

ГЛАСНИК ШУМАРСКОГ ФАКУЛТЕТА, БЕОГРАД, 2007, бр. 95, стр. 7-21

BIBLID: 0353-4537, (2007), 95, p 7-21

Мирјана Шијачић-Николић
Јелена Миловановић

UDK: 630*165
Прегледни рад

КОНЗЕРВАЦИЈА И УСМЕРЕНО КОРИШЋЕЊЕ ШУМСКИХ ГЕНЕТИЧКИХ РЕСУРСА

Извод: Шумски генетички ресурси представљају генетички диверзитет садржан у хиљадама врста шумског дрвећа на Земљи. Њихова конзервација представља скуп активности и стратегија, које се спроводе са циљем обезбеђења континуиране егзистенције, еволуције и доступности ових ресурса за садашње и будуће генерације. Циљ управљања генетичким ресурсима јесте унапређење услова за континуирано еволуирање врста, које представља одбрамбени механизам организама у борби са променама средине.

Кључне речи: биодиверзитет, шумско дрвеће, генетички ресурси, конзервација

CONSERVATION AND DIRECTED UTILISATION OF FOREST GENETIC RESOURCES

Abstract: Forest genetic resources represent the genetic diversity contained in the thousands of species of forest trees on the earth. their conservation is a set of activities and strategies, which are performed in the aim of ensuring the continued existence, evolution and availability of these resources for the present and future generations. the aim of genetic resource management is the enhancement of conditions for the continual evolution of the species, which is the defensive mechanism of the organisms in the struggle with environmental changes.

Key words: biodiversity, forest trees, genetic resources, conservation

1. БИОДИВЕРЗИТЕТ

Биодиверзитет се може дефинисати као скуп различитости живог света, који обухвата укупну разноврсност и варијабилност гена, врста и екосистема на Земљи.

др Мирјана Шијачић-Николић, ванредни професор, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд

дипл. инж. Јелена Миловановић, истраживач-стипендиста Министарства за науку Републике Србије, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд

Резултат је просторно и временски континуираних, еволутивних процеса, који се одвијају на три основна, међусобно условљена и биолошки нераскидива нивоа: генетичком, специјском и еколошком. Генетички диверзитет обухвата укупну разноврсност гена односно генетичких информација садржаних у свим појединачним врстама биљака, животиња, гљива и микроорганизама. Садржан је у индивидуама и популацијама појединачних врста које су део специјског диверзитета и налазе се у различитим еколошким односима (трофичким и продукционим, циклусима кружења материја, итд.) у разноврсним екосистемима, који припадају екосистемском диверзитету (Стевановић, Васић, 1995/а).

Савремени човек, својим различитим делатностима, непрестано уништава и мења природу што доводи до неповратног губитка биолошке разноврсности кроз ишчезавање великог броја органских врста или смањење њихових популација до критичне границе. Уништавање врста се не дешава као осмишљена и циљана људска делатност, већ најчешће посредно, уништавањем станишта на којима врсте живе. Узроци губитка биодиверзитета су многобројни, међусобно условљени и најчешће антропогеног карактера. Ипак, различите групе људи имају и различит однос према биодиверзитету. Док једни у њему виде непресушни извор зараде, други су свесни неопходности његове заштите. Нова концепција очувања биолошке разноврсности у суштини покушава и тежи да направи баланс између ова два супротстављена става кроз идеју одрживог коришћења и очувања изворног генетичког, специјског и екосистемског диверзитета (Стевановић, Васић, 1995/б).

2. ШУМСКИ ГЕНЕТИЧКИ РЕСУРСИ

Шуме, карактерисане широким спектром производних и општекорисних функција, задовољавају различите потребе човечанства. Шумско дрвеће и остале дрвенасте биљке обезбеђују животни простор другим организмима, градећи комплексне механизме генетичког диверзитета. Генетичка варијабилност, како између тако и унутар врста, има вишеструку фундаменталну вредност. Захваљујући њој дрвеће и жбуње се прилагођава новонасталим условима средине, чак и када су они последица негативног утицаја штеточина, болести или климатских промена. Диверзитет шумских екосистема представља значајну основу у процесима еволуције, селекције и оплемењивања у правцу задовољавања човекових потреба.

Шумски генетички ресурси представљају генетички диверзитет садржан у хиљадама врста шумског дрвећа на Земљи. Могу се дефинисати као генетичка варијабилност дрвенастих врста, која поседује потенцијалну или реалну вредност за човека (1989). Термин шумски односи се на станиште и популације дрвећа и других типичних асоцијација дрвенастих биљака. Термин генетички подразумева варијабилност генетичке (ДНК) структуре на различитим нивоима: варијабилност између врста, варијабилност између популација унутар врсте и варијабилност између индивидуа унутар популације. Термин ресурси се односи на употребу генетичке варијабилности у циљу задовољавања човекових потреба (Amagal *et al.*, 2004)

