

ЈЕЛЕНА МИЛОВАНОВИЋ
МИРЈАНА ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ
СУЗАНА ЂОРЂЕВИЋ-МИЛОШЕВИЋ

ЗАШТИТА

УГРОЖЕНИХ ВРСТА



Београд, 2021.

УНИВЕРЗИТЕТ СИНГИДУМУ
ЖИВОТНА СРЕДИНА И ОДРЖИВИ РАЗВОЈ

Јелена Миловановић
Мирјана Шијачић-Николић
Сузана Ђорђевић-Милошевић

ЗАШТИТА УГРОЖЕНИХ ВРСТА

Прво издање

Београд, 2021.

ЗАШТИТА УГРОЖЕНИХ ВРСТА

Аутори:

др Јелена Миловановић, редовни професор
Животна средина и одрживи развој Универзитет Сингидунум

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

др Сузана Ђорђевић-Милошевић, ванредни професор
Животна средина и одрживи развој Универзитет Сингидунум

Рецензенти:

др Марина Нонић, доцент
Шумарски факултет Универзитет у Београду

др Александар Лучић, виши научни сарадник
Институт за шумарство Београд

др Гордана Дражић, редовни професор
Животна средина и одрживи развој Универзитет Сингидунум

Издавач:

УНИВЕРЗИТЕТ СИНГИДУМУМ
Београд, Данијелова 32
www.singidunum.ac.rs

За издавача:

др Милован Станишић

Припрема за штампу:

Милош Вишњић

Дизајн корица:

Александар Михајловић, МА

Година издања:

2021.

Тираж:

300 примерака

Штампа:

Бирограф, Београд

ISBN: 978-86-7912-759-4

Copyright:

© 2021. Univerzitet Singidunum

Izdavač zadržava sva prava.

Reprodukcija pojedinih delova ili celine ove publikacije nije dozvoljena.

ПРЕДГОВОР И САЖЕТАК	VII
1. ПОЈАМ И ОСОБИНЕ УГРОЖЕНИХ ВРСТА	7
1.1. Како се дефинише угрожена врста?	7
1.2. Када и зашто врста постаје угрожена?	8
1.3. Који фактори животне средине угрожавају врсту?	10
1.4. Које су особине угрожених врста?	11
2. КАТЕГОРИЗАЦИЈА УГРОЖЕНИХ ВРСТА	21
2.1. Шта је категоризација угрожених врста?	21
2.2. Како се врсте категоришу глобално?	21
2.3. Како се врсте категоришу у Србији?	28
2.4. Како се врсте категоришу локално?	44
3. КОНЗЕРВАЦИЈА И КОНЗЕРВАЦИОНИ СТАТУС ВРСТЕ	55
3.1. Шта је конзервација и која је њена улога?	55
3.2. Шта је генетичка конзервација и чему доприноси?	57
3.3. Шта је конзервациони статус врсте?	59
3.4. Зашто је важно одредити конзервациони статус врсте?	60
4. УНУТАРВРСНА ВАРИЈАБИЛНОСТ	65
4.1. Шта је унутарврсна варијабилност?	67
4.2. Како настаје и нестаје унутарврсна варијабилност?	69
4.3. Како одредити степен унутарврсне варијабилности?	87
4.4. Зашто је важно проценити унутарврсну варијабилност?	110
5. КОНЗЕРВАЦИОНА СТРАТЕГИЈА	119
5.1. Шта је конзервациона стратегија и која су кључна полазна питања?	120
5.2. Како одабрати методе конзервације за конкретну врсту?	125
5.3. Како изгледа процес израде конзервационе стратегије?	142
5.4. Зашто су важни партиципација и „власништво“ у конзервацији врсте?	151
6. КОНЗЕРВАЦИЈА УГРОЖЕНИХ ВРСТА И ОДРЖИВИ РАЗВОЈ	157
6.1. Каква је заступљеност конзервације у глобалним оквирима?	157
6.2. Како конзервација доприноси Циљевима одрживог развоја?	165
6.3. Каква је веза између Циљева одрживог развоја и Аичи циљева?	172
6.4. Каква је заступљеност конзервације у европским оквирима?	175

7. ЕКОНОМСКИ АСПЕКТИ КОНЗЕРВАЦИЈЕ УГРОЖЕНИХ ВРСТА	185
7.1. Зашто је значајан промет репродуктивног материјала?	186
7.2. Како проценити трошкове конзервације?	191
7.3. Како проценити приходе конзервације?	193
7.4. Који је оптималан програм конзервације са економског аспекта?	195
ПРИЛОГ	
Примери стратегија генетичке конзервације биљне и животињске врсте	197
Литература	249
Извори слика	259
Извори табела	265



ПРЕДГОВОР И САЖЕТАК



Универзитетски уџбеник „Заштита угрожених врста“ представља основну литературу за савладавање градива на истоименом предмету, који се реализује на трећој години Основних академских студија **Животна средина и одрживи развој Универзитета Сингидунум**. Према мишљењу рецензената, уџбеник се препоручује као додатна литература на другим факултетима за предмете који третирају ову, веома актуелну, проблематику.

Нарастајућа потреба за сировинама различите намене, као и општекорисним функцијама екосистема, учинили су да конзервација угрожених врста и усмерено коришћење генетичких ресурса, постану приоритетни задатак науке и струке у области заштите природе и животне средине. Термин „угрожена врста“, у називу предмета, означава све категорије врста, чији опстанак у природи је под ризиком (већим или мањим). Веома је важно утврдити временски оквир и факторе који доводе до стварања ризика по опстанак врсте у природи, како би се могла планирати адекватна стратегија заштите.

Прво поглавље уџбеника бави се одговорима на неколико питања, без чијег разјашњења не би било могуће разумети проблематику заштите угрожених врста. Студенти и заинтересовани за ову област, пре свега, морају разумети: **Како се дефинише угрожена врста? Када и зашто врста постаје угрожена? Који фактори животне средине угрожавају врсту? Које су особине угрожених врста?** Одговори на ова питања су основа за даље разумевање потребе и процеса заштите угрожених врста на глобалном, националном и локалном нивоу.

Друго поглавље уџбеника објашњава категоризацију угрожених врста, дефинисаних у оквиру првог поглавља и даје одговоре на следећа питања: **Шта је категоризација врста? Како се врсте категоришу глобално? Како се врсте категоришу у Србији? Како се врсте категоришу локално?** Термин „угрожена врста“, који у називу предмета и наслову уџбеника означава све оне врсте чији је опстанак угрожен и којима се може десити да нестану из природе у ближој или даљој будућности, сада је рашчлањен у зависности од степена угрожености конкретне врсте.

Треће поглавље уџбеника објашњава појмове „конзервација“, „генетичка конзервација“ и „конзервациони статус врсте“ и даје одговоре на следећа питања: **Шта је конзервација и која је њена улога? Шта је генетичка конзервација и чему доприноси? Шта је конзервациони статус врсте? Зашто је важно одредити конзервациони статус врсте?**

Четврто поглавље уџбеника објашњава појам „унутарврсна/интраспецијска варијабилност“ и даје одговоре на следећа питања: **Шта је унутарврсна варијабилност? Како настаје и нестаје унутарврсна варијабилност? Како одредити степен унутарврсне варијабилности? Зашто је важно проценити унутарврсну варијабилност?** За разумевање појма унутарврсне варијабилности потребно је, пре свега, подсетити се фундаменталних појмова „ген“, „генотип“, „геном“ и „фенотип“, што је и урађено у оквиру овог поглавља.

Пето поглавље уџбеника објашњава појам „конзервациона стратегија“ и даје одговоре на следећа питања: **Шта је конзервациона стратегија и која сукључна полазна питања? Како одабрати методе конзервације за конкретну врсту? Како изгледа процес израде конзервационе стратегије? Зашто су важни партиципација и „власништво“ у конзервацији врсте?** Израда конзервационе стратегије врсте је неопходна у циљу очувања њених генетичких ресурса.

Шесто поглавље уџбеника представља међународни контекст конзервације угрожених врста и њен допринос одрживом развоју и даје одговоре на питања: **Каква је заступљеност конзервације у глобалним оквирима? Како конзервација доприноси Циљевима одрживог развоја? Каква је веза између Циљева одрживог развоја и Аичи циљева? Каква је заступљеност конзервације у европским оквирима?** Аспекти заштите биодиверзитета и конзервације угрожених врста имају веома важну улогу у међународним политикама значајним за одрживи развој. Република Србија је потписник бројних међународних докумената, који се односе на очување биодиверзитета и генетичких ресурса.

Седмо поглавље разматра моделе добити и трошкова и даје одговоре на следећа питања: **Зашто је значајан промет репродуктивног материјала? Како проценити трошкове конзервације? Како проценити приходе од конзервације? Који је оптималан програм конзервације са економског аспекта?** Конзервациони генетичар и оплемењивач мора имати на уму да анализа општекорисних губитака и добити може бити неопходна у неким случајевима и може довести до потпуно различитих закључака.

Прилози уџбеника су два примера Стратегије конзервације врсте израђена од стране колега студената који су у претходним академских годинама похађали предмет Заштита угрожених врста. Примери су резултат процеса учења и савладавања вештина стратешког планирања и представљени су у оригиналу, уз све потенцијалне недостатке које могу имати. Овом приликом, аутори се захваљују колегама студентима Снежани Лучић и Драженку Рајковићу на могућности да резултате њиховог пионирског рада уврсте у уџбеник.

Аутори верују да ће овај уџбеник помоћи ширењу свести о неопходности заштите угрожених врста и конзервације генетичких ресурса и бити од користи студентима, стручњацима у пракси и колегама различитих профила у решавању конкретних проблема.

Аутори захваљују свима чије ће добронамерне примедбе и сугестије, у будућности, допринети побољшању квалитета овог рукописа.



1. ПОГЛАВЉЕ

ПОЈАМ И ОСОБИНЕ УГРОЖЕНИХ ВРСТА



1. ПОЈАМ И ОСОБИНЕ УГРОЖЕНИХ ВРСТА

Прво поглавље уџбеника бави се одговорима на неколико питања, без чијег разјашњења не би било могуће разумети проблематику заштите угрожених врста. Студенти и заинтересовани за ову област, пре свега, морају разумети следеће:

Како се дефинише угрожена врста?
Када и зашто врста постаје угрожена?
Који фактори животне средине угрожавају врсту?
Које су особине угрожених врста?

Одговори на ова питања ће бити основа за даље разумевање потребе и процеса заштите угрожених врста на глобалном, националном и локалном нивоу.

1.1. КАКО СЕ ДЕФИНИШЕ УГРОЖЕНА ВРСТА?

Једна врста, било да је у питању гљива, биљка или животиња, се сматра угроженом уколико је бројност њених индивидуа у природи толико смањена да се може очекивати да ишчезне у блиској будућности. У зависности од тога колико је та будућност блиска, угрожене врсте припадају различитим категоријама и имају различит конзервациони статус. У циљу утврђивања степена ризика од ишчезавања једне врсте из природе примењују се бројне методологије засноване на великом броју критеријума.

Категоризација врста са аспекта угрожености је важна за одређивање приоритета, односно које врсте захтевају хитне акције у циљу заштите, а које могу бити укључене у програме заштите уколико се за то створе услови.

Приоритети се одређују, пре свега, на основу степена ризика по опстанак врсте у природи, а затим на основу изводљивости метода заштите и доступних људских, технолошких и финансијских ресурса.



Погледати
Поглавља 2 и 3

Термин „угрожена врста“, у називу предмета у оквиру ког се користи овај уџбеник, означава све категорије врста, чији опстанак у природи је под ризиком (већим или мањим). Веома је важно утврдити временски оквир и разлоге/факторе који доводе до стварања ризика по опстанак врсте у природи, како би се могла планирати адекватна стратегија заштите.

1.2. КАДА И ЗАШТО ВРСТА ПОСТАЈЕ УГРОЖЕНА?

Када једна врста постаје угрожена је питање на које није једноставно одговорити. Неопходно је разумети разлику између природног процеса нестанка/ишчезавања врста са наше планете и нестанка врста изазваног факторима на које човек може утицати.

Од настанка Земље, 99,9% врста је нестало, док је данас присутно свега 0,1%. Тачан број врста је велика непознаница. Процењује се да на Земљи постоји између 5 и 80 (100) милиона врста (PIMM *et al.* 1995), од којих је до данас познато и описано око 1,5 милиона (McNEELY *et al.* 1990). Овакве претпоставке произилазе из чињенице да се многе још увек неоткривене врсте крију у дубинама океана, у непроходним тропским шумама, у неиспитаним пећинама и јамама, на изолованим планинским врховима или острвима, у дубоким непроходним клисурама, као и у другим екосистемима далеко од домаћаја човека. Од наведеног броја, око један милион чине животињске врсте, а близу 500 000 биљне. Велики број врста дивергира/дели се у подврсте, варијетете и форме, те егзистира у бројним међусобно различитим морфолошким формама.

Нестанак/ишчезавање врста са Земље није ништа необично и налази се у основи процеса еволуције. Врсте нестају природним путем услед наглих промена климатских фактора и услова станишта на коме се налазе. Популације врсте нису у стању да се прилагоде новонасталим условима средине у одговарајућим временским оквирима и долази до изумирања и последње јединке. Са еволутивног аспекта криза и нестанак једне врсте је истовремено прилика и шанса за другу. Чињеница да милиони врста егзистирају данас значи да еволуција и специјација (настанак нових врста) на глобалном нивоу, за сада, имају доминантну улогу над ишчезавањем (РАДОВИЋ 2005).

Иако је изумирање врста природан процес, свесни смо чињенице да човек, све више, низом својих активности, доприноси његовом интензивирању.



Подсетити се
материје
из предмета
Очување
биодиверзитета

Сликовити приказ убрзавања природног процеса ишчежавања врста дао је WILSON (1992), који наводи да активности човека доводе до губитка 27 000 врста годишње, а када овај број пребацимо на дневни ниво, то је 74 врсте дневно! Тај број је увећан током последње три деценије и достигао је скоро 100 врста дневно, које бивају неповратно изгубљене. На овај начин је процес нестајања врста на глобалном нивоу убрзан 1000 пута и у наредне три деценије може довести до значајног опадања бројности врста на Земљи. Уколико врста и не буде угрожена до опасности нестанка, њен ареал ће бити испрекидан и патиће од драстичног губитка генетичке варијабилности, услед губитка и/или фрагментације/поделе станишта (JAAKKOLA 1998).

Врста се сматра угроженом оног тренутка када резултати истраживања у њеном природном ареалу покажу да бројност њених јединки опада. Узрок томе могу бити бројни фактори животне средине, али и притисци изазвани развојем људске популације. Потребно је да наука потврди да је опадање бројности присутно, а то се може десити само уколико врста постане предмет научних истраживања. Многе врсте нестану пре него што се наука за њих заинтересује, јер њихов нестанак остане непримећен. Из тог разлога, веома је важна улога локалне заједнице у заштити угрожених врста, јер људи који живе на истом подручју са конкретном врстом ће први приметити промене (нарочито уколико им је економска одрживост везана за популације те врсте, на било који начин). Значај локалне заједнице у заштити угрожених врста ће бити објашњен у оквиру Поглавља 5, а користи заједнице од резултата акција усмерених на очување врста у Поглављу 6.

Врста постаје угрожена зато што се десе велике и нагле промене у њеној животној средини или у њеним популацијама. Промене могу бити природне, али и индуковане/изазване од стране човека (што је много чешћи случај). Важно је познавати и препознавати факторе животне средине који угрожавају опстанак једне врсте и доприносе њеном ишчежавању са природног станишта.

1.3. КОЈИ ФАКТОРИ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ УГРОЖАВАЈУ ВРСТУ?

Фактори животне средине који угрожавају опстанак једне врсте могу имати директан или индиректан утицај на стање њених популација. Са друге стране, веома је честа појава синергетског/збирног деловања више фактора, што отежава процес утврђивања који фактор је кључни (ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ *et al.* 2016).

BRENNAN, WITHGOTT (2005) су дефинисали основне факторе који угрожавају биодиверзитет, а тиме и опстанак појединачних врста, кроз акроним HIPPO, настао од почетних слова пет кључних фактора на енглеском језику:

- Н - губитак станишта (енг. *Habitat alteration*)
- I - инвазивне врсте (енг. *Invasive species*)
- P - загађење (енг. *Pollution*)
- P - раст популације (енг. *Population growth*)
- O - прекомерна експлоатација (енг. *Overexploitation*).

Поред наведених, врсте угрожавају и други фактори, а њихове међусобне везе и утицај на губитак врста су приказани на Слици 1.

Слика 1. Фактори животне средине који угрожавају опстанак врста



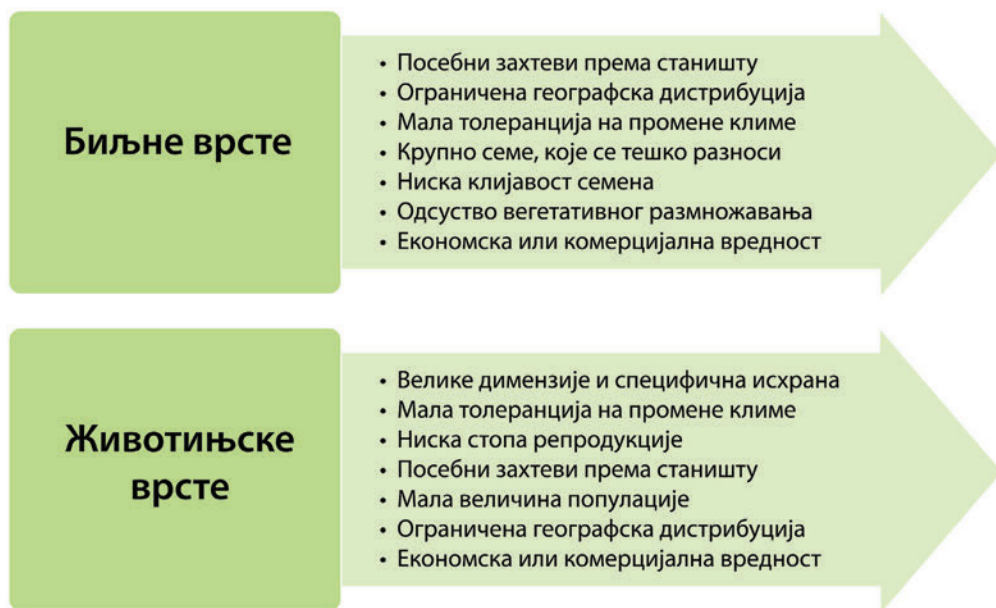
Овај уџбеник се неће бавити детаљним описом наведених фактора, јер су објашњени у оквиру материје предмета Очување биодиверзитета.

1.4. КОЈЕ СУ ОСОБИНЕ УГРОЖЕНИХ ВРСТА?

Други начин да се одговори на питање зашто једна врста постаје угрожена може бити постављање другог питања: *Да ли угрожене врсте поседују неке особине, које немају врсте које се не сматрају угроженим?*

Анализа листа угрожених врста, које ће бити објашњене у оквиру Поглавља 2, указују на чињеницу да све врсте поседују неке заједничке особине. Заједничке особине угрожених врста се разликују у зависности од тога да ли је врста биљна или животињска, али већина их је присутна код обе групације организама (Слика 2).

Слика 2. Особине угрожених врста, које немају врсте које нису угрожене



Заједничке особине угрожених биљних и животињских врста су: Посебни захтеви према станишту; Ограничена географска дистрибуција; Мала величина популације; Мала толеранција на промене климатских фактора; и Економска или комерцијална вредност.

Посебни захтеви према станишту представљају особину биљних и животињских врста које су усмерене на станишта мале величине и она која су раздвојена на више делова (дисјунктни ареал) или распршена (дисперзни ареал). У оваквим околностима, врсте постоје у малим, изолованим популацијама, које су подложне локалним екстремним догађајима. Најбољи пример су организми који живе у пећинама (на пример, слепи мишеви). Простор пећине је ограничен, а и унутар њега постоје варијације у температури и влажности на сезонском нивоу (понекад и на дневном). Последица тога може бити да услови у конкретној пећини нису адекватни за одређену врсту слепог миша, која може имати посебне захтеве током размножавања и хибернације. Такође, узнемиравање од стране људи може бити узрок високе стопе смртности слепих мишева током хибернације. Услед узнемиравања, слепи мишеви прекидају хибернацију, што захтева велику потрошњу енергије и тако ослабљени не успевају да преживе зиму. Осим тога, током хибернације слепи мишеви могу бити подложни високој стопи смртности услед екстремних догађаја у животној средини, као што је поплава.

Спрудотворни корали су организми који имају посебне захтеве према температури воде. Корали живе у ограниченом, уском појасу око екватора, где је температура воде увек изнад 20°C, а варирања никада нису већа од 2 до 3°C. Опстанак ових организама је данас веома угрожен услед подизања температуре океана, као последице климатских промена (МИЛОВАНОВИЋ *et al.* 2015).

Ограничена географска дистрибуција је особина врста која их доводи у опасност сваки пут када је њихово станиште угрожено. Најбољи пример ове особине су острвске врсте, чије су могућности за миграцију услед промена услова средине ограничене (најпознатији пример су врсте острва Мадагаскар). Такође, врсте које насељавају велике надморске висине, ледена пространства, пустиње, мочваре и слична станишта екстремних карактеристика, постају угрожене сваком променом на том подручју (било да је настала природним путем или је последица деловања човека). Сва станишта са којих не постоје миграциони коридори или је миграција веома отежана представљају опасност за врсте, које на њима живе (ERIKSSON & EKBERG 2001).

Мала величина популације је особина која се, обично, јавља придружена са претходне две особине. Врсте се јављају у малим популацијама уколико имају ограничени или испрекидани ареал и/или уколико имају посебне захтеве према условима станишта. Највећи проблем који доводи до тога да овакве врсте постану угрожене јесте опадање генетичке варијабилности унутар малих популација.



Погледати
Поглавље 4

Степен генетичке варијабилности/диверзитета популације је мера њене способности да се адаптира/прилагоди новонасталим условима средине. Као таква, генетичка варијабилност унутар врсте се може посматрати као нека врста осигурања за опстанак врсте у процесу еволуције. Уколико бројност јединки буде драстично смањена (на пример, на 10 до 500), популација ће се суочити са, такозваним, „генетичким уским грлом“ (енг. *genetic bottleneck*), услед чега укупна генетичка варијабилност популације бива значајно редукована. Уколико се након тог драстичног догађаја популација и врати на претходну бројност, разноврсност генетичких информација унутар ње ће остати на најнижем нивоу (као у тренутку драстичног смањења). Оваква појава значајно смањује способност популације да се прилагоди/адаптира измењеним или новим условима средине (као што је појава нове болести или штеточине). Такође, у малим популацијама долази и до укрштања у сродству, такозваног, „инбридинга“ (енг. *inbreeding*), који даље води ка опадању генетичке варијабилности, а потомство често буде карактерисано различитим аномалијама/недостацима, који им додатно смањују способност прилагођавања и преживљавања.

Мала толеранција на промене климатских фактора је заједничка особина биљних и животињских угрожених врста. Промене климе угрожавају већину врста на Земљи, јер се дешавају нагло и не остављају довољно времена популацијама врста да се прилагоде/адаптирају. Најугроженије су стеновалентне врсте, које имају уску еколошку валенцу за један или више фактора средине. Горе поменути спрудотворни корали су упечатљив пример стеновалентних организама, чија еколошка валенца за промену температуре је веома уска. Други пример може бити човечија бела ваш, која може преживети само на температурама између 24 и 32°C, што одговара температури између коже и одеће човека. Такође, постоје врсте које су стеноваленти по питању исхране. Пример су гусенице бројних врста лептира, које се хране листовима само једне биљне врсте (на пример, гусенице млечикара које се хране искључиво млечиком или гусенице лептира Аполона које се хране биљком бели јарич.

Услед све топлије и краће зиме у нашим крајевима, пролеће почиње све раније, гледано по температурама. Долазак пролећа на целој северној полулопти се дешава 1,2 дана раније на сваких 10 година, што доводи до продужавања вегетационог периода код биљака (МИЛОВАНОВИЋ *et al.* 2015). Такође, лето је годишње доба које све дуже траје, па земљиште акумулира већу количину топлоте и доводи до појаве виших температура током јесени. Услед веће количине топлоте и продужене сезоне раста, биљкама је неопходна и већа количина падавина, а та потреба често не може бити задовољена.

Климатске промене утичу на фенологију (годишњи циклус организама усклађен са условима средине) биљака и животиња на следеће начине (DUCHÊNE, SCHNEIDER 2004; JONES *et al.* 2005):

БИЉНЕ ВРСТЕ	ЖИВОТИЊСКЕ ВРСТЕ
*Ранији почетак вегетационог периода	*Ранији почетак сезоне раста
*Ранија појава листова на биљкама	*Краћа фаза мировања/хибернације
*Касније опадање листова у јесен	*Ранији почетак сезоне мигрирања
*Ранија појава цветова	*Каснији завршетак сезоне мигрирања
*Ранија појава плодова	*Ранији почетак периода репродукције

Неке од ових промена могу бити позитивне, али само краткорочно гледано, јер кумулативно/збирно дејство свих фактора промене доводи до нарушавања равнотеже популација врсте, а касније и самог опстанка. На пример, стабла у популацији дрвећа која у пролеће олистају раније добијају прилику да апсорбују више сунчевог зрачења и започну раније вегетациони период, чиме постају конкурентнија у односу на околна стабла, која још увек нису олистала. Међутим, у исто време се јавља опасност од напада штеточина и болести (мољци, гусенице лептира, мрави, паразитске гљиве), јер представљају један од ретких извора хране за њих (MARKOVIĆ *et al.* 2011).

Утицај промена у фенологији изазваних променама климе на опстанак врсте зависиће и од тога колики је утицај ових промена на друге врсте са којима је у спрези (остварује међузависност и без сарадње између врста није могућ опстанак ниједне од њих). Уколико промене доведу до различитих реакција врста које су међусобно зависне (то се, најчешће, дешава, када је у питању међузависност биљне и животињске врсте), доћи ће до нарушавања стабилности популација и опадања бројности врсте. На пример, ако биљка цвета раније, услед ранијег доласка пролећа према температурама, а инсекти опрашивачи нису присутни (јер нису ускладили своју фенологију са променама климе), могућност биљне врсте за размножавање је значајно смањена. Такође, ово у неким ситуацијама може бити предност, јер ће биљка ранијим цветањем избећи напад инсеката штеточина, јер они неће бити присутни.

Ранији почетак и каснији завршетак миграторне сезоне код птица може довести до асинхронизације/неусклађивања са биљним врстама чији су вектори преношења семена или са животињским врстама чији су предатори. Свакако, оне врсте које се карактеришу специјализованим односима са другим врстама и оне које реагују на минималне промене климатских фактора ће бити најугроженије. Пример за то су биљке које имају само једног опрашивача и инсекти и сисари који се хране једном биљном или животињском врстом. Нарочито је велики притисак на животињске врсте које прелазе велике раздаљине током сезоне миграција и свој животни циклус везују за различите географске ширине и специфичне односе са другим организмима у тим крајевима. Најбољи пример су птице селице, чија миграција мора бити усклађена са појављивањем извора хране у одређеним крајевима, како за себе, тако и за подмладак.



Истражите случај
птице њорке и
црвеног рака

Све наведено може се описати изразом „еколошки отисак климатских промена“. Током 21. века, последице неусклађености животних циклуса врста услед климатских промена су све видљивије и доводе у питање опстанак бројних врста. Биљке и животиње користе адаптације/прилагођавања у времену и простору, како би одговориле изазовима климатских промена (ALI 2012), али им је све теже да одговоре изазовима убрзаних промена. Велики глобални пројекат бавио се анализом 700 различитих врста у периоду од пола века у циљу утврђивања разлика у изменама животног циклуса биљака и животиња, изазваних климатским променама. Резултати су показали да фаза размножавања код животиња почиње, просечно, 5 дана раније на сваких 10 година. Биљне врсте започињу вегетациони период (појава пупољака и цветова), свега, три дана раније на сваких 10 година. Два дана може деловати као невелики проблем, међутим, ова разлика доводи до значајне асинхронизације у животним циклусима врста, које су усмерене једна на другу (МИЛОВАНОВИЋ *et al.* 2015).

Главни узрок ових неусаглашености је тај што неке врсте више реагују на сунчеву светлост, а неке на температуру, као климатски фактор. Климатске промене не утичу на количину сунчеве светлости, али значајно утичу на температуру ваздуха. Постоји велики број примера неусаглашености животних циклуса врста, услед различитих реакција на ова два параметра (WOLFE *et al.* 2005). Упечатљив пример је случај велике сенице (*Parus major*), птице малих димензија, која живи у Европи и не мигрира. Ова птица свој подмладак храни, искључиво, гусеницама зимског мољца (*Operophtera brumata*), а оне се хране, искључиво, младим пупољцима хрasta лужњака (*Quercus robur*).

Појава гусеница, пре свега, зависи од температуре, док појава пупољака храста, пре свега, зависи од сунчеве светлости. Услед пораста температуре ваздуха, гусенице се појављују две до три седмице раније, док пупољци храста још увек нису доступни (без хране могу опстати свега неколико дана, а највише 10). У недостатку хране, долази до угинућа гусеница и њихов број се значајно редукује. У тренутку када младунци велике сенице дођу на свет, гусеница има у веома малом броју или их уопште нема. У недостатку довољне количине хране, младунци велике сенице угињавају, а страдају и старије јединке (родитељи), при покушајима да храну пронађу на другом месту. На овај начин, промена само једног климатског параметра довела је до опасности по опстанак чак двеју врста (због њихове међузависности) (Слика 3).

Слика 3. Велика сеница; гусеница/адулт зимског мољца; и храст лужњак



Теоријски, птице имају највише потенцијала да ублаже последице климатских промена по своје популације, јер могу брзо да мигрирају у крајеве са повољнијом климом. Међутим, тамо их неће дочекати довољне количине хране, склоништа и места за размножавање, услед поремећаја синхронизације са животним циклусима биљака и инсеката. Веома брзе промене у животној средини изазивају немогућност скоро свих врста да се благовремено прилагоде. Последице спорог прилагођавања врста се користе и као индикатори интензитета климатских промена (БРАШАНАЦ-БОСАНАЦ 2013).

Биљне врсте, као што је дрвеће, најспорије мигрирају. Крупно семе биљних врста, као што су храст и буква, природно мигрира од 100 до 250 метара на годишњем нивоу, док ситно семе врста, као што су бреза и бор, прелази од 200 до 400 метара за годину дана (DAVIS 1981). Међутим, према сценарију о промени климе који предвиђа пораст глобалне температуре за 2°C до краја 21. века, очекује се померање изотерми три километра

хоризонтално и 12 метара вертикално на годишњем нивоу (МИЛОВАНОВИЋ *et al.* 2015). Подаци јасно указују на чињеницу да биљне врсте неће успети да мигрирају довољном брзином, како би благовремено населиле нова станишта повољних еколошких услова за њихов опстанак. Друга, знатно повољнија, могућност биљних врста да мигрирају јесте путем полена. Процењује се да се полен знатно лакше преноси на велике даљине, па је ово олакшавајућа околност за опстанак врста услед промене услова станишта. Међутим, да би биљна врста мигрирала путем полена неопходан је континуирани (неподељени) ареал, популације које имају природну структуру и способност природног обнављања/размножавања. Сви ови предуслови се тешко могу очекивати у контексту климатских промена. Пораст глобалне температуре негативно ће утицати на значајан део ареала многих биљних врста (нарочито оних на нижим надморским висинама и у близини јужне, доње границе распрострањења).

Малобројне су врсте које могу напредовати услед климатских промена, а њихове заједничке карактеристике су брзо размножавање, еуривалентност (прилагођеност на живот у различитим условима станишта) и брзо прилагођавање применом просторних и временских механизма. Оно што је неодговарајуће за човека јесте чињеница да су то, углавном, врсте корова, штеточина и болести, што захтева много веће напоре у одбрани усева, сточног фонда, шумских екосистема, па и сопственог здравља.

Економска или комерцијална вредност је још једна заједничка особина угрожених биљних и животињских врста. Врсте које су популарне код људске популације, због својих особина или производа који се могу добити од њих, изложене су прекомерној експлоатацији (сакупљање из природе или изловљавање). Представници ових врста су извор зараде, углавном, кроз илегалну трговину, што их чини још траженијим, а тиме и угроженијим. Врсте које су предмет илегалне трговине, најчешће, су већ категоризоване као угрожене, али законски прописи нису довољни да спрече даље уништавање популација врсте. Потребна је и њихова доследна примена и контрола циљних станишта, на којима се јављају врсте од интереса за илегалну трговину. Осим илегалне трговине, разлог претераног изловљавања може бити и одбрана сточног фонда



Истражите
случај губара
(*Lymantria dispar*)



Подсетити се
CITES
конвенције из
уџбеника
Очување
биодиверзитета

од стране локалних заједница (најчешће у планинским пределима, где је значајно присуство предаторских врста: вук, медвед, рис, шакал и слично).

Узимајући у обзир особине угрожених врста, закључак је да ће човекове активности на заштити и очувању варијабилности врста бити од кључног значаја за њихов опстанак. Ово се нарочито односи на области у којима ће пораст температуре бити већи у односу на неке друге делове планете (бореалне области у односу на средње географске ширине). Генерално гледано, прилагођавање на нивоу врсте и/или екосистема одвија се преко унапређења дисперзије/преношења семена и полена и миграција; на нивоу популације преко природне селекције и подизања степена генетичке варијабилности; а на нивоу индивидуе/јединке/генотипа преко фенотипске пластичности и/или ефекта преношења. Сви ови механизми биће објашњени у Поглављу 4.

Поред очувања механизма прилагођавања врста, смањење притисака на популације врста од стране човека је решење за очување. Неопходно је очувати дивље/исконске генотипове унутар популација угрожених врста, спречавати интродукцију/уношење страних/алохтоних врста (које су, најчешће, инвазивне, јер се брже прилагођавају променама услова средине) и успоставити режиме заштите природе где год је то могуће и није у супротности са одржавањем квалитета живота локалне заједнице.

2. ПОГЛАВЉЕ

КАТЕГОРИЗАЦИЈА УГРОЖЕНИХ ВРСТА



2. КАТЕГОРИЗАЦИЈА УГРОЖЕНИХ ВРСТА

Друго поглавље уџбеника објашњава категоризацију угрожених врста, дефинисаних у оквиру првог поглавља и даје одговоре на следећа питања:

Шта је категоризација врста?
Како се врсте категоришу глобално?
Како се врсте категоришу у Србији?
Како се врсте категоришу локално?

Термин „угрожена врста“, који у називу предмета и наслову уџбеника означава све оне врсте чији је опстанак угрожен и којима се може десити да нестану из природе у ближој или даљој будућности, сада ће бити рашчлањен у зависности од степена угрожености конкретне врсте.

2.1. ШТА ЈЕ КАТЕГОРИЗАЦИЈА УГРОЖЕНИХ ВРСТА?

Категорисати врсту значи утврдити степен опасности од њеног нестанка из природе. Категоризацији врста претходи детаљно упознавање њеног ареала, биолошких и еколошких карактеристика (најбоље је ако су познате и генетичке) и фактора који доводе до угрожавања њених јединки. Категоризација се врши на три нивоа: глобалном, националном и локалном. Сваки локалитет има своје специфичности и захтева посебан приступ категоризацији постојећих врста.

2.2. КАКО СЕ ВРСТЕ КАТЕГОРИШУ ГЛОБАЛНО?

За категоризацију врста на глобалном нивоу задужена је Светска унија за заштиту природе (енг. *International Union for Conservation of Nature – IUCN*), кроз рад своје посебне комисије (енг. *IUCN Species Survival Commission - SSC*), која саставља и ажурира Црвену листу угрожених врста (енг. *IUCN Red List of Threatened Species*, <https://www.iucnredlist.org>). Циљ постојања Црвене листе је да пружи информације о резултатима анализе статуса, трендова и претњи по врсте, као основе за планирање адекватних акција за заштиту и очување.



Подсетити се
материје
из предмета
Очување
биодиверзитета

Од свог успостављања 1964. године, листа је претрпела бројне измене и унапређења, пре свега, у поштравању научних захтева за процену статуса врсте и критеријума за праћење промена у њеним популацијама. Као инструмент, који се карактерише сталним унапређењем и флексибилношћу, Црвена листа је постала глобални стандард за процену ризика од нестајања појединачних врста гљива, биљака и животиња.

Постоји формализовани процес за укључивање врста у Црвену листу и координисан је од стране поменуте комисије IUCN-а. Постоје три главна пута којим врста може бити процењена и номинована за укључивање у Црвену листу:

- 1) преко тзв. ауторитета (енг. *Red List Authorities - RLA*), чију улогу имају специјализоване групе научника за појединачне групације врста или партнерске институције (као што је, на пример, BirdLife International за све врсте птица).
- 2) преко IUCN глобалних програма о врстама (енг. *IUCN Global Species Programme*) и партнерских пројеката (енг. *Red List Partner projects*), што укључује глобалне и регионалне процене стања биодиверзитета, на пример, сисара, шума, океана и мора и слично.
- 3) спољни/екстерни пројекти, које реализују засебне институције, организације и појединци, ван IUCN мреже (на пример, националне листе угрожених врста).

Сва три пута прикључења врсте Црвеној листи се заснивају на истом основном процесу за припрему и процену. Процес обухвата следеће:

- прикупљање сирових података од стране „контрибутора“;
- процена статуса врсте од стране „проценитеља“, на основу прикупљених података, дефинисаних категорија Црвене листе и критеријума за процену;
- преглед/рецензија процене од стране бар једног рецензента;
- провера и усвајање процене од стране IUCN комисије;
- објављивање процене и статуса врсте на Црвеној листи.

Процес може варирати у зависности од тога који од три пута се користи, али је основа иста. Процена треба да обухвати и оптимистичну визију заштите конкретне врсте, која представља основу за планирање конкретних акција очувања. Из тог разлога, процена статуса врсте треба да укључи индикаторе за категоризацију успешности очувања. Циљеви IUCN иду у правцу развоја сета мерљивих показатеља за оцену успешности заштите и очувања.

Црвена листа обухвата 9 категорија угрожености врста (Слика 4), које се примењују на глобалном нивоу, а дефинисане су на основу одговарајућих критеријума (PRIMACK *et al.* 2015, Табела 1). Категорије су следеће:

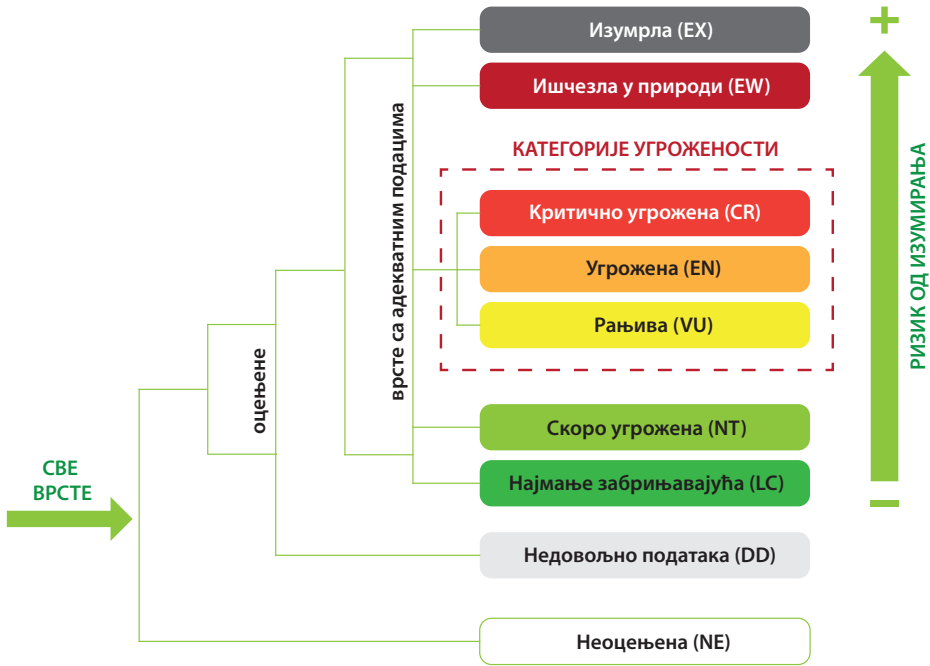
- **Изумрла** (енг. *Extinct* - EX) врста или нижи таксон који више не постоји;
- **Ишчезла у природи** (енг. *Extinct in the Wild* - EW) врста која постоји само у узгоју тј. популацијама које су натурализоване ван природног места распрострањења;
- **Критично угрожена** (енг. *Critically endangered* - CR) врста која има екстремно висок ризик да изумре у дивљини, односно на својим природним стаништима (критеријуми А-Е);
- **Угрожена** (енг. *Endangered* - EN) врста која има веома висок ризик да изумре у дивљини, односно на својим природним стаништима (критеријуми А-Е);
- **Рањива** (енг. *Vulnerable* - VU) врста која има висок ризик да изумре у дивљини, на својим природним стаништима (критеријуми А-Е);
- **Скоро угрожена** (енг. *Near threatened* - NT) врста која је близу да буде категорисана као угрожена, али се тренутно не сматра угроженом;
- **Последња брига** (енг. *Least Concern* - LC) врста која није близу стицања статуса угрожености због њене широке распрострањености;
- **Недовољно података** (енг. *Data Deficient* - DD) врста за коју не постоји довољно података да би се проценио ризик од изумирања;
- **Неоцењена** (енг. *Not Evaluated* - NE) врста која још није оцењена на основу критеријума о угрожености врста.

Табела 1. Критеријуми за утврђивање статуса врсте на Црвеној листи

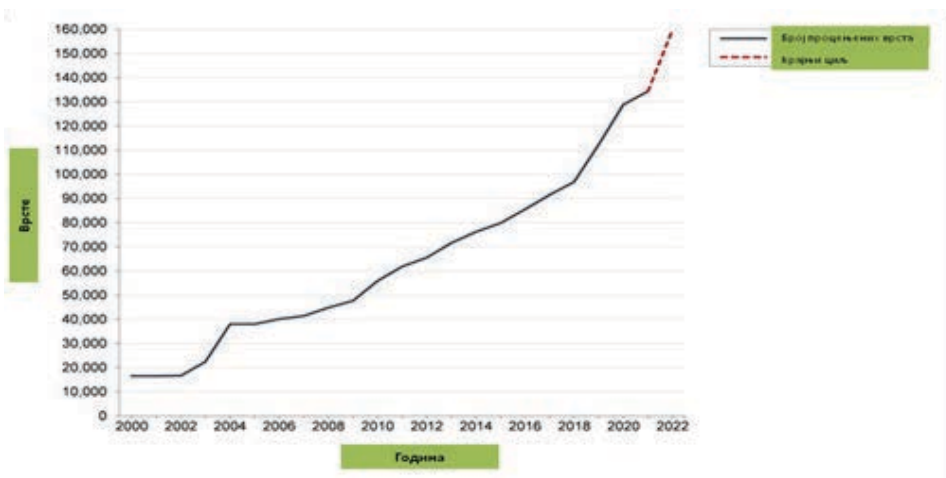
КРИТЕРИЈУМИ ЦРВЕНЕ ЛИСТЕ (А-Е)	ПРИМЕР: КВАНТИФИКАЦИЈА КРИТЕРИЈУМА ЦРВЕНЕ ЛИСТЕ ЗА КАТЕГОРИЈУ "КРИТИЧНО УГРОЖЕНА ВРСТА"
А - Приметно смањење бројности индивидуа	Бројност популације је опала за 80% или више током последњих 10 година или три генерације (узима се оно што подразумева дужи период), опадање утврђено на основу посматрања или процењено посредно преко фактора, као што су ниво експлоатације, угроженост од страних врста или болести, или је присутна деградација и/или губитак станишта
В -Укупна географска област коју врста насељава	Врста има ограничено распорострањење (мање од 100 км ² на једној локацији) и утврђен је или процењен губитак станишта, фрагментација, еколошка неравнотежа или интензивно комерцијално искоришћавање
С - Процењено опадање броја индивидуа	Укупна величина популације је мања од 250 одраслих јединки, које су у односима размножавања и очекује се да ће бројност опадати до 25% или више у периоду од три године или једне генерације
Д - Тренутни број репродуктивно зрихих јединки	Величина популације је мања од 50 одраслих јединки
Е - Вероватноћа да ће врста изумрети након одређеног броја година и генерација	Вероватноћа изумирања већа од 50% у наредних 10 година или три генерације

До треће деценије 21. века, укупно нешто више од 134 400 врста је процењено за потребе објављивања на Црвеној листи. Циљ IUCN-а је процена 160 000 врста, што значи да је потребно проценити још око 25 500 врста, како би стање биодиверзитета на планети било потпуно познато и дало основу за планирање глобалних акција заштите и очувања (Слика 5). Преко 125 900 врста је добро документовано, укључујући екологију, величину популација, угрожавајуће факторе, акције заштите и очувања и коришћење врсте. Такође, преко 107 700 врста има и карту природног распрострањења. Неке таксономске групе су потпуно или скоро потпуно процењене, као што су сисари, птице, водоземци, слатководне крабе, спрудотворни корали, ајкуле и раже, четинари и још неке.

Слика 4. Категорије угрожених врста на глобалном нивоу



Слика 5. Пораст броја процењених врста за Црвену листу и крајњи циљ



Према Црвеној листи, преко 37 400 врста је угрожено до ишчезавања, што је 28% свих процењених врста (критично је угрожено 41% водоземаца, 26% сисара, 34% четиноара, 14% птица, 36% ајкула и ража, 33% коралних спрудова и 28% зглавкара). Преглед стања угрожености врста према Црвеној листи, а на основу сумарне статистике IUCN-а, дат је на интернет страници и у различитим публикацијама. Термин „угрожена врста“, из назива предмета и наслова уџбеника, односи се на три категорије Црвене листе, а то су: **Критично угрожена** (енг. *Critically endangered* - CR), **Угрожена** (енг. *Endangered* - EN) и **Рањива** (енг. *Vulnerable* - VU). Врсте које припадају овим категоријама представљају приоритет у планирању акција заштите и очувања. Све остале категорије врста се укључују у програме заштите и очувања само уколико постоје расположиви људски и финансијски ресурси и уколико је врста од великог значаја за одрживи развој локалне заједнице.

Светски фонд за природу (енг. *World Wildlife Fund* - WWF, <https://www.panda.org>) је организација која се, такође, бави спровођењем акција за заштиту и очување угрожених врста, а за те потребе их и категорише. WWF разликује четири категорије/класе врста:

- **Водеће врсте** (енг. *Flagship species*), које су изабране за улогу „амбасадора“ или симбола одређеног станишта, проблема, кампање или фактора животне средине. Постизањем циљева очувања ових врста, статус многих других врста истог станишта или осетљивих на исти угрожавајући фактор бива унапређен. Водеће врсте су, обично, великих димензија и виђене као „харизматичне“ од стране људске популације. Водеће врсте могу бити кључне/утемељујуће или индикаторске врсте, али и не морају. Типични примери водећих врста су: џиновска панда, бенгалски тигар, азијски и афрички слон, китови, шимпанзе, али и друге „харизматичне“ врсте, у зависности од подручја.
- **Приоритетне врсте** (енг. *Priority species*) су категорија која, пре свега, има сврху у процесу комуницирања важности очувања угрожених врста са широм јавношћу. Приоритетне врсте могу бити водеће или кључне/утемељујуће врсте, које репрезентују један екорегион или регион. Приоритетна врста јасно указује на кључни угрожавајући фактор у региону, тако да ће очување приоритетне врсте значајно допринети ублажавању последица угрожавајућег фактора, генерално. Најчешће су то врсте од великог економског и/или социјалног/културолошког значаја за локалну заједницу. WWF је издвојио 10 кластера/групација приоритетних врста, као што су медведи, велике мачке, морски сисари, слоновии, примати, морске корњаче, носорози, ајкуле и раже, јесетре и лешинари.

- **Кључне/утемељујуће врсте** (енг. *Keystone species*) су оне које имају есенцијалну улогу у структури, функционисању или продуктивности станишта или екосистема, на дефинисаном нивоу (станиште, земљиште, разношење семена и слично). Ишчезавање једне овакве врсте може довести до значајних промена у екосистему, што изазива глобалне последице. Типични примери кључних/утемељујућих врста су слоновии, који одржавају структуру станишта, као и слепи мишеви и инсекти, који су важни вектори за пренос полена. Очувањем ових врста, долази до очувања структуре и функције читавог станишта и/или екосистема.
- **Индикаторске врсте** (енг. *Indicator species*) су оне које јасно указују на стање екосистема или одређеног процеса у оквиру екосистема. Типичан пример су ракови, као индикатори квалитета слатководних екосистема; корали као индикатори процеса замућивања, подизања нивоа мора и температуре морске воде; соколови као индикатор присуства пестицида; боровница као индикатор киселог земљишта; или аутохтоне/домаће врсте биљака као индикатори присуства и утицаја алохтоних/страних/инвазивних врста.

Поред две најпознатије категоризације на глобалном нивоу, постоји и велики број међународних конвенција и директива, које садрже спискове врста, које су заштићене или их треба заштити из разлога обухваћених конвенцијом. Неке од најзначајнијих конвенција су:

- Конвенција о међународној трговини угрожених врста дивље флоре и фауне (енг. *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora – CITES*) (1973);
- Конвенција о заштити европског („дивљег“) живог света и природних станишта (енг. *Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats*) или тзв. Бернска конвенција (1979);
- Директива Европске Уније ЕЦ/92/43 о заштити природних станишта и дивље фауне и флоре (енг. *European Union Directive on the Conservation of Natural Habitats and on Wild Fauna and Flora*)(1992);
- Директива о очувању дивљих птица (79/409/ЕЕЦ)(1979);
- Конвенција о очувању миграторних врста дивљих животиња (енг. *Convention on the Conservation of Migratory species of Wild Animals*) скраћено CMS или Бонска конвенција (1979);
- Конвенција о биолошкој разноврсности (енг. *Convention on Biological Diversity*), скраћено CBD (1992);
- Конвенција о заштити водених станишта (енг. *Convention on Wetlands*)-Рамсарска конвенција (1971).

Према неким научницима (SOBERRON, MEDELLIN 2007), описани глобални системи категоризације врста не морају бити одговарајући за сваку прилику и сваку државу. Свака држава треба да пронађе одговарајући модел категоризације врста, који ће задовољити потребе обухватања биодиверзитета, очувања конкретних врста и функционисања процеса доношења одлука на националном нивоу. Национални протоколи за заштиту и очување угрожених врста могу бити засновани на глобалним категоризацијама, али их не морају пратити у потпуности.

2.3. КАКО СЕ ВРСТЕ КАТЕГОРИШУ У СРБИЈИ?

Република Србија има националне оквири за заштиту ретких и угрожених врста. Сва документа која се односе на очување биодиверзитета, могу се применити и на заштиту угрожених врста. Важно је разликовати две категорије тих докумената, а то су, такозвани: „тврди“ и „меки“ закони (GLUCK 2000). У „тврде“ законе спадају она документа која су обавезујућа за државу и имају дефинисану казнену политику, а то су закони, подзаконска акта и ратификовани (потврђени и прихваћени) међународни договори. У групацију „меких“ закона спадају сви документи који нису обавезујући за државу, немају казнену политику и држава их може спроводити уколико тако одлучи. Различите стратегије, међународни договори, који имају својства препоруке (а не обавезе) спадају у групу „меких“ закона. На пример, у претходном потпоглављу је поменуто да категоризације угрожених врста на глобалном нивоу могу бити основа националних категоризација, али нису обавезујуће. Дакле, Црвена листа је полазна основа за утврђивање категорија врста на територији Републике Србије, али постоје модификације/измене у зависности од националних специфичности и конкретних врста присутних на нашим подручјима (које, на пример, код нас могу бити угрожене, док на глобалном нивоу нису).

Стратешки и законски оквири који су важни са аспекта заштите појединачних угрожених врста су они који омогућавају заштиту станишта врсте и, пре свега, њеног генетичког диверзитета/генетичке варијабилности (која треба да буде адекватно узоркована и процењена).

Национални „тврди“ и „меки“ закони од значаја за заштиту угрожених врста су приказани на временској линији (Табела 2). Овај уџбеник се неће бавити детаљним описом појединачних докумената, јер су они представљени у оквиру предмета Очување биодиверзитета. Акценат ће бити стављен на обавезујуће документе („тврде“ законе) који директно

дефинишу категорије угрожених врста у Србији. То је, пре свега, Правилник о проглашењу и заштити строго заштићених и заштићених врста биљака, животиња и гљива (Службени гласник РС, број: 5/10, 47/11, 32/16, 98/16), као и Црвене књиге различитих групација организама, али и неки кључни закони. На временској линији се може приметити да су скоро сви документи претрпели више измена од 1990. године до данас (2021. година), што указује на неопходност прилагођавања стратешких и законских оквира променама у животној средини и друштву. Генерално, већина измена је у циљу подизања степена заштите угрожених врста.



Подсетити се
материје
из предмета
Очување
биодиверзитета

Табела 2. Временска линија докумената од значаја за заштиту угрожених врста у Србији (обојено – „тврди“ закони; необојено – „меки“ закони)

1990	Одлука о стављању под заштиту биљних врста као природних реткости («Службени гласник РС», број: 11/90)
1991	Одлука о стављању под заштиту биљних врста као природних реткости («Службени гласник РС», број: 49/91)
1991	Закон о шумама («Службени гласник РС», број: 46/91)
1992	Закон о шумама («Службени гласник РС», број: 83/92)
1993	Закон о шумама («Службени гласник РС», број: 54/93, 60/93, 53/93, 67/93)
1993	Закон о националним парковима («Сл. гласник РС», број: 39/93, 44/93)
1993	Уредба о заштити природних реткости («Сл. гласник РС», број: 50/93/93)
1994	Закон о шумама («Службени гласник РС», број: 48/94)
1996	Закон о шумама («Службени гласник РС», број: 54/96)
2004	Закон о заштити животне средине («Службени гласник РС», број: 135/04)
2004	Закон о репродуктивном материјалу шумског дрвећа («Сл. гласник РС», бр 135/04)
2005	Закон о репродуктивном материјалу шумског дрвећа («Сл. гласник РС», бр 8/05)
2005	Уредба о стављању под контролу коришћења и промета дивље флоре и фауне («Службени гласник РС», број: 31/05, 45/05)
2006	Стратегија развоја шумарства Републике Србије («Сл. гласник РС», број 59/06)

2007	<i>Уредба о стављању под контролу коришћења и промета дивље флоре и фауне («Службени гласник РС», број: 22/07)</i>
2008	<i>Уредба о стављању под контролу коришћења и промета дивље флоре и фауне («Службени гласник РС», број: 38/08)</i>
2008	<i>Национална стратегија одрживог развоја («Сл. гласник РС», број: 57/08)</i>
2009	<i>Закон о репродуктивном материјалу шумског дрвећа («Сл. гласник РС», број: 41/09)</i>
2009	<i>Закон о заштити природе («Службени гласник РС», број: 36/09)</i>
2009	<i>Закон о заштити животне средине («Службени гласник РС», број: 36/09, 72/09)</i>
2009	<i>Закон о генетички модификованим организмима («Сл. гласник РС», бр 41/09)</i>
2009	<i>Правилник о прекограничном промету и трговини заштићеним врстама («Службени гласник РС», број: 99/09)</i>
2010	<i>Закон о заштити природе («Службени гласник РС», број: 36/10)</i>
2010	<i>Закон о шумама («Службени гласник РС», број: 30/10)</i>
2010	<i>Закон о дивљачи и ловству («Службени гласник РС», број: 18/10)</i>
2010	<i>Правилник о проглашењу и заштити строго заштићених и заштићених дивљих врста биљака, животиња и гљива («Службени гласник РС», број: 5/10)</i>
2010	<i>Правилник о критеријумима за издвајање типова станишта, о типовима станишта, осетљивим, угроженим, ретким и за заштиту приоритетним типовима станишта и о мерама за њихово очување («Службени гласник РС», број: 35/10)</i>
2010	<i>Уредба о стављању под контролу коришћења и промета дивље флоре и фауне («Службени гласник РС», број: 9/10)</i>
2010	<i>Правилник о условима за оснивање банке гена дивљих биљака, животиња и гљива, начину рада банке гена, начину поступања са биолошким материјалом, садржини захтева и документацији која се подноси уз захтев за издавање дозволе за оснивање банке гена</i>
2010	<i>Уредба о еколошкој мрежи («Службени гласник РС», број: 102/10)</i>
2011	<i>Национална стратегија за апроксимацију у области животне средине за Републику Србију («Службени гласник РС», број: 80/11)</i>
2011	<i>Стратегија биолошке разноврсности Републике Србије за период 2011-2018 («Службени гласник РС», број: 13/11)</i>
2011	<i>Закон о заштити животне средине («Службени гласник РС», број: 43/11)</i>

Категоризација угрожених врста

2011	<i>Правилник о проглашењу и заштити строго заштићених и заштићених дивљих врста биљака, животиња и гљива («Службени гласник РС», број: 47/11)</i>
2011	<i>Уредба о стављању под контролу коришћења и промета дивље флоре и фауне («Службени гласник РС», број: 69/11)</i>
2011	<i>Правилник о националној листи индикатора заштите животне средине («Службени гласник РС», број: 37/11)</i>
2012	<i>Национална стратегија одрживог коришћења природних ресурса и добара («Службени гласник РС», број: 33/12)</i>
2012	<i>Закон о шумама («Службени гласник РС», број: 93/12)</i>
2012	<i>Правилник о проглашавању ловостајем заштићених врста дивљачи («Службени гласник РС», број: 9/12)</i>
2013	<i>Правилник о подстицајима за очување биљних генетичких ресурса («Службени гласник РС», број: 85/13)</i>
2013	<i>Правилник о подстицајима за очување животињских генетичких ресурса («Службени гласник РС», број: 83/13)</i>
2014	<i>Национална стратегија пољопривреде и руралног развоја Републике Србије за период од 2014. до 2024. године («Службени гласник РС», број: 85/14)</i>
2014	<i>Закон о заштити и одрживом коришћењу рибљег фонда («Службени гласник РС», број: 128/14)</i>
2014	<i>Правилник о прекограничном промету и трговини заштићеним врстама («Службени гласник РС», број: 06/14)</i>
2015	<i>Закон о шумама («Службени гласник РС», број: 89/15)</i>
2015	<i>Закон о националним парковима («Службени гласник РС», број: 84/15)</i>
2015	<i>Правилник о критеријумима вредновања и поступку категоризације заштићених подручја («Службени гласник РС», број: 97/15)</i>
2015	<i>Правилник о подстицајима за очување животињских генетичких ресурса («Службени гласник РС», број: 35/15)</i>
2015	<i>Уредба о утврђивању Дугорочног програма мера за спровођење одгајивачког програма у Републици Србији за период 2015-2019. године («Службени гласник РС», број: 76/15)</i>
2015	<i>Наредба о мерама за очување и заштиту рибљег фонда («Службени гласник РС», број: 56/15)</i>
2016	<i>Закон о заштити природе («Службени гласник РС», број: 14/16)</i>
2016	<i>Закон о заштити животне средине («Службени гласник РС», број: 14/16)</i>

ЗАШТИТА УГРОЖЕНИХ ВРСТА

2016	<i>Правилник о проглашењу и заштити строго заштићених и заштићених дивљих врста биљака, животиња и гљива («Службени гласник РС», број: 32/16, 98/16)</i>
2016	<i>Правилник о проглашавању ловостајем заштићених врста дивљачи («Службени гласник РС», број: 75/16)</i>
2016	<i>Правилник о подстицајима за очување животињских генетичких ресурса («Службени гласник РС», број: 28/16)</i>
2017	<i>Правилник о подстицају за очување животињских генетичких ресурса у банци гена («Службени гласник РС», број: 110/17)</i>
2018	<i>Закон о заштити животне средине («Службени гласник РС», број: 76/18, 95/18)</i>
2018	<i>Закон о шумама («Службени гласник РС», број: 95/18)</i>
2018	<i>Закон о заштити природе («Службени гласник РС», број: 95/18)</i>
2018	<i>Закон о националним парковима («Службени гласник РС», број: 95/18)</i>
2018	<i>Закон о дивљачи и ловству («Службени гласник РС», број: 95/18)</i>
2018	<i>Закон о заштити и одрживом коришћењу рибљег фонда («Службени гласник РС», број: 95/18)</i>
2018	<i>Правилник о подстицајима за очување биљних генетичких ресурса («Службени гласник РС», број: 44/18)</i>
2018	<i>Правилник о ближим условима за доделу и коришћење средстава Зеленог фонда Републике Србије («Службени гласник РС», број: 31/18)</i>
2018	<i>Правилник о подстицајима за очување животињских генетичких ресурса («Службени гласник РС», број: 44/18)</i>
2018	<i>Наредба о мерама за очување и заштиту рибљег фонда («Службени гласник РС», број: 94/18)</i>
2019	<i>Стратегија одрживог урбаног развоја Републике Србије («Службени гласник РС», број: 47/19)</i>
2021	<i>Закон о климатским променама («Службени гласник РС», број: 26/21)</i>
2021	<i>Програм заштите животне средине Републике Србије 2021-2023</i>
нацрти	<i>Стратегија заштите природе РС 2019-2025(заменеена Програмом) Национални програм конзервације и усмереног коришћења шумских генетичких ресурса за период 2016-2025. година Закон о управљању биљним генетичким ресурсима за храну и пољопривреду</i>

Закон о заштити природе и Правилник о проглашењу и заштити строго заштићених и заштићених врста биљака, животиња и гљива (у даљем тексту Правилник) категоризују угрожене врсте, према степену заштите, као строго заштићене дивље врсте и заштићене дивље врсте.

Строго заштићена дивља врста у Србији може бити врста која је:

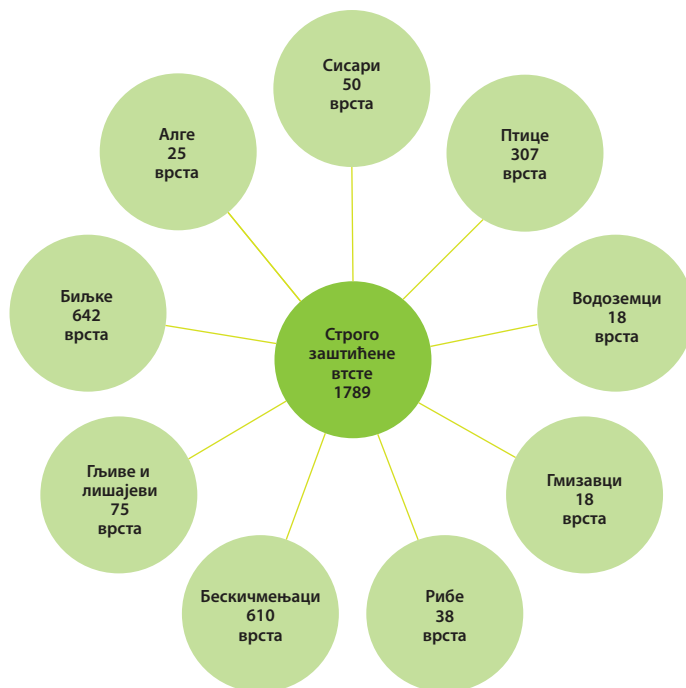
- ишчезла из природе и реинтродукована (враћена уз помоћ човека);
- присутна у природи, али крајње угрожена (веома мали број јединки);
- присутна у природи, али угрожена (редукована бројност);
- реликт (врста из прошлости: период мезозоица, терцијара и слично);
- локални ендемит (врста присутна на ограниченом подручју, региону);
- стеноендемит (врста присутна на једном локалитету – врх, гребен);
- врста чију заштиту дефинише ратификовани међународни уговор;
- врста којој је неопходна строга заштита из посебних разлога.

Правилник садржи **1783 строго заштићене врсте** (Слика 6). Од укупног броја, 1042 врсте су животињске (највећи је број бескичмењака), 642 врсте су биљне (маховине, папратњаче и семењаче), 75 врста су гљиве и лишајеви, а 25 врста су алге. У заштити ове категорије врста нису дозвољене никакве активности, осим истраживачких, образовних, реинтродукције, у циљу заштите јавног здравља и безбедности и у циљу заштите и обнове станишта (и то уз одобрење ресорног министарства).



