

Јелена Миловановић
Мирјана Шијачић-Николић

UDK: 650*165.3:582.475
Оригинални научни рад

МОДЕЛ КОНЗЕРВАЦИЈЕ ГЕНЕТИЧКОГ ДИВЕРЗИТЕТА ОМОРИКЕ ПРИМЕНОМ МРВБС МЕТОДА

Извод: МРВБС (Multiple Population Breeding System) подразумева раздвајање популације за генетичку конзервацију на субпопулације, које се карактеришу ефективном величином од приближно 50 индивидуа (Namkoong, 1984). Основни разлог за развој МРВБС метода јесте потреба за дефинисањем адекватне стратегије оплемењивања, која би се показала успешном у будућим процесима промена услова средине и оплемењивачких циљева. МРВБС је динамични метод конзервације који дозвољава адаптацију врсте путем природне селекције или путем оплемењивања. За разлику од хијерархијских система, који захтевају неколико генерација повратног укрштања у циљу увођења гена у популацију за оплемењивање, МРВБС омогућује тренутну промену оплемењивачких циљева. Трошкови покретања МРВБС програма не разликују се значајно од трошкова покретања програма оплемењивања применом једне велике популације. Имајући у виду будуће промене услова средине, а самим тим и оплемењивачких циљева, МРВБС је адекватан метод за конзервацију угрожених врста. У раду је представљен модел конзервације и оплемењивања генетичког диверзитета оморике применом МРВБС метода.

Кључне речи: МРВБС, конзервација, оморика

MODEL OF SERBIAN SPRUCE GENETIC DIVERSITY CONSERVATION APPLYING MPBS METHOD

Abstract: Multiple Population Breeding System (MPBS) means that the genetic conservation population is split into subpopulations with each having an effective population size of approximately 50 individuals (Namkoong, 1984). The main reasons for development of the MPBS is the need for preparation of adequate breeding strategy which would be useful in future breeding goals and environmental conditions changing processes. MPBS is dynamic and allows for adaptation via natural

*дигл. инж. Јелена Миловановић, истраживач-свијендисџа Минисџарсџива за науку Реџублице Србије, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд
др Мирјана Шијачић-Николић, ванредни професор, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд*

selection or breeding. In contrast to hierarchical systems that require several generations of back-crossing to introduce genes into the breeding population immediate changes of breeding goals are possible in MPBS breeding. The cost of running a MPBS programme is not expected to differ much from running a breeding programme with just one large breeding population. MPBS is very appropriate conservation method for endangered species due to future environmental and breeding aims changes. In this paper, suggestion for conservation and improvement of Serbian spruce genetic diversity applying MPBS has been explained.

Key words: MPBS, conservation, Serbian spruce

1. УВОД

Један од основних проблема оплемењивања и генетичке конзервације јесте променљивост економског значаја шумских врста током њиховог животног века. Велика актуелна економска вредност одређене особине може бити знатно умањена током времена. За разлику од оплемењивача пољопривредних биљака, који кроз свега неколико генерација могу добити нове комерцијалне сорте, оплемењивачи шумских врста дрвећа нису у могућности да врше промене режима гајења из године у годину, изузев у периоду ротације. Такође, оплемењивачи у шумарству не могу често мењати циљеве оплемењивања, услед веома дугог периода ротације. Оплемењивачи шумских врста морају се припремити за неизвесну будућност развојем стратегије оплемењивања, којом је могуће одговорити на ефекте будућих промена услова средине и оплемењивачких циљева.

2. МЕТОД РАДА

За адекватно представљање метода MPBS, потребно је, најпре, дефинисати појам функције популације. Kang (1982) је нагласио да је веома важно идентификовати функције популација, јер популације различитих функција поседују различите нивое генетичке варијабилности.

Према Eriksson-у и Ekberg-у (2001), постоје четири типа функционалних популација:

- популације за генетичку конзервацију - семе, шишарице, плодови, биљке, култура ткива или стабла укључена у генетичку конзервацију;
- популације за оплемењивање - колекција стабала укључена у процес оплемењивања;
- популације за производњу - популације које задовољавају људске потребе за дрветом и осталим шумским производима;
- популације за размножавање - стабла намењена за генеративно или вегетативно размножавање.

