

UNIVERZITET U BEOGRADU

ŠUMARSKI FAKULTET

Branislav N. Cvjetković

GENETIČKO-FIZIOLOŠKA
VARIJABILNOST SMRČE (*Picea abies*
Karst.) U TESTOVIMA POTOMSTVA U
BOSNI I HERCEGOVNI

Doktorska disertacija

Beograd, 2018

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF FORESTRY

Branislav N. Cvjetković

GENETICAL AND PHYSIOLOGICAL
VARIABILITY OF NORWAY SPRUCE
(*Picea abies* Karst.) IN PROGENY TESTS IN
BOSNIA AND HERZEGOVINA

Doctoral thesis

Belgrade, 2018

Mentori: Dr Mirjana Šijačić-Nikolić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu
Šumarski fakultet

Dr Milan Mataruga, redovni profesor
Univerzitet u Banjoj Luci
Šumarski fakultet

Članovi Komisije: Dr Dragica Vilotić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu
Šumarski fakultet

Dr Vladan Ivetić, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu
Šumarski fakultet

Dr Saša Orlović, naučni savjetnik
Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu
Univerzitet u Novom Sadu

Datum odbrane: _____

IZJAVE ZAHVLANOSTI

Doktorska disertacija predstavlja jedan od najznačajnijih koraka koji budući naučnik pravi u svom životu. Pored osjećanja sreće i ispunjenosti, javljaju se osjećanja obaveze i odgovornosti koju preuzima, kako bi unaprijedio sopstveno i znanja društvene zajednice kojoj pripada.

Želio bih da se zahvalim mentoru prof. dr Mirjani Šijačić-Nikolić na podršci i korisnim savjetima tokom izrade doktorske disertacije. Posebno se zahvaljujem za razumijevanje i spremnost da mi pomogne u svakom momentu kada mi je pomoć bila neophodna.

Želim da se zahvalim mentoru prof. dr Milanu Matarugi, profesoru koji mi je pružio šansu, vjerovao u mene i pomagao mi na svakom koraku, od studentskih dana do danas. Nesebično je dijelio svoje znanje sa mnom, pomogao mi da se usavršavam i posjetim prestižne naučne institucije, skupove i edukacije da bih učio od najboljih, usmjeravao me da budem bolji čovjek i bolji naučni radnik. Zahvaljujem profesoru Matarugi za svu pomoć koju mi je pružio u mojoj edukaciji, za sva „vrata“ koja mi je otvorio u zemlji i inostranstvu i za spremnost da pomogne meni i mojim najbližima.

Zahvaljujem se članovima Komisije:

- Prof. dr Dragici Vilotić na korisnim savjetima, ohrabrenju i pomoći pri izradi doktorske disertacije,
- Prof. dr Saši Orloviću na pomoći u izradi doktorske disertacije, a posebno na angažmanu osoblja i ustupanju istraživačke opreme Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu,
- Prof. dr Vladanu Ivetiću na nesebičnoj pomoći i korisnim savjetima koje sam dobijao svaki put kada sam dolazio na Šumarski fakultet u Beogradu, kao i na motivaciji koju mi pruža za usavršavanje u oblasti Šumskog sjemenarstva, rasadničarstva i pošumljavanja.

Zahvaljujem se mr Vanji Daničić, kolegici sa Katedre za šumarsku genetiku i osnivanje šuma sa Šumarskog fakulteta u Banjoj Luci na svojoj stručnoj pomoći na terenu i laboratoriji, na pomoći oko obrade podataka, korisnim savjetima i podršci koju mi je pružala. Ujedno se zahvaljujem svim profesorima i kolegama sa Šumarskog fakulteta u Banjoj Luci na pomoći, saradnji i podršci od početka rada na fakultetu do danas.

Zahvaljujem se kolegici dr Marini Nonić sa Katedre za semenarstvo, rasadničarstvo i pošumljavanje Šumarskog fakulteta u Beogradu, koja mi je pružala veliku pomoć na Šumarskom fakultetu u Beogradu.

Veliku pomoć su mi pružili kolege sa Instituta za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, dr Srđan Stojnić i dr Andrej Pilipović, koji su mi pomogli oko mjerenja fizioloških karakteristika smrče na terenu, te uvijek imali poneki mali savjet kako da brže i bolje uradim disertaciju. Ovom prilikom im na tome zahvaljujem.

Zahvaljujem se prof. dr Jeleni Aleksić na korisnim savjetima i pomoći oko obrade podataka dobijenih molekularnim markerima, kao i kolegama sa Instituta za šumarstvo iz Beograda na pomoći u radu na doktorskoj disertaciji.

Želim da se zahvalim svima koji su radili na projektovanju, osnivanju i održavanju testova potomstva smrče na kojima je urađena ova doktorska disertacija. Ujedno se zahvaljujem kolegama iz JP „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac, prije svega direktoru ŠG „Drina“ Srebrenica, gospodinu Ratku Majstoroviću i direktoru i tehničkom direktoru ŠG „Oštrelj“ Drinić, gospodinu Neđi Galiću i kolegatici Dragani Romčević na tehničkoj podršci tokom istraživanja na terenu.

Posebnu zahvalnost dugujem osoblju Bavarskog instituta za sjemenarstvo i pošumljvanje Teisendorf, prije svega prof. dr Moniki Konnert, direktoru Instituta, i Barbari Fussi, šefu laboratorije za genetiku. Genetička istraživanja su obavljena na pomenutom Institutu u okviru projekta „*The 7th Framework Programme of the EC under the Trees4future Project „Tress4Future” No. 284181.*

Htio bih da se zahvalim svojoj supruzi na podršci, razumijevanju i pomoći pri izradi doktorske disertacije, te svojim roditeljima i bratu koji su mi pružali podršku, kao i rodbini i prijateljima koji su bili uz mene.

Autor

UNIVERZITET U BEOGRADU - ŠUMARSKI FAKULTET

KLJUČNA DOKUMENTACIONA INFORMACIJA

Redni broj (RBB)	
Identifikacioni broj (IBR)	
Tip dokumentacije (TD)	Monografska publikacija
Tip zapisa (TZ)	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada (VR)	Doktorska disertacija
Autor (AU)	Branislav Cvjetković, master šumarstva
Mentor (MN)	Dr Mirjana Šijačić-Nikolić, red. prof. Dr Milan Mataruga, red. prof.
Naslov rada (NR)	Genetičko-fiziološka varijabilnost smrče (<i>Picea abies</i> Karst.) u testovima potomstva u Bosni i Hercegovini
Jezik publikacije (JP)	Srpski
Zemlja publikacije (ZP)	Republika Srbija
Geografsko područje (GP)	Srbija
Godina izdavanja (GI)	2018.
Izdavač (IZ)	Autorski reprint
Mesto izdavanja i adresa (MS)	11030 Beograd, R. Srbija, Kneza Višeslava 1
Fizički obim rada (FO) (broj poglavlja/strana/literaturnih citata/tabela/grafikona/šema/ karti/slika/priloga)	
Naučna oblast (NO)	Šumarstvo
Naučna disciplina (DIS)	Semenarstvo, rasadničarstvo i pošumljavanje
Predmetna odrednica/Ključne reči (PO)	<i>Picea abies</i> (Karst.), testovi potomstva, varijabilnost, Bosna i Hercegovina, morfometrija, fiziologija, mikrosatelitni markeri (nSSR)
UDK	
Čuva se (ČU)	Biblioteka Šumarskog fakulteta, Kneza Višeslava 1, 11030 Beograd, R. Srbija
Važna napomena (VN)	Nema
Izvod (IZ)	Na području Bosne i Hercegovine, u dva testa potomstva (Drinić i Srebrenica), testirano je 6 populacija smrče: Han Pijesak 1, Han Pijesak 2, Foča, Potoci, Olovo i Kneževo. Istražena je međupopulaciona i unutarpopulaciona varijabilnost preživljavanja sadnica, morfometrijskih, fizioloških i genetičkih parametara u cilju definisanja stepena varijabilnosti smrče ugrađene u testove i mogućnosti transfera šumskog reproduktivnog materijala. Utvrđeno je da postoji visok nivo varijabilnosti među posmatranim populacijama i linijama polusrodnika u pogledu svih posmatranih parametara na nivou testova potomstva, populacija i linija polusrodnika. Istraživanja molekularnih markera ukazuju na mali stepen genetičkog diverziteta (F_{ST}), što je odlika vrste na cijelom prirodnom arealu. Pokazalo se da u pogledu rasta i razvoja mogu izdvojiti populacije koje pokazuju natprosječne rezultate u testovima potomstva. Razlike u dinamici otvaranje pupoljaka su značajne i upućuju na oprez pri transferu šumskog reproduktivnog materijala na nova staništa. Takođe, može se reći da postoje i "univerzalne" populacije, koje se odlikuju širim spektrom poželjnih karakteristika te se preporučuju za transfer na širi spektar staništa.
Datum prihvatanja teme (DP)	Odluka NNV Šumarskog fakulteta, br. 01-10646/1, od 25.11.2015. god. Odluka Veća naučnih oblasti biotehničkih nauka, br. 61206-5408/2-15, od. 16.12.2015. god.
Datum odbrane (DO)	
Komisija za ocenu (KO)	Dr Mirjana Šijačić-Nikolić, red. prof., Šumarski fakultet, Beograd Dr Milan Mataruga, red. prof. Šumarski fakultet, Banja Luka Dr Dragica Vilotić, red. prof., Šumarski fakultet, Beograd Dr Vladan Ivetić, vanr. prof., Šumarski fakultet, Beograd Dr Saša Orlović, naučni savetnik, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu, Novi Sad

UNIVERSITY OF BELGRADE - FACULTY OF FORESTRY

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number (ANO)	
Identification number (INO)	
Document type (DT)	Monographic publication
Type of record (TR)	Textual printed article
Contains code (CC)	Ph.D. thesis
Author (AU)	Branislav Cvjetković, MSc in forestry
Mentor (MN)	PhD Mirjana Šijačić-Nikolić, Full Professor PhD Milan Mataruga, Full Professor
Title (TI)	Genetical and Physiological Variability of Norway spruce (<i>Picea abies</i> Karst.) in Progeny Tests in Bosnia and Herzegovina
Language of text (LT)	Serbian
Country of publication (CP)	Republic of Serbia
Locality of publication (LP)	Serbia
Publication year (PY)	2018
Publisher	Author's reprint
Publication place (PL)	11030 Belgrade, R. Serbia, Kneza Višeslava 1
Physical description (PD) (number of chapters/pages/citations/tables/charts/maps/images/annexes)	
Science field (SF)	Forestry
Science discipline (SD)	Seed science, nursery production and afforestation
Subject/Key words (CX)	<i>Picea abies</i> (Karst.), progeny tests, variability, Bosnia and Herzegovina, morphometric properties, physiology, microsatellite markers (nSSR)
UDC	
Holding data(HD)	Library of Faculty of Forestry, Kneza Višeslava 1, 11030 Belgrade, R. Serbia
Note (N)	None
Abstract (AB)	In the territory of Bosnia and Herzegovina, six populations of Norway spruce (Han Pijesak 1, Han Pijesak 2, Foca, Potoci, Olovo and Kneževo) were tested in two progeny tests (Drinić and Srebrenica). The interpopulation and intrapopulation variability of the seedlings survival, morphometric, physiological and genetic parameters were investigated in order to define the level of Norway spruce's variability build in the tests and the possibilities of transferring the forest reproductive material. A high level of variability among the observed populations and half-sib lines for all observed parameters at the level of progeny tests, populations and half-sib lines has been found. The research on molecular markers indicates a small level of genetic diversity (F_{ST}), which is a feature of the species on the entire natural range. In terms of growth and development, it has been established that some populations show above average results in progeny tests. The differences in the budburst are significant and require caution when transferring forest reproductive material to new habitats. It can also be said that there are "universal" populations which are characterized by a wider range of desirable characteristics and are recommended for the transfer to a wider range of habitats.
Accepted by scientific board on (ACB)	Decision of Academic-Scientific Council of Faculty of Forestry, No. 01-10646/1, from 25.11.2015. Decision of Professional Board of Biotechnical Sciences, No. 61206-5408/2-15, from 16.12.2015.
Defended on (DE)	
Thesis defend board (DB)	PhD Mirjana Šijačić-Nikolić, full prof., Faculty of Forestry, Belgrade PhD Milan Mataruga, full prof., Faculty of Forestry, Banja Luka PhD Dragica Vilotić, full prof., Faculty of Forestry, Belgrade PhD Vladan Ivetić, associate prof, Faculty of Forestry, Belgrade PhD Saša Orlović, full research prof., Institute for lowland forestry, Novi Sad

GENETIČKO-FIZIOLOŠKA VARIJABILNOST SMRČE (*Picea abies* Karst.) U TESTOVIMA POTOMSTVA U BOSNI I HERCEGOVNI

Rezime

Smrča predstavlja jednu od najvažnijih vrsta četinarara u Bosni i Hercegovini. U posljednjih par decenija, uloženi su značajni naponi na unapređenju proizvodnje šumskog reproduktivnog materijala ove vrste. Izdvojen je veći broj sjemenskih sastojina i intenzivirana je proizvodnja sjemena i sadnog materijala koji se distribuira na različite lokalitete. Reakcija potomstva na staništa na koja se unosi nije poznata, te je transfer rizičan. U cilju ispitivanja reakcije potomstva, osnovani su testovi na otvorenom.

U dva testa potomstva smrče, osnovana 2009. godine sadnicama tipa 2+1n u Driniću (zapadni dio BiH) i Srebrenici (istočni dio BiH), testira se potomstvo vrste u različitim bioekološkim uslovima. Testovi se sastoje od 6 populacija: Han Pijesak 1, Han Pijesak 2, Foča, Potoci, Olovo i Kneževo. Istražena je varijabilnost populacija i linija polusrodnika u oba testa potomstva u pogledu: morfometrijskih, fizioloških i genetičkih parametara. Istraživanja su sprovedena u periodu 2013-2016. god. Istraživanje morfometrijskih parametara obuhvatilo je mjerenje: visina, prečnika korijenovog vrata i broja grana u pršljenu. Proučavanje fizioloških parametara obuhvatilo je praćenje otvaranja pupoljaka, istraživanje sadržaja fotosintetičkih pigmenta i mjerenje fotosinteze, stomatalne provodljivosti i transpiracije na terenu. Varijabilnosti molekularnim markerima utvrđena je primjenom nSSR markera.

Rezultati ukazuju postojanje značajne varijabilnosti u pogledu preživljavanja, rasta i prirasta sadnica na nivou testova potomstva, populacija i linija polusrodnika. Preživljavanje sadnica u prvim godinama nakon osnivanja testova bilo je veće u Driniću nego u Srebrenici. Tokom godina, stopa preživljavanja se izjednačila u oba testa potomstva. Populacija Kneževo ima najmanji procenat opstalih sadnica u testu potomstva u Driniću, dok je u testu potomstva u Srebrenici situacija obrnuta – populacije Kneževo i Foča se odlikuju najvećim preživljavanjem. Populacija Olovo postiže skromne rezultate u oba testa potomstva. Izdvajaju se linije polusrodnika HP2/8 i HP2/10 sa najvećim procentom preživjelih sadnica.

Populacije Potoci i Olovo postižu najveće visine u testu potomstva u Driniću, dok se populacija Kneževo odlikuje najmanjim visinama. Najveći prečnik korijenovog vrata postigla je populacija Foča. Posmatrano po linijama polusrodnika, linija polusrodnika O9 je postizala najveće visine u skoro svim godinama, dok je najmanje visine dostizalo više različitih linija polusrodnika iz više populacija. U testu potomstva u Srebrenici najveće visine postizale su sadnica iz populacije Potoci i Kneževo, a najmanje populacija Foča i Han Pijesak 1. Sve razlike su se pokazale statistički

značajnim. Linije polusrodnika K11, K9 P8 i P9 pokazuju najbolje rezultate u pogledu visina.

Kada je u pitanju prirast, u testu potomstva Drinić, populacije Olovo i Potoci pokazuju najveće vrijednosti prirasta u skoro svim posmatranim godinama, a širi spektar linija polusrodnika (F5, F6, F10, HP2/3) odlikuje se najvećim vrijednostima prirasta po posmatranim godinama. Minimalne vrijednosti prirasta uglavnom su bilježene kod linija polusrodnika iz populacije Han Pijesak 2. U testu potomstva u Srebrenici najveći visinski prirasti su zabilježeni kod populacija Olovo, Potoci i Kneževo. Primjetan je pad visinskog prirasta u 2013. godini u odnosu na 2012. godinu usljed pojave suše, dok se uticaj suše nije odrazio na sadnice u testu potomstva u Driniću.

Otvaranje pupoljaka se pokazala kao vrlo varijabilna osobina. Sadnice iz populacije Kneževo su najranije otvarale pupoljke u oba testa potomstva, a naročito su se izdvajaju linije polusrodnika K2 i K10 koje se karakterišu najranijim otvaranjem pupoljaka. Najkasnije otvaranje pupoljaka zabilježeno je kod populacije Foča. Stoga se i može pretpostaviti da razlike u vremenu početka otvaranja pupoljaka mogu da budu preko dvije sedmice, sa različitim temperaturnim sumama potrebnim za početak otvaranja pupoljaka.

Varijabilnost utvrđena molekularnim markerima ukazuje na nizak stepen genetičke diferencijacije na nivou populacija što ukazuje na nesmetan protok gena među populacijama. Rezultati AMOVA testa ukazuju da je varijabilnost unutar individua 90%, između individua 8% i između populacija svega 2%.

Dobijeni rezultati dobijeni su za smrču u juvenilnoj fazi rasta i razvoja. Analiza adaptibilnosti smrče zahtijeva dugoročne planove istraživanja reproduktivnog materijala. Stoga i jeste neophodno nastaviti mjerenja morfoloških parametara sadnica i pratiti fiziološke parametre u dva testa potomstva, te vršiti poređenje posmatranih parametara. Budući planovi treba da se odnose na podizanje *ex situ* zasada smrče, ali i jasnije definisanje *in situ* mjera zaštite genfonda smrče.

Ključne riječi: *Picea abies* (Karst.), testovi potomstva, varijabilnost, Bosna i Hercegovina, morfometrija, fiziologija, mikrosatelitni markeri (nSSR)

Naučna oblast: Šumarstvo

Uža naučna oblast: Semenarstvo, rasadničarstvo i pošumljvanje

GENETICAL AND PHYSIOLOGICAL VARIABILITY OF NORWAY SPRUCE (*Picea abies* Karst.) IN PROGENY TESTS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Summary

Norway spruce is one of the most important conifer species in Bosnia and Herzegovina. During the last few decades, significant efforts have been made to improve the production of the forest reproductive material of this species. A large number of seed stands have been delineated, the production of seed and seedlings has been intensified and the seedlings have been distributed to different sites. The reaction of the progeny to the habitats to which it is transplanted is not familiar so the transfer is risky. In order to examine the progeny reactions, open field progeny tests have been established.

In the two progeny tests established in 2009 with stock type 2 + 1n in Drinić (the western part of B&H) and Srebrenica (the eastern part of B&H), the progeny of the species is tested in different bioecological conditions. The tests consist of 6 populations: Han Pijesak 1, Han Pijesak 2, Foča, Potoci, Olovo and Kneževo. The variability of the populations and half-sib lines in both progeny tests was investigated in terms of: morphometric, physiological and genetic parameters. The research was conducted in the period 2013-2016. The study of morphometric parameters included the measurements of height, root collar diameter and the number of whorls. The study of physiological parameters included: bud burst monitoring, the content of photosynthetic pigments investigation and the measurement of photosynthesis, stomatal conduction and transpiration in the field. The variability of molecular markers was determined by using nSSR markers.

The results indicated the existence of significant variability in the survival, growth and seedlings increment at the level of progeny tests, populations and half-sib lines. Seedlings survival in the first years after the progeny tests had been established was higher in Drinić than in Srebrenica. Over the years, the survival rate was equalized for both progeny tests. Population Kneževo had the smallest percentage of seedlings which survived in the progeny test Drinić, while in the progeny test Srebrenica the situation is reversed - the Kneževo and Foča populations were characterized by the greatest survival. The population of Olovo achieved modest results in both progeny tests. The HP2/8 and HP2/10 half-sib lines with the highest percentage of live seedlings have been distinguished.

The population Potoci and Olovo achieved the highest values of height in the progeny test Drinić, while Kneževo population was characterized by the lowest heights. The largest diameter of the root collar was recorded for Foča population. When observed on the half-sib lines level, O9 has reached the highest values of height in almost all years, while several different lines of half-sib lines from populations attained the smallest

heights. In the progeny test in Srebrenica the seedlings from Potoci and Kneževo populations attained the highest value of height, while the seedlings from populations Foča and Han Pijesak 1 attained the lowest value of height. All the differences were statistically significant. The half-sib lines: K11, K9 P8 and P9 show the best results in terms of height.

When the increment is in question, in the Drinić progeny test, Olovo and Potoci populations showed the highest growth rates in almost all the observed years, and a wider spectrum of half-sib lines (F5, F6, F10, HP2/3) is characterized by the high values of increment in the observed years. The minimum values have mainly been recorded in the half-sibs from the population Han Pijesak 2. In the progeny test in Srebrenica, the highest increments were recorded in the Olovo, Potoci and Kneževo populations. A decrease in height increment in 2013 was observed in comparison to 2012 due to drought, while the impact of drought did not affect the seedlings in the progeny test in Drinić.

Bud burst proved to be a very variable feature. Seedlings originating from Kneževo had the earliest budburst in both progeny tests and in particular half-sib lines K2 and K10 were distinguished as half-sib lines which are characterized by the earliest budburst. The latest budburst was observed in Foča population. It should be assumed that the differences in the start time of the budburst might be more than 2 weeks with different temperature sums necessary for the beginning of budburst.

The variability determined by molecular markers indicates a low degree of genetic differentiation at the population level, indicating an undisturbed gene flow among populations. The results of the AMOVA test indicate that the variability within the individuals is 90%, between the individuals 8% and between the populations only 2%.

The achieved results were obtained in the juvenile phase of the growth and development of Norway spruce. The analysis of the adaptability of the Norway spruce requires long-term research plans for studying the reproductive material of Norway spruce, and it is necessary to continue the measurements of the morphological parameters of the seedlings and to follow the physiological parameters in the two progeny tests, as well as to make comparison of observed parameters. Future plans should refer to the establishment of *ex-situ* Norway spruce “open-air” objects, but also to a more precise definition of *in-situ* measures for the protection of the species genpool.

Key words: *Picea abies* (Karst.), variability, progeny tests, Bosnia and Herzegovina, morphometry, physiology, microsatellite markers (nSSR)

Scientific area: Forestry

Narrow scientific field: Seed science, nursery and afforestation

SADRŽAJ

Spisak skraćenica.....	I
Spisak tabela.....	III
Spisak grafikona.....	VIII
Spisak slika.....	XII
Spisak karata.....	XIII
Spisak šema.....	XIII
1. UVOD	1
1.1. Pregled morfometrijskih istraživanja varijabilnosti smrče	7
1.2. Pregled fizioloških istraživanja.....	16
1.2.1. Varijabilnost otvaranja pupoljaka	16
1.2.2. Fotosinteza, stomatalna provodljivost, transpiracija i fotosintetički pigmenti.....	27
1.3. Pregled genetičkih istraživanja	32
1.4. Testiranje reproduktivnog materijala smrče <i>ex situ</i>	40
1.5. Značaj testiranja varijabilnost smrče u svjetlu klimatskih promjena i transfera reproduktivnog materijala	45
2. PREDMET ISTRAŽIVANJA	49
3. CILJ I OSNOVNE HIPOTEZE ISRAŽIVANJA	51
3.1. Cilj istraživanja	51
3.2. Hipoteze	52
4. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA.....	53
4.1. Test potomstva u Driniću.....	58
4.1.1. Fitocenološka pripadnost.....	58
4.1.2. Pedološke karakteristike.....	58
4.1.3. Orografske karakteristike	58
4.1.4. Klimatski parametri - temperature	59
4.1.5. Klimatski parametri - padavine	63
4.1.6. Klimatski parametri prema koeficijentima klime	63
4.2. Test potomstva u Srebrenici	65
4.2.1. Fitocenološka pripadnost.....	65
4.2.2. Pedološke karakteristike.....	65
4.2.3. Orografske karakteristike	65
4.2.4. Klimatski parametri - temperature	66
4.2.5. Klimatski parametri – padavine	70

4.2.6. Klimatski parametri prema koeficijentima klime	70
4.3. Realizovana istraživanja u testovima potomstva	71
4.4. Analiza morfometrijskih parametara sadnica različitih blokova, populacija i linija polusrodnika.....	73
4.4.1. Preživljavanje sadnica	74
4.5. Analiza fizioloških parametara sadnica različitih blokova, populacija i linija polusrodnika.....	75
4.5.1. Dinamika otvaranja pupoljaka	75
4.5.2. Mjerenje fotosinteze, transpiracije i stomatalne provodljivosti	78
4.5.3. Analiza sadržaja fotosintetičkih pigmenata	80
4.6. Genetička karakterizacija populacija i linija polusrodnika primjenom nSSR molekularnih markera	83
4.6.1. Definisane veličine uzorka, prikupljanje i priprema za obradu	83
4.6.2. DNK izolacija i PCR amplifikacija.....	84
4.7. Statistička obrada podataka	87
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM	90
5.1. Varijabilnost morfometrijskih parametara sadnica različitih blokova, populacija i linija polusrodnika.....	90
5.1.1. Varijabilnost visina i prečnika sadnica u korijenovom vratu.....	90
5.1.1.1. Varijabilnost visina i prečnika korijenovog vrata u testu potomstva u Driniću.....	91
5.1.1.2. Varijabilnost visina i prečnika korijenovog vrata u testu potomstva u Srebrenici.....	104
5.1.1.3. Odnos visina i prečnika korijenovog vrata između testova potomstva	117
5.1.2. Varijabilnost prirasta sadnica	124
5.1.2.1. Visinski prirast u testu potomstva u Driniću	125
5.1.2.2. Visinski prirast u testu potomstva u Srebrenici	134
5.1.2.3. Odnos prirasta između testova potomstva	146
5.1.3. Preživljavanje sadnica u testovima potomstva.....	152
5.1.3.1. Preživljavanje sadnica u testu potomstva u Driniću.....	154
5.1.3.2. Preživljavanje sadnica u testu potomstva u Srebrenici.....	159
5.1.4. Varijabilnost broja grana.....	169
5.1.4.1. Varijabilnost broja grana u testu potomstva u Driniću.....	169
5.1.4.2. Varijabilnost broja grana u testu potomstva u Srebrenici.....	171

5.1.5. Analiza bliskosti populacija i linija polusrodnika na osnovu preživljavanja i morfometrijskih parametara (visine sadnica, prirasta visina i prečnika korijenovog vrata i broja grana)	175
5.2. Varijabilnost fizioloških parametara sadnica različitih blokova, populacija i linija polusrodnika.....	179
5.2.1. Rezultati istraživanja otvaranja pupoljaka	179
5.2.1.1. Otvaranje pupoljaka u testu potomstva u Driniću	180
5.2.1.2. Otvaranje pupoljaka u testu potomstva u Srebrenici	189
5.2.1.3. Modeli za procjenu otvaranja pupoljaka	199
5.2.1.4. Analiza uticaja vremena otvaranja pupoljaka u testovima potomstva na preživljavanje i rast sadnica	206
5.2.2. Varijabilnost vrijednosti fotosinteze, transpiracije i stomatalne provodljivosti	219
5.2.2.1. Varijabilnost vrijednosti fotosinteze, transpiracije i stomatalne provodljivosti u testu potomstva u Driniću	219
5.2.2.2. Varijabilnost vrijednosti fotosinteze, transpiracije i stomatalne provodljivosti u testu potomstva u Srebrenici	223
5.2.3. Varijabilnost sadržaja pigmenata	228
5.2.3.1. Varijabilnost sadržaja pigmenata u testu potomstva u Driniću	228
5.2.3.2. Varijabilnost sadržaja pigmenata u testu potomstva u Srebrenici	232
5.2.4. Analiza bliskosti populacija u odnosu na posmatrane fiziološke parametre	237
5.3. Genetička varijabilnost populacija i linija polusrodnika	239
5.3.1. Alelna varijabilnost	239
5.3.2. Genetička varijabilnost populacija	245
5.3.3. Procjena genetičke strukture populacija primjenom STRUCTURE programskog paketa	251
6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA	260
7. ZAKLJUČCI.....	268
8. LITERATURA	272
9. PRILOZI	302
Biografija	
Bibliografija	
Izjava o autorstvu	
Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada	
Izjava o korišćenju	

LISTA SKRAĆENICA

A	Neto fotosinteza
Am	Indeks suše po De Martonu
ANOVA	Analiza varijanse
AMOVA	Analiza molekularne varijanse
BOP	Broj otvorenih pupoljaka izražen u procentima
cDNA	komplementarna DNK – DNK sintetisana iz RNK
CO ₂	Ugljen dioksid
cpSSR	Hloroplastni markeri
Cv	Koeficijent varijacije izražen u procentima [%]
DNK	Dezoksiribonuklinska kiselina
E	Transpiracija
EQ	Elenbergov koeficijent
EST	Expressed Sequence Tag - kratka subsekvencija cDNA
EU	Evropska unija
EUFROGEN	European forest genetic resources programme – Evropski program očuvanja šumskih genetičkih resursa
<i>ex-situ</i>	Konzervacija „van mjesta“ – konzervacija genofonda vrste na drugim lokacijama, van njihovog staništa
F	Polazna populacija smrče – sjemenska sastojina – Navijalo, Foča
F1÷F10	Oznake linija polusrodnika u populaciji Foča
FAI	Indeks suše po Führer et al. (2011)
F _{is}	Inbreeding
F _{it}	Ukupan inbreeding
F _{ST}	Genetička diferencijacija među populacijama
gs	Stomatalna provodljivost
H	Visina sadnica na nivou blokova i populacija
h	Visina sadnica na nivou linija polusrodnika
He	Očekivana heterozigotnost
Ho	Utvrđena heterozigotnost
HP 1	Polazna populacija smrče – sjemenska sastojina - Radojevac, Han Pijesak
HP 2	Polazna populacija smrče – sjemenska sastojina – Kusače, Han Pijesak
HP1/1÷HP1/9	Oznake linija polusrodnika u populaciji Han Pijesak 1
HP2/1÷HP2/10	Oznake linija polusrodnika u populaciji Han Pijesak 2
I	Shanon-ov indeks
I _D	Prirast prečnika korijenovog vrata na nivou populacije
I _d	Prirast prečnika korijenovog vrata na nivou linija polusrodnika
I _h	Prirast visine sadnica na nivou linija polusrodnika
I _H	Prirast visine sadnica na nivou populacije
IPCC	Internacionalni međuvladin panel o klimatskim promjenama
IUFRO	Međunarodna unija istraživačkih organizacija u šumarstvu
K	Polazna populacija smrče – sjemenska sastojina – Cvrcka, Kneževo
K1-K11	Oznake linija polusrodnika u populaciji Kneževo

mtSSR	Mitohondrijalni SSR markeri
Na	Srednji broj alela po lokusu
Ne	Srednji broj efektivnih alela po lokusu
Nm	Broj migranata
n_n	Procenat otvorenih pupoljaka
nSSR	Nuklearni SSR markeri
O	Polazna populacija smrče – privredna šuma – Grab, Olovo
O1÷O10	Oznake linija polusrodnika u populaciji Olovo
OECD	Organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj
P	Polazna populacija smrče – sjemenska sastojina – Vršak – Uvala, Potoci
p	statistička značajnost pri datoj vjerovatnoći; značajnost modela
P8÷P9	Oznake linija polusrodnika u populaciji Potoci
PCR	Polymerase chain reaction – lančana reakcija polimeraze
Pup 1	Procenat otvorenih pupoljaka na sadnicama u prvom osmatranju u godini
Pup 2	Procenat otvorenih pupoljaka na sadnicama u drugom osmatranju u godini
Pup 3	Procenat otvorenih pupoljaka na sadnicama u trećem osmatranju u godini
Pup 4	Procenat otvorenih pupoljaka na sadnicama u četvrtom osmatranju u godini
r	koeficijent korelacije
RHMZRS	Republički hidrometeorološki savez Republike Srpske
rpm	rotation per minute – broj obrtaja (centrifuge) u minutu
Sep p	Septembar prethodne godine
Sep t	Septembar tekuće godine
SNP	Single-Nucleotide Polymorphism – varijacije jednog nukleotida koje se javljaju na specifičnoj poziciji u genomu
SSR	Simple Sequence Repeats – markeri kratkih ponavljajućih sekvenci DNK
SWECLIM	Švedski scenario promjene klime na osnovu predikcije globalne promjene klime
t_1	Redni broj dana opažanja otvorenosti pupoljaka od početka godine
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change

