

ОПСТАНАК САДНИЦА СМРЧЕ (*Picea abies* (L.) KARST.) У ТЕСТУ ПОТОМСТВА „СРЕБРЕНИЦА” У ФУНКЦИЈИ ТРАНСФЕРА ШУМСКОГ РЕПРОДУКТИВНОГ МАТЕРИЈАЛА ОВЕ ВРСТЕ

Бранислав Цвјетковић¹, Милан Матаруга¹, Мирјана Шијачић-Николић², Вања Даничић¹,
Срђан Стојнић³

¹Универзитет у Бањој Луци, Шумарски факултет, Република Српска, Босна и
Херцеговина

²Универзитет у Београду, Шумарски факултет, Република Србија

³Институт за низијско шумарство и животну средину, Нови Сад, Република Србија

Abstract

CVJETKOVIĆ Branislav, Milan MATARUGA, Mirjana ŠIJAČIĆ-NIKOLIĆ, Vanja DANIČIĆ, S.STOJNIĆ: [¹University of Banja Luka, Faculty of Forestry, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina; ²University of Belgrade, Faculty of Forestry, Republic of Serbia; ³Institute of Lowland Forestry and Environment, Novi Sad, Republic of Serbia]

Transfer of forest reproductive material has always been a subject of interest and attention of forestry experts and scientists. Today is a particularly complex task in the light of existing and anticipated climate change. In 2009, in Republic of Srpska 4, Norway spruce progeny test were established of which Srebrenica and Drinić progeny tests are the most representative. Progeny tests were established using by seedlings originating from six populations: Han Pijesak 1, Han Pijesak 2, Foča, Potoci, Olovo and Kneževo with 36 half-sib lines. The mother trees are, at the same time, represents of the highest quality and phenotypically the most desirable Norway spruce trees in Bosnia and Herzegovina. Data on the survival of seedlings in the progeny test "Srebrenica" were collected in 2014, five years after the establishment of progeny test, and compared with previously collected data in the timeframe 2010-2014. The results indicate considerable variability among the tested population and half-sib lines. It is not possible to link the geographical distribution of spruce in B&H with the percentage of seedlings survival; there is no clear pattern in terms of interaction: latitude / longitude, elevation to the percentage of survived seedlings. The highest percentage of survived seedlings originating from the population Foča and Kneževo (about 52-54%) and the smallest is in the population Han Pijesak 2 and Olovo (about 40%).

The results can be used in the future aimed at the transfer of reproductive material spruce from BiH to the Srebrenica as well as on the sites which are characterized by similar environmental conditions.

Key words: Norway spruce, progeny test, survival

Сажетак

Трансфер шумског репродуктивног материјала одувјек је био предмет интересовања и пажње шумарске стручне и научне јавности. Данас представља посебно сложен задатак у свјетлу постојећих и предвиђених климатских промјена. У 2009. години, на подручју Републике Српске подигнута су 4 теста потомства смрче од чега су два, на подручју Сребренице и Дринића,

најрепрезентативнија. Тестови потомства подигнути су од садница поријеклом из 6 популација: Хан Пијесак 1, Хан Пијесак 2, Фоча, Потоци, Олово и Кнежево са 36 линија полусродника. Материнска стабла у исто вријеме представљају и фенотипски најквалитетнија стабла смрче на подручју Босне и Херцеговине. Подаци о преживљавању садница у једном тесту потомства – „Сребреница” прикупљени су током 2014. године, пет година након оснивања теста потомства, те су упоређени са раније прикупљеним подацима у временском интервалу 2010–2014. Резултати указују на значајну варијабилност међу тестираним популацијама и линијама полусродника. Географска дистрибуција смрче у БиХ није утицала на проценат преживљавања, јасан образац у погледу интеракције – географска ширина/дужина, надморска висина полазних популација – није доведен у везу са процентом преживјелих садница. Највећи је проценат преживјелих садница из популација Фоча и Кнежево (око 52–54%), а најмањи из популација Хан Пијесак 2 и Олово (око 40%). Резултати се могу користити у будућности при усмјереном трансферу репродуктивног материјала смрче из БиХ на локалитет Сребреница као и на локалитете који се одликују сличним еколошким условима.

Кључне ријечи: смрча, тест потомства, преживљавање

УВОД

Смрча у Босни и Херцеговини представља једну од наважнијих привредних врста. Иако је на граници свог природног ареала, врста постиже значајне димензије, и одликује се добрим растом. Према незваничним подацима добијеним од љубитеља природе и истраживача ентузијаста, највиша стабла смрче икада измјерена налазе се на подручју Балканског полуострва и то на подручју НП „Перућица”. Посматрано у односу на површину шуме смрче у БиХ, она заузима 21% од укупне површине под шумама у БиХ (Матић и сар. 1971). Јавља се у чистим и мјешовитим шумама са јелом и буквом. Често се користи у пошумљавању, а у производњи садног материјала има значајан удио који се креће око 65% (Матаруга и сар., 2012).

