

ЗНАЧАЈ ИНТРОДУКЦИЈЕ ДРВЕНАСТИХ БИЉАКА ЗА ОПЛЕМЕЊИВАЊЕ ШУМСКОГ ДРВЕЋА

ВАСИЛИЈЕ ИСАЈЕВ¹
АЛЕКСАНДАР ЛУЧИЋ²
ВЛАДАН ПОПОВИЋ²
МИЛЕНА СТАНКОВИЋ НЕЋИЋ³

Извод: Интродукција дрвенастих биљака блиско је повезана са развојем поморског саобраћаја и европске колонизације Планете од почетка 16. до 19. века. Колонијалне силе тог времена оснивале су ботаничке баште и експерименталне центре у различитим деловима света. Током протекла два века многе врсте су се спонтано или гајењем знатно прошириле на просторе у које су интродуковане. Од 20. века, правац интродукције се мења, од пољопривредних култура и декоративног дрвећа и жбуња на привредно значајне врсте дрвећа. Активности се преносе на врсте чији је потенцијал значајан за производњу дрвне масе, односно обловине. Од недавно, већина интродукованих дрвенастих врста, поред својих привредних вредности, доприноси очувању биодиверзитета и квалитету живота хумане популације на Земљи. Током 19. века, а посебно 20. века, масовно оснивање специјализованих плантажа за производњу сировина за механичку и хемијску прераду постало је прворазредни разлог интродукције великог броја егзота, посебно четинара из родова *Pinus*, *Picea*, *Pseudotsuga* и врста из родова *Populus* и *Salix*. У раду је приказан однос хумане популације према интродукцији, ефекти интродукованих биљака на алохтона станишта и њен посредни утицај на развој оплемењивања дрвенастих биљака.

Кључне речи: интродукција, шумско дрвеће, оплемењивање

THE IMPORTANCE OF WOODY PLANT INTRODUCTION FOR FOREST TREE IMPROVEMENT

Abstract: The history of woody plant introduction is closely related to the development of sea transportation and the European colonization of the world from the beginning of the 16th to the 19th century. European colonial powers established botanical gardens and experimental centers in different parts of the world. During the past two centuries, a lot of species have either spontaneously or by cultivation spread over a considerable area of their introduced range. Since the 20th century, the course of introduction has shifted from agricultural crops and ornamental trees and shrubs to economically important tree species. Activities have been directed towards species whose potential is significant for the production of timber, i.e. roundwood. Apart from their economic importance, the majority of introduced woody species contribute to the preservation of biodiversity and improve the quality of life of the human population on Earth. Throughout the 19th and especially in the 20th century the large-scale establishment of plantations for the production of timber for mechanical and chemical

1 др Василије Исајев, ред. проф. у пензији

2 др Александар Лучић, научни сарадник, др Владан Појовић, научни сарадник, Институт за шумарство у Београду

3 Милена Станковић Неђић, Универзитет у Источном Сарајеву Пољопривредни факултет Одсек за шумарство, Република Српска, Босна и Херцеговина

wood processing has been one of the main reasons for the introduction of a large number of species, especially conifers of *Pinus*, *Picea*, *Pseudotsuga* genera and the species of *Populus* and *Salix* genera. This paper deals with the attitude of the human population to the introduction, the effects of introduced plants on native habitats and its indirect influence on the progress of woody plant improvement.

Keywords: *introduction, forest trees, improvement*

1. УВОД

Током протеклих 500 година, географске препреке, које су милиони-ма година условљавале и одржавале скоро статичну дистрибуцију биљног и животињског света широм планете Земље, отклоњене су географским открићима и упознавањима нових континената. Овим је започет спонтани процес интродукције, тј. преношење врста из њиховог природног ареала са једног на други(е) континент(е) (Richardson, D.M. *et al.*, 2000). Током откривања и освајања нових географских подручја Земље, до тада непознатих у Европи, од XV века и даље, морепловци Западне Европе, а потом и трговци поморских сила тог времена – Шпаније, Португалије, Енглеске, Француске и Холандије, са својих путовања и освајања доносили су егзотични биљни материјал и животиње као атрактивне прилоге својих успешних открића. Крајем XV и током XVI века, донете су у Европу, првенствено, различите врсте воћа и украсних биљка, што се може сматрати почетком њихове шире међуконтиненталне дистрибуције, (Haysom, K.A., Murphy, S.T., 2003). Од XVII до XX века, егзотичне врсте дрвећа и жбуња, уношене су и гајене у Европи, првенствено због своје декоративности, а не због свог великог биолошког потенцијала значајног са привредног аспекта. Током претходна два века, многе интродуковане врсте спонтано су се прошириле и „одомаћиле“ на велике просторе алохтоних станишта на која су, претходно, унете (табела 1).

Уношење, гајење и тестирање организама, из различитих географско-еколошких подручја, на нове просторе изван спонтаног, природног ареала, означава се као интродукција. Интродуковане „унете“ врсте називају се егзотама (алохтоним врстама) од грчке речи *ексоџикос* - стран, спољашњи. Интродукција је у процесу свог вишевековног развоја утицала на развој оплемењивања биљака као практичне, емпиријске и научне дисциплине. Од 458 врста шумског дрвећа, које су у протекла три века пренете на станишта, ван свог природног ареала, за 388 врста, у потпуности или делимично, су познати континенти и локације од којих су и на које су интродуковане. На графикону 1. приказан је број интродукованих шумских врста, унетих свесно или спонтано, у сваку од седам географских регија: Европа, Африка, Аустралија, Северна Америка, Јужна Америка, Пацифик и Азија.

Са развојем усмерене еволуције биљака, у етапама свесног и синтетског оплемењивања, мењао се и однос према интродукцији. Развијане су

методе њене примене у тестирању унетих врста, у почетку за потребе пољопривреде и хортикултуре, а од средине XIX века, и за потребе шумарства. Интродукцијом су, првобитно, биле преносене декоративне врсте голосеменица и лишћара, за потребе подизања паркова као статусног симбола европске аристократије и свештенства и за оснивања ботаничких башти. Уношењем декоративних егзота, није се богатила само дендрофлора Европе, већ су се развијале и унапређивале технике вегетативног размножавања (пре свега калемљења и ожиљавања), користеће се притом искуствима из воћарства и виноградарства.