3. КОНЗЕРВАЦИЈА ШУМСКИХ ГЕНЕТИЧКИХ РЕСУРСА

Нарастајуће потребе за дрветом, као сировином за различите намене, као и опште корисна функција шума, учинили су да конзервација (заштита) и усмерено коришћење шумских генетичких ресурса, постану приоритетни задатак шумарске науке и струке. Данас смо сведоци великог броја најразличитијих деструктивних активности, које знатно редукују површине под шумама. Ово је нарочито опасно у случајевима када се деструкција врши у популацијама шумског дрвећа са ограниченим или дисјунктним ареалом, код ретких екотипова на ограниченом станишту или у случајевима ендемно-реликтних врста дрвећа. Тада нису угрожени само генски комплекси или гени, већ и целе популације, што у екстремним случајевима може довести и до нестанка читавих врста. Као последица оваквих деловања, неке врсте или провенијенције шумског дрвећа, већ су сведене на свега неколико стотина или десетина преживелих стабала (Исајев, Шијачић-Николић, 2003, Шијачић-Николић *et al.*, 2006).

Конзервација шумских генетичких ресурса се може дефинисати као скуп активности и стратегија, које се спроводе са циљем обезбеђења континуиране егзистенције, еволуције и доступности ових ресурса за садашње и будуће генерације. Сами генетички ресурси, као и процес њихове конзервације, карактеришу се изразитом динамичношћу. Конзервацију ових ресурса треба посматрати као напоре у циљу очувања специфичних генотипова или популација и карактеристичних комбинација гена у њима. Дакле, циљ управљања генетичким ресурсима јесте унапређење услова за континуирано еволуирање врста, које представља одбрамбени механизам организама у борби са променама средине.

Газдовање шумама са циљем унапређења производних и заштитних функција може и мора бити усклађено са концептом конзервације на различитим нивоима: локалном, националном и регионалном. Конзервација шумског биодиверзитета, који укључује и шумске генетичке ресурсе, од есенцијалног је значаја за одрживо коришћење вредности шуме, за побољшање здравственог стања и виталности шумских екосистема и унапређење и развој њихових заштитних, естетских и културних функција. Истовремено, газдовање са конзервацијским циљевима редукује стопу генетичке ерозије.

У већини земаља у нашем окружењу активности на очувању шумских генетичких ресурса попримиле су размере националних стратегија, које су обједињене на нивоу Европе. Тако је 1994. год. основана организација - European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN), са седиштем у Риму, која се бави промовисањем и координацијом програма *in situ* и *ex situ* конзервације генетичког диверзитета, разменом репродуктивног материјала и мониторингом развоја ове области. Ова организација делује под окриљем International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), који остварује сарадњу са Одељењем за шумарство FAO (Food and Agriculture Organization of United Nations) организације.

Иако је наша земља чланица EUFORGEN-а, о конзервацији шумских генетичких ресурса у нашој научној и стручној јавности се релативно мало зна, а ставови су врло подељени. Једни сматрају да се ради о још једној „новотарији са Запада”, док се други плаше ограничења коришћења шумских ресурса као последице стратегије очувања. Постоје и они који, свесни неопходности заштите шумских генетичких ресурса, страхују од преусмеравања финансијских средстава са већ устаљених истраживачких тема ка новим истраживањима.

4. МЕТОДЕ КОНЗЕРВАЦИЈЕ ШУМСКИХ ГЕНЕТИЧКИХ РЕСУРСА

Основу за конзервацију шумских генетичких ресурса представља генетичка варијабилност природних популација, која је резултат различитих генетичких процеса: мутација, рекомбинација, флукуације гена, селекције и генетичког дрефта.

За евидентирање и утврђивање степена генетичке варијабилности користе се методе класичне и молекуларне генетике. Методе класичне генетике углавном базирају на анализи квантитативних својстава на макроскопском и микроскопском нивоу уз примену различитих статистичких метода за анализу добијених података. Међутим, морфолошке карактеристике често могу бити подложне утицају фактора спољашње средине, што умањује експресију самог генотипа. За прецизније проучавање генетичке варијабилности данас се примењују методе молекуларне генетике, познатије као молекуларни маркери, помоћу којих се утицај фактора спољашње средине знатно редукује, а посматра се варијабилност која је под директном контролом генотипа.

Принципи конзервације генетичке варијабилности могу се сматрати идентичним за сва жива бића. Међутим, методе које се примењују варирају у зависности од специфичности циљева конзервације, дистрибуције и биолошке природе материјала који је објекат конзервације (1989).

Са аспекта очувања генетичке варијабилности можемо говорити о различитим „методама” конзервације. Термин „метод” се користи у контексту одређене концепције конзервације генетичких ресурса: *in situ* или *ex situ*, динамична или статична, док се врста, екосистем, популација, индивидуа или део индивидуе сматрају објектом конзервације (шема 1).

Сваки процес конзервације неопходно је започети јасним дефинисањем његовог циља. Када процес конзервације омогућава адаптацију и промене фреквенције гена у складу са локалним селективним утицајем говоримо о динамичној (еволутивној) конзервацији. Уколико је процес конзервације планиран са циљем очувања тренутне фреквенције гена оригиналне популације, при чему изострају ефекти генетичких процеса, говоримо о статичној конзервацији (Guldager, 1975).