Пример семенских плантажа и клонских архива указује на чињеницу да једна популација може остваривати више функција. Популација за оплемењивање, под

одређеним условима, може имати и улогу популације за генетичку конзервацију. Пошто је адитивна варијанса основа за процес природне селекције и оплемењивања, веома је важно присуство високе адитивне варијансе у популацијама са функцијом генетичке конзервације и оплемењивања. Док је у популацији за оплемењивање важна изражена сегрегација, у производној популацији је потребно смањити степен варијабилности. На пример, бескорисно је имати раноцветајућу смрчу (*Picea abies* L. Karst.) у производној популацији на станишту на коме постоји опасност од касних пролећних мразева. Слично томе, оплемењивачи неће селекционисати просечне генотипове за оснивање семенске плантаже.

MPBS (Multiple Population Breeding System) представља метод конзервације у коме је популација са функцијом генетичке конзервације подељена на субпопулације, при чему свака од њих поседује ефективну величину од приближно 50 индивидуа (Namkoon, 1984). Уколико цела популација има 20 субпопулација, укупан број стабала биће 1.000. При оваквој величини популације, свега неколико ретких алела може бити спонтано изгубљено (Eriksson, 2004). За сваку популацију везује се посебан оплемењивачки циљ, који се може односити на праћење и унапређење једне или више особина у различитим условима средине. Са аспекта генетичке конзервације, циљ примене ове методе је адаптација различитих субпопулација на различите услове средине. Раздвајање популације са функцијом генетичке конзервације на неколико субпопулација омогућује пораст укупне адитивне варијансе популације са занемарљивим губицима унутар-субпопулационе варијабилности (Eriksson *et al.*, 1993).

У оквиру хијерархијских метода оплемењивања постоји једна елитна популација и неколико популација на различитим нивоима унапређености. Гени из најнижег нивоа могу бити интродуковани у елитну популацију постепено, укрштањем са биљкама из интермедијарних популација. MPBS методом приступа се међупопулационој варијабилности са аспекта унапређења жељених особина и са аспекта еколошке адаптабилности. За разлику од хијерархијских система, MPBS омогућује тренутну промену оплемењивачких циљева. MPBS концепт омогућује оплемењивачима да се припреме за будуће промене, усвајањем различитих циљева у различитим субпопулацијама.

Постоји неколико кључних елемената од којих зависи успешност примене MPBS метода:

- узимање узорака постојећег генетичког диверзитета и адаптабилности;
- ефективна величина популације;
- газдовање субпопулацијама.

Узимање узорака постојећег генетичког диверзитета и адаптабилности. Подразумева се да постојећу интерпопулациону варијабилност треба обухватити издвајањем узорака из популација за генетичку конзервацију (Eriksson, 2001). Од посебног значаја је варијабилност адаптабилности, код које варијабилност генетичких маркера, генерално, нема утицаја (Karhu *et al.*, 1996, Lynch, 1997). Међутим, постоје и извештаји о утицају варијабилности изоензимских маркера на адаптивну

варијабилност (Bush, Smouse, 1991, Hatterer, 1994). Осим за врсте дрвећа укључене у програме интензивног оплемењивања, расположивих информација о интерпопулационој варијабилности већине шумских врста има веома мало (Eriksson, 2001). За већину врста, приближна оцена представља основу при избору популација за генетичку конзервацију.

Процес природне селекције унутар популације представља резултат интеракције већег броја променљивих еколошких фактора, те се мора нагласити да природна селекција мења правац током времена. То упућује на прелазни карактер тренутне адаптираности, на основу чега треба закључити да она представља само почетни материјал за динамичну генетичку конзервацију. За опстанак сваке врсте у константно променљивим условима средине неопходан је потенцијал за адаптацију, чије очување представља кључни циљ генетичке конзервације. Остварење овог циља, применом MPBS метода, постиже се издвајањем узорака који обухватају максимум постојеће интерпопулационе варијабилности.