SPISAK TABELA

Tabela 1. Podaci o polaznim populacijama	54
Tabela 2. Broj linija polusrodnika po populacijama.....	55
Tabela 3. Broj posađenih sadnica po blokovima	56
Tabela 4. Broj posađenih sadnica po liniji polusrodnika.....	56
Tabela 5. Broj posađenih sadnica po populacijama	56
Tabela 6. Podaci o meteo stanicama sa kojih su prikupljeni podaci	59
Tabela 7. Prosječne mjesečne temperature za periode 1961-1990. godine i 2008-2016. godine	61
Tabela 8. Datum početka računanja temperaturnih suma u Driniću	61
Tabela 9. Prosječne mjesečne količine padavina za referentni period 1961-1990. godina za područje Drinića i za period osmatranja	63
Tabela 10. Klimatski uslovi u testu potomstva u Driniću na bazi koeficijenata klime	64
Tabela 11. Podaci o meteo stanicama sa kojih su prikupljeni podaci	67
Tabela 12. Prosječne vrijednosti temperature za lokalitet Srebrenica.....	68
Tabela 13. Datum početka računanja temperaturnih suma u Srebrenici	68
Tabela 14. Prosječne vrijednosti padavina za lokalitet Srebrenica	70
Tabela 15. Klimatski uslovi u testu potomstva u Srebrenici na bazi koeficijenata	71
Tabela 16. Datum osmatranja otvorenosti pupoljaka u testovima potomstva.....	78
Tabela 17. Spisak korišćenih prajmera.....	85
Tabela 18. Visina sadnica i prečnik korijenovog vrata na nivou blokova u testu potomstva u Driniću	92
Tabela 19. Visine sadnica na nivou populacija u testu potomstva u Driniću.....	94
Tabela 20. Visine sadnica na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću.....	97
Tabela 21. Rezultati regresione analize za prečnik korijenovog vrata i visine sadnica tokom 2014. i 2016. godine u testu potomstva u Driniću	102
Tabela 22. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za istraživane visine i prečnike korijenovog vrata sadnica u testu potomstva Drinić.....	103
Tabela 23. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu visina i prečnika korijenovog vrata sadnica u testu potomstva u Driniću, dobijeni primjenom kanonijske diskriminantne analize	103
Tabela 24. Visine sadnica na nivou blokova u testu potomstva u Srebrenici	105
Tabela 25. Visine sadnica i prečnik korijenovog vrata na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici	107

Tabela 27. Rezultati regresione analize za prečnik korijenovog vrata i visine sadnica tokom 2014. i 2016. godine u testu potomstva u Srebrenici	115
Tabela 28. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za istraživane visine i prečnike korijenovog vrata sadnica u testu potomstva Drinić.....	116
Tabela 29. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu visina i prečnika korijenovog vrata sadnica u testu potomstva u Driniću, dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize	116
Tabela 30. Rezultati dvofaktorijalne analize varijanse za visine i prečnike korijenovog vrata na nivou blokova u testu potomstva u Srebrenici	117
Tabela 31. Rezultati Dankan testa za interakciju “test potomstva x blok” za visine i prečnike korijenovog vrata u testu potomstva u Srebrenici	118
Tabela 32. Rezultati Dankan testova za obilježje “visina sadnica” i “prečnik korijenovog vrata” u interakciji “test potomstva x populacija” u testu potomstva u Srebrenici.....	119
Tabela 33. Visinski i debljinski prirast sadnica na nivou blokova u testu potomstva u Driniću	126
Tabela 34. Visinski prirasti sadnica na nivou populacija u testu potomstva u Driniću.....	128
Tabela 35. Prirasti sadnica na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću.....	131
Tabela 36. Visinski prirasta sadnica i prirast prečnika korijenovog vrata za period 2014-2016. god. na nivou blokova u testu potomstva u Srebrenici	136
Tabela 37. Visinski prirasti na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici	138
Tabela 38. Visinski prirast sadnica na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici.....	142
Tabela 39. Rezultati dvofaktorijalne analize varijanse za obilježja “visinski prirast sadnica” i “prirast prečnika korijenovog vrata”	146
Tabela 40. Rezultati Dankan testa za interakciju “test potomstva x blok”	147
Tabela 41. Rezultati Dankan testa za interakciju testova potomstva i populacija.....	148
Tabela 42. Rezultati analize varijanse za obilježje “preživljavanje sadnica” za nivo blokova, populacija i linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću.....	157
Tabela 43. Rezultati Dankan testova za obilježje “preživljavanje sadnica” na nivou blokova u testu potomstva u Driniću.....	157
Tabela 44. Rezultati Dankan testova za obilježje “preživljavanje sadnica” na nivou populacija u testu potomstva u Driniću	158
Tabela 45. Rezultati analize varijanse za obilježje “preživljavanje sadnica” za nivo blokova, populacija i linija polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici.....	162

Tabela 46. Rezultati Dankan testova za obilježje “preživljavanje sadnica” na nivou blokova u testu potomstva u Srebrenici	162
Tabela 47. Rezultati Dankan testova za obilježje “preživljavanje sadnica” na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici.....	163
Tabela 48. Rezultati dvofaktorijalne analize varijanse za obilježje “preživljavanje sadnica” za nivo blokova, populacija i linija polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici.....	163
Tabela 49. Rezultati Dankan testova za obilježje “preživljavanje sadnica” za interakciju “test potomstva x blok” u testu potomstva u Srebrenici.....	164
Tabela 50. Rezultati Dankan testova za obilježje “preživljavanje sadnica” za interakciju “test potomstva x populacija” u testu potomstva u Srebrenici	165
Tabela 51. Prosječan broj grana na nivou blokova u testu potomstva u Driniću	169
Tabela 52. Prosječan broj grana na nivou populacija u testu potomstva u Driniću	170
Tabela 53. Prosječan broj grana na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću	171
Tabela 54. Rezultati Dankan testa za obilježje “broj grana” na nivou linija polusrodnika	171
Tabela 55. Prosječan broj grana na nivou blokova u testu potomstva u Srebrenici	172
Tabela 56. Prosječan broj grana na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici.....	172
Tabela 57. Prosječan broj grana na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici.....	173
Tabela 58. Rezultati Danakn testa za “broj grana” na nivou linija polusrodnika.....	173
Tabela 59. Rezultati dvofaktorijalne analize varijanse za testove potomstva u odnosu na blokove, populacija i linije polusrodnika	174
Tabela 60. Rezultati analize varijanse za obilježje “otvaranje pupoljaka” za nivo blokova, populacija i linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću	187
Tabela 61. Rezultati Dankan testa za obilježje “otvaranje pupoljaka” na nivou blokova u testu potomstva u Driniću	187
Tabela 62. Rezultati Dankan testa za obilježje “otvaranje pupoljaka” na nivou populacija u testu potomstva u Driniću	188
Tabela 63. Rezultati analize varijanse za nivoe blokova, populacija i linija polsrodnika u testu potomstva u Srebrenici.....	196
Tabela 64. Rezultati Dankan testova za obilježje „otvorenost pupoljaka” za nivo blokova u testu potomstva u Srebrenici.....	197
Tabela 65. Rezultati Dankan testova za obilježje „otvorenost pupoljaka” za nivo populacija u testu potomstva u Srebrenici	198

Tabela 66. Otvaranje pupoljaka u testu potomstva Drinić – procjena početka otvaranja pupoljaka.....	200
Tabela 67. Otvaranje pupoljaka u testu potomstva u Drinići na osnovu kumulanti temperatura	201
Tabela 68. Otvaranje pupoljaka u testu potomstva Srebrenica – procjena početka otvaranja pupoljaka.....	203
Tabela 69. Otvaranje pupoljaka u testu potomstva Srebrenica na osnovu kumulanti temperatura	204
Tabela 70. Deskriptivna statistika na nivou populacija u testu potomstva u Driniću za obilježja „neto fotosinteza, transpiracija i stomatalna provodljivost	222
Tabela 71. Deskriptivna statistika na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću za obilježja „neto fotosinteza, transpiracija i stomatalna provodljivost.....	222
Tabela 72. Deskriptivna statistika za fiziološke parametre na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici za obilježja „neto fotosinteza, transpiracija i stomatalna provodljivost	226
Tabela 73. Deskriptivna statistika za fiziološke parametre na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici za obilježja „neto fotosinteza, transpiracija” i „stomatalna provodljivost”	226
Tabela 74. Deskriptivna statistika za fotosintetičke pigmente na nivou populacija u testu potomstva u Driniću.....	231
Tabela 75. Deskriptivna statistika za fotosintetičke pigmente na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću.....	231
Tabela 76. Deskriptivna statistika za pigmente u testu potomstva u Srebrenici za fotosintetičke pigmente na nivou populacija	235
Tabela 77. Deskriptivna statistika za pigmente u testu potomstva u Srebrenici za fotosintetičke pigmente na nivou linija polusrodnika.....	235
Tabela 78. Alelne frekvencije po populacijama (GenAlex, Peakall i Smouse, 2005).....	239
Tabela 79. Broj alela po genskom lokusu na nivou populacija	241
Tabela 80. Bogatstvo alela po lokusima i populacijama (Fstat 2.9.3.2., Goudet, 2002).....	242
Tabela 81. Jedinstveni aleli po istraženim populacijama (GenAlex 6.521. Peakall i Smouse, 2005)	243
Tabela 82. Rezultati Mikro Checker-a (van Oosterhout et al., 2003) – utvrđivanje prisustva nultih alela.....	244
Tabela 83. Srednje vrijednosti parametara genetičke varijabilnosti po populacijama (GenAlex 6.521. Peakall i Smouse, 2005)	247

Tabela 84. Srednje vrijednosti parametara genetičke varijabilnosti po lokusima (GenAlex 6.521. Peakall i Smouse, 2005)	247
Tabela 85. Vrijednosti F-statistike (GenAlex 6.521. Peakall i Smouse, 2005).....	248
Tabela 86. Nei genetička distanca među populacijama (GenAlex 6.521. Peakall i Smouse, 2005)	249
Tabela 87. Rezultati AMOVA analize za smrču u testovima potomstva u BiH (GenAlex 6.521. Peakall i Smouse, 2005)	251
Tabela 88. Lista jedinstvenih (privatnih) alela po linijama polusrodnika i uzorcima ...	258

SPISAK GRAFIKONA

Grafikon 1. Odnos podataka o prosječnim dnevnim temperaturama sa automatske meteo stanice i stacionarne meteo stanice RHMZRS-a.....	60
Grafikon 2. Temperaturne sume tokom 2013. god. za test potomstva u Driniću.....	62
Grafikon 3. Temperaturne sume tokom 2015. god. za test potomstva u Driniću.....	62
Grafikon 4. Temperaturne sume tokom 2016. god. za test potomstva u Driniću.....	62
Grafikon 5. Odnos podataka o prosječnim dnevnim temperaturama sa meteo stanice u ogledu i stacionarne meteo stanice RHMZRS-a	67
Grafikon 6. Temperaturne sume tokom 2013. god. za test potomstva u Srebrenici	69
Grafikon 7. Temperaturne sume tokom 2015. god. za test potomstva u Srebrenici	69
Grafikon 8. Temperaturne sume tokom 2016. god. za test potomstva u Srebrenici	69
Grafikon 9. Klaster analiza za obilježja “visina” i “ prečnik korijenovog vrata” sadnica na nivou populacija u testu potomstva u Driniću	100
Grafikon 10. Klaster analiza za obilježja “visina” i “ prečnik korijenovog vrata” sadnica na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću.....	101
Grafikon 11 i 12. Zavisnost visine sadnica i prečnika korijenovog vrata u 2014. i 2016. godini u testu potomstva u Driniću.....	102
Grafikon 13. Distribucija linija polusrodnika unutar populacija na osnovu posmatranih obilježja “visina sadnica” i “prečnik korijenovog vrata” sadnica u testu potomstva u Driniću.....	103
Grafikon 14. Klaster analiza za obilježja “visina” i “ prečnik korijenovog vrata” sadnica na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici	114
Grafikon 15. Klaster analiza za obilježja “visina” i “ prečnik korijenovog vrata” sadnica na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici	114
Grafikon 16. i 17. Zavisnost visine sadnica i prečnika korijenovog vrata u 2014. i 2016. godini u testu potomstva u Srebrenici	115
Grafikon 18. Distribucija linija polusrodnika unutar provenijencija na osnovu posmatranih obilježja “visina sadnica” i “prečnik korijenovog vrata” sadnica u testu potomstva u Srebrenici	116
Grafikon 19. Funkcije rasta sadnica u testu potomstva u Driniću.....	121
Grafikon 20. Funkcije rasta sadnica u testu potomstva u Srebrenici.....	122
Grafikon 21. Klaster analiza visinskih prirasta i prirasta prečnika korijenovog vrata za period 2014-2016. god. u testu potomstva u Driniću na nivou populacija	129
Grafikon 22. Klaster analiza visinskih prirasta i prirasta prečnika korijenovog vrata za period 2014. i 2016. god. u testu potomstva u Driniću na nivou linija polusrodnika	134

Grafikon 23. Klaster analiza visinskih prirasta i prirasta prečnika korijenovog vrata za period 2014-2016. god. na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici.....	139
Grafikon 24. Klaster analiza visinskih prirasta i prirasta prečnika korijenovog vrata za period 2014-2016. god. u testu potomstva u Srebrenici na nivou linija polusrodnika	145
Grafikon 25. Preživljavanje sadnica u testovima potomstva smrče	154
Grafikon 26. Preživljavanje sadnica u testu potomstva smrče Drinić na nivou populacija	155
Grafikon 27. Preživljavanje sadnica u testu potomstva smrče Drinić na nivou linija polusrodnika	156
Grafikon 28. Preživljavanje sadnica u testu potomstva u Srebrenici na nivou populacija	160
Grafikon 29. Preživljavanje sadnica u testu potomstva u Srebrenici na nivou linija polusrodnika	161
Grafikon 30. Klaster analiza bazirana na nivou populacija, bazirana na morfometrijskim karakteristika, preživljavanju i broju grana na nivou populacija u testu potomstva u Driniću.....	177
Grafikon 31. Klaster analiza na nivou linija polusrodnika, bazirana na morfometrijskim karakteristikama, preživljavanju i broju grana u testu potomstva u Driniću.....	177
Grafikon 32. Klaster analiza na nivou populacija, bazirana morfometrijskim karakteristikama, preživljavanju i broju grana u testu potomstva u Srebrenici	178
Grafikon 33. Klaster analiza na nivou linija polusrodnika, bazirana na morfometrijskim karakteristikama, preživljavanju i broju grana u testu potomstva u Srebrenici.....	178
Grafikon 34. Dinamika otvaranja pupoljaka po godinama u testu potomstva u Driniću.....	181
Grafikon 35. Otvaranje pupoljaka po populacijama u testu potomstva u Driniću u 2013. godini.....	182
Grafikon 36. Otvaranja pupoljaka po populacijama u testu potomstva u Driniću u 2015. godini.....	182
Grafikon 37. Otvaranja pupoljaka po populacijama u testu potomstva u Driniću u 2016. godini.....	182
Grafikon 38. Otvaranje pupoljaka u 2013. po linijama polusrodnika u testu potomstva u Driniću	184

Grafikon 39. Otvaranje pupoljaka u 2015. po linijama polusrodnika u testu potomstva u Driniću	185
Grafikon 40. Otvaranje pupoljaka u 2016. po linijama polusrodnika u testu potomstva u Driniću	186
Grafikon 41. Dinamika otvaranja pupoljaka po godinama u testu potomstva u Srebrenici.....	190
Grafikon 42. Dinamika otvaranja pupoljaka po godinama i populacijama u testu potomstva u Srebrenici u 2013. godini.....	191
Grafikon 43. Dinamika otvaranja pupoljaka po godinama i populacijama u testu potomstva u Srebrenici u 2015. godini.....	191
Grafikon 44. Dinamika otvaranja pupoljaka po godinama i populacijama u testu potomstva u Srebrenici u 2016. godini.....	191
Grafikon 45. Dinamika otvaranja pupoljaka u 2013. god. po linijama polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici.....	193
Grafikon 46. Dinamika otvaranja pupoljaka u 2015. god. po linijama polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici.....	194
Grafikon 47. Dinamika otvaranja pupoljaka u 2016. po linijama polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici.....	195
Grafikon 48. Dinamika otvaranja pupoljaka po godinama u testovima potomstva	199
Grafikon 49. Temperature tokom zimskog perioda 2012-2013, 2014-2015. i 2015-2016. godine u vrijeme mirovanja sadnica u testu potomstva u Driniću (<i>x-osa: prosječne dnevne temperature, y-osa: mjerena temperatura na dati datum</i>)	205
Grafikon 50. Temperature tokom zimskog perioda 2012-2013, 2014-2015. i 2015-2016. godine u vrijeme mirovanja sadnica u testu potomstva u Srebrenici (<i>x-osa: prosječne dnevne temperature, y-osa: mjerena temperatura na dati datum</i>)	205
Grafikon 51. Odnos preživljavanja sadnica i otvorenosti pupoljaka na nivou populacija u testu potomstva u Driniću u 2015. god.	207
Grafikon 52. Odnos preživljavanja sadnica i otvorenosti pupoljaka na nivou linija polusr. u testu potomstva u Driniću u 2015. god.....	207
Grafikon 53. Odnos preživljavanja sadnica i otvorenosti pupoljaka na nivou populacija u testu potomstva u Driniću u 2016. god.	207
Grafikon 54. Odnos preživljavanja sadnica i otvorenosti pupoljaka na nivou linija polusr. u testu potomstva u Driniću u 2016. god.....	207
Grafikon 55. Odnos preživljavanja sadnica i otvorenosti pupoljaka na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici u 2015. god.	208
Grafikon 56. Odnos preživljavanja sadnica i otvorenosti pupoljaka na nivou linija polusr. u testu potomstva u Srebrenici u 2015. god.	208

Grafikon 57. Odnos preživljavanja sadnica i otvorenosti pupoljaka na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici u 2016. god.	209
Grafikon 58. Odnos preživljavanja sadnica i otvorenosti pupoljaka na nivou linija polusr. u testu potomstva u Srebrenici u 2016. god.	209
Grafikon 59. Raspored padavina po mjesecima za Drinić u 2015. i 2016. godini	209
Grafikon 60. Raspored padavina po mjesecima za Srebrenicu u 2015. i 2016. god.	209
Grafikon 61. Odnos otvorenosti pupoljaka i prirasta na nivou populacija u testu potomstva u Driniću u 2015. god.	210
Grafikon 62. Odnos otvorenosti pupoljaka i prirasta na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću u 2015. god.	210
Grafikon 63. Odnos otvorenosti pupoljaka i prirasta na nivou populacija u testu potomstva u Driniću u 2016. god.	211
Grafikon 64. Odnos otvorenosti pupoljaka i prirasta na nivou linija polusr. u testu potomstva u Driniću u 2016. god.	211
Grafikon 65. Odnos otvorenosti pupoljaka i prirasta na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici u 2015. god.	211
Grafikon 66. Odnos otvorenosti pupoljaka i prirasta na nivou linija polusr. u testu potomstva u Srebrenici u 2015. god.	211
Grafikon 67. Odnos otvorenosti pupoljaka i prirasta na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici u 2016. god.	211
Grafikon 68. Odnos otvorenosti pupoljaka i prirasta na nivou linija polusr. u testu potomstva u Srebrenici u 2015. god.	211
Grafikon 69. Klaster analiza za fiziološke parametre (A, E i gs) sadnica na nivou populacija u testu potomstva u testu potomstva u Driniću	221
Grafikon 70. Klaster analiza bliskosti populacija na osnovu mjerenih fizioloških parametara u testu potomstva u Srebrenici	225
Grafikon 71. Klaster analiza bliskosti populacija na osnovu sadržaja pigmenata u testu potomstva u Driniću	232
Grafikon 72. Klaster analiza bliskosti populacija na osnovu sadržaja pigmenata u testu potomstva u Srebrenici	236
Grafikon 73. Klaster analiza za fiziološke parametri za test potomstva u Driniću na nivou testiranih populacija	237
Grafikon 74. Klaster analiza za fiziološke parametri za test potomstva u Srebrenici na nivou testiranih populacija	238
Grafikon 75. Raspored populacija na osnovu rezultata softvera PAST (Hammer et al., 2001)	250

Grafikon 76. Varijabilnost unutar i između populacija smrče u testovima potomstva u BiH.....	250
Grafikon 77. ΔK baziran na veličini promjene između dvije vrijednosti (prema Evano et al. 2005).....	252
Grafikon 78. Određivanje K vrijednosti bazirano je na $\ln P(D)$ vrijednostima (log probability of data) (Metod po Pritchardu et al., 2000).....	252
Grafikon 79. Klaster dobijen nakon analiza podataka primjenom softvera Structure (Pritchard et al., 2000) za $\Delta K=5$	254
Grafikon 80. “Princial coordinates” grafikoni za linije polusrodnika u testovima potomstva u BiH 1 vs 2 coordinate	255
Grafikon 81. “Princial coordinates” grafikoni za linije polusrodnika u testovima potomstva u BiH 1 vs 3 coordinate	256

SPISAK SLIKA

Slika 1. Test potomstva u Driniću	59
Slika 2. Test potomstva u Srebrenici	66
Slika 3. Mjerenje visina sadnica	73
Slika 4. Mjerenje prečnika korijenovog vrata sadnica	73
Slika 5. Oštećenje vrha	74
Slika 6. Oštećenje pridanka	74
Slika 7. Oboljela sadnica	74
Slika 8. Zatvoren pupoljak	76
Slika 9. Otovoren pupoljak	76
Slika 10. Meteorološka stanica kod testa potomstva u Srebrenici	77
Slika 11. Mjerenje fotosinteze, stomatalne provodljivosti i transpiracije uređajem LCpro+	79
Slika 12. Označavanje sadnica za analize fizioloških parametara	80
Slika 13. Uzimanje uzoraka za potrebe fizioloških istraživanja	80
Slika 14. Pakovanje uzoraka za transport	81
Slika 15. Pohranjivanje uzoraka u prenosni frižider	81
Slika 16, 17 i 18. Ekstrakcija pigmenata iz četina smrče i očitavanje rezultata absorbance	82
Slika 19. 0,3-0,5 g uzorka za izolaciju DNK	85
Slika 20. Resuspendovana DNK u ependorf epruveti	85
Slika 21. PCR uređaj u postupku DNK amplifikacije	86
Slika 22. CQ8000 Genetic analysis system sekvencioner	86
Slika 23. Genome lab GeXP sekvencioner	87
Slika 24. Otvorenost pupoljaka kod različitih linija polusrodnika – prikaz sadnice na kojoj su pupoljci otvoreni i ostalih sadnica oko nje kod kojih su pupoljci zatvoreni	259

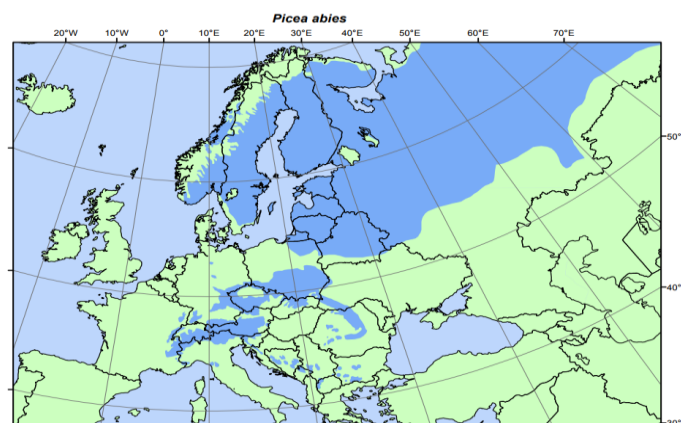
SPISAK ŠEMA

Šema 1. Raspored sadnje sadnica linija polusrodnika na primjeru populacije Foča u trećem ponavljanju u testu potomstva u Driniću (šema 2)	57
Šema 2. Raspored blokova i populacija unutar blokova u testu potomstva u Driniću – šematizovan, pojednostavljen prikaz	59
Šema 3. Raspored blokova i populacija unutar blokova u testu potomstva u Srebrenici – šematizovan, pojednostavljen prikaz	66
Šema 4. Pregled istraživanja	72
Šema 5. Hodogram radova u testovima potomstva u BiH	89

1. UVOD

Smrča predstavlja jednu od ekološki i ekonomski najvažnijih vrsta u šumarstvu Evrope. Rasprostranjena je u Centralnoj, Sjevernoj i Južnoj Evropi. Od ukupno 36 vrsta iz roda *Picea*, svega dvije vrste iz tog roda egzistiraju na području Evrope: smrča (*Picea abies* Karst.) i omorika (*Picea omorika* Panč./Purk.), pri čemu je smrča, pored Evrope, raširena i u dijelu Azije (Ravazzi, 2002), dok je omorika ograničena samo na srednji tok rijeke Drine u Srbiji i Bosni i Hercegovini (Čolić, 1953; Fukarek, 1951; 1957).

Kao tipični predstavnik borealnih vrsta, smrča obuhvata područje od 31. stepena sjeverne geografske širine od Balkanskog poluostrva ($41^{\circ}27'N$), do krajnjeg sjevera u blizini Čatanga, rijeke u Sibiru ($72^{\circ}15'N$). Posmatrano u odnosu na istočnu geografsku dužinu, areal smrče se prostire od $5^{\circ}27'$ istočne geografske dužine u francuskim Alpima, do istočne geografske dužine $154^{\circ}E$, tj. do Ohotskog mora u istočnom Sibiru (karta 1). Vertikalna distribucija je od nivoa mora do visine od 2.300 m u italijanskim Alpima (Skrøppa, 2003). Fukarek (1970) navodi da se areal smrče prostire od Sibira, preko Urala, obuhvata prostor na sjeveru Evrope, te da se nastavlja na visoke planine Srednje i Južne Evrope: Alpe, Sudete, Karpate, Dinaride i Rodope. Isti autor navodi da smrče nema na Apeninima i Pirinejima, mada De Pierro et al. (2016) nalaze smrču na krajnjem sjeveru Apenina. Smrča izbjegava ravnice, te se na jug Evrope spušta u dva pravca: istočni (sa Karpata, preko visokih planina zapadne Srbije, na bugarski Balkan i Rodope) i zapadni (sa padina Istočnih Alpa, preko Dinarida, do masiva Šar-planine i Koraba).



Karta 1. Areal smrče u Evropi i Zapadnoj Aziji (izvor: http://www.euforgen.org/fileadmin/templates/euforgen.org/upload/Documents/Maps/JPG/Picea_abies.jpg)

Smatra se jednom od vrsta sa najdužom istorijom kultivacije (Skroppa, 2003). Širenje površina pod smrčom na mjesta gdje je ranije nije bilo je dugotrajan, intenzivan i kontinuiran proces koji je doveo do toga da se smrča može naći u mnogim zemljama gdje se ne javlja prirodnim putem (Nožička, 1972; Gartner et al., 2009). Široko rasprostranjenje i kvalitet drveta dovelo je do masovne potražnje ove vrste u drvoprerađivačkoj industriji. Ta potražnja dovela je do potrebe za podizanjem novih šuma, te masovne upotrebe sjemena i sadnog materijala smrče. Međutim, nerijetko se dešavalo da smrča, tj. njene provenijencije nisu ispunjavale očekivanja šumarske struke na terenu - smrča nije pokazala svoj puni kapacitet na novim staništima usljed slabe prilagođenosti.

Zbog istorijskih okolnosti transfera reproduktivnog materijala smrče, skoro je nemoguće odvojiti prirodne šume smrče od vještačkih. Smatra se da je ukupna površina pod šumama u Evropi smrče veća od 30 miliona hektara (Jansson et al., 2013), bez podataka iz Rusije. Kompleksnost određivanja površine pod šumama smrče je još značajnija kada se ima u vidu da se ona javlja kao edifikator, subedifikator, ili kao primiješana vrsta u šumama.

Postoje i pojave spontane hibridizacije smrče sa desetak drugih vrsta iz roda *Picea*, kako na dodirnim tačkama, tako i sa geografski udaljenim vrstama iz roda *Picea* (Isajev, 1988). O razlikama između smrča i hibridizaciji na dodiru areala – smrče (*Picea abies*) i sibirske smrče (*Picea obvata*), na bazi morfoloških parametara piše Popov (2003), a na bazi molekularnih markera Tollefsrud et al. (2010) i Tsuda et al. (2016).

Smrča se odlikuje sa vrlo malim stepenom autooprašivanja koje se procjenjuje na svega 1% (Skroppa, 2003). Polen ove vrste može se raznijeti na velike distance, što omogućava lakši protok gena, veću varijabilnost i mali procenat ukrštanja u srodstvu. Takođe, morfologija sjemena, njegova mala masa i anemohorni mehanizam prenosa na veće udaljenosti, čine smrču izrazito raširenom i varijabilnom. Uz to, treba imati u vidu vrlo velike površine pod zasadima smrče širom Evrope i svijeta, što doprinosi globalnom diverzitetu vrste. Vrsta je pogodna za pošumljavanje različitih staništa, pa je kao takva preporučena za brojna staništa kako u Evropi, tako i za područje Sjeverne Amerike (Gilman i Watson, 1994).

Međutim, treba imati u vidu činjenicu da se sve šumske vrste drveća mogu klasifikovati u tri kategorije: adaptivni specijalisti, adaptivni generalisti i vrste intermedijarne kategorije (Rehfeldt, 1994). Navedene kategorije odlikavaju norme reakcije vrsta, tj. vrste sa malom, velikom i srednjom normom reakcije. Smrča se, na osnovu posljednjih genocenoloških testova iz Švajcarske, deklariše kao genetički specijalist. To znači da uticaj spoljašnje sredine ima značajan uticaj na preživljavanje i fiziološke funkcije vrste (Frank et al., 2017), tj. ima malu ekološku valencu, što treba imati u vidu prilikom transfera na druga staništa. Neki istraživači pak smrču vide kao genetičkog generalistu (Pacalaj et al., 2002).

Veliki areal smrče, posmatrano kroz prizmu različitih geografskih i ekoloških jedinica u kojima se smrča rasprostire i osobina „genetičkog specijaliste“, uslovljava pojavu razlika u genomu, kao i u morfološkim i fiziološkim razlikama kod ove vrste, što je rezultata interakcije genoma i životne sredine.

Stoga rad genetičara i oplemenjivača sa smrčom nije lak iz više razloga. Prva dva su već navedena: veliki areal vrste i genetička specijalnost, a neki od ostalih bitnih razloga su: dug životni vijek i vrijeme postizanja fiziološke zrelosti, peridiocitet uroda, očekivanja u ekonomskom, ekološkom i socijalnom pogledu, te novi izazovi u vidu klimatskih promjena i odumiranja smrče na velikim površinama širom Evrope (Bošel'a, 2014). Aktivnosti na istraživanjima su permanentna i izvode se u Evropi i svijetu. Značajan dio aktivnosti na ispitivanju varijabilnosti i testiranju smrče vode se u okviru IUFRO organizacije u divizijama S2.02.11 „Smrča i bijeli bor – genetički resursi i oplemenjivanje“, S1.01.08 „Ekologija i gajenje smrče“, a ranijem u diviziji S2.02.11 „Provenijencije smrče i njeno oplemenjivanje“.

Na Balkanskom poluostrvu nalazi se najjužniji dio areala vrste koji poprima oblike perifernalnog, disjunktnog areala (karta 2). Smrča je vrsta sa kojom se šumari u Bosni i Hercegovini vrlo često susreću u svim segmentima šumarstva. Prema Inventuri šuma na velikim površinama u Bosni i Hercegovini, udio smrče u šumama iznosi oko 21%, ili oko 630.000 ha (Matić et al., 1971; Pintarić, 1998). Javlja se uglavnom u montanom, subalpskom i alpskom dijelu planina koje čine lanac Dinarida (Fukarek, 1970; Šilić, 1990).



Karta 2. Areal smrče u Bosni i Hercegovini (izvor: Fukarek, 1970)

Smrča se javlja sama i u kombinaciji sa drugim vrstama. Javlja se kao edifikator, najčešće u zajednicama sa jelom i bukvom i jelom. U Bosni i Hercegovini javlja se kao edifikator u šumskim fitocenoza koje se svrstavaju u dvije grupe: (I) tamne acidofilne četinarske šume klase *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939, (II) mezoneutrofilne lišćarske i mješovite lišćarsko-četinarske šume umjerene zone klase *Carpino-Fagetea sylvaticae* Jakucs ex Passarge 1968 (Bohn et al., 2004; Mucina et al., 2016). U prvoj navedenoj grupi, u okviru sveze *Piceion excelsae* Pawłowski et al. 1928, smrča se nalazi u zajednicama subalpijskih šuma (*Piceetum subalpinum illyricum* Horv. 1974; *Aceri visianii-Piceetum subalpinum* Stef. 1970) i mrazišnih šuma smrče (*Piceetum montanum illyricum* Horv. et al. 1974) (Drešković et al., 2011).