Конзервација врста на оригиналном станишту (*in situ* конзервација) је типичан пример динамичне-еволутивне конзервације, константних дугорочних покушаја

очувања адаптабилног потенцијала врста. Међутим, еволутивна конзервација може се применити и на вештачки подигнутим *ex situ* објектима, у оквиру којих је дозвољено деловање процеса селекције и смена генерација се одвија генеративним путем.

Основни циљ статичне конзервације је презервација тренутног сета гена у колекцији или узорку. Статична конзервација везује се за ситуације у којима је одабрана група тестираних генотипова, познате вредности, крајњи циљ конзервације или у којима није могуће основати *ex situ* плантажу према еволутивним конзервационим циљевима. У овакав вид конзервације спада чување и заштита вегетативно произведених клонова у клонским архивима. Код неких врста могуће је спроводити овај метод конзервације и путем оснивања банке семена, полена, ДНК, *in vitro* експлантата и криопрезервацијом. Коначно, одређени степен статичне конзервације може бити постигнут и у конзервационим објектима основаним помоћу садница: семенске плантаже, провенијенични тестови, тестови потомства, у којима се мере газдовања спроводе са циљем елиминације процеса природне селекције (примена систематске прореди). Међутим, чак и у том случају, одређени степен адаптације на локалне услове ће постојати, нарочито везано за смену генерација и чињеницу да ће само добро адаптиране индивидуе опстати.

4.1. *In situ* методе конзервације

In situ (на месту) конзервација подразумева конзервацију шумских генетичких ресурса у природним популацијама које су у нормалном режиму газдовања, заштићеним подручјима или вештачки подигнутим популацијама, без усмерене селекције, на подручјима са којих сакупљено семе изворно потиче. Овакав концепт представља динамичан вид конзервације који подразумева очување жељеног генетичког састава популације уз континуирано одвијање генетичко-еволутивних процеса, као последице интеракције између генотипова и фактора спољашње средине. На овај начин програми *in situ* конзервације одабраних циљних врста често резултирају и значајном конзервацијом других, пратећих биљних и животињских врста.

In situ конзервација је знатно ефикаснија приликом конзервације функција екосистема него појединачне врсте. Код већине дрвенастих врста, *ex situ* методе конзервације се не могу применити због бројних биолошких, техничких и ресурсних ограничења, што увећава значај *in situ* метода конзервације. Пошто је конзервација генетичких ресурса део интегралног система газдовања природним шумама и заштићеним подручјима *in situ* конзервација ће, у већини случајева, представљати нај-економичнију варијанту.

Применом *in situ* конзервације у природним популацијама унапређују се функције целокупног екосистема и међуврсна интеракција. Осим тога, у шуми су присутне бројне дрвенасте и жбунасте врсте, које можда нису од великог значаја за газдовање, али могу бити од изузетне вредности у смислу генетичких ресурса и њихове употребе у будућности. Међутим, конзервација ових врста може захтевати посебне



Шема 1. Модел конзервације шумских генетичких ресурса

Scheme 1. Model of conservation of forest genetic resources

мере газдовања, које ће бити реализоване кроз издвајање подручја за генетичку конзервацију. Са теоријске тачке гледишта, мрежа подручја за конзервацију шумских генетичких ресурса мора бити ефикасан начин конзервације генетичких ресурса циљних врста, уколико је у складу са просторном дистрибуцијом генетичке варијабилности (Eriksson *et al.*, 2001).

За правилан избор подручја *in situ* конзервације и начина његовог газдовања неопходно је одредити (Thomas *et al.*, 2001):

- а) број конзервационих подручја;
- б) оптималну величину сваког конзервационог подручја;
- в) појединачне популације унутар подручја;
- г) план газдовања.

Број конзервационих подручја. Избор станишта и популација, које ће бити укључене у подручје за генетичку конзервацију одређених врста, мора се заснивати на познатој или очекиваној дистрибуцији генетичке варијабилности. Нажалост, до сада у нашој земљи генетичка истраживања су спроведена само на појединим шумским врстама (Шијачић-Николић *et al.*, 1997, 1998, 2000, 2001, Матаруга *et al.*, 2001, Исајев *et al.*, 1998, 2001), а уколико подаци и постоје тешко их је применити при идентификовању конзервационих станишта. Међутим, популацијама унапред

познате супериорности, треба посветити посебну пажњу, иако њихова генетичка структура није у потпуности позната. Исто важи и за било које географско подручје или екотип (укључујући подврсте), који је могуће таксономски идентификовати.

Посебну пажњу треба посветити конзервацији унутарврсне генетичке варијабилности у периферним и изолованим популацијама, јер се оне често карактеришу dobrим особинама, као што су отпорност на сушу, толерантност на различите земљишне услове или својства која ће им у будућности обезбедити опстанак у процеси-ма климатских промена.