Ефективна величина популације. Постоје опречна мишљења о томе која величина популације за генетичку конзервацију се може сматрати ефективном. Према једнима, ретке алеле треба укључити у популације (Hatterer, 1994), док други тврде да ретки алели не доприносе адитивној варијанси (Falconer, Mackay, 1996) и нису од интереса за генетичку конзервацију. Већина квантитативних генетичара сматра да ефекат појединачних гена на квантитативне особине није велики, што значи да одређени фенотип може бити резултат више различитих генотипова. Међутим, истраживачи изоензимских маркера сматрају да сваки алел продукује јединствени фенотип. Упркос опречним мишљењима, о корисности укључивања ретких алела у популације за генетичку конзервацију, између квантитативних и „маркер” генетичара постоји слагање о очувању потенцијала за адаптацију као примарном циљу генетичке конзервације (Eriksson, 2001, Hatterer, 1995).

Газдовање субпопулацијама. MPBS може бити различитог интензитета, од једноставне селекције *in situ* популација за генетичку конзервацију до контролисаног укрштања и оснивања тестова потомства. За већину врста дрвећа не постоји алтернатива за *in situ* MPBS, првенствено из економских разлога. Како је за *ex situ* MPBS потребно селекционисати субпопулације тако да обухвате читав распон еколошких услова у којима се врста јавља, постоји велика потреба за регенерацијом *in situ* субпопулација. Понекад је неопходно спроводити регенерацију помоћу плантажа или уклањањем конкурентских врста у циљу постизања задовољавајућег цветања и семеношења.

Од стране неколико шумарских генетичара разматрана је и опција конзервације врсте помоћу великих MPBS субпопулација. Vagela и Eriksson (1995) су предложили систем од неколико MPBS субпопулација на шумском станишту од неколико хектара. Како су многе врсте специфичне по својим захтевима према станишту, потребно је обухватити што шири опсег варијабилности станишта једном великом субпопулацијом (Berg *et al.*, 1994). Међутим, разлог примене MPBS метода великих

субпопулација може бити и што репрезентативније обухватање веома варијабилне и специфичне генетичке структуре ендемских и реликтних врста.

Трошкови покретања МРБС програма се, по правилу, не разликују знатно од трошкова реализације програма оплемењивања путем оснивања једне велике популације.

3. РЕЗУЛТАТИ РАДА

*Модел конзервације генетичког диверзитета оморице применом МРБС метода**

Дефинисање проблема и полазне информације. Оморика (*Picea omorika* Panč./Purkyně) је ендемска врста Балканског полуострва и терцијарни реликт. Њене простране популације из доба терцијара сведене су на рефугијуме на подручју источне Босне и западне Србије. Данас је свега двадесетак малих популација регистровано у Србији, док, према подацима Светског центра за мониторинг конзервације (The World Conservation Monitoring Centre), на подручју од 60 ha у НП „Тара“ постоји свега око хиљаду стабала, у мешовитим састојинама са смрчом и буквом. Конзервација ове ендемске врсте је неопходна, не само због њене реткости и угрожености, већ и због њених вредних пионирских особина. Њена природна регенерација, готово искључиво, се одвија на отвореним стаништима, као што су шумске чистине и подручја оштећене вегетације (Чолић, 1957, 1966).

Оваква чињеница упућује и на могући фактор, који угрожава интензивну репродукцију: недостатак светлости у мешовитим популацијама. За разлику од смрче, оморика не подноси пуну засену, нарочито изазвану листопадним врстама, на земљиштима богатим азотом. У таквим условима оморика показује знатну редукцију прираста, најпре дебљинског, а касније и висинског. Ниво адитивне генетичке варијансе прилагођавања на засену је веома низак (Туцић, Стојковић, 2001). Овакви резултати истраживања еколошких особина оморице отварају питање неопходности укључивања природних састојина оморице у процес интензивног газдовања.

Полазни материјал за оснивање МРБС субпопулација. Сакупљање семена треба обавити у оквиру:

- природних популација,
- постојеће семенске плантаже у Годовику (Туцовић, Исајев, 1986);
- извора ван природног ареала (плантаже у Чешкој, Финској, итд., основане током историје услед алокације репродуктивног материјала због велике хортикултурне вредности).

Овакво мешовито порекло семена обезбеђује садни материјал повећане адитивне варијансе (генетичког диверзитета). Спољни извори су веома битни, јер постоји

* Предложени модел конзервације генетичког диверзитета оморице применом МРБС метода представља резултат дискусије радне групе, на задату тему „*Ex situ* Conservation”, током „Two Week Training Workshop on Forest Biodiversity“, Pushkino, Москва, Руска Федерација, 12-24. јун 2005. године. Модел је презентован туторима курса, при чему је високо позитивно оцењен.