U okviru druge grupe, smrča se javlja u okviru sveze *Aremonio-Fagion* (Horvat 1950) Török et al. 1989. Dolazi uz bukvu i jelu, kao edifikator ili subedifikator u klimatogenim šumskim zajednicama bukve i jele (*Abieti-Fagetum dinaricum* Tregubov 1957), te bukve, jele i smrče (*Piceo-Abieti-Fagetum* Stefanović et al. 1983) u pojasu unutrašnjih Dinarida. Sinatakonomska kompleksnost je odlika navedene dvije zajednice, te još uvijek nije postignut konsenzus o njihovoj sintaksonomskoj pripadnosti. Neki autori u Bosni i Hercegovini i Srbiji (Beus, 1984; Bucalo, 1999; Sarić, 1997; Stefanović, et al., 1983; Tomić i Rakonjac, 2013), prepoznaju dvije različite asocijacije, dok hrvatski i slovenački autori ove dvije zajednice smatraju varijantama asocijacije *Omphalodo-Fagetum* Tregubov 1957, Marinček et al. 1993 (*Abieti-Fagetum dinaricum* Tregubov 1957) (Surina i Dakskobler, 2013; Vukelić, 2012). Ipak, istraživanja novijeg datuma navode na zaključak da je hladnija i acidofilnija varijanta zajednice bukve, jele i smrče posebna asocijacija. Ona pripada tamnim acidofilnim četinarskim šumama klase

Vaccinio-Picetea, dok mezoneutrofilna varijanta pripada asocijaciji *Abieti-Fagetum dinaricum* sveze *Aremonio-Fagion* (Stupar i Čarni, 2016).

Poseban slučaj predstavljaju sekundarne šume smrče u gorskom pojasu koje su u stvari prelazni stadiji u sukcesivnim nizovima prema klimatogenim šumama bukve i jele ili bukve, jele i smrče. To su: šume smrče sa bijelim borom (*Piceo-Pinetum illyricum* Stef. 1960) te šuma jele i smrče (*Abieti-Piceetum* Stef. 1960) koje sintaksonomski pripadaju klasi *Vaccinio-Picetea* (Milanović et al., 2015).

U takvim šumama postoji trend smanjenja površine pod smrčom kao biološki slabijom vrstom (Fukarek, 1970; Pintarić 2002). Raste uglavnom na ilovastim i pješčanim zemljištima kao i na podzolima. Preživljavanje smrče uslovljen je nešto hladnijom i humidnijom klimom, mada se u Evropi može naći i na nešto suvljim staništima.

Kada je u pitanju vještačko podizanje šuma smrče, danas je proizvodnja sjemenskog materijala smrče vrlo intenzivna, sakupljanje sjemena se vrši svake godine iz registrovanih sjemenskih sastojina (Mataruga et al., 2005). Udio proizvedenih sadnica u šumskim rasadnicima u BiH se kreće u intervalu 60%-85% (Ballian, 2000; Mataruga et al., 2012a). Razlozi su brojni, ali neki od najznačajnijih su: (I) dostupnosti sjemena iz mnogobrojnih sjemenskih sastojina smrče (Dizdarević et al., 1987; Mataruga et al., 2005), (II) niska cijena proizvodnje sadnica, (III) relativno dobar preživljavanje posle presadnje i (IV) kvalitet drveta i mogućnost široke upotrebe. Sjeme smrče se sakuplja iz sjemenskih sastojina gdje je smrča ujedno i predmet *in situ* konzervacije (karta 3).

Prve kulture smrče zasađene su u Bosni i Hercegovini na području šumarije Busovača 1884. godine sa ciljem izmjene sastava vrsta, odnosno tzv. očetinjavanja područja (Ballian i Božić, 2017). Pregled stanja u prethodnih par godina ukazuje da se godišnje pošumi nešto manje od 2.000 ha, sa blagom tendencijom pada površina koje se pošumljavaju, a ujedno sa tendencijom rasta iskorištavanja šuma (Čengić i Dozić, 2014; Republički zavod za statistiku Republike Srpske, 2016; Čelik i Mehić, 2016). Najobimnija pošumljavanja sprovedu se sadnicama smrče.

Smrča se razmnožava generativno, sjeme nosi svake treće, odnosno pete godine, a može da se razmnožava i vegetativno: iz grana ili reznica zatrpanih u vlažnom zemljištu ili pijesku i kalemljenjem. To čini osnovu za fiksiranje osobina matičnog

stabla, što je posebno poželjno u hortikulturi, ali i u šumarstvu za osnivanje *ex situ* zasad različitih namjena.



Karta 3. Položaj *in situ* objekta smrče – sjemenske sastojine u okviru areala smrče prema EUFORGEN-u (izvor: <http://www.euforgen.org/species/picea-abies/>)

Iako je trend da se areal vrste smanjuje prirodnim putem, u prošlosti je postojao izražen trend rasta površina pod smrčom usljed konverzije staništa lišćarskih šuma i nekorištenog poljoprivrednog zemljišta u četinarske šume. Potrebe velikih industrijskih postrojenja bile su usmjerene na četinare sa kraćim i dužim turnusima proizvodnje u cilju dobijanja sirovine za proizvodnju celuloze i trupaca za rezanje. To se odrazilo na značajno veliki udio proizvedenih sadnica smrče koji se održao do danas.

Prema Strategiji razvoja šumarstva Republike Srpske (Karadžić et al., 2012), proizvodni potencijali šuma nisu dovoljno istraženi, te je neophodno posvetiti pažnju istraživanjima produktivnosti domaćih vrsta na našem području. Program očuvanja šumskih genetičkih resursa Republike Srpske detaljnije daje uvid u stanje i potrebe za konzervacijom i testiranjem šumskog reproduktivnog materijala u cilju očuvanja i unapređenja proizvodnje (Mataruga et al., 2013), između ostalih i smrče.

Smrča se susreće sa brojnim problemima. Postoje brojni faktori koji predstavljaju problem u održivom gazdovanju šumama smrče. Osjetljiva je na izvale usljed plitkog, tanjirastog korijenovog sistema, genetička specijalnost (Frank et al., 2017) i česti su problemi izazvani gradacijom bioloških neprijatelja, kao što su veliki smrčin potkornjak (*Ips typographus*) i parazitna gljiva *Heterobasidion annosum*. Prirodne populacije u posljednje vrijeme, kao i većina drugih vrsta na Balkanu, trpi sve veći pritisak uzrokovan promjenom klime (Matić, 2011).

1.1. Pregled morfometrijskih istraživanja varijabilnosti smrče

Variranje nekih osobina smrče moguće je primijetiti u šumama „golim okom“. Često se kod smrče primjećuje razlika u pogledu habitusa (Mioduszewski i Rzońca, 2015), što je često rezultat različitog tipa grananja: češljastog, četkastog i pljosnatog. U austrijskim Alpima oblik krošnje je uslovljen nadmorskom visinom (Holzer, 1984). Rezultati novijih istraživanja smrče, koju autori nazivaju “vrsta sa 1000 lica”, objašnjavaju varijabilnost oblika krošnje uticajem promjene temperature, nadmorske visine i količine padavina (Geburek et al., 2008), razlikama u genetičkoj konstituciji vrste (Galović et al., 2015), te ukazuju na pojavu preklapanja areala smrče sa različitim formama krošnje. Ballian i Božič (2017) navode rezultate istraživanja Tyszkiewicz-a (1968) i Bobrova (1972) koji su uočili razlike i u obliku i dimenzijama šišarica, kao i rezultate istraživanja Susmela (1953) koji je uočio razlike u kori smrče. Razlike u boji i strukturi kore kod smrče primijećene su i BiH, u sjemenskoj sastojini u ŠG „Maglić“ Foča (Milanović, 2011). Veličina šišarica takođe značajno varira sa porastom nadmorske visine (Kienitz, 1879), dok su na osnovu različitih oblika sterilnih ljuspi izdvojeni varijeteti smrče (Priehäuseser, 1956), a primijećene je takođe i razlika u dlakavosti izbojaka (Priehäuseser, 1958).

Procjenjuje se da postoji oko 100 različitih formi (Jovanović, 2000), od kojih su neke vrlo rijetke i zaštićene na našim prostorima (Vilotić i Tošić, 1998). Posmatrajući varijabilnost smrče u odnosu na druge vrste sa kojima gradi zajednice, smrča se smatra morfološki varijabilnijom vrstom u odnosu na bukvu i jelu (Fukarek, 1970).

Generalno se može reći da se smrča odlikuje klinalnom varijabilnošću za mnoge adaptivne osobine koje su uslovljene promjenama u geografskoj širini i nadmorskoj visini (Modrzyński i Eriksson, 2002; Chmura, 2006). Populacije sa veće geografske širine i populacija sa viših nadmorskih visina koje se nalaze u testovima pokazuju raniji početak rasta (Ekberg et al., 1985; Skråppa i Magnussen, 1993; Danusevičius and Persson, 1998; Hannerz, 1998; Chmura, 2006), ranije zaustavljanje rasta u jesen i kraći period izduživanja izbojaka (Modrzyński, 1995; Hannerz i Westin, 2000). Kao što je ranije pomenuto, smrča se svrstava među najznačajnije vrste koje su svoje mjesto našle u prvim evropskim poljskim eksperimentima, te je kroz program istraživanja IUFRO-a, u periodu 1964-1968. godine osnovano 20 provenijeničnih testova u 13 zemalja

(Krutzsch, 1974). Testovi potomstva smrče su postavljeni širom Evrope, te su vršena konstantna istraživanja na smrči (Lindgren i Werner, 1989; Klapšte et al., 2007). Akcenat je stavljen na istraživanje preživljavanja i izučavanje morfološke varijabilnosti vrste. U daljem tekstu predstavimo pregled istraživanja čiji rezultati potiču iz IURFO testova.

U istraživanjima koja su vršena u Slovačkoj u IUFRO testovima iz 1964. godine, utvrđeno je da su provenijencije koje su pomjerene ka jugu ili na niže nadmorske visine postizale veću visinu stabala usljed produženog vegetacionog perioda, ali i da je mortalitet sadnica bio povećan sa smanjenjem padavina. Utvrđena maksimalna distanca na koju se smrča mogla pomjeriti bez većih gubitaka bila je 200 m na nižu lokaciju i 0,3 stepena geografske širine na jug (Klapště et al., 2007), mada su utvrđeni i paradoksi u preživljavanju i rastu smrče gdje se smanjenjem padavina tokom tokom vegetacionog perioda, u odnosu na uslove lokaliteta sa kojeg potiče polazni materijal, dolazi do povećanja rasta. Praktično, u suvljim uslovima, sa manje padavina i povećanjem temperature od 1°C, smrča postiže bolje rezultate rasta, što se obrazlaže činjenicom da smrča koristi više temperature i duži vegetacioni period za svoj rast i razvoj, ali ima i slabiji preživljavanje u prvim godinama nakon presadnje (Krajmerová et al., 2009). Mogućnost transfera reproduktivnog materijala od sjevera ka jugu i obratno, u testovima u rasadnicima i na otvorenom utvrdio je i Gračan (1987) za provenijencije iz Poljske, Češke, Slovačke, Njemačke, Bugarske i Austrije.

Analiza varijabilnosti pokazala je da u provenijeničnim IUFRO testovima 1964/68, podignutim na području Južne Poljske, u kojima je sagledano stanje tokom 2000, 2003, 2004. i 2008. godine, postoji značajna statistička razlika između provenijencija za preživljavanje smrče (Masternak et al., 2009) i dimenzije koje postižu (Masternak, 2017).

Prema istraživanjima Sabor i Stanuch-a (2009), koji su analizirali rezultate mjerenja visina u periodu 1969-1988. godine u IUFRO testovima u Evropi proučavajući varijabilnost smrče, utvrđeno je da su provenijencije iz južnog dijela Evrope i sjevernog dijela Evrope postizale visine koje su bile ispod prosjeka za jednu standardnu devijaciju. Najbolje rezultate postizala je smrča iz slovačkih, poljskih i rumunskih provenijencija.

Pacalaj et al. (2002) istraživali su preživljavanje i rast smrče u IUFRO testu u Slovačkoj iz 1972. godine. Istraživanje je obuhvatilo 30 provenijencija iz Poljske, Slovačke i Češke, a sprovedeno je u 5 provenijeničnih testova. Uočena je značajna statistička razlika između provenijencija uslovljena nadmorskom visinom i kvalitetom zemljišta na datim staništima, ali ne i geografska zavisnost. Takođe, nije bilo korelacije između preživljavanja i rasta smrče u istraživanim provenijeničnim testovima.

Eriksson (2010) navodi istraživanja koja su sproveli Persson and Persson (1992) gdje je obuhvaćen veliki broj populacija u poljskim eksperimentalnim uslovima. Oni su istraživali rast i preživljavanje smrče na tri lokaliteta na kojima su podignuti ogledi u okviru IURFO-a 1964/68. u Švedskoj. Dobijene podatke o varijabilnosti populacija iz svih krajeva Evrope poredili su sa podacima dobijenim za lokalne populacije. Utvrdili su da populacije iz Južne Evrope inferiorne u odnosu na lokalne, švedske populacije, ali da su otpornije na kasne prolječne mrazeve od populacija iz Centralne i Zapadne Evrope.

Pored IUFRO testova postavljeni su brojni testovi sa smrčom širom Evrope. Tako su Skrøppa (1982), Skrøppa i Magnusen (1993) predstavljanjem rezultata iz 36 populacija iz čitave Evrope, ukazali na varijabilnost smrče koja se manifestuje kroz različite dužine perioda elongacije izbojaka kod populacija iz Centralne i Istočne Evrope kao i na njihov bolji rast na području Skandinavije. Persson i Persson (1992) smatraju da će smrča iz istočnoevropskih provenijencija imati veću šansu da izbjegne štete uzrokovane kasnim prolječnim mrazom, što će dovesti do većeg procenta preživjelih sadnica, a ujedno se može očekivati da će bolje rasti na području Skandinavije u poređenju sa lokalnim populacijama.

Modrzynski (1995) je istraživao varijabilnost smrče sa 18 lokaliteta u Poljskoj na masivu Karkonosze planina. U rasadnicima je testirano potomstvo, te je utvrđeno da postoji vrlo jaka veza između morfoloških parametara: visine sadnica, prečnika i visinskog prirasta i pozicije materinske sastojine, tj. njene nadmorske visine.

Burczyk i Giertych (1991) istraživali su uticaj suše i različitog porijekla 17 testiranih populacija smrče iz Poljske na dimenzije prečnika korijenovog vrata. Autori su utvrdili da se uočavaju razlike između posmatranih blokova u testovima na otvorenom, što ukazuje na potrebu obraćanja pažnje na mikrostanišne uslove pri

podizanju testova. Takođe, utvrđeno je da se uticaj nedostatka vode na prečnik manifestuje tek u narednoj vegetacionoj sezoni. Isti autori su došli do zaključka da se, kada je u pitanju uticaj suše na smrču u Poljskoj, ne može vršiti selekcija otpornih populacija jer su sve testirane populacije, njih ukupno 17, istovjetno reagovale na pojavu suše.

Danusevičius et al. (2009) istraživali su varijabilnost smrče u dva provenijenična testa starosti 9 i 17 godina podignutih na otvorenom. Ustanovili da je smrča porijeklom iz sjeveroistočnih poljskih provenijencija pokazala najbolje rezultate u pogledu dostignutih visina, kvaliteta stabla kao i zbog kasnog otvaranja pupoljaka u proljeće.

Kowalczyk et al. (2009) su istraživali 191 liniju polusrodnika u testovima smrče porijeklom iz dvije provenijencije u Poljskoj. Test je osnovan od sadnica tipa 2+0. Utvrdili su da je u 5. godini starosti prosečna visina svih sadnica iznosila oko 175, odnosno 180 cm, a u 10. godini 4,31m prosječan prsni prečni 45,1 mm a preživljavanje sadnica bio je 84%. Za prsni prečnik i visine sadnica utvrđene su statistički značajne razlike za nivo provenijencija. Razlike između linija polusrodnika su se pokazale statistički značajne što navodi na potrebu prestrojavanja selekcionih procesa sa nivoa provenijencija i populacija na nivo materinskih stabala i linija polu i punih srodnika.

Budeanu et al. (2012) testirali su 33 provenijencije smrče iz Rumunije u starosti od 30 godina u dva poljska testa. Utvrdili su statistički značajne razlike među testiranim provenijencijama za obilježja: preživljavanje, visine i prečnike stabla na prsnoj visini. Procenat preživjelih sadnica je bio u negativnoj korelaciji sa parametrima rasta.

Analize visina 379 populacija smrče u starosti od 15 godina na 29 provenijeničnih testova u Austriji potvrdile su da na rast testirane smrče jak uticaj imaju uslovi sredine u testovima, kao i provenijencije odakle potiče reproduktivni materijal. Statistički značajne razlike u performansama rasta smrče utvrđene su između testiranih provenijencija (Shueler et al., 2013). Prosječan procenat preživljavanja sadnica po testu je bio 77%. Statistički značajne razlike ($p < 0,01$) preživljavanja sadnica su nađene između provenijencija (Kapeller et al., 2012).

Rezultati istraživanja u 36 godina starim ogledima u Češkoj u kojima je testirana smrča iz 64 provenijencije iz Njemačke i Češke ukazali su da postoji varijabilitet između testiranih provenijencija u intervalu 15–20% u visini i prečniku na prsnoj visini,

ali da razlike u kvalitativnim karakteristikama nisu statistički značajne. Izraženi su uticaji životne sredine na razlike između provenijencija, što uključuje razlike u geografskoj širini i dužini, nadmorskoj visini polaznih provenijencija, dok uticaj prosječnih godišnjih temperatura i padavina nisu bile značajne za variranje posmatranih obilježja (Ulbrichová et al., 2015).

Klavina et al. (2015) utvrdili su istraživanjima sadnica porijeklom iz 5 različitih provenijencija u Letoniji sa istoka, zapada i centralnog dijela areala da postoje značajne razlike u morfometrijskim parametrima smrče porijeklom iz različitih provenijencija, kao i prisustva različitog stepena kolonizacije ektomikoriznim gljivama koje podstiču rast i razvoj sadnica.

U testovima potomstva u Letoniji u kojima je istraživana dinamika rasta sadnica smrče starosti 9 godina, utvrđena je značajna razlika između posmatranih linija polusrodnika. Utvrđeno je da je smrča u junu u prosjeku izduživala vrh za 8, odnosno $10 \text{ mm} \cdot \text{dan}^{-1}$, a što je zavisilo od temperature na ispitivanim lokalitetima (Neimane et al., 2016). Giagli et al. (2016) su otkrili da su minimalne temperature u periodu januar-april, kao i maksimalne mjesečne temperature tokom perioda rasta bili glavni faktor koji utiče na prosječan nivo produkcije ćelija kambijuma i količine padavina koja pozitivno utiče na dužinu trajanja perioda produkcije ćelija kambijuma.

Varijabilnost u morfološkim parametrima testiranog materijala može da ima i druge uzroke. Razlike u rastu smrče mogu biti indukovane njihovom sadnjom na različitim ekspozicijama, kao i primjenom đubriva. Primjena đubriva na različitim uslovima staništa ima različit stepen efikasnosti u rastu i razvoju sadnica (Erefur et al., 2011).

Uslovi zemljišta takođe utiču na razvoj. Karakteristike zemljišta i matičnog supstrata utiču na morfologiju korijena, a to se zatim održava na fiziologiju biljke (Ostonen et al., 1999), što na koncu utiče na njeno preživljavanje, kao i na njene morfometrijske karakteristike.

Karlsson i Högberg (1998) proučavali su uticaj ozona i suše u periodu avgusta i septembra, te su utvrdili gubitak u proizvodnji biomase smrče u iznosu od 5% za sušu i preko 20% za uticaj povišenog stepena ozona tokom testa.

Različita tehnologija proizvodnje sadnog materijala utiče na preživljavanje i morfometrijske parametre sadnica na terenu nakon presadnje. Ocvirek et al. (2002) ukazuju na razlike u preživljavanju smrče golog i obloženog korijenovog sistema, gdje materijal iz Nisula rolni pokazuje najbolje rezultate u smislu rasta i proizvodnje biomase, dok je najveći procenat preživjelih sadnica klasičnog tipa – goli korijenov sistem 2+2. Taj tip sadnog materijala postizao je i najveće prečnike korijenovog vrata, te se sumarno pokazao kao najbolji.

Kada su u pitanju istraživanja na našim prostorima, jedna od najobimnijih istraživanja različitih provenijencija smrče iz Evrope i bivše Jugoslavije sprovedena su na području Hrvatske. Gračan (1987) je predstavio rezultate istraživanja preživljavanja sadnica i morfološke varijabilnosti 38 provenijencija, sa različitim brojem provenijencija po državi, i to: 13 iz bivše Jugoslavije (uglavnom Hrvatska i Slovenija), 4 iz Njemačke, 14 iz Poljske, 6 iz Austrije, 3 iz Češke i Slovačke i 2 iz Bugarske. Obuhvaćen je areal smrče od 41° 50' do 54° 23' sjeverne geografske širine i 9° 26' do 23° 50' istočne geografske dužine, sa intervalom nadmorskih visina od 160 m (Nowe Ramyki) do 1700 m (Pirinska planina). Ogled je bio osnovan u rasadniku sjetvom sjemena 1974. godine, a rezultati koje je autor objavio potiču iz mjerenja obavljenih u sijalištu i rastilištu tokom 1978. i 1979. godine.

Utvrđeno je da je varijabilnost veća unutar provenijencija nego među provenijencijama. Austrijske provenijencije imale su najveći procenat preživljavanja u sijalištu (oko 91%), dok su bugarske imale najveći preživljavanje u rastilištu (78,63%). Provenijencije iz bivše Jugoslavije su imale takođe vrlo malo preživljavanje, a Gračan (1987) navodi da se generalno za provenijencije iz bivše Jugoslavije može reći da su bile najlošije po pitanju preživljavanja.

Kada je u pitanju rast sadnica u rastilištu, nabolje su se pokazale sadnice porijeklom iz njemačkih provenijencija, dok su provenijencije iz bivše Jugoslavije bile među najnižima. Takođe, primijećena je i negativna korelacija između nadmorskih visina i visina sadnica u rastilištu.

Situacija je slična i sa rezultatima dobijenim mjerenjima u terenskim ogledima koji su podignuti u Hrvatskoj. Rezultati su dobijeni istraživanjem na sadnicama u sedmoj godini starosti. Sadnice porijeklom iz provenijencija iz Njemačke, Češke,

Slovačke i Poljske postizale su najveće visine. Gračan (1987) takođe navodi ranija istraživanja u okviru IUFRO testova (Krutzch, 1974; Giertych, 1976; Günzl, 1969), koja su ukazala na slabije rezultate južnoevropskih provenijencija usljed čega se ne preporučuje transfer reproduktivnog materijala smrče u zemlje Centralne, Sjeverne i Zapadne Evrope. Autor međutim ukazuje na činjenicu da se zbog malog broja testiranih provenijencija, kao i faze u kojoj je istraživanje vršeno, ne može sa sigurnošću tvrditi da nisu pogodne za transfer na zapad i sjever Evrope, te da su neophodna dodatna istraživanja na terenu.

U prilog kvaliteta smrče na području Bosne i Hercegovine govore istraživanja sprovedena na 72 ogleadne površine u šumama smrče. Maunaga (2004) je za jednodobne sastojine i kulture smrče u Bosni, na karbonatnim supstratima i staništima, utvrdio da ih karakteriše dobar visinski i debljinski rast, te da ove sastojine postižu znatno veće srednje visine i srednje prečnike pri istoj starosti na svim bonitetima staništa od jednodobnih sastojina smrče u Njemačkoj. Ibrahimspahić et al. (2006) utvrđuju procenat preživljavanja sadnica u testovima u Gostovičkoj rijeci od 30%, pri starosti od 46 godina, dok je u susjednoj Hrvatskoj u četiri testa četinaru utvrđen preživljavanje 93-100% u prvoj godini nakon presađnje, dok je nakon četiri godine procenat preživjelih sadnica varirao 83-97%. U nekim od testova potomstva koje je istraživao Orlić (1979), Komlenović et al. (1995), utvrđeno je da je preživljavanje sadnica 96,1% pri starosti zasada od 23 godine, pri čemu su ti zasadi bili u području vegetacije bujadica.

Šijačić-Nikolić, (1995) i Šijačić-Nikolić et al. (2000) istraživali su smrču porijeklom iz pet provenijencija iz Srbije i tri provenijencije iz Slovenije. Urađena je detaljna analiza rasta i nekih kvalitativnih karakteristika sadnica starih četiri, pet i šest godina iz sljedećih provenijencija iz Srbije: Kopaonik, Čemerno, Radočelo, Golija, Zlatar, i iz tri provenijencije iz Slovenije: Jelovica, Menina i Mašun. Istraživanja su sprovedena u tri provenijenična testa u Srbiji: na nadmorskim visinama od oko 600 m (mjesto zvano „Rača“), 1100 m (mjesto zvano „Rabrovica“ i 1500 m (mjesto zvano „Pavićev laz“). Rezultati ukazuju na činjenicu da je smrča porijeklom iz Srbije pokazala veći produkcionni potencijal i raniji početak fenofaznih procesa u odnosu na slovenačke provenijencije.

U istraživanjima sprovedenim u tri provenijencijska testa u Srbiji, dobijeni su rezultati za visine i prečnike korijenovog vrata za osam testiranih provenijencija. Obuhvaćen je višegodišnji period prikupljanja i obrade podataka. Rezultati su ukazali na to da provenijencije iz Srbije postižu najveće visine, uz adekvatan rast prečnika korijenovog vrata, što nije slučaj sa slovenačkim provenijencijama koje solidno rastu u visinu, ali proces rasta ne prati rast korijenovog vrata, što može da utiče na stabilnost kultura. Takođe je ukazano na mogućnost adekvatnog transfera reproduktivnog materijala smrče na području Srbije, što predstavlja jedan od pionirskih, ali i najznačajnijih istraživanja varijabiliteta smrče s obzirom na broj godina osmatranja i praktične aplikacije rezultata (Ivetić et al., 2005).

Istraživanja koja su sproveli Mataruga et al. (2010a) u testovima potomstva u Bosni i Hercegovini, obuhvatila su četiri testa potomstva, od kojih su dva i testovi potomstva u Driniću i Srebrenici. Snimljeno je stanje sadnica godinu dana nakon presadnje sadnica smrče, te utvrđeno da je najveći procenat preživjelih sadnica u testu potomstva u Srebrenici od 85%, a prosječan prirast sadnica je 57 mm. Utvrđene su značajne razlike između populacija po pitanju preživljavanja, pri čemu je populacija Olovo imala najmanje preživjelih sadnica (78,79%), ali je imala najveći visinski prirast (58,8 mm). Najveći procenat preživjelih sadnica imala je populacija Han Pijesak 2 (96,43%), ali je imala i najmanji visinski prirast sadnica (55,33mm).

U testu potomstva u Driniću, prosječan procenat preživljavanja po populacijama iznosio je 67,36%. Prosječan visinski prirast bio je 78,55 mm. Najmanji procenat preživjelih sadnica zabilježen je u populaciji Han Pijesak 1 (57,65%), dok je najveći zabilježen, kao i u testu potomstva u Srebrenici, kod populacije Han Pijesak 2 (84,71%). Populacija Foča imala je najmanji visinski prirast od 73,62 mm, dok je populacija Han Pijesak 1 imala najveći visinski prirast od 82,58 mm.

Rezultati koje su dobili Mataruga et al. (2010a) se odnose na stres presadnje i ranu fazu razvoja sadnica, svega godinu dana nakon presadnje, te je tzv “uticaj rasadnika” još uvijek prisutan (Šijačić-Nikolić, 1995; Šijačić-Nikolić et al., 2000).

Rezultati istraživanja u testovima potomstva sprovedenim u posljednjih par godina u Driniću i Srebrenici, ukazuju na značajnu varijabilnost u preživljavanju sadnica, morfometriji i dinamici rasta i razvoja. Cvjetković et al. (2015a) dovode u vezu

prirast sadnica sa dinamikom otvaranja pupoljaka, pri čemu ne utvrđuju jasnu vezu između dva posmatrana obilježja. Cvjetković et al. (2015b; 2016a) istraživali su preživljavanje u testovima potomstva u Driniću i Srebrenici, te došli do zaključka da postoje statistički značajne razlike među populacijama, pri čemu najveći procenat preživjelih sadnica u testu potomstva u Driniću potiče iz populacija iz okoline Han Pijeska, dok je u Srebrenici najveći procenat preživjelih sadnica porijeklom iz Kneževa.

Cvjetković et al. (2016b) ukazuju na rezultate rasta smrče u testovima potomstva u Driniću i Srebrenici, dobijene mjerenjima tokom 2014. godine. Rezultati ukazuju da potomstva smrče porijeklom iz Potoka i Olova postižu najveće visine i priraste, ali nisu najbolja kada je u pitanju preživljavanje sadnica.

Pored navedenih parametara, kod četinara su bitne i druge kvalitativne karakteristike koje utiču na kvalitet stabala. Broj grana je bitna informacija za oplemenjivača pri izboru odgovarajućih polaznih provenijencija, populacija i linija polusrodnika za dalji rad. Broj grana je varijabilna karakteristika, utvrđena u evropskim testovima (Šijačić-Nikolić et al., 2000; Badeanu et al., 2012), a broj grana zavisi od visinskog prirasta (Hein et al., 2007), te je moguće načiniti odgovarajuće modele očekivanih kvalitativnih osobina na osnovu broja grana (Mäkinen et al., 2003).

1.2. Pregled fizioloških istraživanja

Istraživanja fizioloških parametara su osnov za utvrđivanje reakcije individue na uslove spoljašnje sredine. Vrijeme otvaranja pupoljaka, sadržaj fotosintetičkih pigmenata, vrijednosti fotosinteze, transpiracije i stomatalne provodljivosti predstavljaju, u kombinaciji sa morfološkim i genetičkim parametrima, smjernice istraživačima za odabir adekvatnih individua, linija polusrodnika, populacija i provenijencija u procesu oplemenjivanja na poželjne osobine.

1.2.1. Varijabilnost otvaranja pupoljaka

Prikupljanje podataka o varijabilnosti fizioloških osobina u korelaciji sa rastom i razvojem ekonomski važnih vrsta predstavlja moderan pristup u podizanju novih zasada. Praćenjem fizioloških parametara šumskih vrsta drveća u različitim fazama njihovog razvoja u svjetlu klimatskih promjena, nastoji se predvidjeti njihov odgovor na negativna dejstva faktora spoljašnje sredine. Istovremeno se vrši selekcija poželjnih genotipova, po mogućnosti definiše se genetički „*fingerprint*“, te sprovode istraživanja na nivou molekularnih markera radi ubrzanja procesa selekcije (marker asistirana selekcija) i definišu novi izvori reproduktivnog materijala za potrebe podizanja novih zasada.

Otvaranje pupoljaka je ekonomski i ekološki važna osobina drveća i žbunja. Globalnim otopljanjem, kao klimatskim fenomenom koji Zemlju prati poslednjih stotinjak godina, fenologija ponovno dobija na važnosti i svrsishodnosti (Andrić et al., 2016). Neusaglašena sinhronizacija otvaranja pupoljaka sa lokalnim klimatskim uslovima može voditi ka izmrzavanju, povećanoj osjetljivosti prema insektima i gljivama i smanjenom prirastu i prinosu. Ovaj fiziološki proces predstavlja jedan od prvih uočljivih znakova početka nove sezone rasta i razvoja za najveći broj šumskih vrsta. Usljed nepovoljnih uslova koji se javljaju tokom godine, pupoljci prelaze u stanje dormantnosti.

Dormantnost pupoljaka je varijabilna i ujedno poligena adaptivna osobina (Frewen et al., 2000; Rohde i Bhalerao, 2007). Ona omogućava preživljavanje biljaka u vremenu dehidracije i stresa uzrokovanog niskim temperaturama kroz zaustavljanje rasta i razvoja. Proces zaustavljanja i ponovnog početka rasta odvija se u nekoliko faza. U jesen dolazi do prestanka rasta biljaka, praćenog transformacijom vršnog apeksa u

dormantni pupoljak. Pupoljak prolazi kroz nekoliko faza fizioloških promjena, koje kulminiraju fazom endodormantnosti. U toj fazi pupoljak ne može da odgovori na promotivne signale za rast i zahtijeva nekoliko sedmica izlaganja temperaturama blizu 0°C ili nižih prije nego što ponovo bude sposoban za novi rast u prisustvu induktivnih signala za rast (Horvath et al., 2003; Badeck et al., 2004; Rohde i Bhalerao, 2007; Cooke et al., 2012; Viherä-Aarnio et al., 2014; Brunner et al., 2014; Shim et al., 2014; Busov et al., 2015).

Generalno, biljke imaju mehanizam za preživljavanje koji im omogućava da „osjete“ nepovoljne uticaje spoljašnje sredine i da se na njih adaptiraju, te da se uspješno reprodukuju (Howe et al., 2003; Rohde et al., 2011; Azeez i Sane, 2015). Vrste sa dužim periodom dormancije pupoljaka izbjegavaju štete izazvane kasnim proljećnim mrazovima po cijenu kraćeg vremenskog perioda rasta (Leinonen i Häinninen, 2002; Basler i Körner, 2012).