Истражите листу строго заштићених и заштићених врста у потрази за најзанимљивијим примерима за израду стратегије конзервације, а поступак је описан у Поглављу 5

Слика 6. Бројност строго заштићених дивљих врста, према Правилнику



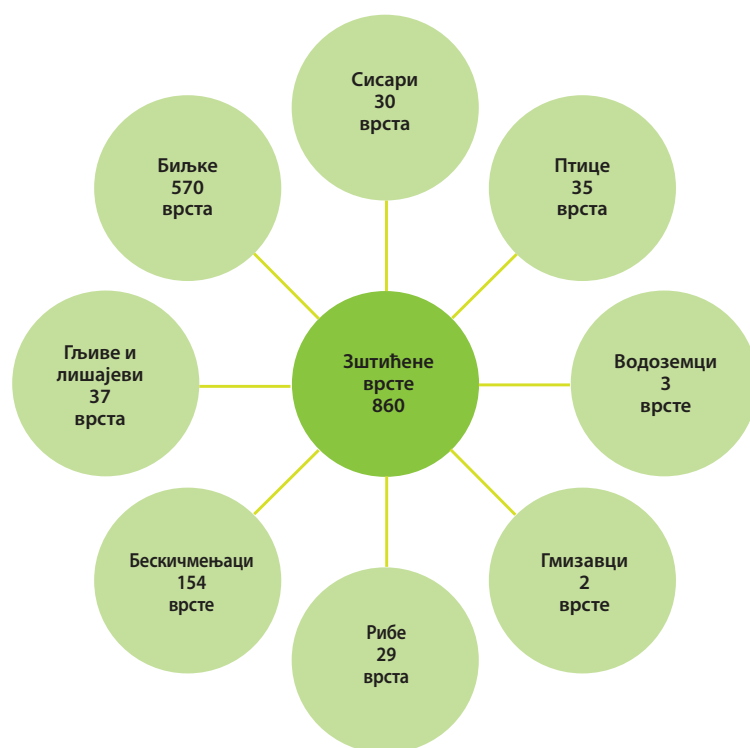
Заштићена врста у Србији може бити врста која је:

- рањива дивља врста (према Црвеној листи);
- ендемит (присутна на ограниченом подручју);
- индикаторска, кључна или водећа врста (према WWF категоризацији);
- реликт (врста из прошлости: период мезозоица, терцијара и слично);
- врста чију заштиту дефинише ратификовани међународни уговор;
- врста која је слична угроженој врсти, па може доћи до грешке;
- врста која има економску вредност и може бити угрожена коришћењем.

Правилник садржи **860 заштићених врста** (Слика 7). Од укупног броја, 253 врсте су животињске (највећи је број бескичмењака), 570 врста су биљне (маховине, папратњаче и семењаче) и 37 врста су гљиве и лишајеви. У заштити ове категорије врста важе и прописи из области ловства и рибарства, за врсте које припадају овим групацијама организама. Код осталих заштићених врста, сакупљање из природе је дозвољено само на основу дозволе ресорног министарства, а на претходно мишљење Завода за заштиту природе Србије.

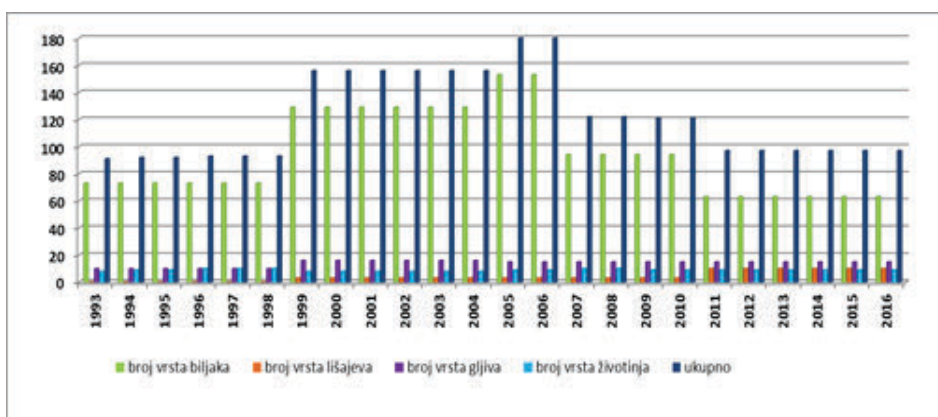
Све активности везане за заштићене врсте се морају одвијати тако да не нарушавају равнотежу њихових популација, а ограничења су дефинисана и Уредбом о стављању под контролу коришћења и промета дивље флоре и фауне (у даљем тексту Уредба), укључујући три прилога који дефинишу списак врста које се могу сакупљати, користити и стављати у промет (уз одговарајућу дозволу), као и дозвољене количине. Укупно 97 врста је обухваћено Уредбом, од тога је 63 врсте биљака, 15 врста гљива, 10 врста лишјајева и 9 врста животиња (2 врсте гмизаваца, 3 врсте водоземаца и 4 врсте бескичмењака).

Слика 7. Бројност заштићених дивљих врста, према Правилнику



Детаљна анализа важеће Уредбе урађена је током израде једне докторске дисертације, која је 2018. године одбрањена на Универзитету Сингидунум (МАНДИЋ 2018). Број врста обухваћених Уредбом се значајно мењао у периоду од 1993. до 2016. године (период обухваћен анализом)(Слика 8). Најмање врста је било обухваћено Уредбом на почетку (91 врста), а нагли скок се десио 2005. и 2006. године (180 врста), вероватно како би било омогућено сакупљање значајно већег броја врста. Након тога, долази до пада и последњих година се број врста обухваћених Уредбом креће око 97 (колико је данас, 2021. године).

Слика 8. Преглед броја дивљих врста обухваћених Уредбом



Од укупно 63 врсте биљака обухваћених Уредбом, идентификовано је 50 биљних врста (Табела 3), које су под највећим притиском од сакупљања из природе, као и најугроженија подручја на којима је неопходно спроводити мониторинг/праћење стања популација врста (нарочито лековитог биља). Неке од идентификованих врста нису обухваћене Уредбом, али су наведене у Табели 3 као потребна допуна Уредбе. Пошто је истраживањем утврђено да се бројне биљне врсте сакупљају (и то у значајним количинама), а да се не налазе у прилозима Уредбе, предложена је допуна списка са још 168 биљних врста (за које је неопходно увести контролу сакупљања и промета, како њихове популације не би биле угрожене или већ јесу).

Табела 3. Биљне врсте под највећим притиском од сакупљања

Биљна врста	Биљна врста	Биљна врста
<i>Juniperus communis</i> L. клека	<i>Alchemilla</i> sp. вирак	<i>Satureja montana</i> L. вријесак
<i>Vaccinium myrtillus</i> L. боровница	<i>Primula veris</i> L. јагорчевина	<i>Epilobium parviflorum</i> Shr. врбовка
<i>Rosa canina</i> L. шипурак	<i>Galium odoratum</i> (L) Scop лазаркиња	<i>Sambucus nigra</i> L. зова
<i>Allium ursinum</i> L. сремуш	<i>Primula vulgaris</i> Hudson јагорчевина	<i>Rubus fruticosus</i> L. дивља купина
<i>Fragaria vesca</i> L. шумска јагода	<i>Teucrium chamedrys</i> L. подубица	<i>Hedera helix</i> L. бршљан
<i>Symphytum officinale</i> L. црни гавез	<i>Inula helenium</i> L. оман	<i>Urtica dioica</i> L. коприва
<i>Hypericum perforatum</i> L. кантарион	<i>Carlina acaulis</i> L. вилино сито	<i>Melilotus officinalis</i> (L) Pal. кокотац
<i>Thymus serpyllum</i> L. мајчина душица	<i>Veronica officinalis</i> L. разгон	<i>Viscum album</i> L. имела
<i>Althaea officinalis</i> L. бели слез	<i>Arctium lappa</i> L. чичак	<i>Rubus idaeus</i> L. дивља малина
<i>Petasites hybridus</i> лопух	<i>Marrubium vulgare</i> L. бели трљан	<i>Ononis spinosa</i> L. зецју трн
<i>Achillea millefolium</i> L. хајдучица	<i>Epilobium montanum</i> свиловина	<i>Melissa officinalis</i> L. матичњак
<i>Crataegus monogyna</i> Jack бели глог	<i>Ruscus aculeatus</i> L. веприна	<i>Tusilago farfara</i> L. подбел
<i>Betula pendula</i> Roth бреза	<i>Cornus mas</i> L. дрен	<i>Plantago lanceolata</i> L. мушка боквица
<i>Centaureum umbelatum</i> Glib кочица	<i>Tilia tomentosa</i> Moench бела луна	<i>Taraxacum officinalis</i> Weber-маслачак
<i>Satureja kitaibelii</i> Wierzb ртањски чај	<i>Geranium robertianum</i> L. жива трава	<i>Polygonum aviculare</i> L. троскот
<i>Tilia cordata</i> Miller ситнолисна луна	<i>Origanum vulgare</i> L. оригано	<i>Artemisia absinthium</i> L. пелен
<i>Crataegus oxycantha</i> L. црвени глог	<i>Teucrium montanum</i> L. трава ива	<i>Rubus fruticosus</i> L. дивља купина

Истраживање је обухватило анализу таксона јестивих гљива (нарочито 6 врста тартуфа), утврђено је које су под највећим притиском и предложено проширење списка са још 10 таксона, које треба ставити под контролу сакупљања и промета (Табела 4).

Табела 4. Таксони гљива оптерећени сакупљање са предлогом за допуну списка

Најоптерећенији таксони гљива	Предлог таксона за допуну списка
<i>Boletus edulis</i> -летњи вргањ	Смрчци <i>M. elata</i> = <i>M. importuna</i> , <i>M. esculenta</i> , <i>M. vulgaris</i> , <i>M. steppicola</i> , <i>M. deliciosa</i> , <i>M. eximia</i> , <i>M. pulchella</i> и <i>M. semilibera</i>
<i>Cantharellus cibarius</i> -лисичарка	
<i>Craterellus cornucopioides</i> -мрка труба	
<i>Lactarius deliciosus</i> -рујница	
<i>Marasmius oreades</i> -сунача	Благава
<i>Tuber magnatum</i> -бели тартуф	<i>Amanita cesarean</i>
<i>Tuber aestivum</i> -црни летњи тартуф	Тартуф
<i>Tuber macrosporum</i> -црни зимски тартуф	<i>Tuber brumale</i>

Анализа животињских врста показала је које су врсте најугроженије услед сакупљања и које треба уклонити са списка (Табела 5). На пример, моруна је 2007. године уклоњена са списка Уредбе и строго заштићена, према захтевима међународних конвенција (CITES, Бонска конвенција, Директива о очувању природних станишта дивљих биљних и животињских врста). Ово је један од примера који показује одабир адекватних оквира категоризације врсте, у зависности од њених потреба, распрострањења и стања њених популација. У случају моруне, оправданији су међународни критеријуми категоризације.

Табела 5. Животињске врсте обухваћене Уредбом и предлог за унапређење стања

Животињске врсте на списку	Предлог за унапређење стања
<i>Vipera ammodytes</i> L. попск	Уклонити са списка и заштити као природну реткост
<i>Hirudo medicinalis</i> Carena медицинска пијавица	Уколинити са списка, јер се меша са јужномедицинском пијавицом (<i>Hirudo verbena</i>)
<i>Helix pomatia</i> L. виноградарски пуж	Најоптерећенија врста, увести мониторинг, посебно у време репродукције
<i>Helix lucorum</i> L. шумски пуж	Смањити контингенте за сакупљање
<i>Helix aspersa</i> Muller/ <i>Cornu aspersum</i> баштенски пуж	Уклонити са списка и категоризовати као строго заштићену врсту
<i>Testudo hermanni</i> Gmelin шумска корњача	Уклонити са списка до утврђивања стварног стања
<i>Pelophylax ridibundus</i> велика зелена жаба	Све три врсте жаба уклонити са списка до успостављања равнотеже популација
<i>Pelophylax lessonae</i> Camerano мала зелена жаба	
<i>Pelophylax kl. esculenta</i> зелена жаба	

У оквиру предмета *Заштита угрожених врста*, врсте које су под притиском од сакупљања, коришћења и стављања у промет су описане са аспекта категоризације врста на основу њихове економске/комерцијалне вредности (која је описана у Поглављу 1, као једна од карактеристика угрожених врста). Аспекти валоризације/стварања економске вредности врста за потребе унапређења квалитета живота локалне заједнице се обрађују у оквиру предмета *Очување биолошких ресурса*, који се изучава одмах након овог предмета, на трећој години студијског програма Животна средина и одрживи развој Универзитета Сингидунум.



Наставак приче о одрживом коришћењу дивљих врста следи у оквиру предмета *Очување биолошких ресурса*

Категоризација угрожених врста на националном нивоу спроводи се и кроз Црвене књиге, које се израђују на основу глобалних црвених листа, пре свега, IUCN Црвене листе. Црвене књиге су нека врста националног каталога несталих врста или врста у нестајању, који се израђују у циљу што бољег сагледавања тренутног стања популација врсте, угрожавајућих фактора и стварања основе за планирање мера заштите и очувања. У Србији је, до 2021. године, израђено и објављено 6 црвених књига и две прелиминарне црвене листе.



Црвене књиге врста риба и сисара нису израђене, али постоји Прелиминарна црвена листа кичмењака (1991), која обухвата, поред осталих врста и 72 врсте сисара, 29 врста риба и једну врсту колоуста.

Црвена књига флоре Србије I (СТЕВАНОВИЋ 1999) обухвата биљне врсте, које су ишчезле или крајње угрожене, што представља око 5% целокупне флоре Србије (171 биљна врста). Од врста које су описане у првој црвеној књизи, четири ендемита су ишчезла са планете, 46 врста је ишчезло из природе Србије, а 121 врста је крајње угрожена и постоји опасност да ишчезне у блиској будућности.



Црвена књига дневних лептира Србије (ЈАКШИЋ 2003) описује 57 врста лептира, што представља 34% фауне лептира у Србији. Од врста описаних у овој црвеној књизи, 11 врста је угрожено, а једна је ишчезла (*Leptidea morsei*).

Црвена књига фауне Србије I водоземаца (КАЛЕЗИЋ *et al.* 2015) обухвата 10 врста репатих (5) и безрепих водоземаца (5), где спадају једна врста даждевњака, четири врсте мрмољака и 5 врста жаба.



Црвена књига фауне Србије II гмизаваца (ТОМОВИЋ *et al.* 2015) обухвата три врсте корњача, седам врста гуштера и шест врста змија.

Црвена књига фауне Србије IV – Правокрилци (ПАВИЋЕВИЋ *et al.* 2018) обухвата 45 врста правокрилаца у фауни Србије, међу којима су и једна регионално изумрла врста *Bradyporus (Callimenus) macrogaster longicollis*, четири критично угрожене (као што је Панчићев скакавац), три угрожене и 27 рањивих врста, и 10 врста које имају статус скоро угрожених врста.





Црвена књига фауне Србије III – Птице (РАДИШИЋ *et al.* 2018) израђена је на основу 312.000 налаза, који су омогућили идентификацију 352 врсте птица у Србији до 2016. године, процену ризика од ишчезавања гнездећих популација 255 врста и негнездећих популација свих врста. Више од половине анализираних врста (56%) спада у категорију „најмања брига“ (LC). Укупно 14 врста гнездарица више није присутно у Србији. Укупно 49 врста имају угрожену негнездећу популацију - четири критично угрожене, 14 угрожених, 17 рањивих и 14 скоро угрожених.



Врсте које су обухваћене законским оквирима ловства и рибарства заштићене су од прекомерне експлоатације (претераног изловљавања) применом Закона о дивљачи и ловству и Закона о заштити и одрживом коришћењу рибљег фонда. По овом основу, врсте могу бити категоризоване као трајно заштићене (Табела 6) и заштићене ловостајем.

Табела 6. Врсте дивљачи и риба које су трајно заштићене (нема лова и риболова)

Трајно заштићене врсте дивљачи (17)	Трајно заштићене врсте риба (30)
мрки медвед (<i>Ursus arctos</i>)	моруна (<i>Huso huso</i>)
рис (<i>Lynx lynx</i>)	сим (<i>Acipenser nudiiventris</i>)
видра (<i>Lutra lutra</i>)	паструга (<i>Acipenser stellatus</i>)
хермелин (<i>Mustela erminea</i>)	атлантска јесетра (<i>Acipenser sturio</i>)
степски твор (<i>Mustela eversmanii</i>)	дунавска јесетра (<i>Acipenser gueldenstaedti</i>)
дабар (<i>Castor fiber</i>)	европска јегуља (<i>Anguilla Anguilla</i>)
шарени твор (<i>Vormela peregusna</i>)	главатица (<i>Salmo marmoratus</i>)
јаребица камењарка (<i>Alectoris graeca</i>)	дунавска харинга (<i>Alosa caspia</i>)
лештарка (<i>Bonasa bonasia</i>)	црноморска харинга (<i>Alosa immaculate</i>)
велики тетреб (<i>Tetrao urogallus</i>)	црнка (<i>Umbra krameri</i>)
дивља патка шиљкан (<i>Anas acuta</i>)	светлица (<i>Telestes souffia</i>)
дивља патка кашикара (<i>Anas clypeata</i>)	дримски шарадан (<i>Pachychilon pictum</i>)
дивља патка чегртуша (<i>Anas strepera</i>)	лињак (<i>Tinca tinca</i>)
дивља гуска (<i>Anser anser</i>)	златни караш (<i>Carassius carassius</i>)
мала лисаста гуска (<i>Anser erythropus</i>)	чиков (<i>Misgurnus fossilis</i>)
ћубаста дивља патка (<i>Aythya fuligula</i>)	све врсте рода <i>Eudontomyzon</i> spp.
барска шљука (<i>Gallinago gallinago</i>)	све врсте рода <i>Lampetra</i> spp. и друге

Поједине врсте су у неким деловима Србије трајно заштићене, док су у осталим подручјима заштићене ловостајем. На пример, дивља мачка (*Felis silvestris*), куна белица (*Martes foina*) и јазавац (*Meles meles*) су врсте које су заштићене ловостајем у Србији, али у појединим деловима Војводине се категоришу као строго заштићене дивље врсте (према Правилнику). Такође, вук (*Canis lupus*) је врста заштићена ловостајем, када су у питању вучица и штене (мужјаци се лове током целе године), али у појединим деловима Војводине се категорише као строго заштићена дивља врста (према Правилнику).

Ван периода ловостаја постоје ситуације у којима је забрањен лов, као што су елементарне непогоде (поплава, пожар, велике количине снега и слично). Такође, неке врсте птица (велики корморан-*Phalacrocorax carbo*, јастреб кокошар-*Accipter gentilis* и сива чапља-*Ardea cinerea*) се смеју ловити само у случају спречавања штета у ловиштима и рибњацима и то у складу са планским документима. Са друге стране, током периода ловостаја дозвољен је лов на јединке које није могуће ухватити на други начин за потребе лечења или спречавања штета (у случају да је јединка преносилац болести или изазива штете, а није је могуће зауставити, на пример, адекватном замком или омамљивањем).

Поред трајно заштићених врста риба, забрањен је риболов за још 15 врста у дефинисаном периоду, који зависи од карактеристика врсте. На пример, младица (*Hucho hucho*) се не лови од почетка марта до краја августа; рекреативни риболов је забрањен у вечерњим и ноћним сатима; 24 врсте риба се не лове док не достигну одговарајуће димензије (младица најмање 100 цм, поточна пастрмка најмање 25 цм, липљен и шаран најмање 30 цм, штука најмање 40 цм и слично). Постоје ограничења и у дозвољеној количини и броју јединки за улов на дневном нивоу (генерално је до 5 кг дневно, али код неких врста је дефинисан број јединки – једна до 10 дневно у зависности од врсте).

Категоризација врста шумског дрвећа и жбуња Србије извршена је применом комбинације глобалних IUCN категорија Црвене листе и националних дефиниција врста у Закону о заштити природе, у складу са националним приоритетима у газдовању шумама (БАНКОВИЋ *et al.* 2009)(Табела 7).

Према овој категоризацији, у шумама Србије присутно је 38 врста дрвећа и жбуња из категорија: *реликтних* (врста из прошлости), *ендемичних* (врста присутна на ограниченом подручју), *ретких* (врста која се спорадично појављује), *угрожених* (врста са високом вероватноћом ишчезавања у блиској будућности) и *под ризиком* (постоји опасност од нарушавања бројности, али не и од ишчезавања у блиској будућности), као и комбинације двеју категорија.

Овим врстама се посвећује посебна пажња приликом газдовања шумама и мере за очување бројности и варијабилности њихових популација су укључене у планска документа у шумарству. Неопходно је и њихово доследно спровођење у пракси.

Табела 7. Категоризација врста шумског дрвећа и жбуња у Србији

№	ВРСТА ДРВЕЋА И ЖБУЊА	КАТЕГОРИЈА
1.	Црна јова - <i>Alnus glutinosa</i>	ретка/угрожена
2.	Бела топола - <i>Populus alba</i>	ретка/угрожена
3.	Сива топола - <i>Populus canescens</i>	ретка
4.	Домаћи орах - <i>Juglans regia</i>	ретка/угрожена
5.	Дивља трешња - <i>Prunus avium</i>	под ризиком
6.	Дивља крушка - <i>Pyrus pyraeaster</i>	под ризиком
7.	Дивља јабука - <i>Malus sylvestris, Pyrus malus</i>	ретка/угрожена
8.	Шљива - <i>Prunus pseudoarmeniaca</i>	ретка/угрожена
9.	Брекиња - <i>Sorbus torminalis</i>	под ризиком
10.	Јаребика - <i>Sorbus aucuparia</i>	ретка
11.	Мукиња - <i>Sorbus aria</i>	под ризиком
12.	Јасика - <i>Populus tremula</i>	под ризиком
13.	Бреза - <i>Betula pendula</i>	ретка/угрожена
14.	Мечја леска - <i>Corylus colurna</i>	терцијарни реликт
15.	Бели јасен - <i>Fraxinus excelsior</i>	ретка/угрожена
16.	Медунац - <i>Quercus pubescens</i>	ретка/угрожена
17.	Крупнолисни медунац - <i>Quercus virgiliana</i>	ретка/угрожена
18.	Маклен - <i>Acer monspessulanum</i>	ретка
19.	Јавор глухаћ - <i>Acer optusatum</i>	субендемит
20.	Панчићев маклен - <i>Acer intermedium</i>	ендемит
21.	Млеч - <i>Acer platanoides</i>	ретка/угрожена
22.	Планински јавор - <i>Acer heldreichii</i>	ендемит
23.	Оморика - <i>Picea omorika</i>	реликт, ендемит
24.	Молика - <i>Pinus peuce</i>	ендемит
25.	Муника - <i>Pinus heldreichii</i>	ендемит
26.	Кривуљ - <i>Pinus mugo</i>	под ризиком
27.	Тиса - <i>Taxus baccata</i>	терцијарни реликт
28.	Пољски брест - <i>Ulmus minor</i>	ретка/угрожена
29.	Планински брест - <i>Ulmus montana</i>	ретка
30.	Вез - <i>Ulmus effusa</i>	ретка/угрожена
31.	Копривић - <i>Celtis australis</i>	ендемит
32.	Дафне (ловорасти ликоввац) - <i>Daphne laureola</i>	реликт
33.	Зеленика - <i>Ilex aquifolium</i>	реликт
34.	Црни граб - <i>Ostrya carpinifolia</i>	реликт
35.	Ловорвишња - <i>Prunus laurocerasus</i>	реликт
36.	Клокочика - <i>Staphylea pinnata</i>	реликт
37.	Кавкаска липа - <i>Tilia caucasica</i>	реликт
38.	Платан - <i>Platanus orientalis</i>	ретка

2.4. КАКО СЕ ВРСТЕ КАТЕГОРИШУ ЛОКАЛНО?

Описани глобални и национални системи категоризације врста не морају бити одговарајући за сваки локалитет. На појединим локалитетима су присутне врсте које је потребно заштити, најчешће, због утицаја неког локалног негативног фактора, па и уколико нису категоризоване као угрожене на глобалном и националном нивоу, на локалу се категоризују као такве. Такође, поједине глобално и национално угрожене врсте су у добром стању (или чак прекобројне) на појединим локалитетима, па се степен заштите може редукovati.

Категоризација врста на локалном нивоу није прописана законском регулативом, али постоје препоручени методолошки оквири и/или смернице у оквиру научних публикација у области конзервационе биологије (биолошке дисциплине која проучава узроке и процесе који доводе до губитка биодиверзитета и принципе, механизме и методе за заштиту и очување). Приступ категоризацији врста на одабраном локалитету обухвата све нивое очувања, од станишта, преко екосистема, до појединачне врсте и њене генетичке варијабилности.



Подсетити се
материје
из предмета
Очување
биодиверзитета

Модел категоризације врста на локалном нивоу, углавном, представља комбинацију глобалних и националних категоризација, модификовану у складу са локалним потребама. Најчешће то буде комбиновање категорија IUCN Црвене листе и Правилника, али се узимају у обзир и категорије врста према Уредби и законским оквирима у шумарству, ловству и рибарству, уколико постоје такви угрожавајући фактори на конкретном локалитету (пре свега, претерана експлоатација и илегалне активности). Локална категоризација врста примењује се, пре свега, у циљу очувања генетичке разноврсности, чиме се постиже и унапређење бројности и стабилности популација.

Локалитети на којима се обавља категоризација врста су од посебног значаја, било да су већ под одређеним режимом заштите у оквиру заштићеног природног добра или се њихова заштита тек разматра (али резултати прелиминарних истраживања показују висок степен разноврсности или угрожености диверзитета). Локални приступ категоризацији врста је увек пожељан, међутим, услед недовољних људских, техничко-технолошких и финансијских капацитета, врши се идентификација оних локалитета који су приоритетни за укључивање у програме заштите и очувања.

Одређивање приоритетног локалитета

Приоритети се одређују на основу прелиминарних информација и резултата истраживања везано за следеће ставке:

- (не)постојећи режим заштите подручја (према Закону о заштити природе): предност се даје локалитетима који су већ препознати са аспекта заштите природе;
- директни индикатори стања биодиверзитета на локалитету (број различитих врста и степен генетичке варијабилности – уколико је познат);
- присуство глобално препознатих и категоризованих угрожених врста (према IUCN Црвеној листи и другим категоризацијама);
- присуство национално препознатих и категоризованих угрожених врста (према Правилнику и другим категоризацијама);
- присуство угрожавајућих фактора/фактора ризика, који већ доводе или у блиској будућности могу довести до значајног опадања бројности врста и генетичке варијабилности њихових популација;
- присуство врста са особиним економске/комерцијалне вредности, које су под притиском од стране локалне заједнице (према Уредби);
- значај екосистема за одрживи социо-економски развој локалне заједнице.

На самом почетку процеса, неопходно је опсежно литературно истраживање и преглед доступне документације (тзв. *desk research*), која обухвата акта и студије о проглашењу заштићеног подручја, планове управљања, основе за газдовање шумама, ловне основе и друга документа која пружају увид у стање биодиверзитета одређеног локалитета. Није редак случај (чак је и врло чест) да се приоритетни локалитет одреди на захтев управљача заштићеног природног добра или другог подручја, који је у свакодневном газдовању приметио промене у популацијама појединих врста. Прегледом постојеће литературе и документације (како званично објављене, тако и тзв. „сиве литературе“, која означава интерно доступне/непубликоване извештаје претходних пројеката, истраживања, анализа и слично) утврђује се и прелиминарна листа/бројност врста присутних на локалитету; присуство глобално или национално категоризованих угрожених врста; постојање угрожавајућих фактора и последице њиховог деловања; значај екосистема за локалну заједницу, начини коришћења и опасности од прекомерне експлоатације.

Потребно је нагласити да се локалитети са приоритетном функцијом заштите и очувања угрожених врста не морају обавезно поклапати са распрострањањем глобалних **IUCN категорија заштићених подручја**. IUCN је класификовала заштићена подручја у 7 категорија, од којих две одговарају подручјима под строгом заштитом, док 5 категорија обухвата подручја у којима је контролисано коришћење ресурса дозвољено, уз адекватно управљање биолошким диверзитетом. Један од разлога непоклапања јесте и варијабилност у националним системима класификације, као што је она коју дефинише Закон о заштити природе. У заштићеним подручјима Србије могу се издвојити зоне у којима се спроводе различити режими заштите: **Ia степен** - строга заштита; **Ib степен** - строга заштита уз могућност управљања популацијама; **II степен** - активна заштита; и **III степен** - активна заштита и могућност одрживог коришћења.

Сходно томе, постоје значајне разлике између међународне IUCN класификације и националне класификације заштићених природних добара. Поред разлика у броју степени заштите (IUCN класификација обухвата 6 степени заштите, док национална подразумева три степена), основне неподударности су у критеријумима за класификацију заштићених природних добара. Основна разлика је у томе што се дефиниција заштите код нас превасходно заснива на темељним природним вредностима, а у IUCN упутствима на начину управљања природним вредностима. Међутим, може се направити компарација међународних и националних категорија (STANIŠIĆ *et al.* 2006)(Табела 8):

Табела 8. Поређење глобалне и националне категоризације заштићених подручја

IUCN категорије		Националне категорије
Ia	Строги резерват природе	I степен заштите – строга заштита
Ib	Строги резерват природе	
II	Национални парк	II степен заштите – активна заштита
III	Национални споменик	
IV	Заштићено станиште	
V	Заштићени предео	III степен заштите – активна заштита и могућност одрживог коришћења
VI	Газдовање природним ресурсима	

Овакво поређење значајно олакшава разумевање глобалних и националних категорија заштите природе и усклађивања прописа и захтева одређеног локалитета.

Када је завршен опсежни преглед литературе и прикупљене све прелиминарне информације које указују на значај локалитета и приоритет утврђивања категорије врста које га насељавају, почиње фаза теренских истраживања (тзв. *field research*).

Рекогносцирање терена

Истраживања на терену започињу рекогносцирањем/системским прегледом локалитета и евидентирањем укупног броја присутних врста посматране групације организама. У зависности од величине подручја које се проучава, могуће га је поделити на мање целине (секторе, одељења, одсеке), унутар којих се врши евидентирање присутних врста (зависно од групације организама која је предмет категоризације: дрвеће, жбуње, приземна флора, лековито биље, гљиве, ловна дивљач, сви сисари, гмизавци, водоземци, инсекти итд.). Евиденција се врши помоћу унапред припремљених евиденционих образаца, а Табела 9 приказује пример попуњеног евиденционог обрасца за евидентирање дрвенастих и жбунастих врста на једном локалитету. Веома је важно да особа/истраживач/управљач која попуњава евиденциони образац поседује адекватна знања и искуства за препознавање/детерминацију врста.

Евиденциони образац садржи и информације о еколошким карактеристима станишта (надморска висина, нагиб, земљиште, тип заједнице), као и запажања са терена, у оквиру којих се наводе све чињенице које могу бити од користи за дефинисање категорија врста, али и планирање мера заштите и очувања. Запажања треба да обухвате, пре свега, постојање могућности природне обнове/регенерације врста (јер то представља први избор када су у питању методе очувања), као и кључна оштећења/болести/ризике, који угрожавају врсте. Током рекогносцирања терена, прикупљају се и генерални подаци о факторима животне средине, који угрожавају врсте. Квалитетно попуњени евиденциони обрасци представљају основу за избор врста које ће бити укључене у следећу фазу категоризације, као приоритетне врсте за очување генетичког диверзитета.



Погледати
Поглавље 1.3

Табела 9. Пример попуњеног обрасца за евидентирање дрвенастих и жбунастих врста
Специјални резерват природе „Гоч-Гвоздац” – Локалитет „Савин лаз” (одељење 28е)

ОПШТИ ПОДАЦИ	
Одељење	28
Одсек	е
Површина	3,64 ha
Надморска висина	1350-1430 m
Експозиција	Северна-северозападна
Нагиб	11-15°
Земљиште	Црнице (рендзине) и кисело смеђе земљиште
Тип шуме	Тип шуме субалпијске букве (<i>Fagetum moesiacaе subalpinum typicum</i>)
Главне врсте дрвећа према Основи	Буква, планински јавор, смрча
ПОДАЦИ ПРИКУПЉЕНИ НА ТЕРЕНУ	
Спрат дрвећа	
1.	<i>Acer heldreichii</i>
2.	<i>Acer platanoides</i>
3.	<i>Betula pendula</i>
4.	<i>Fagus sylvatica</i>
5.	<i>Picea abies</i>
6.	<i>Picea omorika</i>
Спрат жбуња	
7.	<i>Acer heldreichii</i>
8.	<i>Fagus sylvatica</i>
9.	<i>Crataegus monogyna</i>
10.	<i>Populus tremula</i>
11.	<i>Salix caprea</i>
12.	<i>Rubus hirtus</i>
Спрат приземне флоре	
15.	<i>Abies alba</i>
16.	<i>Picea abies</i>
17.	<i>Rubus hirtus</i>
Запажања са терена: Смрча је страдала од снега. Оморика је стабилмично сађена.	

Дефинисање степена угрожености врсте – локална категоризација

Степен угрожености врста на истраживаном локалитету даље се процењује на основу следећих критеријума:

1. глобалне категорије врсте (IUCN Црвена листа);
2. националне категорије врсте (Правилник);
3. бројности популација врсте и трендова промене бројности;
4. присуства оштећења и болести на индивидуама;
5. степена успешности природног подмлађивања врсте;
6. економске/комерцијалне вредности врсте и последичне угрожености;
7. генетичке варијабилности врсте (уколико је позната).

Први корак је евидентирање врста које припадају категоријама критично угрожених, угрожених и рањивих (али и скоро угрожених и оних са недовољно података), према IUCN Црвеној листи. Уколико је присутна и нека врста која је категоризована према другим глобалним категоризацијама, узима се у обзир као приоритетна.

Када се оформи списак глобално категоризованих врста, које су присутне на локалитету, евидентирају се строго заштићене и заштићене врсте, према националном Правилнику. Такође, у списак се увршћују и врсте које су трајно заштићене према законским оквирима шумарства, ловства и рибарства.

За све врсте са формираног списка, утврђује се бројност популација. Бројност се утврђује евидентирањем сваке појединачне јединке или бројањем јединки унутар примерне површине (за шумско дрвеће је то круг пречника 10 метара од једног централног стабла, које се трајно обележава). Свака евидентирана јединка на терену се означи појединачним бројем или ознаком за групу јединки (уколико су у питању биљке) (Слика 9). Тренутну бројност врсте потребно је упоредити са њеном бројношћу у прошлости. Посебну пажњу треба обратити на оне врсте чија се бројност редукује током времена (НОНИЋ, ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ 2021).

Слика 9. Обележена појединачна стабла и група стабала



Свакој обележеној јединки биљне врсте се одређује ГПС координата за потребе мапирања, а утврђени распоред јединки касније представља основу за дефинисање подручја заштите и очувања врста, уз мере праћења успешности.

Свим обележеним јединкама одређују се основне карактеристике (висина, пречник, старост, здравствено стање, присуство подмлатка), евидентира се, евентуално, присуство оштећења, болести, неправилног раста, као и притисак од стране локалне заједнице, а врши се и узорковање за даље анализе (на пример, процену старости јединки).

Уколико постоје литературни подаци о генетичкој варијабилности врсте на конкретном локалитету, онда се и они узимају у обзир приликом категоризације врста. Међутим, редак је случај да такви подаци већ постоје, а да претходно већ није вршена категоризација врста. Најчешће се генетичка варијабилност врсте истражује тек након њеног категоризовања као угрожене врсте, у циљу дефинисања конзервационог статуса за потребе израде програма очувања.

Обједињавањем свих релевантних критеријума, формира се списак са категоријама врста за конкретни локалитет (Табела 10).

Табела 10. Пример локалне категоризације врста - Специјални резерват природе „Гоч-Гвоздац“

ВРСТА	НАЦИОНАЛНА КАТЕГОРИЈА	ЗАСТУПЉЕНОСТ НА ЛОКАЛИТЕТУ	ПРИРОДНО ПОДМЛАЂИВАЊЕ
<i>Acer heldreichii</i>	ендемит	„Савин лаз“ - одељења 26а; 28а; 28е	Постоји природни подмладак у спрату жбуња и приземне флоре; неопходно је отворити склоп.
<i>Acer platanoide</i>	ретка/угрожена	„Савин лаз“ - одељење 28е	Неколико појединачних стабала, није уочено подмлађивање.
<i>Betula pendula</i>	ретка/угрожена	„Савин лаз“ - одељење 28е; „Крчаник“ - одељење 88b	Појединачна стабла у 28е, уочена у спрату жбуња у 88b.
<i>Picea omorika</i>	реликт, ендемит	„Савин лаз“ - одељење 28е	Стаблимично је сађена. Пронађено је једно одрасло изваљено стабло. Није уочен подмладак.
<i>Populus tremula</i>	под ризиком	„Савин лаз“ - одељење 28е	Евидентирана је у спрату жбуња.
<i>Sorbus aucuparia</i>	ретка	„Крчаник“ - одељење 88b	Заступљена је у спрату дрвећа (једно млађе стабло) и спрату жбуња.
<i>Sorbus torminalis</i>	под ризиком	Локалитет „Крчаник“ - одељење 88b	Заступљена је у спрату жбуња.
<i>Pinus nigra</i>	/	Локалитет „Крчаник“ - одељење 88b	Евидентирано је природно подмлађивање у спрату жбуња и приземне флоре

Са формираног списка категоризованих угрожених врста, издвајају се оне у чијим популацијама је забележено опадање бројности индивидуа, одсуство природног подмлађивања, присуство штеточина, болести и/или великих антропогених притисака, али још увек постоје потенцијали да врста буде очувана уз асистенцију човека (НОНИЋ, ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ 2021). Такође, издвајају се и врсте за које је, прелиминарно, познато да се одликују високим степеном унутарврсне варијабилности или присуством посебних варијетета и ретких индивидуа на конкретном локалитету. Из примера, приказаног у Табели 9, може се издвојити црни бор (*Pinus nigra*) (Слика 10), јер је познато на се на истраживаном локалитету појављује посебан варијетет *Pinus nigra* var. *gočensis*, за чију идентификацију су потребна детаљнија лабораторијска истраживања.



Слика 10. Стабло црног бора процењене старости 316 година

Остале врсте, иако припадају категоријама угрожених врста, не треба обухватити даљим поступком процене конзервационог статуса, јер су у питању појединачне индивидуе, без потенцијала за обнову популација и успостављање равнотеже. Ово је уједно и интересантан пример да приоритетна врста конкретног локалитета постаје врста која уопште није категоризована као угрожена, али поседује специфичност која заслужује даља улагања (за разлику од присутних категоризованих угрожених врста). При одабиру врста за даља истраживања, један од ограничавајућих фактора јесу ресурси, па је неопходна рационализација у коришћењу капацитета и финансијских средстава. Наравно, уколико су на локалитету присутне категоризоване угрожене врсте код којих постоје потенцијали за очување и обнову функционалних популација, оне се узимају као приоритет за даље анализе.

Врсте које добију статус приоритетних врста одређеног локалитета даље се укључују у програме процене унутарврсне варијабилности у циљу дефинисања конзервационог статуса врсте, који је основа за израду стратегије конзервације врсте, која обухвата циљеве и методе очувања/конзервације генетичке варијабилности. За боље разумевање процеса израде стратегије конзервације врсте, у наредна два поглавља ћемо дефинисати и разјаснити основне појмове: конзервација, генетичка конзервација, конзервациони статус и унутарврсна варијабилност.

3. ПОГЛАВЉЕ

КОНЗЕРВАЦИЈА И КОНЗЕРВАЦИОНИ СТАТУС ВРСТЕ



3. КОНЗЕРВАЦИЈА И КОНЗЕРВАЦИОНИ СТАТУС ВРСТЕ

Треће поглавље уџбеника објашњава појмове „конзервација“, „генетичка конзервација“ и „конзервациони статус врсте“ и даје одговоре на следећа питања:

Шта је конзервација и која је њена улога?
Шта је генетичка конзервација и чему доприноси?
Шта је конзервациони статус врсте?
Зашто је важно одредити конзервациони статус врсте?

У претходном поглављу поменута је конзервациона биологија, односно грана биологије која проучава узроке и процесе који доводе до губитка биодиверзитета и принципе, механизме и методе за заштиту и очување. Ова биолошка дисциплина објашњена је и у оквиру материје предмета *Очување биодиверзитета*. Конзервација је појам који се користи како у очувању биодиверзитета, тако и у заштити и очувању појединачних врста.

3.1. ШТА ЈЕ КОНЗЕРВАЦИЈА И КОЈА ЈЕ ЊЕНА УЛОГА?

Појам „конзервација“ потиче од латинске речи „*conservatio*“, што у дословном преводу значи одржавање, одржање, чување или очување. У свакодневном животу термин се, најчешће, повезује са справљањем животних намирница тако да се не покваре дуже време, односно да се сачувају у непромењеном стању („ставити у конзерву“). Термин је познат и као поступак спречавања пропадања уметничких дела, односно поново њихово очување у непромењеном стању.

У области заштите биодиверзитета и појединачних врста, термин „конзервација“ има слично значење, али са извесним одступањима, јер су у питању живи организми/системи, за које постоји интерес да такви и остану. То значи да у заштити угрожених врста није циљ прекинути њене животне процесе и сачувати је у стању каквом јесте, у буквалном смислу „ставити је у конзерву“. Циљ је очувати механизме и процесе који јединке одређене врсте одржавају у животу у актуелним условима средине, а њихове популације су у равнотежи.

Такође, циљ је очувати механизме који јединкама и популацијама одређене врсте омогућавају да се благовремено прилагоде уколико дође до измене услова средине и да не наруше или веома брзо поврате равнотежу својих популација. У питању је динамични процес, који не зауставља природне механизме, већ их подржава у циљу што бољег функционисања. Конзервација унапређује услове за непрекидну еволуцију врста и помаже врстама да одговоре на изазове измена животних услова, који су значајно интензивнији услед антропогених утицаја. Зато се очување угрожених врста, нарочито у њиховом природном окружењу, назива и „динамична конзервација“.

Постоји један аспект конзервације врста који је ближи значењу појма онако како се он разуме у свакодневном животу, тј. могуће је и једну угрожену врсту „ставити у конзерву“ и сачувати је у стању у каквом јесте, у буквалном смислу. У овом случају у питању су делови индивидуа једне врсте, који се чувају у условима који омогућавају заустављање животних процеса (на пример, веома ниске температуре) и њихово поново покретање када услови постану оптимални. Овај сет метода конзервације врста назива се „статична конзервација“ или „презервација“ и, углавном, се примењује код врста које су већ ишчезле у природи или су критично угрожене (ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ, МИЛОВАНОВИЋ 2010).



Методе
конзервације
ће бити објашњене
у оквиру
процеса израде
конзервационе
стратегије у
Поглављу 5

Конзервација у заштити угрожених врста се може дефинисати као приступ (стратегија, програми, мере, акције) који обезбеђује континуирано очување станишта и екосистема у којима се врста јавља, као и прилагођавање јединки и популација врсте на новонастале услове средине или „адаптабилност“. Појам „адаптабилност“ означава способност популације да прилагођавањем генетичких или физиолошких својстава одговори на промене услова средине (ERIKSSON 2005). Са аспекта конзервације, очување адаптабилног потенцијала врсте представља примарни циљ.

3.2. ШТА ЈЕ ГЕНЕТИЧКА КОНЗЕРВАЦИЈА И ЧЕМУ ДОПРИНОСИ?

Појам „генетичка конзервација“ или „конзервација гена“ односи се, управо, на последњи сегмент дефиниције појма „конзервација“. Генетичка конзервација је приступ (стратегија, програми, мере, акције) који обезбеђује континуирано очување адаптабилности врсте. Генетичка конзервација је очување генетичке разноликости/генетичког диверзитета врста, који представља гаранцију опстанка врсте током времена и у случајевима наглих измена услова средине/станишта (екстремних догађаја).

Генетичке информације садржане у јединкама и популацијама једне врсте, чија експресија/појављивање ствара пожељне индивидуе, способне да одговоре изазовима животне средине или оне које задовољавају одређене потребе људске популације, представљају кључ генетичке конзервације. Веома је важно очувати што више тих генетичких информација, јер су оне предуслов за одржавање виталности популација врсте, уз постојање жељених особина јединки (МИЛОВАНОВИЋ, ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ 2009).

Постоје два примарна циља генетичке конзервације: стратегија генетичке конзервације врсте и оплемењивање врсте (Слика 11). Оба циља су важна, иако око њих често постоје поделе између конзервационих биолога и еколошких активиста са једне стране и шумарских, (рибо)ловних, ветеринарских и других научника и практичара са друге. Основна разлика у ставовима је да ли врсту треба „ставити у конзерву“ и забранити било какву активност осим очувања или је треба одрживо користити, на начин који не нарушава равнотежу њених популација.

Слика 11. Примарни циљеви генетичке конзервације врста



Оплећење врста значи унапређење њихових својстава у правцу који је најпожељнији са аспекта задовољења човекових потреба. Оплеменити једну биљну или животињску врсту значи променити нека њена генетичка својства, како би дошло до испољавања пожељних спољашњих карактеристика. На пример, биљне врсте могу бити оплемене у правцу повећања уroda, унапређења декоративних својстава, повећања биомасе, јачања кореновог система, повећања отпорности на болести и штеточине и слично. Оплећење животињских врста може ићи у правцу побољшања способности размножавања, унапређења квалитета меса и млека, унапређења трофејне вредности дивљачи, повећања отпорности на болести и слично. Такође, код свих врста оплећење може ићи у правцу повећања отпорности на утицај различитих негативних фактора животне средине (ИСАЈЕВ, ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ 2011).

Класична техника оплећења врста је вештачка /индукована селекција, односно селективно размножавање јединки и одабир оних са жељеним својствима за даље учешће у процесу размножавања. Ова техника се заснива на принципима процеса природне селекције, који је човек модификовао у циљу усмеравања и форсирања својстава, која су њему од значаја. Друга техника класичног оплећења је хбридизација/контролисано укрштање јединки, што обезбеђује преношење жељених особина на потомство или добијање нових комбинација особина, које се до сада нису испољавале код родитељских индивидуа. Развојем савремених технологија молекуларног маркирања постало је могуће утврдити везу између жељене особине и конкретног гена (или више њих) који је дефинишу. На овај начин, када је познато који ген одређује коју особину, селекција се спроводи коришћењем ових информација (тзв. маркерима потпомогнута селекција). Оплећење (биљака) се може вршити и удвостручавањем читавих гарнитура хромозома (дупли хаплоиди), што унапређује карактеристике јединки. Најсавременије методе се односе на стварање трансгених организама, односно уношење гена друге врсте у геном циљне врсте или „укључивање/искључивање“ појединих гена (генетске модификације). Правилном употребом већине техника оплећења обезбеђује се одрживо коришћење биљних и животињских врста, на начин који не угрожава њихове природне популације, а доприноси задовољењу потреба људске популације. Генетичка конзервација дивљих врста у циљу оплећења и одрживог коришћења примењује се само у случајевима када врста није угрожена.



Природна селекција
и молекуларно
маркирање се
објашњава у
Поглављу 4,
везано за појам
унутарврсне
варијабилности

Очување генетичких информација угрожених дивљих врста је, само по себи, циљ. Важно је сачувати генетичку разноврсност угрожених врста како би она могла бити примењена за унапређење стабилности њених преосталих популација или враћање њених јединки у природу (уколико је врста већ ишчезла или је критично угрожена). Од степена генетичке разноврсности/варијабилности врсте зависи и њена способност прилагођавања променама у животној средини, односно, већ поменута, адаптабилност. Сачувати високу варијабилност, као и ретке генетичке информације унутар врсте представља изазов у управљању/газдовању природним екосистемима.

У циљу генетичке конзервације врсте израђује се стратегија, односно документ који дефинише тренутно стање еколошких и генетичких карактеристика врсте, применом различитих метода процене, а затим и циљеве и конкретне методе конзервације за очување и унапређење тренутног стања. Процес израде стратегије генетичке конзервације врсте биће детаљно описан у Поглављу 5, а до тада је потребно одредити се за биљну или животињску врсту, која ће бити пример за симулацију процеса израде стратегије у оквиру практичног дела наставе на предмету. Рад на стратегији започиње дефинисањем тренутног конзервационог статуса врсте, а да би се то могло урадити, потребно је објаснити значење самог појма.

3.3. ШТА ЈЕ КОНЗЕРВАЦИОНИ СТАТУС ВРСТЕ?

Конзервациони статус врсте представља њену категорију на сва три нивоа: глобалном, националном и локалном. Сходно томе, конзервациони статус је показатељ степена угрожености врсте на читавој планети, у Србији (или некој другој држави) и/или на одређеном локалитету од интереса.

За одређивање конзервационог статуса врсте користе се исти приступи као и за њену категоризацију, с тим што се на локалном нивоу примењује комбинација глобалних и националних категорија врсте, уз процену степена угрожености на конкретном локалитету. При процени конзервационог статуса, узимају се у обзир сви показатељи који могу приказати тренутно стање популација врсте. Ту спадају сви критеријуми који се примењују за категоризацију врсте на локалном нивоу, с тим што је нагласак на генетичкој варијабилности врсте, која у овом случају мора бити, мање или више, позната (у Поглављу 4 ће бити објашњено и од чега тај степен зависи). Поред критеријума који указују на степен угрожености врсте на локалитету, примењују се и познате детаљније информације о постојећем степену заштите/конзервације врсте, као што су (МИЛОВАНОВИЋ 2009):

- број заштићених популација и подручја;
- опсег екогеографске дистрибуције обухваћен заштићеним подручјима;
- статус и квалитет заштићених подручја;
- одрживост циљне врсте унутар заштићених подручја;
- мере заштите/конзервације ван природног станишта врсте (*ex situ*);
- обухваћеност врсте програмима подстицаја заштите; и слично.

3.4. ЗАШТО ЈЕ ВАЖНО ОДРЕДИТИ КОНЗЕРВАЦИОНИ СТАТУС ВРСТЕ?

Познавање конзервационог статуса врсте је веома важно за њено очување.

Важност овог показатеља је још већа када су у питању угрожене врсте. Како је раније објашњено, тешко је обезбедити капацитете за адекватну заштиту и очување свих појединачних врста, па је неопходно одредити приоритете за улагање времена и средстава. Врсте чији је конзервациони статус најкритичнији (према глобалним и националним категоријама) постају приоритети и за њихову конзервацију се израђују посебне стратегије. Такође, уколико је врста од великог еколошког и/или економског значаја, а није критично угрожена, може бити предмет посебне стратегије конзервације. Остале врсте, са нижим степеном угрожености, штите се у оквиру приступа заштите природе (као саставни део заштићеног екосистема) и за њих се не израђују посебне стратегије генетичке конзервације.

Истраживања генетичке варијабилности/разноврсности унутар врста, која су саставни део процеса израде стратегије генетичке конзервације, су захтевна у технолошком и финансијском смислу (понекад и временски). Из тих разлога, стратегије генетичке конзервације појединачних врста се израђују само када је то неопходно, односно када постоји опасност ишчезавања врсте из природе или значајног смањења бројности и квалитета особина њених индивидуа (и ресурса/производа, који се добијају од те врсте и имају економски значај). Стратегија се може израђивати и за врсте које су битне из научних разлога (на пример, еколошки кључне врсте за неки екосистем), а понекад то буду и тзв. „харизматичне врсте“, односно врсте које су препознатљиве и чија заштита доприноси ширењу свести о значају генетичке конзервације (ERIKSSON, EKBERG 2001).

Имајући у виду да су истраживања генетичке варијабилности унутар врста окосница израде стратегије конзервације, у наредном поглављу ће бити разјашњен појам „унутарврсна варијабилност“, природни фактори/механизми који доводе до њеног настанка и нестанка и технике процене степена варијабилности. Након наредног поглавља и савладавања свих релевантних појмова, биће значајно лакше приступити симулацији израде стратегије конзервације једне угрожене врсте.



4. ПОГЛАВЉЕ

УНУТАРВРСНА ВАРИЈАБИЛНОСТ



4. УНУТАРВРСНА ВАРИЈАБИЛНОСТ

Четврто поглавље уџбеника објашњава појам „унутарврсна/интраспецијска варијабилност“ и даје одговоре на следећа питања:

**Шта је унутарврсна варијабилност?
Како настаје и нестаје унутарврсна варијабилност?
Како одредити степен унутарврсне варијабилности?
Зашто је важно проценити унутарврсну варијабилност?**

За разумевање појма унутарврсне варијабилности потребно је, пре свега, подсетити се фундаменталних појмова „ген“, „генотип“, „геном“ и „фенотип“.

Ген је основна јединица структуре хромозома (према класичном концепту генетике, иако је данас познато да постоје и мање јединице од гена, као што су рекон, мутон и цистрон), састоји се од дела ланца дезоксирибонуклеинске киселине (ДНК) (ређе рибонуклеинске (РНК)) и преноси наследне информације, односно основа је процеса наслеђивања. Основне карактеристике гена су: (а) одређен положај (локус); (б) специфична структура, која се састоји од одређеног редоследа нуклеотида ДНК, и (ц) одређена функција, тј. стварање специфичног протеина или неке функционалне РНК у ћелији (НОНИЋ, ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ 2021).



Подсетити се
материје из
предмета
Биологија са
екологијом и
Очување
биодиверзитета

Генотип или генетичка конституција је скуп свих гена једног организма, односно скуп материјалних фактора који се налазе у зиготу (оплођеној јајној ћелији) и који контролишу онтогенетски развој сваке индивидуе. Једноставније речено, генотип је скуп гена у соматској/телесној ћелији једног организма (познато је да соматске ћелије садрже диплоидни (2n) број хромозома, тј. парове хомологих хромозома).

Геном је скуп гена у једној хромозомској гарнитури или, једноставније речено, скуп гена у полној ћелији једног организма (познато је да полне ћелије садрже хаплоидни (n) број хромозома, тј. појединачне хромозоме).

ЗАНИМЉИВОСТИ О ЉУДСКОМ ГЕНОМУ из светског бестселера
„Геном: Аутобиографија врсте у 23 поглавља“, аутора Мета Ридлија

Замислите да је ГЕНОМ књига. Има 23 поглавља, названа ХРОМОЗОМИ. Свако поглавље садржи неколико хиљада прича, названих ГЕНИ. Свака прича сачињена је од параграфа, названих ЕГЗОНИ, који су испрекидани рекламама названим ИНТРОНИ. Сваки параграф је састављен од речи, названих КОДОНИ. Свака реч је написана од слова, названих БАЗЕ.

У тој књизи се налази једна милијарда речи, што је чини дугом колико и 800 Библија. Када бисмо 8 сати дневно читали геном, брзином од једне речи у секунди, то би трајало 100 година. Када бисмо написали људски геном, једно слово на милиметар, текст би био дугачак као река Дунав. То је џиновски документ, једна огромна књига, рецепт изузетне дужине, а цео стаје у микроскопско једро мајушне ћелије, која се лако може сместити у главу чиоде.

Фенотип је скуп свих особина једног организма, односно, његов спољашњи изглед и понашање. Фенотип је условљен генотипом и средином у којој се организам развија, односно представља интеракцију ова два елемента (Слика 12) (МАРИНКОВИЋ 1974; ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ, МИЛОВАНОВИЋ 2010).

Слика 12. Једначина настанка фенотипа једног организма

$$\Phi = G + C + G \times C$$

Фенотип = Генотип + Средица + Интеракција

Разлика између генотипа и фенотипа је и у променљивости: генотип је (релативно) сталан током живота јединке, док се фенотип мења. Гени имају велику улогу у фенотипској експресији одређених особина, али су многа својства подложна променљивости, односно варијабилности, управо као резултат узајамног дејства самог генотипа и средине у којој се организам развија. Код биљака се, у интеракцији са спољашњом средином, најчешће јављају промене у физиологији и морфологији, док се код животиња из тих интеракција најчешће (не искључиво) стварају промењени облици понашања (ЖИВКОВИЋ 2017).

Спектар свих могућих фенотипова који могу настати на бази једног генотипа у интеракцији са факторима спољашње средине назива се норма реакције. Један генотип може произвести већи број фенотипова приликом промене услова средине (светлост, температура, влажност ваздуха, надморска висина и слично), али некада фенотип може остати и непромењен (без обзира на промене у животној средини). За неке генотипове норма реакције ће бити мала и они ће у различитим срединама давати исте фенотипове, док ће код неких бити велике норме реакције, тако да се од једног генотипа може добити читав низ различитих фенотипова, у зависности од услова средине (ВИДАКОВИЋ, КРСТИНИЋ 1985).

Постојање јединки различитих карактеристика у оквиру исте врсте назива се фенотипска варијабилност (различитост фенотипова). Фенотипска варијабилност ће за неке карактеристике организма бити већа, што су услови микроклиме и микростаништа различитији и обрнуто (НОНИЋ, ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ 2021). Посматрано на нивоу индивидуе, веома је тешко утврдити до ког степена је фенотип последица генотипа, а до ког услова средине. У новије време су развијене бројне технике за утврђивање степена варијабилности врсте на нивоу генотипа, како би се одредио утицај гена на испољавање неке особине у фенотипу (или искључио утицај фактора спољашње средине). Из тог разлога, поред фенотипске варијабилности, можемо говорити и о генетичкој варијабилности унутар врсте, а оба ова аспекта обједињује појам „унутарврсна/интраспецијска варијабилност“.

4.1. ШТА ЈЕ УНУТАРВРСНА ВАРИЈАБИЛНОСТ?

Постојеће генетичке информације важне су за тренутно функционисање врсте, али и за њен опстанак у будућности. С тим у вези, треба разликовати два појма, који се односе на генетичке информације врсте: „полиморфизам“ и „променљивост/варијабилност“. Појмови се разликују са временског аспекта.

Појам „полиморфизам“ у дословном преводу са грчког језика значи „вишеобличност, појава у више облика“. У биологији и генетици, полиморфизам представља присуство вишеструких алела/облика неког гена у оквиру популације. Полиморфизам се може дефинисати и као генетски условљено постојање две или више фенотипских експресија за исто својство (НОНИЋ, ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ 2021). Дакле, полиморфизам као појам је везан за садашње време и тренутну разноврсност на нивоу врсте, која је последица интеракције тренутно активираних генетичких информација у генотипу и фактора спољашње средине.

Појам „променљивост/варијабилност“ представља потенцијал популације да продукује различитост, како између јединки различитих генерација (наследна варијабилност), тако и између јединки исте генерације (индивидуална варијабилност).

Променљивост је најочљивија на нивоу фенотипа (као, горе поменута, фенотипска варијабилност) и представља једну од основних карактеристика живог света. Дакле, променљивост као појам је везана за будуће време и (скривене) потенцијале врсте да активира генетичке информације које поседује за потребе прилагођавања променама услова средине у будућности. Када се подсетимо појма „адаптабилност“, који означава способност популације да прилагођавањем генетичких или физиолошких својстава одговори на промене услова средине, постаје јасно да је варијабилност основа адаптабилности сваке врсте.

„Оно што наслеђујемо од наших родитеља није ништа више од огромне листе рецепата за прављење протеина и за прављење машина за прављење протеина.“ (Геном, Мет Ридли)

У литератури се, најчешће, појам полиморфизам и променљивост/варијабилност користе као синоними, што није сасвим тачно (на основу горњег објашњења), па није редак случај да се варијабилност унутар врсте назива полиморфизмом. Оба концепта, полиморфизам и променљивост/варијабилност, могу бити под строгим генетичком контролом или је њихово испољавање, до одређеног степена или потпуно, обликовано утицајем фактора средине. Познавање степена генетичке контроле фенотипске експресије врста је веома важно за успешно оплемењивање и генетичку конзервацију, јер се генетички полиморфизам и варијабилност налазе у основи адаптивних процеса и опстанка популација и врста (ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ, МИЛОВАНОВИЋ 2010).

Након раздвајања појмова полиморфизам и променљивост/варијабилност, може се дати коначна дефиниција унутарврсне/интраспецијске варијабилности, која представља основу конзервације угрожених врста.

Унутарврсна/интраспецијска варијабилност представља степен различитости/разноврсности генетичких информација и фенотипских експресија јединки једне врсте у садашњем тренутку (полиморфизам), као и потенцијале за активирање генетичких информација и појаву нових фенотипова у будућности (променљивост/варијабилност).

Унутарврсна варијабилност се може класификовати у зависности од главних процеса/фактора који је стварају или редукују. Следећи корак је упознавање са механизмима настанка и нестанка унутарврсне варијабилности.

4.2. КАКО НАСТАЈЕ И НЕСТАЈЕ УНУТАРВРСНА ВАРИЈАБИЛНОСТ?

У претходним поглављима смо се подсетили да је фенотипска варијабилност унутар једне популације или једне врсте последица интеракције генотипа и средине. Сходно томе, фенотипска варијабилност има две компоненте: еколошку (срединску) и генетичку компоненту (што су уједно и компоненте унутарврсне варијабилности).

Еколошка (срединска) варијабилност може бити:

- модификациона варијабилност и
- флуктациона варијабилност.

Модификациона варијабилност настаје услед непосредног утицаја фактора спољашње средине, као што су: светлост, влажност земљишта и ваздуха, температура, аерозагађење и друго (ИСАЈЕВ, ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ 2011). Промене настале као модификације се не наслеђују, већ се фенотип јединке враћа у првобитно стање са повратком оптималних услова средине.

Условљена модификациона варијабилност представља различитост између индивидуа исте или сличних врста које расту у различитим климатским зонама или на различитим типовима станишта. Типични примери условљених модификација су космополитне (еурихорне) врсте, које имају широко распрострањење и опстају у најразличитијим условима средине, као што су:

- бактерије, гљиве и планктонске алге, које се преносе ветром на велике удаљености и прилагођавају се различитим еколошким условима;
- водене биљке (барска трска, водени љутић), копнене биљке (маслачак, коприва, планински љутић);
- инсекти (мува, пчела, мрав);
- животиње (лисица, вук) и други примери.

Космополитна врста сиви вук (*Canis lupus* L.) је, можда, најсликовитији пример за представљање условљених модификација. Вук насељава просторства Евроазије и Северне Америке и надморске висине између нивоа мора и 3000 метара. Сходно томе, еколошки услови станишта на којима се вук појављује су веома варијабилни. Пример условљене модификације је боја крзна код вукова на различитим деловима ареала. Евроазијски вук има крзно окер до рђаво окер боје, њушка је бледо окер сива, а подручје око браде и врата је беле боје.

Сива боја са црвенкастим слојем се појављује на врху главе, на челу, испод и између очију и ушију. У Северној Америци, вукови у канадском Арктику су беле боје, док су вукови у Сједињеним Америчким Државама, Мексику и на југу Канаде сиве боје. У Стеновитим планинама вукови су црне, плаво-сиве или црно-сребрне боје крзна. Женке се од мужјака разликују по црвенијим тоновима у Северној Америци, док у Евроазији нема разлике између полова по боји крзна (HEDRICK 2009).

Факултативна модификациона варијабилност настаје услед изненадне и краткотрајне измене фактора станишта и представља различитост између индивидуа исте врсте које расту на истом станишту. Неки типични примери факултативних модификација су:

- промене које настају сменом годишњих доба: све промене везане за фотопериодизам (сезонску промену светлосног режима), као што су листање, цветање и опадање лишћа код биљака, а зимско и летње крзно, фаза хибернације (мировања) или миграције код животиња;
- промене које настају услед смењивања дана и ноћи, као што су дневне и ноћне активности животиња;
- хетерофилија (појава листова различитог облика на истој биљци – љутић, бршљан, дуд) код јединки које су ближе води (рецкасти/ подељени листови) или даље од воде (цели листови); и други примери.

Флуктациона варијабилност је неусмерена ненаследна променљивост. Фактори средине могу варирати усмерено (систематски) или неусмерено, те, сходно томе, у оквиру врсте или популације могу настати једносмерне промене (модификације), али и промене без конкретног смера (флуктационе промене). Неки типични примери флуктационе варијабилности су:

- фототропски покрети код биљака, односно усмеравање раста изданка према извору светлости;
- појава лисног мозаика (постављање листова у једној равни код бршљана);
- појава хелиотропних листова – компасне биљке (постављање листова паралелно са Сунчевим зрацима код еукалиптуса и изостанак појаве сенки у шуми);
- фотокинеза (неусмерено кретање животиња у зависности од извора светлости);
- фототаксија (позитивна фототаксија - кретање животиња према извору светлости: пчеле, муве, лептири; негативна фототаксија – кретање животиња од извора светлости: стоноге и кишне глисте);

- поикилотермија (промене телесне температуре како би она увек била блиска спољашњој температури);
- поикилохидрија (промене садржаја влаге у организму услед промене водног режима у спољашњој средини); и други примери.

Генетичка варијабилност се може посматрати као:

- адитивна варијабилност и
- неадитивна варијабилност.

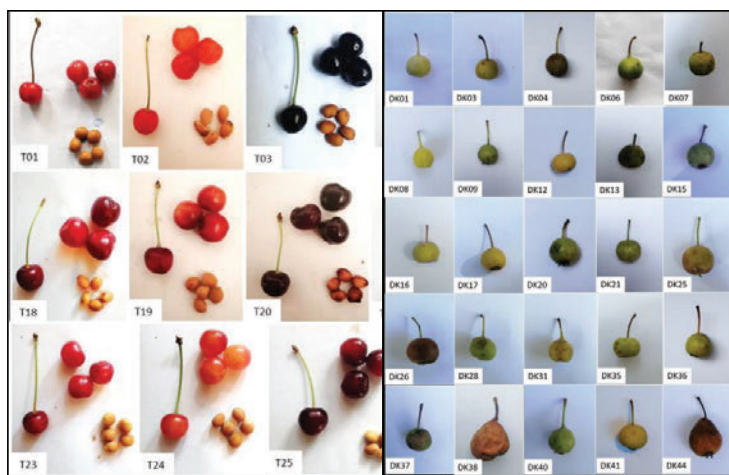
Адитивна варијабилност настаје као последица кумулативног деловања многих гена (полимерни или минор гени) од којих сваки има мали појединачни ефекат. Сходно томе, адитивна варијабилност се још назива и варијабилност квантитативних особина. Квантитативне особине су својства која се могу измерити и исказати одређеним мерним јединицама и код којих између екстремних варијанти (са највећом односно најмањом вредношћу), постоји читав низ прелаза (на пример: висина, ширина, дужина, маса, број и друге особине)(Слика 13).