могућност да су се неки генотипови, ишчезли на подручју ареала, очували у условима станишта тих извора. Садни материјал произведен на овај начин распоређује се у плантаже на различитим стаништима, како би се омогућила природна селекција у локалним природним условима. Плантаже на различитим стаништима омогућују очување адаптабилног потенцијала врсте, неопходног за опстанак у процесима константних промена средине.

Приликом узимања узорка треба обухватити што већи број доступних природних популација (према извештајима Светског центра за мониторинг конзервације их има око 30), свих 50 линија полусродника из генеративне семенске плантаже у Годовику (одабирањем супериорних генотипова) и већину спољних извора. Величина узорка зависи од величине конкретне популације.

Локација и структура МРБС субпопулација. МРБС метод конзервације укупне варијабилности и адаптабилности оморике подразумевао би оснивање три субпопулације на три различите надморске висине унутар природног ареала оморике: приближно 500, 1.000 и 1.500 *m* (обзиром на вертикалну распрострањеност оморике у природи).

Субпопулације (плантаже) би имале потпуно рандомизирану блоковну структуру, тј. групе од по четири саднице једне фамилије биле би случајно распоређене на читавој површини одабране локације, при чему би свака фамилија била репрезентована са 25 група. Размак између садница треба да је мањи (нпр. 1×1 *m*), како би се постигао интензивнији процес природне селекције. Површина појединачних субплантажа била би 5 *ha*, уколико се предвиди максимално учешће од 500 фамилија са по 100 индивидуа, што би створило услове за минималну појаву укрштања у сродству. Газдовање субпопулацијама. Примена одговарајућих мера газдовања у новооснованим субпопулацијама је веома пожељна. Нарочито је потребно спроводити несистематске прореди адекватног интензитета, у циљу пружања веће количине светлости биљкама у раним фазама развића. Наравно, приликом проређивања неопходно је имати у виду концепте конзервације диверзитета врсте.

Очекивани резултати. МРБС метод великих субпопулација омогућиће конзервацију адаптабилности оморике на већини типова станишта унутар њеног природног ареала. Излагањем генотипова, који репрезентују скоро читав генетички диверзитет врсте, различитим условима средине могуће је испитати природу интеракције генотип - средина и утврдити степен генетичке контроле фенотипске експресије код оморике. Реализацијом процеса газдовања одређеног интензитета побољшавају се услови за опстанак младих биљака, које су у природним популацијама прилично угрожене недостатком светлости и конкурентским врстама.

Касније, у периоду зрелости основаних субпопулација, биће могућа продукција задовољавајућих квантитета генеративног репродуктивног материјала високе адаптабилности, који ће бити полазна основа за проширење уског природног ареала врсте. На тај начин јасно ће се издефинисати који семенски материјал је адекватан за која станишта.

4. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

MPBS представља динамични метод конзервације, који омогућује адаптацију путем природне селекције или оплемењивања. MPBS метод великих субпопулација је ефикасан за што репрезентативније обухватање веома варијабилне и специфичне генетичке структуре ендемских и реликтних врста, каква је оморица и њено адаптирање на широк опсег еколошких услова. Предложени модел конзервације укупног генетичког диверзитета оморице применом MPBS метода представља, уз обезбеђење финансијских средстава, адекватно решење за спречавање даљег сужавања и, чак, проширење уског ареала врсте.