У одсуству података о дистрибуцији генетичке варијабилности, може се применити мање-више униформни распоред конзервационих подручја унутар природног распрострањења врсте, укључујући и све екстремне, дисјунктивне и карактеристичне популације (Ledig, 1986).

Ефикаснијим методом, било да су генетичке информације о популационој структури присутне или не, сматра се примена генеколошког приступа (Gaudal *et al.*, 1995, 1997) који подразумева идентификацију различитих генеколошких зона, под претпоставком да је генетичка варијабилност у складу са распоредом еколошке варијабилности. Чак и ако ово није случај, овакав приступ може обезбедити ефикасан избор популација у оквиру читавог ареала врсте, методом случајног узорка. Стога, популације морају бити одабране тако да обухвате све генеколошке зоне.

У пракси се препоручује конзервација више од једне популације по генеколошкој зони. Широко распрострањене врсте и врсте са високом способношћу укрштања често поседују континуирани распоред генетичке варијабилности, те се релативно лако може обавити узорковање унутар генеколошких зона. За овакве врсте, оснивање 1-3 подручја за генетичку конзервацију у свакој већој зони се сматра довољним. Код врста са високим процентом самооплодње, као и код оних са дисјунктивним ареалом, па и код ендемских врста, више мањих конзервационих подручја је пожељније. У пракси, број популација изабраних за конзервацију зависи и од степена угрожености популације, ресурса расположивих за газдовање и очекиване економске и генетичке вредности.

Оптимална величина конзервационог подручја. Како генетички диверзитет може бити еродирани у малим популацијама, конзервационо подручја морају имати потребну ефективну величину. Док се нискофреквентни гени прилично брзо изгубе у малим популацијама, високофреквентни гени могу бити конзервирани помоћу свега неколико индивидуа, кроз најмање неколико генерација.

У пракси, величина конзервационог подручја је високо варијабилна. Свакако, мале популације треба избегавати кад год је то могуће. Подручје потребно за конзервационо станиште ће зависити од густине репродуктивних стабала циљне врсте. Имајући у виду да су конзервациони циљеви усмерени ка конзервацији адаптабилне квантитативне генетичке варијабилности, конзервационе популације морају укључити најмање 150, а идеално преко 500 индивидуа, које ће се међусобно укрштати. Врсте са густином од 2-5 индивидуа на 100 *ha* ће захтевати већа подручја од врста

чија је густина преко 100 индивидуа по хектару. Величина подручја потребног за конзервацију може се кретати у распону од 5 *ha* до 10.000 *ha*, понекад и више (Thomas *et al.*, 2001).

Избор појединачних популација. Веома важно питање приликом избора појединачних популација за програм *in situ* конзервације је које специфично станиште у оквиру генеколошке зоне изабрати. Идеална позиција области за генетичку конзервацију јесте на површинама које су обухваћене дугорочним плановима газдовања, тј. на земљиштима у државној својини, на којима се примењује систем интензивног газдовања. Главни фактори при избору појединачних популација за укључење у програм *in situ* конзервације су:

- а) распрострањеност циљне врсте и присуство других сродних врста у одабраној популацији;
- б) степен угрожености популације;
- в) постојање институција одговарајућег степена стручности и опремљености;
- г) подршка локалног становништва, власника и корисника земљишта;
- д) компактни облик и постојање шумског заштитног појаса;
- ђ) могућност конзервације и неких других значајних врста унутар популације (Thomas *et al.*, 2001).

У већини ситуација, *in situ* конзервација захтеваће и избор популација изван заштићених подручја, како би се постигла репрезентативност. Шта више, издвојена станишта изван заштићених подручја могу бити врло ефикасна за конзервацију генетичких ресурса одређених врста, чије интензивно газдовање би било пожељно, али није дозвољено или га је тешко спровести унутар заштићених подручја.

План газдовања подручјем за генетичку конзервацију. Сваки тип станишта захтева посебан план газдовања, који представља део глобалног плана газдовања генетичким ресурсима врсте. Даље, свако станиште представља део већег шумског подручја, који може бити природна, гајена, производна шума или заштићено подручје, као што је национални парк. План газдовања подручјем за конзервацију биће, дакле, један од елемената глобалног плана газдовања за цело подручје под шумом или заштићено подручје. План мора обухватати следеће:

- а) основне информације о конзервационом подручју, укључујући мапе, власничку структуру, историју, инвентуру (присутне врсте, димензије стабала...);
- б) кључне документе о подручју и циљним врстама, укључујући биолошку инвентуру, нарочито еколошка и генетичка истраживања;
- в) опис улоге, одговорности и права свих лица укључених у газдовање и употребу подручја и његових извора;
- г) програм, распоред и расположива средства за праћење и газдовање популацијама дрвећа, које су објекат конзервације;
- д) процену потенцијалних ризика и штета којима врсте могу бити изложене и план предупређења истих, укључујући и могуће комплементарне *ex situ* мере конзервације (Thomas *et al.*, 2001).