Слика 13. Пример варијабилности квантитативних особина (дужина и ширина четина различитих јединки црног бора)



Неадитивна варијабилност представља различитост квалитативних особина (алтернативних својстава), код којих између екстремних варијанти нема експлицитних прелаза (на пример: боја цвета, плода, очију, крзна, облик листа, крошње, делова тела и слично)(Слика 14). Квалитативне особине се не могу измерити, већ се представљају описно. Испољавање квалитативних особина условљено је деловањем појединачних гена са јаким ефектом (мајор гени) (ИСАЈЕВ, ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ 2011). *Доминантна неадитивна варијабилност* настаје као последица појаве преовладавања својства једног (доминантног) алела у пару алеломорфних гена над својством другог (рецесивног) алела. Услед тога, фенотип доминантног хомозигота је идентичан фенотипу хетерозигота на одређеном генском локусу, док се рецесивни хомозигот карактерише супротном алтернативном особином. Доминантност и рецесивност су екстремни случајеви, између којих постоји читав низ степена доминантности (ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ, МИЛОВАНОВИЋ 2010).

Слика 14. Пример варијабилности квалитативних особина (облик и боја плода различитих јединки дивље трешње и дивље крушке и боја листа различитих јединки букве)



На унутарврсну варијабилност, нарочито на њену генетичку компоненту, утичу различити природни процеси. Сваки од тих процеса утиче и на настајање (повећање) и на нестајање (смањење) унутарврсне варијабилности, у зависности од тога да ли варијабилност посматрамо између или унутар популација врсте (Слика 15 и 19).

Слика 15. Процеси/фактори који утичу на унутарврсну варијабилност



Еволуциони фактори који мењају фреквенције алела или генотипова у популацијама и утичу на унутарврсну варијабилност су: мутације, проток гена, природна селекција и генетички дрифт.

Рекомбинације, такође, представљају важан извор унутарврсне варијабилности (NONIĆ, ŠIJAČIĆ-NIKOLIĆ 2019). Оне подразумевају комбиновање гена оба родитеља приликом стварања нове генерације. Међутим, при рекомбинацијама не долази до мешања самих гена. Са увећањем разлика међу родитељима, за сваку нову алтернативну особину добија се све разноврсније потомство. Број различитих фенотипова се увећава двоструко у F_2 генерацији, број генотипова троструко, а број могућих комбинација четвороструко. Код разлике од n гена број фенотипова биће 2^n , док ће број нових комбинација износити 4^n (ТУЦОВИЋ 1990). Рекомбинације не дају директан допринос еволуцији, већ путем промена фреквенција генотипова могу довести до промена популационе способности прилагођавања на промене (ERIKSSON 2005; ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ, МИЛОВАНОВИЋ 2010). Главни механизам за настанак рекомбинација је „*crossing over*“, независно комбиновање хромозома у анафази мејозе I и нове комбинације настале спајањем гамета (KAJBA, BALLIAN 2007).



Подсетити се материје из предмета Биологија са екологијом, а више о фреквенцијама у оквиру практичне наставе

Мутације представљају процес/фактор који повећава унутарврсну варијабилност, како између популација, тако и унутар њих. Мутације представљају наследне промене, које улазе у генетичку основу органске променљивости и служе као основа за одабирање и еволуцију. Мутације означавају промене фенотипа које нису резултат комбинација, рекомбинација и интеракција гена, већ су детерминисане променама у хромозомима и генима (ТУЦОВИЋ 1990). Мутације су наследне уколико су настале у полним ћелијама, тако да само тај тип мутација представља „*стварне мутације*“, које увећавају генетички диверзитет. Постоје и соматске мутације, које су последица промена у наследном материјалу у соматским/телесним ћелијама и преносе се узастопним циклусима митотских деоба. Овај тип мутација може условити промене појединих органа или довести до оштећења организма, али се не преносе на потомство.

ЗАНИМЉИВОСТИ О МУТАЦИЈАМА из светског бестселера „Геном: Аутобиографија врсте у 23 поглавља“, аутора Мета Ридлија

Када се гени репликују, понекад се догоде грешке. Повремено се неко слово (база) изостави, или се погрешно слово убади. Целе реченице или параграфи се понекад дуплирају, изоставе или преокрену. То је познато као МУТАЦИЈА.

Многе мутације нису ни штетне ни корисне, на пример, ако промене један кодон у други са истим значењем: постоје 64 различита кодона и само 20 аминокиселина, тако да многе ДНК „речи“ имају исто значење.

Људска бића сакупе око стотину мутација по генерацији, што можда не изгледа много ако се зна да у људском геному има више од милион кодона, али на погрешном месту и једна једина може бити фатална.

Мутације се, најчешће, дефинишу као промене гена, али и хромозомске аберације, као што су делеција, дупликација, инверзија и транслокација, се сматрају мутацијама. Све мутационе промене могу бити разврстане у неколико категорија, у зависности од места настанка: мутације генома, мутације структуре хромозома, мутације гена и ванхромозомске мутације (Слика 16).

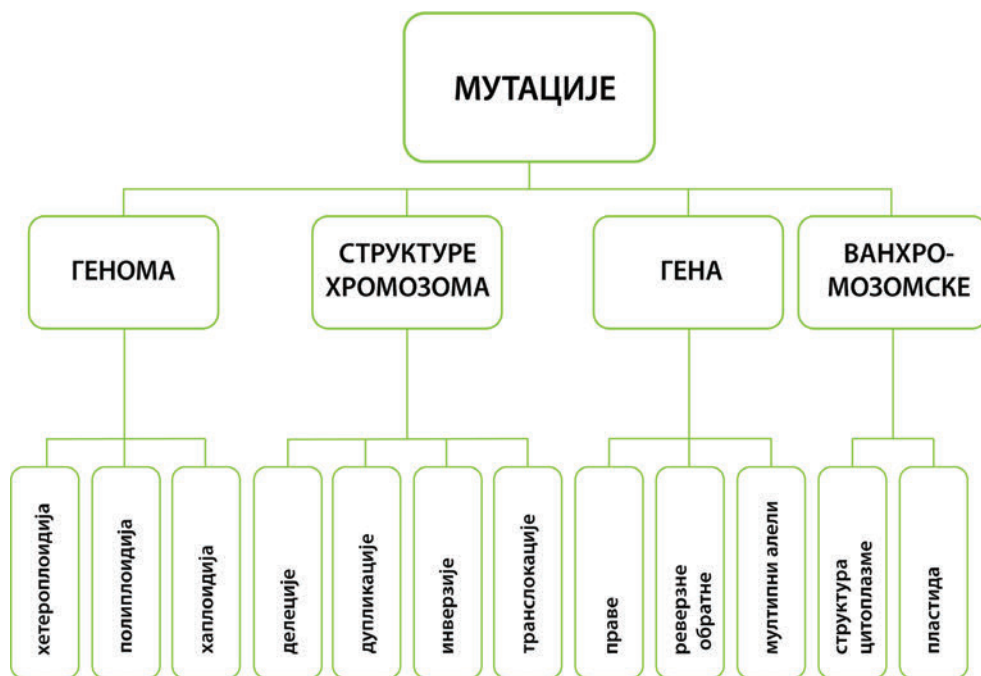
Мутације генома, тј. промене броја хромозома, обухватају: *хетероплоидију* (умањење или увећање броја хромозома унутар диплоидног комплекса), *полиплоидију* (умножавање читавих хромозомских гарнитура), *ендополиплоидију* (увећавање броја хромозома у једној ћелији или у свим ћелијама ткива), *псеудополиплоидију* (лажно умножавање хромозомских гарнитура) и *хаплоидију* (хаплоидни број хромозома у соматским ћелијама).

Мутације структуре хромозома, тј. промене унутрашњег састава хромозома, обухватају: *делеције* (губитак гена), *дупликације* (удвајање гена), *инверзије* (промене распореда гена) и *транслокације* (размене фрагмената међу нехомологим хромозомима).



Хетероплоидија је узрок појаве неких болести код човека:
Даунов синдром (трисомија на 21. пару хромозома);
Едвардсов синдром (трисомија на 18. пару хромозома);
Патауов синдром (трисомија на 13. пару хромозома)

Слика 16. Класификација мутација



Мутације гена представљају промене субмикроскопске, хемијске структуре гена. Гени типични за изворне форме врста означени су као „исходни“ („дивљи“), а измењени – мутираним. Исходни ген поседује својство правог и обратног мутирања. Мутације од исходног типа ка мутантном ($A \rightarrow a$) означавају се правим, а од мутантног ка исходном ($a \rightarrow A$) обратним (реверзним) мутацијама. Ако постоји више форми једног гена, појава је позната као мултипни алели (ТУЦОВИЋ 1990; ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ, МИЛОВАНОВИЋ 2010).

Ванхромозомске мутације представљају промене органела цитоплазме, које доводе до промена особина организма. Природа ванхромозомских мутација може бити различита: губитак ванхромозомских структура (пластида и сл.) и функционалне и морфолошке промене ванхромозомских структура.

Мутације се сматрају основном генетичком компонентом фенотипске варијабилности. Без промена генетичког материјала не би постојале могућности за унапређења биолошког света. Степен појаве мутација по генерацији код виших организама варира између 10^{-4} и 10^{-6} , док степен индукованих (изазваних) мутација на локусима одговорним за експресију квантитативних особина може бити неколико пута виши. Дакле, мутације могу бити и индуковане, односно вештачки изазване деловањем различитих агенаса, као што су ултраљубичасто и гама зрачење, хемијски и биолошки агенси и слично. На тај начин, човек усмерава унутарврсну варијабилност популација врсте у циљу форсирања жељених особина, односно оплемењивања. На пример, индукована полиплоидија код биљака може довести до стварања јединки са знатно већом биомасом, већим уродом и плодовима знатно већих димензија (на пример, кромпир – $4n=48$, јагоде – $8n=56$ и слично).

„Мутација није недодирљиви Бог који се шали на наш рачун из неке неосвојиве терђаве у цитоплазми гамета.“ (речи Хермана Џои Милера, добитника Нобелове награде за откриће вештачких мутација, „бомбардовањем“ винских мушица X зрацима)

Вештачка мутагенеза је била почетни стимуланс модерне генетике. Користећи Милерове X зраке, 1940. године Џорџ Бидл и Едвард Тејтум су направили мутантне верзије хлебног квасца *Neurospora*. Онда су пронашли да мутанти нису могли да праве одређену хемикалију зато што им је недостајала радна верзија извесног ензима. Они су предложили познати биолошки закон, који се и данас сматра (мање-више) тачним: ЈЕДАН ГЕН ОДРЕЂУЈЕ ЈЕДАН ЕНЗИМ.

Проток гена (*gene flow*) подразумева миграције гена између двеју популација различитих фреквенција алела. Проток гена представља веома снажан механизам еволуције, нарочито код врста које се опрашују помоћу ветра или своје семе преносе ветром, а нарочито код животињских врста које мигрирају. Основни ефекти протока гена јесу промена учесталости алела унутар сваке популације и постепено смањење генетичких разлика између популација. Ефекти протока гена зависе од броја јединки које популације размењују по генерацији и разлике у генетичкој структури између популација. Проток гена представља фактор који доводи до повећања генетичке варијабилности унутар популација, али, такође, може довести до смањења популационе дивергенције (разлика између популација).

Степен протока гена зависи од просторног распореда популација врста. Најнижи степен протока гена се остварује уколико су популације просторно раздвојене (алопатрија); нешто виши уколико популације насељавају суседна станишта, али између њих постоје природне или вештачке баријере (парапатрија); а највиши степен се остварује уколико популације насељавају исти простор или се преклапају (симпатрија).

Најзначајнији фактори за проток гена код животиња су миграције и дисперзија. Миграције су усмерена кретања на дужа растојања и најчешће се дешавају у истом смеру и у слично време. Дисперзије су случајна, неусмерена кретања услед дневних или ноћних активности. Оба начина кретања значајно доприносе протоку гена између популација.

Природна селекција је дефинисана као „диференцијални трансфер алела у следећу генерацију, који за резултат има повећану способност за прилагођавање“ (ERIKSSON AND EKBERG 2001). Полазећи од Дарвинове теорије, млађе генерације научника су доказале да природна селекција и спонтана промена генетичког материјала, представљају основу биолошке еволуције и настанка нових врста. Елиминишући мање прилагођене организме у популацији неке врсте, селекција елиминисе њихове гене под чијим се утицајем фенотипски испољава одређена особина недовољно усклађена са условима спољашње средине и подложнија дејству фактора природне селекције. Према томе, природна селекција фаворизује или дискриминисе фенотипове, али и њихове генотипове вршећи пресудан утицај на учесталост одређених гена у популацији. У процесу природне селекције, генотипови са широм нормом реакције имају предност (ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ, МИЛОВАНОВИЋ 2010).

Једноставније речено: унутар једне популације јединке продукују више потомака него што их може преживети. Ови потомци се разликују по способности преживљавања и репродукције. Велики број потомака доводи до надметања између организама за преживљавање и размножавање. Преживљавају организми који су најприлагођенији условима средине, јер имају предност над супарницима. Исти ти организми се и размножавају и преносе своје гене и жељене особине наредној генерацији. Није увек случај да преживљавају и размножавају се они који се истичу и који су најупадљивији. Врло често је најбезбеднији „просек“ популације, односно организми који се не карактеришу ниједном екстремном особином.

ЗАНИМЉИВОСТИ О ПРИРОДНОЈ СЕЛЕКЦИЈИ из светског бестселера „Сени заборављених предака“, аутора Карла Сегана и Ен Драјан

Ако је комбинација око/мрежњача/мозак код грабљивца посебно подешена да опази покрет, ловина у свом репертоару одбрамбених техника, често има тактику да дуго скамењено стоји. Није у питању то да веверица или јелен разумеју физиологију визуелних система својих непријатеља, већ је кроз природну селекцију успостављена предивна резонанца између стратегија грабљивца и ловине.

Животиња-ловина може да бежи, претвара се да је мртва, глуми да је већа, кострешу длаку или кричи, ствара смрдљиве излучевине или оне које нагризају, прети противнападом, окушава се у разноврсним другим корисним стратегијама преживљавања – и све то без свесне мисли. Само тада она може да опазу пут за бег или другачије искористи онолико умне покретљивости колико поседује. Постоје два скоро истовремена одговора: први, древни, свенаменски, опробани, али ограничени и нимало суптилан наследни репертоар; и други, нови-новцати, уопштено узев неисprobани интелектуални апарат – који, међутим, може да изнађе решења без преседана за хитне текуће проблеме. Али велики мозгови су нови. Када „срце“ саветује једну акцију, а „глава“ другу, већина организама послушаће „срце“. Они чији су мозгови већи, послушаће „главу“. Ни у једном случају нема гаранција.

Природна селекција је довела до развоја бројних механизма за прилагођавање јединки условима средине, а најупечатљивији примери су везани за животињске врсте:

- криптична обојеност: организми својим изгледом и бојом опонашају средину у којој се налазе;
- апосемија: обојеност јарким бојама, као упозорење на опасност (најчешће су то организми који садрже отровне супстанце);
- мимикрија: организми без заштите својим обликом и бојом подсећају на неки део биљке или на јединке друге врсте која има заштиту.

Сексуална селекција је посебан случај природне селекције и представља фаворизовање особина које повећавају атрактивност организма у циљу стварања већих шанси за спаривање и преношење гена наредној генерацији.



Истражите
примере врста
које поседују
способност
криптичне
обојености,
апосемије или
мимикрије

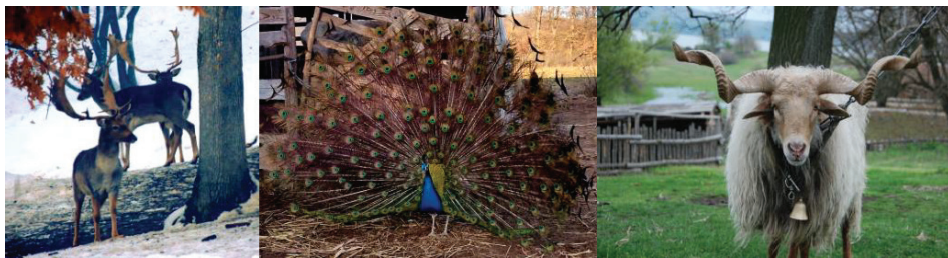
Код неких мужјака животињских врста овакве особине (оглашавање, боја, изглед) постану израженије (Слика 17) од особина које им омогућавају преживљавање. У том случају смањено преживљавање балансирано је већим репродуктивним успехом ових мужјака.

ЗАНИМЉИВОСТИ О СЕКСУАЛНОЈ СЕЛЕКЦИЈИ из светског бестселера
„Сени заборављених предака“, аутора Карла Сегана и Ен Драјан

Потребно је застрашујуће генетско програмирање за одашиљање заводљивих песама и игара; за производњу полних феромона; за разрастање херојских рогова што се користе само да би се победили супарници. Све ово црпи енергетске изворе који би се могли користити за нешто од очевидније краткорочне користи за организам. Такође, понешто од онога што бића на Земљи раде или трпе због секса директно их угрожава. Паун који се шепури много је изложенији нападу грабљивице него када је неприметан, страшљив и сивосмеђ. Секс обезбеђује погодан и потенцијално смртоносан канал за преношење болести. Све ове цене сигурно су далеко надмашене користима од секса. Које су то користи?

Неки савремени организми – од бактерија, лисне ваши, до јасике - каткад се размножавају полно, а други пут бесполно. Други - на пример, маслачак – недавно су се развили од полних до бесполних облика. Маслаци стварају цветове и нектар бескорисне за њихов тренутни стил размножавања; ма како пчеле биле вредне, оне не могу бити агенс у оплођењу маслачака.

Слика 17. Примери природне и индуковане сексуалне селекције



Природна селекција смањује варијабилност унутар популација, али доводи до повећања варијабилности између популација једне врсте. Раније је поменуто да је класична техника оплемењивања врста вештачка/индукована селекција, односно селективно размножавање јединки и одабир оних са жељеним својствима за даље учешће у процесу размножавања.

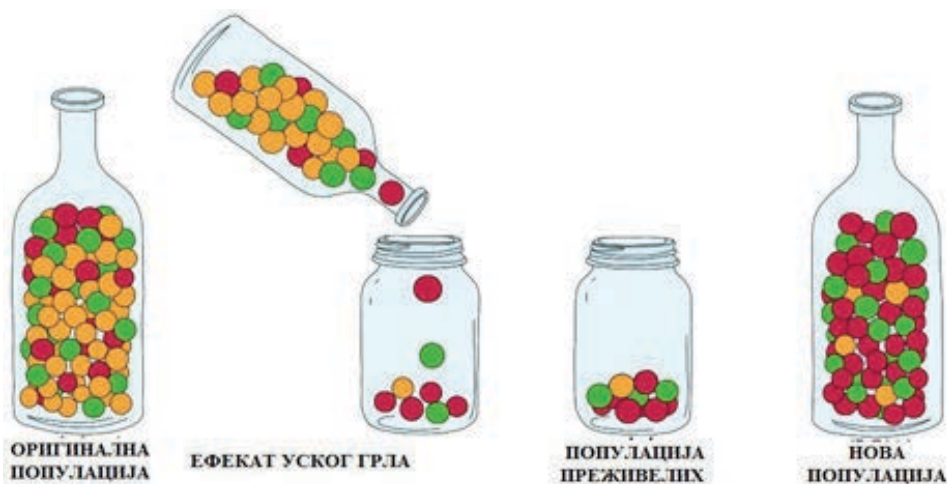
Генетички дрифт („случајно струјање гена“) подразумева појаву случајних и наглих промена у учесталости генских алела, до којих најчешће долази при наглom смањењу бројности популације или настајању нове популације од малог броја јединки (МАТАРУГА *et al.* 2013). У малим популацијама, неки мутирани ген се може задржати или изгубити супротно правилима природне селекције. У малим популацијама све јединке могу лако доћи до хране и заклона, па борба за опстанак, односно природна селекција, изостаје или је значајно редукована.

Генетички дрифт представља снажан еволутивни фактор у популацијама мале ефективне величине. Једна хетерозиготна индивидуа производи две врсте гамета, и то приближно у једнаким количинама. Укрштањем таквог хетерозиготног организма са хомозиготним са рецесивним особинама добија се потомство чија је само $\frac{1}{2}$ потомака хетерозиготна, а друга хомозиготна. Међутим, то је само приближно тачно и све је вероватније уколико матична биљка произведе довољан број потомака. Уколико је број произведених потомака мањи, мања је и вероватноћа да ће међу њима бити исти број хомозиготних и хетерозиготних индивидуа. Уколико је број потомака свега три, лако је могуће да сви буду хомозиготни или хетерозиготни, а тиме се битно мења фреквенција гена. Фактор случајног струјања гена у популацији на овај начин може довести до акумулације полуеталних гена, а елиминације корисних гена за адаптивну способност популације (ТУЦОВИЋ 1990). Дакле, мале затворене популације могу постати хомозиготне у само неколико генерација, фиксацијом одређеног гена.

Генетички дрифт може довести до значајног губитка генетичке варијабилности малих популација. Уколико је величина популације нагло редукована у једној генерацији, долази до појаве тзв. „ефекта уског грла – bottleneck effect“ (Слика 18). Овај вид генетичког дрифта настаје у случају наглог смањења бројности популације услед различитих природних или антропогених хазарда (земљотреси, поплаве, пожари, болести, штеточине, прекомерна експлоатација, крчење шума, загађење и слично). Када већина јединки једне популације нагло умре, генетичка варијабилност нагло опада и фреквенције алела су значајно промењене.

На Слици 18, у оригиналној популацији су присутне зелене, наранџасте и црвене јединке. Наранџасте јединке преовлађују. Када се деси природни или антропогени хазард, свега неколицина јединки успе да преживи. Као што се може видети, случајним избором, већина преживелих су црвене јединке, неколико зелених и само једна наранџаста. Током времена, бројност популације се повећава, али сада преовлађују црвене јединке, а наранџастих има свега неколико. Овакав састав популације је веома различит у односу на оригиналну популацију пре природне или изазване катастрофе. Илустрација показује да, у случају „ефекта уског грла“, варијабилност у популацији опада и пропорције алела су потпуно промењене.

Слика 18. Илустрација „ефекта уског грла“

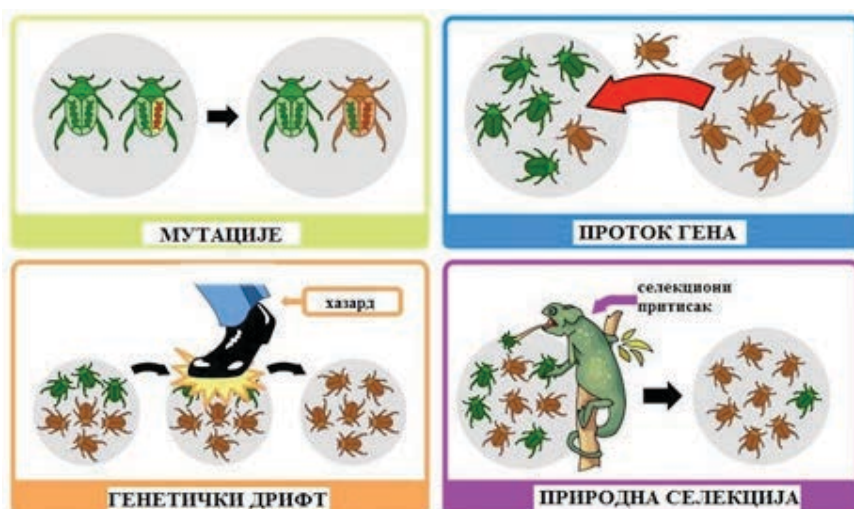


Инбридинг је, такође, карактеристичан за мале популације. Инбридинг означава укрштање у сродству. Екстремни пример инбридинга представља самооплодна, тј. укрштање на нивоу једне биљке. Међутим, инбридинг обухвата и појаве укрштања сродника, даљих сродника и чланова малих популација.

Последице инбридинга могу бити различите. Прва и јасно уочљива последица јесте униформност потомства и смањење степена варијабилности између индивидуа. Друга последица представља опадање виталности популације. Дивље, исконске популације имају висок степен хетерозиготности, али и садржај рецесивних гена, који нису штетљиви, јер у свакој наредној генерацији долази до укрштања са јединкама које не морају бити носиоци рецесивних гена, па тако и не долази до њихове експресије.

Приликом укрштања у сродству долази до акумулације рецесивних гена, јер је вероватноћа укрштања са јединком која је носилац рецесивног гена на истом локусу знатно повећана. Услед нагомилавања рецесивних гена долази и до слабљења виталности популације. Даљом последицом инбридинга сматра се смањена продукција семена код биљака. Штетни рецесивни гени могу довести до поремећаја у процесу стварања семена. Приликом самоопрашивања често долази до изостанка оплодне или ембрион бива одбачен (долази до одумирања) још у току ембрионалне фазе, што има за последицу стварање празног семена. Још једна последица инбридинга је и опадање адаптивне способности. Услед укрштања у сродству у оквиру популације не долази само до опадања виталности, већ и способности потомства за прилагођавање променљивим условима средине (ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ, МИЛОВАНОВИЋ 2010).

Слика 19. Графички приказ процеса/фактора који утичу на унутарврсну варијабилност

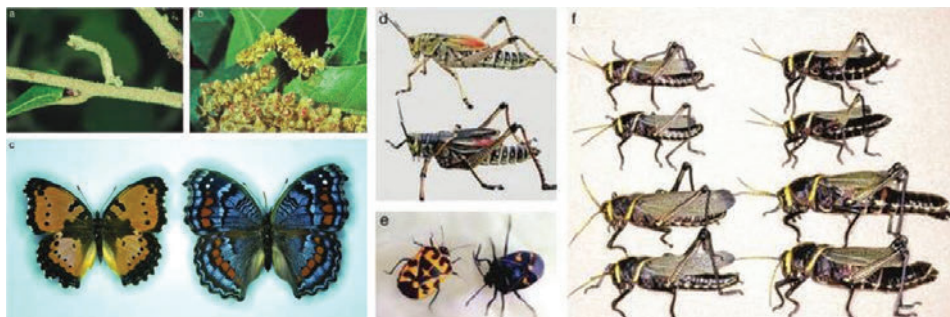


Узевши у обзир обиље наследне варијабилности у прилагођавању условима средине на свим нивоима (квалитативна и квантитативна, географска или унутарпопулациона), чувено питање HUTCHINSON-а (1959) о узроцима постојања толиког броја врста може се пренети на унутарврсни ниво: зашто је генетичка варијабилност толико изражена, како код неутралних, тако и код високо адаптабилних особина, као што су фенотипске карактеристике?

Постоје три могућа приступа при креирању одговора на ово питање (MÁTYÁS 2005): *историјско – еволутивни, генетички и еколошки*. Сва три су неопходна како би се на прави начин разумели процеси у популацијама и екосистемима. Према еколошкој интерпретацији, варијабилност између индивидуа једне врсте је последица хетерогености услова средине, како у простору, тако и у времену. То значи да на унутарврском нивоу постоји корелација генетичког диверзитета и еколошке хетерогености. Генетичко објашњење о постојећој варијабилности заснива се на симултаном одвијању, горе поменутих, различитих генетичких процеса: мутација, протока гена, природне селекције, генетичког дрефта, инбридинга. Генетички ефекти се, делимично, везују и за историјско-еволутивни приступ: за настајање и нестајање врсте, за повлачење у рефугијуме и миграције услед глацијације и отопљавања. У зависности од историјских, еколошких и генетичких околности, настали диверзитет може бити обиман.

Чланови популације ће се прилагођавати постојећим условима средине на различите начине. На нивоу генотипа, фенотипска пластичност (Слика 20) и ефекат преношења („*carryover effect*“) (JABLONKA *et al.* 1995), настали као последица промене услова средине, у простору и времену, пружају могућност преживљавања у широком опсегу услова средине без генетичких измена у класичном смислу (МИЛОВАНОВИЋ, ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ 2009).

Слика 20. Примери фенотипске пластичности (утицај исхране, влажности и светлости)



Термин фенотипска пластичност се често користи као синоним са нормом реакције, али фенотипска пластичност је шири појам од норме реакције, јер се односи на општи ефекат спољашње средине на испољавање особине (укључујући и одсуство одговора), док се норма реакције односи на специфичан облик односа између спољашње средине и фенотипа. Према BRADSHAW (1965), фенотипска пластичност је: „*ниво до ког средина модификује фенотип*“ или изражено на други начин „*фенотипска пластичност генотипа је његова амплитуда особине проучавана у најмање две различите средине*“.

Фенотипска пластичност представља способност неке особине да се током времена мења под утицајем различитих фактора спољашње средине; то је способност једног генотипа да у хетерогеним срединским условима формира алтернативне фенотипове (СТОЈКОВИЋ, ТУЦИЋ 2012; ЖИВКОВИЋ 2017). Дакле, пластичност се односи на конкретну особину, не на целокупни фенотип јединке. Један од примера фенотипске пластичности је и хетерофилија, описана и као један од примера факултативне модификационе варијабилности.

Ефекат преношења („*carryover effect*“) је присуство новонасталих фенотипова у више генерација, иако је спољашњи фактор, који је довео до њиховог настанка, престао да делује. Ово је један облик пластичности, али знатно дугорочнији, јер нови фенотипови опстају кроз више генерација. Новонастали фенотипови се могу категорисати у феногрупе, које су сачињене од јединки са једном или више заједничких особина (које су настале у прошлости услед деловања неког фактора средине, који у садашњости није активан, али је особина остала). Биљке из различитих крајева које се засаде у оквиру једне експерименталне плантаже настављају да испољавају различитости које су последица деловања еколошких фактора на њиховом станишту. Код ефекта преношења не постоји доказана генетичка детерминација особине која се испољава у фенотипу.

ЗАНИМЉИВОСТИ О ЕФЕКТУ ПРЕНОШЕЊА из светског бестселера „Сени заборављених предака“, аутора Карла Сегана и Ен Драјан

Павијани, шимпанзе и резус мајмуни деле страх од змија. Када изложите резус мајмуне змијама и предметима налик на змије, они искоче из коже. Поновите тај експеримент са резус мајмунима одгајеним у лабораторији, који никада нису видели змију и, иако се неки од њих плаше видећете да су много мање узнемирени. У једном експерименту, фобија од змија готово је обуздана када је шимпанзи, сваки пут кад види змију, била понуђена банана. Зар отуд не произилази да страх од змија није наследан, већ га бебе уче од мајки? Или је урођени страх ублажен код лабораторијских мајмуна зато што су се навикли на безопасне змијолике предмете-гумена црева, на пример? О чему се ради: наслеђу или околини? Да ли је знање о изгледу змије и о томе да она не мисли добро приматима забележено у ДНК? Или бебе примати само пажљиво посматрају одрасле и опонашају њихове поступке?

Одговор је готово сигурно комбинација и једног и другог. Изгледа да постоји програм одбојности према змијама у мозгу примата. Али он није затворен за нове информације из спољног света. Програм је отворен и може се изменити искуством – на пример:

„Видео сам многе змије у животу и нису ми наудиле, па могу мало и да се опустим када су у близини“; или: „Кад год видим змију, неким чудом се појави банана; значи, змије имају и добре стране.“ Већина програма код примата отворена је, прилагодљива, савитљива, подесива према новим околностима – и отуд нужно учествује у амбиваленцији, сложености и недоследности.

Сви описани процеси/фактори утичу на повећање или смањење унутарврсне варијабилности. Процена степена унутарврсне/интраспецијске варијабилности се може вршити методама класичне и молекуларне генетике, што ће детаљније бити објашњено у наставку.

4.3. КАКО ОДРЕДИТИ СТЕПЕН УНУТАРВРСНЕ ВАРИЈАБИЛНОСТИ?

Познавање степена унутарврсне/интраспецијске варијабилности представља основу за процесе оплемењивања врста које нису угрожене и конзервације угрожених врста (што је превасходна тематика овог предмета и уџбеника). Ови циљеви могу бити остварени само уколико су извршене адекватне процене.

Унутарврсна варијабилност се може процењивати на два нивоа:

- унутар једне популације врсте, када се процењује степен варијабилности између њених јединки (унутар популациона варијабилност); и
- између различитих популација врсте, када се пореди степен варијабилности двеју популација (међу популациона варијабилност).

Постоји и процена степена варијабилности између различитих врста (најчешће сродних) и назива се међуврсна варијабилност (WHITE *et al.* 2007). Истраживања на овом нивоу се, најчешће, примењују када се сматра да су неке јединке међуврсни хибриди (настали укрштањем јединки различитих сродних врста). Пример оваквих истраживања је утврђивање генетичке компоненте појављивања различитих феногрупа Панчићеве оморике (*Picea omorika* Panč./Purk.), које су конзервиране у оквиру семенске плантаже у селу Годовик код Пожеге (МИЛОВАНОВИЋ 2007). Феногрупа „А“, дефинисана као варијетет „*borealis*“, чије индивидуе показују велику сличност са смрчком (*Picea abies* L. Karst.) (широка крошња, дуге гране), налази се на највећој генетичкој удаљености од осталих посматраних феногрупа, што може указати на њену већу генетичку блискост са смрчком, у односу на друге феногрупе (нарочито на феногрупу „Ц“, која представља типичан хабитус оморике: велика висина, уска пирамидална крошња и кратке гране) (Слика 21).

Слика 21. Феногрупе „А“ и „Ц“ Панчићеве оморике



Узевши у обзир високу способност оморике за интерврсну хибридизацију са врстама рода *Picea* (ROULUND 1971; ВИДАКОВИЋ 1970), као и чињеницу да се оморика најчешће јавља у мешовитим састојинама са смрчком, може се претпоставити да индивидуе феногрупе „А“ представљају међуврсне/ интерврсне хибриде смрче и оморике.

Унутарврсна варијабилност се може процењивати у оквиру две категорије (ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ, МИЛОВАНОВИЋ 2010):

- категорија адаптивне варијабилности: варијабилност фенотипских/ спољашњих особина јединке, које настају услед интеракције генотипа и средине;
- категорија неутралне варијабилности: варијабилност генетичких информација на молекуларном нивоу, које не подлежу утицају фактора спољашње средине.

За процену унутарврсне варијабилности користе се различити маркери. Дефиниције маркера разликују се у различитим областима науке, али се све свде на то да маркери означавају („маркирају“) неку специфичност, тако да је на основу њих могуће извршити идентификацију генотипа или утврдити разлику између генотипова (ПРОДАНОВИЋ *et al.* 2017).

Под термином генетички маркери подразумева се јасно уочљива фенотипска особина, која је условљена (детерминисана) одређеном генетичком структуром. Такође, може се дефинисати као ген чија се фенотипска експресија лако примећује (ИСАЈЕВ, ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ 2011).

У зависности од категорије у оквиру које се врши процена варијабилности, генетички маркери се могу, такође, поделити у две групе:

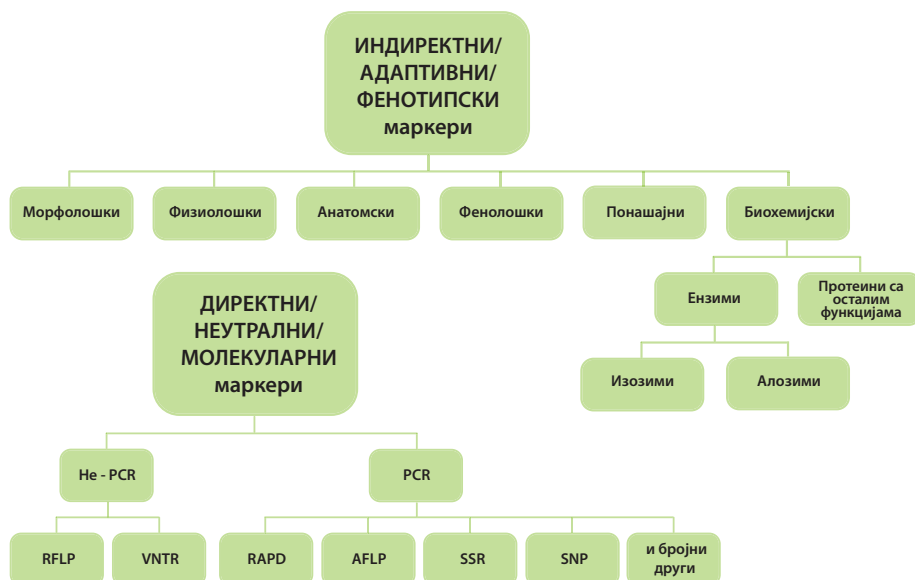
- адаптивни генетички маркери: било која фенотипска особина која се може користити за идентификацију и диференцијацију генотипова, а подлеже утицају фактора спољашње средине (морфолошки, физиолошки, анатомски, биохемијски маркери);
- неутрални генетички маркери: гени или сегменти ДНК познате локације на хромозому или у другим органелама, који се могу користити за идентификацију и диференцијацију генотипова, а не подлеже утицају фактора спољашње средине (молекуларни маркери).

У зависности од аутора, у литератури се могу наћи друге различите класификације маркера, који се користе за процену унутарврсне варијабилности. Према фенотипској експресији и ефекту самих маркера, већина аутора их сврстава у три или четири основне групе: морфолошко-анатомски, биохемијско-физиолошки и молекуларни маркери (ИСАЈЕВ, ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ 2011; WHITE *et al.* 2007; BALLIAN, КАЈВА 2011; МАТАРУГА *et al.* 2013).

Све ове поделе генетичких маркера заснивају се на различитим нивоима детекције генетичке варијабилности, која се може посматрати индиректно или директно. Стога, НОНИЋ и ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ (2021) предлажу поделу маркера у две основне групе: индиректне и директне. Помоћу индиректних маркера посматра се варијабилност која се уочава на нивоу фенотипа и која настаје као последица интеракције самог генотипа и фактора спољашње средине (адаптивни генетички маркери). За разлику од индиректних маркера, директни маркери осликавају варијабилност која је под директном генетичком контролом, без утицаја фактора спољашње средине (неутрални генетички маркери)(Слика 22).

Индиректни (адаптивни) маркери представљају различите морфолошке-фенотипске, физиолошке, анатомске, биохемијске или понашајне особине једног организма, по којима се он може препознати међу другим организмима (ПРОДАНОВИЋ *et al.* 2017). Ови маркери се лако уочавају, економични су и за њихову примену није потребан посебно обучен кадар, нити софистицирана опрема. Недостатак наведених маркера је у утицају спољашње средине на испољавање фенотипских особина, што се може ублажити повећањем узорака који се анализирају. Тачност и објективност мерења постиже се дефинисањем јасне методологије и коришћењем различитих софтверских пакета у анализи резултата.

Слика 22. Подела генетичких маркера



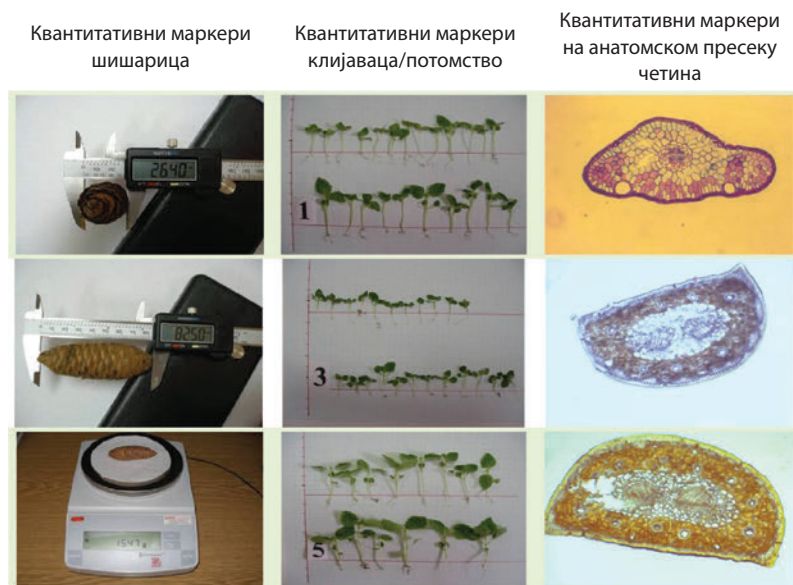
У зависности од тога које фенотипске особине су предмет истраживања (раније дефинисане, квантитативне или квалитативне особине), индиректни (адаптивни) маркери могу бити квантитативни (Слика 23) и квалитативни маркери (Слика 24).

Подсетимо се да експресија квантитативних особина у великој мери зависи од спољашњих фактора, што треба имати у виду када се они користе као индиректни маркери. Процену варијабилности применом квантитативних индиректних маркера најсигурније је обављати на нивоу огледа, који се оснивају у уједначеним условима средине (фитотрони, стакленици, расадници, ограђена ловишта и слично).

Обрада резултата анализе варијабилности на основу квантитативних маркера врши се помоћу статистичких метода у посебно дизајнираним софтверима, као што су, на пример, *Statgraphics Centurion XVI.II software* (StatPoint Technologies, Inc.) или *Statistica*. Резултати примењених анализа указују на постојећи степен различитости анализираних особина.

Подсетимо се да се квалитативне особине не могу измерити, нити исказати бројевима. Овакве особине исказују се речима, тј. описно. Квалитативне особине су мање подложне утицају фактора спољашње средине, па су погодније као индиректни (адаптивни) маркери (ПРОДАНОВИЋ *et al.* 2017).

Слика 23. Примена квантитативних индиректних (адаптивних) маркера за процену унутарврсне варијабилности (морфолошки (родитељи и потомство) и анатомски)



У квалитативне индиректне маркере спадају и биохемијски/протеински маркери, које можемо поделити на ензиме и протеине са осталим функцијама. Сетимо се Милеровог открића вештачких мутација, на основу ког су Бидл и Тејтум дефинисали један од основних постулата генетике „Један ген – један ензим“. Мутације стварају генетичку варијабилност на ДНК нивоу, а пошто гени одређују протеине, варијабилност ће се пренети и на ниво протеина. Услед мутација, нека аминокиселина у протеинском ланцу може бити замењена. Тај сегмент протеинског ланца се користи као протеински маркер.

Ензими су активни протеини, биокатализатори и имају улогу да регулишу биохемијске реакције организма (да их убрзају). Разликујемо изоензиме/изозиме и алоензиме/алозиме. Изозиме кодирају гени смештени на различитим локусима (позицијама), те они имају различите секвенце аминокиселина, али каталишу исту хемијску реакцију. То су различите (алтернативне) форме истог ензима, које служе за фино подешавање метаболизма. Алозиме кодирају различити алели једног истог гена на истом локусу, па су разлике у структури аминокиселина између алозима мале.

Протеини са осталим функцијама могу бити градивни, складишни, транспортни, хормони и не спадају у активне протеине. Примери протеина са осталим функцијама су протеини у семену биљака, а колаген, инсулин, хемоглобин и слично код животиња и човека.

Слика 24. Примена квалитативних индиректних (адаптивних) маркера за процену унутарврсне варијабилности (морфолошки и биохемијски)



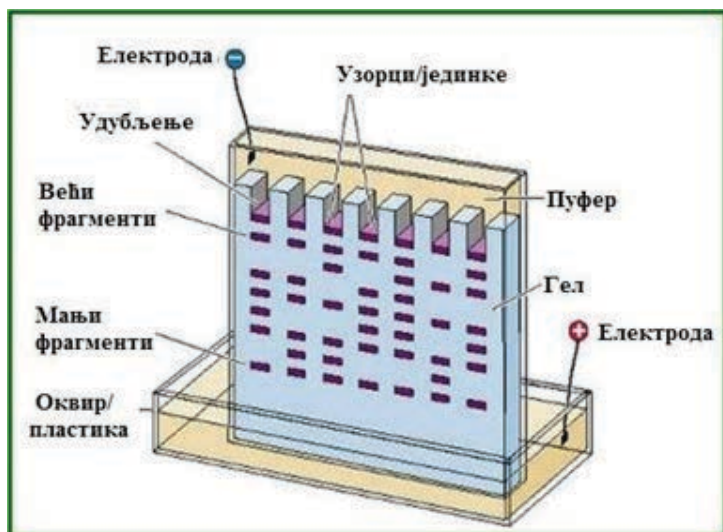
Протеини су ефикасни маркери и једноставни за коришћење. Један од основних недостатака примене биохемијских/протеинских маркера је у томе што се њима може детектовати око 30% генетичке варијабилности (BALLIAN, KAJBA 2011). Примена изoenзима ограничена је бројем ензим-локуса (који је мали) и чињеницом да указују једино на варијабилност протеин-кодирајућих гена.

Како је наведено, услед мутација на ДНК нивоу, може доћи до замена неких аминокиселина у протеину, па тако настају молекули различитих величина. Ова чињеница се користи за процес електрофорезе, а назив у дословном преводу значи „пренети помоћу струје“. Електрофореза је техника за раздвајање пуњивих молекула протеина (касније ће бити поменути и код ДНК маркера) у електричном пољу на гелу као носачу (Слика 25). Услед замене аминокиселина, молекули протеина се пуне електричном струјом различитом брзином и прелазе различите дистанце на гелу (најједноставнији гел се прави од скроба и подсећа на желе колач по својој структури). Миграциона дистанца зависи од електричног пуњења и величине молекула протеина. На гелу су положаји пуњивих молекула видљиви као траке/цртице. Уколико су цртице постављене у истој равни, то је показатељ да не постоји варијабилност међу јединкама за посматрани протеински маркер. Уколико су цртице на гелу постављене на различитим раздаљинама и могу се груписати на основу тога, то је показатељ да постоји варијабилност међу јединкама за посматрани протеински маркер. Цртице које су прешле упадљиво малу или велику раздаљину се одбацују као екстрими, како те јединке не би утицале на валидност процене. По завршетку електрофорезе, мора се извршити бојење гелова, како би траке/цртице постале видљиве. Код неких изозима, читавање се мора вршити под ултраљубичастим светлом, јер трачице другачије нису видљиве ни након бојења.



Уочите на Слици 24 да ли постоји варијабилност међу јединкама за посматране протеине на геловима, након електрофорезе

Слика 25. Шематски приказ електрофорезе (пуфер одржава константну pH вредност)



Сходно томе, изоензимска анализа обухвата више фаза: изолацију изоензима, сепарацију/раздвајање електрофорезом, визуелизацију фрагмената (бојење у растворима) и интерпретацију добијених резултата (очитавање). Слика 26 приказује пример једног процеса изоензимске анализе у циљу утврђивања степена варијабилности између различитих феногрупа Панчићеве оморике из, већ поменуте, семенске плантаже у селу Годовик код Пожеге. Истраживање је рађено у Генетичкој лабораторији Катедре за фитологију Шумарског факултета Техничког универзитета у Зволени, Република Словачка (МИЛОВАНОВИЋ 2007).

Истраживање генетичке структуре Панчићеве оморице применом изоензима (МИЛОВАНОВИЋ 2007)

Гранчице оморице са дормантним (зимским) пупољцима сакупљене су у свежем стању. До момента анализе, складиштене су на температури испод 0°C. Анализом је обухваћено 12 изоензимских система: *Per*, *Gdh*, *Pgm*, *Sdh*, *Got*, *Ndh*, *Mdh*, *Fest*, *Dia*, *Pgi*, *Idh* и *Lap*, а сама анализа одвијала се у неколико фаза: изолација, сепарација електрофорезом, визуелизација фрагмената и тумачење резултата. Потребна запремина изоензима изолована је из меристемског ткива, које је најпре, помоћу скалпела, одстрањено из дормантних пупољака оморице. У специјалну носећу плочу са удубљењима, за сваки узорак је постављена мала количина поливинилпиролидина (PVP) и 130 µl екстракционог Романовог пуфера. У екстракциони пуфер, непосредно пред употребу, додато је 250 µl меркаптоетанола, уз обавезно коришћење специјалних заштитних рукавица због канцерогеног дејства овог једињења. У овако припремљену плочу постављено је, претходно изоловано, меристемско ткиво пупољака. Пластичним тучком извршено је уситњавање меристемског ткива и хомогенизовање, до добијања уједначене масе бледозелене боје. У свако удубљење, у коме се налазио узорак, у хомогену смесу постављене су и натопљене три трачице од филтер папира (дужине 0.90 cm и ширине 0.50 cm), које су остављене 10 – 15 минута, како би апсорбовале протеине из уситњеног биљног ткива.

Сепарација изоензима обављена је у електричном пољу на скробном гелу као медијуму. Позиционирање „траке“, односно раздаљина коју протеин пређе у контролисаном електричном пољу, зависи од електричног набоја молекула. Хоризонтална електрофореза обављена је на три различита гела. Гел *Tris – citrate* 0.135 M pH 7.0 употребљен је као медијум при електрофорези изоензимских система *Mdh*, *Idh*, *Pgm* и *Sdh*, гел *Ashton and Braden* за анализу изоензима *Fest*, *Pgi* и *Dia* и *Ndh*, док је гел *Poulik* коришћен за електрофорезу *Got*, *Per*, *Gdh* и *Lap*. Сваки гел, поред осталих састојака, садржи специфичан електропуфер и 24g скроба, који обезбеђује добру структуру гела. У сва три гела постављена је по једна филтер-папир трачица из сваког узорка, тако да су сви генотипови били заступљени на свим геловима. На ивици гела, са обе стране, постављена је по једна трачица натопљена маркер-плавом бојом, како би се омогућило праћење тока електрофоретског процеса. Гелови са трачицама постављени су у уређај за електрофорезу и покренути на 15 минута. Сваки гел покренут је различитом јачином и напоном електричне струје. Након тог периода, проток струје је заустављен, трачице извађене и гелови поново покренути до завршетка сепарације, у трајању 4-5 сати. По завршетку електрофоретског процеса извршено је бојење гелова, у циљу визуелизације фрагмената. Сваки гел пресечен је, помоћу жице, на пет танких слојева, горњи слој је одбачен, а преостала четири постављена у различите растворе за бојење. Сваки раствор, поред осталих састојака, садржи и специјални пуфер за бојење. *Per* и *Fest* изоензимски системи остављени су у раствору за бојење на собној температури, док су остали постављени у термостат на 37°C у трајању од 20 минута. Након бојења извршено је читавање гелова, које је обухватило утврђивање: кватернерне структуре ензима, броја генских локуса, броја алела и, на основу тога, означавање генотипа карактеристичним симболима.

Слика 26. Пример процеса процене унутарврсне варијабилности применом изоензима



Директни (неутрални) маркери обезбеђују мерење генетичке варијабилности на нивоу молекула, па се називају и **молекуларни маркери**. Ови маркери, као и индиректни, могу показати специфичност једног генотипа и/или диференцијацију/разлике између генотипова једне популације или целе врсте.

Сетимо се Ридлијевих речи да када се гени репликују, понекад се догоде грешке у ланцу ДНК. Те грешке су мутације, а могу настати услед изостављања неке базе, дуплирања или изостављања неких сегмената и свих других разлога описаних везано за Слика 16. Без мутација не би било еволуције, али има и оних мутација које нису ни штетне ни корисне, немају биолошку функцију, али је човек схватио да могу бити веома добри показатељи/маркери унутарврсне варијабилности. Управо те мутације, које немају биолошку функцију, а изазвале су специфичну промену на сегменту ланца ДНК, која се лако може идентификовати, се користе као молекуларни маркери.

Како би један мутирани фрагмент ДНК могао да нађе примену као генетички маркер, неопходно је да буде **полиморфан** (да поседује варијабилност на локусу), јер у супротном неће показати диференцијацију/разлике између индивидуа. Поред овог основног захтева, молекуларни маркер се бира и на основу неких практичних услова, као што су: тежина детектовања у изолованој ДНК (доступност), степен варијабилности (ниво полиморфизма),

могућност вишеструке примене (репродуктивност), потребе за савременом лабораторијском опремом (технички услови) и финансијска захтевност (трошкови примене).

Веома је важна и чињеница да ли је молекуларни маркер, односно посматрани фрагмент ДНК, кододоминантан или доминантан. Кододоминантни маркер је онај код кога су оба алела изражена, па се хетерозиготне јединке разликују од хомозиготних ($Aa \neq AA$). Доминантни маркер је онај који показује доминантно наслеђивање, па се доминантни хомозиготи не разликују од хетерозигота ($Aa = AA$). У зависности од (ко)доминантности маркера прилагођавају се и технике молекуларног маркирања у лабораторији. Имајући све ово у виду, најважнији корак код процене унутарврсне варијабилности применом молекуларних маркера је правилан одабир маркера (и лабораторијске технике) за посматрану врсту и одговоре на питања која нас интересују (шта је циљ молекуларног маркирања)(GILLET 1999; ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ, МИЛОВАНОВИЋ 2010).

Молекуларна генетика и технологија која је прати се развијају, скоро, истим интензитетом као компјутерска индустрија и производња мобилних телефона. Примена молекуларних маркера је почела осамдесетих година прошлог века, а од тада је развијен веома велики број различитих маркера и техника за њихову процену.

Директни (неутрални, молекуларни) маркери се могу поделити у две основне групе: 1) традиционални маркери ДНК хибридизације (не-PCR маркери) и 2) савремени маркери амплификације/умножавања ДНК (PCR маркери). Основна разлика између ове две групе маркера је у количини ДНК, која је потребна за лабораторијски рад. Прва група маркера захтева мале количине ДНК, док је за примену друге групе маркера потребна значајно већа количина ДНК, од оне која се може изоловати из ћелије организма. Из тих разлога, потребно је умножити количину ДНК, која се добије изолацијом из ћелије, а за те потребе се примењује тзв. ланчана реакција полимеразе (*Polymerase Chain Reaction – PCR*).

Пре објашњења PCR – а и савремених техника у којима се она примењује, потребно је објаснити прве кораке у сваком процесу молекуларног маркирања, а то је прикупљање и чување узорака (биљних или животињских организама) и изолација ДНК из узоркованог биолошког материјала.

Биолошки материјал за изолацију ДНК и процену унутарврсне варијабилности биљака може бити у виду пупољака, листова, четина, семена, полена, али и других делова биљног ткива. Код животињских врста, ДНК се може изоловати на деструктиван или недеструктиван начин.

Деструктиван начин подразумева лишавање живота јединке ради узорковања (што се избегава, већ се активности узорковања усклађују са редовним ловним и риболовним активностима), док недеструктивно узорковање не повређује и не угрожава живот јединке. Недеструктивно се ДНК животиња може добити из пера, длаке, нокта, рогова, али и из узорака крви и малих делова ткива (уколико се животиња омамљује/успављује). Број узорака једне врсте мора бити такав да адекватно репрезентује варијабилност унутар или између популација, па постоје смернице за узорковање генетичког диверзитета за различите врсте од интереса. Такође, број узорака зависи и од одабраног маркера, односно од циља истраживања варијабилности.

Изолација ДНК је значајно лакша и добија се бољи квалитет када је ткиво свеже, али није немогуће изоловати ДНК и из старих материјала, попут хербаријума и трофеја (само је ДНК теже читљива). Квантитет/количина ДНК је данас мање важна (због постојања PCR маркера), па се може изоловати и из једне једине ћелије, али је веома важно адекватно сачувати узорке до лабораторијске анализе.

Сачувати узорке адекватно значи спречити/инхибирати активности ензима, који разграђују/„изједају“ ДНК. То се може постићи дехидратацијом/ смањењем садржаја влаге или замрзавањем/складиштењем на ниским температурама. Најједноставнији вид дехидратације јесте сушење, а у те сврхе (углавном за биљни материјал) се често користи силикагел, који представља аморфни, порозни силицијум диоксид (SiO_2) са високом способношћу да апсорбује влагу (обично га можете пронаћи у кутији са новим ципелама или било којим делом гардеробе направљеним од коже). Поред сушења, за дехидратацију се може користити алкохол и високослане концентрације. Чување узорака на ниским температурама зависи од тога колико дуго их желимо чувати на тај начин. Уколико је у питању краткорочно складиштење (1-2 дана) до изолације ДНК, онда се узорци могу сачувати на температури до $+4^\circ\text{C}$ (у фрижидеру), а уколико се изолација не планира у скорије време, узорке треба ускладиштити на температури до -20°C (у замрзивачу). Постоји и опција дугорочног складиштења биолошког материјала на изузетно ниским температурама (банке семена, полена, ткива), али то већ представља једну од метода конзервације, па ће бити објашњено у Поглављу 5, у коме се описује процес израде конзервационе стратегије једне угрожене врсте.

Адекватно прикупљени и сачувани узорци представљају полазни материјал за изолацију ДНК. Да бисмо разумели процес изолације, морамо знати где можемо пронаћи ДНК у биљној и животињској ћелији (Слика 27).

Слика 27. ДНК у биљној и животињској ћелији



ДНК се у свим ћелијама може пронаћи у једру, односно у хромозомима који се налазе у једру, и та ДНК садржи генетичке информације које се наслеђују бипарентално (од оба родитеља). Осим у једру, ДНК се налази и у митохондријама, а генетичке информације које садржи митохондријална ДНК се наслеђују искључиво од женског родитеља (мајке). У биљној ћелији, ДНК је присутна и у хлоропластима и, такође, је матерински наследљива код већине биљних врста. Изузетак су четинарске врсте дрвећа (бор, јела, смрча, Панчићева оморика и друге) код којих се хлоропластна ДНК наслеђује патернално, односно преко мушког родитеља (оца). У зависности од циља истраживања унутарврсне варијабилности, врши се анализа фрагмената ДНК из неке од ових органела, па директни маркери могу бити једарни, митохондријални и хлоропластни. Међутим, из ћелије се изолује укупна геномска ДНК (из свих делова ћелије у којима је присутна), а применом одговарајућег маркера се усмерава даља анализа на једарну, митохондријалну или хлоропластну ДНК.



Подсетити се
материје из
предмета
Биологија
са екологијом

О ИЗУЗЕЦИМА који потврђују правило

„Геном: Аутобиографија врсте у 23 поглавља“, аутора Мета Ридлија

Сва правила имају изузетке. Не налазе се сви гени на хромозомима; неколико њих смештено је унутар грудвица које се зову митохондрије, и тамо су још од времена када су митохондрије постојале као слободне бактерије. Нису сви гени сачињени од ДНК: неки вируси користе РНК уместо ДНК. Нису сви гени рецепти за протеине. Неки се преписују у РНК, али се не преводе у протеин; те РНК иду директно на посао, било као део рибозома или као транспортна РНК. Нису све реакције катализоване протеинима; неке катализује РНК. Не потиче сваки протеин са једног гена; неки се праве са неколико рецепата. Не кодира сваки од трословних кодона аминокиселину; три од њих означавају СТОП команду. И коначно, сва ДНК не чини гене. Већина ДНК је у гомили поновљених или насумичних секвенци које се ретко или никада не транскрибују: та ДНК је такозвани отпад.

Укупна геномска ДНК се данас изолује помоћу готових комерцијалних китова (на пример, „*DNeasy Plant Mini Kit*“, „*Invisorb Spin Plant Mini Kit*“ и многи други), за које се примењује одговарајући протокол у лабораторији. Квалитет изоловане ДНК зависи од правилног избора кита, а након тога је процес значајно олакшан у односу на период почетка примене молекуларног маркирања. Међутим, важно је разумети шта се дешава у процесу изолације ДНК и од којих корака се састоји (Слика 28), како би се могле предупредити све грешке које могу умањити квалитет „убране“ ДНК.

Како би ДНК постала доступна потребно је, пре свега, разградити ћелију и отворити пут до једра, митохондрија и хлоропласта. Разградња ћелије се може вршити:

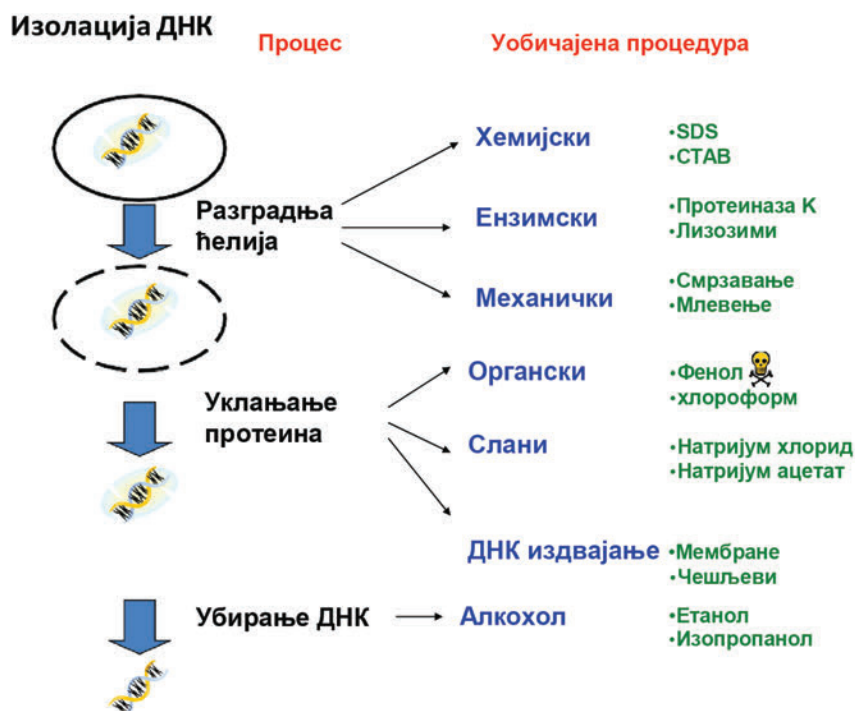
- хемијски (применом различитих агенаса: SDS, CTAB);
- ензимски (сетимо се циља правилног чувања узорака, а то је инхибирање ензима који „изједају“ ДНК; сада се та појава користи у супротном смислу, додају се ензими који разграђују ћелију: протеиназа К, лизозими);
- механички (на пример, нагло смрзавање или млевење, у циљу разарања ћелијске мембране и ћелијског зида (код биљних ћелија)).

Након разградње ћелије, веома је важно брзо и ефикасно уклонити протеине из ћелије (због поменутог „изједања“ ДНК), а то се може радити:

- органски (помоћу фенола или хлороформа, што није препоручљиво, јер није безбедно);
- сланим растворима (натријум хлорид или натријум ацетат);
- механички/издвајањем (применом мембрана и чешљева за хватање).

Последњи корак је убирање чисте ДНК, што се постиже додавањем алкохола, на пример, етанола или изопропанола.

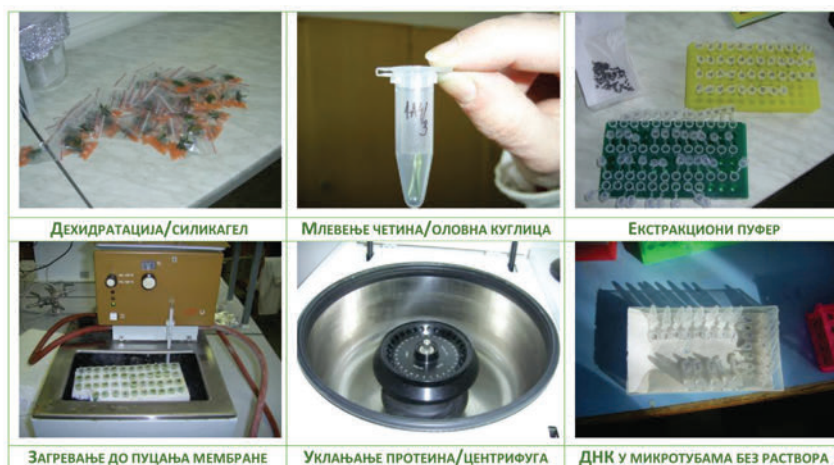
Слика 28. Шематски приказ процеса изолације ДНК из ћелије



Слика 29 представља процес изолације укупне геномске ДНК из четина Панчићеве оморице (МИЛОВАНОВИЋ 2007). За изолацију је коришћено 10 – 20 грама (приближно три четине оморице) апсолутно сувог биљног ткива. Након сушења у маркираним кесицама, у присуству силикагела, четине су постављене у микротубе, у сваку од њих стављена је једна оловна куглица за ситњење и извршено је млевање биљног ткива помоћу миксера (брзином од 30 обртаја у секунди), у трајању од 4 минута.

По завршетку млевења, уколико је констатовано да је ткиво адекватно уситњено, из сваке микротубе уклоњена је куглица за млевење и додато, помоћу пипете, 1000 μl 2 x СТАВ екстракционог пуфера, који је непосредно пре употребе допуњен са 200 μl β – меркаптоетанола. Аутоклавовање екстракционог пуфера мора бити обављено без β – меркаптоетанола, те се он касније додаје. Улога саставних компонената екстракционог пуфера је спречавање деградације ДНК деловањем природних ензима и секундарних метаболита. Приликом додавања екстракционог пуфера строго је обраћана пажња на спречавање контаминације ДНК, тј. уколико би дошло до додиривања микротубе врхом пипете, он је одмах замењен новим. Микротубе са уситњеним биљним материјалом и екстракционим пуфером мешане су на минимиксеру све док ткиво није у потпуности било одлепљено са дна, тј. док се није равномерно измешало са пуфером. Тако припремљене микротубе постављене су у водено купатило на 65°C у трајању од 30 минута. Након загревања у воденом купатилу микротубе су остављене да се охладе до собне температуре. Овај корак је веома битан, јер се на тај начин уклања ризик од настанка бурне реакције („експлозије“) мешавине у даљем процесу.

Слика 29. Пример процеса изолације укупне геномске ДНК из четина



Загревањем у воденом купатилу постигнуто је пуцање ћелијске мембране и стварање комплекса између компонената екстракционог пуфера и нуклеинских киселина.