Као врста која има значајан удио у пошумљавању, чести су случајеви тзв. „асистиране миграције“ врсте. Под асистираном миграцијом подразумијева се посебан приступ свјесног трансфера репродуктивног материјала шумског дрвећа и грмља на станишта ван природног ареала, а у циљу смањења штетног утицаја климатских промјена на биодиверзитет (McLachlan и сар., 2007; Hoegh-Guldberg и сар., 2008; Richardson и сар., 2009). Ипак, чешћи је случај да аутори иду на ниже просторне јединице које врста заузима, те асистирану миграцију популација виде као трансфер репродуктивног материјала унутар природног ареала распрострањања (Ste-Maria и сар., 2011).

Смрча у Босни и Херцеговини, као и остале шумске врсте, налази се под утицајем климатских промјена (MSTViH¹, 2013). Усљед промјена климе, а истовремено непостојања демаркације региона провенијенција (OECD, 2012), проблем трансфера репродуктивног материјала смрче, тј. њене асистиране миграције, добија на значају када се има у виду велики број произведених садница ове врсте (Матаруга и сар., 2012). У околиним земљама, сушење шума присутно је и врло интензивно, а узроци се траже у повећаним концентрацијама штетних хемијских елемената у земљишту, појави киселих киша, климатских промјена као и неадекватном трансферу смрче на нова станишта усљед недостатка истраживања кроз одговарајуће тестове на отвореном (Матић, 2011).

¹ Студија Министарства спољне трговине и економских односа

Било какво помјерање унутар или ван природног распрострањења захтјева посебна истраживања кроз огледе. У Републици Српској током 2009. године подигнути су први тестови потомства смрче (Матаруга и сар., 2010). Различити тестови подигнути су у Европи ранијих година, а промјене у њима предмет су интензивног праћења (Krutzsch, 1974; 1992; Eriksson, 2010). У тестовима потомства прате се промјене стања на сваких пар година. Преживљавање садница 5 година након изношења на терен, као један од основних показатеља успјеха трансфера репродуктивног материјала и *ex situ* конзервације, истражено је у овом раду.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

У току 2005. године на шест локалитета у Републици Српској из одабраних сјеменских састојина сакупљено је сјеме са најквалитетнијих стабала смрче у БиХ. Од сјемена је произведен садни материјал стар 3 године који је двије године провео у сијалишту, а трећу годину у Нисула ролнама. Током 2009. године извршена је пресађа садница на терен на више локација, гдје су формиран тестови потомства, од којих је један у Сребреници, на локалитету старог расадника, у близини врха „Осатница”. Локалитети сакупљања сјемена и локалитет на којем су пресађене, приказан је на Слици 1. Тест потомства заузима површину од 3 ха и састоји се од 4 блока (понављања) са укупно усађених 4993 садница. Блокови се састоје од 6 популација, а популације од различитог броја линија полусродника чије је бројно стање са ознакама дато у Табели 1.



Слика 1. Локације сјеменских састојина и теста потомства Сребреница

Током 2014. године на основу схеме садње извршено је евидентирање броја преживјелих садница које су здраве, односно без присуства видљивих биотичких и абиотичких оштећења. Евидентирање је извршено у другом, трећем и четвртном блоку у којима су при подизању огледа биле посађене 3584 саднице, док је први блок изостављен услед врло малог процента преживјелих садница и већег броја оштећених садница, што је довело до сумње у репрезентативност првог блока. Подаци о преживјелим садницама

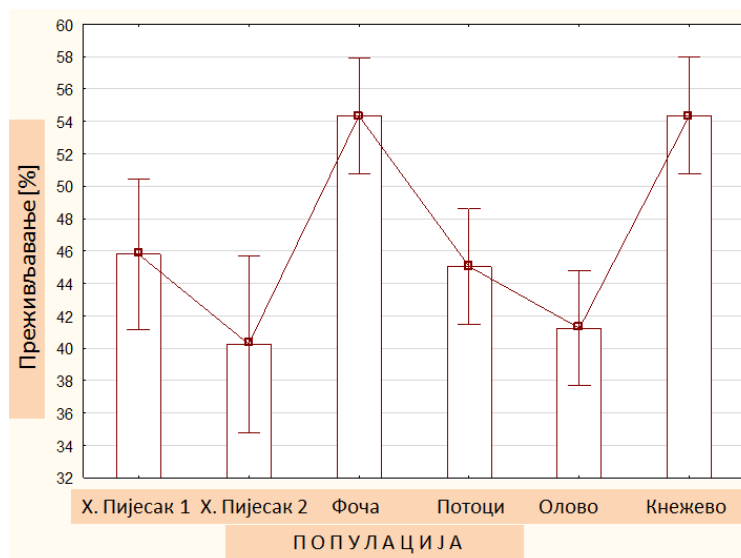
обрађени су у статистичком пакету Statistica 7. Веза између дистанци, надморских висина и преживљавања испитивана је линеарном регресијом.