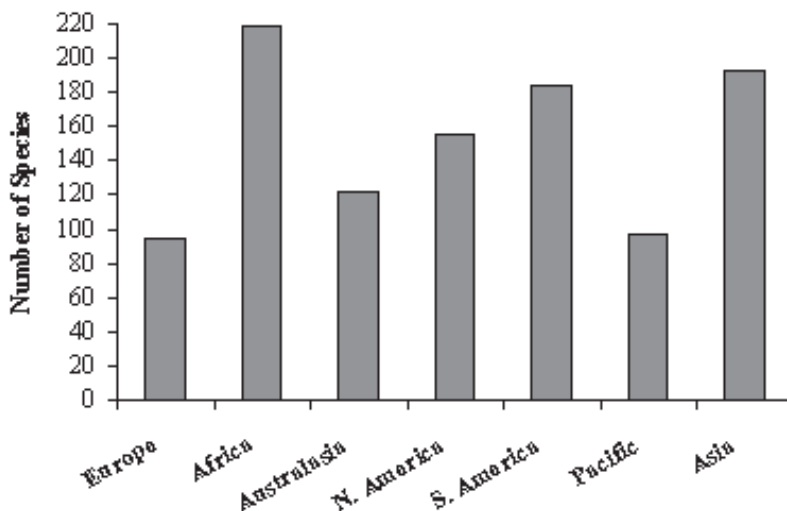
Табела 1. Временски интервал између интродукције и касније спонтаног распрострањења неких врста егзота врста дрвећа и жбуња, у Европи (Kowarik, 1992b)

Table 1 Time interval between the introduction and the subsequent spontaneous distribution of some exotic species of trees and shrubs in Europe (Kowarik, 1992b)

Врста	Година прве интродукције	Година спонтане појаве егзоте	Временски период
Дрвеће			
<i>Acer negundo</i> L.	1736	1919	183
<i>Ailanthus altissima</i> (Miller) Swingle	1780	1902	122
<i>Laburnum anagyroides</i> Medikus	1663	1861	198
<i>Populus x canadensis</i> Moench	1787	1952	165
<i>Prunus mahaleb</i> L.	1785	1839	54
<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	1796	1825	29
<i>Quercus rubra</i> L.	1773	1887	114
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	1623	1824	201
<i>Sorbus intermedia</i> agg.	1796	1908	112
Жбуње			
<i>Colutea arborescens</i> L.	1594	1859	265
<i>Cornus alba</i> L.	1773	1857	84
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	1594	1787	193
<i>Lonicera tatarica</i> L.	1770	1864	94
<i>Lycium barbarum</i> L.	1769	1839	70
<i>Philadelphus coronarius</i> L.	1656	1839	183
<i>Prunus persica</i> (L.) Botsch	<1594	1965	>371
<i>Ribes aureum</i> Pursh	1822	1883	61
<i>Symphoricarpus albus</i> (L.) S.F. Blake	1822	1887	65

Велике и прогресивне промене у квалитету живота људи условиле су интродуковане врсте значајне за пољопривреду пренете из Централне

и Јужне Америке и Кине на остале континенте где се гаје на великим површинама. Космополитски значај имају поједине врсте житарица као што је - кукуруз (*Zea mays L.*), поврћа, као што су кромпир (*Solanum tuberosum L.*) и парадајз (*Solanum lycopersicum L.*), индустријског биља – сунцокрет (*Helianthus annuus L.*) и соја (*Glycine max (L.) Merr*) итд. Оне су из Централне и Јужне Америке и Кине, поред Европе, пренете и на остале континенте.



Графикон 1. Број шумских врста дрвећа које су интродуковане на сваку од седам географских регија (Haysom, K.A., Murphy, S.T., 2003)

Graph 1. The number of forest tree species introduced to each of the seven geographical regions (Haysom, K.A., Murphy, S.T., 2003)

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Егзотичне врсте дрвећа и жбуња уносе се у нова подручја из више разлога, који се условно могу груписати (иако се често преклапају), у две категорије: естетски и привредни разлози. Естетски моменти су примарни при оснивању и одржавању зелених површина различитих намена у урбаним и периурбаним зонама. Динамичним развојем генетике и оплемењивања организама од почетка XX века, посебно популационе генетике, Морганове хромозомске теорије наслеђа и биохемијске генетике, интродукција егзота и сакупљање што разноврснијег репродуктивног материјала по пореклу, постају један од обавезно коришћених методских поступака у одржавању и увећању варијабилитета у великим популацијама и програмима синтеза сорти применом селекције и хибридизације.

Привредни значај интродукције дрвећа и жбуња за шумарство зависи од адаптивног, продуктивног и мелиоративног потенцијала унетих

врста. Продуктивни потенцијал егзота битан је за производњу сировина за потребе механичке и хемијске прераде дрвета, а комбинован са адаптивним потенцијалом, и за све активности у циљу заштите, очувања и мелиорације животне средине (табела 2). Потпуна теорија интродукције није још разрађена. На основу резултата постигнутих у пољопривреди интродукцијом егзота, посебно у воћарству и виноградарству, постављање серија пилот објеката на локацијама са еколошки различитим карактеристикама, уз примену метода биотехнологије и биометрике поуздано се може утврдити адаптациони и производни потенцијала унетих врста. Претходно постављени огледи и реакције биљке у новој средини дају прецизан одговор о могућностима пуног коришћења привредног потенцијала интродукованих биљака. Трансфер врста на нова станишта изван њиховог ареала, носи са собом познати ризик – успорен раст, и (или) сушење као последицу одсуства адаптационог потенцијала интродуковане врсте на нове еколошке услове. У циљу поуздане провере адаптивног, производног и репродуктивног потенцијала интродукованих врста, примењују се методе блиске и удаљене – *intraspecies* и *interspecies* хибридикације и оснивања и анализа провенијентних тестова.