Након хлађења, у микротубе је унет влажни (wet) хлороформ и извршено је мешање целокупног садржаја лаганим протресањем, како не би дошло до раздвајања ДНК ланаца. Тако припремљене микротубе постављене су у центрифугу (при брзини од 15 000 rpm и температури од 17°C) у трајању од 3 минута. Сврха овог корака је уклањање протеина и угљених хидрата. По завршетку центрифугирања јасно се може уочити горњи, воденасти, бистри и незамућени слој, чија боја варира од светле до тамно жуте. Уколико је горњи слој поседовао жељене карактеристике, помоћу пипете вршено је његово премештање у празне, маркиране микротубе, при чему је врх пипете мењан код сваког узорка, како не би дошло до контаминације ДНК. У нове микротубе са узорком ДНК додато је 600 μ l изопропанола (охлађеног до -20°C), извршено је лагано мешање и узорци су остављени на собној температури у трајању од 30 до 60 минута. Након тог периода извршено је центрифугирање од 3 минута (при брзини од 15 000 rpm и температури од 17°C). Сврха ове фазе је снижавање концентрације соли у екстракционом пуферу. Додат је 1 ml пуфера за испирање (wash buffer) у сваку микротубу, извршено жустро и брзо мешање, како би се ДНК одлепила са дна и микротубе су остављене на собној температури најмање 60 минута (максимално 16 сати). Препоручује се дуже задржавање изолата у пуферу за испирање, како би остаци екстракционог пуфера били што боље уклоњени, јер у супротном ДНК неће мигрирати кроз агарозни гел, нити ће бити успешно умножена PCR реакцијом. Пуфер за испирање, практично, раскида везу између СТАВ компоненте екстракционог пуфера и нуклеинских киселина, која је оформљена у кораку загревања у воденом купатилу. Након периода испирања у пуферу, извршено је још једно центрифугирање у трајању од 3 минута. Раствор је пажљиво одстрањен, јер је ДНК сада већ знатно покретљивија и постоји већа опасност од њеног испадања приликом изливања, микротубе су остављене да се оcede пар минута, а затим смештене у термостат на сушење, при температури од 37°C, у трајању од 30 минута. У микротубе са осушеним изолатом додато је 100 μ l ТЕ пуфера и остављене су преко ноћи у лабораторији. Сутрадан су микротубе са изолованом ДНК смештене у фрижидер на +4°C, што је препоручена температура за складиштење изолата на краћи период. Наредни корак, након центрифугирања када је ДНК већ видљива, био је одстрањивање (пипетом или изливањем) супернатанта, уз задржавање залепљене ДНК на дну микротубе (подсећа на провидну налепницу пречника око 2 mm).



Детаљан опис конкретног процеса изолације укупне геномске ДНК из четина Панчићеве оморике је дат информативно и не представља обавезно градиво за испит

Како је наведено у горњем примеру, изолована ДНК се може краткотрајно чувати у фрижидеру на $+4^{\circ}\text{C}$, што је најчешћи случај, јер се анализе врше убрзо након изолације. Уколико то није могуће, изоловану ДНК треба сместити у замрзивач (на -20°C), а за потребе дугорочног складиштења (као и код узорака/биолошког материјала) користи се дубоко замрзавање (што опет спада у методу конзервације, познату као банка ДНК или банка гена и биће касније објашњено).

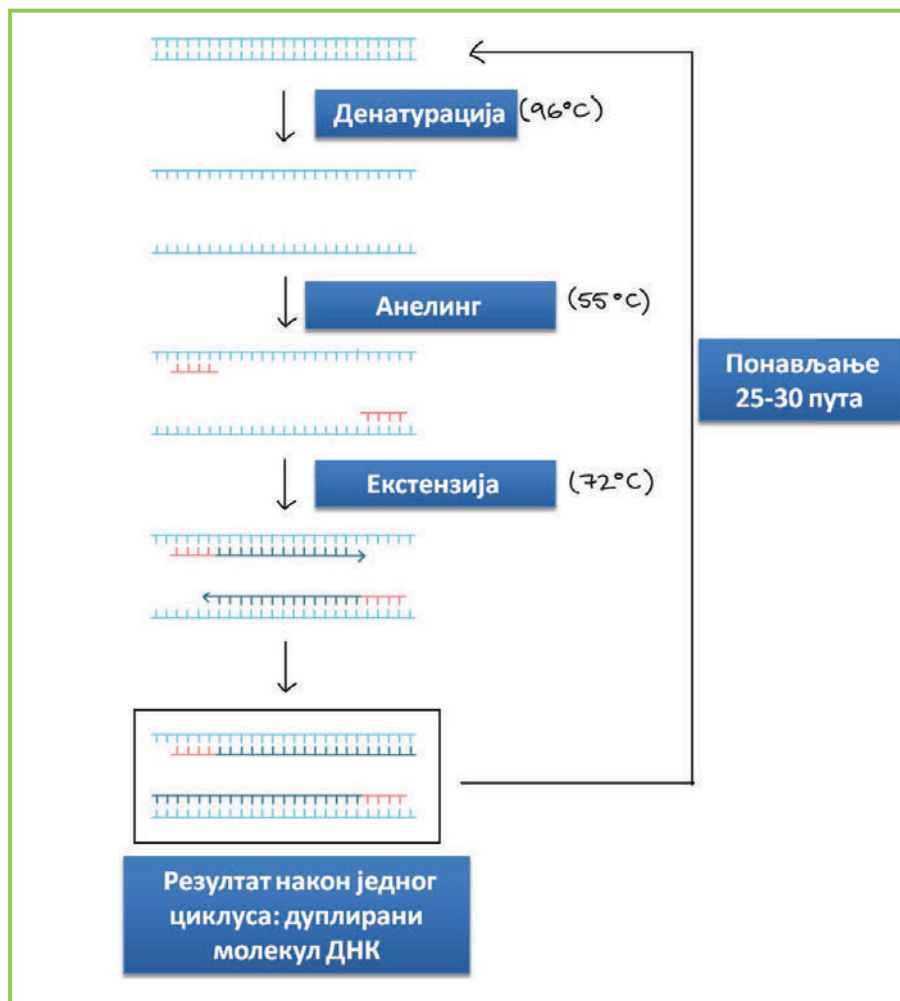
Када је ДНК изолована, може се прећи на анализу унутарврсне варијабилности применом одабраног директног маркера и лабораторијске технике. Традиционални не-PCR маркери се примењују директно на изоловану ДНК без повећања њене количине. Један такав не-PCR маркер је RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorphism*), који се заснива на пресецању ланца ДНК помоћу рестрикционог ензима, при чему се добијају исечци различите дужине и електричног пуњења. Када се узорци пуне на, раније објашњену, електрофореу, појавиће се траке/цртице са различитим позицијама на гелу.

Савремену групу молекуларних маркера чине PCR маркери, за чију примену је неопходно умножавање количине изоловане укупне геномске ДНК, како би се добио што већи број понављања таргетираног фрагмента/циљаног региона. Већа количина ДНК омогућава знатно лакшу манипулацију у лабораторији и даје бољи квалитет резултата анализе унутарврсне варијабилности. Поменуто је да се умножавање изоловане ДНК врши применом PCR-а, односно ланчане реакције полимеразе.

Године 1985., Кери Мулис (*Kary Mullis*) је развио процес, познат као PCR, помоћу кога се мала количина ДНК може умножити до великих количина за веома кратко време. Умножавање сегмената ДНК врши се имитацијом природног процеса репликације ДНК, у коме се од једног молекула добијају два нова. На овај начин, ДНК сегменти се могу умножити до милион, па и милијарду пута! За проналазак PCR-а, Мулис је 1993. године добио Нобелову награду за хемију.

Један циклус ланчане реакције полимеразе се одвија у три основна корака: денатурација/раздвајање, анелинг/хибридизација и екстензија/продужавање (Слика 30).

Слика 30. Основни кораци ланчане реакције полимеразе (PCR)



Корак денатурације подразумева расплитање и раздвајање ланца ДНК (познато је да је ДНК двоструки хеликс). То се постиже загревањем реакције на 94 до 96°C, а овај корак траје свега 30 секунди до 1 минут.

У другом кораку анелинга врши се хлађење реакције на 55 до 65°C у трајању од 30 секунди до неколико минута, што омогућава везивање прајмера за комплементарни крај појединачних (раздвојених) ланаца. Прајмер је кратка секвенца нуклеотида (обично их има око 20) која обезбеђује почетну тачку за синтезу ДНК (имитирајући природни процес репликације ДНК). У реакцији се користе два прајмера и сваки се везује за супротне крајеве раздвојених ланаца.

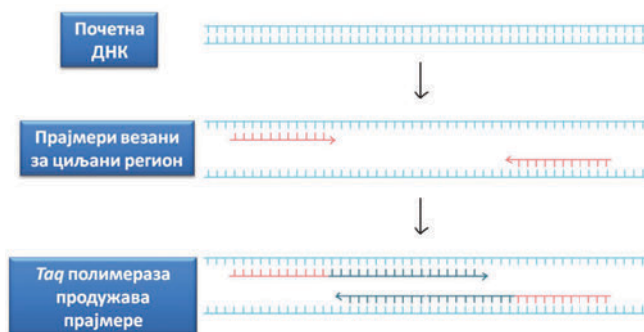
Прајмери су дизајнирани тако да тачно проналазе циљани регион, односно секвенцу ДНК која се жели копирати и везују се за раздвојени ланац преко комплементарних базних парова (А-Т, С-Г)(Слика 31).

Слика 31. Фаза анелинга/хибридизације: везивање прајмера за циљани регион



У трећем кораку екстензије/елонгације/продужавања поново се врши загревање реакције на 72°C у трајању од 45 секунди до 2 минута, што омогућава продужавање прајмера и синтезу новог ланца ДНК помоћу *Taq* полимеразе (која имитира ДНК полимеразу из природног процеса репликације ДНК). *Taq* полимеразе (назив је добила према bacteriji *Thermus aquaticus* толерантној на топлоту, из које је изолована) је ензим који се везује за места хибридизације прајмера и врши катализацију реакције стварања нових базних парова (Слика 32).

Слика 32. Фаза екстензије: продужавање прајмера помоћу *Taq* полимеразе



Кораци се понављају 25 до 30 пута (некада до 40) и на тај начин се обезбеђује умножавање циљаног региона на ланцу ДНК у довољном броју копија потребних за даљу анализу. Умножени циљани ДНК региони називају се PCR продукти. Сваки циклус (сачињен од описаних корака) дуплира циљани регион, па се након једног циклуса добију два нова PCR продукта, након два циклуса четири нова PCR продукта и тако редом. На крају процеса, након 30-40 понављања циклуса, добије се од милион до милијарду PCR продуката (односно, количина ДНК је умножена толико пута).

PCR продукти се могу очитати (и утврдити степен варијабилности) на два начина: електрофорезом на гелу или секвенцирањем. Електрофореза раздваја молекуле различите дужине и електричног пуњења (како је раније објашњено), док секвенцирање утврђује редослед нуклеотида (A, T, C, G) унутар ланца ДНК.

Након завршене електрофорезе или секвенцирања, фрагменти (цртице) на гелу још увек нису видљиве, те је потребно извршити визуелизацију (бојење), на пример етидијум-бромидом, сребром (Слика 34), ауторадиографијом, флуоресцентним растворима и слично. Након бојења, читавање се врши помоћу лампе са ултраљубичастим (UV) светлом на лицу места, а за касније боље тумачење резултата практикује се фотографисање



Слика 33. Термални циклер за PCR и PCR смеша у PCR микротубама

Слика 34. Бојење сребром: равномерно преливање плоче са гелом раствором сребро нитрата (AgNO_3) и постепена визуелизација фрагмена



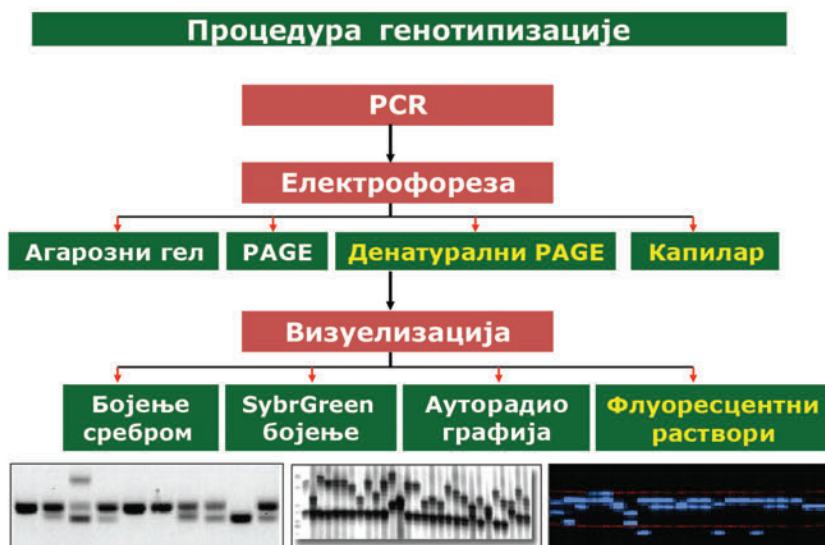
Када је ДНК умножена и добијени PCR продукти, може се прећи на анализу унутарврсне варијабилности применом одабраног директног маркера и лабораторијске технике. Најчешће коришћени PCR маркери приказани су у Табели 11.

Табела 11. Неки од уобичајених PCR маркера

Акроним	Оригинални назив	Превод назива	Својства и техника
RAPD	Random Amplified Polymorphism	Насумично умножена полиморфна ДНК	Коришћење прајмера случајних секвенци за умножавање ДНК фрагмената помоћу PCR-а
AFLP	Amplified Fragment Length Polymorphism	Полиморфизам дужине умножених фрагмената	Варијанта RAPD. Пресецање ДНК рестрикционим ензимом и одабир сета ДНК фрагмената за умножавање и визуелизацију
SNP	Single Nucleotide Polymorphism	Полиморфизам појединачних нуклеотида	Маркери најновије генерације: замена места једног нуклеотида неким другим нуклеотидом: нпр. из AAGC <u>C</u> TA у AAGC <u>T</u> TA.
SSR	Simple Sequence Repeats/ microsatellites	Поновци једноставних секвенци/ микросате лити	Таргетира мале (1-6 базних парова) нуклеотидне мотиве CTCTCTCTCTCT или CTGCTGCTGCTG. Полиморфизам настаје услед броја понављања малих мотива.
И други: Cleaved Amplified Polymorphic Sequence (CAPS/PCR-RFLP); Inter Simple Sequence Repeat (ISSR); Single-strand conformation Polymorphism (SSCP); Sequence Characterized Amplified Region (SCAR); Sequence-Specific Amplified Polymorphism (S-SAP); Inter-retrotransposon Amplified Polymorphism (IRAP)			

Целокупна процедура генотипизације, која је детаљно описана у овом поглављу, може се шематски приказати као на Слици 35, а пример процеса процене унутарврсне варијабилности применом SSR маркера дат је на Слици 36.

Слика 35. Шематски приказ процедуре генотипизације применом PCR маркера



Слика 36. Пример процена унутарврсне варијабилности применом SSR маркера и електрофорезе на полиакриламидном гелу



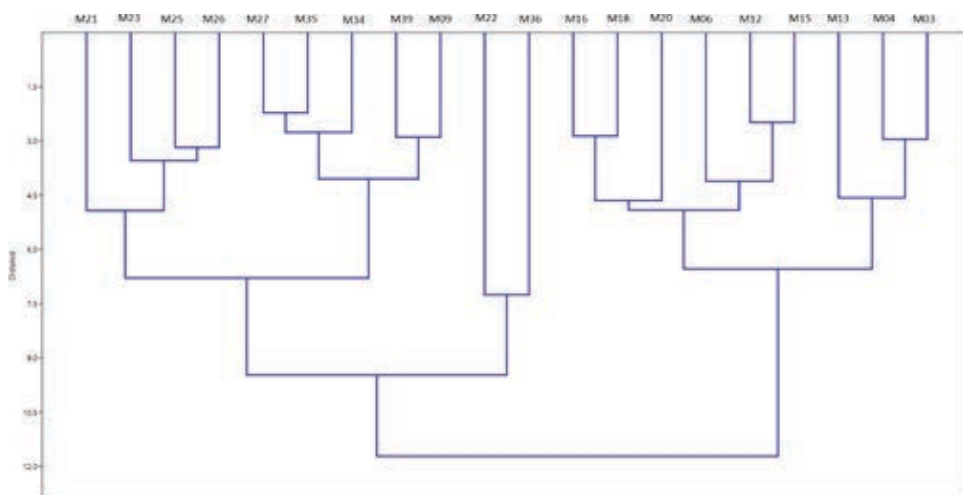
Протокол анализе полиморфизма хлоропластног генома храста китњака
(МИЛОВАНОВИЋ 2009)

Идентификација различитих хаплотипова *Quercus petraea* у Србији извршена је применом универзалних прајмерских парова, који амплификују DT и AS сегменте хлоропластне ДНК. Укупна геномска ДНК изолована је из дормантних пупољака храста китњака применом кита DNeasy Plant Mini Kit (*Qiagen*, Germany). Квалитет и квантитет изоловане ДНК проверен је електрофорезом на 0.8% агарозном гелу, бојеном етидијум бромидом. PCR за DT и AS сегменте извршен је у укупној запремини од 15 μ l, применом Expand Long Template PCR System (*Roche Diagnostics GmbH*, Germany). PCR смеша садржала је: 1 x Expanded Buffer 2, 0.5 mM dNTPs, 0.1 μ M прајмера, 0.45 U Exp DNA Pol mix, 0.1 % (v/v) Tween 20 (*Serva*, Germany) and 1-5 ng укупне геномске ДНК. PCR за DT и AS сегменте спроведен је у Progene термалном циклери (*Techne*, UK), према следећем профилу: 3 минута иницијалне денатурације на 97°C, 37 циклуса денатурације на 95°C у трајању од 45 секунди, 2 минута анелинга на 56°C и 4 минута анелинга на 68°C, 10 минута финалне екстензије на 68°C и 20 минута на собној температури. RFLP анализа обављена је применом рестрикционе дигестије и одговарајућег рестрикционог ензима на денатуришућем полиакриламидном гелу. 5 μ l DT PCR продукта је дигестовано са 25 U TaqI ензима (*Pharmacia biotech*, USA) у коначној запремини од 10 μ l на 65°C. 5 μ l AS PCR продукта је дигестовано са 2.5 U *HinfI* ензимом (*Sigma*, USA) у укупној запремини од 10 μ l на 37°C. Анализе рестрикционих дигестија обављене су електрофорезом на 4% денатуришућем полиакриламидном гелу бојеним помоћу сребра. Величина сваке траке на гелу (рестрикционог фрагмента) одређена је према ДНК тежинском молекуларном маркеру (100 bp чешаљ, *Fermantas*, Germany), а траке су означене релативним ознакама. Најмањи детектовани рестрикциони фрагмент означен је 1.11 рестрикционих фрагмената је утврђено за AS сегмент, издвајајући два различита генотипа, док је 7 рестрикционих фрагмената утврђено за DT сегмент, дефинишући четири различита генотипа. Детектовани генотипови дефинисали су пет хаплотипова храста китњака у Србији, што представља изузетан потенцијал за очување унутарврсне варијабилности храста китњака.

4.4. ЗАШТО ЈЕ ВАЖНО ПРОЦЕНИТИ УНУТАРВРСНУ ВАРИЈАБИЛНОСТ?

Након извршене процене степена унутарврсне варијабилности, може се извршити груписање/повезивање јединки и популација које су међусобно мање или више сличне. Генетички сличне јединке/популације се сврставају у кластере (Слика 37) и на тај начин се поставља основа за дефинисање адекватних мера конзервације врсте.

Слика 37. Пример дијаграма кластер анализе, који показује дистанцу повезивања јединки код којих је извршена анализа варијабилности применом неког генетичког маркера (краћа дистанца – већа сличност, дужа дистанца – мања сличност)



Јединке/популације које одликује виши степен сличности се повезују на краћој дистанци у оквиру кластер дијаграма, док се јединке/популације са нижим степеном сличности повезују на дужим дистанцама.

Најчешће је најбоље применити комбинацију различитих генетичких маркера (адаптивних и неутралних), како би груписање јединки/популација било што меродавније. Генетичка сличност/различитост јединки/популација се упоређује са карактеристикама станишта (средине у којој се налазе) и дефинишу се еколошко-генетичке основе варијабилности, узроци који доводе до угрожавања врсте, као и могућа решења за унапређење стања.

Проценом унутарврсне варијабилности је могуће утврдити ефективну величину популације (N_e). Ово је кључни параметар у популационој генетици, а има веома важну примену у еволуционој биологији, конзервационој генетици и оплемењивању врста. Овај параметар мери степен генетичког дрифта и инбридинга и утиче на ефикасност еволутивних фактора: мутације, селекције и миграције (WANG *et al.* 2016).

О ефективној величини популације први је говорио Sewall Wright, још давне 1931. године (WRIGHT 1931). Ефективна величина популације се може дефинисати као бројност индивида које своје гене преносе на наредну генерацију (доприносе генетичкој структури наредне генерације својим гаметима/полним ћелијама). Дакле, у једноставном смислу, то је онај број јединки које ће извршити укрштање и дати потомство или број репродукционо способних јединки. За ефективну величину популације се још може рећи да представља модел идеалне популације, која ће дати управо онај број и однос потомака какав човек жели, односно даће виши степен унутарврсне варијабилности у наредној генерацији и смањити ефекат инбридинга (ROGIĆ *et al.* 2013).

Одређивање ефективне величине популације је од посебног значаја у два сценарија (KLIMAN *et al.* 2008):

- ефекат уског грла (*bottleneck effect*), који је већ описан и који представља значајну редукцију бројности популације током одређеног периода, услед неког природног или антропогеног хазарда;
- ефекат оснивача (*founder effect*), који настаје када мали део једне велике популације постане географски изолован (услед постојања неке препреке).

Колики ће бити губитак генетичке варијабилности популације услед оваквих ефеката зависиће од величине преостале популације (колико је популација заиста мала) и дужине трајања периода редуковане бројности. Што је редукција већа, а период редукције траје дуже, то ће губитак унутарврсне варијабилности (пре свега, унутар редуковане популације) бити израженији.

Међу научницима постоји разилажење у мишљењима која је ефективна величина популације најбоља за генетичку конзервацију. Неки научници сматрају да је веома важно укључити ретке алеле (који се појављују код малог броја јединки), док други мисле да ретки алели неће имати никакав ефекат на повећање унутарврсне варијабилности. Углавном је то разлика у мишљењима између генетичара који проучавају квантитативне особине

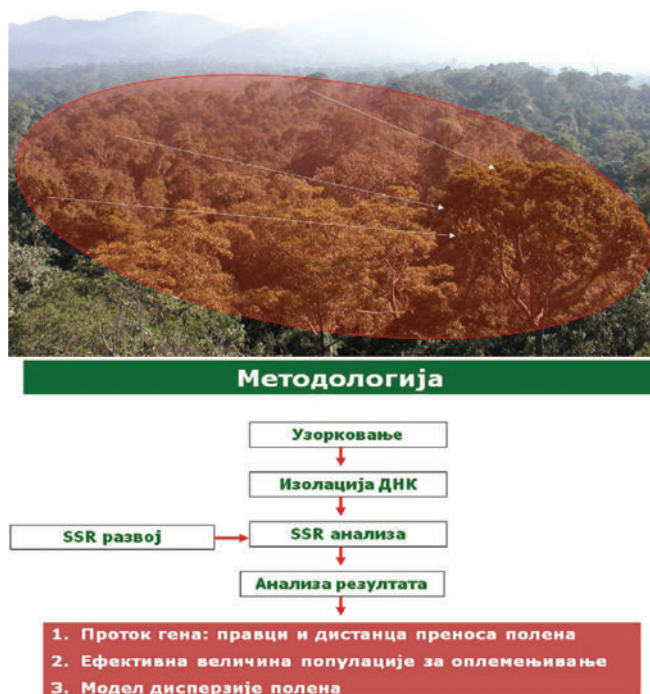
(адаптивне маркере) и оних који проучавају квалитативне особине (неутралне маркере). У једном се сви научници слажу, а то је да је неопходно сачувати адаптабилност популације (највиши могући степен генетичке варијабилности), како би она успела да преживи надолazeће промене фактора спољашње средине (ERIKSSON, EKBERG 2001; HATTEMER 1995).

Проценом унутарврсне варијабилности је могуће одредити степен укрштања јединки једне врсте. Код биљака се утврђује дистанца преношења полена, а код животиња подручје у оквиру ког се врши укрштање/спаривање јединки.

Степен укрштања доприноси дефинисању ефективне величине популације за оплемењивање. Када утврдимо које јединке се међусобно укрштају природним путем, много је лакше усмерити тај процес у правцу форсирања жељених особина врсте (наравно, код врста које нису критично угрожене). За ове потребе се, уствари, утврђују правци и дистанце протока гена (*gene flow*), а за то су најинформативнији микросателити (SSR), као директни/неутрални маркери.

Приказ једне популације са ефективном величином за оплемењивање и методологије њеног дефинисања дат је на Слици 38.

Слика 38. Одређивање ефективне величине популације за оплемењивање

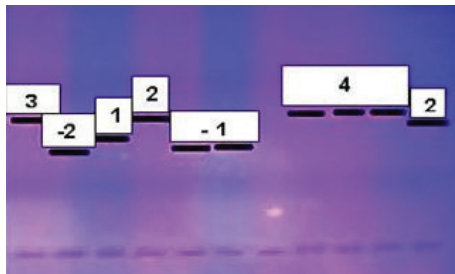


Процена унутарврсне варијабилности представља основу филогеографских истраживања (подобласт биогеографије), односно процеса који објашњавају историјско кретање различитих генетичких линија једне врсте. Помоћу филогеографије се, на пример, добијају подаци о начинима и правцима ширења/кретања различитих генетичких линија врста након претходног леденог доба. Ова истраживања су заснована на процени варијабилности митохондријалне (mtDNK) и хлоропластне (cpDNK) и, пре свега, се примењују код реликтних и ендемских врста, како би се утврдила историја њиховог распрострањења и редукције бројности популација.

Митохондријална ДНК се наслеђује преко женског родитеља (мајке), те представља веома добру основу за реконструкцију процеса и праваца миграције и диференцијације популација врста (SPERISEN *et al.* 2001). ДНК из митохондрија, као неутрални маркер, има неке недостатке у случају биљних врста у односу на животињске, као што су нижи степен унутарврсне варијабилности, већи геном и виши степен рекомбиновања. Међутим, постоје и биљне врсте код којих је оправдано применити ДНК из митохондрија, а то су четинари, јер се код њих ДНК из хлоропласта наслеђује преко мушког родитеља (оца).

Митохондријална ДНК је, на пример, коришћена за утврђивање распореда глацијалних рефугијума (локација на којима је сурови утицај глацијалне климе био умањен (клисуре, кањони и слично) и где су врсте успеле да опстану). Познати глацијални рефугијум је, управо, Балканско полуострво, али и Апенинско, Пиринејско и Арабијско. Утврђују се историјски фактори који

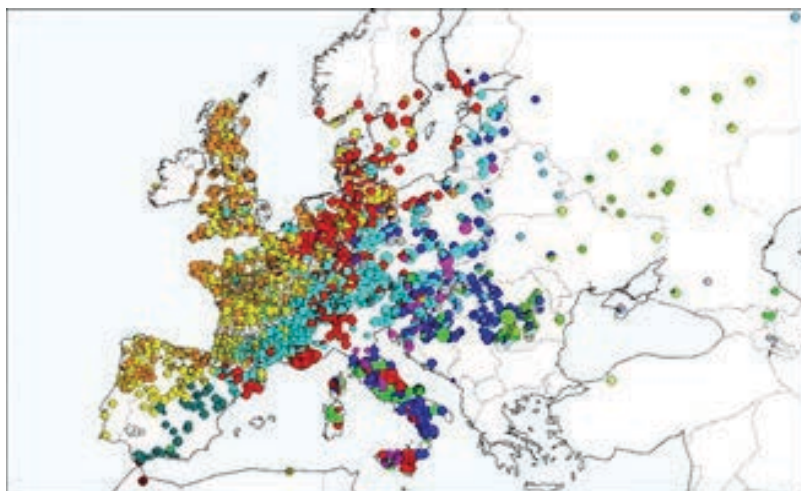
су утицали на распрострањење врсте, као што су дисперзија полена и семена, али и деловање човека. PETIT *et al.* (2003) су утврдили историјски распоред неких врста шумског дрвећа, применом филогеографије и митохондријалне ДНК. Процена варијабилности митохондријалног гена *nad1* омогућила је одређивање степена генетичке контроле испољавања различитих фенотипова и формирања више феногрупа Панчићеве оморице (MILOVANOVIĆ *et al.* 2007) (Слика 39).



Слика 39. Фрагменти *nad1* гена на агарозном гелу

Хлоропластна ДНК се користи у филогеографским истраживањима биљних врста. Код скривеносеменица се наслеђује преко женског родитеља, што их чини адекватним за филогеографију ових врста (већ је наведено да за голосеменице није добра, јер се наслеђује преко мушког родитеља, али има примера истраживања и на четинарима). Глобални пројекат, који је обухватио преко 2600 популација, имао је за циљ истраживања хлоропластног генома храстова за потребе реконструисања постгласијалних колонизационих праваца ових врста, односно путања њиховог ширења након претходног леденог доба (PETIT *et al.* 2002) (Слика 40).

Слика 40. Путање колонизације храстова након последњег леденог доба



Просторни распоред варијабилности хлоропластне ДНК и мапе фосилних остатака полена су омогућиле идентификовање гласијалних рефугијума из којих је кренуло ширење храстова по завршетку леденог доба. Имајући у виду да су храстови носеће врсте шумских екосистема, утврђивање њиховог постгласијалног ширења је значајно и за друге врсте дрвећа, биљака и животиња, које настањују храстове шуме. Познавање некадашњих начина и путања обнављања ареала врста је веома значајно за предвиђање путева миграције врста услед актуелних климатских промена.

Применом техника молекуларног маркирања може се извршити идентификација конкретне индивидуе и повезивање њених раздвојених делова. Овај приступ је, најчешће, потребан код доказивања кривике за илегалну сечу шума (Слика 41) или илегалне ловне и риболовне активности.

Код нас се овакво детаљно истраживање још увек не примењује (питање је и да ли ће), али су скандинавске земље (у којима је шумарство водећа грана привреде) и државе у тропским и суптропским пределима (на чијој територији се налази највећи број врста које су предмет илегалне међународне трговине), значајно напредовале у овој области.

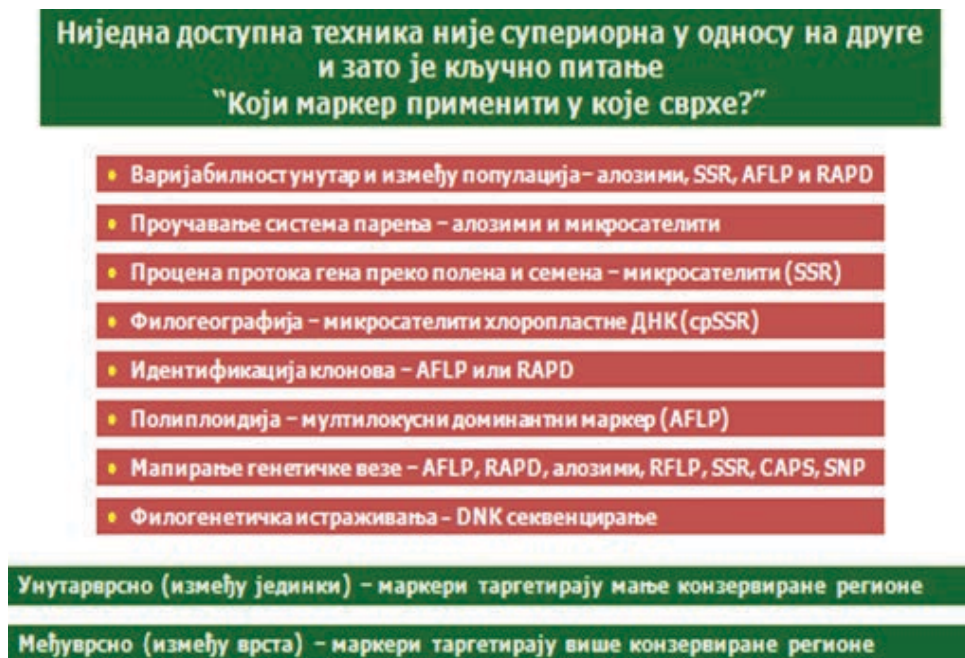
Слика 41. Примена неутралних маркера за утврђивање путева илегалне сече



Узорковањем дебла (које је илегално одсечено, а пронађено на стоваришту) и пања (који је остао у шуми), изоловањем ДНК и применом анализе одговарајућим ДНК маркерима, могуће је утврдити поклапање, односно да два дела припадају истој јединки. Поред идентификације јединке, у форензици се користи и идентификација популације, за праћење илегалне сече унутар популације. За то је неопходна база података са идентификованим генотиповима унутар популације.

Познато је да је за процену унутарврсне варијабилности најважнији правилан одабир маркера, а то се нарочито односи на директне/неутралне маркере. Постоје универзалне препоруке када треба применити који неутрални маркер (Слика 42), али су одступања могућа.

Слика 42. Препоруке за одабир неутралних маркера



Наведени примери за примену процене унутарврсне варијабилности коришћењем индиректних/адаптивних и директних/неутралних генетичких маркера представљају одговоре на почетно питање: *Зашто је важно проценити унутарврсну варијабилност?*

У контексту заштите угрожених врста, најважнија примена је у очувању адаптабилности врста и дефинисању адекватних мера конзервације, које ће бити описане у оквиру Поглавља 5, при образлагању процеса израде конзервационе стратегије врсте.

5. ПОГЛАВЉЕ

КОНЗЕРВАЦИОНА СТРАТЕГИЈА



5. КОНЗЕРВАЦИОНА СТРАТЕГИЈА

Пето поглавље уџбеника објашњава појам „конзервациона стратегија“ и даје одговоре на следећа питања:

Шта је конзервациона стратегија и која су кључна полазна питања?

Како одабрати методе конзервације за конкретну врсту?

Како изгледа процес израде конзервационе стратегије?

Зашто су важни партиципација и „власништво“ у конзервацији?

Израда конзервационе стратегије врсте је неопходна у циљу очувања њених генетичких ресурса. Унутарврсна варијабилност постаје ресурс оног тренутка када се појави могућност њене валоризације (исказивања економске вредности). Очување унутарврсне варијабилности назива се још и конзервација генетичких ресурса, јер се, пре свега, односи на очување генетичке компоненте унутарврсне варијабилности.

Генетички ресурс једне врсте може бити биолошки материјал у било ком облику, који обезбеђује дугорочно очување генетичких информација врсте и њихову валоризацију/вредновање кроз различите економске активности (пре свега, кроз научни, едукативни и екотуризам). У претходном тексту је наведено да се остали аспекти валоризације/стварања економске вредности врста за потребе унапређења квалитета живота локалне заједнице обрађују у оквиру предмета *Очување биолошких ресурса*, који се изучава одмах након овог предмета, на трећој години студијског програма Животна средина и одрживи развој Универзитета Сингидунум.

Генетички ресурси биљних и животињских врста за потребе валоризације кроз заштиту природе и туризам могу бити: појединачне индивидуе/јединке, групе јединки или читаве популације, које се чувају у условима природног станишта; али и делови јединки (као што су полен, семе, листови, четине, пупољци, пера, длаке, нокти, рогови и друго), који омогућавају складиштење и очување генетичких информација садржаних у ДНК врсте. Постоје и различите збирке биолошког материјала (појединачних јединки), изложене и јавно доступне у ботаничким баштама, зоолошким вртovima, музејима, научним центрима и слично, чија валоризација се остварује кроз научно-едукативни туризам. Основна категоризација генетичких ресурса врсте се врши на основу тога које методе конзервације су примењене за очување унутарврсне варијабилности.

Конзервација генетичких ресурса подразумева примену одговарајућих метода/концепата за очување унутарврсне варијабилности на природном станишту врсте или ван њега, узимајући у обзир целе популације и јединке или њихове делове, динамично или статично. Крајњи циљ конзервације јесте да се сачува што виши степен генетичке варијабилности унутар врсте, како би и њена адаптабилност била очувана и како би врста спремно одговорила надолazeћим променама услова средине.

Документ који обезбеђује адекватан избор метода конзервације, заснован на претходно детаљно проученој екологији, биологији и генетици врсте, јесте конзервациона стратегија.

5.1. ШТА ЈЕ КОНЗЕРВАЦИОНА СТРАТЕГИЈА И КОЈА СУ КЉУЧНА ПОЛАЗНА ПИТАЊА?

Конзервациона стратегија је процес прикупљања доступних података и реализације додатних потребних истраживања о хорологији/распрострањености, еколошким, биолошким и генетичким карактеристикама и тренутном конзервационом статусу једне врсте, који резултира документом/стратегијом који дефинише циљеве, методе и активности на пољу конзервације/очувања унутарврсне варијабилности врсте.

Прво питање на самом почетку процеса израде конзервационе стратегије врсте јесте за коју врсту је потребно и оправдано уложити време и ресурсе за истраживања, анализу доступних података и стратешко планирање. Постоји више критеријума који се узимају у обзир пре него што се једна врста прогласи за *циљну врсту* и укључи у процес конзервационог стратешког планирања (ERIKSSON & EKBERG 2001):

- Научни критеријум: посматрају се еколошке карактеристике врсте, као што су распрострањеност, преношење полена и семена, развојна фаза и положај у екосистему. Врсте које су кључне за функционисање екосистема постају и циљне врсте за конзервацију. Постоји разилажење у научним мишљењима да ли циљна врста треба да буде она која је по свему посебна и нема сродних врста (те, као таква, заслужује да буде сачувана) или она која је сродна са неким другим врстама, па се може рационализовати коришћење ресурса за истраживања. Избор зависи од конкретних услова станишта на којима се врста појављује, као и од значаја врсте за локалну заједницу.

- Критеријум харизматичности: примена овог критеријума за избор врсте и улагање средстава у њену конзервацију често може бити погрешна. Оправдано је радити и спроводити конзервациону стратегију за једну овакву врсту уколико она подиже свест јавности о значају конзервације. Такве врсте су тзв. Водеће врсте (енг. *Flagship species*), издвојене од стране WWF-а, као „амбасадори“ или симболи одређеног станишта, проблема, кампање или фактора животне средине. Како се наводи, постизањем циљева конзервације ових врста, статус многих других врста истог станишта или осетљивих на исти угрожавајући фактор бива унапређен. Типични примери водећих врста су: џиновска панда, бенгалски тигар, азијски и афрички слон, китови, шимпанзе, гинко, Панчићева оморика, али и друге „харизматичне“ врсте, у зависности од подручја.
- Критеријум економског значаја: пораст бројности људске популације и растућа потреба за ресурсима доводе до избора појединих економски важних врста као циљних за конзервацију. Овај циљ се, најчешће, односи на шумске дрвенасте врсте од значаја за снабдевање биомасом.
- Критеријум угрожености: последњи, али за тематику овог предмета главни критеријум за избор циљне врсте, јесте угроженост, са посебним нагласком на ендемске, реликтне и ендемо-реликтне врсте. Свакако, неопходно је извршити процену да ли је очување унутарврсне варијабилности и проширење станишта ових врста уопште могуће и до ког нивоа, како улагања не би била неоправдана. Уколико било какве методе не могу довести до опоравка врсте, таква улагања се не могу сматрати оправданим. Познавање унутарврсне варијабилности врсте је веома значајан предуслов.

Друго питање у процесу стратешког планирања конзервације врсте се односи на избор популација, које ће бити подвргнуте методама конзервације. Изабрати праву популацију врсте за укључивање у процес конзервације није лак задатак и захтева не само резултате научних истраживања, већ и познавање националних и локалних приоритета и услова, како конзервационе активности не би биле у супротности са циљевима развоја локалне заједнице. Важно је знати ко је власник или корисник земљишта на коме се популација налази, каква је структура локалне заједнице, који су стратешки циљеви одрживог развоја посматраног подручја, која су законска ограничења и слично.

Постоји неколико критеријума од којих се полази у процесу избора популација врсте за укључење у стратегију конзервације (ROTACH 2005; МИЛОВАНОВИЋ 2009):

- Вредност популације са аспекта конзервације: овај критеријум је близак критеријумима за избор циљне врсте и зависи од тога по ком критеријуму је одабрана врста за укључење у процес стратешког планирања конзервације. Није ретка појава да критеријуми за избор популација у стратегијама и програмима конзервације нису јасно дефинисани, чак и када су у питању међународне иницијативе које укључују ареал врсте на подручју више држава. Сви критеријуми за избор популација се могу груписати у три главна (ZIEHE *et al.* 1989): 1) *економски значајна популација*; 2) *популација значајна за адаптабилност на услове средине*; и 3) *популација значајна за генетичку варијабилност и адаптабилност*. Конзервација економски значајних/жељених особина врсте је врло чест критеријум за укључивање популације у конзервациони процес. Врши се одабир оних популација у којима је висока фреквенција особина врсте значајних за човека (на пример, висок прираст, велики урод, добра трофејна структура и слично), док порекло врсте и њен еколошки значај нису приоритети. Конзервација адаптабилности на измењене услове средине је примарни циљ у заштити природе. У овом случају, бирају се локалне, аутохтоне популације врсте, које су најбоље прилагођене условима средине, а посебан значај имају популације које се налазе на екстремним стаништима, јер садрже генетичке информације неопходне за преживљавање. Конзервација највишег степена генетичке варијабилности циљне врсте и њене генетичке адаптабилности је критеријум који се, пре свега, везује за климатске промене као угрожавајући фактор, као и за јачање способности врсте за одбрану од болести и штеточина. Кључно питање код одабира популација везано за овај критеријум јесте да ли под режим конзервације ставити мањи број већих популација (чиме се конзервирају ретки гени, који се у популацији појављују спорадично) или већи број мањих популација (чиме се постиже конзервација максималног генетичког диверзитета присутног у свим еколошким условима станишта врсте). Одлука зависи од познавања унутарврсне варијабилности и фактора који је угрожавају (MILOVANOVIC & ŠIJAČIĆ-NIKOLIĆ 2006; 2008; 2009). У пракси је пожељно комбиновање три главна критеријума за избор популација, јер се тако постиже конзервациони циљ уз рационално коришћење ресурса.

Тачније, најбоље је када је популација са високим степеном генетичке варијабилности, адаптабилна и економски значајна у исто време.

- Еколошка и генетичка дистрибуција врсте: у зависности од претходног критеријума вредности популације и циљева конзервације, врши се одабир популација чија дистрибуција може бити различита. Неопходна је добра истраженост природног распрострањења врсте, карактеристика станишта на којима се јавља и просторног распореда унутарврсне варијабилности. На тај начин се може донети одлука да ли у стратегију конзервације треба укључити већи или мањи број популација, каква треба да буде њихова међусобна удаљеност и генетичка повезаност и слично.
- Особине популација врсте: потребне су информације о распореду и величини популација врсте, о структурним карактеристикама, густини, добним разредима и слично. На основу тога се одређује које популације најбоље репрезентују врсту.
- Посебно интересантна подручја: полазна основа су, у већини случајева, популације које се већ налазе у неком режиму заштите или је за њих потврђено да поседују висок степен еколошког и генетичког диверзитета или се у њима налазе угрожене врсте.
- Динамика популација: одабране популације треба да поседују одговарајућу динамику и усклађеност станишта и јединки, односно да су уравнотежене довољно да могу опстати и унапредити своје стање. Уколико је равнотежа популације нарушена толико да побољшање није могуће, није рационално такву популацију укључивати у стратегију конзервације.
- Социо-економски критеријуми: важне су информације о власништву и коришћењу земљишта, ставовима локалне заједнице о планираним методама конзервације, доступности финансијске подршке за конзервационе активности и слично. Од ових фактора зависи успешност реализације сваке конзервационе стратегије.

Постављање приоритета за конзервацију генетичких ресурса представља основ за ефикасно алоцирање лимитираних временских, финансијских и људских ресурса (BAWA & KRUGMANN 1991; KEMP 1992). Стога је потребно у првом кораку дефинисати циљне врсте и одредити приоритетне популације.

Идентификација приоритета у конзервацији генетичких ресурса на нивоу врсте и популација мора задовољити економске критеријуме и постављене циљеве, за шта је потребно прикупити следеће податке у пракси:

- Тренутни конзервациони статус: број заштићених популација и подручја; опсег екогеографске дистрибуције обухваћен заштићеним подручјима; статус и квалитет заштићених подручја; одрживост циљне врсте унутар заштићених подручја; постојеће мере конзервације ван природног станишта.
- Угрожене врсте: ретке врсте са фрагментираним ареалом, са малим популацијама на свега неколико локација, мале густине; врсте са тенденцијом нестајања (распрострањеност, површина, број популација); врсте са специјализованим захтевима према станишту; врсте које се превише експлоатишу; врсте на стаништима која су под јаким утицајем човека; врсте са познатим негативним последицама утицаја различитих фактора (биотички или абиотички фактори, опадајућа или недовољно велика површина станишта одговарајућег квалитета, испаша, пожари...).
- Социо-економска вредност: економска вредност; потенцијална вредност, суштинска вредност; биолошка вредност (кључне врсте, врсте високог степена диверзитета...); културне вредности.
- Одговорност са глобалног (међународног) аспекта: ендемске врсте; центри дистрибуције; велике преостале популације, важни генофондови; висока екогеографска диференцираност.
- Генофондови у нестајању: генофондови који опстају у екстремним условима, на границама распрострањења; различити миграциони догађаји, глацијални рефугијуми; стари центри диверзитета.

Дистрибуција врста не познаје националне границе. У оквиру дистрибуционог подручја, врсте и њихов генетички диверзитет нису равномерно заступљени, у зависности од природних и антропогених фактора. Самим тим, вредности, претње и приоритети за једну врсту нису исти на подручју читавог ареала. Из овога јасно проистиче да се националне стратегије конзервације различитих земаља не морају односити на исте циљне врсте, нити препознати исте приоритете. Одговорност за очување једне врсте није једнака за све земље, већ су неке државе одговорније за конзервацију диверзитета одређене врсте од других. Националне одговорности морају бити дефинисане кроз систем међународне сарадње. Приликом избора циљних врста и дефинисања националних циљева неопходно је имати на уму опште критеријуме одговорности дефинисане на међународном нивоу (на пример, Црвену листу).

5.2. КАКО ОДАБРАТИ МЕТОДЕ КОНЗЕРВАЦИЈЕ ЗА КОНКРЕТНУ ВРСТУ?

Једно од најважнијих поглавља стратегије конзервације врсте је оно које се односи на предлог метода конзервације и детаљан опис имплементације/ спровођења предложених метода.

Методе конзервације врсте су одређени приступи/концепти који се примењују у циљу очувања унутарврсне варијабилности и разликују се у зависности од следећих фактора:

- Место примене метода конзервације:

1) *In situ* (на месту): концепт конзервације унутарврсне варијабилности у природном окружењу. Примена метода конзервације у дивљим, природно обновљеним популацијама у заштићеним подручјима (понекад у популацијама на природном станишту које су вештачки обновљене, уз интервенцију човека). Код овог концепта адекватан избор популација за укључивање у стратегију конзервације је од пресудног значаја. *In situ* конзервација има доста предности, као што су:

- врсти су доступни сви ресурси на које је адаптирана;
- врста није изложена стресу измештања из природног окружења;
- врста има шири животни простор;
- врста има веће могућности за укрштање и размножавање;
- трошкови конзервације врсте су нижи.

Са друге стране, *in situ* конзервација има и својих недостатака, као што су:

- контрола илегалних активности је отежана, постоји опасност од претеране експлоатације и изловљавања;
- природно окружење може бити нарушено и деградирано и може захтевати поправку и унапређење;
- инвазивне врсте (нарочито коровске, штеточине и изазиваче болести) је тешко контролисати и могу бити опасна претња за опстанак популација циљне врсте у природном окружењу.

2) *Ex situ* (ван места): концепт конзервације унутарврсне варијабилности ван природног окружења. Примена метода конзервације у контролисаним условима ван природног станишта врсте, које је угрожено, несигурно и нестајуће, уз стављање читавих популација под наздор човека. *Ex situ* конзервација је последњи концепт који треба применити, али је неопходан за угрожене врсте, које су већ дошле до тачке да

се њихове популације не могу опоравити у природном окружењу. Предности *ex situ* конзервације су:

- концепт је незаменљив за врсте чији опоравак у природном окружењу није могућ;
- повољан концепт за врсте које се лако размножавају у контролисаним условима („у заточеништву“);
- контрола илегалних активности и инвазивних врста је знатно лакша, односно скоро да је немогућа њихова појава.

Са друге стране, *ex situ* конзервација има много више недостатака:

- врста је изолована и не развија се у складу са својим природним окружењем, те уколико дође до тренутка враћања, питање адаптације јединки и популација постаје кључно;
 - природна станишта појединих врста су нарушена и деградирана, те се поставља питање да ли је врсту могуће вратити у њено природно окружење након опоравка *ex situ* методама. У том случају се поставља и питање оправданости улагања средстава у конзервацију;
 - поједине врсте се веома тешко укрштају и размножавају у контролисаним условима (типичан пример су панде), те стварање наредне генерације захтева велика улагања;
 - величина популација за укрштање и размножавање је ограничена и, често, веома мала, те се инбридинг појављује као озбиљан проблем. Проблем се, донекле, решава разменом јединки и вештачком оплодњом, као и укрштањем са јединкама блиско сродних врста, али се не елиминише (у размножавању панди се примењује и концепт сурогат мајчинства у циљу добијања потомства без аномалија, што захтева велика финансијска улагања и логистику);
 - трошкови конзервације врсте су значајно виши у односу на *in situ* конзервацију.
- Динамичност метода конзервације:
 - 1) *Динамична* конзервација: примена метода конзервације на начин да се природни процеси у јединкама и популацијама подрже и очувају као такви, без намере да се заустави интеракција генотипова и средине у којој се налазе и промене које настају као резултат ових интеракција у актуелној и наредним генерацијама. Све методе *in situ* конзервације су динамичне, јер доприносе очувању и унапређењу унутарврсне варијабилности и адаптабилности и обезбеђују смену генерација у популацијама.

2) *Статична* конзервација: примена метода конзервације на начин да се не дешавају динамичне промене у генетичкој структури објекта конзервације и не долази до спонтане смене генерација. Методе *ex situ* конзервације се могу сматрати статичним. Крајњи облик статичне конзервације је примена метода тако да се природни процеси у јединкама или деловима јединки зауставе у тренутку складиштења и биолошки материјал очува у стању у ком се налази, како не би дошло до уништавања ДНК. Овакав вид статичне конзервације делова индивидуа назива се презервација.

- Објекат конзервације:

- 1) Конзервација *екосистема*: читав екосистем може бити објекат конзервације и у овом случају се, пре свега, примењују *in situ* методе конзервације. Конзервација екосистема се примењује за екосистеме који су угрожени и ограниченог распрострањења, као што су влажна станишта или мочваре, прашуме, пешчаре, тресетишта, ливаде и пашњаци и слично.
- 2) Конзервација *врсте*: биљна или животињска врста у целини може бити објекат конзервације и у обзир се узимају све њене јединке и популације. Узорковање за процену унутарврсне варијабилности се врши на нивоу читаве врсте, а величина и распоред узорака се планирају у зависности од циљева конзервације. Врста као објекат конзервације је карактеристична за критично угрожене и угрожене врсте, чија је бројност јединки мала и распрострањење ограничено.
- 3) Конзервација *популације*: одабране популације врсте се могу ставити у режим конзервације, јер поседују доказани висок степен унутарврсне варијабилности или ретке гене/генотипове, које треба сачувати. Овај приступ се примењује код врста чије је распрострањење шире, које још увек нису критично угрожене да им прети нестајање, али постоје фактори који негативно утичу на њихову варијабилност. Такође, могу се конзервирати популације врсте које су од социјалног или економског значаја.
- 4) Конзервација *индивидуа/јединки*: методе конзервације се могу применити и на појединачне представнике врсте, који су идентификовани као изузетни примерци или су посебно угрожени деловањем одређених фактора. Једна индивидуа се, најчешће, конзервира за потребе укрштања и размножавања, јер је процењена као висококвалитетна са аспекта генетичких информација које може пренети на наредну генерацију.

- 5) Конзервација *делова индивиду/јединки*: поједини делови јединки, као што су полен, семе, лист, четина, пупољак, перо, нокат, узорак рогова, крви, ткива и изолована ДНК се чувају применом статичних метода конзервације, за потребе дугорочног складиштења генетичких информација врсте. Овај биолошки материјал се може користити за процену унутарврсне варијабилности, али и за проширење ареала врсте након екстремних догађаја у животној средини.

Појединачне методе конзервације биће класификоване и описане у складу са наведеним факторима.

- *In situ* динамичне методе конзервације:

- 1) *Природне популације у нормалном режиму газдовања*: то су популације или јединке у оквиру популација, које нису обухваћене посебним режимом као заштићена природна добра, већ се њима нормално газдује у складу са принципима одрживости. У оквиру оваквих популација шумског дрвећа, најчешће се као методе конзервације појављују издвојене семенске састојине, групе стабала или појединачна стабла. Семенска састојина је део природног шумског екосистема, који се издваја по својим карактеристикама од остатка шуме, генеративног је порекла (стабла су настала из семена), доброг здравственог стања и довољно изолована од других популација тако да нема неконтролисаног укрштања/опрашивања. Стабла у оквиру семенске састојине се одликују посебним особинама, које су од интереса за човека, као што су добар фенотип, велика дрвна маса, декоративне карактеристике, али на првом месту је обилан урод квалитетног семена. Сврха семенске састојине и јесте производња довољне количине квалитетног семена за потребе пошумљавања или продаје. Продајом семена се прикупљају додатна средства за даља улагања у конзервацију. Изузетни примерци стабала у оквиру семенских састојина или изван њих се региструју као *плус стабла*, а након провере квалитета њиховог потомства (кроз тестове потомства) и као *елитна стабла*. Семе таквих стабала достиже значајно вишу цену на тржишту од семена сакупљеног са других стабала. Ловишта (отворена и ограђена/затворена) са репроцентрима су део природног станишта врста дивљачи, у оквиру ког се спроводи заштита и унапређење генетичке структуре популација. Популацијама дивљачи се газдује тако да не долази до опадања бројности и генетичке разноврсности популација и поред задовољења потреба човека за производима ловства. Посебан акценат се ставља на врсте које су трајно или ловостајем заштићене.

2) *Заштићена подручја*: заштита угрожених врста се у великој мери спроводи у комбинацији са заштитом природе. То је посебно случај када се као објекат конзервације појављује читав екосистем. У оквиру Поглавља 2, при опису процеса категоризације врста на локалном нивоу, дат је упоредни преглед глобалних и националних категорија заштићених подручја и те разлике треба имати у виду приликом комбиновања метода заштите природе и конзервације врста. Присуство циљних врста у оквиру заштићених подручја је случајно (иако може бити један од критеријума за заштиту подручја) и није резултат активне примене метода конзервације, па овакав вид очувања врста представља пасивно очување. Циљне врсте у заштићеним подручјима нису обухваћене сталним мониторингом/праћењем и изложене су ризицима, јер често изостану благовремене реакције на негативне утицаје фактора средине. Како би конзервација у заштићеним подручјима постала активна, неопходна је директна примена других метода конзервације врсте и стално праћење стања, уз истовремено очување станишта кроз режим заштите подручја. Свакако, већ је наведено да се приликом креирања стратегије конзервације врсте креће од постојећих заштићених природних добара у којима је забележено присуство врсте (критеријум за избор популација: Посебно интересантна подручја). Избор метода конзервације је специфичан за сваку врсту и свако станиште и неопходна су прилагођавања познатих метода за сваки појединачни локалитет.



Подсетити се
материје из
предмета
Очување
биодиверзитета

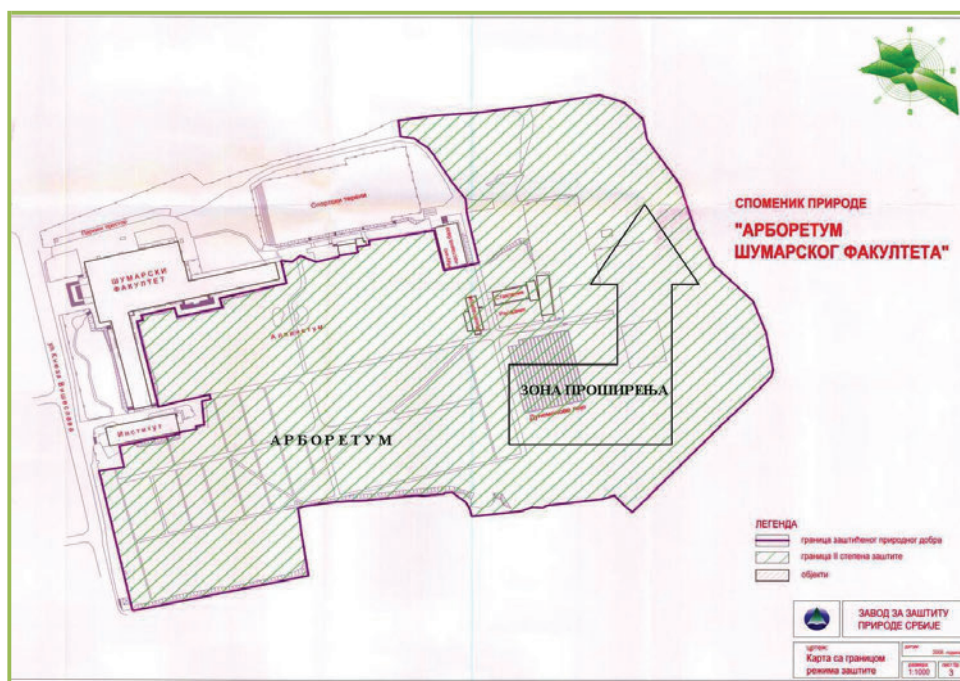
3) *Вештачки подигнуте популације без усмерене селекције*: *in situ* конзервација може обухватити и популације које су настале деловањем човека на површини која припада природном ареалу врсте. Пример за то је пошумљавање садницама храста на подручју природног распрострањења врсте или реинтродукција/поновно насељавање добра на Засавици и Обедској бари. Такве популације су само основане од стране човека, али није било даљих интервенција у смислу утицања на процес укрштања и размножавања. Популација је препуштена природним процесима и њене карактеристике су резултат интеракције генотипова и средине. Такве популације биљних врста, за које се утврди да поседују изузетна својства, могу бити издвојене и регистроване као семенске састојине, групе стабала или појединачна плус или елитна стабла.

- Ex situ статичне методе конзервације група или појединачних индивидуа:

1) *Ботаничке баште, арборетуми, живи архиви, зоолошки вртови и репроцентри*: ове методе конзервације представљају колекције јединки различитих биљних и животињских врста и основни циљ њихове примене је дугорочно очување генофонда угрожених и других врста од значаја, а примењују се и у научно-истраживачке и едукативне сврхе. Ботаничка башта представља збирку живог биља, која углавном служи унапређењу и ширењу ботаничког знања (ПОТОЧИЋ *et al.* 1995). Претечом данашњих ботаничких башти могу се сматрати приватни вртови у којима су богати људи који су истовремено били и заљубљеници у природу сакупљали и гајили различито растиње. Прву јавну ботаничку башту основала је Млетачка Република 1545. године у Падови као научну установу тадашњег универзитета. По узору на ботаничке баште у Падови, Пизи и Болоњи, ботаничке баште су осниване широм Европе. У њима се данас чувају јединствени примерци најразличитијих биљних врста, од којих су неке већ давно ишчезле са природних станишта. У нашем окружењу најпознатије су ботаничке баште везане за поједине универзитете, факултете и сличне установе у Љубљани, Загребу, Београду, Сарајеву и Скопљу. Ботаничка башта „Јевремовац“ (име је добила по деди краља Милана Обреновића, који је имање које је наследио од деде Јеврема поклонио Високој школи, управо, за сврхе оснивања ботаничке баште) је најстарија и највећа у Србији, основана 1874. године, а први управник баште био је Јосиф Панчић. Данас је „Јевремовац“ организациона јединица Биолошког факултета Универзитета у Београду. Површина баште је око 5 хектара и у њој се налазе представници око 500 различитих биљних врста (укључујући Стаклену башту са тропским и суптропским врстама и Хербаријум са око 120 000 хербаријумских табака и око 300 000 екзиката/узорака биљака. Арборетум (lat. arbor-дрво) представља самостални простор или део ботаничке баште у коме се гаји дрвеће и жбуње у научне, орнаменталне и узгојне сврхе (ПОТОЧИЋ *et al.* 1995). Најстарија таква збирка дрвећа и жбуња спомиње се у ботаничкој башти у Токију, која је наводно стара преко 800 година. У нашем окружењу, на подручју бивше Југославије, постоји неколико арборетума који имају различиту историју и садржај, а углавном служе као наставна, експериментална, биолошко-еколошка и, наравно, конзервациона подручја. Најстарији од њих је Арборетум Трстено код Дубровника који датира са почетка XVI века и поседује многобројне егзоте топлијих предела. Егзоте хладнијих предела могу се наћи у Арборетуму Опека недалеко од Вараждина, који је основан

почетком XVIII века. Ту су још и Арборетум Слатина у Сарајеву, који је основан у XIX веку, Арборетум Шумарског факултета Свеучилишта у Загребу основан 1923. године, Арборетум Волчиј Поток око 24 км од Љубљане, Арборетум Пашино брдо у Сарајеву основан 1930. године и Колекционен арборетум и дендропарк код Трубарева недалеко од Скопља основан 1950. године. Последњи арборетум који је основан на овим подручјима је Арборетум Шумарског факултета Универзитета у Београду, подигнут 1955. године. Садни материјал је набављан из разних извора са територија бивше Југославије. Домаће врсте су доношене са терена Србије, док алохтоне врсте и егзоте потичу из тадашњих расадника у окружењу. Јединствени простор арборетума надовезује се на северозападне падине градске шуме Кошутњак, изнад леве обале Топчидерске реке, на надморској висини 110-125 m. Заузима 6,70 хектара и чине га две повезане целине: основни део и зона проширења (Слика 43).

Слика 43. Споменик природе „Арборетум Шумарског факултета“ са границама режима заштите



Према Уредби о заштити природних реткости, заступљене заштићене врсте у Арборетуму су: *Picea omorika* (Pančić) Purkyne – Панчићева оморика; *Acer intermedium* Pančić – Панчићев маклен; *Forsythia europaea* Deg. & Bald. – балканска форзитија; *Prunus laurocerasus* L. – зелениче; *Laburnum anagyroides* Med. – обични негњил; *Fraxinus pallisae* Willmott – длакави пољски јасен; *Ilex aquifolium* L. – божиковина, зеленика; *Quercus trojana* Webb. – македонски храст; *Taxus baccata* L. – европска тиса. Према Уредби о стављању под контролу коришћења и промета дивље флоре и фауне, заштићене врсте у Арборетуму су: *Cornus mas* L. – дрен; *Crataegus monogyna* Jacq. – једносемени (бели) глог; *Crataegus oxycantha* L. – вишесемени (црвени) глог; *Hedera helix* L. – бршљан; *Juniperus communis* L. – обична боровица, клека; *Rubus fruticosus* L. – обична купина; *Ruscus aculeatus* L. – веприна; бодљикава кострика; *Sambucus nigra* L. – црна зова. Са аспекта порекла и реткости, значајна врста у Арборетуму је *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng – метасеквоја; уједно и најстарији примерак ове врсте у Београду. На улазу у Арборетум истиче се петрографска, ботаничка и дендролошка збирка, формирана 2003. године (Слика 44).

Слика 44. Детаљи из „Арборетума Шумарског факултета“



У збирци се налазе примерци најчешћих магматских, метаморфних и седиментних стена са нашег подручја. Овде расте 66 врста и унутарврских таксона декоративних четинара и лишћара и 40 врста перена. На основу свих ових информација, закључак је да је Арборетум и данас најбогатија збирка дрвенастих и жбунастих врста у Србији.

Живи архив представља колекцију јединки ретких, угрожених, првенствено аутохтоних, биљних врста у циљу очувања генофонда,

као основе за производњу семенског и садног материјала за проширење њиховог ареала. Пример овог метода конзервације постоји на подручју Београда, у Научно-истраживачкој станици „Липовица“ Института за шумарство, где се налази Архив шумских воћкарица са 287 садница 14 различитих врста. Овај живи архив је веома важан за очување врста ограниченог ареала и реликтог карактера, као што су питоми кестен, мечја леска, дивља трешња, орах, обична леска, али и врста које су слабо отпорне на болести, као што су јабука и крушка. Конзервацијом генофонда ових врста ствара се основа и за стварање хибрида, тако што се врши контролисано укрштање одговарајућих сорти или екотипова. Студенти Животне средине и одрживог развоја (ЖСОР) на Универзитету Сингидунум реализују студијску посету овом живом архиву у склопу практичне наставе на предмету Заштита угрожених врста (Слика 45). Истраживачи Института за шумарство студентима приближе тематику конзервације генофонда ретких врста на практичном примеру и упуте их у све предности и недостатке овог метода конзервације.

Слика 45. Студијска посета студената ЖСОР Архиву шумских воћкарица, октобар 2020



Зоолошки вртови представљају метод конзервације појединачних примерака животињских врста ван њиховог природног станишта у ограниченом простору (често у кавезима) и контролисаним условима. Зоо вртови имају едукативну и научну сврху, али се данас сматрају неадекватним начином држања животиња (осим ако нису у питању већи простори који симулирају природно окружење врсте). Раније је поменуто да је инбридинг велики проблем оваквих веома малобројних популација, а проблем се решава вештачком оплодњом и разменом јединки између зоо вртова.