Otvaranje pupoljaka se smatra složenim i često, u prvim fazama, neprimjetnim mehanizmom. Fiziološki ritam rasta regulisan je interakcijom između genetičke osnove i faktora spoljašnje sredine. Razvoj pupoljaka počinje ranije na ćelijskom nivou i nije utvrđena korelacija između unutrašnjih procesa u pupoljcima i vanjskim promjenama u morfologiji u najranijem periodu razvoja pupoljaka. Promjene u pupoljcima se manifestuju u obliku pojave lipidnih kapi i drugih promjena u morfologiji pupoljaka, kroz promjene vaskularnog tkiva i primordijalnih četina (Sutinen et al., 2009; 2012).

Otvaranje pupoljaka je opisano kao vrlo složen biohemijski proces, pri čemu je proučeno desetine metabolita čija je koncentracija mjerena tokom ovog procesa. Od toga je za 15 metabolita prikazana dinamika promjene koncentracije, pri čemu su neki metaboliti (jabučna kiselina, vinska kiselina, asparagin, ksiloza itd.) pokazali stalnu tendenciju rasta, dok su neki produkti pokazali opadanje koncentracije (katehin, prolin) (Dhuli, 2014).

Pošumljavanje u Evropi i svijetu zahtijeva upotrebu sadnog materijala adaptiranog na klimatske promjene: sa što većom produkcijom drveta i sa minimalnim rizicima. Rani početak otvaranja pupoljaka i njihovo kasno zatvaranje podiže vrijednosti vjerovatnoće šteta od ranih proljećnih i kasnih jesenjih mrazeva, kao i gubitka potencijala staništa za maksimalnu produkciju drveta (Heide, 1985).

Da bi se pronašle najpogodnije provenijencije, populacije ili individue za različite uslove u kojima se smrča nalazi ili introdukuje, istraživanja se usmjeravaju ka izučavanju varijabilnosti fizioloških reakcija smrče iz različitih područja, a u skladu sa trenutnim stanjem klime na datom području i predviđenim klimatskim promjenama, tj. prema mogućim scenarijima koji se očekuju za par decenija (Bajić i Trbić, 2016).

Različiti uslovi staništa diktiraju vrijeme otvaranja pupoljaka, te samim tim i varijabilnost vrste u pogledu niza osobina, između ostalog i otvaranja pupoljaka. Utvrđeno je da osobine koje karakterišu godišnji ciklus rasta, posebno početak rasta u proljeće i završetak rasta, kao i razvoj otpornosti na oštećenja uzrokovana niskim temperaturama, pokazuju naglašenu varijabilnost na nivou provenijencija (Domerling, 1973; Krutzsch, 1973; Beuker, 1994; Hannerz, 1994; Beuker et al., 1998).

Domerling (1982) je utvrdio razlike između vremena otvaranja pupoljaka južnih (Rumunija) centralnih (Poljska) i sjevernih (Skandinavija i Rusija) populacija kroz testiranje 10 različitih provenijencija smrče, i došao do zaključka da je proces „očvršćavanja“ smrče, koji se dešava usljed hladnog, zimskog vremena, mnogo više izražen u sjevernim provenijencijama, te su one zbog toga otpornije na kasne mrazeve. Isti autor ujedno navodi da se kod testova uticaja niskih temperatura na smrču različitog porijekla, koje se nalaze u istoj razvojnoj fazi pupoljaka, nisu primijetile interpopulacione razlike u reakciji na niske temperature. Osjetljivost smrče u fazi elongacije izbojaka je bila ista za sve testirane populacije.

Skrøppa (1982) je testirao potomstvo iz 36 populacija, te došao do zaključka da postoje značajne razlike između populacija iz Sjeverne i Centralne Evrope u pogledu dužine perioda izduživanja vršnog izbojka. Do sličnih rezultata došao je Hannerz (1994), koji navodi da postoje određene razlike na nivou provenijencija u istoj fazi razvoja na uticaj niskih temperatura.

Beuker (1994) je istraživao početak otvaranja pupoljaka kod 24 populacije smrče iz Sjeverne i Centralne Evrope. Utvrdio je da postoje značajne razlike između populacija smrče u početku otvaranja pupoljaka, ali i da postoji uticaj staništa na kojima su ogledi podignuti, kao i vremenskih uslova tokom svake od godina praćenja ogleda. Potomstvo smrče porijeklom iz sjevernih populacija otvaralo je pupoljke ranije u odnosu na smrču iz južnih populacija.

Smrča pokazuje podudarne geografske obrasce variranja u otvaranju pupoljaka. Dinamika otvaranja pupoljaka zavisi od geografske širine i dužine i izvora sjemena, što ukazuje na lokalnu adaptaciju populacija prema klimatskim uslovima (Hänninen i Backman, 1994; Søgaaard et al. 2008; Busov et al., 2015).

Kod različitih vrsta, uticaj toplih vremenskih perioda tokom zime može da ubrza vrijeme otvaranja pupoljaka, dok kod vrsta, kao što je smrča, važi obrnuto (Hänninen i Tanino, 2011). Vrijeme otvaranja pupoljaka kod smrče, kao tipičnog predstavnika borealnih vrsta koje prolaze kroz proces zimske dormancije, zavisi umnogome od vremenskih uslova tokom zime. Topli periodi u toku zime mogu odgoditi prolječno otvaranje pupoljaka. Hänninen (1990) i Hänninen i Beckman (1994) navode ovaj primjer kod smrče, te konstatuju da temperatura koja najznačajnije ubrzava otvaranje pupoljaka iznosi 3,5 °C. Hänninen (1990) je utvrdio da temperature u intervalu od -3,5°C do 14°C imaju tzv. „chiling effect“, tj. da smrča ostaje u stanju dormantnosti, što omogućava kasnije prolječno otvaranje pupoljaka.

Gyllenstrand et al. (2007) su istraživali obrazac ponašanja jednog od četiri fosfatidiletanolamin vezujućeg proteinskog gena iz grupe gena, označenog kao PaFT4. Istraživanja su vršena u različitim uslovima sredine sa materijalom porijeklom iz Rumunije i Švedske. Utvrđeno je da postoji jaka korelacija između vremena otvaranja i zatvaranja pupoljaka zavisno od geografske širine, a uzrok je različito vrijeme aktiviranja navedenog gena.

Skrøppa et al. (2007; 2010) su izvršili testiranja smrče porijeklom iz dvije sjemenske plantaže iz različitih ekoloških uslova. Utvrdili su da uslovi u kojim dolazi do formiranja embriona sjemena utiču na osobine sadnica koje su testirane. Takođe, razlike su primijećene i na sadnicama koje su proizvedene od sjemena dobijenog u tri različite godine osmatranja, što autori navode kao još jedan dokaz uticaja vremenskih uslova na formiranje odgovarajućih adaptivnih osobina kod smrče. Do sličnih rezultata, testirajući SSR i EST markere, došli su Besnard et al. (2008).

Kod drugih vrsta iz istog roda takođe je utvrđena varijabilnost u otvaranju pupoljaka u zavisnosti od provenijencije. Rossi i Bousquet (2014) utvrdili su kod borealne crne smrče (*Picea mariana*) varijabilnost u dinamici otvaranja pupoljaka i utvrdili da sjeverne populacije otvaraju pupoljke prije nego južne, pri čemu je 10,2-

32,2% varijacija objašnjeno uticajem različitog geografskog položaja populacija. Razlika u otvaranju pupoljaka između različitih provenijencija iznosila je 15 dana.

U Bosni i Hercegovini nije bilo većeg obima praćenja fenološke pojave - otvaranja pupoljaka na šumskim vrstama. Istražena je svega jedna vrsta – bukva. Istraživanjima dinamike otvaranja pupoljaka i njene varijabilnosti među provenijencijama bukve u BiH bavili su se Ballian et al. (2015).

Cvijetković et al. (2015a) istraživali su varijabilnost otvaranja pupoljaka u testovima potomstva smrče u BiH. Utvrdili su da postoje značajne razlike između šest populacija u dva testa potomstva. Pupoljci su se najranije otvarali kod sadnica iz populacije Kneževo.

Kada je u pitanju smrča, sve češće se odgovor na različito vrijeme otvaranja pupoljaka traži na molekularnom nivou, tj. u fiziološkim mehanizmima adaptacije. Johnsen et al. (2005) tvrde da smrča posjeduje memorijski mehanizam - tako da smrča koja se nalazi u toplijim područjima sa kraćim danima i u hladnijim područjima gdje je duže trajanje dana (sjever Evrope), otvaraju svoje pupoljke kasnije.

Yakovlev et al. (2006) u svom prvom radu o povezanosti genetičke osnove i dormantnosti pupoljaka, navodi rezultate istraživanja 25 gena - kandidata koji su povezani sa stresom kod smrče, korišćenjem „real-time“ PCR metoda. Utvrdili su da kasnije vrijeme početka otvaranja pupoljaka nije rezultat prostog kašnjenja u aktivnostima gena do postizanja neophodne sume temperature i dužine dana. Kašnjenje je kompleksan proces koji uključuje mnogo gena koji mogu odgoditi otvaranje pupoljaka za dvije, odnosno tri sedmice. Kašnjenje u otvaranju pupoljaka je rezultat aktivnog i složenog metaboličkog sistema, razvijenog kroz evoluciju, koji služi kao preventiva povredama od mraza. Izbor takvih genotipova pri selekciji daje prednost u prevenciji odumiranja, uzrokovanog pojavom kasnog mraza. Primijećena je i redukcija ekspresije aktivnosti dehidrans gena (Yakovlev et al., 2008).

Uticaj uslova u kojima dolazi do razvoja embriona ispitana je na klonovima smrče, te je utvrđeno da postoji značajan uticaj uslova u kojima boravi materinsko stablo na potonji proces otvaranja pupoljaka kod smrče (Kvaalen i Johnsen, 2008). Autori su utvrdili da ukoliko se materinsko stablo razvija u toplijim uslovima, u potomstvu dolazi do kasnijeg otvaranja terminalnih pupoljaka.

O epigenetičkoj memoriji kod smrče pisali su Søgaard et al. (2009), koji su testirali jednogodišnje sadnice smrče na niske temperature tokom perioda pojave pupoljaka.

Promjene u epigenetičkoj memoriji uzrokovane su i promjenom ekspresije gena. Otvaranje pupoljaka kod nekoliko vrsta pokazuje uticaj tzv. „early budbreak 1“ (EBB1) gena koji je pronađen kod topola (Busov et al., 2010; Yordanov et al., 2014), kao i kod mnogih drugih vrsta voćkarica i vinove loze (Busov et al., 2015). Kod smrče je epigenetička memorija uspostavljena tokom embriogeneze, a uslovljena je takođe tokom rasta i razvoja u prvom vegetacionom periodu, što značajno utiče na potrebe za hlađenjem za kasniju pojavu otvaranja (Yakovlev et al., 2012).

Yakovlev i Fossdal (2017) istražili su uticaj mikro RNK i drugih malih nekodiranih dijelova RNK, te su utvrdili da navedeni tipovi RNK značajno utiču na ekspresiju gena koji regulišu vrijeme otvaranja i zatvaranja pupoljaka, odnosno navedena RNK može da utiče na epigenetički mehanizam koji je, prema njihovim ranijim istraživanjima, jedini bio odgovoran za dinamiku otvaranja pupoljaka na genetičkom nivou.

Aarrestad et al. (2014) takođe navode da se iako u prvoj generaciji smrča ne adaptira dobro na uslove staništa u Skandinaviji, u drugoj generaciji, koja se generalno odlikuje manjom brojnošću zbog malog broja potomaka usljed neadaptiranosti prve generacije, dolazi do prilagođavanja smrče lokalnim uslovima kroz prilagođavanje početka i kraja fizioloških procesa.

Yakovelev et al. (2014) testirali su dijelove RNA koristeći „real-time“ PCR postupak, te utvrdili postojanje značajnih razlika u odgovarajućim produktima, a koje uslovljene razlikama u temperaturama u kojima se razvijao embrion. Autori su došli do saznanja da epigenetička memorija formirana u embrionima trajno utiče na vrijeme i dinamiku otvaranja pupoljaka u potomstvu. Količina genskog produkta testirana je pri temperaturama od 18°C i 30°C. Utvrdili su takođe da uspostavljanje epigenetičke memorije traje nekoliko nedjelja.

Potvrdu rezultata do kojih su došli Yakovlev et al. (2014) dali su u svojim istraživanjima smrče i ariša Gömöry et al. (2015) istražujući 12 evropskih provenijencija smrče u dva rasadnika sa različitim uslovima sredine.

Skrøppa i Steffenrem (2015) su u kratkoročnim testovima u kojima su testirali potomstvo dobijeno ukrštanjem populacija sa sjevera (Norveška) i juga (Litvanija, Bjelorusija, Ukrajina i Rumunija) utvrdili da se pupoljci kod južnih populacija kasnije otvaraju, a da su navedene populacije nešto produktivnije u smislu morfometrijskih parametara, prije svega visine.

Epigenetička memorija bi mogla dobijati na značaju u svjetlu predviđenih klimatskih promjena. Prema radu Rötzer-a i Chmielewskog (2001), a na osnovu praćenja fenofaza 12 različitih vrsta, između ostalih i smrče, na području čitave Evrope, za period 1961-1998. godine, utvrđeno je da otvaranje pupoljaka i cvjetanje počinje tri dana kasnije sa povećanjem nadmorske visine od 100 m, 0,6 dana na svakih 100 km idući od zapada ka istoku i 2,4 dana kasnije na svakih 100 km idući od juga prema sjeveru. Opažanja su vršena na stanicama za fenološka osmatranja, a prag temperaturnih suma se tokom godina povećavao, što je u saglasnosti sa kasnijim istraživanjima (Lange et al., 2016). Takođe, Vitasse et al. (2011) su za nekoliko evropskih vrsta predvidjeli ranije otvaranje pupoljaka - do 2,4 dana.

Na osnovu analize otvaranja pupoljaka za period 2002-2100. za područje Njemačke, očekuje se ranije otvaranje pupoljaka sa variranjem između -0.05 i -0.11 dana godišnje zavisno od ispitivanih vrsta (Lange et al., 2016). Analize sprovedene nad podacima prikupljenim tokom 30 godina osmatranja u Evropi, pokazuju da se pojava listova u proljeće dešava u prosjeku 6 dana ranije, dok u jesen prelazak lišća iz zelene u smeđu boju kasni 4,8 dana. Ovo znači da se prosječna godišnja sezona rasta produžila za 10,8 dana u odnosu na referentnu 1960. godinu (Menzel i Fabian, 1999), te se može očekivati da će epigenetička memorija imati značajnu ulogu u adaptaciji smrče na nove uslove sredine.

Potreba da se proizvede reproduktivni materijal otporan na izazove spoljašnje sredine, između ostalih i kasnih prolječnih mrazeva, naveo je istraživače da dovedu u korelaciju brojne populacije smrče sa različitim uslovima spoljašnje sredine kroz kratkoročne i dugoročne testove. Zadatak je utvrđivanje korelacija između uticaja sredine i reakcije potomstva, te konstantno modeliranje odnosa „populacija x klimatski uslovi“ radi davanja preporuka za bezbjedan transfer šumskog reproduktivnog materijala. Još davne 1735. godine, De Reaumur je utvrdio da na fenološke pojave

(listanje, cvjetanje) najveći uticaj imaju kumulativne temperature prije nastupa ispoljavanja fenoloških svojstava.

Fenologija otvaranja pupoljaka je ključni pokretač strukture i funkcionisanja ekosistema, a osjetljiva je na klimatske promjene. I hladne zimske temperature i prolječno otopljanje su važni za proces otvaranja pupoljaka. Buduće klimatske promjene mogle bi donijeti različite efekte u smislu promjena u hladnom i toplom periodu koji su bitni za otvaranje pupoljaka, a moguća je upotreba brojnih modela za predviđanje dinamike otvaranja pupoljaka Yongshuo et al. (2012).

Smatra se da je smrča osjetljiva na niske temperature, posebno tokom aktivnog perioda rasta: od otvaranja pupoljaka do kraja perioda izduživanja izbojaka (Hannerz, 1994). Izbor odgovarajućih izvora reproduktivnog materijala otpornih na pojavu kasnih mrazeva je izazov koji je tijesno vezan sa vremenom otvaranja pupoljaka. U tom smislu razvijaju se različiti modeli kako bi se predvidjelo vrijeme otvaranja pupoljaka i rizik od pojave šteta uzrokovanih kasnim proljećnim mrazevima (Leinonen i Hänninen, 2002). Najčešće su modeli vezani za procjenu vremena otvaranja pupoljaka povezani sa temperaturnim sumama.

Osim temperaturnih suma, često se navodi i potreba za konstantnijim niskim zimskim temperaturama. Sogaard et al. (2009) su utvrdili da sadnice koje su u toku jeseni primile više toplotne energije tokom dana, kasnije su otvarale pupoljke i bile su manje oštećene uticajem kasnih mrazeva u odnosu na one koje su ranije otvarale pupoljke. Zahtjevi za hladnim periodom („chilling period“) između vrsta i genotipova se razlikuju. Individue koje su manje izložene hladnim zimskim temperaturama ranije otvaraju pupoljke (Konnert et al., 2015).

Hannerz et al. (1999) navode da su dva parametra posebno bitna u predviđanju i modeliranju dinamike otvaranja pupoljaka kod smrče:

- zahtjevi za dužinom hladnog perioda i temperaturama tokom hladnog perioda („chilling period“) i
- visoke temperature (veće od 5°C), neophodne da se prekine stanje mirovanja i pokrene proces otvaranja pupoljaka („forcing period“).

Autor je testirao odnos temperaturnih suma i dinamike otvaranja pupoljaka. Utvrđene su razlike u testiranim klonovima smrče koje je testirao na dva lokaliteta u

periodu 3-4 sedmice. Ovaj model, model temperaturnih suma, najčešće je korišćen za modeliranje dinamike otvaranja pupoljaka kod smrče sa varijacijama temperaturnog praga koji se kreće 0-5°C.

Hannerz (1994) navodi ranija istraživanja Prescher-a (1982) koji je utvrdio da je temperaturna suma neophodna za otvaranje pupoljaka kod smrče na području bivše Jugoslavije između 193 i 196, prosječno 195 dana za sadnice starosti četiri i pet godina. Vrijednosti opadaju prema sjeveru, pa je vrijednost sume za Rumuniju 170, Bjelorusiju 184, Češku i Slovačku 152, Poljsku 166, baltičke zemlje 163, Švedsku (aprosk. 60° S.G.Š) 123 i Finsku 96. Sa rastom sjeverne geografske širine, opada temperaturna suma neophodna za otvaranje pupoljaka.

U istraživanjima koje su sproveli Granhus et al. (2009) na sadnicama smrče koje su tokom hladnog perioda (0,7°C) u trajanju od 175 dana povremeno izlagane toplim periodima (12°C), došlo se do zaključka da izlaganje u ranom periodu (do 49. dana) ne utiče značajnije na brže otvaranje pupoljaka, dok, nakon toga, izlaganje višim temperaturama uzrokuje ranije otvaranje pupoljaka. Primijećena je i razlika između tri testirane provenijencije čija je značajnost najveća u prvih nekoliko sedmica izlaganja sadnica toplim periodima. Takođe, dvije testirane temperature kojima su izlagane sadnice od 8°C i 12°C, pokazale su različit uticaj na kasniju dinamiku otvaranja pupoljaka, pri čemu je izlaganje višoj temperaturi ubrzavalo otvaranje pupoljaka.

Pored kumulativne sume temperature, utvrđeno je dejstvo još nekoliko faktora koji mogu da utiču na dinamiku otvaranja pupoljaka kod drvenastih vrsta. Tako Søgaard et al. (2008) pišu o uticaju dužine hladnog perioda u periodu prije otvaranja pupoljaka u smislu da se otvaranje pupoljaka ubrzava što je hladniji period izraženiji i bez toplih perioda, a ukoliko smrča ne bude izložena hladnijim uslovima, proces otvaranja pupoljaka će biti nešto sporiji. Do sličnog zaključka su došli i Körner i Bassler (2014). Njihova istraživanja o potrebi hladnog perioda za dinamiku otvaranja pupoljaka su u saglasnosti sa drugim istraživanjima (Heide, 1974; 2003; Partanen et al., 2005; Hänninen, 2006; Junttila i Hänninen, 2012; Olsen et al., 2014), koja ističu važnost hladnog perioda, kao i važnost kumulativnih temperatura na dinamiku otvaranja pupoljaka kod smrče.

Olsen et al. (2014) su istraživali uticaje i sačinjavali modele bazirane na različitim kombinacijama dnevnih i noćnih temperatura na proces zatvaranja i otvaranja

pupoljaka, te su došli do rezultata da srednje noćne temperature mogu da modifikuju uticaj prosječnih dnevnih temperatura na dinamiku otvaranja pupoljaka.

Partanen et al. (2016) su u svojim testovima smrče, koja je od početka oktobra do kraja januara prenošena sukcesivno u kontrolisane uslove, pri čemu je indukovana pojava pupoljaka povećanom temperaturom (“forcing temperature”), došli do zaključka da je jedan od ključnih faktora koji utiče na dinamiku otvaranja pupoljaka količina akumuliranog hladnog perioda, odnosno dormancije.

Migliavacca (2012) smatra da najpouzdaniji modeli za nekoliko različitih borealnih vrsta uključuju ograničenja uzrokovana fotoperiodom i stepen hlađenja koji je karakterističan za jesen i početak zime kada dolazi do smanjenja ili zaustavljanja brojnih fizioloških procesa.

U testovima smrče u tzv. „whole tree“ laboratorijama, Slaney et al. (2006) i Hänninen et al. (2007) došli su do rezultata da povišene temperature utiču na ranije izduživanje terminalnih izbojaka. Isti autori su proučavajući uslove predviđene scenarijom klimatskim promjenama – povećanjem CO₂ i povećanjem temperature od 3-5 °C do 2100. god, koristeći švedski scenario promjene klime (SWECLIM), utvrdili su da povećanje CO₂ ne utiče na promjenu vremena otvaranja pupoljaka. Interesantan je i zaključak da se praćenjem suma temperatura nije mogao definisati početak otvaranja pupoljaka kod smrče. To je u suprotnosti sa rezultatima do koji je došao Hannerz et al. (1999) koji preporučuju da se za početak osmatranja odabere dan u januaru ili februaru kada temperature počnu da prelaze prag od 5°C, kao što je slučaj i u radovima Gyllenstranda et al. (2007) i Sutinena et al. (2009; 2012).

Smatra se da do usporavanja otvaranja pupoljaka uglavnom dolazi usljed neispunjenih potreba vrste za hladnim periodom tokom dormantnosti, tj. usljed pojave toplih perioda koji narušavaju hladni temperaturni balans neophodan da bi biljka zimu provela u dormanciji (Hänninen i Tanino, 2011; Lange et al., 2015).

Kod nekih drugih vrsta utvrđeno je da se javlja isti efekat - povećanjem temperatura tokom kraćih jesenjih dana usporava se otvaranje pupoljaka u proljeće (Heide, 2003). Junttila i Hänninen (2012) istraživali su uticaj temperatura za brezu i utvrdili slične obrasce ponašanja ove vrste u odnosu na temperaturu u jesen tokom perioda kratkih dana.

Komparaciju 35 različitih modela baziranih na temperaturama u hladnom periodu („chilling temperature“), fotoperioda i temperatura tokom toplog perioda („forcing temperature“) uradio je Bassler (2016), te utvrdio da se među testiranim modelima ne može vršiti prioritizacija, tj. ne može se precizno izabrati model koji će sa sigurnošću dati odgovarajući odgovor na prestanak dormantnosti i početak otvaranja pupoljaka. Uzrok je strukturalna fleksibilnost samih modela, kako navodi autor. Neki od modela koji su se koristili za smrču, dobro su se pokazali i kod drugih šumskih vrsta (Linkosalo et al., 2006; Olsson i Jönsson, 2015).

Pored temperature, navode se i drugi faktori koji mogu da utiču na otvaranje pupoljaka. O uticaju fotoperioda na dinamiku otvaranja pupoljaka pišu: Heide, (1993), Körner i Basler, (2010; 2014), Basler i Körner (2012), dok vrlo detaljan metod modeliranja, odnosno predviđanja dinamike otvaranja pupoljaka različitih provenijencija prikazuje u svom radu Hannerz (1994). Isti autor navodi mogućnost upotrebe različitih modela za procjenu početka otvaranja pupoljaka, te navodi da bi se termin početka otvaranja pupoljaka mogao predvijeti sa tačnošću od dva dana uz svega jednu godinu praćenja temperatura i dinamike otvaranja pupoljaka (Hannerz et al., 1999).

Lee et al. (2014) istraživali su sadnice smrče izlažući je prvo uslovima kratkog dana, a nakon toga i uslovima dugog dana. Pri transferu sadnica iz uslova kratkog dana u uslove dugog dana, autori su utvrdili promjene u količinama absicinske kiseline i oksidazeglutaniona čije su se koncentracije smanjile, a povećala se koncentracija urate (urinarne kiseline).

Partanen et. al. (1998) istraživali su otvaranje pupoljaka smrče u kontrolisanim uslovima. Autori ukazuju da je dinamika otvaranja pupoljaka u pozitivnoj korelaciji sa fotoperiodom. Partanen et al. (2001) utvrdili su da se u vrijeme kada se otvaraju pupoljci smanjenjem količine svjetlosti, može povećati brzina otvaranja pupoljaka. Autori su ponovili istraživanje tokom 2005. godine (Partanen et al., 2005), te došli do novih zaključaka - smrča u ranijoj dobi ima dva perioda, pored zimskog perioda, kada ne otvara pupoljke: u vrijeme proljetne ravnodnevnice i u periodu kasne jeseni. Situacija je nešto drugačija sa smrčom u starijoj dobi kada se pupoljci ne otvaraju jedino u periodu zime. Ranije istraživanje Höyhtyä i Hanninena (1991) ukazalo je na činjenicu do koje su

došli Partanen et al. (1998) - da se pupoljci brže otvaraju pri slabijoj svjetlosti. Testovi su vršeni na dvogodišnjim sadnicama koje su bile izložene različitim intenzitetima svjetlosti.

Na otvaranje pupoljaka kod smrče utiče i dostupnost hranljivih materija, tj. od dostupne količine nitrata. Veće količine dostupnog azota ubrzavaju otvaranje pupoljaka (Pümpel et al. 1975; Fløistad i Kohmann, 2004). Luoranen i Rikkala (2011) također su došli do rezultata da povećanjem količine dostupnog azota može da se ubrza početak otvaranja pupoljaka za dva do šest dana. U istraživanjima Fløistada (2002), nije utvrđeno da količina dostupnog azota utiče na dinamiku otvaranja pupoljaka.

Sparks i Estrella (2014) istraživali su uticaj relativne vlažnosti vazduha, pri konstantnom fotoperiodu i temperaturi, za devet evropskih vrsta, između ostalih i za smrču. Utvrdili su da vlažnost utiče na dinamiku otvaranja pupoljaka pri čemu se variranje kreće i do devet dana za dren, ali izdvajaju smrču kod koje je variranje bilo svega jedan dan, te je bilo najmanje izraženo i nesignifikantno.

Johansson et al. (2012) koji su istraživali uticaj upotrebe đubriva na rast sadnica smrče, utvrdili su da postoje i razlike u otvaranju pupoljaka bazirane na različitom tipu sadnog materijala i upotrebi đubriva. Autori su utvrdili da je kod sadnica proizvedenim u „mini plug“ kontejnerima došlo do ranijeg otvaranja pupoljaka u odnosu na ostale tipove kontejnera, te da je đubrenje ubrzalo otvaranje pupoljaka u prosjeku za pet dana.

1.2.2. Fotosinteza, stomatalna provodljivost, transpiracija i fotosintetički pigmenti

Od posebnog interesa je zaštita sadnog materijala od izmrzavanja uslovljenih ranim otvaranjem pupoljaka (Sakai and Larcher, 1987), kao i reakcija na sušu na koju je smrča vrlo osjetljiva (Van der Maaten-Theunissen et al. 2013). Stoga, najčešće istraživani parametri, pored vremena i dinamike otvaranja pupoljaka su: fotosinteza, stomatalna provodljivost, transpiracija i sadržaj fotosintetičkih pigmenata.

Neto fotosinteza, transpiracija i stomatalna provodljivost predstavljaju ključne elemente u savremenim modelima ekosistemskog kretanja vode i ugljenika (Sitch et al. 2008) koji mogu biti pogođeni klimatskim promjenama (Kirschbaum, 2004). Pored tri navedena faktora, vrlo česta su istraživanja sadržaja fotosintetičkih pigmenata koji predstavljaju osnovu za jedan od osnovnih životnih procesa kod biljaka – fotostintezu.

Kada je u pitanju istraživanje neto fotosinteze, transpiracije i stomatalne provodljivosti, najčešće su navedeni parametri dovedeni u vezu sa faktorima stresa kod biljaka: suše i povećanja ugljen-dioksida.

Prema Abramsu et al. (1994), genotipovi drveća koji se razvijaju u kserofitnijim uslovima, generalno imaju veći intenzitet fotosinteze i stomatalne provodljivosti tokom sušnih perioda u poređenju sa genotipovima iz umjerenijih područja.

Cienciala et al. (1994) istraživali su 24 godine star zasad smrče koji je podvrgnut različitim tretmanima: suši, normalnom stanju (stanje lokalne klime) i navodnjavanju. Autori su došli do rezultata koji ukazuju na to da je stomatalna provodljivost bila u korelaciji sa količinama dostupne vode u zemljištu.

Kada je u pitanju istraživanje stomatalne provodljivosti i transpiracije u dva tridesetogodišnja testa smrče na otvorenom, pri čemu je jedan bio izložen suši, a drugi redovno snabdijevan vodom, Lu et al. (1995) utvrdili su da nizak nivo dostupne vode ima uticaj na stomatalnu provodljivost i transpiraciju koje se sa smanjenjem količine dostupne vode smanjuju, što je u saglasnosti sa istraživanjima koje su sproveli Cienciala et al. (1994).

Povećanje količine CO₂ u testovima koje su izveli Robertnz i Stockfors (1998) sa smrčom u sjevernoj Švedskoj, dovelo je do povećanja intenziteta fotosinteze kod smrče, ali nije značajno uticalo na stomatalnu provodljivost. Stomatalna provodljivost je dovedena u vezu sa sadržajem azota u četinama.

Lahti et al. (2002) testirali su na sadnicama smrče uticaj temperature zemljišta na nivo fotosinteze, stomatalne provodljivosti i razmjene gasova (CO₂). U trogodišnjem testiranju, tokom prve i treće godine, temperatura zemljišta je bila konstantna +16°C, dok su u drugoj godini testiranja sadnice bile izložene različitim temperaturama zemljišta (9, 13, 18 i 21°C). Utvrđeno je da je fotosintetička aktivnost petogodišnjih sadnica bila smanjena pri izlaganju nižim temperaturama zemljišta. Međutim, smanjenje fotosinteze nije bilo praćeno smanjenjem stomatalne provodljivosti niti koncentracije azota, a što su autori očekivali da će se desiti.

Stojnić et al. (2012) istraživali su neto fotosintezu, stomatalnu provodljivost i transpiraciju, kao i efikasnost korišćenja vode u provenijeničnom testu bukve na Fruškoj gori u Srbiji. Autori su utvrdili značajne razlike u transpiraciji i efikasnosti korišćenja

vode kod sadnica iz različitih provenijencija. Razlike u stomatalnoj provodljivosti i neto fotosintezi nisu bile statistički značajne.

Ditmarová et al. (2009) pišu o rezultatima dobijenim istraživanjem na sadnicama smrče starim četiri godine u polukontrolisanim uslovima. Sadnice su postepeno bile podvrgnute vodnom stresu u trajanju od 48 dana, te su istraživači posmatrali vodeni potencijal četina, stomatalnu provodljivost, razmjenu CO₂, koncentraciju fotosintetičkih pigmenta i fotohemijsku efikasnost, što je utvrđeno i u drugim istraživanjima (Slugeňová et al., 2011). Istraživanja su pokazala da otpornost smrče uključuje brojne paralelne fiziološke i biohemijske promjene, te da fiziološki sistem nastoji da održi sadnice što duže u životu, ali samo do određene tačke kada sistem nepovratno odumire. U navedenim istraživanjima, proces sušenja započeo je tokom 26. dana od dana početka izlaganja stresu.

Uddling i Wallin (2012) u tzv. poljskim laboratorijama (whole tree laboratory) ispitivali su uticaj povišenog nivoa CO₂ na fotosintezu i stomatalnu provodljivost. Utvrđeno je da sa povećanjem nivoa CO₂, pri povećanju temperature i količine svjetlosti, dolazi do povećanja intenziteta fotosinteze, ali ne dolazi do promjena u stomatalnoj provodljivosti.

Kurjak et al. (2012) istraživali su odgovor 25 godina starog zasada smrče na vodeni deficit, te došli do rezultata koji ukazuju na to da su stabla ranije smanjila asimilaciju CO₂ i stomatalnu provodljivost prije nego što je smanjen vodni potencijal četina.