Табела 1. Популације и линије полусродника у тесту потомства у Сребреници

Р.бр.	Популација	Линија полусродника	Број линија полусродн.
1	Хан Пијесак 1 (локалитет „Кусаче“)	HP1/1, HP1/3, HP1/4, HP1/5, HP1/6, HP1/7, HP1/9	7
2	Хан Пијесак 2 (локалитет „Радојевац“)	HP2/1, HP2/3, HP2/4, HP2/8, HP2/10	5
3	Фоча	F1, F2, F3, F5, F6, F7, F9, F10	8
4	Потоци	P8, P9	2
5	Олово	O1, O2, O3, O9, O10	5
6	Кнежево	K1, K2, K3, K5, K6, K7, K9, K10, K11	9

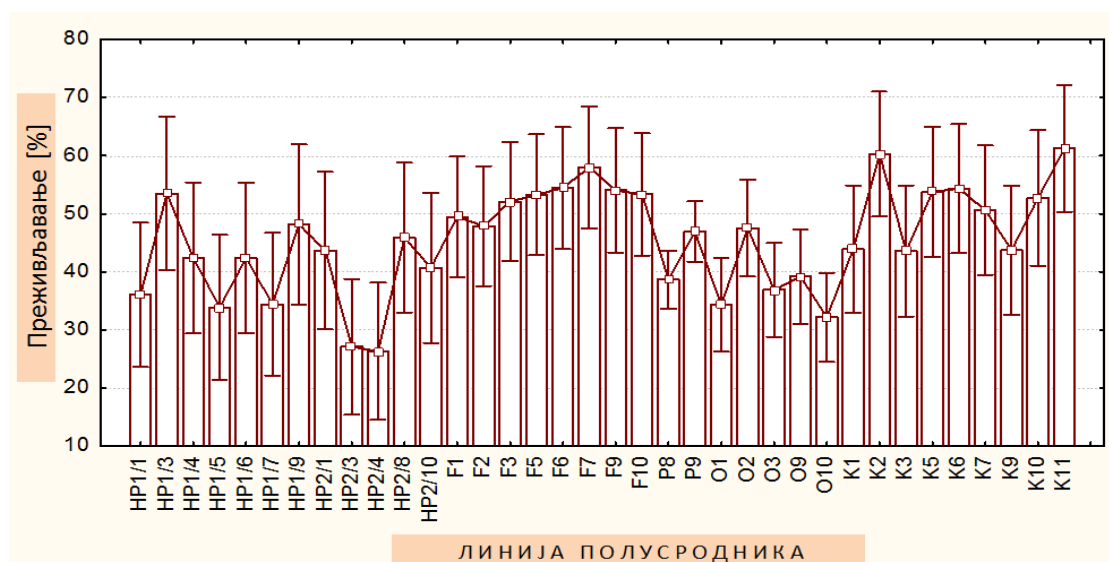
РЕЗУЛТАТИ

Саднице посађене у тесту потомства у Сребреници имале су различит проценат пријема. Посматрано на нивоу популација, највећи проценат преживјелих садница потиче из популација: Фоча са процентом преживјелих садница 52%, и популације Кнежево са процентом преживјелих садница 54%. Најмањи број преживјелих садница потиче из популација Хан Пијесак 2 и Олово. Опстанак садница из наведене двије популације има опсег 40–42% (Слика 2).



Слика 2. Преживљавање садница по популацијама

Када су у питању линије полусродника, најмањи је проценат преживјелих садница из линија полусродника HP2/4 и HP2/3. Ове двије линије полусродника имају проценат преживљавања испод 30%. Линије полусродника, K2 и K11 из популације Кнежево, имале су проценат преживљавања од око 60%. Код линија полусродника из популације Фоча проценат преживјелих садница кретао се између 48% и 58% (Слика 3).