Репроцентри за узгој алохтоних врста дивљачи и риба представљају метод конзервације од значаја за очување генофонда интродукованих врста од значаја за човека. Пример за то су фазанерије, узгајалишта јапанских препелица, репроцентри муфлона и слично.

- 2) *Семенске плантаже и клонски архиви*: ове методе конзервације су вештачке творевине, којима човек газдује у складу са својим потребама форсирања жељених особина врсте. Семенске плантаже представљају вештачки основане популације за потребе производње семена високог генетичког квалитета за врсте које су угрожене или од економског значаја. Оне су важни пилот објекти у програму тестирања генетског потенцијала полазних популација, јер се у њима прате ефекти истовременог одвијања природне и усмерене селекције. Поред очувања оригиналне генетичке варијабилности, оне се користе и као извори репродуктивног материјала у комерцијалне сврхе. Подизање генеративних (из семена) семенских плантажа на локацијама са различитим микроеколошким условима представља врсту „осигурања“ на могуће неочекиване губитке, као и облик за тестирање опсега адаптација на широк спектар различитих станишних услова (ИСАЈЕВ *et al.* 2006). Семенске плантаже се оснивају од фенотипски и генотипски најбољих индивидуа једне или различитих врста, на већој или мањој површини која би требало да је просторно изолована од физички зрелих стабала исте врсте, како би се спречило неконтролисано опрашивање поленом индивидуа које потичу ван плантаже. Према карактеру производње садног материјала плантаже могу бити вегетативне, основане од клонова или генеративне, основане од садница које потичу из линија полу или пуних сродника селекционисаних генотипова. До данас, у Србији је основано 10 наменских објеката са циљем превођења и регистравања у својству семенских плантажа: два вегетативна храста лужњака (*Quercus robur* L.) и два дивље трешње (*Prunus avium* L.); по један генеративан храста лужњака (*Quercus robur* L.),



Слика 46. Шематски приказ семенске плантаже оморике у Годовику (свако поље представља саднице једне линије полусродника – пореклом од исте материнске јединке)

планинског јавора (*Acer heldreichii* Orph.), Панчићеве оморице (*Picea omorika* (Pančić) Purk.) (Слика 46), црног бора (*Pinus nigra* Arn.), белог бора (*Pinus sylvestris* L.) и пољског јасена (*Fraxinus angustifolia* Vahl). Од ових објеката, до сада су само 3 добила статус регистроване семенске плантаже и то: једна оморице (*Picea omorika* (Pančić) Purk.) на 2,73 ha и две лужњака (*Quercus robur* L.) на укупној површини од 16,81 ha. Семенске плантаже храста лужњака су основане на подручју којим газдује Јавно предузеће „Војводинашуме“, Шумско газдинство (ШГ) „Сремска Митровица“. Генеративна семенска плантажа планинског јавора је основана 1994. године на подручју ШГ „Голија“ Ивањица коришћењем семена сакупљеног са 26 стабала из природних популација и садржи укупно 2692 биљке. Након вишегодишњих проучавања генетичког варијабилитета Панчићеве оморице, 1987. године подигнута је генеративна семенска плантажа (2,73 хектара) у селу Годовик код Пожеге. Плантажа обухвата 50 линија полусродника са укупно 5959 генотипова. Семенска плантажа црног бора је подигнута 1991. године на Јеловој Гори. Плантажа садржи 5422 генотипа из 40 линија полусродника и налази се на надморској висини од 920 m. Наменски објекат белог бора је подигнут 2011. године на Јеловој Гори, као резултат проучавања популационе и индивидуалне биолошке и еколошке варијабилности ове врсте у Србији (ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ *et al.* 20206).

Клонски архиви представљају колекције сличне живим архивима, али настале вегетативним путем, од резница добијених са одабраних, плус стабала. Клонски архиви, обично, претходе семенским плантажама, јер се у њима врши фиксирање клонираног материјала високог квалитета за оснивање плантажа. Ови архиви служе за оплемењивање и задржавање особина врсте, које су од интереса за човека. Све јединке у оквиру клонског архива су генетички идентичне и налазе се у, теоријски гледано, идентичним условима средине (на истој парцели). Међутим, чак и у овим условима долази до појаве одређеног степена фенотипске варијабилности унутар архива, што је последица треће компоненте једначине настанка фенотипа (Слика 12), а то је интеракција генотипа и средине. На огледном добру Института за низијско шумарство и животну средину у Новом Саду постоје клонски архиви топола, врбе и багрема.

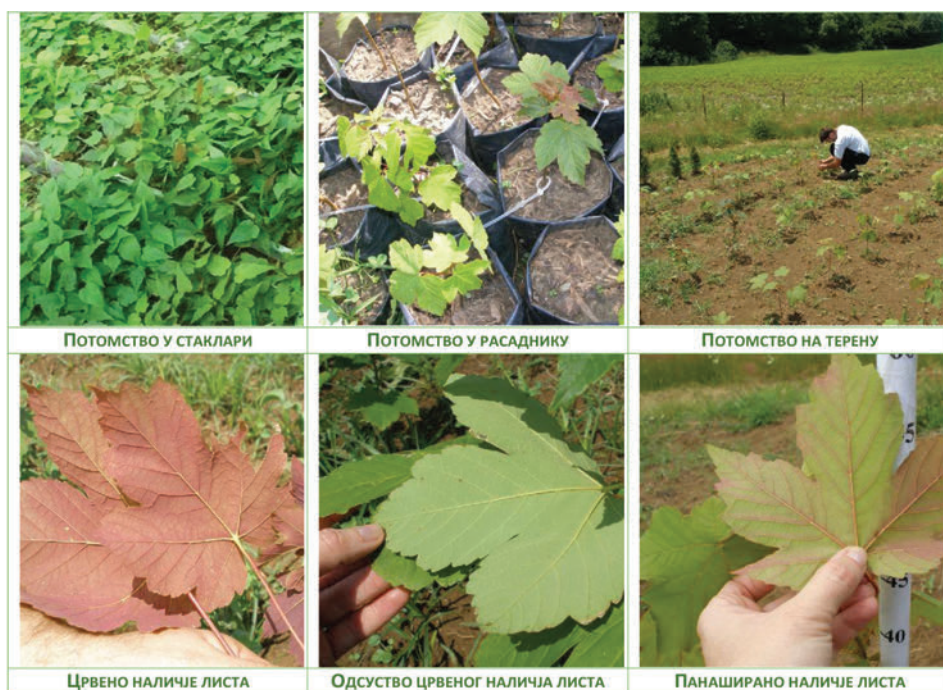
- 3) *Провенијенчни тестови*: провенијенција у дословном преводу означава место настанка или порекло. Провенијенчни тест представља огледу коме се истражује генетичка варијабилност популација

исте врсте са широког подручја, чак и из различитих држава, у циљу утврђивања адаптабилности на идентичне услове средине. Када се јединке налазе у истим условима средине, сматра се да се разлике у фенотипу појављују као последица њиховог генотипа и интеракције са факторима средине. Примењују се за врсте које имају широк ареал, а често су од економског значаја и представљају адекватан начин за конзервацију генетичке варијабилности врсте. Провенијенични тестови се заснивају на више локалитета у оквиру широког ареала врсте, који се карактеришу различитим особинама станишта, како би се могао дефинисати најбољи однос провенијенција-станиште. У Србији је основано неколико провенијеничних тестова: три смрче (*Picea abies* /L./ Karst.), два дуглазије (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) и два букве (*Fagus* sp.).

- 4) *Тестови потомства*: Варијабилност биљака у јувенилној етапи развића се може сматрати производом интеракције наследне основе и селекције. Тестови потомства представљају огледе који се оснивају у циљу процене вредности родитељских јединки кроз особине потомака (наследне карактеристике). Тест потомства показује да ли је оправдано оснивати семенску плантажу од потомства селекционисаних стабала и која стабла треба одабрати, а која искључити. Тестови потомства могу се оснивати од линија пуних сродника (*full-sib lines*) које представљају потомке добијене из контролисаног укрштања (и мајка и отац су познати) или линија полу сродника (*half-sib lines*) код којих је мајка позната, а отац непознат (слободно опрашивање). Испитивања се могу вршити у фитотронима, стакленицима, расадничким или теренским условима. Према трајању огледа разликујемо: ране тестове, краткорочне и дугорочне тестове. Резултате раних тестова, ипак, треба сматрати оријентационим и неопходно их је проверити у наредним годинама истраживања. Последњих година основано је неколико тестова потомства на подручју Великог ратног острва у којима се врши процена генетичког потенцијала материнских стабала пољског јасена, црне тополе, лужњака и веза. Тестови потомства се код нас, углавном, оснивају у оквиру научно- истраживачких активности у расаднику, ређе и на терену (ШИЈАЧИЋ- НИКОЛИЋ *et al.* 2020б). Један од занимљивијих тестова потомства спроведен је у циљу анализе експресије и фенотипске стабилности особина једног култивара јавора (*Acer pseudoplatanus* cv 'Atropurpureum') у раним етапама развића, који се карактерише појавом црвеног наличја листа. Сакупљено је семе 9 материнских стабала на подручју Београда и

постављен оглед са 9 линија полусродника. Полазећи од литературних података, да се из посејаног семена св. '*Atropurpureum*' добија 50% индивидуа са црвеним и 50% индивидуа са зеленим наличјем листова, праћена је експресија боје у огледима који су постављени у стаклари, расаднику и на терену у току првих година развића (Слика 47, ŠIJAČIĆ-NIKOLIĆ *et al.* 2009).

Слика 47. Детаљи теста потомства култивара јавора са црвеним наличјем листа (*Acer pseudoplatanus* cv '*Atropurpureum*')



- Ex situ статичне методе конзервације делова индивидуа:

Ако се има у виду да су милиони врста, сорти, варијетета или локалних популација већ нестали или су угрожени и прети им опасност да нестану, онда је јасно зашто је Организација за храну и пољопривреду Уједињених нација (ФАО) још давно оценила да је неопходно инвестирати у конзервацију делова јединки, како би се зауставио тренд пропадања непроцењивог богатства генетске разноликости. Скоро све методе у којима је објекат конзервације део индивидуе/јединке називају се банке. У зависности од тога који делови индивидуа се складиште, назив банке се детаљније дефинише, али се све могу назвати *банкама гена*.

Задатак банака гена је да сакупљају, детерминишу, документују, размножавају и чувају генетску варијабилност на што дужи рок, те да је ставе на располагање за коришћење. Потпуна документација и лако доступна информација су примарни услови за коришћење генетичке варијабилности која се чува у банкама гена (ПЕНЧИЋ *et al.* 1997, WILHELM 2005).

- 1) *Банке семена:* Конзервација одређених биљних врста се може спроводити оснивањем банака семена. За складиштење семена је неопходно познавање система укрштања/оплођења биљне врсте, периодичности и обилности уroda семена и својстава семена, а нарочито величине и запремине, као и способности за складиштење. Дуговечност семена у складишту зависи од два основна параметра, а то су *услови складиштења и специфичност врсте* (Слика 48).

Класификација врста се врши на основу дужине периода виталности семена и осетљивости на ниске температуре, па се за врсте са семеном осетљивим на ниске температуре не примењује ова метода конзервације. Раније је наведено да семе може бити ускладиштено краткорочно (на температури од +4°C, односно у фрижидеру), уколико је лабораторијска анализа процене варијабилности планирана у скоријем периоду. Дугорочно складиштење семена, за потребе формирања банке, одвија се на температури од -20°C, а прописани



Слика 48. Сакупљено семе планинског јавора и дивље крушке

су и стандарди за складиштење од стране међународних организација. Веома важну улогу има садржај влаге у семену, који треба да је испод 4%, јер је само у таквом стању семе заштићено од напада штеточина и болести (али је могуће да се брзо распадне након одмрзавања). Већи садржај влаге у семену доводи до појаве микроорганизама, који га веома брзо уништавају, а при влажношћу од 30% може доћи и до клијања ускладиштеног семена. Имајући у виду да је основни циљ банке семена конзервација унутарврсне варијабилности, важно је адекватно дефинисање узорка за складиштење, који ће најбоље репрезентовати генетички диверзитет популација врсте. Семе треба сакупљати са оптималног броја јединки, за које се претпоставља да нису у сродству, како би ускладиштено семе омогућило оснивање нове популације од 500 до 1500 јединки, када се појави потреба.

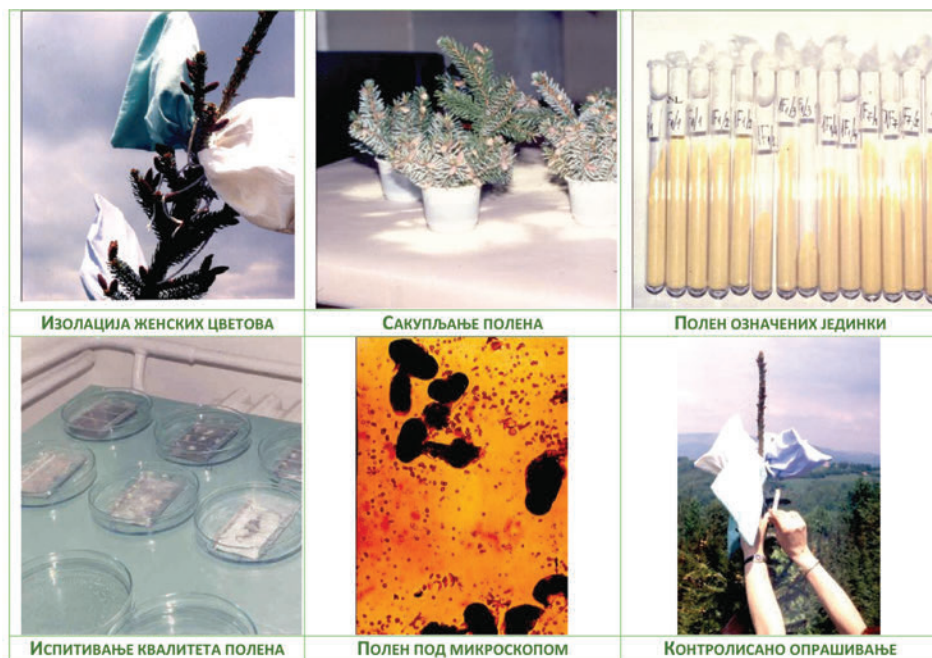
Највећа глобална банка семена, под називом The Svalbard Global Seed Vault (Слика 49), налази се на норвешком острву Spitsbergen у архипелагу Svalbard, у напуштеном руднику у коме је могуће одржати температуру од -18°C . У коморама специјалне капсуле налазе се узорци семена из скоро свих земаља света, а избор врста се врши према значају за производњу хране и развој пољопривреде. Семе се чува за потребе опоравка пољопривреде у регионима погођеним последицама климатских промена, али и након глобалних катастрофа попут наредног леденог доба. Случај повраћаја семена из глобалне банке се већ десио 2015. године у Сирији, јер је та држава остала без националне банке семена. Процес враћања „кутије“ семена Сирији трајао је око годину дана.

Слика 49. The Svalbard Global Seed Vault



- 2) *Банке полена*: складиштењем полена јединки чува се цитоплазматична варијабилност врсте. Ова метода конзервације се ретко користи (углавном за контролисано укрштање јединки или тзв. хибридизацију, Слика 50), јер виталност полена веома брзо опада са порастом температуре и влажности. Полен треба осушити и складиштити на температури од 0 до 5°C и тако може остати виталан један до два месеца, највише годину дана. Уколико се планира дугорочно складиштење полена (на пример, на две године), неопходна је влажност испод 20% и температура од -20°C или вакуум на -18°C . Чување полена веома дуго (више година) се мора обавити применом течног азота, а након одмрзавања је неопходно урадити тест виталности пре опрашивања, тзв. Кобеловом методом, која се заснива на засејавању полена на кап различитих концентрација сахарозе.

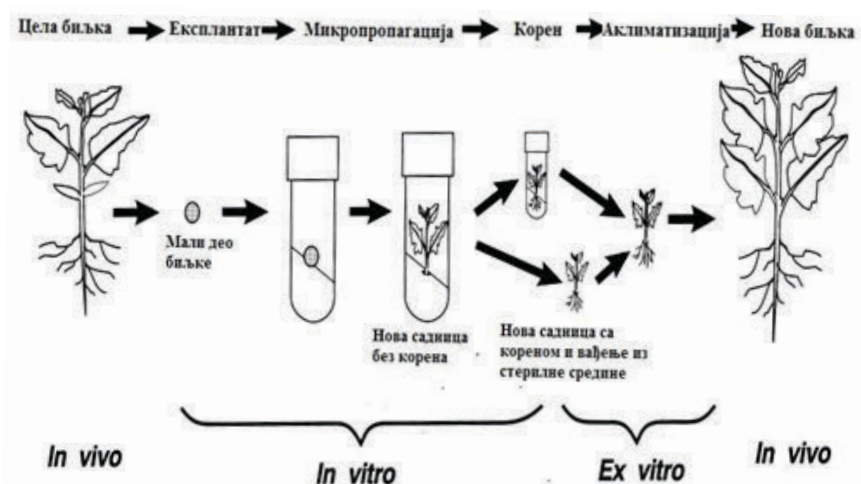
Слика 50. Техника хибридизације, са испитивањем и складиштењем полена



- 3) Банке ткива/ћелија – *in vitro* конзервација: *in vitro* (у стаклу) конзервација представља руковање експлантатом (узорком ткива) под стерилним условима и без опасности од напада патогена. Овај метод је погодан за врсте код којих је складиштење семена немогуће или за складиштење вегетативног материјала у циљу клонирања одабраног генотипа (ENGELMANN 1997). Најчешће се примењује за релативно брз процес производње садног материјала за потребе обнове предела или када су трошкови транспорта семена велики. Са друге стране, трошкови овог метода су, такође, значајни, па се примењује само када не постоји алтернатива. Експлантати су, најчешће, вршни пупољак или врх корена, соматски ембриони, ћелијске културе, протопласти и слично, који се постепено хладе пре коначног потапања у течни азот на температури од -196°C (криопрезервација). Криопрезервација (дугорочно складиштење биолошког материјала у течном азоту на екстремно ниским температурама, од -80°C до -196°C) се може применити и за складиштење семена, али код врста чије семе је осетљиво користи се *in vitro* техника. Криопрезервација инхибира сваку биолошку активност, која би могла довести до изумирања ћелија

и распадања биолошког материјала. Ћелијски материјал се претвара у аморфну кристалу масу и обуставља све животне процесе. Када дође до тренутка коришћења биолошког материјала, неопходно је извршити постепено одмрзавање у воденом купатилу на температури од 45°C. Након тога се бојењем може проверити виталност ћелија, пре засађивања на хранљиву подлогу и почетка деобе ћелија, која води ка формирању новог организма (микропропагација, Слика 51).

Слика 51. Основни кораци у микропропагацији



Одмрзнути мали делови биљног ткива се вегетативно регенеришу у клијавце у стерилним условима (*in vitro*). Микропропагација је добра, јер не захтева много простора и може се спроводити независно од временских услова, али је прилично технички и финансијски захтевна. Новонастале биљке морају проћи кроз процес аклиматизације у стаклари и расаднику, пре изношења на терен. Комбинација *in vitro* конзервације, криопрезервације и микропропагације се примењује за оснивање клонских семенских плантажа, али се то може и једноставније радити, узимањем резница и применом различитих техника калемљења (уколико није потребно дугорочно чување вегетативног материјала).



Више о
техникама
калемљења на
практичној настави

- 4) **Банке ДНК:** постоје и ДНК банке, у којима се складишти изолована ДНК, имобилизирана у нитроцелулозна влакна. Открићем PCR технике постало је могуће умножавање сегмената ДНК и стварање веће количине генетичког материјала за манипулацију у лабораторији и након дужег складиштења. Банке ДНК не захтевају велики простор, али је потребна захтевна опрема и није могуће регенерисати целу биљку (као у случају микропропагације). Банке ДНК као главни циљ имају дугорочно очување генетичких информација о врстама, које се могу употребити за опоравак њихових популација након одређеног екстремног догађаја (као што је ледено доба). Банке ДНК за глобално угрожене врсте се оснивају и одржавају на међународном нивоу.

Одабир адекватних метода конзервације је комплексан задатак и неопходно је узети у обзир све предности и недостатке метода у односу на циљну врсту и конкретно станиште. Прво питање које конзервациони биолози себи поставе јесте да ли одабрати *in situ* или *ex situ* методе конзервације и који је најбољи приступ за циљну врсту, који ће задовољити еколошке, генетичке и социо-економске критеријуме. Најчешћи одговор је СИНЕРГИЈСКИ ПРИСТУП, односно комбинација *in situ* и *ex situ* метода, као и различитих објеката конзервације (популације, јединке, делови јединки). Методе *in situ* конзервације спречавају даљу деградацију станишта и генетичку ерозију, док *ex situ* методе стварају основу за напредак у будућности.

5.3. КАКО ИЗГЛЕДА ПРОЦЕС ИЗРАДЕ КОНЗЕРВАЦИОНЕ СТРАТЕГИЈЕ?

Успешно формулисање стратегије конзервације врсте зависи од адекватних одговора на полазна питања, која су објашњена у потпоглављу 5.1. Јасно и прецизно дефинисани дугорочни и краткорочни циљеви и резултати су неопходни за даљи развој стратегије, а односе се на следеће ставке:

- општи циљ и приоритети конзервације;
- одабир циљне врсте и листа приоритета;
- прецизно просторно дефинисање подручја конзервације;
- издвајање зона од посебног интереса за које се дефинишу специфични циљеви конзервације (уколико постоји потреба);
- одређивање ефективне величине популације за укључивање у стратегију конзервације;
- искључење популација из режима редовног газдовања, дефинисање зона заштите природе као основе за конзервацију, одређивање неопходних мера неге и газдовања.

Циљеви и резултати се дефинишу недвосмислено и мерљиво, како би било могуће успоставити систем мониторинга (праћења) и оцене успешности њихове реализације, а периодично и редефинисање.

Главни сегменти за прикупљање података и истраживање у процесу израде конзервационе стратегије врсте су (FAO, FLD, IPGRI 2004):

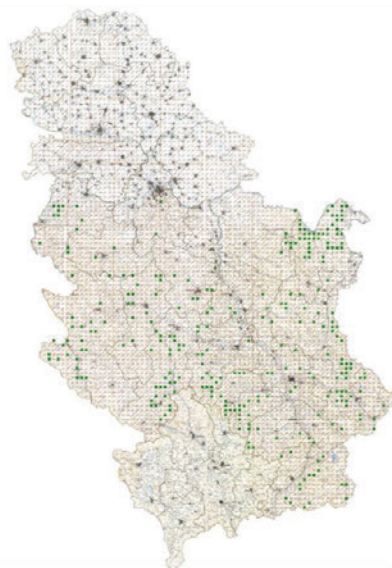
- а) стратешки циљеви конзервације
- б) карактеристике циљне врсте
- в) организације (партнери) у спровођењу стратешких циљева
- г) начин функционисања партнерстава
- д) јасно дефинисани задаци сваког партнера
- ђ) методе конзервације и мере газдовања
- е) препознавање могућности за међународну сарадњу.

Основна поглавља документа под називом Стратегија генетичке конзервације врсте могу бити дефинисана на следећи начин (МИЛОВАНОВИЋ 2009):

- I УВОД
- II ХОРОЛОГИЈА
- IIIa ИСТОРИЈСКИ ПОДАЦИ
- IIIб ЕКОЛОШКИ УСЛОВИ
- IV РЕПРОДУКТИВНА БИОЛОГИЈА
- V ГЕНЕТИЧКА ВАРИЈАБИЛНОСТ
- VI ТРЕНУТНИ КОНЗЕРВАЦИОНИ СТАТУС
- VII ЦИЉЕВИ СТРАТЕГИЈЕ
- VIII МЕТОДЕ КОНЗЕРВАЦИЈЕ
- IX АКТИВНОСТИ НА ПОЉУ ГЕНЕТИЧКЕ КОНЗЕРВАЦИЈЕ
- X ЗАКЉУЧЦИ

Прво поглавље УВОД бави се полазним питањима из потпоглавља 5.1. и даје образложење за избор циљне врсте и њених популација. Разматрају се наведени критеријуми и дефинише који од њих су релевантни за конкретну врсту. У циљу одабира критеријума који ће конкретну врсту кандидовати као циљну за укључивање у процес стратешког планирања конзервације, потребно је располагати следећим полазним информацијама: 1) оквирне информације о значају врсте (за животну средину и за људску популацију); 2) прелиминарни опис врсте (морфологија, таксономија, степен и фактори угрожавања, могућности унапређења стања, односно да ли је рационално улагати у конзервацију врсте и слично). На основу ових прелиминарних информација, врста се дефинише као циљна према научном критеријуму, харизматичности, економском значају или угрожености, а често се наводи комбинација више критеријума.

Друго поглавље ХОРОЛОГИЈА се бави природним и вештачким распрострањењем циљне врсте. Прецизно се дефинише величина и облик ареала, као и бројност популација. Опис ареала се даје на глобалном нивоу, затим се детаљније представља на нивоу региона и државе од интереса (подручје Србије, пример на Слици 52), а у случају ендемских врста најдетаљније информације се односе на ограничено подручје њиховог појављивања. Обавезно је коришћење карата/мапа дистрибуције (нарочито на националном и локалном нивоу), које се израђују на основу доступних база просторних података, као што је инвентура шума, базе Завода за заштиту природе, подаци о праћењу врста у оквиру различитих пројеката, базе градова и општина којима располажу сектори за заштиту животне средине и слично. Поред природног ареала, наводе се и подаци о ширењу врсте уз интервенцију човека (уколико су доступни), али и о главним факторима угрожавања врсте и њеног природног распрострањења. Веома је важно прикупити податке о власничкој структури земљишта у оквиру подручја од интереса за конзервацију, јер од спремности локалне заједнице да сарађује зависи и могућност спровођења стратегије. За те потребе се користе катастарски подаци, као и информације прикупљене од становништва током интерактивних радионица (без којих је сваки процес стратешког планирања бесмислен, а стратегију је немогуће реализовати у пракси).



Слика 52. Распрострањење хрста китњака у Србији према подацима Националне инвентуре шума

Треће поглавље је подељено на два потпоглавља и односи се на ИСТОРИЈСКЕ ПОДАТКЕ и ЕКОЛОШКЕ УСЛОВЕ, односно оптималне услове станишта (абиотичке факторе) за опстанак и развој популација циљне врсте. Историјски подаци се односе на филогенију (порекло врсте), период у еволуцији када је настала, доступне податке о фосилним остацима, однос према другим врстама, заједничке претке и слично. Такође, историјат треба да обухвати и промене у природном распрострањењу врсте током времена (како је некада била распрострањена, где се данас јавља, да ли је дошло до проширења или сужавања ареала, који фактори су довели до промена).

Однос човека према врсти током времена је, такође, битан сегмент и обухвата опис начина на које су људи некада користили врсту, начина на које је данас користе, активности човека на вештачком ширењу распрострањења врсте (традиционална, културолошка, употребна вредност врсте).

Еколошки услови обухватају опис станишта врсте и њених захтева према абиотичким факторима, као и утицаја променљивих абиотичких фактора на стабилност популација врсте. Ово потпоглавље обухвата детаљне информације о *типу станишта* (шумско, ливадско, мочварно и слично), *типу геолошке подлоге* (кречњачка, доломитна, каменита, песковита и слично), *типу земљишта* (дубока, плитка; црница, гајњача и слично), *климатским условима* (осветљена, засенчена, сува, влажна станишта и слично), *висинској распрострањености* (надморска висина), *исхрани* (код животињских врста, хербивор, карнивор, омнивор; предатор, лешинар), *активности* (биљка дугог или кратког дана, дневне или ноћне животиње и слично), *друштвена организација и дисперзија* (код животињских врста, територијалност, величина територије, социјализација и слично).

Четврто поглавље РЕПРОДУКТИВНА БИОЛОГИЈА је веома важно, јер од познавања начина размножавања врсте зависи и успешност реализације стратегије конзервације. Ове информације ће значајно утицати на избор метода конзервације, нарочито када су у питању животињске врсте. За биљне врсте је неопходно навести следеће информације: да ли је размножавање генеративно (полно из семена) или вегетативно (бесполно помоћу ризома, резница, кртола и слично); постоје ли одвојени полови, тј. да ли је врста дводома, једнодома или вишедома); каква је фенологија (сезона цветања, тип опрашивања – самоопрашивање, унакрсно опрашивање, полинатори, грађа цвета и тип цвасти код скривеносеменица); каква је клијавост семена, начин расејавања и плодоношење. За животињске врсте је неопходно навести следеће информације: колики је животни век јединки; при којој старости јединке полно сазревају; када је сезона парења; која је репродуктивна стратегија (моногамија, полигамија); постоји ли полни диморфизам (мужјаци, женке, хермафродити); колико траје период гравидитета код женки; колики је просечан број потомака у једној генерацији; каква је стопа преживљавања подмлатка; на који начин родитељи брину о потомству.

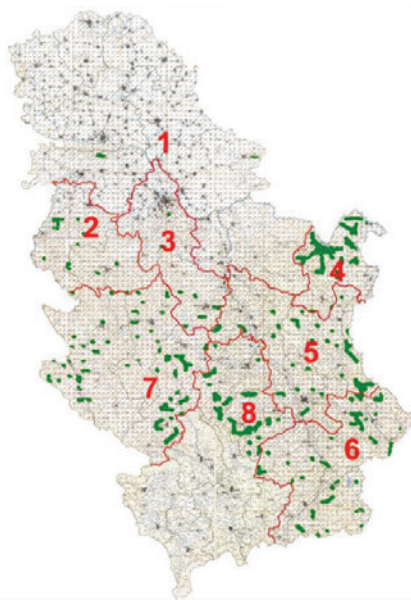
Пето поглавље ГЕНЕТИЧКА ВАРИЈАБИЛНОСТ је једно од најважнијих, јер је превасходни циљ стратегије конзервација генетичког диверзитета врсте. Ово поглавље треба да одговори на следећа питања (видети Поглавље 4):

- Дали су вршена истраживања на процени унутарврсне варијабилности?
- Постоје ли резултати истраживања међупопулационе варијабилности?
- Постоје ли резултати истраживања унутарпопулационе варијабилности?
- Постоје ли резултати истраживања адаптивне варијабилности (фенотип)?
- Постоје ли резултати истраживања неутралне варијабилности (генотип)?
- Који генетички маркери су примењени за процену варијабилности?
- Које лабораторијске технике су примењене за процену варијабилности?
- Постоје ли резултати истраживања о ефективној величини популације?
- Постоје ли резултати истраживања о појави „уског грла“?
- Постоје ли истраживања о сличностима са сродним врстама?
- Постоје ли генетички ресурси врсте са примењеним методама конзервације?

Израда овог поглавља је временски захтевна, јер је потребно прикупити што више (скоро све доступне) информација о претходним истраживањима генетичке варијабилности врсте. У случају широко распрострањених врста, које су од економског значаја, истраживања су бројна и систематизација резултата може бити веома захтевна. Са друге стране, проблем је и са врстама које су врло ограничено истраживане (или нису уопште биле предмет истраживања), јер нема доступних података и потребно је спровести додатна истраживања за потребе процене варијабилности и израде стратегије конзервације. Избор врста о којима се веома мало зна за циљне врсте се ретко примењује, јер захтева значајне временске и финансијске ресурсе, али је могућ и овај приступ код врста које су од изузетног еколошког и/или социо-економског значаја. У пракси се, уколико је то неопходно, при изради стратегије реализују и додатна истраживања процене унутарврсне варијабилности, када доступни подаци претходних истраживања нису довољно информативни.

Прикупљање узорака за додатна истраживања генетичке варијабилности мора бити рационализовано, па се у одсуству генетичких података, примењује тзв. ГЕНЕКОЛОШКИ ПРИСТУП, у оквиру ког се идентификују генеколошке зоне (МИЛОВАНОВИЋ 2009). Полази се од претпоставке да се на сличним стаништима јављају и генетички сличне јединке, која је настала на претходној претпоставци да генетичка варијабилност настаје првенствено као последица адаптације на локалне услове средине.

На основу тога, полазна основа је да генетичка варијабилност прати географско-еколошку варијабилност (YANCHUCK, LE-STER 1996). Ове претпоставке и не морају бити тачне, али овакав приступ ствара добре основе за „случајно“ узорковање популација врсте, из свих дефинисаних генеколошких зона. Поред оваког узорковања, треба имати у виду да се неки ретки гени и генотипови могу наћи у граничним популацијама, па треба ускладити узорковање са циљевима конзервације. Генеколошка зона се карактерише уједначеним еколошким условима и може бити дефинисана коришћењем постојећих база просторних података и карата (топографске карте, карте вегетације, климе, земљишта и слично). У оквиру сваке зоне врши се узорковање биолошког материјала из више популација врсте, а посебно у случају врста са широким распрострањењем и високим степеном укрштања. Генеколошке зоне су, са једне стране, основа за прикупљање узорака за генетичка истраживања, а са друге стране и основа за касније издвајање конзервационих подручја (*in situ* конзервација).



Слика 53. Генеколошке зоне хрста китњака у Србији

Шесто поглавље ТРЕНУТНИ КОНЗЕРВАЦИОНИ СТАТУС детаљно описује категоризацију врсте на глобалном, националном и локалном нивоу и њен конзервациони статус након извршене процене унутарврсне варијабилности (видети Поглавље 2). Конзервациони статус је показатељ степена угрожености врсте на читавој планети, у Србији и/или на одређеном локалитету од интереса, али и степена њене заштите, који треба унапредити стратегијом конзервације. Уколико је врста категоризована и могуће је проценити њен конзервациони статус, треба навести следеће информације: број заштићених популација и подручја; опсег екогеографске дистрибуције обухваћен заштићеним подручјима; статус и квалитет заштићених подручја; одрживост циљне врсте унутар заштићених подручја; постојеће мере конзервације ван природног станишта врсте (*ex situ*); обухваћеност врсте програмима подстицаја заштите; и слично. Уколико конзервациони статус врсте није познат, треба дати сопствену процену на основу горе наведених информација.

Седмо поглавље ЦИЉЕВИ СТРАТЕГИЈЕ представља почетак дефинисања будућих акција на конзервацији врсте, док су претходна поглавља дала пресек тренутног стања популација врсте и доступности информација. Стратегија конзервације врсте има *један општи и више специфичних циљева*. Општи циљ стратегије конзервације јесте обезбеђење очувања максималног могућег опсега генетичког диверзитета оснивањем минималног броја објеката (генетичких ресурса), најмање могуће величине, уз минимална финансијска улагања (MAXTED *et al.* 1997). Како је конзервација генетичког диверзитета дугорочна активност са циљем стварања бенефиција будућим генерацијама, основани ресурси и услови станишта морају бити одрживи. У циљу минимизирања потреба за интервенцијама, а самим тим и трошкова, популације одабране за укључивање у стратегије конзервације треба да се налазе на оптималним условима станишта, да су ефективне величине и да су део екосистема у оквиру ког су подржани природни процеси и функције. У циљу постизања овог општег циља, неопходно је дефинисати специфичне циљеве, који ближе одређују сетове будућих конзервационих активности. Пример општег и специфичних циљева стратегије конзервације храста китњака у Србији дат је у наставку.

ОПШТИ ЦИЉ:

Дугорочно очување и унапређење еколошке адаптабилности и еволутивног потенцијала храста китњака и постављање основа одрживог коришћења генетичких ресурса у Србији.

СПЕЦИФИЧНИ ЦИЉЕВИ:

Конзервација ретких хаплотипова храста китњака путем израде Техничких смерница за управљање специфичним популацијама на локалитетима Златибор, Гоч и Пријепоље.

Даље упознавање степена генетичке варијабилности унутар специфичних популација на локалитетима Златибор, Гоч и Пријепоље, применом описаног методолошког приступа, у циљу јасног издвајања и маркирања ретких хаплотипова и проучавања променљивости на индивидуалном нивоу.

Препознавање и дефинисање могућих метода *ex situ* конзервације ретких хаплотипова храста китњака.

Издавање нових семенских објеката храста китњака у Србији са циљем очувања ретких хаплотипова и укључивање активности генетичке конзервације у програме комерцијалног оплемењивања и унапређења врсте.

Осмо поглавље МЕТОДЕ КОНЗЕРВАЦИЈЕ обухвата опис *in situ* и *ex situ* метода које се предлажу за конзервацију врсте у складу са дефинисаним циљевима стратегије. Како је раније наведено, првенствено се дефинишу могуће *in situ* методе, због својих предности и нижих трошкова, али се даје предлог и за *ex situ* методе, уколико је њихова примена неопходна (пре свега, за угрожене врсте којима прети нестајање).

Истовремено са предлагањем адекватних метода конзервације, потребно је предложити и систем мониторинга и евалуације (праћења и оцењивања) успешности реализације предложених метода. Систем треба да дефинише временске интервале за оцену успешности конзервације, као и мерљиве индикаторе за изражавање оцено стања. Мониторинг је неопходан како би сви уочени недостаци и проблеми били благовремено отклоњени и циљеви редефинисани у складу са актуелном ситуацијом. Систем мониторинга садржи и методологију за осматрања и мерења, за узорковање биолошког материјала за праћење варијабилности популација, за прикупљање података и њихову статистичку обраду, као и за укључивање резултата конзервације у програме редовног газдовања популацијама (на пример, у оквиру заштићеног подручја).

Девето поглавље АКТИВНОСТИ НА ПОЉУ ГЕНЕТИЧКЕ КОНЗЕРВАЦИЈЕ бави се описом улога, права и одговорности свих заинтересованих страна (стејкхолдера) укључених у коришћење и управљање објектом конзервације. Најважније категорије заинтересованих страна су власници и/или корисници земљишта у конзервационом подручју, а посебно они чије се парцеле налазе у оквиру подручја од посебног интереса (дефинисаних специфичним циљевима); локална заједница која користи производе и услуге екосистема који је објекат конзервације, укључујући предузетнике и правна лица (фирме); научно-истраживачке организације; организације цивилног сектора; медији и слично. Све заинтересоване стране треба да доприносе очувању генетичких ресурса као природног добра општег значаја, а најмање да прилагоде или обуставе активности које доводе до њихове деградације и уништавања. Остварење економске одрживости и користи од генетичких ресурса је, такође, приоритет, па заинтересоване стране могу остварити и побољшање квалитета живота кроз конзервационе активности.

Будуће активности у области генетичке конзервације врста, поред одабира и успостављања адекватних метода конзервације, укључују и покретање различитих видова сарадње између националних и међународних институција, као и подизање свести јавности о значају очувања генетичког диверзитета. Координација и оптимално коришћење ресурса омогућиће имплементацију више конзервационих активности.

Јачање свести власника и корисника земљишта о значају очувања генетичког диверзитета врста и доступним механизмима подршке (логистичке и финансијске) може значајно допринети реализацији стратешких приоритета. Шта је партиципација и зашто је важна у процесу стратешког планирања конзервације биће објашњено у наредном потпоглављу.

Десето поглавље ЗАКЉУЧАК представља синтезу свих важних сегмената стратегије конзервације врсте, уз поновно наглашавање важности врсте, одабраних метода конзервације и потребних видова сарадње и умрежавања како би циљеви стратегије били успешно спроведени.

У основи, системски приступ изради стратегије захтева иницијалну фазу, која подразумева прикупљање неопходних информација и дефинисање приоритета на основу познатих и потенцијалних ризика по генетичке ресурсе. У наредној фази, врши се селекција врста и популација које је неопходно укључити у стратегију конзервације, дефинишу се конкретни циљеви и разрађују планови газдовања. Финална фаза подразумева успостављање мониторинг система, у циљу праћења реализације дефинисаних циљева и усклађености мера газдовања са потребама очувања диверзитета.

Треба имати на уму да овај нацрт основних активности не може бити строго дефинисано упутство, које је неопходно пратити корак по корак. Он првенствено има улогу да укаже на комплексност системског приступа развоју стратегије конзервације. Концепција активности захтева модификације у зависности од конкретне врсте или станишта.

У пракси, релативно мали број информација је доступан, јер су средства за истраживачки рад ограничена. Како ризици по очување генетичких ресурса могу изазвати озбиљне, дугорочне и неповратне последице, неопходно је, у већини случајева, отпочети са конзервационим активностима, иако нису све релевантне информације прикупљене. У таквим случајевима, приступ заснован на системским решењима и најприхватљивијим претпоставкама може бити знатно бољи избор од чекања тренутка када ће сви потребни подаци бити доступни.

5.4. ЗАШТО СУ ВАЖНИ ПАРТИЦИПАЦИЈА И „ВЛАСНИШТВО“ У КОНЗЕРВАЦИЈИ ВРСТЕ?

Партиципација (активно учешће) се дешава када су заинтересоване стране део процеса (или пројекта) који утиче на њихове животе. Потребно је да заинтересоване стране буду те које постављају пројекат и утичу на процес имплементације. Једино применом партиципативних метода, корисници пројекта:

- Стварају осећај „власништва“ над пројектним активностима („наш пројекат“)
- Унапређују своју посвећеност пројекту
- Стварају основу за одрживост пројекта
- Унапређују ефикасност пројекта
- Боље користе ресурсе пројекта.

Ово је нарочито важно за конзервационе пројекте и стратегије, јер конзервација врста и екосистема није могућа без пуне партиципације локалне заједнице. Локална партиципација је значајна за сваку конзервациону активност, али посебно добија на значају када су у питању подручја и врсте под високим притиском људске популације (пре свега, у смислу сакупљања и коришћења); подручја која су у сеоском или задружном власништву (или имају више власника); као и подручја малих заштићених природних добара која су рањива услед околних антропогених активности.

Утицај било ког облика власништва на конзервационе активности зависи од низа фактора, као што су економски статус власника и структура власништва. Мали поседи могу бити погодни за конзервацију, јер какву год одлуку да власник донесе, она има ограничени утицај, па и последице. Ови мали поседи могу чинити мозаик станишта погодних за спровођење стратегије конзервације. Већи приватни поседи, којима се редовно газдује, као и подручја у државном власништву (нарочито под шумским екосистемима) углавном се карактеришу поједностављеним екосистемима са генетичком ерозијом и губитком биодиверзитета. Грешке у газдовању на већим поседима имају и већи утицај и знатно их је теже исправити.

Концепт конзервације је слабо схваћен од стране власника и корисника, па и друштва у целини. Разумевање значаја појединих компоненти екосистема је слабо, а и када постоји, генетичка варијабилност остаје нешто неопипљиво и теже схватљиво од стране локалне заједнице. Како смо навели, објекти конзервације могу бити различити, а најчешће је то конзервација подручја

и целокупне природе. Међутим, заштита подручја није довољна за очување генетичке варијабилности, већ је потребно фокусирати активности на конкретну врсту. Даље, локална заједница је често усмерена и повезана са одређеном врстом на културолошком или спиритуалном нивоу, што може бити велики допринос конзервационим активностима. Другим речима, неке угрожене врсте могу имати улогу „амбасадора“ конзервације, па је увек оправдано улагати у стратегије таквих врста, јер шире свест о значају генетичке варијабилности.



Слика 54. Партиципација заинтересованих страна у дефинисању конзервационих циљева

Конзервација генетичких ресурса захтева да заинтересоване стране верују једна другој и буду посвећене одрживом коришћењу екосистема. Партиципативно конзервационо планирање почива на партиципативним техникама. Главне претпоставке при коришћењу ових техника су (Conservation Training and Resource Center 2004):

- Подршка заједнице и прихватање је најважнији фактор у дизајнирању успешних конзервационих стратегија: рана идентификација прихватљивих активности и елиминисање неприхватљивих је веома важан циљ стратешког планирања;
- Коришћење квалитативних података у анализи (прикупљених од локалних стејхолдера), дискусије већег броја људи различитих квалификација (не само научника и експерата);
- Главне претње за врсту препознате од стране научника и експерата треба упоредити са главним претњама препознатим од стране локалне заједнице и дефинисати полазну основу за њихово ублажавање/елиминисање.

Не постоје два идентична процеса партиципације, јер су људи, екосистеми и услови средине различити на сваком подручју или локалитету, као и у различитим тренуцима. Међутим, заједничко за све партиципативне процесе јесте примена главних фаза и корака у конзервацији, приказаних у Табели 12.

Табела 12. Кораци у партиципативном процесу конзервације врста

Корак	Опис корака
1	Идентификација циљне врсте, популација и циљева конзервације
2	Идентификација конзервационих локалитета (конкретне површине)
3	Анализа заинтересованих страна: Ко ће осетити утицај конзервационих активности? Који су њихови интереси? Ко има право да партиципира? Како различити стејкхолдери утичу на конзервационо подручје?
4	Прикупљање података о циљној врсти, локалној заједници и постојећим плановима за управљање предметним подручјем
5	Рedefинисање конзервационих циљева у складу са мишљењем стејкхолдера и партиципативно дефинисање акционог плана конзервације (најважнији корак!)

Сви наведени кораци захтевају пуну партиципацију свих заинтересованих страна. Локална популација и истраживачи сарађују при прикупљању информација и ширењу знања о врсти, што значи да су локални представници укључени у процес формулисања истраживачких питања, методологије и анализе. Партиципативно истраживање захтева стално преиспитивање од стране истраживача да ли је успоставио функционалну везу са локалном заједницом и обезбедио довољно простора за њен утицај на формулисање стратешких приоритета и циљева. Постоји велики број партиципативних алата, који дају веома добре резултате за прикупљање информација и ставова и учешће локалне популације у доношењу одлука. Неки од алата су приказани у Табели 13.

Табела 13. Неки од партиципативних алата за примену у стратешком планирању конзервације врсте

Партиципативни алат	Циљеви
Мапирање ресурса	Прикупљање знање о локалним природним ресурсима
Паукова мрежа (Spidergram)	Идентификација стејкхолдера, квантитативне вредности, вредности ресурса и социјалне интеракције
Венов дијаграм (Venn Diagram)	Идентификација стејкхолдера и њихови међусобни односи, вредновање ресурса
Х дијаграм (H Diagram) и Мождана олуја (Brainstorming)	Прикупљање знања и мишљења о локалним ресурсима и унапређењу тренутне ситуације

Партиципативно планирање, заправо, уводи заједницу у процес доношења одлука, укључујући људе у дискусију, преговоре и планирање. Овакав приступ је једино оправдан за потребе стратешког планирања конзервације врсте, имајући у виду да су људи неодвојиви од природних екосистема и обрнуто.

Не постоји алтернатива учешћу јавности и сарадњи свих стејколдера при планирању конзервационих метода и активности. То је једини пут ка генерисању политика које ће испунити главни критеријум: да би биле одрживе, политике заштите и конзервације морају бити социјално прихватљиве (LINDENMAYER AND FRANKLIN 2002).

6. ПОГЛАВЉЕ

КОНЗЕРВАЦИЈА УГРОЖЕНИХ ВРСТА И ОДРЖИВИ РАЗВОЈ



6. КОНЗЕРВАЦИЈА УГРОЖЕНИХ ВРСТА И ОДРЖИВИ РАЗВОЈ

Шесто поглавље уџбеника представља међународни контекст конзервације угрожених врста и њен допринос одрживом развоју и даје одговоре на питања:

Каква је заступљеност конзервације у глобалним оквирима?
Како конзервација доприноси Циљевима одрживог развоја?
Каква је веза између Циљева одрживог развоја и Аичи циљева?
Каква је заступљеност конзервације у европским оквирима?

Аспекти заштите биодиверзитета и конзервације угрожених врста имају веома важну улогу у међународним политикама значајним за одрживи развој. Република Србија је потписник бројних међународних докумената, који се односе на очување биодиверзитета и генетичких ресурса.

6.1. КАКВА ЈЕ ЗАСТУПЉЕНОСТ КОНЗЕРВАЦИЈЕ У ГЛОБАЛНИМ ОКВИРИМА?

Најзначајнија међународна документа за област заштите биодиверзитета и конзервације угрожених врста приказана су у наставку:

- Агенда 2030 – **Циљеви одрживог развоја** (*Sustainable Development Goals, SDGs*) (2015)
- Конвенција Уједињених нација о климатским променама (*United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC*) (1994)
- Конвенција о биолошкој разноврсности (*Convention on Biological Diversity, CBD*) (1992) са својим:
 - Стратешким планом (Strategic plan 2011-2020)(2011), који је дефинисао **Аичи циљеве** (*Aichi Biodiversity Targets*)
 - **Нагоја протоколом** о приступу генетичким ресурсима и праведној расподели добити од њиховог коришћења (*Nagoya Protocol on Access to Genetic Resources and the Fair and Equitable Sharing of Benefits Arising from their Utilization to the Convention on Biological Diversity*) (2010)

- **Картагена протоколом** о биолошкој сигурности (*Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity*) (2000)
- Конвенција о заштити европског ("дивљег") живог света и природних станишта (*Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats*) или тзв. **Бернска конвенција** (1979)
- Конвенција о очувању миграторних врста дивљих животиња (*Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals*), скраћено CMS или **Бонска конвенција** (1979)
- Конвенција о међународној трговини угрожених врста дивље флоре и фауне (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora – CITES*) (1973)
- Конвенција о заштити светског **културног и природног наслеђа** (*Convention concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage*) (1972)
- Конвенција о заштити водених станишта - **Рамсарска конвенција** (1971).

Међународна конвенција од највећег значаја за конзервацију генетичких ресурса и заштиту угрожених врста је **Конвенција о биолошкој разноврсности (CBD)**¹. Главни циљеви CBD су конзервација биолошког диверзитета, одрживо коришћење његових компонената и равномерна и праведна расподела користи од коришћења генетичких ресурса, укључујући приступ ресурсима и трансфер релевантних технологија. Република Србија је потписница Конвенције од 2002. године, као и оба њена протокола – **Нагоја и Картагена протокол**. Србија је усвојила и прихватила и Стратешки план Конвенције за период 2011-2020, који је дефинисао **Аичи циљеве за биодиверзитет**².

Картагена протокол³ о биолошкој сигурности уз CBD је међународни споразум који има за циљ да обезбеди сигурно руковање, транспорт и употребу живих модификованих организама (*living modified organisms - LMOs*), који су резултат савремене биотехнологије која може имати негативне ефекте на биолошку разноврсност, узимајући у обзир и ризике по здравље људи.

Нагоја протокол⁴ о приступу генетичким ресурсима и правичном и равноправном дељењу користи које произилазе из њихове употребе према CBD је међународни споразум који има за циљ поделу користи које произилазе из коришћења генетичких ресурса на поштен и правичан начин.

1 <https://www.cbd.int/convention/>

2 <https://www.cbd.int/sp/targets/>

3 <https://www.cbd.int/abs/>

4 <http://bch.cbd.int/protocol>

Стратешки план за биодиверзитет⁵, укључујући Аичи циљеве биодиверзитета, за период 2011-2020, усвојен је 2010. током састанка у префектури Аичи, Јапан. План је пружио свеобухватни оквир о биодиверзитету за све потписнице CBD-а и друге партнере укључене у управљање биодиверзитетом и развој политика.

Дискусије о очувању биолошке разноврсности шумских екосистема у оквиру CBD, као једног од најзначајнијих за конзервацију генетичких ресурса, започете су на Другом састанку Конференције страна (COP-2), одржаном 1995. године. Током COP-4, одржаног 2000. године, биодиверзитет шума идентификован је као један од пет тематских CBD програма (данас их има седам) (ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ И МИЛОВАНОВИЋ 2010). Тематски програм о биодиверзитету шума бави се питањима везаним за механизме који глобално узрокују крчење шума, фрагментацију и деградацију шумских екосистема.

Да би се помогло земљама да достигну Аичи циљеве, као и циљеве других међународних конвенција и споразума (укључујући Циљеве одрживог развоја), 2011. године успостављен је глобални напор познат као **Бонски изазов (the Bonn Challenge)**. Циљ овог изазова је да се 150 милиона хектара деградираног и пошумљеног земљишта обнови до 2020., а 350 милиона хектара до 2030. године. **Барометар Бонског изазова (The Bonn Challenge Barometer)**⁶, предвођен Међународном унијом за заштиту природе (*International Union for Conservation of Nature – IUCN*), а уз подршку Немачке међународне иницијативе за климатске промене, покренут је средином 2017. године, а пет земаља је одабрано као пилот подручје за његову имплементацију. У 2019. години, покренута је иницијатива за обнову 30 милиона хектара деградираних и пошумљених предела у Европи, Кавказу и Централној Азији до 2030. године (**ЕССА30**)⁷. Иницијатива је замишљена као значајан допринос Декади Уједињених нација за обнављање екосистема 2021-2030 (**UN Decade on Ecosystem Restoration 2021-2030**)⁸ и Циљевима одрживог развоја.

Према члану 18.3 CBD-а, национални механизми делују и пружају метаподатке о биодиверзитету Србије ради олакшавања спровођења националних стратегија и акционих планова за биодиверзитет. **Шести национални извештај (The Sixth National Report)**⁹ је последњи документ који је Влада Републике Србије поднела CBD-у, у складу са чланом 26.

5 <https://www.cbd.int/sp/>

6 <https://infoflr.org/bonn-challenge-barometer>

7 <https://infoflr.org/news-media/new-call-bring-30-million-hectares-degraded-and-deforested-landscapes-restoration-europe>

8 <https://www.decadeonrestoration.org/>

9 <https://www.cbd.int/doc/nr/nr-06/rs-nr-06-en.pdf>

Извештај садржи глобалну и националну процену напретка у примени Аичи циљева, као и информације о притисцима, претњама и тренутном стању компонената биодиверзитета (генетички ресурси, врсте и екосистеми) у Србији. Процена је извршена применом више од 50 индикатора (Табела 14).

Табела 14. Листа индикатора за процену биодиверзитета у Шестом националном извештају према CBD

• индикатори промене животне средине (индикатори загађења ваздуха и воде, индикатори климатских промена)
• показатељи динамике популације (трендови величине популације неких врхунских предатора, инвазивних страних врста и врста штеточина који су преносиоци болести) и
• показатељи хетерогености екосистема и станишта
• индикатори ефикасности у примени CBD у Србији (индикатори ефикасности у борби против илегалног убијања, заробљавања и трговине дивљим врстама, индикатори очувања <i>ex situ</i> и <i>in situ</i> , као и показатељи удела информација и успостављање интегралног националног информационог система за биодиверзитет са базом података
• индикатори заштићених подручја, промене станишта и ефикасност управљања
• индикатори промена еколошке мреже и станишта
• индикатори промена пејзажа и станишта
• показатељи одрживог коришћења шума
• показатељи одрживог коришћења производа који нису од дрвета
• показатељи слатководног риболова и лова на дивљач
• показатељи производње и употребе ресурса из обновљивих извора
• показатељи органске и пољопривреде високе вредности
• ПОКАЗАТЕЉИ УГРОЖЕНИХ И ЗАШТИЋЕНИХ ВРСТА
• индикатори знања и науке о биодиверзитету
• показатељи финансирања заштите животне средине и природе
• неколико студија случаја

У оквиру Глобалне стратегије за конзервацију биљака (*Global Strategy for Plant Conservation*)¹⁰, дефинисан је тзв. „IPA програм“, који представља средство за идентификовање и заштиту најважнијих локалитета дивље флоре и станишта у Европи. Одређена међународно **Важна подручја за биљке** (*Important Plant Areas - IPAs*) представљају један од критеријума за успостављање еколошки значајних подручја и еколошких коридора еколошке мреже Србије. Укупна површина **IPA** подручја у Србији унутар заштићених подручја износи 64,08%, а ван заштићених подручја 267.106,12 хектара (35,92%).

Поред CBD-а, њених Аичи циљева и Циљева одрживог развоја, Србија је ратификовала и уградила у национално законодавство све остале конвенције релевантне за конзервацију биодиверзитета. Бонска конвенција (1979) као главну претњу миграторним врстама препознаје илегално убијање, одузимање и трговину. Влада је израдила протоколе о процедурама и сарадњи организација и институција у вези са илегалним убијањем, тровањем, одузимањем и трговином дивљих птица, али ти протоколи још увек нису усвојени. Примена CITES (1973) Конвенције је побољшана изменом Закона о заштити природе 2016. и 2018. године. Број заплена, одузимања и осуђујућих пресуда у вези са илегалном прекограничном и унутрашњом трговином заштићеним врстама повећава се последњих година, али Србија још увек нема капацитет за потпуно спровођење прописа. Конвенција о заштити светске културне и природне баштине (1972) подразумева обезбеђивање идентификације, заштите, конзервације, презентације и преноса будућим генерацијама културног и природног наслеђа, које првенствено припада држави. Рамсарска конвенција (1971) се спроводи у Србији кроз идентификацију десет локација, које су уврштене на листу влажних станишта од међународног значаја (Рамсарска подручја), која покривају 0,72% територије, а номиновано је и једно ново подручје (Ђердап) (FOSTER- TURLEI 2018). Оквирна конвенција Уједињених нација о климатским променама (1994) се спроводи кроз **Национално утврђене доприносе Републике Србије Париском климатском споразуму** (*Nationally Determined Contribution of the Republic of Serbia to the Paris Climate Agreement – NDC 2021-2030*)¹¹, који дефинишу мере адаптације (прилагођавања) и мере митигације (ублажавања) климатских промена. Мере адаптације на климатске промене које се односе на конзервацију биодиверзитета обухватају:

10 <https://www.cbd.int/gspc/>

11 <https://www.klimatskepromene.rs/wp-content/uploads/2020/10/CCA-revised-NDCs-DRAFT- OCT-2020.pdf>

- Картирање и пошумљавање 5.000 хектара годишње, користећи климатски прилагодљиве врсте дрвећа, до 2030. године;
- Промоција врста дрвећа које одговарају станишту, промоција мешовитих шума, очување и повећање генетичке варијабилности врста дрвећа и промоција природне обнове шума;
- Конверзија 7.000 хектара ниских (вегетативних, изданаčkih) у високе (генеративне, пореклом из семена) шуме годишње до 2030. године;
- Израда свеобухватне анализе утицаја климатских промена на биодиверзитет, процене рањивости и могућности прилагођавања и ублажавања утицаја на територији Србије;
- Дефинисање одређеног броја врста, станишта и екосистема и развијање методологија и индикатора за праћење утицаја климатских промена на биодиверзитет;
- Развој специфичних мера за заштиту врста и станишта која су осетљива на климатске промене;
- праћење нивоа угрожености биодиверзитета од екстремних временских прилика;
- Побољшање сарадње између научника и истраживача из различитих истраживачких области, како би се истражили утицаји климатских промена на биодиверзитет у Србији.

Мере митигације на климатске промене које се односе на конзервацију биодиверзитета обухватају акције које се не односе директно на смањење емисије гасова са ефектом стаклене баште, већ дају индиректан допринос, као што су смањење притисака на биодиверзитет и повећање биодиверзитета.

Србија је чланица различитих програма међународне сарадње на глобалном нивоу и од тога има користи у погледу заштите биодиверзитета и конзервације генетичке разноврсности.

Међународна унија за заштиту природе (*International Union for Conservation of Nature – IUCN*)¹², кроз своје иницијативе, помаже земљама у спровођењу ефикасних политика управљања природним ресурсима, постизању националних приоритета и испуњавању међународних обавеза о климатским променама, биодиверзитету и деградацији земљишта. Три институције из Србије су чланице IUCN-а: Министарство заштите животне средине Републике Србије, Завод за заштиту природе Србије и Завод за заштиту природе Војводине.

¹² <https://www.iucn.org/>

IUCN је задужен за састављање и ажурирање Црвене листе угрожених врста на глобалном нивоу, а категоризација се примењује и у Србији (прилагођена у оквиру националног законодавства). Резолуција **WCC-2012-Res- 052**¹³ усвојена је 2012. године, на IUCN Светском конгресу заштите природе и има за циљ да „оствари могућности синергије и идентификује решења за проблеме управљања који се могу јавити у подручјима под вишеструком заштитом или **међународно одређеним подручјима** (*internationally designated areas* – IDAs) и да припреми смернице за спровођење“. Међународно одређено подручје (IDA) је природно подручје међународно признато глобалним или регионалним механизмима за одређивање/заштиту: Рамсарска подручја према Рамсарској конвенцији; природна и мешовита добра светске баштине, као и културни пејзажи, према Конвенцији о светској баштини; Резервати биосфере признати у оквиру Светске мреже резервата биосфере UNESCO-овог програма

Човек и биосфера (UNESCO Man and the Biosphere - MAB Programme); и UNESCO глобални геопаркови као део UNESCO-вог програма за геонауку и геопаркове (UNESCO Geoscience and Geoparks Programme - IGGP)¹⁴. Србија примењује одредбе ове резолуције.

BirdLife International¹⁵ је глобално партнерство организација цивилног друштва, које теже очувању птица, њихових станишта и глобалног биодиверзитета, радећи са локалним заједницама на одрживости у коришћењу природних ресурса. Организација прописује критеријуме и одржава централну базу података **међународно важних подручја за птице и биодиверзитет** (*Important Bird and Biodiversity Areas* - IBAs). У трећој фази IBA програма у 2009. години, 43 области у Србији задовољиле су критеријуме, са укупном површином од 1.263.662 хектара или 14,29% територије Србије. Тренутни партнер организације BirdLife International у Србији је Друштво за заштиту и проучавање птица Србије¹⁶, које уређује и припрема нове IBA номинације.

Република Србија има сарадњу са **Организацијом Уједињених нација за храну и пољопривреду - УН ФАО** (*United Nations Food and Agriculture Organization* - UN FAO)¹⁷. Партнерство између Србије и ФАО започело је 2001. године, а његова помоћ у Србији доприноси двема приоритетним областима које су утврдили Влада и државни тим УН-а, а то су: економски развој, раст и запошљавање и животна средина, климатске промене и отпорне заједнице.

13 <https://portals.iucn.org/library/node/44019>

14 <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2016-033-Summ.pdf>

15 <https://www.birdlife.org/>

16 <https://www.birdlife.org/europe-and-central-asia/partners/serbia-bird-protection-and-study-society-serbia>

17 <http://www.fao.org/home/en>

Глобални акциони план за очување, одрживо коришћење и развој шумских генетичких ресурса (*Global Plan of Action for the Conservation, Sustainable Use, and Development of Forest Genetic Resources*)(2014)¹⁸ и Стратегија за његову примену подстичу земље да надограде систем прикупљања података и компилирања резултата истраживања на националном нивоу. Ове надограђене базе података помогле би промоцији очувања шумских генетичких ресурса широм света који су под све већим притиском од загађења животне средине и неодрживе употребе. Према **Првом извештају о стању светских шумских генетичких ресурса (*First Report on the State of the World's Forest Genetic Resources*)(2014)**¹⁹, половина редовно коришћених врста шумског дрвећа је угрожена због претварања шума у пољопривредно земљиште, прекомерне експлоатације шума и утицаја климатских промена. Извештај позива на хитне мере за боље газдовање шумама и шумским генетичким ресурсима, како би се осигурало дугорочно одрживо снабдевање локалних заједница шумским производима.

Поред ових најзначајнијих, Република Србије учествује и у другим међународним иницијативама, које могу допринети очувању природних ресурса и заштити животне средине.

18 <http://www.fao.org/3/i3849e/i3849e.pdf>

19 <http://www.fao.org/forest-genetic-resources/assessments/first-report/en/>

6.2. КАКО КОНЗЕРВАЦИЈА ДОПРИНОСИ ЦИЉЕВИМА ОДРЖИВОГ РАЗВОЈА?

Анализа доприноса конзервације генетичких ресурса и заштите биодиверзитета Циљевима одрживог развоја дата је у Табели 15.