Неки од хибрида добијени међуврсном хибридикацијом аутохтоних и алохтоних врста лишћара и четинара показују хетеротичне ефекте у динамици раста, развоја и приноса дрвене масе. Укрштањем алохтоних и аутохтоних врста **рода** *Populus*, синтетисане су хибридне и клонске сорте које својим производним карактеристикама превазилазе родитељске врсте. У Секцији *Aigeiros*, хибридикацијом - америчке црне тополе, *Populus deltoides* W. Bartram ex Marchall са европском црном тополом *Populus nigra* L. синтетисана је хибридна врста - *Populus x euramericana* (Dode) Guineer са бројним сортама и клоновима - *Populus x euramericana cv robusta*, *P. x euramericana cv. serotina*, *P. x euramericana marilandica*, *P. x euramericana regenerata*, *Populus x euroamericana* cl. I 214 (“*Pannonia*”), *Populus x euroamericana* cl. M-1; у Секцији *Leuce* хибриди *Populus alba* са *P. grandidentata* и хибриди са *P. tremuloides*, UNAL 1 и UNAL 2 одликују се правошћу дебла; у Секцији *Tasatahaca* синтетисани су култивари MAX 1, 2, 3, 4 хибридикацијом *Populus maximowiczii* (миришљава топола из Кине и Кореје) са *P. nigra* и други.

Већина хибрида, добијених међуврсном хибридикацијом европских, америчких и азијских врста родова *Picea*, *Pinus*, *Larix* показују хетеротични ефекат и за квантитативна и квалитативна својства (табела 3). Хибридикација наведених врста спроведена је у Европи, а повратна укрштања у Америци и Азији. Добијени резултати анализа развоја хибридних биљака у јувенилном добу су охрабрујући и подржавају даље активности на примени хибридикације и будућих истраживања и оснивања већег броја тест објеката за даља вишедеценијска испитивања.

Табела 2. Значај и примена интродукованих врста дрвећа и жбуња у различитим областима шумарства и хортикултуре (Brundu, G., Richardson, D.M., 2016)

Table 2 Importance and application of introduced species of trees and shrubs in various fields of forestry and horticulture (Brundu, G., Richardson, D.M., 2016)

Главна намена	Таксони интродукованих врста
Производња обловине и заштита земљишта	<i>Eucalyptus</i> spp., <i>Larix</i> spp., <i>Picea sitchensis</i> , <i>Pinus contorta</i> , <i>Pinus</i> spp., <i>Populus</i> клонови и хибриди, <i>Prunus serotina</i> , <i>Pseudotsuga menziesii</i> , <i>Quercus rubra</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i>
Мелиорација земљишта	<i>Acacia</i> spp., <i>Alnus</i> spp., <i>Betula</i> spp., <i>Eucalyptus</i> spp., <i>Pinus</i> spp., <i>Salix</i> spp.
Производња обновљиве биоенергије	<i>Acacia</i> spp., <i>Eucalyptus</i> spp., <i>Paulownia</i> spp., <i>Populus</i> spp., <i>Robinia pseudoacacia</i> , бројни клонови и хибриди <i>Salix</i> spp.
Дрвни и недрвни производи	<i>Acacia</i> spp., <i>Eucalyptus</i> spp., <i>Pinus</i> spp.
Спречевење и борба против ширења пустиња	<i>Acacia</i> spp., <i>Azadirachta</i> spp., <i>Casuarina</i> spp., <i>Eucalyptus</i> spp., <i>Gleditsia</i> spp., <i>Prosopis</i> spp.
Заштита земљишта	<i>Acacia</i> spp., <i>Eucalyptus</i> spp., <i>Pinus</i> spp.
Производња обловине и исушивање тла	<i>Eucalyptus</i> spp., <i>Pinus</i> spp., <i>Populus</i> хибриди и клонови, <i>Larix decidua</i> , <i>Picea</i> spp., <i>Liquidambar styraciflua</i> , <i>Castanea dentata</i> , <i>Ulmus americana</i>
Орнаменталне и бројне друге намене	Многе врсте дрвећа (e.g. <i>Acer negundo</i> , <i>Ailanthus altissima</i> , <i>Prunus serotina</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i>)
Научно-истраживачке и образовне активности	Многе врсте дрвећа и жбуња

Табела 3. Међуврсна хибридизација смрче, црног бора и ариша са неким врстама четинара Северне Америке и Азије (Видаковић, М., 1991)

Table 3. Interspecific hybridization of spruce, black pine and larch with some conifers of North America and Asia (Vidaković, M., 1991)

Европска врста	Северноамеричка врста	Азијска врста
<i>Picea abies</i> Karst.	<i>P. rubens</i> , Sarg. <i>P. glauca</i> Boss, <i>P. sitchensis</i> /Bong/ Carr. <i>P. mariana</i> /Mill/B.S.P.	
<i>Pinus nigra</i> Arnold	<i>P. resinosa</i> Ait.	<i>P. densiflora</i> Seib et Zac <i>P. thunbergiana</i> Franso
<i>Larix deciduas</i> L.		<i>L. leptolepis</i> Gord <i>L. gmelinii</i> Litvin <i>L. sibirica</i> Ledeb

Вишегодишњим провенијеничним тестовима, на основу метричких анализа и примене генетичких и молекуларних маркера, утврђује се природа унутар и међу провенијеничног варијабилитета у форми и димензијама вегетативних и генеративних органа, у динамици раста и развоја стабала, регуларности и периодицитета репродуктивног циклуса. Узрок и опсег варијабилитета анализираних својстава поуздано показује:

- колика је еколошки прихватљива дистанца трансфера егзота;
- оправданост тестирања врсте путем провенијеничног теста;
- избор адаптивних и продуктивнијих провенијенција, и као најважније
- диференцирају се провенијенције које ће обезбедити рентабилну и економичну примену у свим биотехичким радовима.

Провенијенични тестови оснивају се и код аутохтоних (домаћих) врста великог ареала, међутим, код интродукције егзота овај поступак се по правилу мора спроводити. Поуздане и потпуне информације о биоеколошком потенцијалу врсте(а) која(е) се интродукују обезбеђују провенијенични тестови синхронизовано основани на природном станишту, одакле врста потиче и на алохтоним стаништима, где с врста уноси.