Слика 3. Преживљавање садница по линијама полусродника

Анализа варијансе на нивоу блокова, популација као и њихове интеракције, указује на постојање статистички значајних разлика на наведеним нивоима (Табела 2).

Табела 2. Двофакторијална анализа варијансе на нивоу блокова и популација

Извор варирања	Степени слободe	Сума квадрата	Средина квадрата	F	p
Интерцепција	1	6056101	6056101	2569,923	0,0000
Блок	2	121246	60623	25,726	0,0000
Популација	5	137361	27472	11,658	0,0000
Блок*Популација	10	219537	21954	9,316	0,0000
Грешка	3566	8403387	2357		
Укупно	3583	8869598			

Данкан тест, као post-hoc тест указује на постојање значајне хетерогености података на нивоу блокова за посматрано својство преживљавања. Резултати преживљавања из 3 блока распоређени су у 3 хомогене групе.

Табела 3. Данкан тест за разлике на нивоу блокова

Блок	Преживљавање [%]	1	2	3
3	38,4	***		
4	44,8		***	
2	51,7			***

Када је у питању преживљавање на нивоу популација у тесту потомства у Сребреници, резултати су Данкановим тестом груписани у двије хомогене групе. Иако је број група мали, само двије, битно је уочити да се у првој хомогеној групи налазе двије популације: Кнежево и Фоча, а у другој остале 4 популације, при чему нема преклапања хомогених група. Саднице из популација Кнежево и Фоча имају већи проценат преживљавања за око 10% у односу на остале популације, те су стога издвојене у посебну хомогену групу.

Табела 4. Данкан тест на нивоу популација

Популација	Преживљавање [%]	Хомогене групе	
		1	2
Хан Пијесак 2	36,8	***	
Олово	38,0	***	
Хан Пијесак 1	41,4	***	
Потоци	42,8	***	
Кнежево	51,6		***
Фоча	52,7		***

Анализа варијансе на нивоу линија полусродника показује постојање значајних статистичких разлика (Табела 5).

Табела 5. Анализа варијансе на нивоу линија полусродника

Извор варирања	Степени слободe	Сума квадрата	Средина квадрата	F	p
Интерцепција	1	5995130	5995130	2466,522	0,0000
Линија полусродника	35	245827	7024	2,890	0,0000
Грешка	3548	8623771	2431		
Укупно	3583	8869598			

Данкан тест указује на постојање хетерогености података при чему све линије полусродника групише у 8 хомогених група (Табела 6).

Табела 6. Данкан тест на нивоу линија полусродника

Линија полусродника	Преживљавање [%]	Хомогене групе							
		1	2	3	4	5	6	7	8
HP2/4	26,3	***							
HP2/3	27,1	***	***						
O10	32,2	***	***	***					
HP1/5	33,9	***	***	***	***				
O1	34,3	***	***	***	***	***			
HP1/7	34,4	***	***	***	***	***			
HP1/1	36,1	***	***	***	***	***	***		
O3	36,9	***	***	***	***	***	***		
P8	38,7	***	***	***	***	***	***	***	
O9	39,2	***	***	***	***	***	***	***	
HP2/10	40,7	***	***	***	***	***	***	***	
HP1/6	42,4	***	***	***	***	***	***	***	***
HP1/4	42,4	***	***	***	***	***	***	***	***
K3	43,6	***	***	***	***	***	***	***	***
HP2/1	43,6	***	***	***	***	***	***	***	***
K9	43,8	***	***	***	***	***	***	***	***
K1	43,9	***	***	***	***	***	***	***	***
HP2/8	45,9		***	***	***	***	***	***	***
P9	46,9			***	***	***	***	***	***

O2	47,5	*** **
F2	47,9	*** **
HP1/9	48,1	*** **
F1	49,5	*** **
K7	50,6	*** **
F3	52,1	*** **
K10	52,7	*** **
F5	53,3	*** **
F10	53,3	*** **
HP1/3	53,4	*** **
K5	53,7	*** **
F9	54,0	*** **
K6	54,3	*** **
F6	54,4	*** **
F7	58,0	*** **
K2	60,2	***
K11	61,3	***

Посматрано у односу на преживљавање садница у тесту потомства у Сребреници, веза између географске удаљености теста потомства и одабраних извора сјемена указује на постојање веће зависности ($r=0,5$) у односу на зависност надморских висина и преживљавања ($r=0,2$). Даљим анализама молекуларних и физиолошких маркера смрче из теста потомства у Сребреници, моћи ће се добити више информација о могућностима трансфера репродуктивног материјала ове врсте на нова станишта.