U istraživanjima koje su sproveli Kivimäenpää et al. (2014), utvrđeno je da su povišene temperature kojima su bile izložene trogodišnje sadnice smrče, dovele do mikroskopskih promjena vezanih za fotosintezu kroz smanjenje veličine hloroplasta i povećanja njihovog broja, zatim na skladištenja ugljenika, pri čemu je došlo do redukcije skroba i povećanja količine citoplazmatičnih lipida.

Linder (1980) je proučavala sadržaj hlorofila kod tri vrste: bijelog bora, smrče i crnog bora. Utvrdila je da je sadržaj hlorofila različit u zavisnosti od vrste, uslova rasta i starosti četina. Takođe je utvrdila da se najveća količina hlorofila u sadnicama nalazila tokom ljetnih mjeseci (jul i avgust), te da je kod sadnica smrče sadržaj hlorofila veći nego kod bijelog bora. Takođe, autorka je došao do zaključka da je veza između

sadržaja hlorofila i sadržaja azota linearna, a do sličnih rezultata došli su i Robertnz i Stockfors (1998).

Westin et al. (1995) istraživali su fotosintetsku aktivnost na klonovima smrče iz sjemenskih plantaža. Fotohemijska aktivnost bila je najniža u aprilu, a onda naglo porasla u maju, i zadržala skoro isti nivo aktivnosti do septembra. Od septembra do aprila, nivo hlorofilne fluorescencije bio je stabilan i iznosio je između 0,4 i 0,5.

Lahti et al. (2002) utvrdili su da se koncentracija hlorofila tokom tri godine testiranja i različite temperature zemljišta smanjivala tokom sezona rasta, a rasla je kako se približavao kraj sezone rasta. To je donekle u suprotnosti sa istraživanjima Lindera (1980) i Westin-a et al. (1995) koji tvrde da je porast sadržaja pigmenata najveći tokom sredine ljetne sezone, ali i u saglasnosti sa kasnijim istraživanjima Linkosalo et al. (2014), koji tvrde da je najveća aktivnost fotosintetičkih pigmenata zabilježena u jesen.

Lahti et al. (2002) tvrde da variranje sadržaja hlorofila, tj. njegov gubitak može uzrokovan nekim drugim faktorima stresa osim gubitka azota, te da se veza između sadržaja hlorofila i azota ne može jasno definisati kao što je to u svom radu navela Linder (1980).

Pukacki i Kaminska-Rožek (2005) pišu o efektima suše na hlorofil, razmjenu vode u četinama i protoku elektrolita u četinama i izbojcima četvorogodišnjih sadnica smrče u kontrolisanim uslovima. Autori su utvrdili da sa smanjenjem dostupne vode, koncentracija hlorofila opada, smanjuje se protok elektrolita, što smanjuje indeks vitaliteta sadnica. Takođe, ispitivanjem klonova smrče dokazana je oscilacija količine fotosintetskih pigmenata na godišnjem nivou.

Kvičala et al., (2014) testirali su različite nivoe CO₂ i iradijacije. Utvrdili su da se više hlorofila *a* javlja pri nižoj iridijaciji, a uticaj CO₂ je takođe različit u zavisnosti od prisutne količine CO₂. Ista situacija je i sa hlorofilom *b*. Za karotenoide je utvrđeno da se povećanjem nivoa iradijacije i CO₂ raste i količina karotenoida.

Kada je u pitanju okruženje, broj fizioloških istraživanja je znatno manji u odnosu na Evropu. Sedej (2005; 2014) i Sedej i Gaberščik (2008) su istraživali uticaj UV zračenja na neke od osnovnih fizioloških procesa na smrči u Sloveniji. Došli su do zaključka da su četine kao nosioci dinamičkih sezonskih i fizioloških procesa, sa viših

nadmorskih visina manje otporne na zračenje i obratno. To se reflektuje na odgovarajuće sadržaje hlorofila u četinama.

Temperatura zemljišta takođe može da utiče na nagomilavanje skroba u četinama smrče, dok je fotosinteza redukovana samo na najnižim testiranim temperaturama zemljišta, što se dešava na niskim temperaturama zemljišta, npr. ispod 9°C (Repo et al., 2004).

Gömöry et al. (2010) koji su istraživali razlike između 12 provenijencija smrče iz provenijeničnih testova u Slovačkoj proučavajući njihovu mogućnost aklimatizacije na hladne uslove kroz proučavanje fluorescencija hlorofila *a*, utvrdili su da postoje značajne razlike u sadržaju hlorofila *a* na nivou testiranih provenijencija pri različitim niskim temperaturama (od -20 °C do -80°C).

Miron i Sumalan (2015) pišu o različitoj reakciji sadnica smrče na uslove povišene temperature i navode značajne razlike u količini hlorofila *a* i *b* kod različite populacije smrče u Rumuniji. Smrča sa tri planine: Bârgau, Mic i Piana Rusca planine reagovale su različito na uticaj povišene temperature kroz redukciju količine pigmenata. Najstabilnijim se pokazao karoten, čije je smanjenje bilo minimalno. Uticaj stresa istraživali su i Pukacki i Kamińska Rožek (2005), te došli do sličnih rezultata, ali sa značajnijim smanjenjem hlorofila *a* i karotenoida.

Daničić et al. (2012) pišu o sadržaju pigmenata kod bijelog bora u sjemenskoj plantaži u Doboju, te navode da postoje statistički značajne razlike u sadržaju fotosintetičkih pigmenata između posmatranih klonova koji vode porijeklo od najboljih individua u Bosni i Hercegovini.

Pumpanen et al., (2012), Hartmann (2013), Marshall i Linder (2013) i mnogi drugi autori pišu o fiziološkim procesima na smrči vezanim za razmjenu gasova, transpiraciju i fotosintezu. Te procese istražuju u odnosu na klimatske promjene, odgovarajuće tehnike gajenja šuma smrče, kao i u odnosu na druge parametre ekosistema.

1.3. Pregled genetičkih istraživanja

Smrča je jedna od najbitnijih vrsta za evropsko šumarstvo. O bitnosti ove šumske vrste govori i činjenica da je smrča jedna od rijetkih šumskih vrsta čiji je genom u potpunosti dešifrovan (Nystedt et al., 2013) i to prije značajnih šumskih vrsta kao što su npr.: eukaliptus (Myburg et al., 2014), hrast (Plomion et al., 2016) i ginko (Guan et al., 2016).

Analize polena pokazale su da je smrča bila ograničena na nekoliko refugija tokom proteklog ledenog doba i da je trenutni areal rezultat širenja smrče iz refugija kao što su Dinarski Alpi, Karpati i današnje moskovske oblasti (Schmidt-Vogt, 1977; Huntley i Birks, 1983). Kroz istoriju dolazilo je do značajnog pomjerenja areala smrče. Smatra se da je genetička struktura smrče oblikovana istorijskim faktorima, kao što su period glacijacije i procesima postglacijalne kolonizacije. Pored toga, Lagercrantz i Ryman (1990) ukazuju na činjenicu da je smrča kao vrsta u stalnom procesu genetičke diferencijacije i adaptacije, te da tok gena koji se dešava i u sadašnjosti, uveliko doprinosi genetičkoj varijabilnosti (Aarrestad, et al., 2014).

Potvrda o migracijama smrče može se naći u radovima mnogih evropskih istraživača. Istraživanja Mengla et al. (2009) koji su izučavali haplotipove mitohondrijalne DNK u Austriji, pokazala su značajniju varijabilnost samo u istočnim i jugoistočnim populacijama u Austriji. To može da se dovede u vezu sa prethodnim istraživanjima Gebureka et al. (2008) koji smatra da je smrča migrirala iz južnih i jugoistočnih dijelova Evrope u centralni dio, te da su stoga razlike u smrči na zapadu i jugoistoku Austrije posljedica migracija vrste tokom postglacijalnog perioda. Takođe, bitno je napomenuti ranija istraživanja Gugerly et al. (2001) koji ukazuju na veću varijabilnost istočnih alpskih populacija u odnosu na zapadne, kao i rezultate Lewandanowskog et al. (1997) koji ukazuju na manju genetičku diferenciranost smrče u centralnom dijelu njenog areala u odnosu na druge dijelove areala. To je u saglasnosti sa rezultatima do kojih su došli Lagercrantz i Ryman (1990) i njihovim obrascima pomjerenja areala smrče u postglacijalnom periodu, kao i rezultatima istraživanja Vancure (1995) koji navodi postojanje prve dvije istražene male refugijane zone oko 11.500 godina p.n.e. na području Češke, odakle se smrča mogla proširiti na druge dijelove Centralne Evrope.

Generalno se smatra da je smrča vrsta sa izrazitim polimorfizmom, pri čemu postoji značajna varijabilnost u rastu u visinu i drugim karakteristikama. Na osnovu morfološkog i genetičkog variranja osobina vrste, izvršena je podjela areala na nekoliko domena Schmidt-Vogt (1978). Istraživanja genoma smrče primjenom odgovarajućih molekularnih i biohemijskih markera, započela su krajem devedesetih godina XX vijeka i do sada je mnogo urađeno na definisanju genekoloških, jedinica areala smrče, pri čemu su potvrđene najveće ekološke jedinice – domeni, koje je definisao Schmidt-Vogt 1978. godine.

Cjelokupan areal može se, prema istraživanjima varijabilnosti upotrebom genetičkih biohemijskih i molekularnih markera u Evropi, grupisati u nekoliko domena. Lagercrantz i Ryman (1990), na osnovu analize 70 provenijencija iz cijele Evrope, izdvajaju pet različitih domena smrče.

Vendramin et al. (2000), Collignon i Favre (2000), Collignon et al., (2002) ukazuju na podjelu areala na dva domena: baltičko-nordijski i alpski sa izuzetkom populacija iz Rumunije što vodi ka izdvajanju trećeg domena – hercinio-karpatskog (Heuertz, 2006).

Njihova istraživanja su u saglasnosti sa kasnijim istraživanjima Aarrestada, et al. (2014), koji navode da je areal smrče u Evropi podijeljen na dva dijela i to na sjeverni i južni dio, ali pošto su populacije smrče geografski usko povezane kroz tok gena na veće udaljenosti, ne mogu se povući oštre i jasne granice između evropskih populacija. Autori ukazuju na mogućnost pojave supstrukture u sjevernom dijelu Evrope koje su povezane sa adaptivnim fenotipskim osobinama. Tsuda et al. (2016) u istraživanjima hibridizacije vrsta *Picea abies* i *Picea obovata* izučavanjem nSSR u 88 populacija i mtSSR markera u 102 populacije, takođe su zaključili da se smrča (*Picea abies*), koju su proučavali, dijeli na dva domena: južni i sjeverni. Međutim, treba imati u vidu primarni cilj njihovog istraživanja i lokacija sa kojih su prikupljeni uzorci, tj. prostornog obuhvata koji se nije odnosio na centralni dio Evrope gdje bi smrča mogla biti drugačije genetičke konstitucije.

Drugi autori dijele areal smrče na tri domena: alpski, hercinio-karpatski i baltičko-nordijski domen (Huntley i Birks, 1983; Schmidt-Vogt, 1986; Achere et al.,

2005; Chevarria, 2005, Lockwood et al., 2013). Prema podjeli areala smrče na domene, smrča u Bosni i Hercegovini pripada nlp-skom domenu.

Pored podjela na domene, podjela areala smrče vršena je i na druge načine. Tako su Bucci i Vendramin (2000) istraživali 95 populacija smrče iz Evrope, ukupno 1085 individua korišćenjem cpSSR markera. Utvrdili su postojanje 16 različitih haplogrupa smrče u Evropi. Rezultati istraživanja su ukazali na činjenicu da areal smrče iz Bosne i Hercegovine pripada dvjema različitim grupama populacija. Zapadni dio areala smrče pripada centralno-alpskoj grupi populacija, dok smrča iz istočnog dijela BiH pripada tzv. „neklasifikovanoj“ haplogrupi populacija.

Tollefsrud et al. (2009), koji su istraživali genetičku varijabilnost smrče u Evropi upotrebom mitohondrijalnog *nad1* gena u fosilnim ostacima polena, utvrdili su da je preživljavanje smrče u odvojenim refugijima i postglacijalnom kolonizacijom vodilo do pojave veće genetičke varijabilnosti smrče u alpskom domenu čiji je dio i Bosna i Hercegovina. Naprotiv, u skandinavskim populacijama uočeno je manje variranje, a kao razlog se navodi da smrča u tom dijelu Evrope potiče iz jednog refugija.

Smrča, kao vrsta koja je široko raširena kao i druge vrste evihorne i evritopne vrste kao što je bijeli bor, obično se karakterišu malim nivoom genetičke diferencijacije (F_{ST}) u svom arealu (Heuertz et al., 2006; Pyhäjärvi et al., 2007). Stoga istraživanje smrče treba da uključuje sve veći broj staništa i nalazišta, kao i primjenu najmodernijih tehnologija kao što su molekularni markeri.

Istraživanja u različitim dijelovima Evrope ukazuju na malu genetičku diferencijaciju između populacija smrče, pri čemu se ta vrijednost kreće ispod $F_{ST}=0,05$, što je granica ispod koje se smatra da je vrsta slabo genetički diferencirana (Hartl i Clark, 1997). Pri tome, treba imati u vidu da se vrijednosti F_{ST} razlikuju upotrebom različitih markera i veličine uzorka.

Genetički diverzitet istraživan je širom Evrope i upotrebom različitih molekularnih i biohemijskih markera. Tako istraživanja sprovedena u 20 populacija u Poljskoj upotrebom SSR markera, ukazuju da je nivo genetičke diferencijacije između istraživanih sastojina veoma nizak ($F_{ST}=0,088$). Autori ukazuju da variranje u sjevernom dijelu zemlje iznosi $F_{ST}=0,087$, a u južnom $F_{ST}=0,085$, i da su ove dvije zone slične i komparabilne. Mnogo niži nivo genetičke diferencijacije nađen je u tzv.

„spruceless“ zonama $F_{ST} = 0,039$, a razlog se može tražiti i u malom broju istraženih sastojina (Nowakowska, 2009). U kasnijim istraživanjima u Poljskoj, korišćenjem nSSR markera, utvrđeno je da je nivo genetičke diferencijacije nizak i iznosi svega $F_{ST}=0,032$ (Nowakowska, 2014).

Rezultati istraživanja u Švedskoj ukazuju takođe na činjenicu da je genetička diferencijacija populacija niska $F_{ST}=0,0087$, a istraživanja su vršena primjenom SSR markera na 140 sastojina iz 9 zona iz Centralne Švedske (Androsiuk et al., 2012).

Rezultati istraživanja varijabilnosti smrče u šest populacija upotrebom SSR markera na području zapadnih i jugozapadnih Alpa, pokazali su da je genetička diferencijacija mala ($F_{ST}=0,05$) i nije utvrđena izolacija uslovljena distancom. Unutarpopulaciona varijabilnost bila je značajno veća od međupopulacione varijabilnosti (Meloni et al., 2007).

Chen et al. (2012) istraživali su 137 SNP markera izabranih između 18 gena kandidata za koje se pretpostavlja da utiču na zatvaranje pupoljaka. Autori su zaključili da je populaciona genetička struktura vrlo mala ($F_{ST} = 0,05$), a uticaj geografske širine jedino je došao do izražaja kod skandinavskih populacija.

De Pierro et al. (2016) utvrdili su istraživanjem 24 populacije smrče širom Italije, uključujući italijanske Alpe kao i jednu izdvojenu populaciju na zapadu sa maritivnih Alpi i jednu na sjeveru Apenina. Autori su identifikovali potencijalno 13 adaptivnih lokusa. Takođe su utvrdili da su padavine, više nego temperatura, najčešće bile statistički povezane sa genotipovima. Istraživanje je pokazalo da je snabdjevenost zemljišta vodom najvažnija ekološka varijabla povezana sa osjetljivošću smrče na klimatske promjene. Ukupna genetička diferencijacija je mala i iznosila je $F_{ST}=0,012$.

Iako se generalno smatra da je genetička varijabilnost smrče, posmatrano na cio njen areal, velika, razlike u genomu utvrđene korišćenjem nuklearnih DNK markera i/ili biohemijskih markera često ukazuju na veću varijabilnost između drveća u samoj sastojini nego što je razlika među populacijama u okviru istih domena (Lagercrantz i Ryman, 1990; Bergmann, 1991; Müller-Starck et al., 1992; Müller-Starck, 1995; Vendramin et al., 2000; Sperisen et al., 2001; Skrøppa, 2003; Maghuly, 2006; Jansson, 2013, Radu et al., 2014).

Kada je u pitanju vertikalno zoniranje smrče, utvrđeno je da populacije sa viših nadmorskih visina, kao periferalnih areala, nemaju smanjenu varijabilnost (Müller-Starck, 1995), što se moglo očekivati s obzirom na to da se govori o periferalnim arealima smrče u visinskom pogledu. To dodatno usložnjava rad na oplemenjivanju vrste i potrebu da se istraživanja genetičke varijabilnosti sprovede na manjim jedinicama površine i na „plus“ stablima.

Slični rezultati dobijeni su istraživanjima u Sjevernoj Bavarskoj primjenom EST markera gdje je utvrđeno da razlike u nadmorskoj visini populacija ne moraju da igraju značajnu ulogu - razlike između populacija sa različitim nadmorskih visina su minimalne (Konnert, 2009).

Istraživanjem uticaja nadmorske visine na genetičku diferencijaciju bavili su se i Maghuly et al. (2006). Autori su koristili cpSSR, mtSSR i nSSR markere. Rezultati analiza cpSSR markera ukazali su na nepostojanje unutarpopulacione i međupopulacione varijabilnosti, dok rezultati analiza mtSSR ukazuju na postojanje razlika između populacija sa različitim nadmorskih visina.

Gugerli et al. (2001) istraživali su smrču u Alpima koristeći mitohondrijalni marker *nad1*intron 2 utvrdili su postojanje razlika između populacija sa istočnog i zapadnog dijela Alpa. Takođe su utvrdili malu, ali statistički značajnu razliku među populacijama na različitim nadmorskim visinama, prvenstveno u italijanskim populacijama.

Ballian et al., (2007a) istraživali su smrču na području Igmana, te na osnovu izoenzimskih markera, utvrdili da postoje razlike između smrče sa različitim nadmorskih visina. Galović et al., (2015) izučavali su smrču sa planine Golije, sa više različitih nadmorskih visina i sa različitim oblikom krošnje. Dokazane su razlike upotrebom SSR markera pri čemu su autori koristili 22 prajmera.

Istraživanjem razlika u genetičkoj strukturi smrče sa različitim nadmorskih visina i oblika krošnji bavili su se i Radu et al. (2014). Autori su koristili alozime i došli do zaključka da je genetička diferenciranost između populacija mala ($F_{ST}=0,009$), a da je razlika unutar populacija statistički značajna. Razlike između populacija sa nižih i viših nadmorskih visina bile su skoro zanemarljive.

Geburek (1999) je istraživao smrču na području Austrije primjenom izoenzimskih markera. Istraživanja su obuhvatila 29 populacija smrče na višim nadmorskim visinama. Utvrđeno je da je interpopulaciona varijabilnost smrče mala ($F_{ST} = 0,012$) te da je smrča u Austriji najvjerojatnije porijeklom sa područja Dinarskih Alpa, što potvrđuje rezultate ranijih istraživanja do kojih su došli Lagercrantz i Ryman (1990).

Kada su u pitanju genetičke međugeneracijske razlike, Konnert (2009) je za područje Bavarske utvrdila da između populacija u juvenilnom stadijumu razvoja i starih sastojina nije bilo statistički značajnih razlika, dok su do sličnih rezultata za smrču u Poljskoj došli Nowakowska et al. (2014).

Sa druge strane, različitost u genetičkoj strukturi smrče dokazana je u istoj sredini, u istim populacijama u Poljskoj, u različitim starosnim grupama koje se javljaju kao posljedica prebirne sječe (Wojnicka-Poltorak et al., 2013). Istraživanje je vršeno izoenzimskim markerima, a utvrđena vrijednost F_{ST} se kretala u intervalu 0,5-0,23%.

Sandak et al. (2015) koji su izučavali šest populacija od sjevera Italije do sjevera Finske (gradijent po geografskoj širini), utvrdili su postojanje značajnog varijabiliteta, ali ipak manjeg od onog do kojeg su došli Acheré et al. (2005) i Maghuly et al. (2006) usljed korišćenja manjeg broja markera (četiri markera), na šta autori upućuju pri diskutovanju rezultata.

Istraživanja u Sloveniji sprovedena na smrči u centralnim i perifernim populacijama primjenom izoenzimskih i nSSR, pokazala su vrlo nizak nivo genetičke diferenciranosti od 0,013 za izoenzime i 0,009 za nSSR markere (Westergren et al., 2018).

Kada je u pitanju istraživanje genetičke varijabilnosti u Bosni i Hercegovini, istraživanja su rađena najčešće primjenom biohemijjskih markera i SSR markera.

Varijabilnost smrče u Bosni i Hercegovini je istražena upotrebom izoenzimskih markera (Ballian et al., 2006; Ballian et al., 2007a; Ballian et al., 2007b; Ballian et al., 2009; Ballian et al., 2010), te nSSR markerima (Mataruga et al., 2014) uz preporuke za *ex situ* konzervaciju.

Ballian et al. (2006) izučavali su genetičku varijabilnost smrče primjenom 13 izoenzimskih markera, na 20 gen lokusa, u 13 populacija smrče iz Bosne i Hercegovine. Utvrdili su da je svih 20 gen lokusa polimorfno, od čega je 15 visoko polimorfno. Utvrđeno je da se populacije iz istočnog dijela BiH odlikuju većom stvarnom od očekivane heterozigotnosti, dok neke populacije, kao što je Preodac iz zapadnog dijela BiH, ima najmanju heterozigotnost. Autori ističu podatak da je najveća razlika stvarne i očekivane heterozigotnosti zabilježena za populaciju Vlašić i smatraju da ta populacija nije autohtonog porijekla, nego je introdukovana. Isti autori su utvrdili da smrča u BiH nije izgubila mnogo od svog potencijala za adaptaciju, te se čak pretpostavlja da su populacije iz BiH otpornije od populacija sa zapada, jer posjeduju dovoljno genetičke varijabilnosti. To se može iskoristiti pri pošumljavanju devastiranih staništa i introdukciji na druga staništa kroz „asistiranu migraciju“, a u cilju očuvanja produktivnosti i ekosistemskih funkcija pod uticajem klimatskih promjena (Gray et al., 2011; Kreyling et al., 2011).

Ballian et al. (2007a) takođe navode postojanje razlika između specifične zajednice smrče u BiH *Piceetum montanum (inversum)* i *Piceo- Pinetum Illyricum* koje su geografski vrlo bliske, jer su uzorci sakupljeni na planini Igman, ali su sakupljeni sa različitih nadmorskih visina.

Za gen lokus GOT, Ballian et al. (2007b) navode da je varijabilnost utvrđena ovim biohemijskim markerom, klinalnog karaktera u BiH, te navode da postoji veza između geografske i genetičke udaljenosti osim za populaciju Vlašić, koja se smatra populacijom alohtonog porijekla. Takođe, poređene su populacije smrče sa staništa *Sphagno-Piceetum* u BiH i Sloveniji, i te utvrđeno je da postoje značajne razlike po pojedinim gen lokusima, ali i interesantne sličnosti po drugim gen lokusima (Ballian et al., 2009).

Ballian et al. (2010), ukazuju na potrebu daljih istraživanja genetičke raznolikosti smrče u BiH radi sprečavanja širenja neželjenih gena. Autori tvrde da smrča u BiH, iako na periferiji svog areala, nije izgubila mnogo od svog genetičkog potencijala za adaptaciju, te preporučuje podizanje ogleda sa smrčom u cilju ispitivanja potencijala za adaptaciju vrste.

Mataruga et al. (2014), analizirali su genetičku varijabilnost smrče koristeći 3 nSSR, 1 mtDNA and 1 cpDNA marker. Istraživanja su obuhvatila 11 prirodnih populacija u Bosni i Hercegovini. Utvrđena je značajna varijabilnost ove vrste, te predložene mjere za dalja istraživanja.

Cvjatković et al. (2017), testirali su populacije smrče u testovima potomstva i došli do rezultata koji ukazuju da smrča u BiH u odnosu na evropske populacije ima značajan nivo varijabilnosti koji nije manji od centralnih evropskih populacija. Istraživanje je vršeno na šest populacija primjenom devet molekularnih SSR i EST markera, te je utvrđena vrijednost $F_{ST}=0,026$.

Treba napomenuti da se istraživanja genetičke raznolikosti vrste stalno unapređuju, pronalaze se novi alati za jasnije definisanje genetičke varijabilnosti, a posljednja generacija molekularnih markera, tzv. SNPs, unapređuje mogućnost istraživanja varijabilnosti molekularnim markerima (Heer et al., 2016). Takođe, u upotrebi su i neki od drugih oblika fizioloških markera. Varijabilnost smrče praćena je i na druge načine, kao npr. kroz praćenje koncentracije kiseonikovih i vodonikovih izotopa. Utvrđeno je da se koncentracija pojedinih izotopa mijenja sa povećanjem udaljenosti od obala mora, tj. sa promjenom geografske dužine i širine (Gori et al., 2015).

1.4. Testiranje reproduktivnog materijala smrče *ex situ*

Ispitivanje varijabilnosti vrste odvija se kroz podizanje kratkoročnih i dugoročnih testova. Razvijanje šema korišćenja izvora reproduktivnog materijala zahtijeva razumijevanje intraspecijskog variranja u odnosu na klimu (Schueler et al., 2012), što se može realizovati samo kroz odgovarajuća testiranja vrste na uslove sredine, tj. genocenološka istraživanja. Osjetljivost šumskog reproduktivnog materijala se ocjenjuje na osnovu sposobnosti da preživi, raste i reprodukuje se na lokalitetu na koji se unosi (Konnert et al., 2015).

Falkenhagen (1990) navodi da je Duhamel du Monceau tokom 1745. i 1755. godine nesvjesno postavio temelje testiranja različitih provenijencija na različitim staništima, tj. postavio je temelje genocenoloških istraživanja. On je sadio sadnice borova iz različitih izvora sjemena i pratio njihov rast i razvoj pri čemu je imao za cilj da obezbijedi dovoljno materijala za građenje brodova. Na taj način, on je nesvjesno testirao lokalnu adaptiranost borova i relaciju između adaptivnih osobina drveća i različitih uslova sredine iz koji potiče sjeme (König, 2005). Kada je u pitanju smrča, smatra se da su prvi testovi smrče na otvorenom postavljeni u 18. vijeku.

Konnert et al. (2015) navode da su provenijenični testovi, gdje se materijal iz različitih provenijencija nalazi na jednom mjestu („common garden trials”), ili na različitim lokacijama, obuhvatajući niz različitih ekoloških uslova, instrument za otkrivanje genetičke varijabilnosti između provenijencija, kao i razlika unutar provenijencija u pogledu fenotipske plastičnosti prema uslovima sredine. Neophodnost testiranja leži u činjenici da su lokalne provenijencije često nadmašene po posmatranim obilježjima od strane drugih provenijencija.

Da bi se na odgovarajući način koristili podaci dobijeni u testovima, prema Kapelleru et al. (2013), podaci treba da ispunjavaju nekoliko zahtjeva:

- porijeklo sjemena treba da bude kvalitetno dokumentovano, koordinate provenijencija/populacija treba da budu dostupne i maksimalno tačne i precizne, a sjeme treba da potiče sa domaćih, autohtonih staništa da bi se jasno definisala adaptibilnost prema lokalnoj klimi,

- reproduktivni materijal treba da bude unesen na širok spektar staništa, pokrivajući najmanje prirodni areal rasprostiranja vrste. Ukoliko postoji mogućnost, testove treba osnivati i van granica prirodnog areala vrste,
- da bi se definisale odgovarajuće statističke funkcije koje će služiti kao osnov za transfer reproduktivnog materijala, potrebno je pri osnivanju testova u iste ugraditi materijal iz širokog spektra provenijencija u kojima se vrsta nalazi. Više upotrijebljenih provenijencija garantuje veću statističku tačnost i preciznost.

To je u saglasnosti sa istraživanjem Ivetića et al. (2016) i Ivetića i Devetakovićeve (2017), koji navode da treba imati u vidu da u produkciji spororastućih vrsta, kojima se gazduje kroz duže ophodnje, redukcija genetičkog diverziteta povećava rizik od neuspjeha usljed neočekivanog razloga nepoznatog u vrijeme sadnje.

Generalno, testovi sa šumskim vrstama klasifikovani su u tri kategorije:

1. testiranje materijala u kontrolisanim uslovima u staklenicima i plastenicima,
2. testiranje u rasadniku i
3. testiranje na otvorenom – poljski eksperimenti (Morgenstern, 1996).

Morgenstern (1996) navodi da se prve dvije kategorije svrstavaju u kratkoročne testove, dok se treća kategorija svrstava u dugoročne testove.

Kratkoročni testovi služe da bi se razvile odgovarajuće strategije za testiranje adaptacije i šema transfera sjemena, pri čemu je potrebno testirati sadnice iz većeg broja sjemenskih izvora različitog geografskog porijekla. Sadnice se testiraju u kontrolisanim uslovima u rasadnicima ili klima komorama. Testiranje sadnica često otkriva visoku korelaciju fenotipskih i fenoloških osobina sa ekološkim uslovima, te se mogu koristiti kao prediktori za adaptaciju u sadašnjim ili budućim uslovima (St. Clair i Howe, 2007; Berlin et al., 2015).

Dugoročni testovi na otvorenom, starosti preko 30 godina, najčešće obezbjeđuju najvrednije rezultate jer omogućavaju pouzdane podatke o potencijalnoj produktivnosti staništa, što je u saglasnosti sa stavovima Kapeller-a et al. (2013) koji navode da testovi u starosti 10-30 godina i više daju dobru osnovu za istraživanje varijabilnosti i adaptabilnosti vrste. Dugoročna istraživanja na otvorenom imaju više prednosti. Korišćenje loše adaptiranog reproduktivnog materijala izaziva različite probleme,

međutim veći problem predstavlja gubitak vremena i sredstava kada problem dođe do izražaja. Obično je potrebno 5-10 godina da se ispolji problem (neadaptiranost na mraz, slab vitalitet, osjetljivost na insekte i gljive, snijeg, vjetar, itd.), odnosno da bi problem bio vidljiv. Nekada je potrebno i više, čak 30 godina da bi se problem registrovao (Konnert et al., 2015).

Sinteza podataka dobijenih iz dugoročnih testova sa šireg područja geografske jedinice može da bude vrlo vrijedna informacija praktičarima u cilju adekvatnog transfera šumskog reproduktivnog materijala, ali i naučnicima koji mogu da baziraju istraživanja na jeftinijim kratkoročnim testovima povlačeći paralelu sa ranije postignutim rezultatima koji su zabilježeni kod sadnica u ranoj fazi istraživanja dugoročnih testova. Alberto et al. (2013), navode da dugoročni testovi mogu da predvide neophodnu jačinu selekcionog procesa, posebno u prirodnim uslovima, što predstavlja veoma vrijedne parametre za izradu odgovarajućih predikcionih modela adaptacije.

Mátyás, (2016) navodi da testovi na otvorenom mogu da pokažu da razmjera klimatskih promjena može da prevaziđe adaptivni potencijal nekih populacija šumskih vrsta drveća, i da treba imati u vidu da će se to dogoditi u jednom njihovom životnom vijeku, jednoj generaciji. Zato je neophodno konstantno testirati šumski reproduktivni materijal u različitim uslovima, i sa više lokaliteta.

Hannerz et al. (1999), smatra da jedan vid poljskih eksperimenata - testovi potomstva, predstavljaju krucijalan element u oplemenjivanju šumskog drveća, ukazujući na efikasnost procesa oplemenjivanja. Oni bi trebalo da obezbijede dovoljno informacija za selekciju genotipova za narednu generaciju i masovnu produkciju reproduktivnog materijala. Adaptibilnost na uslove staništa je vrlo važna osobina koja se mora proučiti kada se oplemenjivanje vrši za borealne i temperaturne klimate.

Testovi potomstva predstavljaju mogućnost za upoznavanje genetskog potencijala određene vrste, provenijencija, populacija ili genotipova (Šijačić-Nikolić i Milovanović, 2007). Ispitivanja varijabilnosti potomstva, odnosno populacija i linija polusrodnika, treba da pruži širu sliku o vrijednosti prethodno selekcionisanog materijala, tj. materinskih stabala, a ujedno da unaprijedi proizvodnju uz unapređenje genetičkog cilja (Danell, 1991a; 1991b). Generalno, testovi potomstva mogu da posluže

u dvije svrhe: direktna proizvodnja sjemena ili kao osnova za dalje oplemenjivanje – za kontrolisano ukrštanje linija polusrodnika i/ili individua sa poželjnim fenotipskim svojstvima. Unaprijeđen reproduktivni materijal smrče koji je rezultat testiranja, a potiče iz sjemenskih plantaža prve generacije može, da pruži 10-25% više prinosa zavisno od intenziteta roditeljske selekcije (Ruotsalainen, 2014).