На основу резултата анализа адапционог и производног потенцијала различитих провенијенција привредно најзначајних интродукованих врста четинара из Северне Америке у Европу – дуглазије, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco; Вајмутовог бора, *Pinus strobus* L.; ситканске смрче, *Picea sitchensis* (Bong.) Carr.; усуканог бора, *Pinus contorta Douglas* и др., модификован је емпиријски приступ интродукцији применом метода савременог оплемењивања шумског дрвећа. У XX веку, на 120 различитих локација широм Европе, основане су мреже провенијеничних тестова дуглазије којима је обухваћено 2.800 провенијенција ове врсте из Северне Америке (Исаас-Рентон, I. *et al.*, 2014). Вишедеценијски резултати спороведних анализа у тестовима, примењују се у избору одговарајућих провенијенција за гајење и коришћење на различитим стаништима Европе.

Од интродукованих лишћарских врста, које се у мрежи провенијеничних огледа тестирају широм Европе поред врста, хибрида и клонова из Родова **Salix** и **Populus**, привредно су најзначајнији: багрем (***Robinia pseudoacacia*** L.), црвени храст (***Quercus rubra*** L., синоним: ***Q. borealis*** Michx), више врста из родова **Acer** и **Fraxinus**, а у медитеранској регији, врсте из рода **Eucalyptus** L'Hér. Плантаже и специјализовани производни и протективни објекти основани на основу резултата вишегодишњих тестова, својим укупним производним и општекорисним функцијама постижу изузетне привредне резултате и тако потврђују неопходност даљег оснивања нових и анализе постојећих провенијеничних тестова ових врста.

Правилан избор провенијенција егзота посебно је битан, јер поред њиховог економског значаја, селекцијом одговарајућих провенијенција поуздано ће се одговорити изазовима које носе климатске промене као глобални проблем на Земљи.

Интродукција је вишевековна активност која се, с обзиром на своју дуготрајност, од емпиријског приступа у првим вековима свог трајања, данас

спроводи у складу са развојем биоеколошких наука, посебно оплемењивања организама, првенствено применом метода - размножавања, селекције и хибридизације. Овај рад је општи прилог познавању и значају примене интродукције, њеног утицаја на унапређење метода оплемењивања шумског дрвећа и жбуња и значаја за очување и развоја клалитета живота и богатства хумане популације. У циљу детаљнијег упознавања значаја интродукције за усмерено коришћење општекорисних функција шума и развоју оплемењивања дрвећа, биће значајно и корисно да се за врсте и унутарврсне таксоне наведених родова у тексту, напишу посебни прегледи и анализе.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

3.1 Преглед интродукције, конзервације и оплемењивања врста рода *Populus L.* и *Salix L.*

Природни ареал врста рода *Populus* и *Salix* обухвата импресивну еколошку амплитуду, примарно широм северноамеричког, европског и азијског копна – од суптропских до бореалних шума и арктичких тундри, од обала до планинских екосистема и простора модерне пољопривреде, формираног људским делтностима.

Рад генетичара и оплемењивача, који се баве конзервацијом, адаптацијом и усмереним коришћењем гермплазме родова *Populus* и *Salix*, с обзиром на велики ареал врста ова два рода, има за циљ да се:

- применом метода конзервационе генетике проучава генетички диверзитет и потенцијал природних популација врста ових родова,
- на основу потенцијала природних популација врста ових родова, применом савремених метода оплемењивања и биотехнологије, синтетишу се културни таксони – сорте и клонови, како би се одговорило растућим и све више специјализованим потребама хумане популације (Kuzovkina, Y.A., Quigley, M.F, 2005; Kuzovkina, Y. A. et al., 2008; Kuzovkina, Y. A., Volk, T.A., 2009; Stanton, B.J. et al., 2010).

Тестирање адаптационог потенцијала врста рода *Populus* у гајењу на алохтоним стаништима има историју дугу више од сто година, која је започела радом Henrija 1914. године у *Royal Botanic Garden, Kew* у Великој Британији и радом Stout, A.B., Schreiner, E.J. (1933) у њујоршкој ботаничкој башти у САД. Такође, обављени су бројни тестови и анализе у процени доместификације топола у Немачкој од стране Wettstein-Westersheim, W. (1933); у Русији Al'benskii, A.V., Delitsina, A.V. (1934); у Канади, Heimburger, C. (1936) и у Холандији, Houtzagers, G. (1952). Већина ових радова укључује 12 врста рода *Populus* које су значајне због својих комерцијалних и еколошких вредности. То су северноамеричке врсте *P. balsamifera*, *P. deltoides*, *P. trichocarpa* и *P. tremuloides* и евроазијске врсте *P. alba*, *P. cathayana*, *P. ciliata*, *P. euphratica*, *P. maximowiczii*, *P. nigra*, *P. simonii* и *P. tremula* (Stanton, J.B. et al., 2014).

Анализе адаптационог потенцијала врста рода *Salix* започета су радом на спровођењу блиске и удаљене хибридизације врста овог рода.

Истраживањима Heribert-Nilsson, N. (1918) у Шведској, заједно са Nilssonovim и Hakansonovim цитолошким радом 30-их година 20. века (Nilsson, 1931; Hakansson, A. (1933, 1938) детаљно су, на хелијском нивоу, проучена својства врста овог рода. У Великој Британији, Н.Р. Hachinson је 20-их година прошлог века започео рад на конзервацији и оплемењивању врбе у Истраживачкој станици Long Achton, који је током наредних тридесет година наставио K.G. Stot (Newsholme, C., 1992; Stott, K.G., 1992).

У оквиру рода *Salix*, 10 врста – *S. caprea*, *S. dasyclados*, *S. eriocephala*, *S. koriyanagi*, *S. miyabeana*, *S. purpurea*, *S. udensis*, *S. schwerinii*, *S. triandra* и *S. viminalis* – користе се за развој светске индустрије обновљивих извора енергије, док су преостале три – *S. alba*, *S. babylonica* (синоним *S. matsudana*) и *S. nigra* – најчешће коришћене за производњу дрвне грађе (Stanton, J.B. et al., 2014).