4.2. *Ex situ* методе конзервације

Ex situ конзервација представља вид конзервације шумских генетичких ресурса изван њиховог природног станишта (ван места), при чему се разликују: ботаничке баште, арборетуми, живи архиви, семенске плантаже, провенијенични тестови, тестови потомства, клонски архиви, банке семена, полена, ДНК, *in vitro* конзервација и криопрезервација.

Методе еволутивне *ex situ* конзервације варирају, али се могу сврстати у две основне категорије. Прва категорија се може дефинисати као стриктно еволутивна конзервација, са циљем праћења и подржавања процеса природне селекције као начина адаптације врсте. Пример овакве динамичне *ex situ* конзервације су објекти основани на стаништима која опонашају услове природних налазишта врсте. Друга категорија се може дефинисати као усмерена еволутивна конзервација и односи се на објекте *ex situ* конзервације којима се интензивно газдује. Уопштено, најбољи резултати *ex situ* конзервације постижу се комбинацијом конзервационих активности и принципа интензивног газдовања.

Класичним методама статичне *ex situ* конзервације могу се сматрати само банке семена, полена, ДНК, *in vitro* експлантати, криопрезервација и клонски архиви, у којима су, због генетичке уједначености индивидуа и вегетативне смене генерација, готово елиминисани ефекти природне селекције.

Оснивање *ex situ* популација захтева значајна финансијска улагања. Економску оправданост ове популације показују само у случајевима када задовољавају двоструки циљ: сакупљање семена у комерцијалне сврхе и дугорочно очување генетичког диверзитета семенских извора, што се најбоље постиже оснивањем семенских плантажа (Исајев *et al.*, 1999, 2001, 2003, 2006, Шијачић-Николић, 2001, Шијачић-Николић *et al.*, 2000, 2002, Иветић *et al.*, 2003, Матаруга *et al.*, 2001)

Ex situ конзервација захтева неопходну интервенцију човека, било да је у питању просто сакупљање семена, складиштење, производња и изношење садница на терен или интензивно оплемењивање и унапређење биљног материјала. За разлику од оплемењивача пољопривредних култура, оплемењивачи шумског дрвећа немају могућности за брзу продукцију нових сорти, нити за утврђивање степена варијабилности између популација у кратком периоду. Према томе, постојећи генетички диверзитет између популација је од изузетне важности и представља основу за конзервацију шумских генетичких ресурса, нарочито ако је могуће пратити његово стање у виталним популацијама дужи временски период.

Основне поставке сваког програма *ex situ* конзервације су:

- а) поседовање поуздане информације о немогућности или неефикасности примене метода *in situ* конзервације;
- б) обухватање најшире амплитуде диверзитета (фенотипског и генотипског), присутног у популацијама циљне врсте;

в) омогућавање регенерације врсте изван њеног природног распрострањења (провенијенције), спровођењем контролисаних мера које ће омогућити развој популација у конзервационом смислу.

Одлуку о оптималној стратегији и методу *ex situ* конзервације треба заснивати не само на биолошким карактеристикама врсте, распореду генетичке варијабилности и тренутном конзервационом статусу, већ и на расположивом знању о гајењу и газдовању популацијама циљне врсте. Планом *ex situ* конзервације мора се дефинисати и део биљке, који ће бити издвојен и конзервиран (цело стабло, семе, ткиво или генетички материјал у култури), као и временски период на који ће се вршити конзервација.

Географска дефиниција популација дрвећа или провенијенција представља централни концепт приликом дизајнирања узорака за *ex situ* конзервацију. Екотипска варијабилност (специфични хабитус или адаптације на специфичне услове средине) између популација и диференцијација може се манифестовати кроз значајне генетичке разлике у одређеном временском периоду. Стога, приликом издвајања узорака у циљу *ex situ* конзервације, централне делове провенијенција треба посматрати као основне јединице конзервације генетичких ресурса (Brown, Hardner, 2000).

Основни елементи *ex situ* конзервације везују се за потребу најпре идентификовања, а затим конзервације и газдовања опсегом варијабилности унутар врсте, првенствено кроз развој и унапређење регенерације на терену. Технике молекуларне генетике, првенствено генетички маркери, могу помоћи при реализацији процеса газдовања *ex situ* популацијама, у виду провере идентитета и праћења генетичких промена у колекцијама. Биотехнологија може такође допринети управљању банкама гена, обезбеђујући боље методе процене генетичког диверзитета и управљања генетичким залихама. Применом нових молекуларних технологија избегава се дуплирање и изостављање генетичке варијабилности, помоћу „fingerprinting” анализа и истраживања генетичког диверзитета (Brown, Kresovich, 1996, Karp, 2000).

Криопрезервација, као широко коришћена метода биотехнологије, омогућује дугорочно складиштење биљних делова (Withers, Engelmann, 1998). Криопрезервација је термин који се односи на складиштење семена при изузетно ниским температурама, обично уз употребу течног азота (-196°C). Примењена заједно са *in vitro* техником, криопрезервација често представља једини поуздан, безбедан и економски оправдан начин чувања појединих врста. У случајевима када семе није погодно за криопрезервацију, треба применити издвајање ембриона или сржи ембриона у одговарајућој фази развоја.