ДИСКУСИЈА

Трансфер шумског репродуктивног материјала представља сложен процес који обухвата низ корака, од сакупљања сјемена, производње садног материјала и његовог тестирања у одговарајућим огледима. Смрча је једна од најзаступљенијих врста у европском шумарству чији се репродуктивни материјал (најчешће сјеме и саднице) трансферује, а ни наша земља није изузетак. При томе треба имати у виду да су у јувенилној фази раста врсте дрвећа које се јављају код нас јако осјетљиве и подложне елиминацији у природним и вјештачким условима (Матаруга и сар., 2011).

Са друге стране, смрча се одликује значајним нивоом генетичке варијабилности истражене на нивоу природних састојина у БиХ (Ballian и сар., 2007; Ballian и сар., 2009; Ballian 2010, Матаруга и сар., 2014), али не и у пољским огледима што представља основу за изналажење најадаптибилнијих популација и генотипова. Варијабилност морфометријских параметара и преживљавање у пољским огледима истраживани су у огледима у Србији (Шијачић-Николић, 1995; Шијачић-Николић и сар., 2000; Иветић и сар., 2004) и у Хрватској (Грачан, 1987), гдје је утврђено да популације смрче из централног дијела Европе генерално имају већи проценат преживљавања и бољи раст у јувенилној фази у односу на популације на југу Европе.

Промјене климе један су од фактора који знатно утичу на опстанак и развој смрче као и на могућност сигурног трансфера репродуктивног материјала на одговарајућа станишта. Проблематика трансфера позната је у свијету већ 2-3 деценије и за већи број врста вршена су истраживања утицаја генетичке варијабилности и способности адаптације врста на другим стаништима (Billington и Pelham, 1991; Rehfeldt и сар., 1999; Rehfeldt, 2004; O'Brien и сар., 2007; Vitt и сар., 2010; Ste-Maria и сар., 2011; Pedlar и сар., 2012a; Pedlar и сар., 2012b).

Истраживања адаптивности и варијабилности захтијевају тестирање потомства у одговарајућим пољским огледима као што су тестови потомства (Шијачић-Николић и Миловановић, 2010) у различитим еколошко-вегетацијским условима средине. Прва значајнија истраживања на дефинисању еколошких и вегетацијских услова у Босни и Херцеговини дата су кроз Еколошко-вегетацијску рејонизацију БиХ (Стефановић и сар., 1983). Упоредо су дефинисани нови извори сјемена шумских врста, између осталог и смрче. Иако је ово био солидан ослонац за издвајање сјеменских објеката које је потом улиједило (Диздаревић и сар. 1983; Матаруга и сар., 2005), дефинисање одговарајућих региона као извора сјемена није спроведено, као ни тестирање адаптираности на различите услове средине кроз тестове на отвореном и анализе опстанка и динамике развоја потомства.

Први значајнији огледи у БиХ гдје се смрча тестирала на отвореном подигнути су 2009. године, а први резултати добијени су 2010. (Матаруга и сар., 2010). Преживљавање садница у тесту потомства „Сребреница“ показали су да је преживљавање прве године након пресаде износило 85,78%. Резултати истраживања у 2014. години указују на преживљавање од 45% што представља смањење броја садница за скоро једну половину. Када су у питању популације које су показале највећи проценат преживљавања, популације Фоча и Кнежево, које су 2010. имале висок проценат преживљавања, тај тренд одржале су и у 2014. години. Популације Олово и Потоци имале су најмање проценте преживљавања. Изненађујуће је нагло одумирање садница из популације Хан Пијесак 2 која је у 2010. години имала најбоље резултате преживљавања. У исто вријеме, резултати преживљавања садница за тест потомства у Дринићу показали су да саднице из популације Хан Пијесак 2 имају највећи опстанак (Цвјетковић и сар., 2015а), што указује на константну потребу тестирања извора репродуктивног материјала у различитим условима средине.

На основу резултата добијених за 4 године истраживања и праћења може се рећи да популација Хан Пијесак 2 није погодна за уношење на станишта у истим или сличним условима као што су они у којима је подигнут тест потомства у Сребреници. Најмањи проценат преживјелих садница имала је линија полусродника НР2/4 која је, нпр. у тесту потомства у Дринићу показала врло добре резултате. Овај примјер на нивоу једне линије полусродника указује на потребу константног тестирања репродуктивног материјала у различитим условима средине. Као један од разлога изумирања садница сматра се утицај касног прољећног мраза. На основу истраживања (Цвјетковић и сар. 2015б) утврђено је да популација Хан Пијесак 2 не отвара пупољке раније у односу на друге популације те се тај утицај касног прољећног мраза може искључити као разлог изумирања у тесту потомства у Сребреници.

