost enote varovanja genskih virov 10 ha. Ob prisotnosti zaporednih pomlajevanj tako površino lahko povečamo.

Pionirski značaj rdečega bora velikokrat terja človeško interakcijo, da se izognemo ekološki sukcesiji. Za naravno obnovo, ki je manj problematična na bolj sušnih in revnih tleh, naj bi se

odločali v čim večji meri. Zaradi ekoloških razlogov je treba ob obnovi dopustiti mešanje rdečega bora z drugimi drevesnimi vrstami. Potrebe rdečega bora po svetlobi ne dopuščajo razvoja kompleksnih sestojnih struktur, kar pa niti ni potrebno, saj enodobni sestoji lahko vsebujejo enakovredno stopnjo pestrosti. Obnovitvena sečnja naj bo postopna, kar omogoča nasemenitev iz številnih semenskih let. Iz genetskega vidika je rdeči bor precej neobčutljiv za tip sečnje ob obnovi. Kljub temu bi imela zastorna sečnja prednost pred drugimi načini, če bi lahko čim bolj zmanjšali vnos zunanjega peloda (kar lahko dosežemo le

Rdeči bor *Pinus sylvestris* Rdeči bor *Pinus sylvestris* Rdeči



Serijo Tehničnih smernic in karte razširjenosti so pripravili člani mrež programa EUFORGEN. Njihov namen je podati minimalne zahteve za trajno ohranjanje genskih virov v Evropi ob hkratnem zmanjšanju skupnih stroškov ohranjanja in izboljšanju kakovosti standardov v vsaki državi.

Citiranje: Mátyás, C., L. Ackzell and C.J.A. Samuel. 2010. Tehnične smernice za ohranjanje in rabo genskih virov: rdeči bor (*Pinus sylvestris*). Prevod: Westergren, M. Zveza gozdarskih društev Slovenije in *Silva Slovenica*. Ljubljana, Slovenija, 6 str

Prvič objavil "Bioversity International" v angleškem jeziku leta 2004.

Risbe: *Pinus sylvestris*, Claudio Giordano. © 2003 Bioversity International. 2003.

ISSN 1855-8496



Zveza gozdarskih društev Slovenije - Gozdarski vestnik
in
Silva Slovenica
Večna pot 2, Ljubljana, Slovenija
<http://www.gozdis.si>

delno). O postavitvi ograde okoli enote varovanja genskih virov je treba razmisliti na območjih, kjer velika gostota divjadi ogroža procese naravne obnove.

V določenih primerih (npr. za varovanje genskih virov *ex situ*) je potrebna umetna obnova. Za primerno zastopanost genskih virov je treba nabrati storže z vsaj 50., po celotnem sestoju dobro razporejenih dreves, najbolje v letih s polnim obrodod. Količina semena, nabrana z vseh dreves, mora biti enaka, da je uravnotežena zastopanost vseh dreves v partiji semena. Mešanje semena iz ponavljajočih se partij je koristno, sortiranju semena pa se je treba izogibati.

Setev ima prednost pred sajenjem. Ob uporabi slednje naj bo gostota sadik višja kot ponavadi, kar omogoči večjo naravno selekcijo.

Sistem gojenja, vključno z vmesnimi sečnjami nizke jakosti, mora vzdrževati relativno visoko

gostoto sestojev. Izbiralno redčenje naj bo omejeno na slabo oblikovane posameznike; sicer pa je treba dovoliti široko variacijo fenotipov.

Prioritete uporabe različnih tipov varovanja genskih virov se razlikujejo od regije do regije. Varovanje genskih virov rdečega bora je treba obravnavati v kontekstu lokalnega gojenja gozdom (kar še posebno velja za nadzor nad semenskimi viri za umetno obnovo), obsega varovanih ali negospodarjenih gozdom, gostote ali razdrobljenosti vrste na ravni pokrajine, skupaj s prisotnimi grožnjami in tveganji. Potreba po enotah varovanja genskih virov je veliko večja na območjih, kjer so razdrobljeni ostanki populacij rdečega bora, ki so obkroženi z umetno osnovanimi gozdovi neznanega izvora, kot na območjih, kjer je gojenje gozdom sonaravno, obnova naravna ali pa se uporablja seme iz lokalnih virov.

Izbrana bibliografija

- Giertych, M. and Cs. Matyas, eds. 1991. Genetics of Scots pine. Developments of Plant Genetics and Breeding, Vol. 3. Elsevier, Amsterdam.
- Sarvas, R. 1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus sylvestris*. Comm. Inst. For. Fenniae 33.4, Helsinki
- Scots pine breeding and genetics. 1994. Proc. IUFRO Symp. Lithuania, Lithuanian Forest Research Institute, Kaunas/Gironis.
- Silviculture and Biodiversity of Scots pine forests in Europe. 2000. Proc. EU Concerted Action meeting, Valsain, Spain, June 1999. Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales, Fuera de Serie No. 1, Madrid.

Več informacij

www.euforgen.org