ЛИТЕРАТУРА

- Berg A., Ehnström B., Gustafsson L., Hallingbäck T., Jonsell M., Weslien J. (1994): *Threatened plant, animal, and fungus species in Swedish forests - distribution and habitat associations*, Conserv. Biol. 8 (718-731)
- Bush R.M., Smouse P. (1991): *Evidence for the adaptive significance of allozymes in forest trees*, New For. 6 (179-196)
- Varela M.C., Eriksson G. (1995): *Multipurpose gene conservation in Quercus suber - a Portuguese example*, Silvae Genet. 44 (28-37)
- Eriksson G. (2004): Multiple population breeding system as a method to conserve genetic variation u: Geburek, Th, Turok, J. (urednici): Conservation and Management of Forest Genetic Resources in Europe. Arbora Publishers, Zvolen, p. 585-599. .
- Eriksson G., Ekberg I. (2001): *Introduction to Forest Genetics*, Genetic Center, Dept. For. Genet., Swedish Agricultural University, Uppsala
- Eriksson G., Namkoong G., Roberds J. (1993): *Dynamic gene conservation for uncertain futures*, For. Ecol. Management 62 (15-37)
- Kang H. (1982): *Components of a tree breeding plan*, Proc. IUFRO Joint Meeting of Working Parties on Genetics about breeding strategies including multilocus varieties, Sensenstein (119-135)
- Karhu A., Hurme P., Karjalainen M., Karvonen M., Kärkkäinen K., Neale D., Savolainen O. (1996): *Do molekular markers reflect patterns of differentiation in adaptive traits in conifers?*, Theor. Appl. Genet. 93 (215-221)
- Lynch M. (1997): *A quantitative-genetic perspective on conservation issues*, Avise C.J., Hamrick, J.L. (eds.): Conservation Genetics - Case studies from Nature. Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London (471-501)
- Namkoong G. (1984): *Strategies for gene conservation in forest tree breeding*, Yeatman C.W., Kafton D., Wilkes G. (eds.), Plant Genetic Resources: A conservation imperative. AAAS Selected Symp. 87. Westview Press, Boulder (79-89)
- Tucić B., Stojković B. (2001): *Shade avoidance syndrome in Picea omorika seedlings: a growth - room experiment*, J. Evol. Biol. 14, Blackwell Science LTD (444-455)
- Туцовић А., Исајев В. (1986): *Генеративна семенска плантација оморице*, извођачки пројекат, ООУР Институт за шумарство - Шумарски факултет, Београд

- Falconer D., Mackay T. (1996): *Introduction to quantitative genetics*, Fourth edition, Longman
- Hattemer H.H. (1994): *Die genetische Variation und ihre Bedeutung für Wald und Waldbäume, Schweiz, Zeitschr. Forstw.* 145 (953-975)
- Hattemer H.H. (1995): *Concepts and requirements in the conservation of forest genetic resources, For. Genet.* 2 (125-134)
- Чолић Д. (1957): *Неке њонирске карактеристике оморике (Picea omorika Панч.) и њихова улога у сукцесији биљних заједница*, Arch. Biol. Sci. IX, Београд (51-60)
- Чолић Д. (1966): *Пожар као еколошки фактор у сукцесији заједница Панчићеве оморике и њи редукцији њихових њовршина*, Conservation Nature 33, Београд (1-167)

Jelena Milovanović
Mirjana Šijačić-Nikolić

MODEL OF SERBIAN SPRUCE GENETIC DIVERSITY CONSERVATION APPLYING MPBS METHOD

Summary

MPBS (Multiple Population Breeding System) includes the splitting of the genetic conservation population into subpopulations, characterised by effective population size of approximately 50 individuals (Namkoong, 1984). The main reasons for development of the MPBS is the need for defining the adequate breeding strategy which would be useful in future changes of environmental conditions and breeding goals. MPBS is a dynamic method of conservation and allows for the species adaptation by natural selection or by breeding.

Serbian spruce (*Picea omorika* Панч./Purkyne) is an endemic species of the Balkan Peninsula and a Tertiary relic. Its widespread populations from the Tertiary are reduced to the refugia in the area of east Bosnia and west Serbia. The potential factor, which endangers the species intensive reproduction is the shortage of light in the mixed populations. In contrast to spruce, Serbian spruce does not tolerate full shade, particularly caused by broadleaf species, on the soils rich in nitrogen. The results of the research of Serbian spruce ecological properties raise the issue of the necessary including of Serbian spruce natural stands in the process of intensive management.

MPBS of large subpopulations is efficient for the most representative covering of the very variable and specific genetic structure of endemic and relic species, such as Serbian spruce, and its adaptation to a wide scope of ecological conditions. The proposed model of conservation of the total Serbian spruce genetic diversity by using MPBS method is, if financially supported, an adequate solution for the prevention of further narrowing and, even, for the widening of the narrow range of the species.