Саднице из популације Фоча показују добре резултате за разлику од резултата у тесту потомства у Дринићу (Цвјетковић и сар., 2015а), а уједно је код ове поулације забиљежено и нешто спорије отварање пупољака у прољеће (Цвјетковић и сар., 2015б).

Трансфер репродуктивног материјала подразумијева висок проценат преживљавања садница на стаништима на којима се врши интродукција. У свијету су истраживања на трансферу репродуктивног материјала далеко одмакла и урађена су детаљна упутства за сигуран трансфер репродуктивног материјала (O’Neill и сар., 2008). Истраживања на смрчи у Европи указују на то да ће се популације дрвенастих врста, и смрче као једне од њих, суочавати са новим климатским промјенама локација или еволуирањем на мјесту гдје се налазе. Због тога је неопходно тестирање у тестовима потомства да би се анализирао потенцијал врсте за преживљавањем и напредовањем у будућности.

Тест потомства у Сребреници представља мали дио „слагалице” у тестовима смрче у околним земљама. Даља истраживања треба усмјерити на морфометријске карактеристике, динамику развоја смрче и разлике на нивоу молекуларних маркера у циљу издвајања најпродуктивнијих и најотпорнијих популација смрче на подручју БиХ.

ЗАКЉУЧАК

Смрча у Босни и Херцеговини представља значајну врсту са економског и еколошког аспекта. Трансфер репродуктивног материјала врсте је чест, при чему се смрча уноси на нова станишта која су врло често удаљена неколико десетина или стотина километара од популација из којих потиче полазни материјал. Да би се установило које популације су погодне за трансфер на нова станишта, неопходно је утврдити степен преживљавања садница у успостављеним огледима.

На подручју Сребренице у тесту потомства смрче урађена је анализа броја преживјелих садница, и донесени су сљедећи закључци:

- највећи проценат опстанка показале су саднице поријеклом из популација Кнежево и Фоча које су географски удаљеније од популација Хан Пијесак 1, Хан Пијесак 2 и Олово. Ипак, не може се генерално тврдити да удаљеније популације имају виши проценат преживљавања услед мањег процента преживјелих садница из популације Потоци која је географски најудаљенија од теста потомства;

- популације које су у тесту потомства у Дринићу показале најбоље резултате, у тесту потомства у Сребреници показале су најлошије резултате. То указује на различитост реакција смрче при уносу на нова станишта при чему се акценат може ставити на неопходност истраживања у постојећим пољским експериментима и оснивање нових на подручју БиХ у циљу сигурног и успјешног трансфера репродуктивног материјала смрче на нова станишта уз добру адаптацију и продуктивност у новим условима средине;

- смрча поријеклом из популације Хан Пијесак 2 најбрже је одумирала у тесту потомства у Сребреници у периоду 2010–2014. године, те са њом не треба рачунати при уносу на станишта која су слична онима у тесту потомства у Сребреници;

- комбинација резултата истраживања у овом раду са резултатима истраживања морфометријских параметара даће потпунију слику потенцијала смрче за трансфер на