Табела 15. Допринос конзервације угрожених врста Циљевима одрживог развоја (SDGs)

	Крај сиромаштва у свим облицима	- Обезбедити приходе сиромашним и маргиналним заједницама - Ниски новчани улози погодни за сиромашне и маргиналне заједнице - Ниже стопе сеоских и урбаних миграција због посла - Одрживи приходи од одрживих екосистема - Покретачка снага развоја руралног туризма
	Зауставити глад, постићи безбедност хране и побољшати исхрану и промовисати одрживу пољопривреду	- Више хране доступне из екосистема - Већа нутритивна вредност хране - Велика генетичка варијабилност семена и садног материјала - Одржавање банака гена и семена - Промоција „климатски паметне пољопривреде“ - Одржива пољопривреда кроз разнолике активности
	Осигурати здрав живот и промовисати благостање за све старосне категорије	- Здравља исхрана за осетљиве групе (децу и старије особе) - Плодови без хемикалија за здравље - Побољшане здравствене и рекреативне функције екосистема - Побољшане естетске и духовне функције екосистема
	Осигурати инклузивно и квалитетно образовање и промовисати могућности доживотног учења за све	- Једнаке могућности образовања у маргиналним заједницама - Више новца за образовање деце у руралним срединама - Доживотно учење о неопходности очувања ресурса - Умрежавање формалног и неформалног образовања за добробит свих људи

ЗАШТИТА УГРОЖЕНИХ ВРСТА

	Постићи родну равноправност и оснажити све жене и девојчице	- Веће могућности за запошљавање жена и старијих особа - Више прихода кроз стварање додате вредности производа - Спречавање миграција село-град жена и младих
	Осигурати доступност и одрживо управљање водом и хигијенске услове за све	- Заштита водотокова - Пречишћавање воде - Пречишћавање подземних вода (бунара) - Спречавање периода суше - Превенција поплава и болести изазваних поплавама
	Осигурати приступ финансијски приступачној, поузданој, одрживој и модерној енергији за све	- Више огревног дрвета из одрживих шума - Већа енергетска вредност огревног дрвета - Производња биомасе од шумских остатака - Селекција за успостављање енергетских плантажа
	Промовисање инклузивног и одрживог економског раста, запошљавања и пристојних послова за све	- Стимулисати локалну економију, без негативног утицаја на животну средину - Могућности за посао за целокупно радно способно становништво - Радити у здравом окружењу
	Изградити отпорну инфраструктуру, промовисати одрживу индустријализацију и подстицати иновације	- Повећана ефикасност ресурса и енергије - Виши ниво квалитета грађевинског материјала - Спречавање ерозије тла - Иновације у молекуларној генетици - Иновације у <i>ex situ</i> конзервацији
	Смањити неједнакост унутар и међу државама	- Смањење сиромаштва у маргиналним областима - Премостити јаз између неједнакости у урбаном и руралном животу - Пречишћавање ваздуха
	Учинити градове инклузивним, сигурним, отпорним и одрживим	- Побољшана градска зелена инфраструктура - Пречишћавање ваздуха у урбаним зонама - Очување урбаних екосистема - Додатни приход за људе из локалних урбаних средина

	Обезбеђивање одрживих образаца потрошње и производње	- Промовисање ресурсне и енергетске ефикасности - Зелени послови - Доживотно учење о одрживом газдовању екосистемима - Етички конзумеризам из еколошки одрживих ланаца
	Предузети хитне мере за борбу против климатских промена и ублажавање њихових последица	- Селекција ради одрживог пошумљавања - Складиштење угљеника у одрживим шумским екосистемима - Обновљиви извори енергије - Ублажавање екстремних временских услова
	Очување и одрживо коришћење океана, мора и морских ресурса	- Смањење загађења речне воде - Очување приобалних екосистема - Очување мочварних подручја
	Одрживо управљање шумама, борба против дезертификације, заустављање и окретање процеса деградације земљишта, заустављање губитка биолошке разноликости	- Одрживо газдовање и очување шумских генетичких ресурса је суштински приступ у оквиру овог циља
	Промовисати праведна, мирна и инклузивна друштва	- Промовисати биодиверзитет и угрожене врсте као јавно добро - Обезбедити једнаке шансе за квалитетну животну средину за све - Рекреативна функција екосистема у превенцији стреса
	Оживети глобално партнерство за одрживи развој	- Ратификација и примена међународних споразума - Учешће у међународним мрежама за очување генетичких ресурса - Колаборативни приступ очувању генетичких ресурса - Јавно-приватна партнерства - Спровођење политике за смањење сиромаштва

Генетички ресурси су најважнија складишта биолошке разноликости. У оквиру расположивог генофонда, посебну пажњу треба посветити дивљим, реликtnим, ендемским, ретким и угроженим врстама. Генетички ресурси пружају *широку палету производа и услуга* људима у Србији, а од највећег значаја су шумски екосистеми. Најважнији шумски производи које препознају локалне заједнице у Србији су дрво (огревно дрво), широко распрострањено шумско воће и друге јестиве биљке, гљиве, лековито и ароматично биље („дивље воће“) и дивљач (за месо), као и употреба материјала за израду природних боја, обраду коже и небиолошке ресурсе попут камена, глине, шљунка, песка и слично. Да би сви ови производи били доступни, потребна је одрживост шумског екосистема која зависи од нивоа генетичке разноврсности. Шумско дрвеће и друге дрвенасте биљке пружају подршку многим другим организмима и развили су сложене механизме за одржавање високог нивоа генетичке разноликости. Генетичка варијабилност, како међу, тако и унутарврсна, има бројне фундаментално важне сврхе. Омогућује дрвећу и жбуњу да реагује на промене у околини, укључујући оне које покрећу штеточине, болести и климатске промене. Такође, представља основу за будућу еволуцију, селекцију и оплемењивање широког спектра својстава шумског дрвећа. Такође, на различитим нивоима, подржава естетске, етичке и духовне вредности локалне заједнице.

Газдовање екосистемима у производне и заштитне сврхе може и треба да буде компатибилно са конзервацијом, путем одрживог планирања и координације активности на националном, регионалном и локалном нивоу.

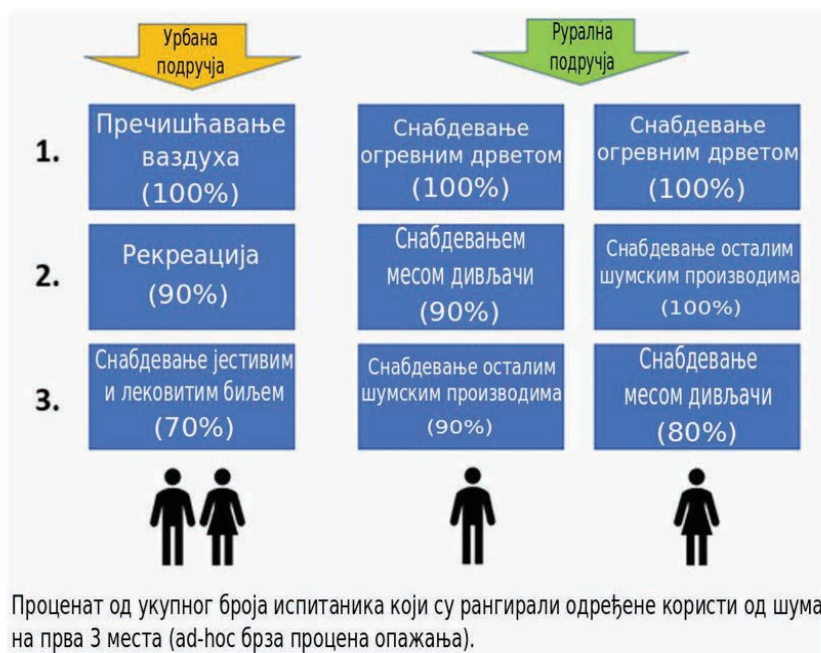
Очување биолошке разноликости, која укључује генетичке ресурсе угрожених врста, од суштинског је значаја за одржавање производне вредности и здравља и виталности екосистема и, на тај начин, одржавање њихове заштитне, еколошке и културне функције. Генетички ресурси представљају међугенерациски ресурс од огромног друштвеног, економског и еколошког значаја.

Лоша доступност података у Србији веома отежава дефинисање и описивање свих социо-економских функција екосистема и користи за локалне руралне заједнице. Процена екосистемског доприноса локалним заједницама је, осим истраживања и мапирања доступних природних ресурса, препознавање руралне културе кроз историју и идентификовање различитих извора знања повезаних са подручјем. Са друге стране, чини се да су власничка и корисничка права над екосистемима критична за остварење максималне користи за локалне заједнице. Детаљније истраживање је потребно, посебно у областима у којима је употреба екосистемских производа високо заступљена.

У случају шумских екосистема, растућа потражња за дрветом као сировином, као и општекорисним функцијама шума, учинила је да заштита (очување) и усмерено коришћење шумских генетичких ресурса постане приоритетни задатак шумарске науке и праксе. Данас бележимо велики број различитих деструктивних активности, које значајно смањују површине под шумама. Ово је посебно опасно у случајевима када се уништавање врши у популацијама шумског дрвећа са ограниченим или подељеним ареалом, у ретким екотиповима унутар ограниченог станишта, као и у случајевима ендемо- реликтних врста шумског дрвећа. У већини земаља, као и у Србији, валоризација шумских екосистема повезана је са производњом техничког и огревног дрвета, што представља мање од једне трећине укупне економске вредности шумског екосистема, укључујући нетржишне вредности попут складиштења угљеника, заштите водотокова, рекреације и очувања биолошке разноликости, посебно на генетичком нивоу. Ослањање сиромашног руралног становништва на функције шумских екосистема ретко се мери и обично није укључено у валоризацију, услед чега се често изоставља у националној статистици и процени сиромаштва, што даље води развоју неадекватних стратегија које не валоризују општекорисне функције шумских екосистема у борби против сиромаштва. На пример, шумска генетичка разноликост је једна од покретачких снага развоја руралног туризма, која представља значајан потенцијал за добробит локалне заједнице.

Локални значај врста може се временом мењати у зависности од различитих услова околине. Када се говори о користима од шуме у Србији, могу се саставити различите листе зависно од схватања појединаца и група. Пре свега, урбано и рурално становништво ће створити потпуно различите листе главних користи, због разлика у потребама (Слика 55, DJORDJEVIĆ-MILOŠEVIĆ 2019). Рурално становништво ће ставити на врх листе огревно дрво, док ће људи из урбане средине нагласити социо-економске користи, као што су регулаторне функције, рекреативне функције и слично. У маргиналним областима, у традиционалним сеоским срединама са старијим становништвом, шуме су извор енергије и хране, грађевинског материјала и лековитих додатака исхрани. За становништво из локалних урбаних центара, шуме су место за додатно ангажовање након радног времена. За становнике удаљених напуштених руралних подручја, шуме су извор опстанка и смањења ризика од екстремног сиромаштва.

Слика 55. Листа приоритета функција шумских екосистема, дефинисаних брзом проценом у оквиру урбане и руралне популације у Србији



Док ће сиромашно становништво приградских подручја Београда сакупљати дрво из државних шума у својој околини, како би преживели зиму, у југоисточној Србији ће сећи своје или јавне шуме (легално или илегално), сакупљати „дивље плодове“ или ловити дивљач за сопствену употребу. На подручју Шумадије и западне Србије, становништво ће користити шуму и у циљу пласирања производа на локално тржиште.

Према DJORDJEVIĆ-MILOŠEVIĆ (2019), градско становништво је еколошку функцију пречишћавања ваздуха уписало као прву ставку на врху листе, затим рекреативну функцију као другу ставку, а снабдевање јестивим и лековитим биљем као трећу. Испитаници из руралних подручја поставили су огревно дрво као прву ставку, месо дивљачи као другу, а остале недрвне шумске производе као трећу. У урбаним срединама није било родне разлике, док у сеоским срединама редослед последње две означене користи зависи од пола - жене су стављале „дивље воће“ на друго место, а мушкарци месо дивљачи.

Оно што је сигурно је да разлике у перцепцији шумских вредности произлазе из нивоа зависности градског и руралног становништва од шумских услуга и различитих животних стилова. Узимање регулационих функција здраво за готово уобичајено је у Србији, јер се омогућавање регулације природних процеса, као што је смањење ефекта стаклене баште, пречишћавање воде, ваздуха и земљишта, сматра неуништивим.

Градско становништво је поменуло функцију снабдевања као важну, али је рангирало ниже од руралног становништва, што имплицира да их могућност да се снабдевају храном и лековима из других извора спречава да схвате економску функцију шума. За сиромашне је снабдевање из шуме неопходно и за њих је то главни приоритет, не само у погледу коришћења шумских услуга, већ понекад и уопштено. Ту могу спадати лекови и ароматичне материје, као и редовно коришћење енергије дрвета, које је приоритет за рурално становништво уопште (укључујући и мале урбане центре без других алтернатива за снабдевање енергијом).

Ова разноликост искустава и схватања користи од шума у Србији захтева **специфичан приступ газдовању шумама у складу са врстама шумског дрвећа**. Током последњих година, израђене су специфичне техничке смернице за појединачне врсте, намењене практичном газдовању шумама, засноване на расположивим сазнањима о врстама и на широко прихваћеним методама за очување шумских генетичких ресурса. У току су напори који се усмеравају на то како подржати практично спровођење очувања гена; у ту сврху развијају се такозвани „*заједнички акциони планови*“, за неколико пилот врста дрвећа. Заједнички акциони планови имају за циљ поделу одговорности у очувању шумских генетичких ресурса међу државама и идентификацију недостатака у овим напорима на паневропском нивоу. То укључује побољшање управљања информацијама и добијање гео-референтних података о постојећим конзервационим јединицама на подручју целокупног ареала шумске врсте у Европи, за даље анализе и стратешко планирање. Овај специфичан приступ газдовању шумама у складу са врстама шумског дрвећа, применом метода конзервације, може се сматрати **високим приоритетом у Србији** (ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ *et al.* 2020б).

6.3. КАКВА ЈЕ ВЕЗА ИЗМЕЂУ ЦИЉЕВА ОДРЖИВОГ РАЗВОЈА И АИЧИ ЦИЉЕВА?

Табела 16 приказује повезаност димензија одрживог развоја (еколошка, социјална и економска) и аспеката конзервације биодиверзитета, док Табела 17 објашњава везе између Циљева одрживог развоја и Аичи циљева. Комплексна анализа и унакрсно посматрање различитих глобалних циљева омогућава адекватно планирање стратешких циљева и конкретних активности у конзервацији. При изради стратегије конзервације неопходно је узети у обзир и њен допринос глобалним иницијативама за очување генетичке варијабилности и угрожених врста.

Полазећи од глобалних циљева, много је лакше прећи на ниво националних, регионалних и локалних приоритета, уколико постоји свеобухватно посматрање конкретне врсте као неодвојивог дела глобалног екосистема.

Табела 16. Димензије одрживог развоја и аспекти конзервације биодиверзитета

Димензије одрживог развоја	Конзервација биодиверзитета
ЕКОЛОШКА ДИМЕНЗИЈА	- Већа разноликост врста у екосистему - Снажне везе између компонената екосистема - Већа генетичка варијабилност унутар врста - Већа адаптабилност врста - Дугорочни програми и планови заштите - Већа разноликост пејзажа - Више копнених складишта угљеника (шуме) - Одсуство дефорестације
СОЦИЈАЛНА ДИМЕНЗИЈА	- Екосистеми који пружају изворе хране у кризним и ризичним периодима - Екосистеми који заједници пружају различите изворе хране - Екосистеми који заједници пружају нутритивно вреднију храну - Екосистеми који пружају производе погодне за прераду и стварање додате вредности - Екосистеми погодни за климатски паметну пољопривреду и шумарство - Екосистеми који пружају једнак приступ ресурсима за све чланове заједнице - Екосистеми богати недрвним шумским производима - Екосистеми који пружају једнаке користи свим групама у заједници - Екосистеми који подржавају традиционално знање, локалну разноликост и стратегије за живот заједнице - Екосистеми који испуњавају културне и духовне потребе људи

ЕКОНОМСКА ДИМЕНЗИЈА	- Екосистеми који обезбеђују економску стабилност домаћинстава - Продуктивни екосистеми за ублажавање различитих ризика (здравље људи, природне катастрофе, економске кризе, социјални сукоби) - Екосистеми који пружају стабилан, континуиран приход сиромашним и маргиналним групама - Одрживи екосистеми као излаз из сиромаштва - Услуге екосистема које омогућавају стварање додате вредности уз мала улагања - Одрживост функција и услуга екосистема - Екосистеми способни да задовоље потребе шумарства, пољопривреде, рибарства, фармацеутске и козметичке индустрије, хортикултуре, туризма, грађевине и развоја биотехнологије - Екосистеми који пружају сталан, континуиран приход на различитим нивоима: домаћинства, заједница, општина - Екосистеми који пружају ефикасност инвестиција
--------------------------------	--

Табела 17. Повезаност одабраних Циљева одрживог развоја и Аичи циљева

SDG	SDG	SDG конкретни циљ	Аичи циљ
	Крај сиромаштва у свим облицима	1.4 Приступ и контрола... над природним ресурсима	18 – Поштовање традиционалног знања
	Зауставити глад, постићи безбедност хране и побољшати исхрану и промовисати одрживу пољопривреду	2.4...системи за одрживу производњу хране... 2.5...очување генетичког диверзитета семена, гајених биљака...	7 - Одржива пољопривреда, водопривреда и шумарство
	Осигурати инклузивно и квалитетно образовање и промовисати могућности доживотног учења за све	4.7...сви полазници едукација поседују знања и вештине за промоцију одрживог развоја...	1 – Унапређена свест јавности

ЗАШТИТА УГРОЖЕНИХ ВРСТА

	Осигурати доступност и одрживо управљање водом и хигијенске услове за све	6.6 Заштити и обновити водене екосистеме и екосистеме од значаја за снабдевање водом....	14 – Екосистемске услуге
	Осигурати приступ финансијски приступачној, поузданој, одрживој и модерној енергији за све	7.2...повећати удео обновљивих извора	4 - Одржива потрошња и производња
	Промовисање инклузивног и одрживог економског раста, запошљавања и пристојних послова за све	8.4...одвојити економски раст од еколошке деградације	4 - Одржива потрошња и производња
	Изградити отпорну инфраструктуру, промовисати одрживу индустријализацију и подстицати иновације	9.5 Унапредити научна истраживања...	19 - Знање унапређено, подељено и примењено
	Обезбеђивање одрживих образаца потрошње и производње	12.2...одрживо управљање природним ресурсима 12.8...људи располажу релевантним информацијама о одрживом развоју	4 - Одржива потрошња и производња 1 – Унапређена свест јавности
	Предузети хитне мере за борбу против климатских промена и ублажавање њихових последица	13.2 Интеграција мера у националне политике 13.3 Унапредити знање и свест...	4 - Одржива потрошња и производња 1 – Унапређена свест јавности
	Очување и одрживо коришћење океана, мора и морских ресурса	14.2...управљати и заштитити... морске екосистеме	10—Заштита коралних гробена...

	Одрживо управљање шумама, борба против десертификације, заустављање и окретање процеса деградације земљишта, заустављање губитка биолошке разноликости	Сви циљеви	2, 3, 5, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 20
	Оживети глобално партнерство за одрживи развој	17.6...унапредити ...међународну сарадњу...у науци, технологији... 17.9...унапредити међународну подршку...за јачање капацитета...	19 - Знање унапређено, подељено и примењено

6.4. КАКВА ЈЕ ЗАСТУПЉЕНОСТ КОНЗЕРВАЦИЈЕ У ЕВРОПСКИМ ОКВИРИМА?

Поред глобалних конвенција и иницијатива, националне обавезујући оквир политике конзервације биодиверзитета у Србији настоји да буде у складу са нивоом Европске уније (ЕУ). **Стратегија ЕУ за биодиверзитет за 2030. годину (EU Biodiversity Strategy for 2030 - BDS)**²⁰ свеобухватан је, амбициозан и дугорочан план заштите природе и преокретања деградације екосистема. Стратегија има за циљ да европски биодиверзитет стави на пут опоравка до 2030. године и садржи конкретне акције и обавезе:

- Успостављање заштићених подручја на најмање 30% површине ЗЕМЉИШТА и 30% површине МОРА у Европи
- Обнављање деградираних екосистема на копну и мору широм Европе:
 - ✓ повећање органске пољопривреде и карактеристика пејзажа богатих биодиверзитетом на пољопривредном земљишту.
 - ✓ заустављање опадања броја опрашивача и опоравак популација

20 https://ec.europa.eu/environment/strategy/biodiversity-strategy-2030_en

- ✓ смањење употребе и штетности пестицида за 50% до 2030. године
- ✓ враћање најмање 25.000 км река ЕУ у слободно проточно стање садња 3 милијарде стабала до 2030. године
- „Откључавање“ 20 милијарди евра годишње за биодиверзитет из различитих извора, укључујући фондове ЕУ и национално и приватно финансирање.
- Претварање ЕУ у светског лидера у решавању глобалне кризе биодиверзитета.

Постоји повезаност између ЕУ стратегије за биодиверзитет и **Заједничке пољопривредне политике** (*Common Agriculture Policy (CAP)*)²¹, која, између осталих циљева, има за циљ максимизирање подручја повезаних са пољопривредом, као што су травњаци, обрадиво земљиште и трајни усеви који су обухваћени мерама очувања биодиверзитета. Ово треба да обезбеди очување биодиверзитета и да донесе мерљиво побољшање стања очуваности врста и станишта која зависе од пољопривреде или на која утиче пољопривреда, као и пружање услуга екосистема, побољшавајући тако одрживо газдовање.

Две стратегије су кључни делови **Европског зеленог споразума** (*European Green Deal*)²², који пружа акциони план за подстицање ефикасног коришћења ресурса преласком на чисту циркуларну економију и обнављање биодиверзитета и смањење загађења. Договор је посвећен циљу ЕУ да постане климатски неутрална до 2050. године и дефинише акције које ће предузети сви сектори у државама чланицама.

Нова **Стратегија шумарства ЕУ** (*EU Forest Strategy*)²³, која се надовезује на стратегију биодиверзитета, обухвата читав циклус развоја шумског екосистема и промовише бројне услуге које шуме пружају. Стратегија има за циљ да осигура здраве и отпорне шуме које доприносе биодиверзитету, климатским циљевима и осигуравају егзистенцију и које подржавају циркуларну биоекономију. Фокусира се на заштиту, обнову и одрживо газдовање шумама у ЕУ, као и на светске шуме, које још нису обухваћене.

21 https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/cap-glance_en

22 https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

23 https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12674-Forests-new-EU-strategy_en

Нова Стратегија прилагођавања ЕУ (*EU Adaptation Strategy*)²⁴, усвојена 2021. године, утврђује како се ЕУ може прилагодити неизбежним утицајима климатских промена и постати отпорна на климатске промене до 2050. године. Стратегија препознаје **природна решења за прилагођавање** (*Nature-based Solutions for Adaptation - NbSs*)²⁵ као ефикасан приступ прилагођавању, као и локалне акције адаптације.

Европска конвенција о пределима Савета Европе (*European Landscape Convention of the Council of Europe*)²⁶ промовише заштиту, управљање и планирање предела и организује међународну сарадњу. Конвенција се тиче и изванредних, учесталих и деградираних предела и пејзажа и подстиче земље да уведу националну предеону политику која није ограничена на заштиту изузетних пејзажа, већ узима у обзир и оне уобичајене пејзаже.

Правно-обавезујући политички оквир у Србији под утицајем је процеса усклађивања са правном тековином Европске уније (ЕУ). Биодиверзитет и његова конзервација су обухваћени у оквиру **Поглавља 27 - Животна средина и климатске промене**. У припреми за преговарачки процес, важне директиве ЕУ, акти и прописи од значаја за очување биодиверзитета пренете су у национално законодавство или су у процесу транспозиције.

Први обавезујући документ за заштиту биодиверзитета на нивоу ЕУ била је **Директива о птицама** (*Birds Directive*)²⁷ 2009/147/EC(1979), којом су државе чланице ЕУ поставиле строге законске обавезе да очувају популације дивљих птица под одговарајућим условима и захтевима животне средине. Члан 4. Директиве захтева од држава чланица да предузму посебне мере за очување станишта регистрованих угрожених врста, додељивањем **Подручја посебне заштите** (*Special Protection Areas - SPAs*).

Током 1992. године, Директива о птицама допуњена је **Директивом о стаништима** (*Habitat Directive*)²⁸ 92/43/EEC(1992) о очувању природних станишта и дивље фауне и флоре. Главни циљ ове Директиве био је успостављање мреже заштићених подручја, у оквиру које би се обезбедило очување распрострањености и бројности угрожених врста и станишта. Мрежа **Посебних подручја конзервације** (*Special Areas of Conservation - SACs*), такође, се назива „НАТУРА 2000“ и укључује Подручја посебне заштите (SPA) Директиве о птицама.

24 https://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what_en

25 <https://www.iucn.org/theme/nature-based-solutions>

26 <https://www.coe.int/en/web/landscape>

27 https://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/birdsdirective/index_en.htm

28 https://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/index_en.htm

Мрежу **Натура 2000 (Natura 2000)**²⁹ чине станишта дефинисана Директивом о птицама и Директивом о стаништима. Око 30% свих станишта чине шуме или пошумљена подручја. Додатних 30% су делови шумског земљишта. Примењују се различите мере за заштиту тих врста, од јаких циљева очувања до нормалних облика управљања. Већина сукоба у управљању овим стаништима између различитих сектора (шумарство, пољопривреда, лов) повезани су са (очекиваним) ограничењима у коришћењу земљишта, нове праксе нису компатибилне са економским потребама заједнице и ограничене су могућности надокнаде економског губитка услед режима заштите. Земље кандидати као и државе чланице дужне су да предложе Натура 2000 локације за заштиту. Легислатива о Натури 2000 није у потпуности транспонована у национално законодавство, јер постоје недефинисане области и питања.

Према **Конвенцији о очувању европских дивљих животиња и природних станишта** (Бернска конвенција, 1979)³⁰, 61 подручје је идентификовано као потенцијално подручје од посебног интереса за конзервацију и потенцијално Emerald станиште: европска еколошка мрежа за очување врста наведених у анексима Конвенције, усвојена је 1989. године, а покренута 1996. године путем Emerald програма и успостављањем **Emerald еколошке мреже**³¹ на територији свих потписница и држава које поштују Конвенцију. Ова мрежа се састоји од **Подручја од посебног интереса за конзервацију (Areas of Special Conservation Interest - ASCIs)**. Стални комитет Бернске конвенције усвојио је 2019. године Препоруку бр. 205 са Римским стратешким планом за искорењавање илегалних убијања, хватања и трговине дивљим врстама птица за период од 2020. до 2030. године³².

ЕУ је 1999. године усвојила **Директиву о трговини шумским репродуктивним материјалом 99/105**³³, која је произашла из процене да је очување и унапређење шумског биодиверзитета, укључујући генетичку варијабилност дрвећа, пресудно за одрживо газдовање шумама. Према Директиви, репродуктивни материјал врста шумског дрвећа и вештачки хибриди треба да буду генетски прилагодљиви различитим условима станишта и високог квалитета; током вештачке обнове и пошумљавања треба користити аутохтоне врсте и локалне провенијенције, које су добро прилагођене условима станишта.

29 https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/index_en.htm

30 <https://www.coe.int/en/web/bern-convention>

31 <https://www.zzps.rs/wp/emerald/?lang=en&script=lat>

32 <https://rm.coe.int/tpvs-2019-03rev-draft-romestrategicplan-ikb-rev-06-12/168099315b>

33 <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:011:0017:0040:EN:PDF>

Директива о генетски модификованим организмима 2001/18/ЕС³⁴ има за циљ да заштити здравље људи и животну средину од опасности које се односе на намерно пуштање и стављање на тржиште генетски модификованих организама без претходне процене опасности по животну средину, као и без претходне сагласности надлежног органа.

Уредба о ножним замкама (*Leghold Trap Regulation*³⁵ - 3254/91) (према Нагоја протоколу) забрањује употребу замки за ноге у ЕУ и уношење производа од одређених дивљих животињских врста пореклом из земаља које их лове помоћу ножних замки или методама хватања које не испуњавају међународне стандарде хуманости.

Директива о младунцима фока (*Seal Pups Directive*³⁶ - 83/129/EEC) забрањује увоз производа од младунаца фоке у ЕУ. Производи се односе на: сирово и обрађено крзно, штављено или дорађено, укључујући крзно уграђено у друге производе.

„Уредба о илегалном дрвету“ (*Illegal Timber Regulation*)³⁷ - 995/2010) утврђује обавезе физичких и правних лица која дрво и производе од дрвета стављају на тржиште и забрањује стављање на тржиште ЕУ производа од илегално посеченог дрвета.

Уредба **FLEGT Regulation**³⁸ (2173/2005) омогућава контролу уласка дрвета у ЕУ из земаља које са ЕУ улазе у билатералне FLEGT споразуме о добровољном партнерству у оквиру шеме за осигурање да само легално посечено дрво може ући у земље ЕУ. Србија транспонује ову уредбу у национално законодавство.

Постоје две важне директиве релевантне за транспарентност и учешће заједнице у процесу планирања заштите животне средине. Директива 2003/4/ЕС **о јавном приступу информацијама о животној средини**³⁹ осигурава да се од државних власти тражи да ставе на располагање информације о животној средини (укључујући биодиверзитет) на захтев било ког лица, које није у обавези да наведе за које потребе прикупља податке. Директива 2003/35/ЕС регулише **учешће јавности (партиципацију)**⁴⁰ у изради одређених планова и програма који се односе на животну средину.

34 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32001L0018>

35 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A31991R3254>

36 https://ec.europa.eu/environment/biodiversity/animal_welfare/seals/index_en.htm

37 https://www.euflegt.efi.int/documents//asset_publisher/ltjOjWpjTO1/document/id/31382?inheritRedirect=false

38 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52011IP0008&qid=1616398342476>

39 <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:041:0026:0032:EN:PDF>

40 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32003L0035>

Директива 2004/35/ЕС о **одговорности за животну средину**⁴¹ у погледу спречавања и отклањања штете у животној средини има за циљ стварање „уједначенијег режима за спречавање и санацију штете у животној средини“ широм ЕУ.

Директива 2008/99/ЕС о **заштити животне средине путем кривичног закона**⁴² дефинише велику штету или ризик по животну средину или здравље људи као кривично дело у животној средини.

Србија је чланица различитих европских програма сарадње и има користи од тога у погледу заштите биодиверзитета и унапређења конзервације генетичке варијабилности.

Србија је чланица **Европског програма за сарадњу о биљним генетичким ресурсима** (*European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources - ECPGR*)⁴³. То је програм сарадње између већине европских земаља, чији је циљ осигурање дугорочне конзервације и одрживог коришћења биљних генетичких ресурса у Европи. Програм има радну групу Очување дивљих врста у генетичким резерватима у којој су активно ангажовани српски стручњаци.

Србија је чланица **Европског програма шумских генетичких ресурса** (*European Forest Genetic Resources Programme - EUFORGEN*)⁴⁴, међународног програма сарадње који промовише очување и одрживо коришћење шумских генетичких ресурса у Европи као саставни део одрживог газдовања шумама. Стратешки циљеви EUFORGEN-а односе се на олакшању размену знања и комуницирања са кључним заинтересованим странама; координацију спровођења конзервације шумских генетичких ресурса у Европи; и промовисање одговарајуће употребе шумских генетичких ресурса. Српски национални приоритети у области очувања шумских генетичких ресурса у складу су са овим међународно прихваћеним циљевима.

Једна од предности међународне сарадње су подаци добијени из **Европског информационог система о шумским генетичким ресурсима** (EUFGIS)⁴⁵. EUFORGEN је развио овај систем који подржава земље у идентификовању празнина у очувању шумских врста и у постављању приоритета за попуњавање ових празнина у очувању, а државе га могу користити као национални информациони систем. Укупно 36 земаља, укључујући и Србију, номинувало је националну контакт особу за EUFGIS, а база података EUFGIS до данас садржи информације о 3595 јединица и 108 врста дрвећа у 35 земаља. Јединице обухватају укупно 4318 популација дрвећа.

41 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32004L0035>

42 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0099>

43 <https://www.ecpgr.cgiar.org/>

44 <http://www.euforgen.org/>

45 <http://www.eufgis.org/>

Република Србија је једна од земаља потписница иницијативе **Forest Europe**⁴⁶, заштитног знака Министарске конференције о заштити шума у Европи (раније MCPFE). Forest Europe развија заједничке стратегије за својих 47 земаља потписница (46 европских земаља и Европска унија) о начину заштите и одрживог газдовања шумама и генетичким ресурсима шумског дрвећа.

Србија је члан и различитих програма регионалне сарадње у области заштите биодиверзитета и конзервације, на нивоу западног Балкана или југоисточне Европе.

Фонд за дивљу природу (World Wildlife Fund – WWF Adria)⁴⁷ ради у Србији и већини земаља југоисточне Европе: Хрватска, Босна и Херцеговина, Црна Гора, Албанија, Северна Македонија и Словенија. Званично је основан почетком 2015. године, са седиштем у Хрватској. Циљ WWF Adria је очување природног окружења, биодиверзитета и еколошких процеса у медитеранском региону и подручју Динарида.

Динарски лук или Динариди (Dinaric Arc or the Dinarides)⁴⁸ су домаћини важних слатководних екосистема, подземних река и језера, планина, великих шума, крашких станишта, мочвара, обалних и морских станишта, укључујући многе ендемске биљне и животињске врсте и велике месоједе. Иницијатива за Динариде је партнерство више међународних организација. Једна од првих иницијатива за подстицање регионалног споразума о сарадњи у заштити природе била је тзв. **Велика победа за Динарски лук**. Ова иницијатива се посебно фокусира на екорегион Динарида југоисточне Европе. Године 2008., владе Албаније, Босне и Херцеговине, Хрватске, Црне Горе, Србије и Словеније потписале су Заједничку изјаву, укључујући стварање еколошки репрезентативне мреже заштићених подручја. Друга заједничка изјава у оквиру иницијативе, усвојена 2013. године у Будви у Црној Гори, прикључила је Македонију осталим потписницама. У Црној Гори је 2014. године основано регионално удружење под називом **Паркови Динарида - мрежа заштићених подручја Динарида**, са циљем да се омогући ефикасно умрежавање свих заштићених подручја на подручју Динарида. Ово је прво такво удружење у Југоисточној Европи. У Србији постоје 23 локације које припадају мрежи Динарида.

46 <https://foresteurope.org/>

47 <https://www.wwf-adria.org/sr/>

48 <https://parksdinarides.org/en/dinarides/>

Регионални центар за животну средину за Централну и Источну Европу (*Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe - REC*)⁴⁹ међународна је организација са мисијом да помогне у решавању еколошких проблема. Од јула 2008., REC Србија послује на основу споразума о сарадњи између Републике Србије и централе REC-а.

Регионална радна група за животну средину (*Regional Working Group on Environment - RWG Env*)⁵⁰ основана је под покровитељством Савета за регионалну сарадњу, као међувладина платформа чији је циљ координација важних регионалних иницијатива и пројеката у области животне средине и климатских промена. Стратегија 2030 за Југоисточну Европу настоји да промовише и унапреди спровођење Циљева одрживог развоја у региону кроз јачање сарадње.

Радна група за биодиверзитет (*Biodiversity Task Force - BD TF*)⁵¹ основана је 2017. године под покровитељством Савета за регионалну сарадњу, како би саветовала RWG Env о начину укључивања бриге о биодиверзитету у Стратегију Југоисточне Европе 2020. Циљ BD TF је да подстакне регионалну сарадњу и омогући напредак ка међународним обавезама о биодиверзитету. Домаћин Секретаријата Радне групе за биодиверзитет је IUCN ECARO⁵².

Стална радна група за регионални рурални развој за Југоисточну Европу (*Regional Rural Development Standing Working Group (SWG) of South Eastern Europe*)⁵³ је међународна организација коју чине владине институције одговорне за пољопривреду и рурални развој у одговарајућим земљама и територијама (Албанија, Босна и Херцеговина, Хрватска, Косово 1244/99*, Македонија, Црна Гора и Србија). SWG подржава и олакшава процес стварања снажног и ефикасног пољопривредног и прехранбеног сектора, који ће бити у стању да спроведе реформе и одговори на постављене изазове, као и да успостави здраво тло за будуће генерације. Важно подручје интересовања SWG-а је агродиверзитет и очување животињских генетичких ресурса.

Србија је потписница и бројних билатералних споразума о сарадњи у области заштите животне средине и заштите природе. Постоје и друге врсте сарадње између институција које се баве конзервацијом угрожених врста и генетичких ресурса, посебно кроз различите пројекте. Постоје различити програми размене и мобилности за наставнике и студенте (као што су CEEPUS, Erasmus+ и други), као и тзв. COST акције⁵⁴, где научници из Србије могу да посећују институције, раде у лабораторијама, деле искуства и знање са колегама из других европских земаља.

49 <http://serbia.rec.org/>

50 https://www.rcc.int/working_groups/20/regional-working-group-on-environment

51 <https://www.iucn.org/regions/eastern-europe-and-central-asia/projects/see-biodiversity-task-force>

52 <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2018-040-En.pdf>

53 <https://seerural.org/>

54 <https://www.cost.eu/>

7. ПОГЛАВЉЕ

ЕКОНОМСКИ АСПЕКТИ КОНЗЕРВАЦИЈЕ УГРОЖЕНИХ ВРСТА



7. ЕКОНОМСКИ АСПЕКТИ КОНЗЕРВАЦИЈЕ УГРОЖЕНИХ ВРСТА

Конзервација генетичких ресурса и оплемењивање врста путем генетичке манипулације представља једну од стратегија унапређења производње и прераде. Стога је неопходно размотрити потенцијалне трошкове и добити конзервације врста, као саставног дела програма обнављања и унапређења природних ресурса. Програми конзервације и унапређења могу бити промовисани од стране појединаца, приватних компанија, министарстава и других јавних установа. Уколико капитал долази из приватних извора, најчешћи циљ је максимална добит на годишњем нивоу. Пројекти промовисани од стране државних и јавних установа могу бити покренути у социјалне сврхе, али, такође, имају за циљ и остварење директне економске добити. У последњем случају, сврха је постизање максималне производње пре него максималне економске добити, у циљу осигурања адекватних залиха ресурса у земљи и/или јачања индустрије.

У овом поглављу биће разматрани модели добити и трошкова и дати одговори на следећа питања:

Зашто је значајан промет репродуктивног материјала?

Како проценити трошкове конзервације?

Како проценити приходе од конзервације?

Који је оптималан програм конзервације са економског аспекта?

Конзервациони генетичар и оплемењивач мора имати на уму да анализа општекорисних губитака и добити може бити неопходна у неким случајевима и може довести до потпуно различитих закључака (REILLY 1977).

7.1. ЗАШТО ЈЕ ЗНАЧАЈАН ПРОМЕТ РЕПРОДУКТИВНОГ МАТЕРИЈАЛА?

Гледано кроз историју, биљни генетички ресурси су релативно слободно и без ограничења размењивани, у складу са идејом да ови ресурси представљају опште добро човечанства. Током последњих 20 година, схватање њихове монетарне и немонетарне вредности је унапредовало, доводећи до конфликта у питањима права и обавеза. Нове политике и закони су унапређивани према актуелним достигнућима у науци, нарочито у области молекуларне генетике и генетичког инжењеринга, уз неизбежно укључивање заштите интелектуалне својине над производима истраживања или развоја (BRAGDON 2004).

Развој процеса и оквира за промет репродуктивног материјала биће приказан на примеру шумских врста. У марту 1974. године, Организација за економску сарадњу и развој (енг. *Organization for Economic Co-operation and Development - OECD*) је успоставила обједињену Шему контроле промета шумског репродуктивног материјала у међународној трговини („OECD шема“). Циљ „OECD шеме“ јесте подстицање производње и коришћења шумског репродуктивног материјала, укључујући семе, делове биљака и целе биљке, чији процес сакупљања, транспорта, дораде, гајења и дистрибуције је у потпуности следљив и у складу са декларацијом. „OECD шема“ се имплементира у земљама учесницама шеме на добровољној основи, како у државама чланицама Европске уније, тако и у осталим чланицама Уједињених нација или њихових специјализованих агенција. Уколико држава учествује у шеми, њени интерни прописи, који се односе на репродуктивни материјал са OECD ознаком, су строго контролисани.

У оквиру *Стратегије развоја шумарства Републике Србије* („Службени гласник Републике Србије“, број 59/06), као једна од битних мера за реализацију циља очувања, реалног унапређења, одрживог коришћења и валоризације биодиверзитета шума, наведено је „*унапређење метода за усмерено коришћење генофонда шумских врста дрвећа кроз in situ и ex situ очување и унапређење производње квалитетног шумског семена и садног материјала контролисаног порекла, као и активно учешће у европском програму за заштиту шумског генетског диверзитета (ЕУФОРГЕН)*“.

Реализација мера и остварење циљева дефинисаних Стратегијом одвија се кроз законске оквире. У циљу испуњења међународних обавеза прописаних Директивом Савета Европе о тржишту шумског репродуктивног материјала бр. 105/99, усвојен је *Закон о репродуктивном материјалу шумског дрвећа*, који дефинише четири категорије репродуктивног материјала:

1. *репродуктивни материјал познатог порекла* који потиче од стабла или из састојине, чија су надморска висина и регион провенијенције познати;
2. *селекционисани репродуктивни материјал* који је произведен у семенској састојини;
3. *квалификован репродуктивни материјал* који је произведен од родитељских стабала, клонова, клонских смеша или у семенским плантажама, фенотипски одабраних на нивоу индивидуе и
4. *тестиран (сортни) репродуктивни материјал* који је произведен у семенским састојинама, семенским плантажама, од родитељских стабала, клонова или клонских смеша чија супериорност мора бити доказана упоредним тестовима у складу са прописима из области признавања сорти шумског биља или је процењена на основу генетске оцене делова полазног материјала.

За подизање и обнављање шума може се користити селекционисан, квалификован или тестиран репродуктивни материјал. Репродуктивни материјал познатог порекла може се користити само унутар истог региона провенијенције, ако на залихама нема довољно селекционисаног, квалификованог или тестираног семена или се због више силе (шумски пожар, елементарне непогоде и сл.) мора непланирано повећати обим пошумљавања. Према Закону, обезбеђивање полазног материјала за производњу селекционисаног и репродуктивног материјала познатог порекла, намеће потребу дефинисања **региона провенијенција** наших најзначајнијих врста шумског дрвећа. Под регионом провенијенције подразумева се једно или више подручја сличних еколошких карактеристика у коме састојине одређене врсте, подврсте или варијетета показују сличне фенотипске или генотипске карактеристике. Како би задовољила критеријуме за укључивање у „ОЕСД шему“, Република Србија (Министар пољопривреде, шумарства и водопривреде) доноси решења о установљивању региона провенијенција најважнијих врста шумског дрвећа (пример на Слици 56), а региони су дефинисани на основу процене унутарврсне варијабилности. Дакле, истраживања унутарврсне варијабилности представљају основу за доношење законски обавезујућих решења, чиме још више добијају на значају. Уговори о трансферу материјала (енг. *Material Transfer Agreements* – *MTA*) представљају уговоре чија је улога подршка размени генетичких ресурса између добављача и корисника. Они дефинишу опсег услова који морају бити задовољени од стране било које организације или појединца корисника генетичких ресурса набављених од друге организације или појединца (ACKZELL & TUROK 2005).

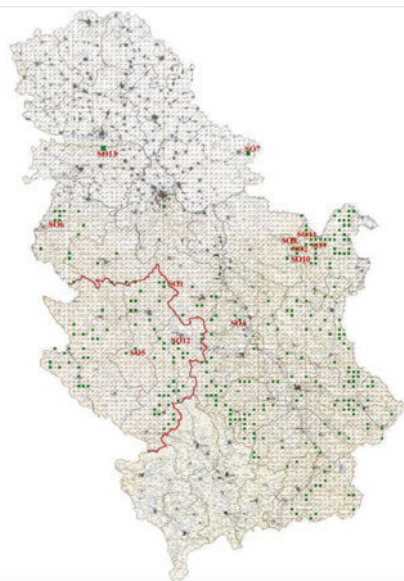
Ови уговори представљају механизам за усклађивање праксе са законом прописаним условима, нарочито са аспекта приступа генетичким ресурсима и санитарних правила. Уговори о промету материјала дозвољавају партнерима да дефинишу сопствене процедуре, сходно конкретној ситуацији и проблему. У шумарству се уговори о промету шумског репродуктивног материјала користе годинама уназад, а у новије време и на билатералним и мултилатералним основама.

Тржиште генетички унапређеног семенског материјала слично је тржишту осталих производа. Добављачи испоручују семе у складу са тражњом. Тражња за генетички унапређеним семеном зависи од природе и нивоа тражње за производима који се добијају из семена. Ова чињеница је од изузетне важности, јер ће цена коју су купци спремни да плате за генетички унапређено семе бити једнака цени производа добијених из семена умањеној за трошкове узгоја и прераде.

Обзиром да се добит из програма оплемењивања и конзервације може очекивати тек кроз одређени низ година, потребно је познавање будућих трендова на тржишту крајњих производа. Ниво прогнозиране тражње за производима утицаће на ниво продукције семена, док ће природа тражње дефинисати карактеристике које је неопходно селекционисати, као и интензитет селекције.

У условима стабилног тржишта, када понуда и тражња, а самим тим и цена, не варирају, тачка у којој је понуда генетички унапређеног семена изједначена са тражњом рефлектоваће се на тржишну цену семена. Уколико је количина доступна на тржишту прекомерна, а тражња се не мења, цена ће падати, али ће се евентуално вратити на претходни ниво уколико се залихе семена смање. Пораст тражње за унапређеним семеном води ка порасту цене.

Тржишта генетички унапређеног семена су, понекад, високо специјализована. Програми оплемењивања и конзервације покривају велики опсег врста, селекционих особина и интензитета селекције.



Слика 56. Региони провенијенција и семенски објекти хрста китњака у Србији

На тржишту је, често, доминантан један или неколико произвођача, те и цена није дефинисана према променама на тржишту, већ је одређује цена производње плус профит. Стога, тржишна цена генетички унапређеног семена или цена коју је нека организација спремна да плати може значајно одступати од трошкова производње.

Постоје две алтернативне стратегије за набавку и располагање потребним репродуктивним материјалом: једна се заснива на одлуци о покретању или непокретању програма конзервације и оплемењивања, док друга произилази из избора програма оплемењивања. Прва стратегија подразумева следеће могућности:

- наставак коришћења генетички неунапређеног семена,
- куповина генетички унапређеног семена из других извора,
- учешће у сарадничком програму генетичког унапређења и
- покретање сопственог програма генетичког унапређења.

Пре компарације ових стратегија, неопходно је проценити да ли је покретање програма генетичког унапређења **технички изводљиво** за једну организацију. Ова процена ће зависити, пре свега, од тражње за генетички унапређеним семеном, ресурса којима организација располаже, величине предложеног програма и циљева пословања. Расположиви ресурси не подразумевају само високо квалификоване и обучене оплемењиваче и конзервационе генетичаре, већ и финансијска средства, земљишне парцеле, а изнад свега величину и карактеристике популације одређене за спровођење програма унапређења. Такође, могу бити потребна претходна истраживања у циљу утврђивања фенолошких карактеристика, техника вегетативног размножавања, степена варијабилности на молекуларном нивоу или других оперативних процедура у оквиру одабране популације.

Врста програма генетичког унапређења зависиће, пре свега, од расположивих података о наслеђивању битних особина врсте, степену генетичког унапређења при различитим интензитетима селекције, генетичкој зависности између различитих особина и другим факторима. Обим програма зависиће од потреба саме организације за унапређеним семеном и од тражње на тржишту.

У почетку, већина организација неће располагати довољном количином информација како би покренула програм већег обима, већ ће се рад заснивати на упоредним анализама програма мањег обима. Како време одмиче, програм се наставља и прикупља се већи број информација о генетичким карактеристикама врсте, стварају се услови за развој напреднијих стратегија конзервације и оплемењивања.

Најједноставнији метод анализе трошкова и прихода јесте посматрање на нивоу актуелних трансакција новца. У том смислу, трошкови укључују дневнице и плате, цену закупа или куповине земљишта и остале фиксне трошкове, као што је закуп зграда, биљке и опрема и трошкови сировина.

Потребно је извршити процену односа трошкови/приходи (енг. *cost-benefit*). У којој тачки производног процеса је потребно извршити оцену трошкова и прихода који се односе на програм генетичког унапређења? И како их треба планирати током година?

Трошкови морају бити забележени на рачуну у тренутку када се појављују. С друге стране, приходи се најчешће утврђују након сакупљања семена. Сви трошкови који се односе на селекцију родитељских стабала и оснивање и газдовање семенском плантажом су обухваћени анализом, док они који се односе на провенијеничне тестове и тестове потомства, програме хибридизације и слично нису укључени у основни програм оплемењивања, те је потребно посебно издвојити и назначити фондове за ове потребе. Препорука је да се ови фондови попуне генерисаним профитом из више програма оплемењивања. У неким случајевима је, међутим, неопходно усвојити посебну процедуру засновану на сопственој процени оплемењивача.

Вредност генетички унапређеног семена заснива се на његовој цени на слободном тржишту (уколико такво постоји) или на профиту оствареном продајом производа пореклом из овог семена применом метода резидуалне вредности цене. Овај метод подразумева одузимање трошкова сакупљања, дораде и дистрибуције од цене финалног (или полу) производа добијеног из семена. Цене резане грађе представљају добру почетну тачку за процену добити из програма генетичког унапређења шумских врста.

7.2. КАКО ПРОЦЕНИТИ ТРОШКОВЕ КОНЗЕРВАЦИЈЕ?

Трошкови конзервације и оплемењивања могу бити фиксни или могу варирати у зависности од количине произведеног семена.

Селекција и тестови потомства родитељских стабала за подизање семенске плантаже представљају основни извор фиксних трошкова који се односе на управљање семенском плантажом, јер број фенотипова које је потребно селектовати и тестирати не зависи од величине семенске плантаже.

Трошкови селекције по родитељском стаблу зависе од интензитета селекције и критеријума/карактеристика на којима је селекција заснована. Иницијални трошкови селекције по стаблу расту са порастом интензитета селекције. На пример, иницијални трошкови при већем интензитету селекције могу бити и до пет пута већи од иницијалних трошкова при селекцији мањег интензитета. Трошкови иницијалне селекције, такође, се значајно повећавају пропорционално броју карактеристика на којима се заснива селекција. При интензитету селекције 1% и уз претпоставку да између карактеристика не постоји корелација, као и да трошкови истраживања 100 индивидуа по родитељском стаблу износе 1 динар, трошкови селекције биће (ФАО 1989):

Број селекционих карактеристика	Број анализираних биљака по родитељском стаблу	Трошкови по селекционисаном родитељском стаблу (дин)
1	100	1
2	10 000	100
3	1 000 000	10 000

Трошкови селекције се повећавају 100 пута при свакој новој селекционој карактеристици.

Тест потомства може представљати један од најскупљих аспеката програма генетичког оплемењивања и трошкове везане за овај метод је веома тешко дефинисати. Уколико су тестови потомства дизајнирани у циљу прикупљања информација за оснивање семенске плантаже прве генерације, укупни трошкови тестова ће бити наведени у оквиру ове фазе програма оплемењивања. Уколико су дизајнирани тако да обезбеде основу и за селекцију друге генерације, трошкови ће бити представљени између прве и друге генерације семенске плантаже. Идеална ситуација би била процена

трошкова на основу прихода из сваке генерације, али је то најчешће немогуће квантификовати. У том случају, општи фактор је неопходан за решавање непредвиђених ситуација, као што су релативни трошкови селекције.

Остали фиксни трошкови. Годишњи трошкови администрације и истраживања представљају остале, веома важне, категорије фиксних трошкова. Трошкови администрације могу бити представљени у оквиру трошкова дневница, личних доходака и материјала сваке фазе програма, али је знатно прихватљивије третирати их као фиксне трошкове на годишњем нивоу.

Варијабилни трошкови. Преостали трошкови оснивања и газдовања семенском плантажом зависе од њене величине. За сваки систем газдовања варијабилни трошкови зависе директно и од уroda семена. Укључују трошкове припреме парцеле, садње, вегетативног размножавања, фертилизације, резивања, окопавања, општег одржавања и заштите. Трошкови оснивања ће варирати у зависности од броја клонова, метода пропагације и иницијалне густине садње. Производња семена по хектару одређене врсте зависи од степена припреме парцеле, нарочито од употребљене количине ђубрива и густине садње. Са повећањем површине плантаже смањују се трошкови по килограму произведеног семена. Међутим, потребно је обратити пажњу да плантажа не буде претерано велика, како не би изгубила економичност, највише због диспропорционалног пораста трошкова администрације или због великих трошкова садног материјала или селекције родитељских стабала.

Према томе, трошкови производње семена у плантажи пратиће познати *U* – облик криве теорије производње, тј. на почетку ће опадати са порастом површине плантаже, док ће на крају расти услед пораста фиксних трошкова. Сличан однос се запажа и код индивидуалних операција, нарочито између просечних трошкова ђубрења по килограму произведеног семена и производње семена по хектару; или између размака између садница и производње семена по хектару.

7.3. КАКО ПРОЦЕНИТИ ПРИХОДЕ КОНЗЕРВАЦИЈЕ?

Конзервација и оплемењивање врста може допринети економији вишеструко, а на примеру дрвенастих врста то су четири начина: прво, повећањем производње дрвне масе по хектару („*ефекат уroda*“); друго, утицањем на раст цена различитих производа од дрвета („*ефекат цене*“); треће, редукијом трошкова („*ефекат редукије трошкова*“); и четврто, смањењем економске ротације шуме („*ефекат ротације*“).

Ефекат уroda може бити постигнут гајењем генетички унапређених стабала, која се одлукују већом продукцијом дрвне масе, или смањењем губитака гајењем индивидуа адаптираних на локалне услове, нпр. врсте дрвећа отпорније на ветар, болести, штеточине, мраз, снег или сушу. Један од проблема при покушају убрзања раста, међутим, представља релативно низак степен наследљивости ове карактеристике.

Ефекат цене. На цену генетички унапређеног семена утичу следећи фактори:

- *Повећање производње*. Стабла већег учешћа чистог дебла, мањег учешћа компресионог дрвета и без појаве усуканости влаканаца, обезбеђују веће учешће техничког дрвета по јединици обловине. За производњу целулозе, већа производња се постиже са стаблима веће густине дрвета, са мало компресионог дрвета и одговарајућом структуром влаканаца. Редукија варијабилности ових својстава дрвета, такође, обезбеђује већу количину финалног или полупроизвода.
- *Побољшање квалитета производа*. Веће учешће производа виших класа квалитета техничког дрвета може бити остварено редукијом пречника грана, смањењем усуканости влаканаца и учешћа компресионог дрвета, смањењем угла гранања и слично.
- *Редукија трошкова сече и извлачења*. Ови трошкови могу бити смањени повећањем сечивог етата по хектару, повећањем просечне величине дебла у време сече, већим проредом приликом садње и побољшањем карактеристика грана.
- *Редукија трошкова прераде*. Стабла веће правности дебла, унапређеног облика и униформне величине; унапређене карактеристике дрвета могу смањити време сушења у сушарама и кувања и млевења у фабрикама за целулозу.

Ефекат редукције трошкова. Бржи раст и бољи квалитет стабала омогућују шумарским стручњацима оснивање плантажа на већим површинама, што значи и мањи број стабала по хектару и лакши приступ. Велики број радних операција на тај начин се може обавити за знатно краће време.

Ефекат ротације. Више цене и пораст производње омогућују знатну редукцију економске ротације. Такође, стварају се и услови за значајно смањење потребне површине земљишних парцела.

Део буџета који се односи на добит представља најтежи аспект сваког програма генетичког унапређења. На који начин добити, које произилазе из програма, могу бити процењене? Како је већ назначено, процена може бити урађена на два начина: један заснован на тржишној цени произведеног семена и други заснован на методу резидуалне вредности цене.

Уколико се усвоји метод тржишне цене - који пре представља изузетак него правило, јер унапређено семе, чак и ако припада истој врсти, ретко поседује исти генетички квалитет – јавља се проблем идентификовања било какве промене цене која произилази из пораста залиха семена.

Уколико се усвоји метод резидуалне вредности цене, процедура ће зависити од производа добијених из семена из семенске плантаже и од селекционих карактеристика.

Добити од плантаже за генетичко унапређење могу бити процењене на основу произведеног семена, у тренутку сакупљања семена и у тренутку започињања сакупљања профита, коришћењем података који се односе на иницијалну густину садње, капацитет клијања семена и степена обраде у расаднику за исказивање добити у динарима по килограму семена.

7.4. КОЈИ ЈЕ ОПТИМАЛАН ПРОГРАМ КОНЗЕРВАЦИЈЕ СА ЕКОНОМСКОГ АСПЕКТА?

Према традиционалној теорији производње, оптимални резултати пројекта се дефинишу на основу тачке у којој су маргинални трошкови једнаки цени производње, при чему су маргинални трошкови дефинисани као трошкови производње додатне производне јединице. За пројекат чији је животни век једна година или краће, то је релативно лако; али за пројекте дужег животног века, као што су програми генетичког унапређења, ситуација се компликује услед постојања додатне променљиве – *времена*.

Најједноставније решење проблема јесте увођење претпоставке о непостојању препрека у смислу ресурса, а затим спровођење посебне *cost-benefit* анализе за сваки програм унапређења. Програм који указује на највећу економску добит биће изабран. Опције могу варирати у зависности од броја и природе селекционих особина, интензитета селекције, броја плус стабала у семенској плантажи, површине плантаже и усвојеног система газдовања. За сваки сет селекционих особина, постојаће опсег могућих производних опција заснован на горе наведеним факторима.

Овај метод може захтевати много времена и бити веома компликован са повећањем броја могућих програма унапређења. Међутим, уколико се располаже адекватним информацијама и подацима примена математичких модела може бити од користи. Основна предност моделовања јесте могућност редефинисања циљева, потпуног или делимичног, на основу промена на тржишту. Специфицирањем интензитета селекције за одабране карактеристике врсте и жељеног процента унапређења, врши се избор програма, који омогућује минимално одступање од дефинисаног циља генетичког унапређења уз најмање могуће трошкове.

Успешност оптимализације зависиће од организације која спроводи инвестицију. Имајући у виду брзе промене на тржишту дрвних производа, многе организације усвајају универзалне стратегије генетичког унапређења, које се карактеришу максималним степеном флексибилности. Већи значај се придаје особинама врсте које могу бити од значаја за више генерација у широком опсегу еколошких и економских услова, као што су повећање прираста дрвне масе по хектару и већа отпорност на болести.

Неке организације постављају програме тако да унапреде особине прве генерације, које су инфериорне, али могу донети добит уколико се унапреде код наредних генерација.

Неопходно је посветити велику пажњу примени напредних техника оптимизације, нарочито информацијама и подацима на којима базирају. Утврђивање добити од генетичког унапређења и оплемењивања шумских врста представља значајан проблем. Недовољно сазнања постоји о добитима оплемењивања врсте током читаве ротације плантаже подигнуте из генетички унапређеног семена, нарочито у случајевима примене мера неге, као што су чишћења и прореде. За плантаже које производе само један производ, на пример целулозу, имају кратак период ротације и нису проређиване, добити могу бити предвиђене са више сигурности него за плантаже које су редовно проређиване и које производе техничко дрво и целулозу током дугог периода ротације.

Обзиром на варијабилност врста и недоумице у вези процене добити, веома је тешко донети генерални став о адекватном методу за формулисање програма генетичког унапређења. На овом месту најбоље је поновити закључак, до ког су дошли SMITH & ZOBEL још давне 1974. године, по коме најпрофитабилнији програм генетичког унапређења поседује следеће карактеристике:

- једна врста расте на великој површини;
- жељене особине су наследљиве у високом степену;
- укрштање са другим врстама се лако контролише и
- вредност производа врсте је висока и претпоставља се да ће таква и остати.

ПРИЛОГ

ПРИМЕРИ
СТРАТЕГИЈА ГЕНЕТИЧКЕ
КОНЗЕРВАЦИЈЕ БИЉНЕ
И ЖИВОТИЊСКЕ ВРСТЕ

РАД СТУДЕНАТА



СТРАТЕГИЈА ГЕНЕТИЧКЕ КОНЗЕРВАЦИЈЕ ВРСТЕ ГОСПИНА ПАПУЧИЦА

(*Cypripedium calceolus* Linnaeus., 1753.)

1. УВОД

Живот на Земљи зависи од биљака. Оне су основа екосистема у коме животиње живе, развијају се и расту. Оне пружају виталне екосистемске услуге, као што је производња кисеоника и секвестрација угљен диоксида и пречишћавање воде. Биљке су значајне карике у ланцу исхране, станиште за друге организме, а многе врсте биљака од којих је већина неистражена, поседују огроман медицински потенцијал. Губитак једне биљне врсте значи губитак свих наведених вредности, а потенцијално може довести и до губитака других природних врста које се на њу ослањају.

Највеће претње за биљке на глобалном нивоу су губитак станишта и деградација станишта. Миленијумска процена екосистема (Millennium ecosystem assessment, 2005) Европске агенције за заштиту животне средине предвиђа да ће до 20% тренутно заступљених шума и ливада имати промењену намену до 2050. године. Додатне претње за биљке представљају претерана експлоатација природних ресурса од стране људи и климатске промене.

Према Светској унији за заштиту природе (IUCN) конзервација биодиверзитета се треба спроводити на три фундаментална нивоа: еколошком, специјском и генетичком. У Републици Србији се интензивно ради на конзервацији заснованој на прва два нивоа, а генетичка конзервација је тек у повоју и овај документ представља допринос на том плану.

Подаци о генетичком статусу су, односно здрављу популације сада се сматрају есенцијалним елементом конзервационе биологије јер дају веома вредне и валидне податке за утврђивање приоритета и доношење одлука од којих зависи успешност конзервације.

Већина научника у радовима заснованим на искуствима из праксе наводи да без укључивања генетичких испитивања врсте у планове конзервације расте вероватноћа неуспеха конзервационих напора као и повећање трошкова неопходних за заштиту и унапређење угрожених популација.

Како се на међународном нивоу истиче значај и улажу велики напори у проучавању и примени генетичких принципа, јер дугорочно преживљавање врсте зависи од генетичке варијабилности такав принцип треба применити и код нас. За многе врсте је на глобалном или на нивоу Европе истражена генетичка структура и варијабилност.

У Републици Србији би истраживање врста на генетичком нивоу утицало на ефективније усмерене стратегије очувања генофонда врста, али би допринело и науци и познавању врсте на глобалном нивоу. Такође би обрада врста и постављање популација наше земље на светску мапу допринело конкурентности и меродавности наше науке и конзервационе праксе. Успешност напора уложених у очување врсте може у позитивном смислу утицати и на економију наше земље, кроз примену мера за одрживо коришћење врста.

Врсте које показују већи ниво генетичке варијабилности боље се могу адаптирати на променљиве услове станишта. Дакле, опште је прихваћена чињеница да већа генетичка варијабилност повећава фитнес, а смањује ризик од нестанка врсте. У том смислу приоритет треба дати изучавању малих популација угрожених врста које су под посебним притиском у генетичком смислу јер их обично карактеришу изолована станишта.

Код нас треба посебну пажњу поклонити генетичком проучавању и конзервацији врсте Госпина папучица јер је једино доказано станиште на Сувој планини, а касније се знања добијена за ову врсту могу применити и на остале терестричне орхидеје код нас. За упознавање узрока и последица генетичког диверзитета госпине папучице (и свих других таксона) неопходно је познавање историје и биологије врсте: неопходно је до детаља познавати факторе угрожавања, историјско распрострањење, репродуктивну биологију, ембриологију и морфологију, односно начине размножавања и типове репродуктивних органа као и однос између њих и нивоа генетичке варијабилности. Познавање и проучавање генетике треба усмерити и у комерцијалном смислу.

Мотиви за очување ове врсте су: угроженост, малобројност популације, генетички, медицински и економски потенцијал.

1.1. ТАКСОНОМИЈА

Род *Cypripedium* припада класи монокотила (Liliopsida), подкласи *Magnoliida*, надреду *Lilianaе*, реду орхидеја (*Orchidales*), породици орхидеја (*Orchidaceae*), подфамилији *Cypripedioideae* и обухвата око 50 таксона.

Стручни назив рода Госпине папучице - *Cypripedium* потиче од грчких речи *Kypris* (Κυπρίσ), што представља надимак Венере, богиње љубави и лепоте и *pedilon* (πέδιον) што значи ципелица или папучица и указује на карактеристичан облик усне цвета. Други део имена *calceolus* је латински назив за малу ципелу.

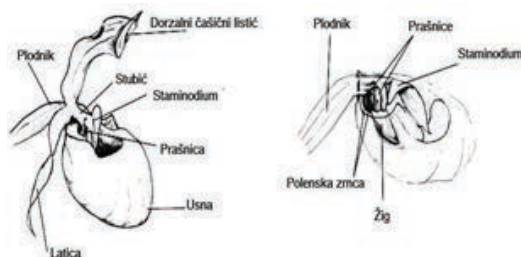
1.2. ОПИС ВРСТЕ

Cypripedium calceolus је дугоживећа терестрична орхидеја коју красе највећи цветови у флори Европе. Њене стабљике су зељасте и дебеле, на попречном пресеку округласте и расту усправно из „пузећег“, унеколико ланчастог ризома. Стабљике су обрасле финим, кратким длачицама и достижу висину од око 60 cm.

Листови су седећи, елиптични и основом обавијају стабљику, па су при основи повијени на горе; дуги су 7 - 15 cm, а широки 3,5 - 7 cm. Листови су на ивицама мало длакави и различите боје - на лицу су светлозелени, а на наличју плавозелени. По целој површини су уздужно наборани, распоред им је наизменичан - спиралан, а нерватура листа је паралелна.

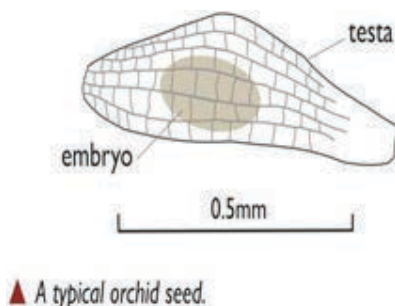
Цветови (слика 1) су велики, с једном равни симетрије (зигоморфни), хермафродитни и најчешће су појединачни или се јављају у групи од по два. Ређи је случај појављивања цветова у групама од по три или четири на једној стабљици, а истраживања су показала да је то у вези са порастом рН земљишта. Цветови садрже два жута прашника са уочљивим црвеним тачкицама. Перијант цвета чине четири увијена, пурпурносмеђа листића, који окружују медну усну јарко жуте боје, дугу 3-4 cm и карактеристичног облика по коме је и Госпина папучица добила назив.

Слика 1. Грађа цвета Госпине папучице (према *de Jong*-у, 2002)



Плодник је ваљкаст, прекривен ситним длачицама и дужине око 2-2,5 cm. Плод је линеарно елипсоидна капсула - чахура са великим бројем ситних семена (слика 2) са малом количином ендосперма (резервних материја) те ризоми ове биљке ступају у симбиозу са гљивама из земљишта (формирају микоризу).