Rezultati testiranja mogu ukazati da je na lokalitetima ugroženim klimatskim promjenama potrebno izvršiti supstituciju otpornijim vrstama ili konverziju bolje adaptiranim genotipovima (Rehfeldt et al., 2014). Taj proces naziva se i asistirana migracija (Aubin et al., 2011; Hoegh-Guldberg et al., 2008), tj. svjesni transfer šumskog reproduktivnog materijala na alohtona staništa (Konnert et al., 2015). Takav pristup, koji podrazumijeva unošenje šumskog reproduktivnog materijala iz jedne provenijencije sa definisanim klimatskim uslovima na drugi lokalitet na kojem se predviđaju klimatske promjene koje će u konačnici biti slične trenutnim klimatskim uslovima polazne populacije, u Evropi se smatra rizičnim (Konnert et al., 2015). Stoga je u Evropi transfer šumskog reproduktivnog materijala striktno definisan od strane evropskih naučno-istraživačkih institucija na bazi ranijih istraživanja u kratkoročnim i dugoročnim testovima.

Druga, rjeđe korišćena opcija koja bi se mogla upotrijebiti je tzv. „portfolio“ pristup i sadnja miješanih provenijencija, pored postojećih populacija, koristeći predikcije klimatskih promjena kao vodič za izbor provenijencija za budućnost (Hubert and Cottrell, 2007).

Početak organizovanog međunarodnog testiranja varijabilnosti smrče seže u četrdesete godine prošlog vijeka. Prvi međunarodni naučni testovi sa smrčom u Evropi podignuti su u periodu od 1938. do 1939. godine, zatim u periodu od 1964. do 1968. i tokom 1972. godine. Krutzsch (1974; 1992) je opisao IUFRO testove smrče podignute 1938. i 1939. godine koji su bili pionirski korak u istraživanju varijabilnosti vrste i ka stvaranju preporuka za transfer reproduktivnog materijala smrče u Evropi. Kasniji testovi koji su podignuti pod okriljem IUFRO-a 1964/68, a koji su obuhvatali 96 regiona i ukupno 1100 provenijencija smrče postavljeni su na 20 lokaliteta u 13 država Evrope. Međutim, zbog obima istraživanja, termin „provenijencija“ ovdje treba uzeti sa krajnjom rezervom, jer su uzorci sakupljeni tokom četiri godine, sa ponekada i iz istih

provenijencija i sa pojedinačnih stabala, iz kolekcija smrče itd. Prvi rezultati ukazali su na superiornost istočnoevropskih provenijencija (Poljska, Slovačka, područje Karpata i Bihor planina u Rumuniji).

Pozitivna iskustva sa istraživanjem varijabilnosti više različitih evropskih provenijencija smrče, koja su rezultovala davanjem preporuka za efikasan transfer reproduktivnog materijala smrče, pogotovo su došla do izražaja u Sjevernoj i Južnoj Evropi. Sadnice smrče bjeloruskog porijekla se često koriste za sadnju na staništima koja su izložena mrazu u južnoj Švedskoj da bi se izbjegla šteta od uticaja mraza. Reproductivni materijal iz bjeloruskih provenijencija od posebnog je interesa za švedsko šumarstvo, jer se smatra da su pogodne da se suprotstave negativnom dejstvu klimatskih promjena (Langval, 2011). U Hrvatskoj, Gračan (1987) na osnovu testiranja varijabiliteta sadnica smrče iz skoro čitave Evrope, takođe ukazuje na prednosti centralnoevropskih provenijencija.

Kada je u pitanju Bosna i Hercegovina, testovi smrče nisu postavljeni organizovano, ali je dat detaljan pregled jednodobnih sastojina u smislu parametara rasta i razvoja. Ukazano je na variranje taksacionih elemenata smrče (visina i prečnik na prsnoj visini), kvalitativne i tehničke strukture na 72 istražena lokaliteta od kojih je 44 antropogenog porijekla (Maunaga, 1996; 1997; 2004).

Široka upotreba smrče u planovima pošumljavanja zahtijeva iscrpniji i detaljniji pristup istraživanjima varijabilnosti vrste, pogotovo u novim okolnostima klimatskih promjena i modernim principima transfera šumskog reproduktivnog materijala, a u cilju ispunjavanja strateških ciljeva šumarstva (Mataruga et al., 2013). Da bi se detaljno proučila varijabilnost vrste potrebno je postaviti odgovarajuće poljske ogledne: provenijencijske testove, testove potomstva i sl., što je i urađeno u periodu 2005-2010. god.

U cilju izučavanja varijabilnosti i adaptibilnosti, neophodno je praćenje brojnih morfoloških i fizioloških parametara u testovima na otvorenom. Neki od najbitnijih parametara koji se prate su:

1. preživljavanje sadnica,
2. morfometrijske karakteristike sadnica i

3. fiziološki parametri:

- fotosinteza – predstavlja fundamentalni proces koji obezbjeđuje transformaciju svjetlosne energije u hemijsku neophodnu za život biljaka,
- transpiracija – proces odavanja vode koji je značajan sa aspekta optimalnog korišćenja vode, pogotovo u uslovima kserotermizacije staništa,
- stomatalna provodljivost – provodljivost CO₂ u jednom i vode u drugom smjeru značajna je sa aspektom transfera ugljenika unutar fotosintetičkog aparata i odavanje kiseonika,
- sadržaj pigmenata – tj. koncentracija pigmenata, predstavlja osnov za vršenje fotosinteze.

Istraživanje varijabilnosti navedenih parametara u testovima na otvorenom, kao što su testovi potomstva u Bosni i Hercegovini, može dati jasniji uvid u varijabilnost i adaptibilnost smrče u BiH, a time i osnovu za preporuke za izdvajanje regiona provenijencija i transfer reproduktivnog materijala.

1.5. Značaj testiranja varijabilnost smrče u svjetlu klimatskih promjena i transfera reproduktivnog materijala

Klimatske promjene zahtijevaju istraživanja u pogledu strukture genetičke varijabilnosti, sa posebnim osvrtom na adaptivna svojstva: preživljavanje, rast i razvoj (Ivanković et al., 2011; Ballian et al., 2015). Četinarske vrste mogu da pokažu neočekivane rezultate kada je u pitanju buduća adaptacija na klimatske parametre, što je npr. slučaj sa crnim borom u Bosni i Hercegovini porijeklom sa najlošijih staništa (stijena) i sa najboljih staništa (Mataruga et al., 2010b; 2012a). Stoga je neophodno izučavati promjene klime i moguće odgovore vrste na različitim nivoima areala (regioni provenijencije, provenijencije, populacije, individue).

Kao jedno od prvih istraživanja varijabilnosti u širem obimu, pri čemu je promijenjen klimat smrče, može se smatrati prvi transfer reproduktivnog materijala smrče u Sjevernoj Evropi tokom tridesetih godina XX vijeka, pri čemu je smrča pokazala različit uspjeh u preživljavanju, rastu i razvoju. Sjeme smrče iz Letonije, Litvanije i Estonije je uvoženo u Finsku, a egzaktnih podataka o porijeklu materijala nije bilo (Hagmen, 1980). Ipak su rezultati bili zadovoljavajući, te od tada je transfer

šumskog reproduktivnog materijala smrče ušao u zamah i kontinuirano se provodi u Evropi uz primjenu različitih standarda, u početku nacionalnih, a kasnije i međunarodno definisanih standarda od kojih su najznačajnije direktive EU i OECD šema.

Smrča je vrsta koja je već značajno prešla granice svog areala podizanjem zasada u Belgiji, Luksemburgu, Holandiji, Velikoj Britaniji, Irskoj, Francuskoj, SAD i Kanadi u kojima je postigla različite rezultate zavisno od svog porijekla.

Razlog za ekspanziju smrče prema Speickeru (2000) su sljedeći:

- visoka vrijednost drveta,
- niski troškovi podizanja šuma smrče, uključujući malu potrebu za popunjavanjem, kao i malom oštećenju sadnica od strane divljači i
- relativno visok nivo znanja o smrči kao vrsti.

To je vrsta koja je pogođena klimatskim promjenama u posljednje vrijeme (Ge et al., 2013; Hartl-Meier et al. 2014), i susreće se sa ozbiljnim prijetnjama kao što je odumiranje izazvano zagađenjem vazduha, globalnim zagrijavanjem, te pojavom insekatskih gradacija i drugih abiotičkih šteta (Schlyter et al., 2006). Da bi se jasnije predstavile prijetnje klimatskih promjena na smrču, izložiće se činjenice vezane za klimatske promjene u prošlosti, sadašnjosti i što je najbitnije, u budućnosti.

Klimatski modeli predviđaju povećanje aridnosti u Južnoj Evropi (Dai, 2011; 2013), suše su već izazvale značajne štete na pojedinim biljkama što naše šume i šumarstvo stavlja pred novi izazov. Različiti modeli koji su bazirani na različitim scenarijima klimatskih promjena ukazuju na smanjenje površina pogodnih za gajenje smrče na području Južne Evrope (Falk i Hempelmann, 2013).

Luterbacher et al. (2004) istraživali su promjene u klimi u posljednjih 500 godina, te su utvrdili da promjene odstupanja u klimi u periodu 1900-2003. god., odnosno od početka industrijske revolucije. U proteklom periodu klimatski uslovi su promijenjeni indukujući ekstremne promjene (Coumou i Rahmstorf, 2012) koje utiču na ekosisteme drvenastih vrsta.

Usljed klimatskih promjena dolazi do globalnog povećanja temperature na planeti, te može očekivati da se ekstremno hladni događaji dešavaju sve rjeđe (IPCC, 2012). Međutim iako se dešavaju sve rjeđe, amplitude takvih događaja uglavnom ostaju

visoke (Kodra et al., 2011), što može da dovede do značajnih oštećenja biljaka, te može da se očekuje ekonomska i ekološka šteta (Gu et al., 2008; Jalili et al., 2010) i odumiranje vrsta kao što je smrča (Neuner et al., 2015). U Centralnoj Evropi početak sezone rasta je raniji nego prethodnih nekoliko decenija (Menzel i Fabian, 1999; Badeck et al., 2004), dok je takođe primećeno povećanje rizika od kasnog mraza u umjerenoj zoni naše planete (Augspurger, 2009; Hufkens et al., 2012). Prema analizama Globalnog klimatskog indeksa rizika, Bosna i Hercegovina je 2014. godine zauzela treće mjesto na svijetu po riziku koje nastaju na osnovu klimatskih promjena, dok su zemlje u okruženju, npr. Srbija bila prva na listi (Kreft et al., 2015), te takve činjenice treba uzeti u obzir pri istraživanju varijabilnosti, transfera reproduktivnog materijala i adaptibilnosti.

Prema predviđanjima za BiH na osnovu klimatskih modela, može se očekivati da se prosječna godišnja temperatura poveća u prosjeka od $+0,8^{\circ}\text{C}$ do $+1,0^{\circ}\text{C}$ za period od 2010-2030, te od 1°C do 3°C u periodu od 2031-2060. godine, pri čemu se najveće promjene očekuju u ljetnim mjesecima: jun, jul i avgust. Količina padavina će se smanjiti za 10% u zapadnim dijelovima zemlje, ali će se povećati za 5% na istoku, pri čemu će jeseni i zime imati najveće smanjenje u količini padavina. Simulacije povećanja prosječne temperature za 2°C predviđaju značajne negativne posljedice za distribuciju četinarskih šuma (Drugi nacionalni izvještaj Bosne i Hercegovine za UNFCCC, 2013; Spinoni et al., 2015; Bajić i Trbić, 2016). Predviđeno je da mnoga staništa u Južnoj Evropi, kao i BiH, mogu biti pogođena klimatskim promjenama, pri čemu će doći do pomjeranja smrče na sjever (Falk i Hempelmann, 2013). Klimatske promjene će se ogledati kroz: suše, napade štetočina i oboljenja, povećan rizik od nastanka požara i promjene u zemljištu. To je u saglasnosti sa istraživanjima u okruženju gdje se, prema modelima klimatskih promjena, očekuje da će doći do smanjenja površine pod smrčom do 2100. godine, pri čemu se svega 0,3% smrčevih šuma trenutno nalazi na optimalnim staništima, tj. na staništima gdje je $\text{FAI} = 4,5-5$ (Matović, 2013).

Destruktivna dejstva prirodnih sila na smrču manifestovala su se tokom prethodnih godina na Balkanskom poluostrvu. Na području Slovenije i Hrvatske smrča je stradala pojavom ekstremnih vremenskih uslova koji su doveli do snjegoloma,

vjetroloma, snjegoizvala i vjetroizvala na desetinama hiljada hektara (Matić, 2011; Nagel et al., 2016).

Uprkos visokom nivou intrapopulacijske genetičke varijabilnosti i adaptibilnosti smrče, predviđaju se brze promjene u arealu vrsta kroz izumiranje, posebno onih populacija koje se nalaze na marginama areala. Pored problema izumiranja, javlja se i problem transfera šumskog reproduktivnog materijala u prošlosti koji je nepoznat, a zastupljenost smrče iz stranih, najčešće geografski i ekološki nedefiniranih izvora je učestala pojava u Evropi (Koski et al., 1997). Stoga je neophodno iznalaziti nove otporne i produktivne populacije i genotipove i raditi na oplemenjivanju vrste ukoliko se vrsta želi očuvati i unaprijediti njena proizvodnost. Istovremeno se radi na otkrivanju biostimulatora koji mogu pomoći u adaptaciji vrste na ekstremne klimatske pojave (Kuneš et al., 2016). Ballian i Kvesić (2017) smatraju da populacija koja je sposobna da se vrlo brzo prilagodi svim promjenama koje mogu da nastanu, treba da ima visok nivo adaptivnog potencijala, što je u direktnoj vezi sa oblikom genetske varijabilnosti vrste. Smatra se da je u većem dijelu Evrope skoro u potpunosti uništen autohtoni potencijal vrste, te se zadnjih 20 godina intenzivno radi na njenom očuvanju i konzervaciji.

Istraživači identifikuju probleme sa kojima se smrča susreće, te predlažu različita rješenja. Tako Kapeller i Schuler (2012) navode da će korišćenje različitih provenijencija smrče u podizanju novih šuma zahtijevati adekvatnu selekciju odgovarajućih izvora šumskog reproduktivnog materijala i odgovarajuće mjere gajenja takvih šuma. Autori ukazuju na činjenicu da bi transfer šumskog reproduktivnog materijala unutar i između regiona i država trebao da prati prirodni obrazac lokalne adaptacije unutar rasprostiranja vrste, a da su najbolji izvori podataka za identifikaciju takvih obrazaca poljski i rasadničarski testovi u kojima je moguće procijeniti varijabilnost, odnosno, veći broj adaptivnih i drugih kvantitativnih karakteristika u promijenjenim klimatskim uslovima.

2. PREDMET ISTRAŽIVANJA

Prema Prvoj inventuri šuma na velikim površinama u Bosni i Hercegovini, sprovedenoj u periodu 1964-1968. godine, udio smrče u šumama iznosi oko 21%, ili preko 600.000 ha (Matić et al., 1971), sa tendencijom rasta kroz podizanje šuma smrče. Prema Drugoj inventuri šuma na velikim površinama, sa prosječnom zapreminom od $310 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ i godišnjim zapreminskim prirastom od $7,91 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, smrča predstavlja jednu od tri najbitnije ekonomske vrste za šumarstvo u Bosni i Hercegovini (Lojo i Balić, 2011). Smrča se rijetko javlja sama kao edifikator, najčešće se susreće u zajednicama sa jelom i bukvom i jelom. Generalno, usljed nepovoljnih abiotičkih i biotičkih uticaja, postoji trend smanjenja površine pod smrčom, a vrsta se smatra i biološki slabijom vrstom u odnosu na druge vrste sa kojima gradi zajednice (Pintarić 2002). Iako se prirodni areal smanjuje, proizvodni potencijal je neupitan, što se može vidjeti u nedirnutim prašumama: Perućica, Janj i Lom gdje smrča dostiže impozantne dimenzije (Maunaga et al., 2005, Keren et al., 2014).

Prema Butuliji i Nenadu (1980) i Ibrahimspahiću et al. (2006), smatra se da na preko 50% šumskih površina u BiH, potencijal staništa se ne koristi optimalno i proizvodnja drveta ne dostiže svoj maksimum. Na neproaktivnim staništima preporučuje se supstitucija slabo produktivnih šuma, uglavnom izdanačkih šuma bukve, kulturama i plantažama brzorastućih i otpornih domaćih i introdukovanih vrsta, između ostalih i smrčom (Republički komitet za poljoprivredu, šumarstvo i vodoprivredu, 1986). Smrča svoj potencijal i kvalitet pokazuje u ekonomskim šumama (Maunaga, 2004), ali kontinuirano smanjen obim uzgojnih radova (Butulija i Nenad, 1980; Čengić i Dozić, 2014), uzrokuju probleme koji se javljaju u šumama sa smrčom.

Preporuke naučnih radnika sa Šumarskog fakulteta u Sarajevu koje su objavljene tokom devedesetih godina prošlog vijeka, pored činjenice da smrča pokazuje dobre rezultate u preživljavanju i rastu (Ibrahimspahić et al., 2006), ukazuju da udio smrče u sjemensko-rasadničarskoj proizvodnji ne bi trebao prelaziti 50% od ukupnog broja proizvedenih sadnica (Dizdarević et al., 1987). Ipak, navedene preporuke nisu realizovane. Smrča je zadržala najznačajniju ulogu u sjemensko-rasadničarskoj proizvodnji, sa udjelom 60-80% u odnosu na ukupan asortiman (Ballian, 2000; Mataruga et al., 2012b), te proizvodnja sadnica smrče za potrebe pošumljavanja još više

dobija na intenzitetu, naročito početkom prve dekade 21. vijeka, pri čemu se pošumljavanje najčešće vrši polaznim materijalom nepoznatog genetičkog kvaliteta.

Odgovorno gazdovanje šumama temelji se na kontinuiranom održivom gazdovanju, obnovi degradiranih i na podizanju novih šuma, uz poštovanje odgovarajućih procedura. Podizanje novih šuma zahtijeva kvalitetan sadni materijal, sposoban da se odupre izazovima koje sa sobom nose klimatske promjene: globalne – usljed promjene klime ili lokalne – koje se dešavaju usljed transfera reproduktivnog materijala na nova staništa. Da bi se obezbijedio adekvatan reproduktivni materijal, neophodno je istražiti širi spektar genotipova vrste određenog područja da bi se utvrdilo koji je od njih optimalan: tolerantan na abiotičke i biotičke izazove, uz brz i pravilan rast i odgovarajući kvalitet drveta kao finalnog proizvoda šumarstva.

Inicijalni koraci na istraživanju varijabilnosti i adaptibilnih karakteristika smrče kroz testiranje domaćih populacija načinjeni su tokom 2005. godine kada su izdvojeni sjemenski objekti u Republici Srpskoj i sačinjen prvi detaljan Registar šumskih sjemenskih objekata (Mataruga et al., 2005), a zatim kroz realizaciju projekta Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srpske pod naslovom „Osnivanje sjemenskih plantaža smrče“, pokrenut program odabira polaznih populacija i individua za testiranje i kasnije podizanje sjemenskih plantaža smrče prve generacije.

Tokom 2005. godine izabrano je po 10 stabala iz šest prirodnih populacija smrče: Han Pijesak 1 (lokalitet „Kusače“), Han Pijesak 2 (lokalitet „Pjenovac“), Foča, Potoci, Olovo i Kneževo koje reprezentuju tipična staništa smrče u BiH iz svih ekološko-vegetacijskih oblasti. To su istovremeno objekti za sakupljanje polaznog reproduktivnog materijala – sjemenske sastojine, osim objekta na lokalitetu Olovo. Sakupljene su šišarice, sjeme je doručeno, proizvedene su sadnice i presađene na teren tokom 2009. godine čime su osnovani prvi testovi smrče na otvorenom, tj. testovi potomstva smrče u Bosni i Hercegovini (Mataruga et al., 2010a).

Istraživanje variranja osobina u novoosnovanim testovima potomstva na nivou genoma, fizioloških i morfoloških parametara predstavlja osnovu za dalji rad na oplemenjivanju istraživane vrste u cilju postizanja maksimalnih ekonomskih, ekoloških, socijalnih ciljeva, kao i prikupljanje podataka o adaptibilnosti pojedinih populacija i genotipova.

3. CILJ I OSNOVNE HIPOTEZE ISRAŽIVANJA

3.1. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja se može razvrstati na nekoliko specifičnih ciljeva istraživanja varijabilnosti u testovima potomstva smrče u Bosni i Hercegovini. To su:

1. Istražiti varijabilitet morfometrijskih parametara, uz evidenciju preživljavanja sadnica, kao posljedicu interakcije genoma i uslova spoljašnje sredine kao dva osnovna faktora pri definisanju izbora polaznog materijala (Persson i Persson, 1992). Cilj je analizirati morfometrijske parametre sadnica i to: prečnike korijenovog vrata i njihov prirast, visine i visinske priraste sadnica na nivou testova potomstva, blokova, populacija i linija polusrodnika. Podaci o morfometrijskim parametrima i opstanku će se dovoditi u vezu sa ostalim prikupljenim podacima na oglednim površinama i rezultatima dobijenim u laboratorijama u istraživanju fizioloških parametara i molekularnih markera.

2. Utvrđivanje dinamike otvaranja pupoljaka na sadnicama na nivou testova potomstva, blokova, populacija i linija polusrodnika. Varijabilnost u otvaranju pupoljaka se smatra vrlo bitnom osobinom u pogledu planiranja podizanja novih šuma u cilju sprečavanja šteta uzrokovanih pojavom kasnog proljećnog mraza.

3. Istražiti varijabilitet fizioloških parametara: neto transpiracije, fotosinteze i stomatalne provodljivosti četina sadnica, kao i sadržaj pigmenata (hlorofil *a*, hlorofil *b* i karotenoidi) na nivou odabranih linija polusrodnika koji su reprezentivi populacija koje su predmet istraživanja.

4. Utvrđivanje genetičke varijabilnosti korišćenjem neutralnih nSSR molekularnih markera na nivou populacija i linija polusrodnika.

5. Imajući u vidu sve naprijed navedeno, kao finalni cilj se nameće koreliranje dobijenih rezultata i njihova sinteza za pojedinačne parametre istraživanja, a u svrhu izvođenja zaključaka o varijabilnosti genetičkih, fizioloških i morfoloških parametara i njihovoj povezanosti, što predstavlja uslov za oplemenjivački rad na vrsti, kao i na efikasan transfer reproduktivnog materijala smrče na nova staništa.

3.2. Hipoteze

Na osnovu pregleda ranijih istraživanja, dostupnih referenci i poznatih činjenica vezanim za polazne populacije smrče i geografskoj i prostornoj organizaciji testova potomstva smrče u BiH, kao i predmeta istraživanja, postavljene su sljedeće hipoteze:

1. Postoji zadovoljavajući stepen varijabilnosti morfoloških parametara različitih provenijencija (populacija) smrče koje su u testovima potomstva zastupljene kroz linije polusrodnika;
2. Postoji zadovoljavajući stepen varijabilnosti fizioloških parametara različitih provenijencija (populacija) smrče koje su u testovima potomstva zastupljene kroz linije polusrodnika;
3. Postoji zadovoljavajući stepen genetičke varijabilnosti, koja se može utvrditi primenom molekularnih markera, između različitih provenijencija (populacija) smrče koje su u testovima potomstva zastupljene kroz linije polusrodnika;
4. Postoji međuzavisnost preživljavanja sadnica, morfometrijskih i fizioloških parametara kao i genetičke distance među populacijama i linijama polusrodnika;
5. Smrča različito reaguje na uticaje spoljašnje sredine nakon transfera na nova staništa te će se, na osnovu dobijenih rezultata, moći definisati adekvatni obrasci transfera reproduktivnog materijala smrče i
6. Dobijeni rezultati mogu poslužiti kao osnova za buduće pravce transfera semena i sadnog materijala kroz osnivanje novih šuma u Bosni i Hercegovini i regionu, posebno uvažavajući efekat klimatskih promena.

4. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA

Testovi potomstva podignuti u BiH su rezultat dugoročnih naučnih istraživanja, planova i strategija. Potreba da se testira smrča iz domaćih populacija seže do sredine prošlog vijeka, ali se konkretizacija radova realizovala u punom kapacitetu tek nakon 2000. godine. U daljem tekstu biće opisan istorijat podizanja ogleđa, te dati podaci o polaznim populacijama i testovima potomstva.

U 2005. godini, izdvojeno je šest objekata kao izvora polaznog materijala, šest populacija smrče koje se nalaze na području Bosne i Hercegovine (karta 4, tabela 1). Pet objekata su u kategoriji sjemenskih sastojina, dok jedna, šesta (populacija Olovo), predstavlja privrednu šumu. U navedenim polaznim populacijama izabrano je 10 fenotipski najboljih stabala koja su premjerena, bonitirana, te zatim posječena. Sa oborenih stabala sakupljene su šišarice. Dorada šišarica i sjemena izvršena je u Centru za sjemensko-rasadničku proizvodnju u Doboju. Nakon toga je sjeme podvrgnuto testovima klijavosti. Sjetva sjemena izvršena je u jesen 2005. godine. Sjeme je posijano u Duneman leje u rasadniku „Usora“ kod Doboja. Nakon dvije godine provedene u Duneman lejama, sadnice su presađene u Nisula rolne. U Nisula rolnama sadnice su provele jednu godinu. Tokom proljeća 2009. godine, sadnice su transportovane na teren i posađene. Osnovana su četiri testa potomstva na površinama u Republici Srpskoj kojima gazduju šumska gazdinstava JP „Šume Republike Srpske“ a.d. Sokolac.



Karta 4. Lokacije polaznih populacija i lokaliteti ogleđa

Tabela 1. Podaci o polaznim populacijama¹

Lokalitet	Geografska širina	Geografska dužina	Nadmorska visina [m]	Oznaka	Šumsko gazdinstvo	Privredna jedinica	Odjelj.	Tip zemljišta	Fitocenoza
Kusače (Han Pijesak 1)	44° 08'13,3"	18°50'01,0"	1000-1100	HP 1	ŠG „Visočnik“	Javor	40/2	luvisol na krečnjačkim rožnjacima	<i>Abieti-Picetum</i>
							41	luvisol na dolomitnom krečnjaku	<i>Abieti-Picetum fagetosum</i>
Pjenovac (Han Pijesak 2)	44° 02'08,8"	19°00'11,4"	960-1040	HP 2	ŠG „Visočnik“	Gornja Stupčanica	23,50, 51 ²	kalkokambisol na krečnjaku	<i>Abieti-Picetum</i>
Foča	43° 24'58,4"	18°52'38,7"	1000 - 1126	F	ŠG „Zelengora“	Toholji	60	distrični kambisol na krečnjaku i pješčaru	<i>Piceo-Abieti-Fagetum</i>
Olovo	44° 07' 43"	18° 34' 54"	900-1000	O	ŠPP „Olovo“	Donja Stupčanica	23	luvisol na rožnjacima	<i>Abieti-Picetum</i>
Kneževo	44° 28'59,6"	17°24'45,9"	1010-1030	K	ŠG „Čemernica“ Kneževo	Cvrcka	167/1	luvisol na flišu	<i>Picetum montanum</i>
							181/1	luvisol na flišu	<i>Picetum montanum</i>
Potoci	44°23' 12,4"	16°39'39,5"	850-950	P	ŠG „Oštrelj“ Drinić /ŠG „Potoci“ ³	Potoci - Resanovača	47	kalkokambisol	<i>Plurozio-Picetum inversum</i>
							57	luvisol na dolomitu	<i>Plurozio-Picetum inversum</i>
							58	luvisol na kreč.dolomitu	<i>Plurozio-Picetum inversum</i>

¹Detaljni podaci o polaznim populacijama dati su u poglavlju „Prilozi“ (Prilog 1) u tabelama od 1 do 7.

²Ne postoji podatak o odjeljenju u kojem je sakupljen polazni materijal, navedena je samo sjemenska sastojina.

³U momentu sakupljanja šišarica u sjemenskoj sastojini smrče koja se nalazi na lokalitetu Vršak-Uvala, ŠG „Potoci“, Istočni Drvar, bili su dio ŠG „Oštrelj“ Drinić.

Testovi potomstva smrče podignuti su na lokalitetima: Drinić, Derventa, Srebrenica i Nevesinje (karta 1). Prema Ekološko-vegetacijskoj rejonizaciji BiH (Stefanović et al., 1983), svaki od lokaliteta na kojem je podignut test potomstva, reprezent je jedne od četiri ekološko-vegetacijske oblasti u Bosni i Hercegovini. Istraživanja dinamike otvaranja pupoljaka, morfometrijska, fiziološka i genetička istraživanja sprovedena su nad sadnicama u testovima potomstva smrče u **Driniću i Srebrenici**. Test potomstva u Driniću u tabelarnim prikazima rezultata označen je *brojem 1*, a test potomstva u Srebrenici *brojem 2*. Usljed prirodnih nepogoda koje su zadesile druga dva testa, Nevesinje i Derventa (požar i jaka suša), testovi *nisu uzeti u obzir* u daljem istraživanju.

Testovi potomstva sastoje se od četiri bloka (ponavljanja). U oba testa potomstva, jedan blok je isključen iz analiza jer su stanišni uslovi značajno odudarali od stanišnih uslova u ostala tri bloka. To se manifestovalo manjim preživljavanjem sadnica i manjim vrijednostima mofroloških parametara. Blokovi koji su uključeni u istraživanje označeni su brojevima od 1 do 3.

U testove je ugrađen sadni materijal porijeklom iz šest populacija. Ukupan broj linija polusrodnika iznosi 36. Populacije se sastoje od različitog broja linija polusrodnika (tabela 2). Sadnice svake populacije su sađene tako da svaka sljedeća pripada, po rednom broju, narednoj liniji polusrodnika (npr. Han Pijesak 1: HP1/1, HP1/3, HP1/4, HP1/5, HP1/6, HP1/7, HP1/9, pa nanovo) (oznake linija polusrodnika date u tabeli 4), dok se sve sadnice predviđene za jednu populaciju u jednom bloku ne posade. Razmak sadnje iznosi 3×2 metra. Na šemi 1 dat je primjer za populaciju Foča u trećem ponavljanju u testu potomstva u Driniću.

Tabela 2. Broj linija polusrodnika po populacijama

R. br.	Populacija	Broj linija polusrodnika
1	Han Pijesak 1	7
2	Han Pijesak 2	5
3	Foča	8
4	Potoci	2
4	Olovo	5
6	Kneževo	9
U K U P N O		36

U tabelama 3, 4 i 5 prikazan je broj sadnica posađen u testovima potomstva po blokovima, populacijama i linijama polusrodnika.

Tabela 3. Broj posađenih sadnica po blokovima

Blok	Test potomstva	
	Drinić	Srebrenica
1	1218	1256
2	1224	1265
3	1210	1256
Ukupno	3562	3777

Tabela 4. Broj posađenih sadnica po liniji polusrodnika

	Linija polusrodnika	Test potomstva		
		Drinić	Srebrenica	
Han Pijesak 1	HP1/1	65	64	
	HP1/3	64	64	
	HP1/4	64	64	
	HP1/5	64	63	
	HP1/6	64	63	
	HP1/7	64	63	
	HP1/9	64	63	
Han Pijesak 2	HP2/1	54	63	
	HP2/3	63	63	
	HP2/4	63	63	
	HP2/8	63	63	
	HP2/10	63	63	
Foča	F1	97	96	
	F2	96	96	
	F3	97	96	
	F5	97	96	
	F6	95	94	
	F7	96	94	
	F9	96	94	
	F10	96	94	
	P8	365	379	
	P9	302	377	
Olovo	O1	96	150	
	O2	159	150	
	O3	117	150	
	O9	158	149	
	O10	158	148	
Kneževo	K1	86	84	
	K2	86	84	
	K3	86	84	
	K5	86	84	
	K6	86	84	
	K7	86	84	
	K9	86	84	
	K10	86	84	
	K11	84	83	
	Ukupno		3652	3777

Tabela 5. Broj posađenih sadnica po populacijama

Populacija	Test potomstva	
	Drinić	Srebrenica
Han Pijesak	449	444
Han Pijesak	306	315
Foča	770	760
Potoci	667	756
Olovo	688	747
Kneževo	772	755
Ukupno	3652	3777

Prije podizanja testova potomstva, lokacije su snimljene geodetski, te su prikupljeni podaci o fitocenološkoj pripadnosti lokaliteta na kojima su podignuti ogledi. Takođe, prikupljeni su pedološki podaci otvaranjem profila i analizama zemljišta u laboratoriji.