3.2. Искуство са неким интродукованим четинарима у Европи

Већина алохтоних четинара северне хемисфере су интродуковани у Европу, тако да је овај континент област из које се могу добити информације о адаптивном, репродуктивном и производном потенцијалу гајених егзота. Шумарски стручњаци Западне Европе, и после двеста година искуства гајења егзота, неповерљиви су и суздржани у погледу привредне вредности и масовног гајења егзотичних четинара. Интродукован је велики број четинара у Европу. Гаје се и тестирају на веома различитим стаништима. Међутим, до сада се ни једна врста или група врста није посебно издвојила према производном и адаптивном потенцијалу, као преферента у односу на аутохтоне врсте дрвећа. Без обзира на то, поједине врсте имају апсолутни примат у брзини раста. Аутохтоне европске врсте четинара, у просеку имају, мањи висински прираст, те су егзоте које се одликују брзим растом средином XX века масовно коришћене за оснивање вештачких шума у циљу убрзане производње сировина за дрвно-прерађивачку индустрију. Вајмутов бор (*Pinus strobus* L.) држе расте од домаћих европских четинара, који се налазе у истим састојинама или вештачки подигнутим шумама. У северној Немачкој, близу града Ebercvald, постоји 45 година старо стабло дуглазије (*Pseudotsuga taxifolia*) које има вредности таксационих елемента као стабла стогодишњих белих борова из непосредне близине. Близу града Тарандта, педесетпетогодишња стабла дуглазије имају прсне пречнике од 36 до 51 cm, што су двоструко веће вредности пречника од оних који су измерени код смрче (*Picea abies* Karst.) исте старости на истом локалитету. У јужној Немачкој, дуглазија стара 45 година, има исте вредности висина као природно обновљена јела (*Abies alba* Mill.), стара 77 година.

Вајмутов бор (*Pinus strobus* L.)

Вајмутов бор је интродукован у Европу 1705. године и отада је његово интензивно гајење започело. На основу биоеколошких одлика ове врсте утврђено је да у Европи постоје велике површине, које су према еколошким карактеристикама изузетно повољне за масовно гајење овог бора. У првој фази гајења, шумарска оператива га је, с обзиром на динамику раста,

прихватила са ентузијазмом, и масовно су оснивани чисти засади. Гајен је Швајцарској и у Немчкој у мешовитим шумама са буквом, белим бором и смрчком. У јужној Немчкој евидентирано је његово спонтано обнављање у првим и другим генерацијама вештачких засада, што је поуздан показатељ његове адаптације ове врсте на алохтоним стаништима Европе.

Међутим, појава ограничавајућих фактора - патогене гљиве *Cronartium ribicola* Fisch., која се проширила из Азије, и због снеголома, почетком и крајем зиме који су изазивали велике штете на стаблима, посебно у млађим засадима, битно су променили однос шумарске струке према примени Вајмутовог бора, тако да је оснивање вештачких шума овог бора у потпуности редуковано широм Европе. Његова употреба сведена је на спорадичне случајеве и у хортикултури.

Дуглазија (*Pseudotsuga taxifolia* (Lam.) Br.)

David Douglas је 1827. године пренео семе дуглазије у Европу у Droomore Park (Buckinghamshire, UK). На основу свог хабитуса, брзине раста и продуктивности, дуглазија је врло брзо постала значајна за шумарску струку и масовно је сађена при вештачком подизању чистих и мешовитих шума у Западној и Средњој Европи. После Првог светског рата, дуглазија је била веома популарна и интензивно је гајена, иако је временом тај ентузијазам опадао због лошег квалитета произведене дрвне грађе. У Немчкој се углавном одустало од сађења ове врсте, док је у Швајцарској сађена само у мешовитим састојинама са домаћим четинарским врстама и буквом.

После Другог светског рата, дуглазија је у Западној Европи постала главна врста коришћена за пошумљавање, углавном уз подршку националних или регионалних фондова за пошумљавање. У Европи се, од укупне површине под дуглазијом, приближно 80% налази у три државе: у Француској (половина укупне површине), Немчкој и Великој Британији. Ван Европе, дуглазија је такође унета у неколико држава јужне хемисфере: Јужне Африке, Јужне Америке, Новог Зеланда и Аустралије. Први патогени фактор који је запретио широком гајењу ове врсте у Европи, била је гљива *Phomopsis pseudotsugae* Wilson. Временом је утврђено да ова претња није толико озбиљна колико се при њеној дијагнози чинило, јер њена појава је углавном била утврђена на оним локалитетима где се јављају рани јесењи и позни пролећни мразеви. Други патогени фактор, који је претио да угрози масовно коришћење дуглазије, био је узрочник некроза и осипање четина - гљива *Rhabdocline pseudotsugae* Sydow (потиче из Северне Америке). Детаљним испитивањима констатовано је да су само форме (варијетети) које се јављају у областима стеновитих планина - плаве форме - *Pseudotsuga taxifolia* var. *glauca* Mayr. осетљиве, док обалне или зелене форме - *Pseudotsuga taxifolia* var. *Mensiesii* које су заиста битне за гајење у Европи, нису угрожене. Растући интерес за ову врсту у шумарству, поред примене у хортикултури и пејзажној архитектури, убрзао је и рад на оснивању и анализи провенијентних тестова широм Европе којих тренутно има 120 у 15 држава (Isaac-Renton, I. et al., 2014).

Ситканска смрча (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.)

До 1935. године веровали су шумарски стручњаци да би ова врста могла да замени дуглазију у интензивној садњи. Међутим, у Немачкој, Швајцарској и Великој Британији њене плантаже масовно су пропадале у старости од 20 до 45 година без утицаја патогена, на основу чега се закључило да је ситканска смрча врло захтевна према карактеристикама станишта и да су раније плантаже подизане на неодговарајућим стаништима. Ситканска смрча често је сађена на неодговарајућем земљишту на коме је годишња количина падавина недовољна, температуре екстремне или где се појављују неки други, неповољни фактори. Лоши утицаји неодговарајућег станишта често се манифестују тек неколико година након што се оснује састојина, док је у почетним годинама раст бујан. Ситканска смрча боље се адаптирала у Великој Британији него у осталим деловима континенталне Европе, јер је ту клима слична клими на њеном природном станишту.