Слика 2. Грађа плода Госпине папучице



Извор: (према Harrap & Harrap, 2005)

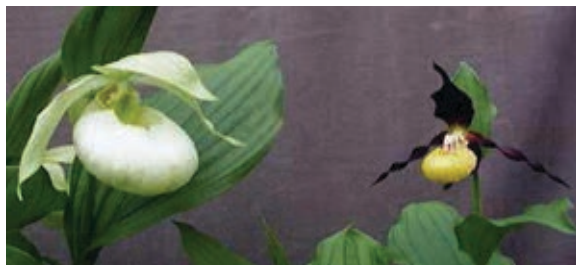
1.3. ЗНАЧАЈ И ПОТЕНЦИЈАЛНЕ КОРИСТИ ГОСПИНЕ ПАПУЧИЦЕ

Госпина папучица је веома декоративна врста орхидеје са најкрупнијим цветовима у нашој и европској флори. У Средњој Европи гаји се у баштама на свежим хумусним земљиштима где добро успева и чак се спорадично шири по околним шумама. У ризому биљке налази се, поред осталих супстанци, циприпедин који има нервно стимулишуће дејство које се остварује преко побољшања циркулације и активације нервних центара. Код неких људи се јавља алергијска реакција у контакту са ризомом. Циприпедин има дејство најсличније оном код валеријане. Дакле не спада у јаке супстанце, али може бити веома користан код урогениталних и физиолошких обољења која прате блажи облик нервозе. Управо због тога што је благ, сматра се да може помоћи у опоравку људи који су на терапији услед злоупотребе дрога. Утиче и на смањење сексуалне жеље, па можда може наћи примену и у области лечења сексуалних поремећаја. Проучавању других активних материја ове врсте треба поклонити већу пажњу у фармацији.

Врсте рода *Cypripedium* су познате и у традиционалној медицини где се користе за справљање напитка салеп за третман пропратних тегоба грознице, повишене температуре, дијареје и менструалног циклуса. У том смислу позната је у Кини и код индијанских племена Сједињених Америчких Држава. У западној Европи се ризом поред лечења користио и у исхрани.

Ова врста има велики значај у хортикултури јер даје изузетно квалитетне и лепе хибриде са другим врстама овог рода. Успешно се гаји у баштама, на свежем и хумусом богатом земљишту, што су показала искуства у Европи и у Ботаничкој башти Јевремовац у Београду, где је расла и цветала више година. Вештачко гајење ове веома интересантне и лепе орхидеје смањило би притисак на локалну популацију јер хибриди цветају пре аутохтоних врста (већ након 1-2 године), декоративнији су и широког спектра боја и мириса (слика 3). По оваквом начину употребе Госпине папучице посебно су позната Немачка и САД. До скоро је ова врста важила за врсту која се тешко узгаја из семена, али то више није случај уз примену познатих рецептура и техника микропропагације, те их треба експлоатисати у конзервацији.

Слика 3. Пример односа величине цвета хибрида (*Uta*) и аутохтоне врсте (*C.calceolus*)



Извор: http://www.w-frosch.de/Cypris/Hybriden/uta_v.jpg

2. ХОРОЛОГИЈА

2.1. РАСПРОСТРАЊЕЊЕ ВРСТЕ У СВЕТУ

Орхидеје папучице чине мали део орхидеја – око 180 врста у односу на тренутно познатих 25 000 врста. *Cypripedium calceolus* L., 1753. је врста широког распрострањења у умереном и бореалном појасу Евроазије, са центром распрострањења у Русији (слика 4). Других припадника овог рода има и у Северној Америци (11 врста). На Балканском полуострву расте на свега неколико удаљених локалитета. *C. calceolus* је у најближем сродству са *C. Macranthos* из бореалних предела Евроазије и у природи неретко дају хибриде.

Слика 4. Ареал распрострањења Госпине папучице



2.2. РАСПРОСТРАЊЕЊЕ ВРСТЕ У СРБИЈИ

C. calceolus се у Србији одржао као бореални реликт на једном од најистуренијих налазишта у јужном делу ареала (слика 5).

I Сува планина (Wolff, Soó 1929: 129) испод Трема и Козије падине, *Arctostaphylo-Piceetum*, кречњак (Niketić, M. 26-Jun-1980, BEO; NIKETIĆ 1986: 48). Јавља се фрагментарно на десетак места са по 1 до 35 олисталих јединки. Укупан број не прелази 200 индивидуа, од којих само четвртина цвета и плононоси.

II Северноисточна Србија: Мајданпек, Мајданпечка домена, Дебели Луг (Sigunov, A.Comm; STEVANOVIĆ et al. 1991: 140) – налаз није потврђен.

Слика 5. Ареал распрострањења Госпине папучице у Србији



Извор: Стевановић В. (ур.) (1999). Црвена књига флоре Србије 1. Ишчезли и крајње угрожени таксони

2.3. ГЛАВНЕ ПРЕТЊЕ ЗА ВРСТУ У ЕВРОПИ И РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

У многим земљама се папучица у природним условима ретко јавља, док се у неким земљама јављају велике популације. Генерално, у Србији ова врста је слабо проучавана али се сматра да је због релативне неприступачности терена поштеђена од јачих зоогених и антропогених утицаја на преосталом станишту.

Дефорестација и испаша на локалитетима са овом орхидејом показали су се као угрожавајући фактори, јер је управо рад на пошумљавању допринео побољшању стања популације ове врсте на југу Пиринеја. С друге стране, показано је да врсти не одговара потпуна сенка и да је у конкуренцији са високим травама.

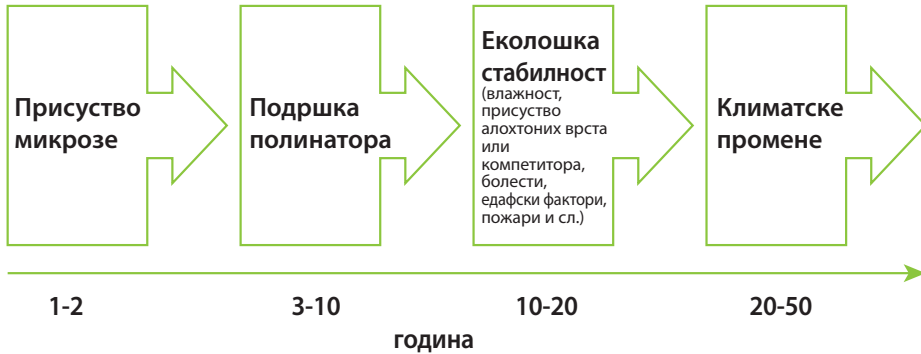
Како папучице живе на специфичним стаништима (пронађе се 2 нове врсте сваке године) и у малим колонијама (где број јединки не прелази 1000), њихова популарност и значај у хортикултури све више расте, али то доводи и до њиховог угрожавања. Наиме, чак се и данас дешава да се врсте одмах по открићу готово истребе.

Сакупљање за приватне колекције би могло бити снажан угрожавајући фактор и код нас и у свету. У неку руку се може рећи да су несавесни продавци нашли плодно тле на интернету где се могу наћи примерци сумњивог порекла. На једном сајту љубитеља и одгајивача орхидеја, потенцијалним купцима и колекционарима се саветује да не купују *Cypripedium* који кошта мање од 35 \$ и нема сертификат о пореклу и продаји. Просечна цена једногодишњег хибрида ове врсте се креће око 75 \$, па навише. С друге стране у Великој Британији страствени колекционари за аутохтону врсту на илегалном тржишту спремни су да дају 5000 £, тако да је њихова једина орхидеја преостала у природи под полицијском заштитом.

Како је сточарство, посебно гајење коза у опадању, у Србији би дефорестација могла бити главни угрожавајући фактор.

На слици 6. приказан је интегрални приступ конзервацији орхидеја (Swarts *et al.*, 2007): редослед абиотичких и биотичких фактора који утичу на опстанак популације (или врсте) терестричних орхидеја од краткорочних (1-2 године за микоризу) до дугорочних утицаја (климатске промене).

Слика 6. Интегрални приступ конзервацији орхидеја



Извор: (према Swarts-u i Dixonu-u, 2007)

3.a. ИСТОРИЈСКИ ПОДАЦИ

У Србији нема података о Госпиној папучици, па ће историјски подаци бити изложени у ширем контексту. Ова врста је једна од најпознатијих и често илустрованих врста цветница. Најранији познати цртеж израдио је Конрад Геснер 1541. године, али је био објављен тек у XVIII веку.

Госпина папучица се као гајена биљка јавља још од 1731. године, а Карл Лине је дао научно име врсти у свом делу *Plantarium* 1753. године.

Госпина папучица је одувек била веома омиљена украсна биљка, што је довело до њеног интензивног брања и коначно до тога да постане ретка и веома угрожена врста.

Историјски фактори угрожавања врсте су слични савременим: дефорестација, пољопривреда, испаша на стаништима врсте и несавесно сакупљање врсте из природе за приватне колекције и продају.

3.6. ЕКОЛОШКИ УСЛОВИ

Госпина папучица расте у шумама од низијског до алпског појаса, а расте појединачно или у мањим групама на засенченим или полузасенченим местима.

Ова врста се среће на свим геолошким подлогама, али код нас је констатована искључиво на киселој органо-минералној црници на кречњачкој подлози. Најчешће се јавља на заклоњеним, стрмим, влажним и сеновитим местима у подножју литица. Честа је на сипарима. Обично расте на местима обраслим маховином, као и уз бокоре траве милаве (*Calamagrostis varia*). У свету се може наћи на најразличитијим стаништима (од шума до мочвара) на кречњачкој или доломитној подлози, а како се иде од севера Европе ка југу расте надморска висина на којој се јавља у природним условима. На свим стаништима воли полусенку или сенку и благо кисело земљиште (pH до 6.9).

Ова биљка у току животног циклуса (слика 7) пролази кроз период дорманције зими, тако да сваке године из ризома ниче изданак са по 3 - 4 стреличаста листа са бочним странама које су при основи листа мало повијене на горе.

Слика 7. Животни циклус Госпине папучице



Извор: (http://www.gardenorchid.com/wp-content/uploads/2010/04/Groeyclus_Cypripedium4.jpg)

4. РЕПРОДУКТИВНА БИОЛОГИЈА

У Републици Србији ове биљке цветају од јуна до јула (VI-VII). Опрашују их ситне пчеле из рода *Andrena*, као и ситни тврдокрилци привучени, не баш пријатним за човека, мирисом цветова.

Вероватно ова орхидеја инсекте привлачи имитирајући мирис хране или феромоне инсеката, а опрашивање је без надокнаде, односно ова врста не даје нектар. Често се дешава самоопрашивање/аутогамија иако је биљка развила механизам да ову појаву спречи (механизам опрашивања), но ову чињеницу за популацију Србије треба потврдити генетичким анализама.

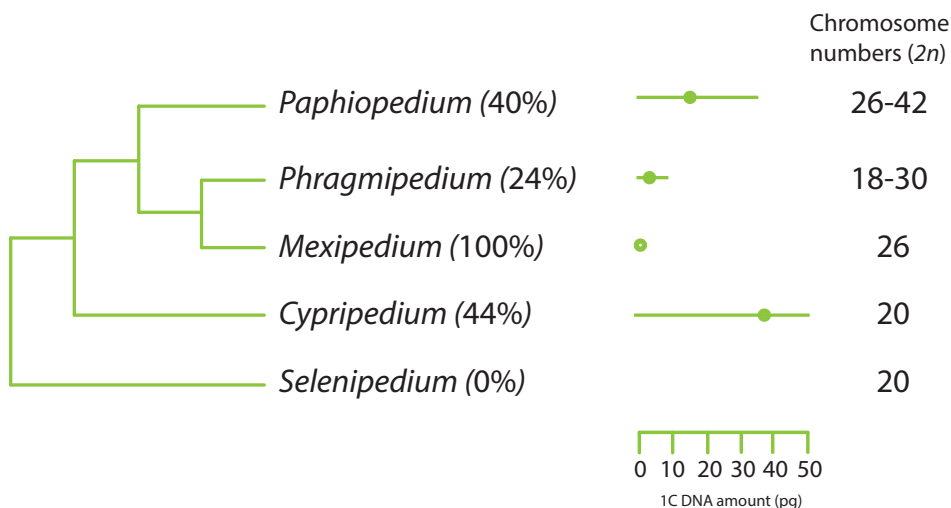
Од опрашивања до оплођења протекне више од пет недеља. Расејавање је још увек предмет научних расправа, али је јасно да постоје две опције јер је семе лагано, а простор између ембриона и опне испуњен ваздухом: ваздушним струјама (анемохорно) или воденим струјама, од којих је прва опција код нас вероватнија.

Поред семена, ова биљка се размножава и вегетативно - изданцима из ризома. Семе клија веома споро и за развој клијанца је неопходно успостављање микоризе, као и код осталих врста орхидеја. У прве три године је у фази подземног микотрофног изданка, а у четвртој ниче прво зелени лист, док се први цветови појављују тек 8-17 година од клијања у зависности од локације.

5. ГЕНЕТИЧКА ВАРИЈАБИЛНОСТ

У Србији није проучавана генетика ове врсте, те ће бити наведени подаци и закључци других истраживања. Треба очекивати да код наших јединки број хромозома буде у опсегу $2n = 20, 22$ (Stevanović et al., 1999; Leitch et al., 2009).

Слика 8. Распон величина генома и бројева хромозома у четири од пет родова у оквиру подпородице *Cypripedioideae*



Познато је да код малог броја јединки и изолованих популација треба очекивати мању генетичку варијабилност у мањим популацијама, међутим за ову врсту је показано обротно – велике, многобројне и успешне популације обично имају јединке које потичу од једног претка.

Ако се и код нас покаже да је релативно мали број јединки великог генетичког диверзитета, то би значајно увећало вредност сазнања у вези са биодиверзитетом Републике Србије.

5.1. ВАРИЈАБИЛНОСТ ГЉИВА У МИКОРИЗИ *C.CALCEOLUS*

Филогенетском анализом, преко експлоатације ланчане реакције полимеразе (PCR) и анализе полиморфизма рестрикционих фрагмената (RFLP) ризома *C. calceolus* утврђено је да већина гљива микоризе припада узаним кладама унутар породице *Tulasnellaceae*. Остале фамилије које се јављају у микоризи су: *Sebacinaceae*, *Ceratobasidaceae* и род Аскомицета *Phialophora*.

5.2. ВАРИЈАБИЛНОСТ *C.CALCEOLUS*

Код конзервације ретких и угрожених врста неопходно је познавање стања генетичких ресурса врсте и фактора који утичу на генетичку варијабилност.

Кључни фактори у том смислу су биолошке карактеристике врсте, посебно репродуктивни систем и начин размножавања.

Како папучице имају механизам опрашивања обманом, односно без накнаде, многи научници су се бавили истраживањем разлога за развијање таквог начина опрашивања и дошли су до хипотеза да се на тај начин: повећава фитнес, смањује могућност инбридинга јер полинатори ређе посећују биљке које не дају награду, омогућује ефикасно депоновање и уклањање полена од стране полинатора и омогућује његов ефикасан транспорт, односно да се на такав начин спречава проток гена у оквиру једне популације.

Код клонова, односно асексуално насталих биљака, однос герминативног и вегетативног размножавања утиче на генетичку варијабилност. За *C. Calceolus* је показано да генеративна репродукција утиче на генетичку варијабилност, а да клонови могу бити триплоидни, али је генерално варијабилност код популација код којих клонално размножавање преовлађује снижена.

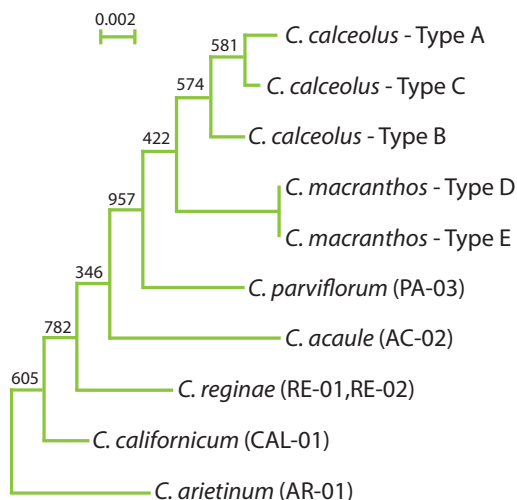
Начин и интензитет репродукције обликују ниво генетичке варијабилности преко утицаја на величину популације. Многи аутори су документовали лоше последице мале величине популације на генетичку варијабилност. Насупрот тој чињеници и логици код испитиваних популација у Европи није нађена значајна разлика у степену инбридинга за популације различитих величина. У Пољској је у само 2 од 32 популације нађен велики број хомозигота. Стога је исправно закључити да хомозиготност у малој популацији указује на некада велику популацију код које се у неком моменту еволуције десио ефекат уског грла који је утицао на варијабилност генотипа.

Такође један од узрока инбридинга може бити и понашање полинатора, односно последица стратегије опрашивања ове врсте.

У великом броју радова је показан утицај последњег Глацијалног Максимиума (пре 26.000 - 19.000 год.) на генетичку структуру. У њима је показано да је већа генетичка варијабилност код популација које су насељавале рефугијалне области него код оних које насељавају области које су биле под утицајем глацијације. Сматра се да је то последица реколонизације области које је напуштао ледени покривач предачким јединкама из рефугијалних области. С друге стране, код јужних популација *Cypripedium*-а нађена је мала варијабилност када су испитивани алозими⁵⁵. Једно је сигурно, а то је да су климатски услови глацијације утицали и на рефугијалне области код којих су услови били далеко од повољних по *C. Calceolus*.

На слици 9. дато је филогенетско стабло *C. calceolus* добијено упоређивањем интергенских спејсера (некодирајућих секвенци) хлоропластне ДНК (cpDNA). Типови cpDNA хаплотипова добијених овим путем за *Cypripedium calceolus* L. су: Тип А (Кина, Русија), Тип Б (Европа) и Тип Ц (острво Ребун и Русија) (Taniguchi, et al., 2001). Дакле, треба очекивати да врста Госпине папучице Републике Србије припада Типу Б. Уједно се може уочити и сродност *C. Calceolus* и *C. macranthos* о којој је раније било речи.

Слика 9. Филогенетско стабло *C. calceolus*



Извор: (према Taniguchi et al., 2001)

55 Алозими представљају варијанте ензима кодиране различитим аелима истог гена. Њима се индиректно истражује генотип генског локуса/позиције који кодира ензиме.

6. ТРЕНУТНИ КОНЗЕРВАЦИОНИ СТАТУС

Cypripedium calceolus је врста заштићена правним инструментима у свим европским државама и у Србији. У свету се популација чува у *ex situ* и *in situ* условима, а у Србији тренутно *in situ*.

За сада једино потврђено станиште Госпине папучице у Србији је подручје специјалног резервата природе Сува планина. Сува планина је проглашена за заштићено подручје I категорије - подручје међународног и националног, односно изузетног значаја. Сува планина спада у међународно значајна подручја за: биљке (IPA), птице (IBA) и дневне лептире (РВА) и такође спада у Емералд подручје од посебног интереса за очување, значајно са становишта примене Бернске конвенције у Србији.

Према Просторном плану Подручја посебне намене Специјалног резервата природе Сува Планина до 2021. године (Службени гласник Републике Србије број 55/2012), СРП ће припадати IV категорији IUCN класификације, односно биће подручје управљања стаништем/ врстама у природи. У оквиру режима заштите I степена наћи ће се III области, а једна од њих је „Соколов камен – Трем – Смрдан“, станиште *C. calceolus*. На жалост, у просторном плану се ни у једном реду не помиње Госпина папучица – врста која се налази у Црвеној књизи Републике Србије као крајње угрожен таксон и природна реткост заштићена Уредбом о заштити природних реткости (Сл. Гласник РС бр. 50/93 и 93/93).

Као оквирне законе за ову врсту треба посматрати Закон о заштити животне средине („Службени гласник РС“, бр. 135/2004, 36/2009, 36/2009 – др. закон и 72/2009 – др. закон, 43/2011-одлука УС, 14/2016, 76/2018, 95/2018-др. закон, и 95/2018-др. закон) и Закон о заштити природе („Службени гласник РС“, бр. 36/2009, 88/2010, 91/2010-исправка, 14/2016 и 95/2018-други закон). Поред ових закона треба узети у обзир и друга законска и подзаконска акта којима се регулише заштита биљних врста и њихових станишта:

- Закон о потврђивању Конвенције о међународном промету угрожених врста дивље фауне и флоре („Сл. лист СРЈ-Међународни уговори“, бр.11/2001),
- Правилник о прекограничном промету и трговини заштићеним врстама („Службени гласник РС“, бр. 99/2009 и 6/2014),
- Уредба о стављању под контролу коришћења и промета дивље флоре и фауне („Сл. гласник РС“, бр.31/2005, 45/2005-испр., 22/2007, 38/2008, 9/2010 и 69/2011),

- Правилник о проглашењу и заштити строго заштићених и заштићених дивљих врста биљака, животиња и гљива („Сл. гласник РС“, бр. 5/2010, 47/2011, 32/2016 и 98/2016),
- Прилог 1 Правилника о проглашењу и заштити строго заштићених и заштићених дивљих врста биљака, животиња и гљива,
- Одлука о одређивању робе за чији је извоз, увоз, односно транзит прописано прибављање одређених исправа („Службени Гласник РС“ 4/2020 и 9/2021),
- Кривични Законик (члан 265) („Службени Гласник РС“ 85/2005, 88/2005 - испр., 107/2005- испр., 72/2009, 111/2009, 121/2012, 104/2013, 108/2014, 94/2016 и 35/2019),
- Правилник о одштетном ценовнику за утврђивање висине накнаде штете проузроковане недозвољеном радњом у односу на строго заштићене и заштићене врсте биљака, животиња и гљива, („Службени гласник РС“, број 37/10),
- Прилог I - Одштетни ценовник за строго заштићене дивље врсте уз Правилник о одштетном ценовнику за утврђивање висине накнаде штете проузроковане недозвољеном радњом у односу на строго заштићене и заштићене дивље врсте („Службени гласник РС“, број 37/10),
- Правилник о условима за оснивање банке гена дивљих биљака, животиња и гљива, начину поступања са биолошким материјалом, садржини захтева и документацији која се подноси уз захтев за издавање дозволе за оснивање банке гена („Службени гласник РС, број 65/10).

Од планских докумената треба споменути Стратегију за очување биодиверзитета („Службени гласник РС“ бр. 13/2011), Стратегију развоја шумарства Републике Србије („Службени гласник РС“, број 59/06), као и Националну стратегију одрживог развоја („Службени гласник РС“, 57/2008), Национални програм за заштиту животне средине („Службени гласник РС“, бр. 12/10) и Стратегија за одрживо коришћење природних ресурса и добара („Службени гласник РС“, бр. 33/12).

На међународном нивоу Госпина папучица је заштићена следећим инструментима:

1. Конвенција о заштити европског дивљег живог света и природних станишта – Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, Bern, 1979. („Службени гласник РС – Међународни уговори“, бр. 102/07), Додатак I - строго заштићена врста флоре,

2. Директива Европске Уније EC/92/43 о заштити природних станишта и дивље фауне и флоре - European Union Directive on the Conservation of Natural Habitats and on Wild Fauna and Flora: Додатак II (списак животињских и биљних врста од заједничког интереса чија заштита захтева одређивање специјалних области за заштиту) и Додатак IV (списак животињских и биљних врста које захтевају стриктну заштиту Заједнице),
3. Конвенција о међународној трговини угроженим врстама дивље флоре и фауне – Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES), Washington, 1973. („Службени лист СРЈ – Међународни уговори”, бр. 11/01): Додатак II. Додатак II садржи списак врста које сада нису угрожене, а могу то постати уколико њихов промет није строго ограничен (регулисан) на начин који обезбеђује усаглашеност коришћења и опстанка.

На Црвеној листи Светске уније за заштиту природе (IUCN), на европском нивоу, окарактерисана је као Near Threatened NT, односно има статус врсте под ризиком да буде угрожена.

Због њеног интензивног угрожавања узрокованог брањем њених лепих цветова, Госпина папучица је заштићена и од стране УНЕСКО-а као светска природна реткост.

7. ЦИЉЕВИ КОНЗЕРВАЦИОНЕ СТРАТЕГИЈЕ

Општи циљ:

Дугорочна заштита, очување и унапређење еколошке адаптивбилности и еволутивног потенцијала, уз стратешко планирање проактивног карактера, Госпине папучице и успостављања механизма ефективне научно засноване основе за одрживо коришћење генетичких ресурса ове врсте у Србији.

Конкретни циљеви:

- Прикупљање података о врсти.
- Истраживање генетичке варијабилности врсте.
- Израда Акционог плана за очување врсте у Републици Србији.
- Дефинисање метода *in situ* заштите врсте.
- Дефинисање метода *ex situ* заштите.
- Повећање бројности – аугментација аутохтоне популације преко примене асимбиотске пропагације.
- Реинтродукција јединки на доказана историјска станишта.
- Омогућавање услова за формирање експерата за ову област код нас.
- Едукација и подизање свести становништва о значају ове врсте и њене конзервације.
- Примена генетичке конзервације у комерцијалне сврхе у циљу очувања аутохтоне популације Госпине папучице.
- Израда плана трајног финансирања конзервационих напора и научних истраживања, посебно из области генетике и екологије врсте у Републици.
- Дугорочни циљ: применити конзервацију *C. calceolus* као модел за конзервацију осталих терестричних орхидеја Републике Србије.

8. МЕТОДЕ КОНЗЕРВАЦИЈЕ

8.1. *IN SITU*

Строга заштита јединог станишта на Сувој планини. Строга заштита свих нових доказаних станишта осим контролисаног приступа за научне потребе, до показане стабилности популације. Информације о тачној локацији станишта треба да буду тајне.

8.2. *EX SITU*

Врши се ван станишта врсте зарад проучавања, аугментације природне популације и едукације и спроводи се кроз пропагацију семена, криопрезервацију, банке гена, ДНК, семена и живе колекције.

9. АКТИВНОСТИ НА ПОЉУ ГЕНЕТИЧКЕ КОНЗЕРВАЦИЈЕ

1. Строга заштита јединог станишта на Сувој планини, као и заштита свих нових доказаних станишта.
2. Прикупљање и анализа података о врсти у Републици Србији и земљама у окружењу, кроз сарадњу, из историјских архива, научних архива, новинских архива и сл., те реконструисати историјско распрострањење врсте како би се могле утврдити локације погодне за реинтродукцију.
3. Испитати локалитет Дебели Луг.
4. Праћење биљака, утврђивање стања и бројности популације *in situ* и прикупљање узорака за анализе и пропагацију, а према смерницама Плана у тачки 5.
5. Анализа микоризе, филогеније и варијабилности популације *C. Calceolus*.

И За испитивање филогеније експлоатисати некодирајуће секвенце ДНК хлоропласта (cpDNA) као маркере, а алозиме као маркере за истраживање и утврђивање варијабилности унутар популације.

Алозими се разликују у еволутивној динамици и самим тим у њиховој снази за детекцију историјских догађаја. Такве разлике могу бити последица преноса полена или семена. Постоји неколико радова у којима су алозими коришћени за лоцирање глацијалних рефугијума или да се утврде миграције након повлачења леда и уколико се наиђе на такве радове, резултате треба узимати с резервом. Уколико се cpDNK анализом покаже мала генетичка варијабилност популације, она је вероватно последица скорашње, постглацијалне историје популације. Да би се утврдили колонизациони смерови популације треба комбиновати анализу алозима са cpDNK подацима, уколико могућности то дозвољавају, чак иако се не наиђе значајна cpDNK варијација. Наравно, најпотпунији подаци могу се добити у сарадњи са стручњацима који су се овом проблематиком бавили и разменом података. Увек у виду треба имати и податке везане за скорашњу историју који ће расветлити утицај промена у животној средини, губитак станишта или његове деградације на популацију. У Европи је од XVIII века генетичка варијабилност еродирана смањивањем популација и њиховом елиминацијом претераним брањем и другим антропогеним интервенцијама над стаништем ове врсте. Код нас је добро да једина очувана популација није под значајним антропогеним утицајем, али ће анализе показати њено реално стање и порекло. Међутим, треба имати у виду и чињеницу да изолованост популације утиче на проток гена. Такође би било корисно да се проучи и повеже статус полинатора у току историје са овом врстом јер је нпр. за род *Andrena* показано да има ниску пенетрацију, односно релативно мали ареал активности, па директно утичу на ниво дисперзије полена. Радови о дисперзији семена показују контрадикторне резултате, а то може бити последица и специфичних метеоролошких услова који у радовима и нису много узимани у обзир, па неки од аутора бележе да се семе пење на велике висине и распршује преко кише на велике даљине, а неки бележе дисперзију семена само у оквиру посматране популације. Чак и да семе путује далеко, могуће је да је клијавост онемогућена непостојањем одговарајућих гљивица за формирање микоризе. Све то утиче на распрострањење ове врсте.

II Анализом полиморфних рестрикционих фрагмената (RFLP) ризома C. Calceolus вршити утврђивање симбионата у микоризи.

6. Израда Акционог плана за конзервацију *C. calceolus* у Републици, а према препорукама Експертске групе за Орхидеје Комисије за опстанак врста (IUCN).
7. *Ex situ* заштиту вршити према Акционом плану, а преко узорака листа, семена, полена и ризома, како је прописано. Препоручује се узимање чахура јединки које плодоносе, након 8 недеља од формирања чахуре. Испитати могућност ручног опрашивања као ефикасније мере

од природног опрашивања. Тачно утврдити, на основу генетичких анализа, које јединке треба међусобно укрстити и опрашивање треба вршити оптимално 48х од цветања. Испитати неопходност и могућност вегетативне пропагације. Уколико је вегетативна пропаганција успешна, добро испланирати на основу података генетичких анализа у коликој мери је треба спровести.

- А) У наредне две године: успоставити сарадњу експертског тима сачињеног од стручњака са института Биолошког, Шумарског и Пољопривредног факултета са експертима Краљевских ботаничких башта (Royal Botanical Gardens, Kew) у сврху асимбиотске пропагације семена. Испитати могућности за увођење ове врсте у Националну банку гена и семена, према правним инструментима.
 - Б) У ботаничким баштама засадити успешно изникле биљке. Пилот пројекат извести у Ботаничкој башти Јевремовац, на Шумарском и Фармацеутском факултету. Потом их даље садити у осталим ботаничким баштама.
 - В) Већи део успешно изниклих биљака користити за транслокацију на нативно станиште и реинтродукцију на доказана историјска станишта.
 - Г) У наредних 10 година: установама које добију вијабилну популацију наставити са чувањем јединки и прикупљањем семена и отпочети сарадњу са узгајивачима *Cypripedium* у Немачкој и Шведској, за развијање хибрида који ће бити пласирани на тржиште. Већи део прихода одвајати за конзервацију, истраживање и унапређење алохтоне популације.
 - Д) Прикључити се Партнерству за миленијумску банку семена (Millenium Seed Bank Partnership, Kew).
8. Испитати све сајтове⁵⁶ и организације од значаја на којима не постоје подаци за ову врсту у Србији и проследити им податке, како би научно истраживачки рад у Србији повратио део свог значаја и отворио могућности за даљу сарадњу.
 9. Радити на изради монографија везаних за ову врсту и објављивати научне радове у значајним домаћим и иностраним часописима.
 10. Вршити едукацију и сарадњу са: студентима, узгајивачима и припадницима НВО локалном заједницом.
 11. Треба испитати могућности стипендија за студенте који би учествовали у реализацији истраживања и тиме радити на развијању експертског тима за будућност.

56 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>; <http://www.orchidwire.com>; <http://www.kew.org/scienceconservation/save-seed-prosper/millennium-seed-bank/index.htm>

12. Вршити сталан мониторинг и евалуацију на годишњем нивоу и у складу са резултатима. Експертска група може уз сагласност Завода за заштиту природе и Министарства заштите животне средине, рударства и просторног планирања мењати конзервационе приоритете и активности дате овом стратегијом.
13. За 5 година: извршити евалуацију и могућности проширења конзервационо генетичких активности на друге терестричне орхидеје Републике Србије.

9.1. ОРГАНИЗАЦИОНА СХЕМА КОНЗЕРВАЦИЈЕ ВРСТЕ *C. CALCEOLUS*

In situ заштита подразумева поступање по законским мерама прописаним за строго заштићене врсте и њихова станишта.

Ex situ заштита врсте се врши ван станишта зарад проучавања, аугментације природне популације и едукације и спроводи се кроз пропагацију семена, криопрезервацију, банке семена и гајене живе колекције у ботаничкој башти Јевремовац. Резултат *ex situ* заштите, између осталог, треба да буде и пренос јединки на нативно станиште. Пилот пројекат садње пропагираног материјала врши се у Ботаничкој башти Јевремовац, на Шумарском и Фармацеутском факултету у Београду.

Потом се саднице шаљу и осталим ботаничким баштама у Србији. ДНК анализе биће вршене у PCR центру Биолошког факултета у Београду. Улога Владе је у доношењу закона и подзаконских аката а на основу предлога Министарства заштите животне средине и Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде (у даљем тексту Министарстава). Поред те функције Министарства имају и улогу контроле и евалуације пројеката на основу података које достави Агенција за заштиту животне средине Републике, која је у сталној комуникацији са Заводом за заштиту природе Републике Србије.

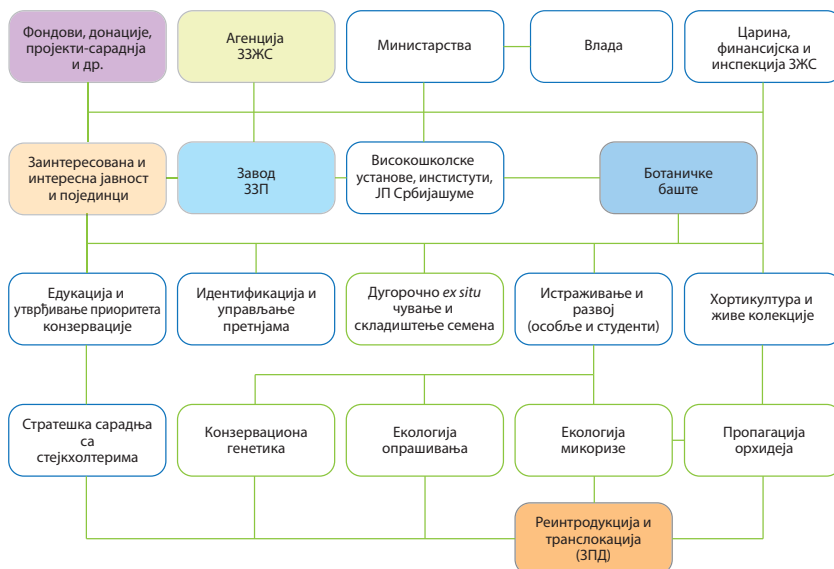
Дакле задатак Агенције је и израда извештаја. Сви поменути учесници у реализацији стратегије треба да се воде принципом транспарентности и да се на такав начин, између осталог, утиче на свест становништва. Невладине организације треба укључити у реализацију Акционог плана јер се тиме олакшава едукација осталог дела јавности и стратешка сарадња која подразумева минимизацију економских трошкова и идентификацију неопходних тачака на чијем се развоју треба радити као и да се идентификују претње. У Европи се често до сада у конзервацији орхидеја показало да невладин сектор и заинтересовани појединци понекада имају пресудну улогу у успешности конзервације врсте, а ту свакако спадају и одговорни одгајивачи. Схематски приказ организације конзервације дат је на слици 10.

10. ЗАКЉУЧАК

Окосницу ове стратегије чини проучавање генетике врсте. Без укључивања генетике у конзервацију, трошкови су већи, а неуспех реализације готово загарантован, посебно када се ради о критично угроженим врстама. *C. calceolus* је у Србији потврђено присутна само на Сувој Планини. Врста има још увек неизучен медицински потенцијал, а има и економски потенцијал који се може остварити имплементацијом модерних техника хортикултуре у Србији. Доступност хибрида на тржишту који су обично атрактивнији од природних врста, већег цвета и ранијег цветања од аутохтоних јединки, смањила би ризик од експлоатације врсте у природи, а такође би допринела конкурентности Србије на светском нивоу у области хортикултуре. Рад на очувању ове врсте унапредио би и положај науке Републике у свету. У овом случају треба конзервационе напоре усмерити на *ex situ* и *in situ* технике уз проактиван приступ, који ће омогућити да се планови модификују у току времена, како се мењају и приоритети у заштити врсте. То је од виталног значаја јер је конзервација и њено планирање економски и временски захтеван процес.

Конзервациони напори за ову врсту треба да буду фокусирани локално уз сарадњу за примену и планирање *ex situ* метода, а да размена података и научна сарадња буду на регионалном и међународном нивоу уз мобилизацију најуспешнијих међународних организација, институција и експерата у свету.

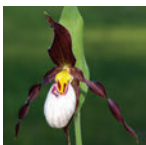
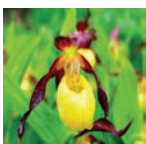
Слика 10. Схематски приказ организације конзервације



Додатак: Регистровани хибриди *Cypripedium calceolus*

Тренутно за род *Cypripedium* постоји око 130 регистрованих хибрида. На слици 11. наведено је 10 од 33 до данас познатих хибрида *Cypripedium calceolus*.

Слика 11. Неки од познатих хибрида *Cypripedium calceolus*

Fotografija	Hibrid	Parentalna generacija		Uzgajivač	Godina
	Carolín	calceolus	speciosum	Frosch	1991
	Deitrich	calceolus	kentuckiense	Frosch	2003
	Emil	parviflorum	calceolus	Frosch	2003
	Erika	calceolus	candidum	Frosch	2003
	Karl Heinz	calceolus	cardigerum	Frosch	1990
	Memoria Gerd Kohls	calceolus	henryi	Lowland Biotech	1995
	Otto	calceolus	pubescens	Frosch	1991

	<i>Pixi</i>	<i>calceolus</i>	<i>tibeticum</i>	<i>Corkhill</i>	2003
	<i>Sunny</i>	<i>fasciolatum</i>	<i>calceolus</i>	<i>Frosch</i>	2004
	<i>Tanja Pinkepank</i>	<i>rebunense</i>	<i>calceolus</i>	<i>Pinkepank</i>	1998
	<i>Uta</i>	<i>calceolus</i>	<i>froschii</i>	<i>Frosch</i>	2004
	<i>Cyripedium x ventricosum</i> (prirodni hibrid)	<i>calceolus</i>	<i>macranthos</i>	<i>Swatz</i>	1800

Извор: (према Werner Frosch-u. fotografije: <http://www.w-frosch.de/cypris/hybriden/hybride.htm>)
 spisak hibrida: <http://www.w-frosch.de/Cypris/Hybriden/hyblast.htm>

ЛИТЕРАТУРА

- Baričević, D. et al (2004): *Report Of A Working Group On Medicinal And Aromatic Plants, First Meeting*, 12-14 September 2002, Slovenia, International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy
- Bilz, M., Kell, S.P., Maxted, N. and Lansdown, R.V. 2011. *European Red List of Vascular Plants*. Luxembourg: Publications Office of the European Union
- Brzosko, E. et al. (2002): Spatial genetic structure and clonal diversity of island populations of Lady's slipper (*Cypripedium calceolus*) from Biebrza National Park (northeast Poland), *Molecular Ecology*, 11: 2499-2509
- Brzosko, E. et al. (2009): *Genetic diversity of Cypripedium calceolus at the edge and in the centre of its range in Europe*, *Ann. Bot. Fennici*, 46: 201-214
- Brzosko, E. et al. (2011): Genetic diversity of *Cypripedium calceolus* in Poland, *Plant Syst. Evol*, 229: 83-96
- Cox, A. et al. (1998); *Genome Size and Karyotype Evolution In The Slipper Orchids (Cypripedioidae:Orchidaceae)*, *American Journal of Botany*, 85(5): 681-687
- De Jong, C.F. (2002): *Artificial Pollination Of Cypripedium Species*, The Orchid Seedbank Project
- Fay, M.F. et al. (2009): *Genetic Diversity In Cypripedium Claceolus (Orchidaceae) With A Focus On North-Western Europe, As Revealed By Plastid DNA Length Polymorphisms*; *Annals Of Botany*, 104: 517- 525
- Harrap A., Harrap, S. (2005): *Orchids Of Britain and Ireland, A field and site guide*, 2nd ed., A&C Black, London
- IUCN/SSC Orchid Specialist Group (1996): *Orchids – Status Survey and Conservation Action Plan*, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom
- Kull, T. (1999): *Biological Flora Of The British Isles, Cypripedium calceolus L.*, *Journal of Ecology* 87, 913-924, *List B. Vasc. Pl.* (1958), 623, 1, No. 208
- Leitch, I. J. et al. (2009): *Genome size diversity in Orchids: consequences and evolution*, *Annals of botany*, 104:469-481
- Millennium *Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Nicolé, F. et al. (2005): *Population viability Analysis of Cypripedium calceolus in a protected area: longevity, stability and persistance*, *Journal of Ecology*, 93: 716-726
- Obrdžálek, J. (2009): *Cultivation of Cypripedium calceolus L. ex vitro seedlings in outdoor conditions (Short Communication)*, *Hort. Sci. (Prague)*, 36, 4: 162-170

- Perez – Gutirez, R.M. (2010): *Orchids: A Review Of Uses In Traditional Medicine, Its Phytochemistry And Pharmacology*; Journal Of Medicinal Plants Research, Vol(4), pp 592-638
- Prostorni plan područja posebne namene specijalnog rezervata prirode Suva planina", "Službeni glasnik Republike Srbije broj 55/2012
- Seaton, P. T. (2007): *Orchid Conservation: Where Do We Go From Here?*, Lankesteriana, 7(1-2): 13-16
- Stevanović, V. (ed.) (1999): Crvena knjiga Flore Srbije, I tom. Ministarstvo za životnu sredinu Republike Srbije, Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Zavod za zaštitu prirode Republike Srbije, Beograd
- Swarts, N.D. et al. (2007): *Does Integrated Conservation of Terrestrial Orchids Work?*, Lankesteriana, 7(1- 2): 219-222
- Swarts, N.D. et al. (2009): *Terrestrial Orchid Conservation In The Age Of Extinction*, Annals of botany, 104:543-556
- Taniguchi, H. et al. (2001): Identity of *Cypripedium calceolus* (Orchidaceae) in Rebun Island: Comparative DNA Analysis of related species, Genes Genet. Syst., 76: 181-188
- Znanić, J. Łojkowska, E. (2004): *Establishment Of In Vitro Culture Collection Of Endangered European Orchids*, Bulletin of Botanical Gardens, 13: 69-73

СТРАТЕГИЈА ГЕНЕТИЧКЕ КОНЗЕРВАЦИЈЕ БРАДАНА

(*Gypaetus barbatus* Linnaeus, 1758)

1. УВОД

1.1. ЗНАЧАЈ БРАДАНА И ДРУГИХ НЕКРОФАГИХ ВРСТА

Лешинари представљају разнолику групу животињских врста који се хране телима или деловима тела других угинулих организама (Beasley *et al.*, 2015). Лешинарење као начин исхране вековима је познат човеку. Овакав начин исхране описан је код већег броја врста, а бројни природњаци и истраживачи често су за објекте истраживања одабирали некрофаге кичмењаке. Ипак, све до краја 20. века многи кључни детаљи попут нутритивне исплативости оваквом исхраном или испитивања екосистемске улоге лешинарских врста умногоме нису били откривени или нису нити истраживани. Данас је пак познато да је улога лешинарских врста многострука и да представљају једну од кључних карика у функционисању и одржавању еквилибријума читавих екосистема. Тако је улога лешинарских врста кичмењака изузетно значајна у разлагању органске материје јер се овим начином исхране затвара циклус кружења материје у природи (Beasley *et al.*, 2015). Поред тога лешинари обављају својеврсну улогу санитарне службе у природи и на тај начин уклањају и спречавају трансмисију патогена и заразних болести (пре свега вируса и бактерија). Поред практичне, лешинарске врсте имају и културну и социо-економску димензију вредности (Beasley *et al.*, 2015). Тако на пример само на подручју Шпаније лешинарске врсте птица уклоне из слободне природе преко 200 тона костију и преко 8.000 тона меса угинулих животиња сваке године смањујући тиме емисију угљен-диоксида (CO₂) за преко 77 хиљада тона притом штедећи директно и индиректно 50 милиона америчких долара годишње (Morales-Reyes *et al.*, 2015; DeVault *et al.*, 2016). Врсте које се хране угулиним јединкама сопствене или још чешиће других врста можемо поделити у две групе: облигатне и факултитативне лешинаре. Облигатни лешинари су оне врсте које се хране примарно и једино лешинама и то током целе године и за чији је опстанак есенцијално постојање угинулих животиња. С друге стране факултитативне врсте лешинара не зависе од исхране лешинама, али их повремено у већој или мањој мери конзумирају као допунски извор животне енергије (Beasley *et al.*, 2015).

Док су факултативни лешинари међу кичмењацима регистровани у свим таксономским класама, облигатни лешинари су забележени искључиво међу птицама тачније међу лешинарима Старог и Новог света смештених у оквиру подпородица Aegypiinae и Cathartidae (Beasley *et al.*, 2015).

Лешинарске врсте птица су једна од најугроженијих таксономских група птица на свету (BirdLife International, 2015a). Први конкретнији подаци о лешинарима и генерално птицама грабљивицама прикупљени су средином 19. века у оквиру општих орнитолошких истраживања и појавом стручних биолошких и природњачких часописа (Грубач, 2014). Врло слична динамика прикупљања података била је на простору Европског континента и Србије. Данас у свету разликујемо седам врста лешинара Новог света који настањују оба америчка континента и 16 врста Старог света који настањују Африку, Европу и Азију (Грубач, 2014). На подручју Европе четири врсте су редовне гнездарице, а то су: брадан (*Gypaetus barbatus* Linnaeus, 1758), бела кања (*Neophron percnopterus* Linnaeus, 1758), белоглави сун (*Gyps fulvus* Hablitz, 1783) и црни лешинар (*Aegypius monachus* Linnaeus, 1766). Степен угрожености и свеукупан значај некрофагих врста птица утицао је да се крајем 1970-тих и почетком 1980-тих година покрену опсежни конзервациони пројекти широм Европског континента. Циљ ових како интернационалних тако и националних програма био је осигурање опстанка лешинарских врста птица уз раст ареала и бројности преосталих популација. Посебан фокус стављен је на конзервацију брадана почевши од 1970-тих година на подручју француских Алпа, а овај програм који се током 1980-тих проширио и на суседне земље и траје и дан-данас (Schulze- Hagen *et al.*, 2016).

1.2. ОПШТЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ И МОРФОЛОГИЈА

Брадан спада међу највеће птице летачице на свету. Име је добио по карактеристичним црним чекињама на горњем и доњем делу кљуна које се спајају правећи 5-10 cm дугачак чуперак тзв "браду" коју имају и мужјак и женка. Сматра се да "брада" има улогу као чуло додира. Дужина тела износи 95-130 cm, а распон крила 235-285 cm. Маса одрасле јединке варира између 4,5 и 8 kg (Grubač, 1990; Ferguson-Lees & Christie, 2001). Силуета брадана у лету има облик крста с обзиром да је тело витко, а крила широка, док је реп дуг и клинасто заобљен на врху. Морфолошке карактеристике одраслих брадана су другачије у односу на младе птице. Одрасле птице имају светао трбух, врат и главу док су код младих и иматурних ови делови тела у потпуности црни или тамних нијанси.

Морфолошки посматрано, полни диморфизам није изражен изузев у тежини где је женка незнатно крупнија односно масивнија од мужјака. Перје одрасле птице са леђне стране, на крилима и репу су црно-сиве или црнкасто-смеђе боје. Ово перје је прошарано танким уздужним беличастим шарама. Са доње трбушне стране тела и на ногама перје је углавном златно-жуто до рђасто-наранџасто са бисерно црном огрлицом на грудима. Ова златно-окер боја потиче од оксида гвожђа из спољашње средине који усвајају купајући се у подлози богатој гвожђем. Око је светло жућкасто са црном зеницом и карактеристичним јарко црвеним склеротичким прстеном. Ноге су богато оперјале све до самих прстију. Кљун је закривљен на доле као и код других птица грабљивица и веома снажан, а обојен је различитим нијансама сиве боје (Grubač, 1990; Ferguson-Lees & Christie, 2001).

1.3. ТАКСОНОМСКИ СТАТУС

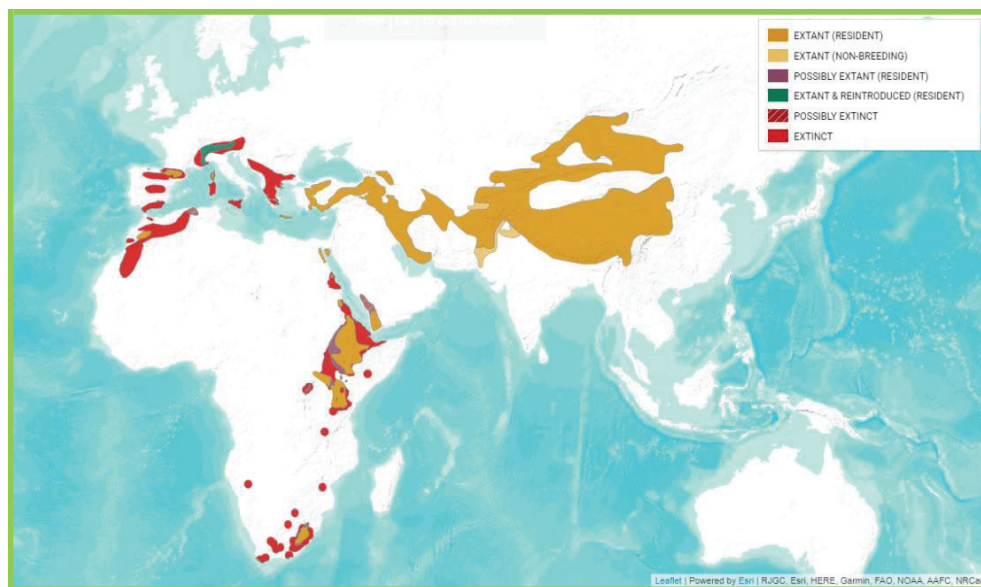
Научно општеприхваћено биноминално име брадана гласи *Gypaetus barbatus* (Linnaeus, 1758). У таксономском погледу брадан припада царству животиња (Animalia) типу кичмењака (Chordata) класи птица (Aves), реду орлова и јастребова (Accipitriformes), породици орлова и јастребова (Accipitridae), подпородици брадана (Gypaetinae) и роду брадана (*Gypaetus Storr*, 1784). Све до скоро брадан је сврставан у исту породицу заједно са другим европским лешинарима (Aegypiiinae). Ипак резултати најновијих молекуларно-генетичких анализа с краја 20. и почетка 21. века одвајају брадана у засебну подпородицу Gypaetinae (Wink, 1995; Lerner & Mindell, 2005).

2. ХОРОЛОГИЈА

2.1. РАСПРОСТРАЊЕНОСТ ВРСТЕ

Брадан представља космополитску врсту лешинара старог света која насељава брдско-планинске и високопланинске области јужне и централне Европе, југозападне и централне Азије и местимично подручја северозападне, источне и јужне Африке (Слика 1). Дакле у биогеографском смислу брадан насељава делове Палеарктика, Афротропске, Капске и Индомалајске области (Ferguson-Lees & Christie, 2001; Grubač *et al.*, 2018). Граница распрострањености брадана на истоку је 106° источне дужине. Граница северне ширине се налази на приближно 54°. У прошлости је ареал био вероватно компактан, док данашњи представља типичан пример дисјунктног уз екстремну изолованост појединих енклава (Ferguson-Lees & Christie, 2001). Разликују се две подврсте: *G. b. barbatus* која се среће на простору Европе, Азије и северне Африке и *G. b. meridionalis* чији ареал захвата источну и јужну Африку. Колико је познато ове две врсте се не укрштају односно немају контакт једна са другом (Ferguson-Lees & Christie, 2001).

Слика 1. Историјски и тренутни ареал распрострањења брадана



Извор: (<https://www.iucnredlist.org/species/22695174/118590506>)

У погледу бројности, процене варирају од земље до земље у зависности од степена истражености. Тако је процењено да у Непалу има око 500 јединки, на простору Ирака не више од 20 парова док на простору читавог Арабијског полуострва нема више од 100 одраслих јединки. У Индији је врста локално бројна и обична на деловима од Кашмира до Арунахал Прадеша, али конкретни подаци о бројности нису познати. Етиопију насељава неколико стотина парова док на простору суседних Кеније, Танзаније и Уганде нема више од 10-15 парова. На простору Јужноафричке Републике и Лесотоа гнездећа популација броји око 100 парова. На Атласким планинама у Мароку гнезди се 5-10 парова док се на простору Туниса и Алжира сматра изумрлом гнездарицом (IUCN, 2017). На Европском континенту који је одлично истражен, пиринејска популација броји око 117 гнездећих парова док се у Алпима гнезди око 45 парова. На простору Русије гнезди се 150-250 парова, Азербејџана 50-100 док се на простору Грузије и Јерменије гнезди не више од 30-35 парова. Популациони тренд варира локално и регионално и није довољно познат осим за простор Јужне Африке (опадајући) и централне и западне Европе (растући; IUCN, 2017).

2.2. РАСПРОСТРАЊЕЊЕ ВРСТЕ У СФРЈ И СРБИЈИ

На простору бивших југословенских република као и у Србији, брадан се сматра изумрлом гнездарицом која се у последњих 50 година повремено и врло ретко бележи током лутања са суседних подручја пре свега Алпа (Ziletti, 2015/2016). Поред тога историјски подаци и распрострањеност брадана на простору СФРЈ нису довољно познати. Према литературним подацима последњи брадан на простору Хрватске регистрован је 1880. године када је једна јединка ухваћена у замци за вукове и убијена на простору Далмације (Grubač, 1990). У Босни и Херцеговини брадан нагло изумири у другој половини 19. века услед константног убијања и тровања. Последњи примерци су нестали током првог светског рата (Grubač, 1990). У Македонији иако су подаци врло оскудни врста се најдуже задржала као гнездарица и то све до 1985. године када је услед тровања угинула женка из последњег пара на југу Македоније. До тада врста се гнездила на више локалитета на североистоку, западу и југу земље током 20. века, али је популација констатно опадала услед секундарног тровања (Grubač, 1990).

Што се тиче територије Србије, врста је била присутна на простору наше земље још пре 6 хиљада година о чему сведоче фосилни налази са више палеонтолошких налазишта са подручја Војводине (Blažić, 1989).

Ипак конкретнији писани трагови и подаци о присуству брадана могу се пронаћи тек с краја 19. и прве половине 20. века. Сматра се да је већ тада био веома ретка птица грабљивица, најређа од свих орлова и лешинара (Матвејев, 1950). Последњи гнездећи примерци брадана забележени су након II светског рата на подручју Суве планине код Ниша и у широј зони Шар-планине на Косову и Метохији. Пре тога, почетком 20. века брадан се гнездио на подручју локалитета Бабин зуб и Миџор на Старој планини, на подручју Суве планине и Сићевачке клисуре. У другој половини 20. и током 21. века ретко и повремено се срећу млади или иматурни примерци током скитње. Последња два посматрања потичу са Шар планине из 2001. године и са простора Ђердапа из октобра 2016. године (Ziletti, 2015/2016). У монографији Атлас птица грабљивица Србије, према историјским подацима, претпоставља се да је почетком 20. века могло да буде не мање од 9-11 гнездећих парова брадана, док је након II светског рата максималан број износио шест парова. До почетка 1960-тих сви преостали парови су поубијани или отровани у масовним акцијама тровања вукова, лисица и других "штеточина" (Puzović, 2000).

2.3. ГЛАВНЕ ПРЕТЊЕ ОПСТАНКУ ВРСТЕ

Идентификација фактора угрожавања и интензитет њиховог утицаја на популације брадана од круцијалног су значаја за заштиту врсте. У садашње време, главна претња опстанку светске популације брадана долази од човека (Izquierdo, 2018). Што се тиче специфичних фактора који угрожавају локалне популације брадана они се мање или више разликују од земље до земље односно од континента до континента и пре свега зависе од различитих социо-економских услова који у њима владају. Ипак као заједнички фактор угрожавања на простору целог ареала издваја се тровање хемијским супстанцама како директно тако и индиректно (Izquierdo, 2018). У неким подручјима учесталост тровања је у порасту као на пример на Пиринејском полуострву. Од осталих фактора који негативно утичу на популације брадана издвајају се замирање традиционалног сточарства, деградација станишта, узнемиравање током сезоне гнежђења, ефлуенти из пољопривреде и шумарства као и изградња инфраструктуре посебно електропровода и ветропаркова (IUCN, 2017; Izquierdo, 2018).

2.4. ОДНОС ЉУДИ ПРЕМА ВРСТИ

Брадан и људи деле исто станиште још из преисторијског доба (Grubač, 1990). Због своје величине, чудног изгледа, понашања као и дивљих предела које насељава брадан је одувек привлачио пажњу човека. Религија, начин живота, друштвено уређење и политичке прилике су главни чиниоци који су дефинисали однос човека према брадану. Стога није необично што се брадан као објекат сусреће у легендама и народним веровањима. Тако се на пример на простору Тибетске висоравни тела покојника најчешће сахрањују небеском сахраном – у светом обреду где се тело покојника оставља на голим каменитим теренима у брдима изнад села где их једу лешинари који су заправо свете птице које помажу њиховим душама да пронађу прави пут. По тибетанској легенди Гурал (брадан) је света птица која чува пламен вечне ватре коју је запалио сам Бог која служи свим ходочасницима на њиховим опасним путовањима у планинама као орјентир и средство за борбу против Смрти (Grubač, 1990). У јужној Македонији је код старијих људи постојало веровање да је коскар (брадан) света птица. Као доказ они су тврдили да његово гнездо ноћу светли. Верује се да онај ко убије коскара или његово младунче доживети неку несрећу (Grubač, 1990). С друге стране, на простору Алпа људи су сматрали да је брадан злокобни змај који односи малу децу и стоку (посебно овце) стога су га немилосрдно прогањали и убијали (Grubač, 1990). Иако већина ових прича, легенди у савременом контексту делују бесмислено или апстрактно, оне су чини се одиграле пресудан значај током 19. и 20. века јер је брадан на Тибету сачувао највећи део популације управо због статуса свете птице док је са простора Алпа био потпуно ишчезао, а враћен је тек у последњих 35 година уз помоћ огромних материјалних улагања у програм реинтродукције. У последњих неколико деценија бројни програми едукације, документарни филмови, ТВ репортаже и штампани материјали допринели су поправку имиџа лешинарских врста птица међу људима. Из тог разлога број случајева директног убијања и прогањања сведен је на историјски минимум (Izquierdo, 2018).

3.a. ИСТОРИЈСКИ ПОДАЦИ

3.a.1. ФИЛОГЕНИЈА И ИСТОРИЈСКА ХОРОЛОГИЈА

Порекло и еволутивно развиће као и историјско распрострањење брадана и других лешинара Старог света сасвим мало су познати. Разлог овоме јесте постојање релативно малог броја фосилних налаза који би омогућили реконструкцију читавог еволутивног развића. На основу малобројних фосилних остатака претпоставља се да се брадан као врста развио у Олигоцену (40-25 милиона година) када се појавила група лешинара Старог света којој брадан и припада (Rich, 1983; Grubač, 1990). Такође, сматра се да су се лешинари Старог света укључујући и брадана врло мало морфолошки изменили током последњих

20 милиона година (Rich, 1983). Фосилни остаци у виду костију брадана пронађени су у пећинама и другим археолошким налазиштима у Француској, Шпанији, Монаку, Белгији и Мађарској. Сви проналасци датирају из горњег Плеистоцена (пре 130-10 хиљада година; Grubač, 1990). Са подручја Србије познато је једино да је брадан био присутан на овим просторима још пре шест хиљада година о чему сведоче фосилни налази са више палеонтолошких налазишта на подручју Војводине (Blažić, 1989). На основу процена стручњака и тренутне мале генетичке варијабилности постојеће светске популације (Godoy *et al.*, 2004) сматра се да је популација брадана током средњег века била широко распрострањена у готово свим, а посебно умереним областима Африке, Азије и Европе (Ferguson-Lees & Christie, 2001).

3.a.2. ИСТОРИЈСКИ ФАКТОРИ УГРОЖАВАЊА

Историјски фактори угрожавања нису много другачији од садашњих. Главна претња како тренутно тако и историјски био је и остао човек будући да брадан готово и да нема природних непријатеља (Grubač, 1990). Поред тровања које траје и данас посебно на територији Африке и Индије и које је било најинтезивније у првој половини и средином 20. века, историјски посматрано највише брадана је страдало током излова и циљаног истребљења "штеточина". Поред тога сакупљен је већи број јединки за потребе музеја и приватних колекционарских збирки. У Африци је посебно било изражено убијање услед религијских мотива односно употребе делова тела брадана у сврху народне медицине и надрилекарства.

Дакле директне активности човека уперене на јединке и популације брадана су имали катастрофалне последице на бројност и распрострањење брадана. Претпоставља се да тренутна бројност и ареал представља тек десети део некадашњих (Ferguson-Lees & Christie, 2001).

3.Б. ЕКОЛОШКИ УСЛОВИ

3.6.1. СТАНИШТЕ

Брадан је примарно планинска врста птице грабљивице. Активан је само за време дневне светлости. Насељава махом забачене брдско-планинске и алпијске крајеве на вишим надморским висинама од 1.000 m, а екстремно се спушта и на 300-400 m надморске висине у стрмим клисурама и кањонима. Редовно се бележи и на висинама већим од 5.000 m посебно на подручју Кавказа и Хималаја. Станишта која брадан преферира су камењари, литице, планински гребени, огољени терени са ниском зељастом вегетацијом обично изнад горње шумске границе. Преферира пре свега кречњачке терене који имају много пећина и поткапина које служе за одмор, скривање од временских непогода и као подлога за изградњу гнезда. Генерално за брадана најбитније је присуство великих и неприступачних литица и камењара са погодним местима за гнежђење, разбијање костију и одмор на којима има довољно хране тј. угинуле стоке и дивљачи и узлазних ветрова у виду термала (Grubač, 1990). Избегава низије, шумске екосистеме као и веће водене површине. Величина територије варира у зависности од старости. На простору јужне Африке просечна величина територије пара одраслих полно зрелих птица износи 100-300 km² (опсег 77-1.000 km²), док код полно незрелих птица опсег кретања на годишњем нивоу је многоструко већи (10.000-30.000 km²; Krüger *et al.*, 2014). На простору Европе одрасле птице заузимају око 300 km² (Terrasse *et al.*, 1961) док је на Кавказу просек 206 km² (Gavashelishvili & McGrady, 2006).

3.6.2. ИСХРАНА

Брадан припада облигатним некрофагим врстама. Представља једину врсту кичмењака на свету која се у највећој мери (> 80-90%) храни костима сисара (Baudouin, 1976; Brown & Plug, 1990). Ретко, једе кости и месо ситних сисара, гмизаваца и птица и то углавном током ране фазе одгајања потомства (Margalida *et al.*, 2009). Исхрану костима омогућава му растегљив и за птице необично простран желудац који садржи високу концентрацију киселине чија је рН вредност веома ацидна и креће се око 0,7 подеока, а понекад и ниже (Grubač, 1990; Schulze-Hagen *et al.*, 2016). Дакле овако кисела средина омогућава брадану да са лакоћом вари и крупније комаде кости, али исто тако га штити од утицаја патогених бактерија које се налазе на угинулим остацима животиња. За варење једне кости средње величине брадану је потребно 24-32 часа (Schulze-Hagen *et al.*, 2016). Брадан кости проналази тако што их сакупља са угинулих јединки сисара и то углавном домаћих и дивљих папкара који су из различитих разлога угинули и налазе се у слободној природи (Brown & Plug, 1990; Marín-Arroyo & Margalida, 2011). Занимљиво је и да све крупније кости које није у стању да прогута уцело ефикасно разбија на ситније комаде на такозваном коскарнику. Коскарник је слабо нагнута и врло каменита голет или високопланински плато који се налази у средишту територије и где брадан редовно разбија кости како би лакше гутао мање комаде (Grubač, 1990). Кости разбија тако што их упорно изнова и изнова баца са већих висина (50-200 m изнад подлоге) на камење све до момента док их не уситни толико да може да их прогута. На овај начин разбија и прилично крупне кости које теже и преко 4 kg и пречника су већег од 10 cm (Ferguson-Lees & Christie, 2001). Брадан најчешће има неколико главних и пар помоћних коскарника на својој животној територији (Grubač, 1990). Нутритивне материје у свежим костима су сасвим довољне за опстанак брадана, јер у просеку садрже 49% воде, 16% липида и угљених хидрата, 12% беланчевина и протеина као и 23% минералних материја (Grubač, 1990).