нова станишта која се одликују истим или сличним условима као на подручју на којем је подигнут тест потомства у Сребреници.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ballian, D. : Genetic diversity of forests in Bosnia and Herzegovina. *Works of the Faculty of Forestry University of Sarajevo No. 2*: 1–9. Sarajevo, 2010.
2. Ballian, D., Bogunić, B., Božič, G. : Genetic structure of *Picea abies* populations growing on extreme sites as revealed by isoenzyme markers: a case study from Slovenia and Bosnia and Herzegovina. *Dendrobiology vol. 61, Supplement*: 137–144. Kornik, 2009.
3. Ballian, D., Bogunić, F., Božič, G. : Genetička varijabilnost obične smreke u *Picea abies* /L./ Karst. u Bosanskom dijelu Dinarida. *Šumarski list br. 5–6, CXXXI*: 237–246. Sarajevo, 2007.
4. Billington, H.L., Pelham, J. : Genetic variation in the date of budburst in Scottish birch populations: implications for climate change. *Functional Ecology 5*: 403–409. London, 1991.
5. Cvjetković B., Mataruga, M., Šijačić-Nikolić, M., Ivetić, V., Daničić, V., Stojnić, S., Stojanović, M. : Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) seedlings survival in progeny test „Drinić“, *Glasnik Šumarskog fakulteta u Banja Luci br. 22*. Banja Luka, 2015a.
6. Cvjetković, B., Mataruga, M., Šijačić-Nikolić, M., Daničić V., Lučić A. : Bud burst and height increment of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) in progeny tests in Bosnia and Herzegovina, Proceedings International Conference “Reforestation Challenges”: 251–259. Belgrade, 2015b.
7. Диздаревић, Х., Пролић, Н., Пинтарић, К., Лутершек, Д., Ушчуплић, М., Вукореп, И., Стефановић, В. : Ревизија постојећих и издвајање нових сјеменских састојина и проучавање биолошких карактеристика смрче, јеле, бијелог и црног бора у функцији производње квалитетног сјемена за потреба шумарства СР БиХ, *Шумарски факултет у Сарајеву*: 2–14. Сарајево, 1983.
8. Eriksson, G. : *Picea abies* - Recent Genetic Research. Genetic Center Department of Plant Biology and Forest Genetics, SLU: 6–196. Uppsala, 2010.
9. Грачан, Ј. : Варијабилност провенијенција обичне смреке (*Picea abies* (L.) Karst.) у дијелу природног распрострањења. *Шумарски лист CXI*: 623–630. Загреб, 1987.
10. Hoegh-Guldberg, O., Hughes, L., McIntyre, S., Lindenmayer, D.B., Parmesan, C., Possingham, H.P., Thomas, C.D. : Assisted colonization and rapid climate change. *Science 321*: 345–346. Washington DC, 2008.
11. Иветић, В. : Утицај станишта и провенијенција на развој јувенилних култура смрче (*Picea abies* /L./ Karst.) на Голији. Магистарски рад. Рукопис, Шумарски факултет Београд. Београд, 2004.
12. Krutzsch, P. : The IUFRO provenance test with Norway spruce. *Silvae Genetica 22*, 1–3: 58–62. Bad Orb, 1974.
13. Krutzsch, P. : IUFRO’s role in coniferous tree improvement: Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Silvae Genetica 41, Vol. 3*: 143–150. Bad Orb, 1992.

14. Mataruga M., Isajev V., Daničić V., Cvjetković B. : The dynamics of germination and morphometrics properties of austrian pine (*Pinus nigra* Arnold) saplings in terms of early indicators of tolerance toward the drought, *Genetika, Vol. 43, No. 1*: 75–90. Belgrade, 2011.
15. Mataruga, M., Galović, V., Isajev, V., Orlović, S., Cvjetković, B., Daničić, V., Balotić, P. : Genetic characterization of Norway spruce (*Picea abies* /L./ Karst) in Bosnia and Herzegovina, V Kongres genetičara Srbije, Beograd, 28.09 – 02.10.2014., Knjiga abstrakata: 248. Belgrade, 2014.
16. Mataruga, M., Isajev, V., Balotić, P., Burlica, Č., Cvjetković, B. : Progeny tests of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) in Bosnia and Herzegovina - contribution to the European ex situ conservation. First Serbian Congress Future with Forests, Proceedings: 378–389. Belgrade, 2010.
17. Mataruga, M., Isajev, V., Balotić, P., Rose, R., Wu, S. : Forest seed and seedling production in Republic of Srpska (Bosnia & Herzegovina) – current status and future development. International scientific conference “Forestry science and practice for the purpose of sustainable development of forestry – 20 years of Faculty of Forestry in Banja Luka”, Proceedings: 621–634. Banja Luka, 2012.
18. Матаруга, М., Исајев, В., Лазарев, В., Балотић, П., Даничић, В. : Регистар шумских сјеменских објеката Републике Српске-основа унапређења сјеменске производње, Шумарски факултет, Бања Лука: 1–222. Бања Лука, 2005.
19. Матић, С. : Утјецај станишних промјена и начина господарења на сушење обичне смреке (*Picea abies* Karst.) у Хрватској, *Croatian journal of forest engineers: 7–17*. Загреб, 2011.
20. Матић, В., Дринић, П., Стефановић, В., Тирић, М., Беус, В., Бозало, Г., Голић, С., Хамзић, У., Марковић, Љ., Петровић, М., Суботић, М., Таловић, Н., Травар, Ј. : Стање шума у СР Босни и Херцеговини, према инвентури на великим површинама у 1964- 1968 години. *Шумарски факултет и институт за шумарство, Сарајево, Посебна издања 7*. Сарајево, 1971.
21. McLachlan, J.S., Hellmann, J.J., Schwartz, M.W. : A framework for debate of assisted migration in an era of climate change. *Conservation Biology 21*: 297–302. New Jersey, 2007.
22. Hewitt, N. Klenk, Smith, A.L., Bazely, D.R., Yan, N., Wood, S., MacLellan, J.I., Lipsig-Mumme, C., Henriques, I. : Taking stock of the assisted migration debate. *Biological Conservation 144*: 2560–2572. Washington DC, 2011.
23. O’Brien, E.K., Mazanec, R.A., Krauss, S.L., : Provenance variation of ecologically important traits of forest trees: implications for restoration. *Journal of Applied Ecology 44*, 583–593. London, 2007.
24. O’Neill, G.A., Ukrainetz, N., Carlson, M., Cartwright, C., Jaquish, B., King, J., Krakowski, J., Russell, J.H., Stoehr, M., Xie, C., Yanchuk, A. : Assisted Migration to Address Climate Change in BC: Recommendations for Interim Seed Transfer Standards. British Columbia Ministry of forests and Range, Research Branch. Technical Report no. 48: 1–8. Victoria, 2008.
25. OECD SEED SCHEMES www.oecd.org/tad/seed. A Synthesis of International Regulatory Aspects that Affect Seed Trade, 2012.