Џиновска јела (*Abies grandis* Lind.)

Џиновска јела (*Abies grandis* Lind.) је тренутно фаворит шумарства у Западној Европи због свог брзог раста и због одсуства болести. Мишљење је да ће на крају заузети место првобитно намењено дуглазији, а потом и ситканској смрчи, које нису испуниле првобитна очекивања. С обзиром на то да се яиновска јела појављује на великом географском подручју на свом природном станишту и да због тога постоје климатски варијетети унутар врсте, било би могуће да се утврди варијетет адаптиран на сувље услове, међутим такав варијетет вероватно би растао споро због чега не би имао никакву предност у односу на домаће, европске четинаре. Ова врста има велики биоеколошки потенцијал, али без мреже провенијеничних огледа, и вишегодишњих анализа међупровенијеничног варијабилитета у динамици раста и развоја стабала, није могуће прецизно изабрати провенијенцију(е) за будуће масовно гајење на одговарајућим стаништима Европе.

Багрем (*Robinia pseudoacacia* L.)

Багрем је унет у Европу 1602. године, када је француски ботаничар Robin, по коме је род добио име, донео репродуктивни материјал ове врсте. У Европи је његово интензивно култивисање започело 1710. године. С обзиром на то да се багрем изванредно адаптирао и проширио у читавој Европи, у неким државама га сматрају сталним чланом флоре (Gams, 1967). У различитим деловима Европе употреба *R. pseudoacacia* се мењала током времена. Од свих интродукованих лишћарских врста на трећем је месту по употреби за пошумљавања и плантажно гајење, после топола и еукалиптуса. Данас у Европи има око 2.5 милиона ha под багремовим шумама и плантажама различитих намена, међу којима предњачи Мађарска са 340.000 ha багремових шума, због чега је и зову „земља багрема“.

Прилагођава се сваком типу земљишта, па се овом врстом пошумљавају терени попут пешчара и бујичних подручја, али и голи терени. Има честу и разнолику употребу у хортикултури, на пример за дрвореде или живе ограде. У деловима Француске и Швајцарске издаци багрема су интензивно коришћени у виноградима да би држали винову лозу (Monnier, Y., 1992), али последњих деценија су их у томе заменили метални стубови и жица, па се сада врста слабије користи. У Мађарској се користи као основно дрво за грађу и главни је извор пчеларења (Keresztesi, B., 1977). У овој земљи су постигнути најбољи резултати у оплемењивању багрема – синтезом бројних клонова и оснивањем семенских плантажа ове врсте. Синтетисани клонови, међу којима се наводи 12, и то: ('KH 56A 2/5', 'KH 56A 2/6', 'MB 12D', 'MB 17D 4/1', 'CST 61A 3/1', 'MB 15A 2/3', 'MB 17D 3/10', 'PV 201E 2/1', 'PV 201E 2/3', 'PV 201E 2/4', 'PV 35 B/2', and 'PV 233 A/2'), према Rédei, K. *et al.*, 2002, препоручују се за гајење широм Европе, посебно у медитеранском басену (Шпанија, Грчка и Турска). За потребе пчеларства, у Мађарској је синтетисана сорта *Robinia pseudoacacia L. sp. halvanj rožasti*, која је погодна за широко гајење у плантажама намењеним пчелињој паши.

3.3. Тестирање и процена интродукованих врста

Разлике међу врстама су обично веома велике у поређењу са разликама међу варијететима унутар врсте или у поређењу са разликама између стабала исте врсте. Интериндивидуална варијабилност стабала исте врсте је основа стабилности популација у простору и времену, због чега је, у неким флористички сиромашним областима, интродукција егзотичних врста вршена у циљу повећања укупног популационг варијабилитета. У почетним етапама интродукције, број јединки које су формирале полазне популације био је по правилу знатно мањи у поређењу са просечним бројем индивидуа у аутохтоним састојинама егзота. Популација интродуковане врсте разликује се од родитељске популације, не само по драстичном смањењу богатства свог генетског комплекса, него и по изложености једној потпуно новој комбинацији фактора спољашне средине, како биотичких тако и генетичких. Пролажење кроз „уско грло“ и постизање нове равнотеже прате различити генетички процеси, међу којима је најзначајни губитак генетичке варијабилности, као последице више узрока: - унете индивидуе носе веома мали део укупне варијабилности врсте; - услед укрштања у сродству, већи број рецесива постаће хомозиготан и тиме изложен селекцији; - услед смањења величине популације долази до промена у селективној вредности алела, па ће неки алели бити елиминисани. Према Maуr, E. (1970), само популације које успевају да преживе генетичку револуцију, а то је најчешће мали број, доспеће у ново стање, које карактерише поновна акумулација генетичке варијабилности и стицање нових обично веома различитих баласних система. Протоколи и планови који се користе за тестирање егзота су исти као у истраживањима варијабилности врсте и индивидуалног наслеђа дрвећа. Тестирање егзота треба да се обави у две или три фазе, (Wright, J.W., 1993). Први прелиминарни тест треба да обухвати неколико плантажа подигнутих на локацијама са различитим типовима земљишта и

различитом климом, формирани од неколико блокова у свакој плантажи и малим парцелама у сваком блоку. Они се по правилу организују као вишегодишњи тестови. Ови први тестови треба, да обухватају и до сто партија семена различитих врста или чак и различитих родова. Врсте које се разликују у динамици раста и развоја стабала морају се тестирати у одвојеним плантажама.