F10	F1	F2	F3	F5	F6	F7	F9	F10	F1	F2	F3	F5	F6	F7	F9
F9	F10	F1	F2	F3	F5	F6	F7	F9	F10	F1	F2	F3	F5	F6	F7
F7	F9	F10	F1	F2	F3	F5	F6	F7	F9	F10	F1	F2	F3	F5	F6
F6	F7	F9	F10	F1	F2	F3	F5	F6	F7	F9	F10	F1	F2	F3	F5
F5	F6	F7	F9	F10	F1	F2	F3	F5	F6	F7	F9	F10	F1	F2	F3
F3	F5	F6	F7	F9	F10	F1	F2	F3	F5	F6	F7	F9	F10	F1	F2
F2	F3	F5	F6	F7	F9	F10	F1	F2	F3	F5	F6	F7	F9	F10	F1
F1	F2	F3	F5	F6	F7	F9	F10	F1	F2	F3	F5	F6	F7	F9	F10
F10	F1	F2	F3	F5	F6	F7	F9	F10	F1	F2	F3	F5	F6	F7	F9
F9	F10	F1	F2	F3	F5	F6	F7	F9	F10	F1	F2	F3	F5	F6	F7
F7	F9	F10	F1	F2	F3	F5	F6	F7	F9	F10	F1	F2	F3	F5	F6
F6	F7	F9	F10	F1	F2	F3	F5	F6	F7	F9	F10	F1	F2	F3	F5
F5	F6	F7	F9	F10	F1	F2	F3	F5	F6	F7	F9	F10	F1	F2	F3
F3	F5	F6	F7	F9	F10	F1	F2	F3	F5	F6	F7	F9	F10	F1	F2
F2	F3	F5	F6	F7	F9	F10	F1	F2	F3	F5	F6	F7	F9	F10	F1
F1	F2	F3	F5	F6	F7	F9	F10	F1	F2	F3	F5	F6	F7	F9	F10

Šema 1. Raspored sadnje sadnica linija polusrodnika na primjeru populacije Foča u trećem ponavljanju u testu potomstva u Driniću (šema 2)

4.1. Test potomstva u Driniću

Test potomstva u Driniću nalazi se na lokalitetu Bunara, u odjelu 105 kojim gazduje ŠG „Oštrelj“ Drinić (slika 1). Koordinate testa potomstva su 44⁰ 31' 10" sjeverne geografske širine i 16⁰ 36' 04" istočne geografske dužine. Udaljen je 9,5 km istočno od Drinića i oko 12 km zapadno od Ključa. Ukupna površina testa potomstva je 3 ha. Površina je ranije bila obrađivana kao poljoprivredno zemljište, ali je napuštena, te predata na gazdovanje ŠG „Oštrelj“ Drinić.

Za potrebe istraživanja korišćeni su 2, 3. i 4. blok, dok je prvi blok izostavljen zbog malog procenta preživjelih sadnica, uticaja šume i šibljacka sa kojima graniči prvi blok, kao i zbog nepravilnog rasporeda sadnica na terenu. Blokovi su označeni sa jednim brojem manje nego što je to slučaj u ranijim istraživanjima. Tako je brojem 1 označen drugi blok, brojem 2 - treći blok i brojem 3 - četvrti blok (šema 1, prilog 4).

4.1.1. Fitocenološka pripadnost

Fitocenološkim istraživanjima sprovedenim 2010. godine, utvrđeno je da je realna vegetacija livadska vegetacija. Oko lokacije gdje je podignut test potomstva nalaze se šume bijelog jasena, gorskog javora i bukve.

4.1.2. Pedološke karakteristike

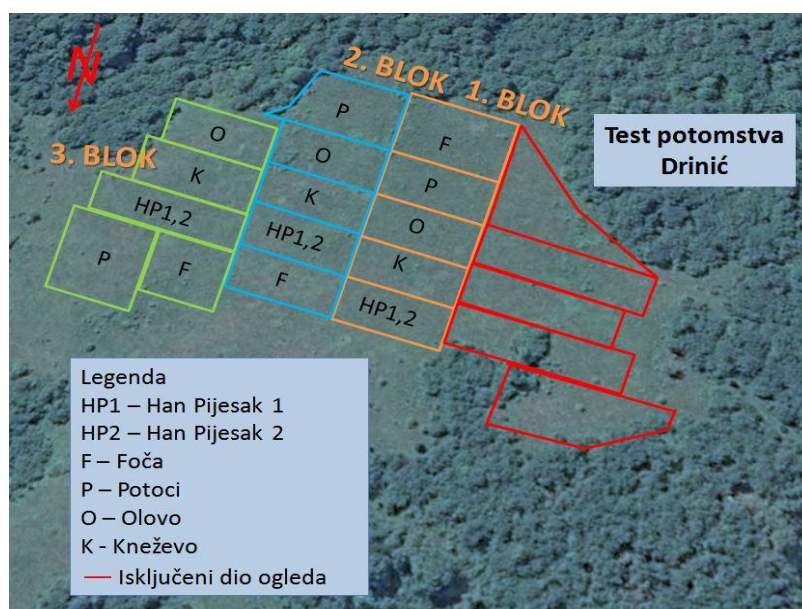
Pedološkim istraživanjima koja su sprovedena na četiri otvorena profila, zemljište na kojem je podignut test potomstva je kategorisano kao kalkomelanosol. Dubina aktivnog sloja je 25-60 cm u jednom horizontu. Profil je opisan kao Amo-R. Boja zemljišta je sivo-crna. Nije zabilježena erozija, stjenovitost i kamenitost. Matični supstrat čine jedri krečnjaci.

4.1.3. Orografske karakteristike

Prosječna nadmorska visina na kojoj je podignut test potomstva je 710m. Element reljefa navedena ja padina. Prosječan nagib terena je 8°. Ekspozicija je sjeveroistočna.



Slika 1. Test potomstva u Driniću (foto: B. Cvjetković, 2014)



Šema 2. Raspored blokova i populacija unutar blokova u testu potomstva u Driniću – šematizovan, pojednostavljen prikaz

4.1.4. Klimatski parametri - temperature

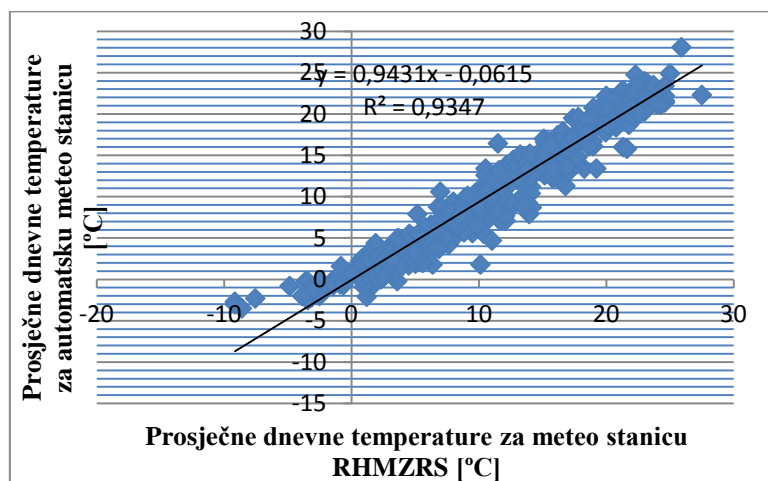
Pri analizama za potrebe istraživanja korišćena su dva izvora podataka. Prvi niz podataka dobijen je sa meteorološke stanice Republičkog hidrometeorološkog zavoda Republike Srpske u Driniću, a drugi sa automatske meteorološke stanice postavljene u neposrednoj blizini testa potomstva (tabela 6).

Tabela 6. Podaci o meteo stanicama sa kojih su prikupljeni podaci

Meteorološka stanica	S.G.Š.	I.G.D.	NV [m]	Udaljenost od oglednog polja
Stanica RHMZRS	44°51'	16°46'	720	11 km
Automatska meteo stanica	44°53'	16°59'	750	2,2 km

Podaci koji su korišćeni za analiziranje klime na području Drinića na duži vremenski period potiču sa meteorološke stanice RHMZRS-a. Meteorološka stanica RHMZRS se nalazi na 720 m nadmorske visine, što je za svega oko 30 m više u odnosu na test potomstva. Udaljenost meteorološke stanice od ogledne površine je oko 11 km.

Podaci korišćeni za analize vremenskih uslova tokom sprovođenja oglada potiču sa automatske meteorološke stanice smještene u blizini naselja Bravsko, na udaljenosti oko 2,2 km od testa potomstva, na nadmorskoj visini od 740 m nadmorske visine. Poređenje podataka dobijenih na meteostanici Republičkog hidrometeorološkog zavoda Republike Srpske i podataka dobijenih sa automatske meteorološke stanice pokazali su visok stepen korelacije (grafikon 1), kao i sličnost rezultata mjerenja meteoroloških elemenata.



Grafikon 1. Odnos podataka o prosječnim dnevnim temperaturama sa automatske meteo stanice i stacionarne meteo stanice RHMZRS-a

Kada su u pitanju prosječne mjesečne temperature za referentni period 1961-1990. god., najviše temperature su zabilježene u julu, prosječno 17,2 °C. Najniže temperature zabilježene su u januaru, prosječno -1,8 °C (tabela 12). Posmatrano na osnovu referentnog perioda za prosječne mjesečne temperature i padavine, klima se na osnovu *Thorthwiet*-a definiše kao humida. Trajanje vegetacionog perioda je u intervalu 140-180 dana (Stefanović i sar., 1983).

Značajno povećanje temperature registrovano je na meteorološkoj stanici u Driniću za period 2003-2016. godina. Za razliku od referentnog perioda, temperatura je porasla za 1°C (tabela 7). Imajući u vidu da su polazne populacije nastale prije

referentnog perioda, što je utvrđeno pri izdvajanju sjemenskih objekata u Republici Srpskoj (Mataruga i sar., 2005), te da je došlo do značajnih klimatskih promjena, reakcija potomstva na novonastale promjene biće prilika da se sagleda potencijal za adaptaciju koju su imale matične individue i populacije.

Raspored temperatura za dva perioda: 1961-1990. i 2003-2016. godine za područje Drinića ukazuje na značajno povećanje prosječnih mjesečnih temperatura po mjesecima, osim za februar kada je temperatura bila za 0,3 stepena viša u referentnom periodu u odnosu na period 2003-2014. Klimatske promjene su evidentne.

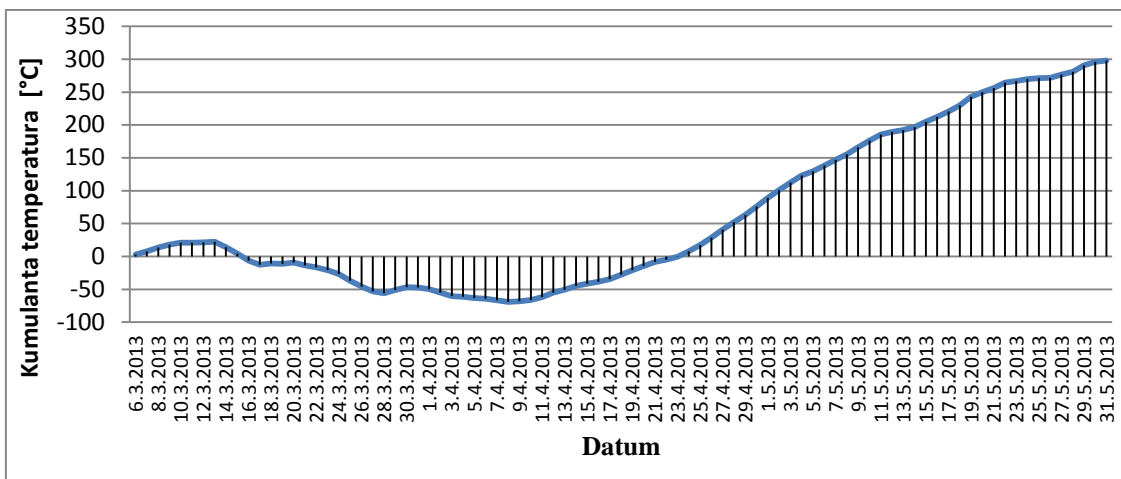
Tabela 7. Prosječne mjesečne temperature za periode 1961-1990. godine i 2008-2016. godine

Godina	M j e s e c												Suma
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2008-2016	-0,5	-0,5	3,3	8,4	12,7	17,7	18,8	18,4	13,4	9,6	5,5	0,6	9,0
1961-1990	-1,8	-0,2	2,9	7,2	12,0	15,2	17,2	16,8	13,5	8,9	3,9	-0,2	8,0

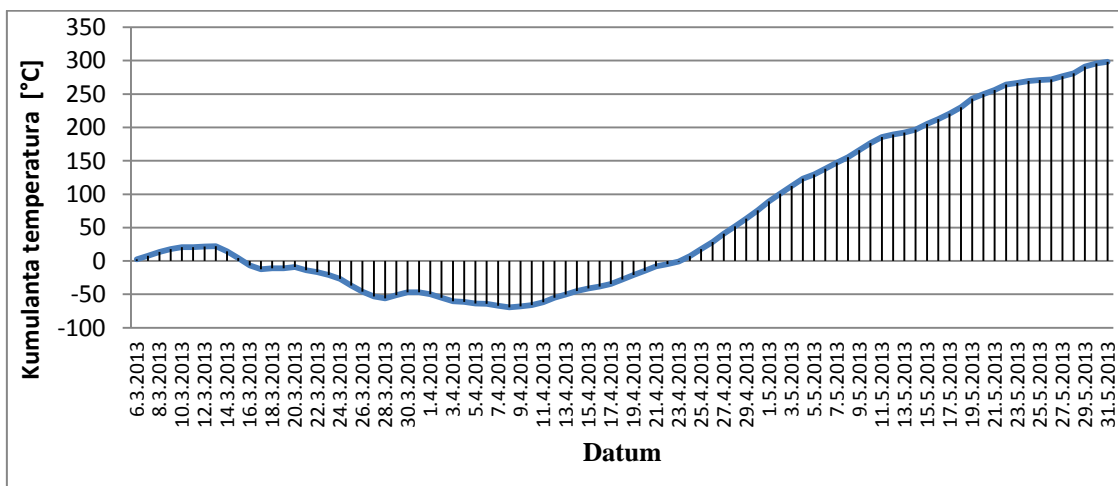
Da bi na adekvatan način mogla da se prati dinamika otvaranja pupoljaka, što je dio ovog rada, potrebno je utvrditi kumulante temperature tokom godine. Predviđanje dinamike otvaranja pupoljaka uređeno je prema Hannerz-u (1994) Hannerz et al., (1999). Autor navodi da početak računanja temperaturnih suma, počinje u svakoj novoj kalendarskoj godini od prvog od tri uzastopna dana u nizu u kojima prosječna dnevna temperatura veća od +5°C. Kumulante temperatura mogu biti i negativne ako se pojave topli, pa za njima uslijede hladni periodi. Autor navodi da se pupoljci neće početi otvarati dok se ne postigne odgovarajuća temperaturna suma. Početak otvaranja pupoljaka prikazan je u tabeli 8. Kumulante temperatura prikazane su na grafikonima: 2, 3 i 4.

Tabela 8. Datum početka računanja temperaturnih suma u Driniću

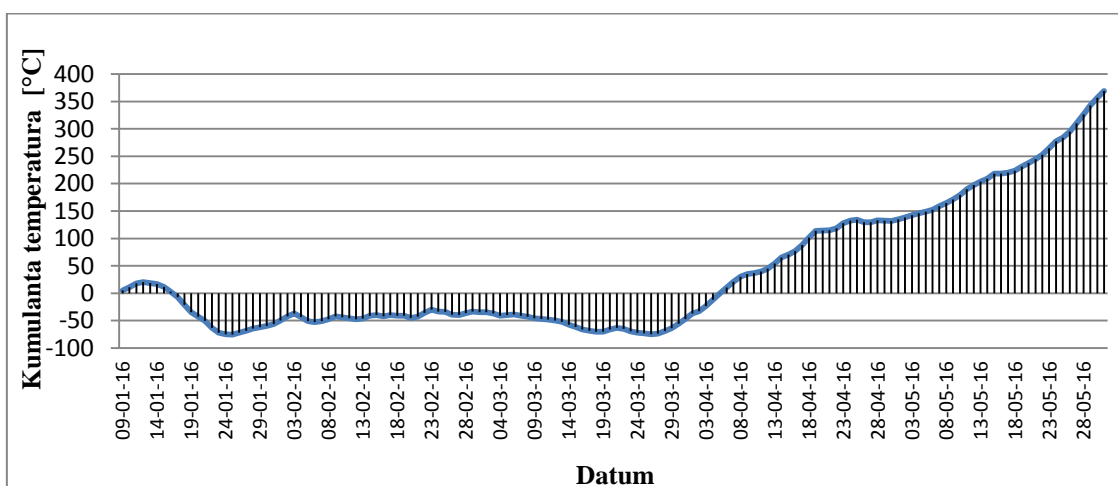
Godina osmatranja	Početak i kraj osmatranja	Početak osmatranja (tri uzastopna dana sa prosječnim dnevnim temperaturama većim od +5° C)	Kraj osmatranja (svi terminalni pupoljci na sadnicama su otvoreni)
2013.		06.03.2013.	31.05.2013.
2015.		10.04.2015.	31.05.2013.
2016.		09.01.2016.	31.05.2013.



Grafikon 2. Temperaturene sume tokom 2013. god. za test potomstva u Driniću



Grafikon 3. Temperaturene sume tokom 2015. god. za test potomstva u Driniću



Grafikon 4. Temperaturene sume tokom 2016. god. za test potomstva u Driniću

Tokom 2013. i 2016. godine javljale su se tzv. „warm spells“, odnosno, topliji zimski intervali kada su temperature prelazile prag od +5°C, a zatim je temperatura ponovo padala ispod navedenog praga.

4.1.5. Klimatski parametri - padavine

Kada su u pitanju padavine, prosječna mjesečna količina padavina za period 2003-2016. iznosi 113,7mm·m⁻². Najviše zabilježenih padavina je u XI i XII mjesecu, dok je najmanja količina padavina u VII i VIII mjesecu. Prosječna količina padavina tokom referentnog perioda (1961-1990) iznosila je 111,3 mm·m⁻² dok je prosječna količina padavina za period 2008-2016. god. iznosila 113,7 mm·m⁻². Količina padavina je povećana u periodu 2003-2016. godine za 2,4 mm·m⁻². Iako je došlo do neznatnog povećanja sume padavina na godišnjem nivou, primjećuje se značajna redistribucije padavina po mjesecima gdje je u ljetnim mjesecima zabilježen značajniji pad količine padavina u odnosu na referenti period (tabela 9).

Tabela 9. Prosječne mjesečne količine padavina za referentni period 1961-1990. godina za područje Drinića i za period osmatranja

Godina	m j e s e c i												God. pros.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1961-1990.	93.9	97.5	109.7	119.8	118.1	115.5	93.1	98.3	101.3	111.0	146.3	131.6	111.3
2008-2016.	106.6	115.6	106.8	126.1	117.4	97.62	77.13	85.03	121.2	104	138.4	169.1	113,7

4.1.6. Klimatski parametri prema koeficijentima klime

Elenbergov koeficijent za oglednu površinu za period 2003-2014. god. iznosi 1,56, dok je za period od 1961-1990. god. iznosio 9,62. Što su vrijednosti indeksa veće, područje se odlikuje aridnijom klimom. Ukoliko imamo u vidu da se temperatura povećala za 1C° za period 2003-2014. godine u odnosu na referentni period i da je došlo do redistribucije padavina tokom godine, Elenbergov koeficijent nije najpouzdaniji parametar za procjenu klime.

Indeks suše FAI je pouzdaniji pokazatelj klimatskih uslova u vegetacionom periodu jer obuhvata podatke za mjesece u vegetaciji (maj, jun, jul i avgust) (Matović, 2011). Vrijednost FAI indeksa za lokalitet Drinića je 5,1 za period od 12 godina (2003-

2014). U odnosu na referentni period, vrijednost FAI indeksa porasla je za 0,3. Posljednja istraživanja FAI indeksa na području BiH uradio je Mirković (2016) za područje Teslića pri čemu je u borovim šumama prosječna vrijednost ovog indeksa za period 1953-2014. god. iznosila 4,85. Indeks suše po De Martonu iznosi 90,9 i značajno je povećan u odnosu na referentni period kada je iznosio 30,2 (tabela 10).

Tabela 10. Klimatski uslovi u testu potomstva u Driniću na bazi koeficijenata klime

Koeficijent	EQ	FAI	Am
Period			
1961-1990.	1,6	5,1	90,9
2003-2016.	1,5	5,0	85,6

4.2. Test potomstva u Srebrenici

Test potomstva u Srebrenici nalazi se na lokalitetu Stolac, na udaljenosti od 13 kilometara jugoistočno od Srebrenice na lokalitetu „Postolje“ (slika 2). Koordinate testa potomstva su $44^{\circ} 01' 34''$ geografske širine i $19^{\circ} 25' 22''$ geografske dužine. Ukupna površina testa potomstva je 3 ha. Površina je ranije bila korišćena za potrebe šumskog rasadnika koji je prestao sa radom ranijih godina.

Za potrebe istraživanja korišćeni su 2, 3. i 4. blok dok je prvi blok izostavljen zbog malog procenta preživjelih sadnica, kao i velikog nagiba terena, preko 30° , koji je uzrokovao nepravilan raspored sadnica, kao i njihovo odumiranje. U daljem tekstu, radi lakšeg praćenja, blokovi su označeni sa jednim brojem manje, kao 1, 2. i 3. blok (šema 3), kao što je slučaj i sa testom potomstva u Driniću (šema 2, prilog 4).

4.2.1. Fitocenološka pripadnost

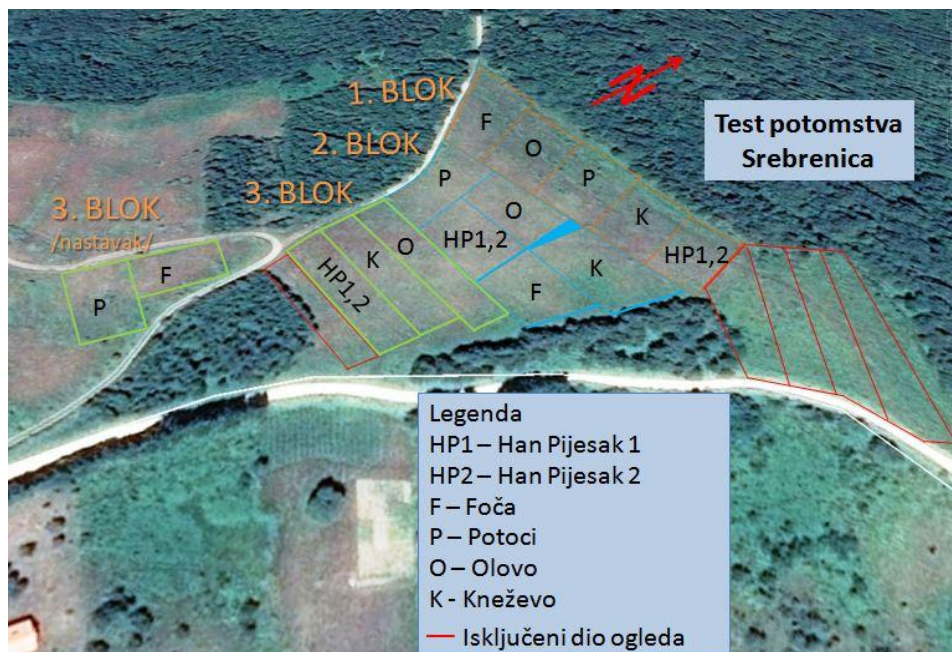
Fitocenološkim istraživanjima sprovedenim tokom 2010. godine, utvrđeno je da je realna vegetacija livada i bujadara. Potencijalna vegetacija je zajednica šuma bukve i jele sa smrčom. Neposredno pored testa potomstva nalazi se šuma bukve sa zapadne strane i kultura bijelog bora sa južne strane ogleđa.

4.2.2. Pedološke karakteristike

Pedološkim istraživanjima koja su sprovedena na četiri otvorena profila, zemljište na kojem je podignut test potomstva je kategorisano kao distrični kambisol. Dubina aktivnog sloja varira 32-50 cm u dva horizonta: A i (B). Profil je opisan kao Aor-(B)-C. Boja zemljišta je sivo-smeđa. Nije zabilježena erozija, stjenovitost i kamenitost. Matični supstrat čine škriljci i pješčari.

4.2.3. Orografske karakteristike

Prosječna nadmorska visina na kojoj je podignut ogled je 970 m. Kao element reljefa naveden je greben. Nagib terena je u intervalu od 2° - 15° , a dominira jugoistočna ekspozicija.



Šema 3. Raspored blokova i populacija unutar blokova u testu potomstva u Srebrenici – šematizovan, pojednostavljen prikaz



Slika 2. Test potomstva u Srebrenici (foto: B. Cvjetković, 2014)

4.2.4. Klimatski parametri - temperature

Pri analizama klimatskih parametara za potrebe istraživanja korišćena su dva izvora podataka. Prvi niz podataka dobijen je sa meteorološke stanice Republičkog hidrometeorološkog zavoda Republike Srpske u Srebrenici, a drugi sa automatske meteorološke stanice postavljene u neposrednoj blizini testa potomstva (tabela 11).

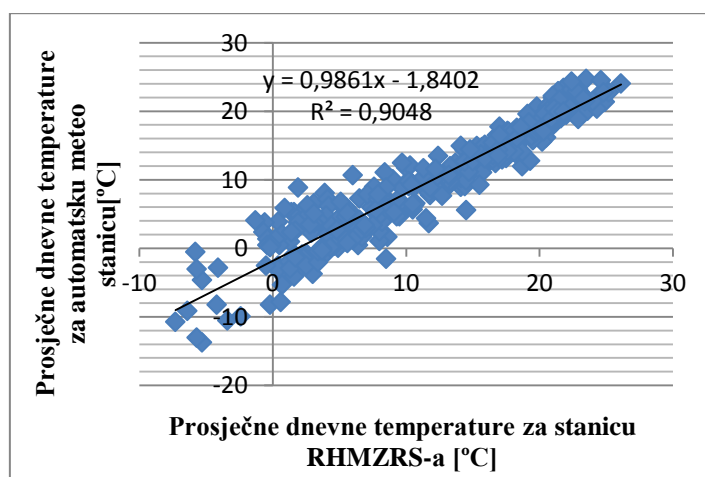
Tabela 11. Podaci o meteo stanicama sa kojih su prikupljeni podaci

Meteorološka stanica	S.G.Š.	I.G.D.	NV [m]	Udaljenost od oglednog polja
RHMZRS	44°08'	19°30'	377	12 km
Automatska meteo stanica	44°02'	19°41'	970	150 m

Podaci koji su korišćeni za analiziranje klime na području Srebrenice na duži vremenski period, kao i za analize dinamike otvaranja pupoljaka sprovedene tokom 2013. godine, potiču sa meteorološke stanice u Srebrenici. Meteorološka stanica se nalazi na 377 m nadmorske visine, što je niže za oko 600 m u odnosu na test potomstva. Udaljenost meteorološke stanice od ogledne površine je oko 12 km.

Podaci korišćeni za analize vremenskih uslova tokom sprovođenja ogleda od 2014. do 2016. Godine, potiču sa automatske meteorološke stanice smještene u neposrednoj blizini automatske meteo stanice na udaljenosti oko 150 m od testa potomstva, na nadmorskoj visini od 970 m nadmorske visine.

Ukoliko se uporede podaci sa meteorološke stanice RHMZRS u Srebrenici i automatske meteorološke stanice u blizini ogleda, može se uočiti vrlo visoka zavisnost temperaturnih vrijednosti, te utvrditi odgovarajući gradijent pada temperature sa nadmorskom visinom (grafikon 5), što je i urađeno u daljoj analizi klime sa aspekta temperature.



Grafikon 5. Odnos podataka o prosječnim dnevnim temperaturama sa meteo stanice u ogledu i stacionarne meteo stanice RHMZRS-a

Ukoliko se posmatraju prosječne mjesečne temperature za test potomstva u Srebrenici, najtopliji mjesec je jul, sa prosječnom mjesečnom temperaturom od 18,5 °C, dok je najhladniji mjesec januar, sa prosječnom mjesečnom temperaturom od -0,3 °C. Vegetacija je pod uticajem klimatskih promjena jer je, kada se uporede podaci za referentni period 1961-1990. god. i period 2008-2016. god., povećanje prosječne temperature na godišnjem nivou 1,6 °C, kao i temperatura po pojedinim mjesecima. Raspored temperatura za dva perioda: 1961-1990. i 2003-2016. godine za područje Srebrenice ukazuje na značajno povećanje prosječnih mjesečnih temperatura po mjesecima, osim za januar, februar i decembar kada je temperatura bila viša u referentnom periodu u odnosu na period 2003-2014. god. (tabela 12). Klimatske promjene su evidentne.

Tabela 12. Prosječne vrijednosti temperature za lokalitet Srebrenica

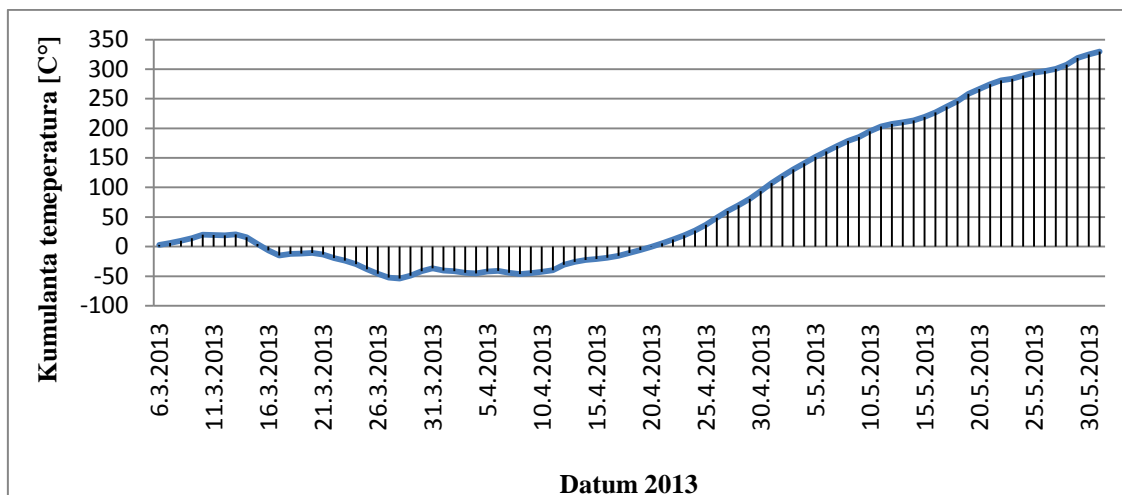
Godina	Mjesec												Suma
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2008-2016	-0.3	0.3	4.4	9.4	13.0	16.6	18.5	18.4	14.1	9.0	5.7	0.5	9.1
1961-1990	-2.5	-0.2	3.4	8.0	12.5	15.0	16.6	16.2	13.0	8.4	3.5	-1.1	7.7

Posmatrano na osnovu referentnog perioda za prosječne mjesečne temperature i padavine, klima se na osnovu *Thorthwiet*-a definiše kao humida. Trajanje vegetacionog perioda je u intervalu 140-180 dana (Stefanović i sar., 1983).

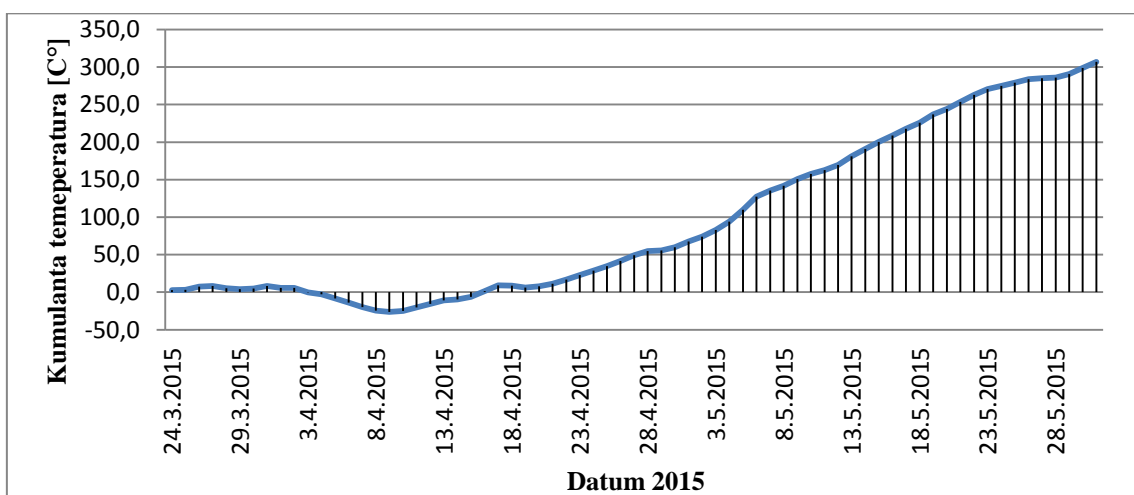
Predviđanje dinamike otvaranja pupoljaka urađeno je prema Hannerz-u (1994) i Hannerz et al. (1999) kao što je prethodno objašnjeno za test potomstva u Driniću. Početak otvaranja pupoljaka prikazan je u tabeli 13. Podaci su sakupljeni sa automatske meteo stanice za 2015. i 2016. god., dok je za 2013. godinu izvršena interpolacija podataka prema podacima sa meteo stanica za mjesec mart, april i maj. Podaci o temperaturnim sumama, neophodnim za izračunavanja dinamike otvaranja pupoljaka tokom 2013, 2015. i 2016. godine prikazani su na grafikonima: 6, 7 i 8.