26. Pedlar, J. H., Kenney, D. W., Aubin, I., Beardmore, T., Beaulieu, J., Iverson, L., O'Neill, G. A., Winder, R. S., Ste-Marie, C. : Placing Forestry in the Assisted Migration Debate, *BioScience*, 62(9):835–842. Oxford journals, 2012a.
27. Pedlar, J. H., McKenney, D. W., Beaulieu, J., Colombo, S. J., McLachlan, J. S., O'Neill, G. A. : The implementation of assisted migration in Canadian forests *The Forestry Chronicle* Downloaded from pubs.cif-ifc.org by USDA on 01/31/12, 2012b.
28. Rehfeldt, G.E. : Interspecific and Intraspecific Variation in *Picea engelmannii* and its Congeneric Cohorts: Biosystematics, Genecology, and Climate Change. US Dept. of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2004.
29. Rehfeldt, G.E., Ying, C.C., Spittlehouse, D.L., Hamilton, D.A.J. : Genetic responses to climate in *Pinus contorta*: niche breadth, climate change, and reforestation. *Ecological Monographs* 69, 375–407. Esajournals, 1999.
30. Richardson, D.M., Hellmann, J.J., McLachlan, J.S., Saxe, D.F., Schwartz, M.W., Gonzalez, P., Brennan, E.J., Camacho, A., Root, T.L., Sala, O.E., Schneider, S.H., Ashe, D.M., Clark, J.R. Early, R., Etterson, J.R., Fielder, E.D., Jacquelyn L.G., Minter, B.A. Polasky, S., Safford, H.D., Thompson, A.R. and Vellend. K. : Multidimensional evaluation of managed relocation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106: 9721–9724. PNAS, 2009.
31. Шијачић-Николић, М., Миловановић, Ј. : Конзервација и усмерено коришћење шумских генетичких ресурса, Шумарски факултет Београд: 131. Београд, 2010.
32. Шијачић-Николић, М. : Процена генетског потенцијала осам провенијенција смрче (*Picea abies* /L./ Karst.) из тест култура код Ивањице. Магистарски рад. стр. 1–129. Београд, 1995.
33. Šijačić-Nikolić, M., Isajev, V., Mataruga, M. : Evaluation of morphometric properties of several Spruce (*Picea abies* /L./ Karst) provenances in monocultures in Serbia. u: *Spruce Monocultures in Central Europe – problems and prospects*, EFI Proceedings, Joensuu: EFI, No 33, pp. 145–153. Joensuu, 2000.
34. Стефановић, В., Беус, В., Бурлица, Ч., Диздаревић, Х., Вукореп, И. : Еколошко-вегетацијска рејонизација Босне и Херцеговине, *Шумарски факултет Сарајево, посебна издања бр. 17*. Сарајево, 1983.
35. Ste-Maria, C., Nelson, E.A., Dabros, A., Bonneau, M.E. : Assisted Migration: Introduction to a multifaceted concept. *Forestry Chronicle* 87: 724–730. Mattawa, 2011.
36. Vitt P., Havens, K., Kramer, A.T., Sollenberger, D., Yates, E. : Assisted migration of plants: Changes in latitudes, changes in attitudes, *Biological Conservation* 143, 18–27. Washington DC, 2010.
37. <http://arleyarboretum.co.uk/media/19082/Norway-Spruce.pdf>, преглед: 21.09.2015.
38. <http://www.monumentaltrees.com/en/trees/norwayspruce/records/>, преглед: 21.09.2015.
39. <https://www.pinterest.com/pin/496733033873938016/> преглед: 21.09.2015.

Примљено: 22.10.2015.

Одобрено: 15.04.2016.