У другој фази тестирања испитују се врсте и варијетети који су показали најбоље резултате у првој фази тестирања. Материјал који се тестира, сади се у више понављања и у парцеле знатно већих површина него што је то био случај у првом тесту. Анализе се посебно усмеравају на индивидуални варијабилитет стабала, односно посебна пажња се усмерава на екстремна стабла. Огледи из друге фазе често се сматрају полукомерцијалним, јер се њима, поред анализа опсега варирања производног и репродуктивног потенцијала стабала, по строгим плановима сеча користи дрвна маса. Трећа фаза тестирања обухвата комерцијалне плантаже подигнуте од најбољих стабала селекционисаних у другој фази тестирања и у овој фази анализа, њихов примарни циљ је производња дрвета.

Када се први пут интродукују егзотичне врсте или унутарврстни таксоини, за разлику од аутохтоних врста, присутан је недостатак информација о њиховој адаптивности на ново станиште, проблемима са штеточинама и гајењем. Из овог разлога прелиминарна тестирања су неопходна и морају се организовати на различита станишта.

Бројне студије треба да буду урађене у сарадњи са државама које имају висок степен искуства у примени егзота у шумарству. Такве студије покривају више области у шумарству (комерцијалну, развојну и еколошку) и укључују развој и промоцију инструмената за еколошку и економску процену утицаја гајења егзота на алохтона станишта и врсте.

4. ЗАКЉУЧЦИ

Интродукција је комплексна активност, којом се привредни ефекат постиже само на основу постављања мреже огледа у којима се анализе спроводе методама савремене генетике, физиологије биљака, оплемењивања организама, интегралне заштите, биотехнологије и биометрике. Овакав приступ је неопходан, без обзира на то који се привредни циљеви желе постићи применом интродукције у пољопривреди и шумарству.

Примарни циљеви интродукције у шумарству су:

- производња сировина за механичку и хемијску прераду дрвета;
- производња декоративног садног материјала;
- мелиорације деградираних терена;
- фиторемедијација;
- спречавање и успоравање десертификације.

На основу постигнутих резултата применом интродукције дрвећа и жбуња, у XIX и XX веку, може се закључити да:

- интродукција има оправдања само ако се њеном реализацијом могу предвидети и доказати јасно дефинисане користи за хуману популацију и

природне заједнице;

- уношење и гајење алохтоних врста треба обављати у случајевима, када домаћа(е) врста не поседује(у) одговарајући потенцијал за постизање циљева због којих се врши интродукција;

- стране врсте не треба уносити у заштићена подручја: националне паркове, паркове природе, пределе изузетних одлика, опште и специјалне резервате, споменике природе и заштићена станишта;

- неопходно је проучити биоеколошке одлике егзота на аутохтоним стаништима, пре него што се приступи интродукцији, јер неке од претходно унетих врста временом су добиле све одлике агресивних коровских биљака и постале велики проблем шумарској оперативи, као што су – *Amorpha fruticosa* L., *Ailanthus altissima* / *A. Glandulosa* (Mill.) Swingle/ и други;

- плантаже културних таксона Родова *Populus*, *Salix*, *Eucalyptus*, забележеном производњом дрвне масе и до 42 m³ по хектару, имају изузетан привредни значај. Поред вископроизводног потенцијала, бројне сорте врста наведених родова користе се у мелиорацијама и фиторемедијацијама у неким еколошким или индустријским областима.

Може се закључити да на основу постигнутих резултата у примени интродукције, егзоте, вероватно, неће заменити алохтоне и аутохтоне врсте на великим површинама.

ЛИТЕРАТУРА

- Al'benskii, A. V., Delitsina, A. V. (1934): Experiments and investigations. All-Union Institute of Forest Cultivation and Forest Melioration, Moscow, Russia. 2nd Issue, pp. 107–109 (*Plant Breeding Abstracts* 5, 62)
- Blaisdell, J.P. (1967): Introduction of wild-land plants into the United States – methods, legal controls, and ecological implications. IUCN Publication NS 9: pp. 13–26.
- Crosby, A. W. (1986): Ecological Imperialism: The Biological Expansion of Europe, 900–1900. Cambridge University Press, UK.
- FAO. (1996): International standards for phytosanitary measures: guidelines for pest risk analysis. Publication No. 2. Rome, Italy, Secretariat of the International Plant Protection Convention.
- Gams, H. (1967): Introduction and spread of 'weed' plants in Europe. IUCN Publication NS 9: pp. 72–75.
- Gilbert, O.L. (1995): Biological Flora of the British Isles. *Symphoricarpos albus* (L.) S.F. Blake (*S. rivularis* Suksd., *S. racemosus* Michaux). *Journal of Ecology* 83: pp. 159–166.
- Hakansson, A. (1933): The conjugation of chromosomes in a *Salix* hybrid. *Hereditas* 18, pp. 199–214.
- Hakansson, A. (1938): Cytological studies on bastards of *Salix*. *Hereditas* 24, 1–32.
- Heimburger, C. (1936): Report on poplar hybridization 1936. *The Forestry Chronicle* 12, pp. 285–290.
- Heribert-Nilsson, N. (1918): Experimentelle studien uber variabilitat, Spaltung, Artbildung, und evolution in der gattung *Salix*. Lunds Universitats Arsskrift N. F.Avd 2.
- Houtzagers, G. (1952): Forest genetics and poplar breeding in the Netherlands. II. Poplar breeding in the Netherlands. *Euphytica* 1, pp. 161–174.
- Haysom, K.A., Murphy, S.T. (2003): The status of invasiveness of forest tree species outside their