Оснивање банака семена у којима се семе чува у хладњацима или под другим адекватним условима представља вид статичне *ex situ* конзервације. Банке семена се могу применити једино код врста чије је складиштење семена могуће. Већина врста има семе чија је висока стопа герминације одржива свега неколико година, што је изузетно кратко у односу на дужину живота дрвећа, те стога залихе семена морају бити обнављане у одређеним временским интервалима. То подразумева наклијавање

семена, производњу садница, узгој стабала до почетка плодношења, сакупљање и складиштење новог семена. Оваква „рејувенилизација” доводи до појаве нових генетичких рекомбинација и нових селекционих притисака приликом пропације и раста. За већину врста, банке семена морају бити краткорочни вид конзервације. Семе из угрожених популација може се сакупљати и складиштити у банке на одређени период, до момента најпогоднијег за сетву и развој садница за оснивање *ex situ* конзервационих популација.

Поред банака семена, конзервација гермплазме може бити реализована и оснивањем банака полена у којима се складишти полен просушен до 5% влаге, на сувим подлогама и температури од 0°C. Међутим, поједине врсте продукују полен чије дуже складиштење није могуће. До сада, постоје искуства са врстама, чији полен губи виталност и клијавост након 5 година складиштења (Тowill, 1985). Свакако, полен има релативно кратак период виталности у поређењу са семеном. Због тога, без обзира на велики значај ове технике за конзервацију гермплазме врста са семеном слабе могућности чувања, коришћење полена банака је изузетно ограничено.

Конзервација гермплазме може се реализовати применом метода ДНК банака, који све више добија на значају. ДНК, изолована из једра, митохондрија или хлоропласта, данас се једноставно имобилизује у нитроцелулозна влакна, где се може чувати. Развојем PCR технике постало је рутинска процедура умножавање специфичних олигонуклеотида или гена из целокупне геномске ДНК. Ова метода омогућила је креирање интернационалне мреже ДНК складишта (Аdams, 1997). Предности ове технике су у њеној ефикасности, једноставности и малом захтеву за простором. Главни недостатак, поред захтевне опреме и капацитета, лежи у ограничењима при изолацији, клонирању и трансферу гена, тј. у немогућности регенерације читаве биљке (Махted *et al.*, 1997).

Још један вид статичне *ex situ* конзервације представља *in vitro* конзервација. Овај метод подразумева манипулацију експлантатом у стерилној средини, ослобођеној од патогена. Примењује се за конзервацију врста чије семе није могуће складиштити на дужи временски период, врста које не дају семе или за материјал добијен вегетативним путем у циљу очувања циљних генотипова (Еngelmann, 1997). Иако су прва истраживања везана за *in vitro* технику спроведена тек пре неколико десетина година, ова техника се већ увелико примењује за умножавање, складиштење и колекционисање гермплазме преко 1.000 врста (Вigot, 1987). *In vitro* техника може се ефикасно користити за колекционисање, умножавање и складиштење, нарочито проблематичних врста (Еngelmann, 1997). Техника је развијена у циљу производње биљака из семена или вегетативно размноженог материјала директно са терена, у асептичним условима (Witthers, 1995). Овакав приступ омогућава прављење колекција гермплазме у областима обнове или у ситуацијама када је транспорт семена економски неоправдан. Међутим, због прилично великих трошкова примене ове методе, генерално се слабије користи при конзервацији шумских генетичких ресурса.

Вид статичне конзервације представљају и клонски архиви, као скуп вегетативно размножених клонова. Калемљено или ожиљено дрвеће ће увек бити у

могућности да расте до одређене старости, уколико је калемљење било успешно. Наравно, кроз одређено време, поступак калемљења или ожиљавања мора бити поновљен. Овај вид статичне конзервације захтева континуирано и интензивно газдовање од стране човека.

5. ЗАКЉУЧАК

Газдовање шумама са циљем унапређења производних и заштитних функција може и мора бити усклађено са концептом конзервације на различитим нивоима, локалном, националном и регионалном. Конзервација шумског биодиверзитета, који укључује и шумске генетичке ресурсе, је од есенцијалног значаја за одрживо коришћење вредности шуме, као и за побољшање здравственог стања и виталности шумских екосистема и унапређење и развој њихових заштитних, естетских и културних функција.

Шумски генетички ресурси - генетички диверзитет садржан у хиљадама врста шумског дрвећа на Земљи - представљају извор од социјалне, економске и еколошке вредности за бројне хумане генерације. Конзервација шумских генетичких ресурса се, стога, може дефинисати као скуп активности и стратегија, које се спроводе са циљем обезбеђења континуиране егзистенције, еволуције и доступности ових ресурса за садашње и будуће генерације. Сами генетички ресурси, као и процес њихове конзервације, карактеришу се изразитом динамичношћу. Сходно томе, конзервацију ових ресурса треба посматрати као напоре у циљу очувања специфичних генотипова или популација и карактеристичних комбинација гена у њима.