3.6.3. ДРУШТВЕНА ОРГАНИЗАЦИЈА И ДИСПЕРЗИЈА

Одрасли брадани живе у паровима које образују доживотно. Пар остаје читаве године заједно на својој територији. Пар брадана брани своју територију од других крупнијих птица, а посебно од других брадана (Ferguson-Lees & Christie, 2001). Ипак, по својој природи, брадан спада у благе, мало агресивне птице грабљивице, стога су интраспецијски и интерспецијски сукоби релативно ретки. Уколико до сукоба и дође, они су кратки, никад нису фатални и завршавају се углавном тако што уљез брзо напушта територију брадана (Grubač, 1990). Пар на својој територији показује висок ниво толеранције према сопственим младунцима из ранијих година једино их не пуштајући унутар или у непосредну близину гнезда (Ferguson-Lees & Christie, 2001). Брадани постају самци након периода напуштања гнезда и осамостаљивања. За то време константно скитају планинским масивима и то све док не достигну полну зрелост и успоставе сопствену територију што се најчешће дешава у 7. или 8. години живота. Често се могу видети на лешинама угинулих животиња са другим младим браданима као и другим врстама лешинара. Истраживања су показала да младе птице лутају и до 1.000 km од места излегања, мада се углавном крећу у радијусу од неколико десетина до неколико стотина километара од места излегања (Ferguson-Lees & Christie, 2001). Након достизања полне зрелости јединке се упарују и успостављају сопствену територију. Брадан је филопатрична врста тако да су новоуспостављене територије увек у релативној близини места излегања. Тако је према мониторинг програму на Пиринејима на територији Шпаније утврђено да јединке брадана формирају нове територије просечно 47 километара од места излегања (13-96 km опсег) и притом није забележен ниједан случај одласка младих јединки ван планинских региона који су били место излегања праћених јединки (López-López *et al.*, 2013). Врло слични резултати праћења јединки брадана добијени су и на простору западних и централних Алпа (Zink & Izquierdo, 2011).

4. РЕПРОДУКТИВНА БИОЛОГИЈА

Како је већ раније наведено, брадани успостављају сопствену територију када постану полно зрели односно у узрасту од 7-8 година. Први покушаји гнежђења најчешће буду у старости од 10.-12. године ређе раније и они углавном буду неуспешни. Најранија старост у којој је потврђено гнежђење јесте четири године. Овај изузетак од правила забележен је у Македонији почетком 1980-тих. Гнежђење је било успешно и пар је подигао једног младунца (Grubač, 1990). Куриозитет код овог случаја представљала је и појава укрштања у сродству јер је пар чинио одрасли отац и четворогодишња ћерка. Овај пример јасно указује на изразито малу популацију брадана у том периоду. Период гнежђења зависи од поднебља односно варира са географском ширином и дужином, а незнатно и са надморском висином. На простору Европе и већег дела Азије то је период између новембра и септембра, у току целе године у источној Африци, док у јужној Африци то је период од почетка априла до јануара (Ferguson-Lees & Christie, 2001). Брадан је строго моногамна врста, мада је забележено и неколико случајева полиандрије (Ferguson-Lees & Christie, 2001). Репродуктивна сезона почиње такозваним свадбеним парадама где одрасле птице изводе спектакуларне акробације на небу у виду понирања, пропадања и обрушавања, а све са циљем удварања и јачања везе. Такође, у том периоду, мужјак и женка се често могу видети како стоје близу једно другог и међусобно тимаре перје што такође има улогу у јачању везе. Чин удварања се често завршава копулацијом те изградњом новог или још чешће доградњом прошлогодишњег гнезда (Grubač, 1990). Гнездо представља гомилу релативно уредно наслаганог грања које је смештено у пећину, поткапину или полицу вертикалне литице односно по правилу увек је заклоњено од удара ветрова, директне сунчеве светлости и атмосферских падавина. Пречник гнезда варира од 1 до 3 м, а висина се креће од 50 до 100 cm. Унутрашњост гнезда је често обложена крзном животиња, овчијом вуном као и костима које је брадан донео у гнездо. Месец до два након свадбених парада и парења, на простору Евроазије, женка полаже 1 до 2 јајета у периоду децембар- фебруар на којима лежи око 55 дана (Grubač, 1990; Ferguson-Lees & Christie, 2001). Оба пола узимају једнаку улогу у градњи и одбрани гнезда, инкубацији и подизању потомства (Orta *et al.*, 2014). Младунац се излеже углавном током марта ређе месец раније или касније. У случају излегања два младунца долази до појаве каинизма где старији и јачи младунац убија млађег како би осигурао сопствени опстанак (Margalida *et al.*, 2004).

После излегања остаје у гнезду око четири месеца након чега полеће и придружује се родитељима који га уче вештинама неопходним за преживљавање. Иако се обично осамостаљују два-три месеца по излетању, младунац понекад остаје и до 2 године заједно са родитељима на територији и услед тога прескачу једну годину у циклусу репродукције. Просечан животни век брадана у дивљини износи нешто више од 21 године (Brown, 1997), док у заробљеништву могу да доживе и 45 година (Antor *et al.*, 2007).

Слика 2. Одрасла јединка брадана на гнезду



Извор: (<http://africanraptor.co.za/homepage/the-bearded-vulture-conservation-project/>)

5. ГЕНЕТИЧКА ВАРИЈАБИЛНОСТ

Истраживања генетичке варијабилности као и друге молекуларно-генетичке анализе код брадана спроведена су на већем делу ареала распрострањења односно на јединкама које припадају популацијама различитих земаља. Тако је једно истраживање генетичке варијабилности за потребе реинтродукције брадана спроведено у Шпанији с краја 20. века. Циљ студије био је одређивање генетичке варијабилности између две одвојене популације у заробљеништву чиме би се утврдило да ли су и под којим условима анализиране јединке подобне за програм реинтродукције односно пуштање у дивљину (Negro & Torres, 1999). За потребе истраживања узети су узорци крви популације из центра за репродукцију и реинтродукцију у Аустрији (птице пореклом са Кавказа) и од јединки из центра за реинтродукцију са западних Пиринеја у Шпанији. У анализи је укупно учествовало 26 јединки односно њихових митохондријалних ДНК (mtDNA) маркера изолованих фенол-хлороформном екстракцијом и касније су ови ДНК фрагменти раздвојени тј. анализирани поступком електрофорезе. Као резултат лабораторијског истраживања утврђен је низак ниво генетичке варијабилности у обе популације у заробљеништву које су служиле размножавању за потребе будуће реинтродукције. Стога је финална препорука истраживача била спровођење обавезног укрштања јединки између ове две популације са популацијама дивљих птица са Пиринејског полуострва како би се повећала генетичка варијабилност будућих пуштених јединки (Negro & Torres, 1999).

У другој студији анализирана је генетичка варијабилност секвенце у региону mtDNA, и то на јединкама са простора готово читавог ареала како би се покушало доћи до сазнања о недавној еволуционој историји брадана и како би се оценио тренутни генетички статус врсте (Godoy *et al.*, 2004). У студији је коришћен узорак ткива, перја или крви са укупно 172 различите јединке укључујући и музејске примерке са подручја на којима су брадани изумрли попут Балкана. Филогенетска анализа открила је постојање две дивергентне митохондријске кладе назване клада А која се углавном јавља у западноевропским популацијама и кладе Б која се јавља у афричким, источноевропским и средњоазијским популацијама. Релативне учесталости хаплотипова који припадају свакој клади у различитим популацијама показују оштру клиналну дистрибуцију на релацији исток-запад са максималном мешавином две кладе забележеном у популацијама Алпа и Грчке.

Такође, откривен је јединствен образац распореда хаплотипова који сугерише алопатријску диференцијацију ове две кладе брадана у одвојеним медитеранским и афричким или азијским глацијалним рефугијумима. Због изразите и специфичне генетске структуре, изумирање средњоевропских и балканских популација у прошлом веку резултирало је губитком већег дела генетске разноликости врсте. Поред тога, пронађени су директни докази проласка пиринејске популације кроз уско грло током прошлог века (Godoy *et al.*, 2004).

На простору афричког континента, спроведено је истраживање на подручју Кеније и Јужне Африке са циљем испитивања генетичког диверзитета популација брадана (Krüger *et al.*, 2015). Прикупљено је укупно 40 узорака у виду перја и ткива из којег је изолована mtDNK. Утврђена је статистички значајна генетичка сличност између популација из Етиопије и Јужне Африке као и значајан дефицит диверзитета хаплотипова mtDNK у Јужној Африци посебно у поређењу са Шпанијом. Поред тога потврђена је генетичка сличност популације из Африке са популацијама на простору Евроазије. Низак ниво варијабилности mtDNK вероватно је узрокован проласком популације кроз уско грло као и редукцијом популације како у бројности тако и у дистрибуцији у последња три века захваљујућу антропогеном утицају (Krüger *et al.*, 2015). Убудуће се предлаже измена тј. допуна у стратегији очувања брадана у Јужној Африци уношењем јединки из Етиопске популације с обзиром на генетичку сличност (деле јединствен хаплотип).

Узимајући у обзир наведена истраживања на популацијама брадана могу се извести два једноставна закључка:

- за евентуалне процесе реинтродукције врсте попут оне која би била спроведена на Балканском полуострву неопходно је консултовати генетичаре и молекуларне биологе, односно спровести одговарајућа истраживања генетичке варијабилности како би се репродукцијом у заробљеништву избегло укрштање јединки у сродству или јединки са слабом способношћу промене генетичког материјала.
- популација која је обитавала на Балкану и централној Европи је имала најразноликију комбинацију алела од свих популација, стога изумирање јединки на овим просторима представља неизмеран губитак за целокупан генофонд брадана као врсте.

6. ТРЕНУТНИ КОНЗЕРВАЦИОНИ СТАТУС

Конзервациони статус неке врсте одређује се на основу егзактних чињеница уз помоћ строгих научних критеријума на основу којих се оцењује подложност евалуиране врсте могућности изумирања. За одређивање глобалних, континенталних и регионалних приоритета референтни су критеријуми и листе које је направила Међународна унија за заштиту природе (International Union for Conservation of Nature - IUCN). Према овом међународном телу светска популација брадана евалуирана је као скоро угрожена (**NT** – *Neat Threatened*; IUCN, 2017). Цела светска популација броји између 1.300 до 6.700 одраслих јединки, а тренд је оцењен као опадање за 25-29% у последње три генерације (укупно 53 године). На Европском континенту, према BirdLife International- у (2015), брадану услед редукције популације и константних угрожавајућих фактора попут тровања додатно расте ризик од ишчезавања, стога је врста оцењена као рањива (**VU** – *Vulnerable*). Европска популација броји око 1.300 одраслих индивидуа и у благом је опадању. Поред високог степена угрожености, брадан ужива и пасивну (законску) заштиту јер се налази на Додатку I (врста којој су потребне посебне мере очувања) Директиве о очувању дивљих птица Европске Уније (тзв. Директива о птицама), Додатку II (строго заштићена дивља врста фауне) Конвенције о очувању европске дивље флоре, фауне и природних станишта (тзв. Бернска конвенција), Додатку II (врста којој тренутно можда и не прети опасност од изумирања, али може се десити уколико се промет јединки такве врсте не подвргне строгим прописима) Конвенције о међународном промету угрожених врста дивље фауне и флоре (CITES конвенција) као и Додатку II (врста је предмет споразума међу потписницама конвенције) Конвенције о очувању миграторних врста дивљих животиња (тзв. Бонска конвенција).

На простору Републике Србије врста се сматра регионално ишчезлом (**RE** – *Regionally Extinct*) према Црвеној књизи фауне Србије III (Grubač *et al.*, 2018). У Правилнику о проглашењу и заштити строго заштићених и заштићених дивљих врста биљака, животиња и гљива (Службени гласник РС, 5/2010-46, 47/2011-134, 32/2016-59, 98/2016-97), брадан се налази у Прилогу I што га убраја у строго заштићене врсте на територији целе земље. Поред тога заштита јединки брадана и њихових станишта обухваћена је и другим нормативним законским и подзаконским актима попут Закона о заштити природе (Службени гласник РС, бр. 36/2009, 88/2010, 91/2010-исправка, 14/2016 и 95/2018-други закон), Закон о заштити животне средине, (Службени гласник РС, бр. 135/2004, 36/2009, 36/2009 – др. закон и 72/2009 – др. закон,

43/2011-одлука УС, 14/2016,76/2018, 95/2018- др. закон, и 95/2018-др. закон), Правилника о одштетном ценовнику за утврђивање висине накнаде штете проузроковане недозвољеном радњом у односу на строго заштићене и заштићене врсте биљака, животиња и гљива (Службени гласник РС, број 37/2010) где се брадан налази у Прилогу I – Одштетни ценовник за строго заштићене дивље врсте. Прописана казна износи 300.000 динара у случају убијања једне јединке брадана односно 20%-80% ове суме у случају повређивања, растеривања, прогањања, хватања, држања у заробљеништву и узнемиравања ове врсте нарочито у време размножавања. И на крају, Уредба о еколошкој мрежи (Службени гласник РС, бр. 102/2010) утврђује границе односно подручја обухваћена еколошком мрежом укључујући и еколошке коридоре који су некадашње и потенцијално станиште брадана. Такође, овај подзаконски акт поближе уређује начине управљања и финансирања, ради очувања биолошке и предеоне разноврсности, односно типова станишта од посебног значаја за очување, обнављање и унапређење нарушених станишта и очување одређених врста попут брадана.

7. ЦИЉЕВИ КОНЗЕРВАЦИОНЕ СТРАТЕГИЈЕ

Општи циљ: Успостављање одрживе популације брадана на подручју Србије праћен дугорочним подизањем бројности популације и ширењем ареала на територији читаве земље.

Конкретни/специфични циљеви:

- изградити студију изводљивости и оправданости реинтродукције брадана на простору Србије,
- анализирати потенцијалне и вероватне лимитирајуће факторе који би могли да угрозе реинтродукцију врсте и планирано повећање популације,
- испитати генетичку варијабилност јединки укључених у програм реинтродукције ради издвајања пожељних генотипских карактеристика и спречавања укрштања у сродству,
- размножити бар 20 јединки и пустити их у слободну природу на одговарајућа историјска станишта (бивша гнездилишта),
- одржавати постојећа и формирати минимум три нова стална хранилишта (мрциништа) за некрофаге врсте на простору источне и југоисточне Србије до краја 2024. године,

- стимулирати развој традиционалног сточарства са посебним акцентом на повећање бројности стада оваца и коза аутохтоних раса на планинским подручјима,
- заштити сва одговарајућа станишта са посебним акцентом на бивша гнездилишта,
- построжити контроле примене хемикалија и медицинских супстанци у пољопривреди и ветерини посебно на подручјима где је планирана реинтродукција,
- едуковати јавност и подизати свест о значају и реинтродукцији посебно на локалном нивоу (ловци, пастири, пољочувари, мештани оближњих села, итд)
- укључити Владин и цивилни сектор у међународне пројекте и програме заштите и реинтродукције лешинара.

8. МЕТОДЕ КОНЗЕРВАЦИЈЕ

Основу за дугорочну конзервацију популације брадана представља генетичка варијабилност природних популација која је резултат различитих генетичких процеса. Како би се остварили зацртани општи и специфични циљеви потребно је применити савремене методе конзервације и примере добре праксе пре свега са простора централне и западне Европе. Практично то значи потпуну примену метода зацртаних Акционим планом заштите брадана из 2018. године као дефинисање националне стратегије заштите брадана. То подразумева како *in situ* тако и *ex situ* методе које укључују:

- транслокацију по пет јединки оба пола са подручја Турске, Кавказа и Пиринеја,
- ревитализацију станишта и генерално побољшање станишних услова на минимум четири локације,
- изградњу центра за вештачко размножавање и реинтродукцију,
- изградњу два кавеза за привикавање птица пре пуштања у природно окружење (тзв *hacking* метода),
- сателитско праћење пуштених јединки,
- куповина стада оваца и коза и њихово донирање или продаја по субвенционисаним ценама заинтересованим грађанима на подручјима пуштања брадана,

- појачан теренски мониторинг на простору реинтродукције,
- редовно изношење угинулих папкара и њихових делова на наменска и унапред одређена места храњења,
- јавно заговарање, предавања и едукација као и сарадња са локалном заједницом,
- јасно и видно обележавање резервата брадана и инфотаблама са упутствима прихватљивог модела понашања и активности,
- снимање промотивних филмова и документарца о програму,
- узорковање и чување генетичког материјала пуштених јединки.

9. АКТИВНОСТИ НА ПОЉУ ГЕНЕТИЧКЕ КОНЗЕРВАЦИЈЕ

Четрдесетогодишњи програм реинтродукције брадана на подручје Пиринеја и Алпа представља један од најуспешнијих програма враћања неке врсте са руба изумирања, не само на простору Европе него и целог света. Из тога произилази да су планови, методе и активности на пољу конзервације ове врсте спроведени од стране еминентних стручњака и организација дефинитиван правац који би требало да следи Србија и друге земље на Балкану. Са тим у вези, будуће активности у области генетичке конзервације брадана пратиле би већ уходан модел пре свега се ослањајући на Акциони план за заштиту брадана на нивоу Европске Уније. Овај модел пре свега подразумева подизање националних капацитета из области молекуларне генетике, успостављање банке гена према Правилнику о условима за оснивање банке гена дивљих биљака, животиња и гљива, начину поступања са биолошким материјалом, садржини захтева и документацији која се подноси уз захтев за издавање дозволе за оснивање банке гена (Службени гласник РС, број 65/10), уз набавку неопходне лабораторијске и друге опреме. Поред тога неопходан је интердисциплинаран приступ програму реинтродукције брадана уз укључивање свих релеватних појединаца, организација и институција с обзиром да је конзервациона генетика сама по себи интердисциплинарна наука. Такође, уз раст националних капацитета и подизање стандарда на пољу генетике неопходно је покренути и правно-формално регулисати сарадњу са релеватним међународним организацијама и институцијама како би програм реинтродукције брадана

био и практично спроведен. У првом реду се мисли на сарадњу са Vulture Conservation Foundation, SEO BirdLife Spain, EAZA IUCN Vulture Specialist Group и WWF Switzerland који би пре свега имали саветодавну улогу као и били доноси првих птица за потребе вештачког одгоја.

10. ЗАКЉУЧАК

Брадан заједно са другим лешинарима Старог света има веома важну улогу у животним циклусима и трофичким односима као круцијални структурни елемент биоценоза и екосистема које насељава. Како се налази на врховима трофичких пирамида брадан игра важну улогу у процесу минерализације органске материје. Такође, брадан има незаменљиву улогу и као санитарац у отклањању делова лешева и тиме у спречавању ширења заразних болести и евентуалних епидемија. Стога, повратак и конзервација брадана на простору Србије и Балкана је од круцијалног значаја за виталност и здравље читавог биодиверзитета, а потенцијално и социо-економски одрживи развој становништва руралних крајева. Израдом ове стратегије иницијално су размотрене могућности повратка брадана у Србију. За потпуну имплементацију стратешких циљева неопходно је ускладити концепт конзервације на локалном и националном нивоу са онима на нивоу Европске уније. Поред тога, неопходна су дугорочна стабилна материјална улагања државних органа уз континуирано праћење имплементације планова и незаобилазно умрежавање са водећим европским и светским актерима на пољу конзервације ове и других врста.

ЛИТЕРАТУРА

- Antor, R.J., Margalida, A., Frey, H., Heredia, R., Lorente, L. & Sesé, J.A. (2007). First Breeding Age in Captive and Wild Bearded Vultures. *Acta Ornithologica* 42(1): 114–118.
- Beasley, J.C., Olson, Z.H. & DeVault, T.L. (2015). Ecological role of vertebrate scavengers. In: Benbow, M.E., Tomberlin, J.K. & Tarone, A.M. (eds), *Carion ecology, evolution and their applications* (pp. 107–127). Boca Raton, CRC Press, US.
- BirdLife International (2015). Bearded Vulture *Gypaetus barbatus*. e.T22695174A60116752.
- BirdLife International (2015a). European Red List of Birds. Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Blažić, S. (1989). Fauna praistorijskih lokaliteta u Vojvodini. *Priroda Vojvodine* 12–14: 36–42.
- Brown, C.J. (1997). Population dynamics of the bearded vulture *Gypaetus barbatus* in southern Africa. *African Journal of Ecology* 35(1): 53–63.
- Baudouin I. (1976). Techniques de vol et du cassage d'os chez le Gypaète barbu, *Gypaetus barbatus*. *Alauda* 44: 1–24.
- Brown, C.J. & Plug, I. (1990). Food choice and diet of the bearded vulture *Gypaetus barbatus* in southern Africa. *South African Journal of Zoology* 25: 169–177.
- DeVault, T., Beasley, J., Olson, Z.H., Moléon, M., Carrete, M., Margalida, A. & Sánchez-Zapata, J.A. (2016). Ecosystem Services Provided by Avian Scavengers. In: Şekercioğlu, C.H., Wenny, D.G. & Whelan, C.J. (eds), *Why Birds Matter: Avian Ecological Function and Ecosystem Services* (pp. 235–270). University of Chicago Press, Chicago, IL, US.
- Ferguson-Lees, J. & Christie, D.A. (2001). Raptors of the World. *Christopher Helm Publishing*, London, UK.
- Gavashelishvili, A. & McGrady, M.J. (2006). Breeding site selection by bearded vulture (*Gypaetus barbatus*) and Eurasian Griffon (*Gyps fulvus*) in the Caucasus. *Animal Conservation* 9: 159–170.
- Godoy, J.A., Negro, J.J., Hiraldo, F. & Donazar, J.A. (2004). Phylogeography, genetic structure and diversity in the endangered bearded vulture (*Gypaetus barbatus*, L.) as revealed by mitochondrial DNA. *Molecular Ecology* 13: 371–390.
- Grubač, B. (1990). Bradan *Gypaetus barbatus* L. Samostalno preduzeće Svjetlost & Zavod za udžbenika i nastavna sredstva, Sarajevo-Beograd.
- Грубач, Б. (2014). Белоглави суп *Gyps fulvus*. Завод за заштиту природе Србије, Београд.
- Grubač, B., Radaković, M. & Vasić, V. (2018): Bradan *Gypaetus barbatus* (Linnaeus, 1758). U: Radišić, D., Vasić, V., Puzović, S., Ružić, M., Šćiban, M., Grubač, B. & Vujić, A., (eds), Crvena knjiga faune Srbije III – Ptice (pp. 164–166). Zavod za zaštitu prirode Srbije, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za biologiju i ekologiju & Društvo za zaštitu i proučavanje ptica Srbije.

- IUCN Red List of Threatened Species (2017). Bearded Vulture *Gypaetus barbatus*. e.T22695174A118590506.
- Izquierdo, D. (2018). Single Species Action Plan for the conservation of the Western Palearctic population of Bearded Vulture *Gypaetus barbatus barbatus*. Vulture Conservation Foundation, Zurich, CH.
- Krüger, S., Reid, T., & Amar, A. (2014). Differential Range Use between Age Classes of Southern African Bearded Vultures *Gypaetus barbatus*. *PLoS ONE* 9(12): e114920.
- Krüger, S.C. (2015). Bearded Vulture *Gypaetus barbatus*. In: Taylor, M.R., Peacock, F. & Wanless, R.M. (eds), *The 2015 Eskom Red Data Book of Birds of South Africa, Lesotho and Swaziland* (pp. 55–77). BirdLife South Africa, Johannesburg, SA.
- Krüger, S., Wesche, P.L. & van Vuuren, B.J. (2015). Reduced genetic diversity in Bearded Vultures *Gypaetus barbatus* in Southern Africa. *Ibis* 157: 162–166.
- Lerner, H.R.D. & Mindell, D.P. (2005). Phylogeny of eagles, Old World vultures and other Accipitridae based on nuclear and mitochondrial DNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 37: 327–346.
- López-López, P., Zuberogoitia, Í., Alcántara, M. & Gil, J.A. (2013). Philopatry, natal dispersal, first settlement and age of first breeding of bearded vultures *Gypaetus barbatus* in central Pyrenees. *Bird Study* 60(4), 555–560.
- Margalida, A., Bertran, J., Boudet, J. & Heredia, R. (2004). Hatching asynchrony, sibling aggression and cannibalism in the Bearded Vulture *Gypaetus barbatus*. *Ibis* 146: 386–393.
- Margalida, A., Bertran, J., & Heredia, R. (2009). Diet and food preferences of the endangered Bearded Vulture *Gypaetus barbatus*: a basis for their conservation. *Ibis* 151(2): 235–243.
- Marín-Arroyo, A.B. & Margalida, A. (2011). Distinguishing Bearded Vulture activities within archaeological contexts: Identification guidelines. *International Journal of Osteoarchaeology* 22(5): 563–576.
- Матвејев, С.Д. (1950). Распрострањење и живот птица у Србији. Посебна издања 161, Српска Академија Наука, Београд.
- Morales-Reyes, Z., Pérez-García, J.M., Moleón, M., Botella, F., Carrete, M., Lazcano, C., Moreno-Opo, R., Margalida, A., Donázar, J.A. & Sánchez-Zapata, J.A. (2015). Supplanting ecosystem services provided by scavengers raises greenhouse gas emissions. *Scientific Reports* 5: 7811.
- Negro, J.J. & Torres, J.M. (1999). Genetic variability and differentiation of two bearded vulture *Gypaetus barbatus* populations and implications for reintroduction projects. *Biological Conservation* 87: 249–254.
- Orta, J., de Juana, E., Marks, J.S. & Sharpe, C.J. (2014). Bearded Vulture (*Gypaetus barbatus*). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds), *Handbook of the Birds of the World. Volume 2*. Lynx Edicions, Barcelona, ES.

- Puzović, S. (2000). Atlas ptica grabljivica Srbije. *Zavod za zaštitu prirode Srbije*, Beograd. pp. 185–187.
- Rich, P.V. (1983). The Fossil History of Vultures: A World Perspective. In: Wilbur, S. & Jakson, J. (eds), *Vulture Biology and Management* (pp. 3–25). *University of California Press*, Los Angeles, US.
- Schulze-Hagen, K., Frey, H. & Margalida, A. (2016). Food specialist Bearded Vulture: The bird that lives on bones. *Der Falke* 63: 8–15.
- Terrasse, J.F., Terrasse, M. & Boudoint, Y. (1961). Observations sur la reproductions du vautour fauve, du percnoptère et du gypaete barbu dans les Basses- Pyrénées. *Alauda* 29: 1–24.
- Wink, M. (1995). Phylogeny of Old and New World Vultures (Aves: Accipitridae and Cathartidae) Inferred from Nucleotide Sequences of the Mitochondrial Cytochrome *b* Gene. *A Journal of Biosciences: Zeitschrift für Naturforschung C* 50(11-12): 868–882.
- Ziletti, N. (2015/2016). Bearded Vulture *Gypaetus barbatus* again in Serbia. *Ciconia* 24/25: 38–40.
- Zink, R. & Izquierdo, D. (2011). Annual Report 2010 of International Bearded vulture Monitoring (IBM). *Hohe Tauern National Park & Owl and Raptor Centre Haringsee*, Austria.

ЛИТЕРАТУРА



ЛИТЕРАТУРА

- ALI, M., (2012): Diversity of Ecosystems, *InTech*, Universite Abdou Moumouni, Niger
- ACKZELL, L & TUROK, J. (2005): International legislation on the exchange of forest genetic resources. U: Geburek, Th., Turok, J. (ured.): *Conservation and Management of Forest Genetic Resources in Europe*. Arbora Publishers, Zvolen, Slovačka (75-87).
- BAWA, K.S., KRUGMAN, S.L. (1991): Reproductive biology and genetics of tropical trees in relation to conservation and management. P. 119 in: Gomez-Pompa, A., Whitmore, T.C., Hadley, M. (eds.): *Rain forest regeneration and management*. Parthenon. Cornforth and UNESCO. Paris
- BALLIAN, D., KAJBA, D. (2011): Oplemenjivanje šumskog drveća i očuvanje njegove genetske raznolikosti. Univerzitet u Sarajevu – Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu -Šumarski fakultet, 299 str.
- БАНКОВИЋ С., МЕДАРЕВИЋ М., ПАНТИЋ Д., ПЕТРОВИЋ Н., ШЉУКИЋ Б., ОБРАДОВИЋ С. (2009): Шумски фонд Републике Србије -стање и проблеми. Гласник Шумарског факултета 100, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд: 7-30.
- BRAGDON, S. (ED.) (2004): International Law of Relevance to Plant Genetic Resources: A practical review for scientists and other professionals working with plant genetic resources. Issues in Genetic Resources No. 10. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy
- BRADSHAW A.D. (1965): Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Advances in genetics* 13(1). p. 115-155.
- БРАШАНАЦ-БОСАНАЦ, Љ. (2013): Шумски екосистеми Србије у функцији заштите животне средине од негативног утицаја климатских промена, Докторска дисертација, Београд: Географски факултет, Универзитет у Београду.
- BRENNAN, S., WITHGOTT, J. (2005): Biodiversity and Conservation Biology. (In): *Environment; The Science behind the Stories*. Pearson, Bewamin Cummings, San Francisco
- WANG, J., SANTIAGO, E. & CABALLERO, A. (2016): Prediction and estimation of effective population size. *Heredity* 117, 193–206. <https://doi.org/10.1038/hdy.2016.43>
- ВИДАКОВИЋ, М., КРСТИНИЋ, А. (1985): Генетика и оплемењивање шумског дрвећа. Свеучилиште у Загребу - Шумарски факултет, Загреб, 505 стр.
- ВИДАКОВИЋ, М. (1963): Међуврсно укрштање Панчићеве оморике (*Picea omorika* Panč./Purkyine) са ситканском смрчком (*Picea sitchensis* (Bong.) Carrière). Шумарство. Београд. п: 337-342.
- WILHELM, E. (2005): Conservation by means of seeds, pollen and tissue culture. PPT from IPGRI training course in Pushkino, Russia.
- WILSON, O.E. (1992): The diversity of life. Harvard University Press (424)

- WOLFE, D.W., SCHWARTZ, M.D., LAKSO, A.N., OTSUKI, Y., POOL, R.M., SHAULIS, N.J. (2005): Climate change and shifts in spring phenology of three horticultural woody perennials in northeastern USA, *International Journal of Biometeorology*, 49 pp. 303-309.
- WRIGHT, S. (1931): *Evolution in Mendelian populations*. *Genetics*. 16 (2): 97–159.
- WHITE, T.L., ADAMS, W.T., NEALE, D.B. (2007): *Forest genetics*. CAB Intern., 682 p.
- GILLET, M. (ed.) (1999): Which *DNA marker for which purpose?* Final Compendium of the Forest Project in the EU Biotechnology FW IV Programme „Molecular Tools for Biodiversity“.
- GLÜCK, P. (2000): Theoretical perspectives for enhancing biological diversity in forest ecosystems in Europe. *For. Pol. Econ.* 1 (195-207).
- DAVIS, M.B. (1981): Quaternary history and stability of forest communities. In: West, D.C. *et al.* (eds.): *Forest succession, concept and app.*. Springer: 132-153).
- DUCHÊNE, E., SCHNEIDER, C., (2005): Grapevine and climatic changes: a glance at the situation in Alsace, *Agronomy for Sustainable Development*, 25, 93–100.
- DJORDJEVIĆ-MILOŠEVIĆ, S. (2019). Socio-economic perspectives of sustainable forest management and local development in Serbia. Report for the project GCP/SRB/002/GEF: Contribution of sustainable forest management to low emission and resilient development in Serbia (FSP). UN FAO, p. 138.
- ENGELMANN, F. (1997): *In vitro* conservation methods, Biotechnology and Plant genetic Resources: Conservation and Use (Ford-Lloyd, B.V., Newbery, J.H. and Calllow, J.A. eds.). CABI Publications, Wallingford, UK (119-162).
- ERIKSSON, G. (2005): Evolution and evolutionary factors, adaptation and adaptability in: Geburek, Th & Turok, J. (eds.): *Conservation and Management of Forest Genetic Resources in Europe*. Arbora Publishers, Zvolen. pp. 199-211.
- ERIKSSON, G., EKBERG, I. (2001): *An Introduction to Forest Genetics*. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. pp. 1-166.
- ЖИВКОВИЋ, У. (2017): Фенотипска пластичност екофизиолошких, морфолошких и фенолошких особина *Iris variegata* L. (*Iridaceae*) и диференцијација генотипова пореклом из станишта са различитим светлосним карактеристикама. Докторска дисертација. Универзитет у Београду – Биолошки факултет, Београд, 208 стр.
- ZIEHE, M., GREGORIUS, H.-R., GLOCK, H., HATTEMER, H.H., HERZOG, S. (1989): Gene-resources and gene conservation in forest trees: general concepts u: Scholz, F., Gregorius, H.-R., Rudin, D., (urednici): *Genetic Effect of Air Pollutants in Forest Tree Populations*. Springer, Berlin, Nemačka (173-185)
- ИСАЈЕВ, В., ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ, М., ИВЕТИЋ, (2006): Конзервација генофонда врста дрвећа у специјализованим плантажама Србије. Научна конференција: “Газдовање шумским екосистемима националних паркова и других заштићених подручја”, Зборник радова, Јахорина - НП. Сутјеска, 05 -08. јул. (67–76)

- ИСАЈЕВ, В., ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ, М. (2011): Практикум из генетике са оплемењивањем биљака. Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд, 241 стр.
- ЈААККОЛА, S. (1998): UNEP's Global Biodiversity Assessment. In: Bachman, P., Kohl, M., Paivinen, R. (eds.): Assessment of Biodiversity for Improved Forest Planning. Proceedings of the Conference on Assessment of Biodiversity for Improved Forest Planning, 7-11 October 1996, Monte Verita, Switzerland. p. 43-50.
- ЈАБЛОНКА, E., ОБОРНИ, B., МОЛНАР, I., КИСДИ, Ђ., ХОФБАУЕР, J., ЧЗАРАН, T. (1995): The adaptive advantage of phenotypic memory in changing environments. Phil. Trans. Royal Soc. Ser. B. 350. p. 133-141.
- ЈАНЧУК, A.D., ЛЕСТЕР, D.T. (1996): Setting priorities for conservation of the conifer genetic resources of British Columbia. *For. Chr.* 72: 406-415.
- ЈАКШИЋ, П. (2003): Црвена књига дневних лептира Србије: Lepidoptera. Завод за заштиту природе Србије, стр. 198.
- ЈОНЕС, G. V., ДУЧЕНЕ, E., ТОМАСИ, D., ЈУСТЕ, J., БРАСЛАВСКА, O., ШУЛТЦ, H., МАРТИНЕЗ, C., БОСО, S., ЛАНГЕЛИЈЕР, F., ПЕРРУХОТ, C., ГИМБЕРТЕАУ, G., (2005): Changes in european winegrape phenology and relationships with climate, XIV International GESCO Viticulture Congress, Geisenheim, Germany, 54–61.
- КАЈБА, D., БАЛЛИАН, D. (2007): Šumarska genetika. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Zagreb, Sarajevo, 283 str.
- КАЛЕЗИЋ, М., ТОМОВИЋ, Љ., ЏУКИЋ, Г. (2015): Црвена књига фауне Србије I водоземаца. Универзитет у Београду – Биолошки факултет, Завод за заштиту природе Србије. стр. 207.
- КЕМП, R.H. (1992): The conservation of genetic resources in managed tropical forests. *Unasylva* 169: 34-40
- КЛИМАН, R., SHEEHY, B. & SCHULTZ, J. (2008): Genetic Drift and Effective Population Size. *Nature Education* 1(3):3
- ЛИНДЕНМАЈЕР, D., ФРАНКЛИН, J. (2002): Conserving Forest Biodiversity. A Comprehensive Multiscaled Approach. Island Press, 367 p.
- МАНДИЋ, Р. (2018): Еколошко-производни потенцијали и унапређење система контроле сакупљања, коришћења и промета дивљих врста биљака, гљива и животиња у Републици Србији. Докторска дисертација. Универзитет Сингидунум Београд. 239 стр.
- МАРИНКОВИЋ, Д. (1974): Генетика. Научна књига, Београд, 379 стр.
- МАРКОВИЋ, М., РАЈКОВИЋ, S., МИРИЋ, М., МИТИЋ, D., МИЛОВАНОВИЋ, J., ТАБАКОВИЋ-ТОШИЋ, M. (2011): Colonization of the substrate of wood-decaying fungi *Fomitopsis pinicola* (Sw.:Fr.) P.Karst. isolated from beech and fir under controlled temperature and pH condition. *Фресениус Енвиронментал Буллетин* Вол. 20 (3). pp. 583-589.

- МАТАРУГА М., ИСАЈЕВ В., ОРЛОВИЋ С. (2013): Шумски генетички ресурси. Универзитет у Бањој Луци, Шумарски факултет, 397 стр.
- MÁTYÁS, CS. (2005): Expected climate instability and its consequences for conservation of forest genetic resources. In: Geburek, Th., Turok, J. (eds.): Conservation and Management of Forest Genetic Resources in Europe. Arbora Publishers, Zvolen, Slovakia. p. 465-476.
- MAXTED, N., GUARINO, L., DULLOO, M.E. (1997): Management and monitoring. Pp. 144-159 in: Maxted, N., Ford-Lloyd, B.V., Hawkes, J.G. (eds.): Plant Genetic Conservation. The *in situ* Approach. Chapman and Hall, London, United Kingdom.
- МИЛОВАНОВИЋ, Ј., АРАНЂЕЛОВИЋ, М., РАДОЈЕВИЋ, У. (2015): Адаптације на климатске промене – изазов у очувању биолошких ресурса. У: Миловановић, Ј., Ћорђевић, С. (уредници): Очување и унапређење биолошких ресурса у служби екоремедијације. Министарство просвете, науке и технолошког развоја и Факултет за примењену екологију Футура Универзитет Сингидунум Београд. Стр. 322-354
- МИЛОВАНОВИЋ, Ј. (2009): Еколошко-генетичке основе варијабилности храста китњака (*Quercus petraea* agg. Ehrendorfer 1967.) у Србији. Докторска дисертација. Универзитет Сингидунум – Факултет за примењену екологију Футура Београд. стр. 1-145.
- MILOVANOVIĆ, J., ISAJEV, V., KRAJMEROVÁ, D., PAULE, L. (2007): Allele polymorphism of nad1 gene of the Serbian spruce mitochondrial genome. Genetika, Vol. 39. No. 1 (79-91).
- МИЛОВАНОВИЋ, Ј. (2007): Проучавање унутарврсног варијабилитета оморике (*Picea omorika* Panč./Purkyne) применом генетичких маркера. Магистарски рад, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд. стр. 1-86.
- MILOVANOVIĆ, J., ŠIJAČIĆ-NIKOLIĆ, M. (2006): MPBS a method to conserve forest species genetic diversity. International Scientific Conference in occasion of 60 year of operation of Institute of Forestry, Belgrade, Serbia: Sustainable use of Forest Ecosystems- the Challenge of the 21st Century, 8-10. November, Donji Milanovac, Serbia, The Book of Abstracts (128).
- MILOVANOVIĆ, J., ŠIJAČIĆ-NIKOLIĆ, M. (2008): Forest tree species natural genetic diversity assesment as a tool for conservation and sustainable use. III International Symposium of Ecological of the Republic of Montenegro, Bijela- Herceg Novi, 08-12.10. Book of Abstracts (81).
- МИЛОВАНОВИЋ, Ј., ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ, М. (2009): Примена молекуларних маркера у конзервацији генофонда шумског дрвећа. Гласник Шумарског факултета, Београд, 98: 101-113.

- MCNEELY, J.A., MILLER, R.M., WALTER, V.R., RUSSELL, A.M. & T.B. WERNER (1990): *Conserving the World's Biological Diversity*. IUCN, WRI, CI, WWF- US and the World Bank, Gland, Washington.
- НОНИЋ, М. (2016): Унапређење масовне производње лисно-декоративних култивара букве калемљењем. Докторска дисертација, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд, 274 стр.
- НОНИЋ, М., ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ, М. (2021): Шумарска генетика. Универзитет у Београду – Шумарски факултет. 225 стр.
- NONIĆ M., ŠIJAČIĆ-NIKOLIĆ M. (2019): Genetic Diversity: Sources, Threats, and Conservation. In: Leal Filho W., Azul A., Brandli L., Özuyar P., Wall T. (eds) *Life on Land. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals*. Springer, Cham.
- ПАВИЋЕВИЋ, Д., КАРАМАН, И., ХОРВАТОВИЋ, М. (2018): Црвена књига фауне Србије IV – Правокрилци. Природно-математички факултет Универзитета у Новом Саду, Департман за биологију и екологију. стр. 246.
- ПЕНЧИЋ, М., ДУМАНОВИЋ, Л., РАДОВИЋ, Г., ЈЕЛОВАЦ, Д. (1997): Значај банака биљних гена за селекцију. Селекција и семенарство, Vol. 4, број 1-2. (7/18).
- PETIT, R.J., AGUINAGALDE, I., DE BEAULIEU, J.-L., BITTKA U, C., BREWER, S., CHEDDADI, R., ENNOS, R., FINESCHI, S., GRIVET, D., LASCoux, M., MOHANTY, A., MÜLLER-STARK, G., DEMESURE-MUSCH, B., PALMÉ, A., MARTIN, J.P., RENDELL, S., VENDRAMIN, G.G. (2003): Glacial refugia: hotspots but not melting pots of genetic diversity. *Science* 300. (1563-1565).
- PETIT, R.J., CSAIKL, U.M., BORDASC, S., BURG, K., COART, E., COTTRELL, J., VAN DAM, B., DEANS, J.D., DUMOLIN-LAPÈGUE, S., FINESCHI, S., FINKELDEY, R., GILLIES, A., GLAZ, I., GOICOECHEA, P.G., JENSEN, J.S., KONIG, A.O., LOWE, A.J., MADSEN, S.F., MATYAS, G., MUNRO, R.C., OLALDE, M., PEMONGE, M., POPESCU, F., SLADE, D., TABBENER, H., TAURCHINI, D., DE VRIES, G.M., ZIEGENHAGEN, B., KREMER, A. (2002): Chloroplast DNA variation in European white oaks phylogeography and patterns of diversity based on data from over 2600 populations. *For. Ecol. Manag.* 156. (5-26)
- PIMM, S. L., G. J. RUSSELL, J. L. GITTLEMAN AND T. M. BROOKS. (1995): The future of biodiversity. *Science* 269. (347–350).
- ПОТОЧИЋ, З. (1980-1987): Шумарска енциклопедија. Загреб, Југословенски лексикографски завод. (1-2138).
- PRIMACK R.B., МИЛИЋ Д., РАДЕНКОВИЋ С., ОБРЕХТ Д., БЈЕЛИЋ-ЧАБРИЛО О., ВУЛИЋ А. (2015): Увод у конзервациону биологију (An introduction to conservation biology). Природно-математички факултет у Новом Саду, Нови Сад, 372 стр.
- ПРОДАНОВИЋ, С., ШУРЛАН МОМИРОВИЋ, Г., ЗОРИЋ, Д., САВИЋ, М. (2017): Биолошки и молекуларни маркери у оплемењивању. Универзитет у Београду-Пољопривредни факултет, 277 стр.

- РАДИШИЋ, Д., ВАСИЋ, В., ПУЗОВИЋ, С., РУЖИЋ, М., ШЋИБАН, М., ГРУБАЧ, Б., ВУЛИЋ, А. (уредници)(2018): Црвена књига фауне Србије III – Птице. Завод за заштиту природе Србије. стр. 552.
- РАДОВИЋ, И. (2005): Развој идеје о значају и потреби заштите биодиверзитета. Научни скуп: Биодиверзитет на почетку новог миленијума, Књига CXI, Одељење хемијских и биолошких наука, Књига 2, Српска академија наука и уметности Београд, Зборник радова. (17-52)
- REILLY, J.J. (1977): Economic aspects of a tree improvement program. International Training Course in Forest Tree Breeding, Canberra, Australia.
- ROGIĆ, B., VAŽIĆ, B., SAVIĆ, M., SAVIĆ, N., STAMENKOVIĆ RADAK, M. (2013): Efektivna veličina populacije buše i gatačkog govečeta: ekološki i molekularni pristup. Agro-znanje, vol. 14, br.2. p. 205-211.
- ROTACH, P. (2005): *In situ conservation methods*. p. 535-565 in: Geburek, Th. & Turok, J. (eds.): Conservation and Management of Forest Genetic Resources in Europe. Arbora Publishers. Zvolen, Slovakia.
- ROULUND, H. (1971): Hybrid *Picea omorika* x *Picea sitchensis*. Forest Tree Improvement 3. p. 25-57.
- SMITH, H.D. & ZOBEL, B.J. (1974): Genetic gains and economic considerations. Tree Improvement Short Course, School of Forest Resources, N.C. State Univ., Raleigh, N.C.
- SOBERON, J., MEDELLIN, R.A. (2007): Categorization Systems of Threatened Species. Conservation Biology Volume 21, No. 5, 1366–1367. Ol: 10.1111/j.1523-1739.2007.00784.x
- SPERISEN, C., BUCHLER, U., GUGERLI, F., MATYAS, G., GEBUREK, T., VENDRAMIN, G.G. (2001): Tandem repeats in plant mitochondrial genomes: application to the analysis of population differentiation in the conifer Norway spruce. Molecular Ecology 10. (257-263).
- STANIŠIĆ, M., JOVIĆ, D., NONIĆ, D. (2006): Development of Nature Protection Management in National Parks of Serbia. Naučna konferencija: "Gazdovanje šumskim ekosistemima nacionalnih parkova i drugih zaštićenih područja". Zbornik radova, Jahorina – NP Sutjeska, 05-08. jul 2006.. p. 341-348.
- СТЕВАНОВИЋ, В. (уредник) (1999): Црвена књига флоре Србије 1 - ишчезли и крајње угрожени таксони. - Министарство за животну средину Р Србије, Биолошки факултет Унив. у Београду и Завод за заштиту природе Р Србије, стр. 566.
- СТОЈКОВИЋ, Б., ТУЦИЋ, Н. (2012): Од молекула до организма - молекуларна и фенотипска еволуција. Службени гласник, 479 стр.
- ТОМОВИЋ, Љ., КАЛЕЗИЋ, М., ЏУКИЋ, Г. (уреници) (2015): Црвена књига фауне Србије II гмизаваца. Универзитет у Београду – Биолошки факултет, Завод за заштиту природе Србије. стр. 265.

- ТУЦОВИЋ, А. (1990): Генетика са оплемењивањем биљака. Научна књига, Београд. (1-596)
- ТУЦОВИЋ, А., ИСАЈЕВ, В. (1988): Генеративна семенска плантажа оморике (*Picea omorika* Panč/Purkyne) у Годовику. Извођачки пројекат, Шумарски факултет, Београд. (1-40).
- FAO, FLD, IPGRI (2004): Forest genetic resources conservation and management. Vol. 1: Overview, concepts and some systematic approaches. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 106 p.
- FAO (1989): Plant Genetic Resources: their conservation in situ for human use, FAO of the United Nations, Rome, Italy.
- FOSTER-TURLEY, P., MESAROS, G., SEDEJ, M. (2018): Foreign assistance Act 119. Biodiversity analysis. Serbia biodiversity analysis. 72 pp.
- HATTEMER, H.H. (1995): Concepts and requirements in the conservation of forest genetic resources. For. Genet. 2. (125-134).
- HEDRICK, P. W. (2009): „Wolf of a different colour”. Heredity (на језику: енглески). 103 (6): 435—436. doi:10.1038/hdy.2009.77
- ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ, М., ВИЛОТИЋ, Д., ИВЕТИЋ, В., СТАНКОВИЋ, Д., НОНИЋ, М., ДЕВЕТАКОВИЋ, Ј., ЈОКАНОВИЋ, Д., ЈАНКОВ, В., КЕРКЕЗ ЈАНКОВИЋ, И. (2020): Идентификација и мониторинг генофонда ретких, рањивих и угрожених врста биљака на подручју споменика природе „Шума Кошутњак“. Периодични извештај за пројекат
- ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ, М., ВИЛОТИЋ, Д., НОНИЋ, М. (2020а): Идентификација и мониторинг генофонда ендемичних, реликтних и ретких врста дрвећа и жбуња на подручју Специјалног резервата природе „Гоч-Гвоздац“. Извештај за пројекат, 55 стр.
- ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ, М., МИЛОВАНОВИЋ, Ј. (2010): Конзервација и усмерено коришћење шумских генетичких ресурса. Универзитет у Београду - Шумарски факултет, 200 стр.
- ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ, М., ВИЛОТИЋ, Д., ИВЕТИЋ, В., МИЛОВАНОВИЋ, Ј., СТАНКОВИЋ, Д., НОНИЋ, М., ДЕВЕТАКОВИЋ, Ј., ЈОКАНОВИЋ, Д., МАКСИМОВИЋ, З., ПОПОВИЋ, В., РАКОЊАЦ, Љ., ЛУЧИЋ, А., ОРЛОВИЋ, С., ГАЛОВИЋ, В., ПИЛИПОВИЋ, А., СТОЈНИЋ, С., КОВАЧЕВИЋ, Б., ТРУДИЋ, Б. (2016): Национални програм конзервације и усмереног коришћења шумских генетичких ресурса Републике Србије за период 2016-2025. година. Шумарски факултет, Београд; Институт за шумарство, Београд; Институт за низијско шумарство и животну средину, Нови Сад, 238 стр.
- ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ, М., МИЛОВАНОВИЋ, Ј., НОНИЋ, М., ИВЕТИЋ, В., ПОПОВИЋ, В., ЛУЧИЋ, А. (2020б): Извештај о стању шумских генетичких ресурса за потребе израде другог извештаја о стању шумских генетичких ресурса УН организације

за храну и пољопривреду (ФАО). Шумарски факултет, Београд; Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије – Управа за шуме, 128 стр.

ŠIJAČIĆ-NIKOLIĆ, M., MILOVANOVIĆ, J. (2009/6): Phenotypic stability of *Acer pseudoplatanus* cv „Atropurpureum“ traits as a baseline of breeding process. Journal of Horticulture and F Vol. 1(3) May, 2009, Available online <http://www.academicjournals.org/jhf> ©2009 Academic Journals (038-042).

КОРИСНЕ ИНТЕРНЕТ СТРАНИЦЕ

<https://www.iucnredlist.org/about/barometer-of-life>

<https://www.worldwildlife.org/pages/what-does-endangered-species-mean>

https://www.natureserve.org/sites/default/files/publications/files/natureserveconservationstatusfactors_apr12_1.pdf

<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/1987-001.pdf>

https://cmsdocs.s3.amazonaws.com/keydocuments/Rules_of_Procedure_for_IUCN_Red_List_Assessments_2017-2020.pdf

https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/endangered-species/?utm_source=BiblioRCM_Row

https://www.bgci.org/wp/wp-content/uploads/2019/04/Plant_Conservation_and_the_Sustainable_Development_Goals.pdf

<https://www.ekologija.gov.rs/sites/default/files/razno/PredlogProgramaZastitePrirodeRS2020-2022.pdf>

ИЗВОРИ СЛИКА



ИЗВОРИ СЛИКА

Слика 1 - аутор: Миловановић Јелена

Слика 2 - аутор: Миловановић Јелена, према https://www.mammalogy.org/uploads/committee_files/Why%20species%20become%20threatened%20or%20endangered%20brochure.pdf

Слика 3 - извор: Миловановић, Ј., Аранђеловић, М., Радојевић, У. (2015): Адаптације на климатске промене – изазов у очувању биолошких ресурса. У: Миловановић, Ј., Ђорђевић, С. (уредници): Очување и унапређење биолошких ресурса у служби екоремедијације. Министарство просвете, науке и технолошког развоја и Факултет за примењену екологију Футура Универзитет Сингидунум Београд. Стр. 322-354

Слика 4 - извор: Нонић, М., Шијачић-Николић, М. (2021): Шумарска генетика. Универзитет у Београду – Шумарски факултет. 225 стр.

Слика 5 - модификовано: Миловановић Јелена, према <https://www.iucnredlist.org/about/barometer-of-life>

Слика 6 - аутор: Миловановић Јелена, према Правилнику о проглашењу и заштити строго заштићених и заштићених врста биљака, животиња и гљива

Слика 7 - аутор: Миловановић Јелена, према Правилнику о проглашењу и заштити строго заштићених и заштићених врста биљака, животиња и гљива

Слика 8 - извор: Мандић, Р. (2018): Еколошко-производни потенцијали и унапређење система контроле сакупљања, коришћења и промета дивљих врста биљака, гљива и животиња у Републици Србији. Докторска дисертација. Универзитет Сингидунум Београд. 239 стр.

Слика 9 - извор: Нонић, М., Шијачић-Николић, М. (2021): Шумарска генетика. Универзитет у Београду – Шумарски факултет. 225 стр.

Слика 10 - извор: Шијачић-Николић, М., Вилотић, Д., Нонић, М. (2020а): Идентификација и мониторинг генофонда ендемичних, реликтних и ретких врста дрвећа и жбуња на подручју Специјалног резервата природе „Гоч-Гвоздац“. Извештај за пројекат, 55 стр.

Слика 11 - аутор: Миловановић Јелена

Слика 12 - аутор: Миловановић Јелена

Слика 13 - извор: Шијачић-Николић, М., Вилотић, Д., Нонић, М. (2020а): Идентификација и мониторинг генофонда ендемичних, реликтних и ретких врста дрвећа и жбуња на подручју Специјалног резервата природе „Гоч-Гвоздац“. Извештај за пројекат, 55 стр.

- Слика 14 - *комбиновани извори*: Шијачић-Николић, М., Вилотић, Д., Иветић, В., Станковић, Д., Нонић, М., Деветаковић, Ј., Јокановић, Д., Јанков, В., Керкез Јанковић, И. (2020): Идентификација и мониторинг генофонда ретких, рањивих и угрожених врста биљака на подручју споменика природе „Шума Кошутњак“. Периодични извештај за пројекат; Нонић, М. (2016): Унапређење масовне производње лисно-декоративних култивара букве калемљењем. Докторска дисертација, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд, 274 стр.
- Слика 15 - *извор*: Nonić M., Šijačić-Nikolić M. (2019): Genetic Diversity: Sources, Threats, and Conservation. In: Leal Filho W., Azul A., Brandli L., Özuyar P., Wall T. (eds) Life on Land. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals. Springer, Cham
- Слика 16 - *аутор*: Миловановић Јелена, према Туцовић, А. (1979): Генетика са оплеменљивањем биљака (друго измењено и допуњено издање). Универзитет у Београду, Издавачко предузеће Грађевинска књига, Београд, 476 стр.
- Слика 17 - *аутор*: Ђорђевић-Милошевић Сузана
- Слика 18 - *модификовано*: Миловановић Јелена, према https://d20khd7ddkh5ls.cloudfront.net/bottleneck_event_causes_loss_of_genetic_variation.jpg
- Слика 19 - *модификовано*: Миловановић Јелена, према https://biofox.co.nz/x/cdn/?https://ib.bioninja.com.au/_Media/mechanisms-of-change_med.jpeg
- Слика 20 - *извор*: <https://d3i71xaburhd42.cloudfront.net/8efda1257dfa05439f831255cde67731cd1f1e5b/3-Figure1-1.png>
- Слика 21 - *аутор*: Вилотић Драгица
- Слика 22 - *аутор*: Миловановић Јелена
- Слика 23 - *комбиновани извори*: Шијачић-Николић М., Миловановић Ј. (2010): Конзервација и усмерено коришћење шумских генетичких ресурса. Универзитет у Београду - Шумарски факултет, 200 стр.; Шијачић-Николић, М., Вилотић, Д., Нонић, М. (2020а): Идентификација и мониторинг генофонда ендемичних, реликтних и ретких врста дрвећа и жбуња на подручју Специјалног резервата природе „Гоч-Гвоздац“. Извештај за пројекат, 55 стр.
- Слика 24 - *комбиновани извори*: Шијачић-Николић, М., Вилотић, Д., Иветић, В., Станковић, Д., Нонић, М., Деветаковић, Ј., Јокановић, Д., Јанков, В., Керкез Јанковић, И. (2020): Идентификација и мониторинг генофонда ретких, рањивих и угрожених врста биљака на подручју споменика природе „Шума Кошутњак“. Периодични извештај за пројекат; Шијачић-Николић, М., Вилотић, Д., Нонић, М. (2020а): Идентификација и мониторинг генофонда ендемичних, реликтних и ретких врста дрвећа и жбуња на подручју Специјалног резервата природе „Гоч-Гвоздац“. Извештај за пројекат, 55 стр.; аутор: Миловановић Јелена

Слика 25 - *модификовано*: Миловановић Јелена, према <https://3.bp.blogspot.com/-J0hUfo58OyY/TbFMRbhtsEI/AAAAAAAAACEE/SWsiDhttJII/s1600/Electrophoresis-3.jpg>

Слика 26 - *аутор*: Миловановић Јелена

Слика 27 - *модификовано*: Миловановић Јелена, према <https://image.slidesharecdn.com/6-151122195640-lva1-app6891/95/biljna-i-zivotinjska-celija-2-638.jpg?cb=1448222276>

Слика 28 - *модификовано*: Миловановић Јелена, према <https://slideplayer.com/slide/8694057/26/images/11/DNA+extraction+%E2%80%93+the+basic+concept.jpg>

Слика 29 - *аутор*: Миловановић Јелена

Слика 30 - *модификовано*: Миловановић Јелена, према <https://cdn.kastatic.org/ka-perseus-images/a60b6fd1cd6918686c67e7d1559d070e7b154e20.png>

Слика 31 - *модификовано*: Миловановић Јелена, према <https://cdn.kastatic.org/ka-perseus-images/6d0650905be0b38de294f614a5449d9559d3387a.png>

Слика 32 - *модификовано*: Миловановић Јелена, према <https://cdn.kastatic.org/ka-perseus-images/10bfd1ddbb384800fba4021760d503ffa3287576.png>

Слика 33 - *аутор*: Миловановић Јелена

Слика 34 - *аутор*: Миловановић Јелена

Слика 35 - *модификовано*: Миловановић Јелена, према Lee Soon Leong, Molecular marker technologies, Training workshop of forest biodiversity, 15-16 June 2006

Слика 36 - *аутор*: Миловановић Јелена

Слика 37 - *извор*: Шијачић-Николић, М., Вилотић, Д., Иветић, В., Станковић, Д., Нонић, М., Деветаковић, Ј., Јокановић, Д., Јанков, В., Керкез Јанковић, И. (2020): Идентификација и мониторинг генофонда ретких, рањивих и угрожених врста биљака на подручју споменика природе „Шума Кошутњак“. Периодични извештај за пројекат

Слика 38 - *модификовано*: Миловановић Јелена, према Lee Soon Leong, Molecular marker technologies, Training workshop of forest biodiversity, 15-16 June 2006

Слика 39 - *аутор*: Миловановић Јелена

Слика 40 - *извор*: Petit *et al.* (2002)

Слика 41 - *модификовано*: Миловановић Јелена, према Lee Soon Leong, Molecular marker technologies, Training workshop of forest biodiversity, 15-16 June 2006

Слика 42 - *модификовано*: Миловановић Јелена, према Lee Soon Leong, Molecular marker technologies, Training workshop of forest biodiversity, 15-16 June 2006

Слика 43 - *извор*: Студија заштите „Арборетум Шумарског факултета“, Завод за заштиту природе Србије, 2010

Слика 44 - *извор*: архива „Арборетума Шумарског факултета“

Слика 45 - *извор*: архива ЖСОР

Слика 46 - *извор*: Туцовић, А., Исајев, В. (1988): Генеративна семенска плантажа оморике (*Picea omorika* Panč/Purkyně) у Годовику. Извођачки пројекат, Шумарски факултет, Београд. (1-40)

Слика 47 - *аутор*: Шијачић-Николић Мирјана

Слика 48 - *аутор*: Шијачић-Николић Мирјана, Нонић Марина

Слика 49 - *извор*: <https://www.seedvault.no>

Слика 50 - *аутор*: Шијачић-Николић Мирјана

Слика 51 - *модификовано*: Миловановић Јелена, према Wilhelm, E. (2005): Conservation by means of seeds, pollen and tissue culture. PPT from IPGRI training course in Pushkino, Russia.

Слика 52 - *аутор*: Миловановић Јелена

Слика 53 - *аутор*: Миловановић Јелена

Слика 54 - *аутор*: Миловановић Јелена

Слика 55 - *аутор*: Ђорђевић-Милошевић Сузана

Слика 56 - *аутор*: Миловановић Јелена

ИЗВОРИ ТАБЕЛА



ИЗВОРИ ТАБЕЛА

Табела 1 - *извор*: Нонић, М., Шијачић-Николић, М. (2021): Шумарска генетика. Универзитет у Београду – Шумарски факултет. 225 стр.

Табела 2 - *аутор*: Миловановић Јелена

Табела 3 - *модификовано*: Миловановић Јелена, према Мандић, Р. (2018): Еколошко-производни потенцијали и унапређење система контроле сакупљања, коришћења и промета дивљих врста биљака, гљива и животиња у Републици Србији. Докторска дисертација. Универзитет Сингидунум Београд. 239 стр.

Табела 4 - *модификовано*: Миловановић Јелена, према Мандић, Р. (2018): Еколошко-производни потенцијали и унапређење система контроле сакупљања, коришћења и промета дивљих врста биљака, гљива и животиња у Републици Србији. Докторска дисертација. Универзитет Сингидунум Београд. 239 стр.

Табела 5 - *модификовано*: Миловановић Јелена, према Мандић, Р. (2018): Еколошко-производни потенцијали и унапређење система контроле сакупљања, коришћења и промета дивљих врста биљака, гљива и животиња у Републици Србији. Докторска дисертација. Универзитет Сингидунум Београд. 239 стр.

Табела 6 - *модификовано*: Миловановић Јелена, према Мандић, Р. (2018): Еколошко-производни потенцијали и унапређење система контроле сакупљања, коришћења и промета дивљих врста биљака, гљива и животиња у Републици Србији. Докторска дисертација. Универзитет Сингидунум Београд. 239 стр.

Табела 7 - *извор*: Нонић, М., Шијачић-Николић, М. (2021): Шумарска генетика. Универзитет у Београду – Шумарски факултет. 225 стр.

Табела 8 - *извор*: Шијачић-Николић М., Миловановић Ј. (2010): Конзервација и усмерено коришћење шумских генетичких ресурса. Универзитет у Београду - Шумарски факултет, 200 стр.

Табела 9 - *извор*: Нонић, М., Шијачић-Николић, М. (2021): Шумарска генетика. Универзитет у Београду – Шумарски факултет. 225 стр.

Табела 10 - *извор*: Шијачић-Николић, М., Вилотић, Д., Нонић, М. (2020): Идентификација и мониторинг генофонда ендемичних, реликтних и ретких врста дрвећа и жбуња на подручју Специјалног резервата природе „Гоч-Гвоздац“. Извештај за пројекат, 55 стр.

Табела 11 - *аутор*: Миловановић Јелена, синтеза из различитих извора

Табела 12 - *аутор*: Миловановић Јелена, према FAO, FLD, IPGRI (2004)

Табела 13 - *аутор*: Миловановић Јелена, синтеза из различитих извора

Табела 14 - *извор*: <https://www.cbd.int/doc/nr/nr-06/rs-nr-06-en.pdf>

Табела 15 - *аутор*: Миловановић Јелена

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

502.172:502.211(075.8)

МИЛОВАНОВИЋ, Јелена, 1979-

Заштита угрожених врста / Јелена Миловановић, Мирјана Шијачић-Николић,
Сузана Ђорђевић-Милошевић. - 1. изд. - Београд : Универзитет Сингидунум,
2021 (Београд : Бирограф). - VIII, 267 стр. : илустр. ; 24 cm

На врху насл. стр.: Животна средина и одрживи развој. - Тираж 300. -
Библиографија: стр. 246-258.

ISBN 978-86-7912-759-4

1. Шијачић-Николић, Мирјана, 1968- [аутор] 2. Ђорђевић Милошевић, Сузана,
1965- [аутор]

а) Угрожене врсте - Заштита

COBISS.SR-ID 44739593

© 2021.

Сва права задржана. Ниједан део ове публикације не може бити репродукован у било ком
виду и путем било ког медија, у деловима или целини без претходне писмене сагласности
издавача.



ЈЕЛЕНА МИЛОВАНОВИЋ
МИРЈАНА ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ
СУЗАНА ЂОРЂЕВИЋ-МИЛОШЕВИЋ

ЗАШТИТА

УГРОЖЕНИХ ВРСТА

Ишчезавање врста налази се у основи процеса еволуције. Врсте нестају природним путем услед наглих промена климатских фактора и услова станишта. Популације врсте нису у стању да се прилагоде новонасталим условима средине у одговарајућим временским оквирима и долази до изумирања. Са еволутивног аспекта криза и нестанак једне врсте је истовремено прилика и шанса за другу!

Изумирање врста јесте природан процес, али смо свесни чињенице да човек, низом својих активности, доприноси његовом интензивирању. Сликовити приказ убрзавања природног процеса ишчезавања врста наводи да активности човека доводе до губитка 27000 врста годишње, што је 74 врсте дневно које бивају неповратно изгубљене! Природни процес нестајања врста је убрзан 1000 пута! Сложићемо се да овакав интензитет нестајања врста природа не може сама да успори.

Врста се сматра угроженом уколико је бројност њених индивидуа у природи толико смањена да се може очекивати да ишчезне у блиској будућности. У зависности од тога колико је та будућност блиска, угрожене врсте припадају различитим категоријама и захтевају различит статус заштите. Веома је важно утврдити временски оквир и факторе који доводе до стварања ризика по опстанак врсте у природи. Овај уџбеник има улогу смерница за процену степена угрожености и стратешко планирање заштите врста, уз приказ сликовитих примера из праксе. Природи је потребна наша помоћ, како бисмо је заштитили од нас самих!