- natural habitat: a global review and discussion paper. Forest Resources Development Service Working Paper **FBS/3E**, Forest Resources Division, FAO, Rome, Italy.
- Isaac-Renton, I., MG., Roberts, DR., Hamann, A., Spiecker, H. (2014): Douglas-fir plantations in Europe: a retrospective test of assisted migration to address climate change. *Glob Chang Biol.*20(8): pp. 2607-17.
- Isajev, V., Tucović, A. (1986): The importance and the application of introduction in Genetics and tree and shrub improvement. *Bulletin of the Faculty of Forestry 67*, University of Belgrade - Faculty of Forestry, Belgrade, pp 19-28.
- Keresztesi, B. (1977): *Robinia pseudoacacia*: the basis of commercial honey production in Hungary. *Bee World* 58: 144–150. Khalanski, M. 1997.
- Kuzovkina, Y.A., Quigley, M.F. (2005): Willows beyond wetlands: uses of *Salix* L. species for environmental projects. *Water, Air, and Soil Pollution* 162, pp. 183–204.
- Kuzovkina, Y.A., Volk, T.A. (2009): The characterization of willow (*Salix* L.) varieties for use in ecological engineering applications: co-ordination of structure, function and autecology. *Ecological Engineering* 35, pp. 1178–1189.
- Kuzovkina, Y.A., Weih, M., Romero, M.A., Charles, J., Hurst, S., McIvor, I., (2008): *Salix*: botany and global horticulture. In: Janick, J. (ed.) *Horticultural Reviews*. John Wiley and Sons, Hoboken, New Jersey, pp. 447–489.
- Mayr, E. (1970). *Populations, Species, and Evolution*. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press.
- Monnier, Y. (1992): L’empreinte des Amériques dans le paysage: de l’insolite au familier. *Cahier d’Outre-Mer* 45(179–180): pp. 441–460.
- Newsholme, C. (1992): *Willows: the Genus Salix*. Timber Press, Portland, Oregon.
- Richardson, DM, Pysek, P, Rejmanek, M, Barbour, MG., Panetta FD., West, CJ. (2000): Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6: pp. 93–107.
- Rédei, K. (2002): Improvement of Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in Hungary. IUFRO Meeting on the Management of Fast Growing Plantations. Izmit, Turkey, roceedings, 166-173.
- Rédei, K., Osváth-Bujtás, Z., Balla, I. (2002): Clonal approaches to growing black locust (*Robinia pseudoacacia*) in Hungary: a review. *Forestry*, Vol. 75, (5): pp. 548-552.
- Stanton, B.J., Neale, D.B., Li, S. (2010): *Populus* breeding: from the classical to the genomic approach. In: Jansson, S., Bhalerao, R.P. and Groover, A.T. (eds) *Genetics and Genomics of Populus*. Springer, New York, pp. 309–348.
- Stott, K.G. (1992): Willows in the service of man. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 98B, 169–182.
- Stout, A.B., Schreiner, E.J. (1933): Results of a project in hybridizing poplars. *Journal of Heredity* 24, 216–229.
- Thorpe, N. (2000): Hungary lays on pit stop for grand prix punters. *The Guardian* 11 August: p.3.
- Vidaković, M. (1991): CONIFERS morphology and variation. *Grafički Zavod Hrvatske*, Zagreb pp. 1-754
- Wettstein-Westersheim, W. (1933): Die kreuzungsmethode und die beschreibung von F1 – bastarden bei *Populus*. [The method of hybridization and the description of F1 hybrids of poplars.] *Zeitschrift fur Zuchtung* 18, 597–626. (*Plant Breeding Abstracts* 4, 163–164.)
- Williams, D.F. (ed.). (1994): *Exotic Ants: Biology, Impact, and Control of Introduced Species*. Westview Press, Boulder, USA.
- Wright, J.W. (1993): *Introduction to Forest Genetics*. Academic Press, INC. San Diego, California. pp.359-399

THE IMPORTANCE OF WOODY PLANT INTRODUCTION FOR FOREST TREE IMPROVEMENT

Vasilije Isajev
Aleksandar Lučić
Vladan Popović
Milena Stanković Neđić

Summary

The movement, cultivation and testing of organisms from different geo-ecological areas to new regions outside their spontaneous or natural area of distribution is known as introduction. Introduced species are called exotic (allochthonous) species from the Greek word *exoticos* meaning foreign, from the outside. In the process of its long-lasting development, introduction has greatly contributed to the development of plant improvement as a practical, empirical and scientific discipline. There are several reasons for the introduction of exotic species of trees and shrubs into new regions. Although they often overlap, they can be conditionally grouped into two categories: aesthetic and economic reasons. Aesthetic reasons are primarily important in the establishment and maintenance of green areas of various purposes in urban and periurban zones. The dynamic development of genetics and genetic improvement of organisms since the beginning of the 20th century, particularly of the population genetics, Morgan chromosomal theory of heredity and biochemical genetics, the introduction of exotics and the collection of the most diverse reproductive material possible have become one of the most common methodologies used to maintain and increase variability in large populations and in the programs for the synthesis of varieties using selection and hybridization. The economic importance of the introduction of trees and shrubs for forestry depends on the adaptive, productive and ameliorative potentials of introduced species. The productive potential of introduced species is important for the production of the timber for mechanical and chemical wood processing but combined with the adaptive potential it becomes important for all activities aimed at the protection, preservation and improvement of the environment. The transfer of species to new habitats outside their range of distribution involves the well-known risks - reduced growth and (or) dieback as a result of the low adaptive potential of introduced species to new environmental conditions. In order to provide a reliable assessment of the adaptive, productive and reproductive potentials of introduced species, methods of close and distant - intraspecific and interspecific hybridization are applied together with the establishment and analysis of provenance tests. The results obtained from the analyses of the adaptive and productive potentials of various provenances of economically most important species of conifers introduced from North America to Europe - Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), Eastern white pine (*Pinus strobus* L.), Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.), twisted pine (*Pinus contorta* Douglas), etc. have modified the empirical approach to the introduction by using modern methods of forest tree improvement. Apart from the species, hybrids and clones from the **Salix** and **Populus** genera, the introduced broadleaved species studied in the network of provenance tests throughout Europe with the greatest economic importance include black locust (*Robinia pseudoacacia* L.), northern red oak (*Quercus rubra* L., synonym: *Q. borealis* Michx), several species from the **Acer** and **Fraxinus** genera, and *Eucalyptus* L'Hér. species in the Mediterranean region. Plantations and specialized production and protection facilities established on the results of many years of testing achieve exceptional economic results with their production and multiple-use functions and thus stress the need to establish new and to study the existing provenance tests of these species. The introduction is a very complex activity which can achieve economic effects only through a network of experiments in which the analyses are carried out using methods of contemporary genetics, plant physiology, genetic improvement of organisms, integral protection, biotechnology and biometrics. Such an approach is indispensable, regardless of the economic goal which the introduction aims to achieve in agriculture and forestry.