Циљ газдовања шумским генетичким ресурсима јесте унапређење услова за континуирано еволуирање врста, које представља одбрамбени механизам организма у борби са променама средине. Истовремено, газдовање са конзервацијским циљевима редукује стопу генетичке ерозије.

ЛИТЕРАТУРА

- Adams R.P. (1997): Conservation of DNA: *DNA banking*, Biotechnology and Plant Genetic Resources: Conservation and Use (Callow, J.A., Ford-Lloyd, B.F. & Newbry, H.J. eds.), CABI Publishing, Wallingford (163-174)
- Amaral W., Thomson L., Yanchuk A. (2004): *Conservation of genetic resources in their natural environment*, FAO, FLD, IPGR (1-4)
- Bigot C. (1987): *In vitro manipulation of higher plants: some achievements, problems and perspectives*, Cell Culture Techniques Applied to Plant Production and Plant Breeding (Boccon-Gibon, J., Benbadis, A. and Shonts, K.C. eds.), Proceedings of IAPTC French-British Meeting, Angers (5-17)
- Brown S., Kresovich S. (1996): *Molecular characterization for plant genetic resources conservation*, Genomic mapping in plants (Peterson A.H. ed.), R.G. Landes Austin (85-93)

- Brown A.D.H., Hardner C.M. (2000): *Sampling and gene pools of forest tree species for ex situ conservation*, Forest Conservation Genetics-Principles and Practice (Young A., Boshier D. & Boyle T, eds.), CSIRO Publishing, Australia and CIBI Publishing, Wallingford (185-196)
- Withers L.A. (1995): *Collection in vitro for genetic resources conservation*, Collecting Plant Genetic Diversity (Guariano L., Rao R. & Reid R. eds.), CABI Publishing, Wallingford (511-515)
- Withers L.A., Engelmann F. (1998): *In vitro conservation of plant genetic resources*, Agricultural biotechnology (A. Altman, ed.), Marcel Dekker Inc., New York (57-88)
- Graudal L., Kjaer E.D., Canger S. (1995): *A systematic approach to the conservation of genetic resources of tree and shrubs in Denmark*, Forest Ecology and Management 73 (117-134)
- Graudal L., Kjaer E.D., Thomsen A., Larsen A.B. (1997): *Planning national programmes for conservation of forest genetic resources*, Technical Note 48, Danida Forest Seed Centre, Humlebaek (1-78)
- Guldager P. (1975): *Ex situ conservation stands in the tropics*, The methodology of Conservation of Forest Genetic Resources. FO: MISC/75/8, FAO of the United Nations, Rome, Italy (85-92)
- Engelmann F. (1997): *In vitro conservation methods*, Biotechnology and Plant Genetic Resources: Conservation and Use (Ford-Lloyd B.V., Newbery J.H. & Callow J.A. eds.), CABI Publications, Wallingford (119-162)
- Eriksson G., Ekberg I. (2001): *An Introduction to Forest Genetics*, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala (1-166)
- Ivetić V., Isajev V., Šijačić-Nikolić M. (2003): *Forest seed science and the conservation of endemic and relic species biodiversity in Serbia and Montenegro*, Proceedings of scientific paper of International Scientific Conference: 75 years of Forest Research Institute of the Bulgarian Academy of Science, Sofia (43-48)
- Исајев В., Туцовић А., Шијачић-Николић М. (1998): *Очување и унапређење коришћења јенофонда ендемнореликћиних врста чешинара у Србији*, Заштита природе 50, Завод за заштиту природе, Нови Сад (327-333)
- Isajev V., Šijačić-Nikolić M. (2001): *Ex situ pool conservation of Serbian spruce (Picea omorika /Panč./ Purkyne) and Balkan maple (Acer heldrichii Orph.) in seedling seed orchard*, Book of Abstracts - I International Symposium "Food in the 21st Century", Subotica (142)
- Исајев В., Шијачић-Николић М. (2003): *Практикум из јенеџике са ојлемењивањем биљака*, Шумарски факултет Универзитета у Београду и Шумарски факултет Универзитета у Бања Луци, Београд - Бања Лука (1-240)
- Isajev V., Šijačić-Nikolić M. (2003): *Conservation of conifer tree species in Serbia*, International Conference: The Question of Conversion of Coniferous Forest, Freiburg im Breisgau (56)
- Исајев В., Шијачић-Николић М., Иветић В. (2006): *Конзервација јенофонда врста дрвећа у специјализованим плантажама у Србији*, Међународна научна конференција: Газдовање шумским екосистемима националних паркова и других заштићених подручја, Јахорина, Босна и Херцеговина, Зборник радова (67-77)

- Исајев В., Шијачић-Николић М., Матаруга М., Иветић В. (2003): *Очување, илестирање и коришћење генофонда врста дрвећа у специјализованим културама*, Одрживи развој пољопривреде и заштите животне средине, Монографија, Мегатренд Универзитет примењених наука, Београд (235-247)
- Isajev V., Šijačić-Nikolić M., Mataruga M. (1999): *Conservation, tasting and utilisation of tree species gene pool in specialised plantations*, Proceeding of the 4th International Conference on The Development Of Wood Science, Wood Technology and Forestry, Missenden Abbey (225-235)
- Карп А. (2000): *The new genetic era: will it help as in management genetic diversity?*, SAT 21 Meeting, IPGR, FRIM, Kuala Lumpur
- Leadig F.T. (1986): *Conservation strategies for forest gene resources*, Forest Ecology and Management 14 (77-90)
- Mataruga M., Isajev V., Šijačić-Nikolić M. (2001): *The possibility of testing and preserving biodiversity of black pine (Pinus nigra Arn.) in seed plantation metapopulation structure*, International Conference: Forest research: A Challenge for an integrated European approach, Proceedings, Vol. II, Thessaloniki (595-598)
- Maxted N., Ford-Lloyd B.V., Hawkes J.G. (1997): *Complementary conservation strategies*, Plant Genetic Conservation: The in situ Approach (Maxted N., Ford-Lloyd B.V., Hawkes J.G. eds.), Chapman and Hall, London (15-39)
- (1989): *Plant Genetic Resources: their conservation in situ for human use*, FAO of the United Nations, Rome
- Стевановић В., Васић В. (1995/а): *О биодиверзитету*, Биодиверзитет Југославије са прегледом врста од међународног значаја, Ecolobri, Биолошки факултет, Београд (1-9)
- Стевановић В., Васић В. (1995/б): *Преглед антропоених фактора који угрожавају биодиверзитет Југославије*, Биодиверзитет Југославије са прегледом врста од међународног значаја, Ecolobri, Биолошки факултет, Београд (19-35)
- Towill L.E. (1985): *Low temperatures and freeze-vacuum drying preservation of pollen*, Cryo-preservation of Plant Cells and Organs (Kartha K.K. ed.), CRC Press, Boca Raton (171-198)
- Thomas L., Graudal L., Kjaer E. (2001): *Selection and management of in situ gene conservation areas for target species*, FAO, FLD, IPGR (5-12)
- Шијачић-Николић М. (2001): *Анализа генетског потенцијала генеративне семенске плантације оморике (Picea omorika /Pač./Pukyne) применом контролисане хибридизације линија полусродника*, докторска дисертација у рукопису, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд (1-170)
- Šijačić-Nikolić M., Isajev V. (2002): *Selection and hybridization - methods of conservation and sustainable use of Serbian spruce (Picea omorika /Pač./Pukyne)*, 2nd Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southeast European Countries, Book of Abstracts, Halkidiki (60)
- Шијачић-Николић М., Исајев В., Иветић В. (2006): *Национални паркови Србије - облик очувања и коришћења генофонда шумског дрвећа*, Зборник радова са међународне научне конференције „Газдовање шумским екосистемима националних паркова и других заштићених подручја”, Јахорина (131-137)

КОНЗЕРВАЦИЈА И УСМЕРЕНО КОРИШЋЕЊЕ ШУМСКИХ ГЕНЕТИЧКИХ РЕСУРСА

- Шијачић-Николић М., Исајев В., Матаруга М. (1997): *Анализа генофонда више ниво-нијенција смрче из Србије у шест културама*, Савремена пољопривреда 3-4, Нови Сад (310-318)
- Šijačić-Nikolić M., Isajev V., Mataruga M. (2000): *Evaluation of morphometric properties of several Spruce (Picea abies /L./Karst) provenances in monocultures in Serbia*, Spruce Monocultures in Central Europe - problems and prospects, EFI Proceedings, № 33, EFI, Joensuu (145-153)
- Šijačić-Nikolić M., Isajev V., Filipović M. (1998): *Assessment of spruce (Picea abies L. Karst.) genetic potential in Serbia*, Proceedings scientific papers “70th Anniversary of the Forest Research Institute”, Volume II, Sofia (37-44)

Šijačić-Nikolić Mirjana
Milovanović Jelena

CONSERVATION AND DIRECTED UTILISATION OF FOREST GENETIC RESOURCES

Summary

The increasing demand of wood as raw material for different end uses, as well as the multiple-use forest function, made the conservation and directed utilisation of forest genetic resources, a priority task of forestry science and profession.

Conservation of forest genetic resources can be defined as a set of activities and strategies, which are performed in the aim of ensuring the continued existence, evolution and availability of these resources for the present and future generations.

The base of the conservation of forest genetic resources is the genetic variability of natural populations, which is conditioned by mutations, recombinations, gene fluctuation, selection and genetic drift. The principles of conservation of genetic variability can be considered as identical for all living beings. However, the applied methods vary depending on the specific aims of conservation, distribution and biological nature of the material which is the object of conservation.

Different conservation “methods” are referred to from the aspect of the conservation of the observed genetic variability. the term «method» is used in the context of the concept of genetic resource conservation: *in situ* or *ex situ*, dynamic or static, while the species, ecosystems, populations or individuals are considered as the objects of conservation.