Tabela 13. Datum početka računanja temperaturnih suma u Srebrenici

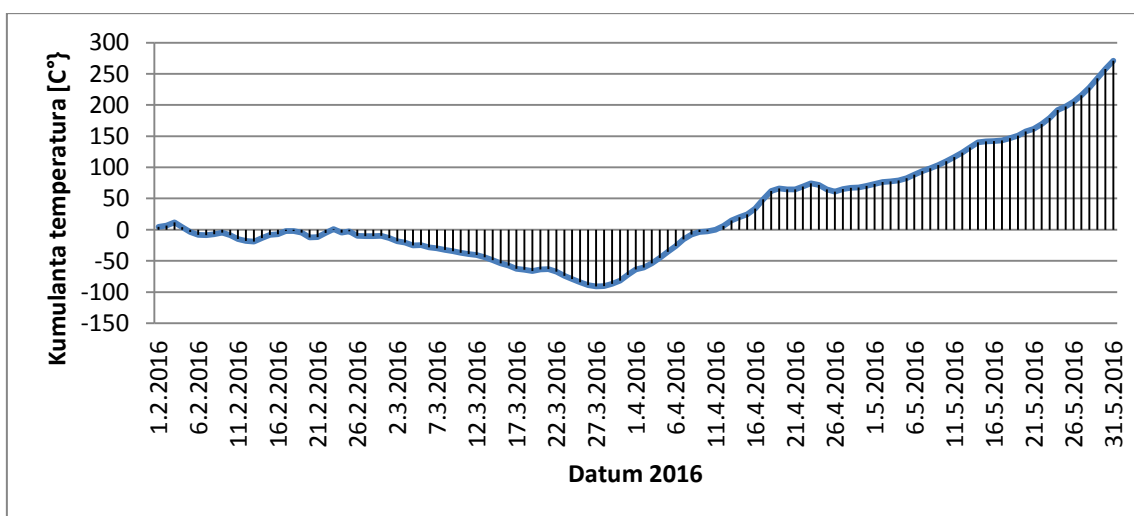
Godina osmatranja	Početak i kraj osmatranja	Početak osmatranja (tri uzastopna dana sa prosječnim dnevnim temperaturama veći od +5° C)	Kraj osmatranja (svi terminalni pupoljci na sadnicama su otvoreni)
2013.		06.03.2013.	31.05.2013.
2015.		24.03.2015.	31.05.2013.
2016.		01.02.2016.	31.05.2013.



Grafikon 6. Temperaturne sume tokom 2013. god. za test potomstva u Srebrenici



Grafikon 7. Temperaturne sume tokom 2015. god. za test potomstva u Srebrenici



Grafikon 8. Temperaturne sume tokom 2016. god. za test potomstva u Srebrenici

4.2.5. Klimatski parametri – padavine

Kada su u pitanju padavine, situacija u testu potomstva u Srebrenici je nešto složenija. Podaci sa automatske meteo stanice nisu zadovoljili traženu tačnost podataka. U traženju rješenja, pomoć je zatražena od RHMZRS-a. Na osnovu iskustava dosadašnjih praćenja meteoroloških elemenata, hidrometeorolog RHMZRS-a preporučio je da se operiše sa podacima o padavinama koje su snimljene za meteo stanicu Srebrenica.

Da bi se provjerili navedeni podaci, iz statističkih godišnjaka za meteo stanice Bajina Bašta i RC Užice, koje se nalaze relativno blizu oglednoj površini, urađena je analiza gradijenta padavina koji se pokazao zanemarljivo malim na mjesečnom nivou. To je u skladu sa preporukama RHMZRS-a te se u daljoj obradi i pristupilo sa upotrebom podataka o padavinama sa meteo stanice Srebrenica.

Posmatrano na godišnjem nivou, prosječna količina padavina iznosi $87,3\text{mm}\cdot\text{m}^{-2}$ što je povećanje u odnosu na raniji, referentni period kada je količina padavina iznosila $81,6\text{mm}\cdot\text{m}^{-2}$. Međutim, u ljetnjim mjesecima junu, julu i avgustu, kada je voda najpotrebnija vegetaciji, količina padavina je manja nego u referentnom periodu (tabela 14).

Tabela 14. Prosječne vrijednosti padavina za lokalitet Srebrenica

Godina	M j e s e c												Suma	Prosjek
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
2008-2016	66,2	76,8	93,5	81,6	145,8	121,0	74,2	64,2	105,2	79,3	64,7	75,6	1048,0	87,3
1961-1990	64	62	62	80	105	126	106	74	78	71	72	79	979	81,6

4.2.6. Klimatski parametri prema koeficijentima klime

Elenbergov koeficijent za oglednu površinu za period 2008-2016. god. iznosi 1,8, dok je za period 1961-1990. god. iznosio 1,7. Što su vrednosti indeksa veće, područje se odlikuje aridnijom klimom. Ukoliko imamo u vidu da se temperatura povećala za $1,6\text{C}^\circ$ za period 2008-2016. god. u odnosu na referentni period i da je došlo do redistribucije padavina tokom godine, Elenbergov koeficijent, kao i u slučaju Drinića, nije najpouzdaniji parametar za procjenu klime. Indeks suše FAI, koji se navodi kao dosta pouzdaniji pokazatelj klimatskih uslova (Matović, 2013) ima

vrijednost 4,0 za period od devet godina (2008-2016). U odnosu na referentni period, vrijednost FAI indeksa porasla je za 0,8. Indeks suše po De Martonu iznosi 56,3 i neznatno je povećan u odnosu na referentni period, kada je iznosio 55,3 (tabela 15).

Tabela 15. Klimatski uslovi u testu potomstva u Srebrenici na bazi koeficijenata

Period \ Koeficijent	EQ	FAI	Am
1961-1990.	1,7	3,2	55,3
2008-2016.	1,8	4,0	56,3

4.3. Realizovana istraživanja u testovima potomstva

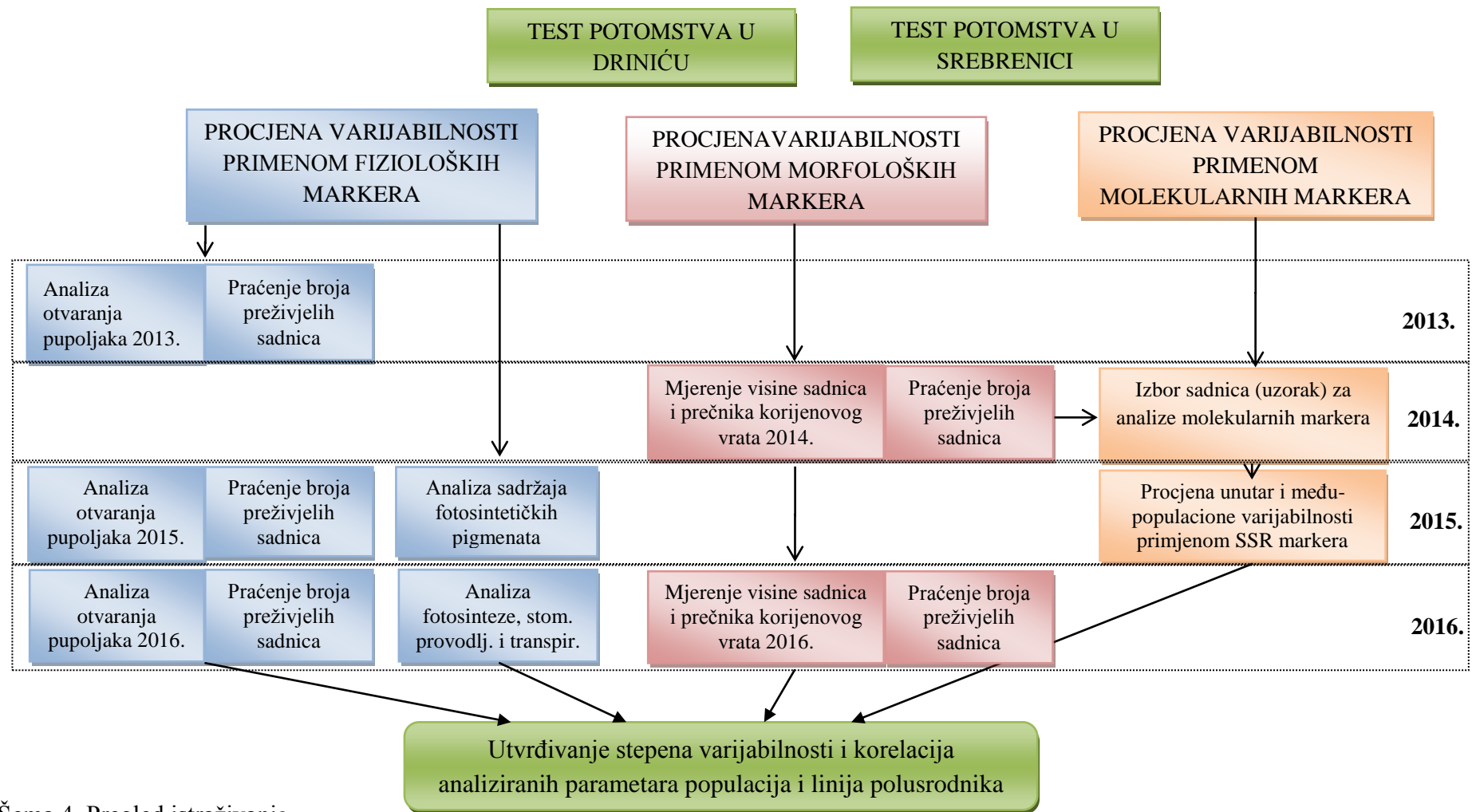
U dva testa potomstva smrče u Bosni i Hercegovini na području Drinića i Srebrenice sprovedena su istraživanja varijabilnosti morfometrijskih, fizioloških parametara i molekularnih markera. Istraživanja varijabilnosti morfometrijskih i fizioloških parametara sprovedena su na nivou:

- testova potomstva,
- blokova (ponavljanja),
- populacija i
- linija polusrodnika.

Analize molekularnim markerima sprovedene na nivou:

- populacija i
- linija polusrodnika.

Istraživanja su sprovedena u periodu 2013-2016. godina. Na šemi 4 dat je pregled realizovanih istraživanja.



Šema 4. Pregled istraživanja

4.4. Analiza morfometrijskih parametara sadnica različitih blokova, populacija i linija polusrodnika

Prvo mjerenje morfoloških parametara obavljeno je u oktobru 2014. godine. Mjerenje je vršeno na svim sadnicama u oba testa potomstva. Mjerene su visine sadnica i prečnik korijenovog vrata. Visine su mjerene mjernom letvom (slika 3), sa tačnošću od 1 cm. Prečnici korijenovog vrata mjereni su digitalnim pomičnim mjerilom (slika 4), sa tačnošću od 1 mm. Pored visina, mjerene su visine posljednja tri pršljena što predstavlja visine koje su sadnice dostizale tokom 2013, 2012. i 2011. godine. Do podataka o visinskim prirastima sadnica u 2012. i 2013. godini došlo se mjerenjem rastojanja između pršljenova na sadnicama, dok je za 2014. god. mjereno rastojanje od posljednjeg pršljena do vrha sadnice. Prirast prečnika korijenovog vrata je određen za period od dvije godine, tj. kao razlika izmjerenih prečnika u 2016. i 2014. godini.

Visine su pri obradi podataka označene sa „H”, prečnik korijenovog vrata sa „D“, a visinski prirast sa „I_h“. Maksimalne vrijednosti dobijenih parametara za populacije date su podebljanim vrijednostima u tabelama, a minimalne u kurzivu.

Postupak mjerenja po istom principu obavljen je u septembru 2016. godine, s tim da su mjereni prečnik korijenovog vrata sadnica, visine sadnica i visine poslednjeg pršljena, što predstavlja visine koje su sadnice dostigle u toku 2015. godine. Ukupno su prikupljeni podaci o visinama sadnica u šest sukcesivnih godina, u intervalu 2011-2016. godine, te prečnici korijenovog vrata u 2014. i 2016. godini. Prilikom mjerenja 2016. godine, registrovan je broj grana u posljednjem gornjem pršljenu sadnica.



Slika 3. Mjerenje visina sadnica (foto: B. Cvjetković, 2016)



Slika 4. Mjerenje prečnika korijenovog vrata sadnica (foto: B. Cvjetković, 2016)

Sadnice čije je prisustvo registrovano na terenu podijeljene su u dvije kategorije. Prvu kategoriju čine zdrave i vitalne sadnice čije su morfometrijske karakteristike mjerene. U drugu kategoriju svrstane su oštećene i oboljele sadnice (slike 5, 6, 7). Druga kategorija sadnica nije uzeta u dalje razmatranje, jer će iste u budućem periodu biti uklonjene ili će odumrijeti prirodnim putem.



Slika 5. Oštećenje vrha
(foto: Cvjetković, 2015.)



Slika 6. Oštećenje pridanka
(foto: Cvjetković, 2015.)



Slika 7. Oboljela sadnica
(foto: Cvjetković, 2015.)

4.4.1. Preživljavanje sadnica

Pored mjerenja sadnica, na osnovu šeme sadnje, utvrđen je broj preživjelih sadnica na terenu. Podaci su prikupljeni:

- za 2014. godinu i jesen 2016. godine (oznaka „2016/2“ pri obradi podataka) prilikom premjera sadnica na terenu,
- za 2013, 2015. i proljeće 2016. godine (oznaka „2016/1“ pri obradi podataka) prilikom osmatranja početka otvaranja pupoljaka.

Podaci o kategorijama sadnica unošene su u terenski manual. Sa brojem „1“ označene su zdrave i vitalne sadnica, a sa brojem „0“, oštećene, oboljele sadnice kao i sadnice koje tokom prethodnih godina nisu preživjele na terenu, tj. prazna mjesta gdje su sadnice posađene, ali tokom premjera ili osmatranja nije utvrđeno njihovo prisustvo.

4.5. Analiza fizioloških parametara sadnica različitih blokova, populacija i linija polusrodnika

Analiza fizioloških parametara sadnica smrče u testovima potomstva u Driniću i Srebrenici obuhvatila je istraživanje nekoliko fizioloških parametara sadnica smrče koji su:

1. osmatrani tokom godine (dinamika otvaranja pupoljaka u dva stadijuma),
2. mjereni na terenu (neto fotosinteza, transpiracija i stomatalna provodljivost) i
3. analizirani u laboratoriji (sadržaj fotosintetičkih pigmenata).

4.5.1. Dinamika otvaranja pupoljaka

Otvaranje pupoljaka praćeno je u tri godine: 2013, 2015. i 2016. godini. Snimanje stanja otvorenosti pupoljaka vršeno je na svim sadnicama u oba testa potomstva. Vrijeme početka praćenja otvaranja pupoljaka je različito u tri navedene godine, zavisno od vremena početka vegetacionog perioda, odnosno od vremenskih uslova. U praćenju dinamike otvaranja pupoljaka primijenjena je metodologija koju daje Krutzsch (1973), a koja predviđa tri stanja pupoljaka:

- zatvoren pupoljak,
- poluotvoren pupoljak,
- otvoren pupoljak.

Prema Westin i sar. (1995) i Repo i sar. (2004), vrijeme otvaranja pupoljaka je definisano kao dan kada su terminalni pupoljci bili jasno otvoreni, tj. kada su se pojavile prve vidljive mlade četine.

U ovom radu izvršena je modifikacija tako da nisu registrovani poluotvoreni pupoljci (tzv. „swollen buds“), koje navodi u svojoj metodologiji Krutzsch (1973), usljed teže ocjene na samom terenu stepena otvorenosti pupoljka.

Zatvoreni pupoljci u terenskim obrascima su označeni sa brojem “0” (slika 8), a otvoreni sa brojem “1” (slika 9), te su podaci o otvorenosti pupoljaka ud dva stadijuma preneseni u program za obradu podataka.



Slika 8. Zatvoren pupoljak
(foto: Cvjetković, 2015.)



Slika 9. Otovoren pupoljak
(foto: Cvjetković, 2015.)

Da bi se dobili što pouzdaniji podaci o povezanosti temperatura vazduha i dinamike otvaranja pupoljaka kao i razlika u dinamici uslovljenih porijeklom sadnog materijala i lokacijom testa potomstva, u blizini testova potomstva postavljene su automatske meteorološke stanice PCE-FWS 20 za mjerenje temperature, vlažnosti i količine padavina.

Navedene stanice imaju mogućnost snimanja 4080 podataka. Meteorološke stanice su postavljene na visinu od 2 metra u meteorološke zaklone i van uticaja faktora koji bi mogli da ometaju rad stanica. Postavljene su na terenu početkom 2014. godine (slika 10).

Podaci o temperaturi i dinamici otvaranja pupoljaka za 2013. godinu su podaci sa meteoroloških stanica Republičkog hidrometeorološkog saveza Republike Srpske u Driniću i Srebrenici. Da bi se dobili pouzdani i precizni podaci, tokom 2015. godine postavljene su automatske meteo stanice u blizini ogleda. Podaci sa automatskih meteoroloških stanica, korelirani sa podacima dobijenim sa podacima sa stanica RHMZRS radi provjere i utvrđivanja odstupanja podataka usljed geografske udaljenosti. Podaci sa automatskih meteoroloških stanica korišćeni su kod modeliranja dinamike otvaranja pupoljaka tokom 2015. i 2016. godine. Pri prikupljanju podataka automatske meteorološke stanice su bile podešene na lokalno vrijeme. Odstupanja od podataka sa meteoroloških stanica RHMRRS su bila minimalna.



Slika 10. Meteorološka stanica kod testa potomstva u Srebrenici (foto: Cyjetković, 2014)

Prema Slaney et al. (2006), praćenje sume temperatura moguće je vršiti od 1. januara ili od 1. aprila godine u kojoj se prati otvaranje pupoljaka. Sutinen i sar. (2012) koristili su tri temperature od dana kada su se počele pratiti temperature. To je od momenta kada su utvrđene temperature od $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ i $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Hannerz (1994) navodi da se računanje temperaturne sume računa po formuli:

$$TS(t) = \sum_{t=t_0} (T(t) - Tb)$$

gdje je:

$TS(t)$ – temperaturna suma na dan t

$T(t)$ – srednja temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na dan t

Tb – bazna temperatura

t – vrijeme

t_0 – početni dan od kojeg se vrši opažanje.

Autor vrši opažanja od dana kada su u proljeće tri uzastopna dana imala temperaturu veću od 5°C . Ovakav načina računanja primjenjivan je ranije u Švedskoj u istraživanjima Prescher-a (1982), a istraživanja su obuhvatala i materijal porijeklom iz bivše Jugoslavije. Temperatura od $+5^{\circ}\text{C}$ primijenjena je i u drugim istraživanjima dinamike otvaranja pupoljaka smrče (Langvall, 2011). U istraživanjima smrče u testovima potomstva, primijenjen je naprijed opisani metod temperaturnih suma, sa

pragom računanja od +5°C. Smatra se da ovaj model griješi ±3,5 dana (Hannerz et al, 1999).

U tabeli 16 dati su datumi osmatranja otvorenosti pupoljaka za dva testa potomstva kroz tri godine: 2013, 2015. i 2016. godinu, kao i ukupan broj dana od početka godine do datuma osmatranja.

Tabela 16. Datum osmatranja otvorenosti pupoljaka u testovima potomstva

Godina	Test potomstva u Driniću				Test potomstva u Srebrenici			
	O s m a t r a n j e				O s m a t r a n j e			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
2013.	02.05.	07.05.	15.05.	-	24.04.	30.04.	08.05.	-
2015.	09.05.	13.05.	19.05.	24.05.	07.05.	11.05.	16.05.	21.05
2016.	10.05.	16.05.	21.05.	26.05.	08.05.	13.05.	19.05.	25.05.

Pored registrovanja otvorenosti pupoljaka, registrovan je i preživljavanje sadnica prema obrascu opisanom u poglavlju 4.3.

4.5.2. Mjerenje fotosinteze, transpiracije i stomatalne provodljivosti

Istraživanje neto fotosinteze, stomatalne provodljivosti i transpiracije urađeno je u oba testa potomstva na sadnicama sa iste strane svijeta i na približno istoj visini i to:

- Na 72 sadnice u testu potomstva u Srebrenici, na po dvije linije polusrodnika u okviru svake od šest populacija, jedna sa najmanjim vrijednostima morfometrijskih parametara i druga sa najvećim vrijednostima morfometrijskih parametara. Svaka linija polusrodnika zastupljena je sa tri sadnice. Testiranje je obavljeno u dva bloka (drugi i četvrti blok) koji su reprezentivi stanišnih uslova testa potomstva. Posmatrano matematički broj uzoraka dobijen je na sljedeći način: 3 sadnice x 2 linije polusrodnika x 6 populacija x 2 bloka = 72 sadnice po testu potomstva.

- Na 48 sadnica u testu potomstva u Driniću, na po dvije linije polusrodnika, u okviru svake od šest populacija, jedna sa najmanjim vrijednostima morfometrijskih parametara i druga sa najvećim vrijednostima morfometrijskih parametara. Svaka linija polusrodnika zastupljena je sa dvije sadnice. Testiranje je obavljeno u dva bloka (drugi i treći) koji su reprezentivi stanišnih uslova testa potomstva. Posmatrano matematički broj uzoraka dobijen je na sljedeći način: 2 sadnice x 2 linije polusrodnika x 6 populacija x 2 bloka = 48 sadnice po testu potomstva.

Mjerenja su izvršena uređajem LCpro+ (slika 11) sa slejedećim zadatim ulaznim parametrima:

t – ambijentalno,

c – ambijentalno,

e – ambijentalno, a tokom mjerenja je vrijednost mijenjana prema zahtjevima uslova sredine na 3, 6 i 9.

Sakupljanje uzoraka za analizu varijabilnosti sadržaja pigmenata obavljeno je 04.09.2015. god. u testu potomstva u Driniću i 29.09.2015. godine u testu potomstva u Srebrenici.

Nakon snimanja stanja uređajem LCpro+, grančice sa četinama koje su bile predmet mjerenja postavljanjem istih u komoru aparata, odsječene su i stavljene u kesice. Po povratku sa terena, na grančicama su raspoređene četine tako da budu što jasnije vidljive, da bi se mogla odrediti njihova površina. Nakon toga grančice su postavljene na milimetarski papir i fotografisane fotoaparatom.

Određivanje površine četina, kao glavnih nosilaca fizioloških aktivnosti fotosinteze, stomatalne provodljivosti i transpiracije, urađeno je primjenom softverskog paketa ImageJ (Rasband, 2004) koji ima mogućnost određivanja površine fotografisanih objekata na osnovu definisanja poznate dimenzije na površini na kojoj se vrši fotografisanje. Pošto je fotografisanje vršeno na milimetarskom papiru, 1 mm je definisan kao bazična distanca, a površina je data u mm^2 .



Slika 11. Mjerenje fotosinteze, stomatalne provodljivosti i transpiracije uređajem LCpro+ (foto: Cvjetković, 2016)

4.5.3. Analiza sadržaja fotosintetičkih pigmenata

Istraživanje sadržaja pigmenata urađeno je u oba testa potomstva i to na 72 sadnice po testu potomstva. Dvije linije polusrodnika, u okviru svake od šest populacija, jedna sa najmanjim vrijednostima morfometrijskih parametara i druga sa najvećim vrijednostima morfometrijskih parametara, testirane su za analizu variranja fizioloških parametara. Svaka linija polusrodnika zastupljena je sa tri sadnice. Testiranje je obavljeno u dva bloka koji su reprezentivi stanišnih uslova testa potomstva. Posmatrano matematički broj uzoraka dobijen je na sledeći način: 3 sadnice x 2 linije polusrodnika x 6 populacija x 2 bloka = 72 sadnice po testu potomstva.

Sakupljanje uzoraka za analizu varijabilnosti sadržaja pigmenata obavljeno je 04.09.2015. god. u testu potomstva u Driniću i 29.09.2015. godine u testu potomstva u Srebrenici. Uzorci su uzeti sa unaprijed obilježenih sadnica, sa gornjeg pršljena, sa zapadne strane (slika 12 i 13).



Slika 12. Označavanje sadnica za analize fizioloških parametara (foto: Cvjetković, 2015)



Slika 13. Uzimanje uzoraka za potrebe fizioloških istraživanja (foto: Cvjetković, 2015)

Uzorci su sakupljeni u jutarnjim satima u vremenu 7-9 časova, pohranjeni u aluminijumsku foliju i plastične kese (slika 14), te u prenosnom frižideru transportovane u laboratoriju Šumarskog fakulteta u Banjoj Luci (slika 15).



Slika 14. Pakovanje uzoraka za transport
(foto: Cvjetković, 2015.)



Slika 15. Pohranjivanje uzoraka u prenosni frižider
(foto: Cvjetković, 2015.)

Priprema uzoraka i očitavanje na spektrofotometru sprovedeno je po metodu koji su opisali Oljača i Srdić (2005). Četine su usitnjene makazama, te je izvagano 1 g mase četina. Materijal je homogenizovan u avanu tučkom u koji je dodat kvarcni pijesak i 1 mg MgCO_3 radi sprečavanja zakiseljavanja rastvora. Dobijena kašasta masa je 3 minuta tretira sa 15 ml 80% acetona.

Dobijeni zeleni rastvor je pomoću staklenog štapića nanijet na stakleni filter i filtriran pomoću vakuum pumpe na vodeni mlaz u epruvetu koja se nalazi u vakuumu. Dobijeni filtrat je ekstrakt pigmenta koji se iz epruvete prenosi u sud od 25 ml i dopunjava 80% acetonom do crte. Da bi se moglo vršiti očitavanje na spektrofotometru, dobijeni ekstrakt je razblažen. Od dobijenog ekstrakta pipetom je uzet 1 ml, kome je dodato 9 ml acetona i koji je potom prenijet u epruvetu. Ovako pripremljen ekstrakt je sipan u kivetu. Očitavanje je izvršeno na spektrofotometru, apsorpcija na talasnim dužinama je podešena na 662, 644 i 440 nm (slika 16, 17 i 18). Za izračunavanje koncentracije pigmenta u ekstraktu u $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ primijenjen je obrazac Holma (1954) i Wettsteina (1957).



Slika 16, 17 i 18. Ekstrakcija pigmenta iz četina smrče i očitavanje rezultata absorbance (foto: Cvjetković, 2014)

4.6. Genetička karakterizacija populacija i linija polusrodnika primjenom nSSR molekularnih markera

Genetička karakterizacija populacija i linija polusrodnika odvijala se u dvije faze: (i) faza definisanja veličine uzroka, sakupljanje uzoraka na terenu i pripreme za analize i (ii) DNK izolacija, amplifikacija, sekvencioniranje i priprema podataka za obradu.

4.6.1. Definisane veličine uzorka, prikupljanje na terenu i priprema za obradu

Za istraživanje varijabilnosti na nivou DNK, analize su sprovedene na po 10 sadnica iz svake od linija polusrodnika ugrađenih u testove potomstva. Iz oba testa potomstva ukupno je uzeto 360 uzoraka za genetičke analize, odnosno 180 uzoraka po testu potomstva. Svaka od 36 linija polusrodnika (od kojih se sastoje testirane populacije) zastupljena je sa po 10 uzoraka i to sa pet uzoraka iz testa potomstva u Driniću i sa pet uzoraka iz testa potomstva u Srebrenici. Sadnice su izabrane na osnovu morfoloških analiza koje su sprovedene prije sakupljanja materijala za genetičke analize. Po pet sadnica koje su uzimane iz testova potomstva, odabrane su tako što su se vrijednosti visina sadnica kategorisale u pet kategorija u odnosu na ukupnu visinu sadnica izmjerenih u toku 2014. godine:

- I. 0% -20% od ukupne visine,
- II. 20% - 40% od ukupne visine,
- III. 40% -60% od ukupne visine,
- IV. 60% - 80% od ukupne visine,
- V. 80% -100% od ukupne visine.

Iz svake od kategorija sadnica izabrana je po jedna slučajnim uzorkom, te su iste sadnice nađene na šemi na kojoj su i obilježene. Na terenu su te sadnice pronađene i sa njih je uzet uzorak za genetičke analize. Ovakav metod izbora sadnica na terenu omogućio je obuhvat širokog spektra sadnica iz iste linije polusrodnika i populacija u smislu razlika koje su uočene u morfološkim parametrima.

Uzorci su sakupljeni tokom juna 2015. godine i upakovani u papirne kesice sa oznakama identiteta testova potomstva, populacija, linija polusrodnika i sadnica sa kojih je uziman uzorak. Uzorci su sušeni na sobnoj temperaturi 20-25 °C do 15. oktobra 2015. godine kada su uzorci transportovani u laboratoriju Bavarskog instituta za sjemenarstvo, rasadničarstvo i pošumljavanje na genetičke analize.

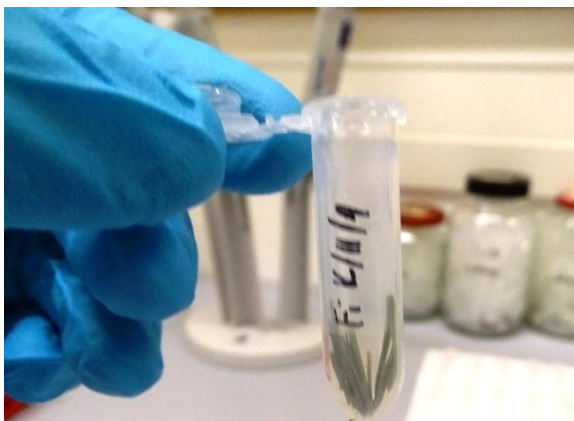
U laboratoriji za genetiku Bavorskog instituta za sjemenarstvo, rasadničarstvo i pošumljavanje uzorci su dodatno prosušeni i pripremljeni za izolaciju DNK.

4.6.2. DNK izolacija i PCR amplifikacija

Genomska DNK je izolovana iz osušenih iglica u količini od 0,3÷0,5 g po ATMAB metodu (Dumolin et al., 1995) kroz sljedeće korake:

- zagrijavanje ekstrakcionog pufera na 55 C° i pripremanje DTT i RNAze,
- mljevenje četina u epruvetama od 2 ml,
- dodavanje 1 ml ekstrakcionog pufera i mješanje u vorteksu u cilju homogenizacije,
- dodavanje 2 µl RNAze i 50 µl DTT,
- homogenizovanje rastvora mješanjem u vorteksu,
- inkubacija na 55 C° u trajanju od 1 sat u vodenom kupatilu,
- nakon vodenog kupatila, epruvete sa rastvorom se hlade na sobnoj temperaturi 10 minuta,
- dodavanje 400 µl dihlormetana, blago protresanje i kratkotrajno otvaranje epruvete radi oslobađanja od pritiska gasova unutar epruvete,
- centrifugiranje u trajanju od 10 minuta (13.000 rpm, 4 C°),
- pipetiranje supernatanta (oko 600-800 µl) u drugu epruvetu zapremine 1,5 ml,
- dodavanje 400 µl hladnog izopropanola u svaku epruvetu, blago protresanje dok pelet sa DNK ne bude vidljiv. Ostaviti epruvete na sobnoj temperaturi preko noći,
- naredni dan centrifugirati epruvete na 13.000 rpm na 4 C° pri čemu se pelet blago fiksira za donji dio epruvete,
- odliti svu tečnost iz epruvete, okrenuti epruvete naopačke i osušiti pelet,
- dodati 1 ml hladnog etanola (76% - postotnog) i osloboditi pelet,
- centrifugirati epruvete 10 minuta (13.000 rpm, 4 C°),
- izliti etanol iz epruveta i ostaviti pelet da se suši 1 sat ili preko noći,
- rastvoriti DNK pelet u 50 µl 1xTE puferu,
- ostaviti DNK pelet da se resuspenduje preko noći (slika 20).

Prinos i čistoća izolovane DNK utvrđeni su spektrofotometrijom u rastvoru od 95 µl autoklavirane vode i 5 µl rastvora DNK. Nakon izolacije DNA, napravljen je rastvor DNA i RNasa „free water“ u odnosu 1:10.



Slika 19. 0,3-0,5 g uzorka za izolaciju DNK (foto: Cvjetković, 2015)



Slika 20. Resuspendovana DNK u ependorf epruveti (foto: Cvjetković, 2015)

Za PCR reakciju korišćen je Type-it Microsatellite PCR kit Qiagen. Genomska DNA je kvantifikovana sa 20 nanograma, a fragmeti su bili amplifikovani PCR tehnikama koristeći specifične prajmere. DNK uzorci bili su amplifikovani koristeći polimeraza lančanu reakciju - PCR (slika 21) sa specifičnim prajmerima otkrivajući kodominantne alele za 11 polimorfnih nDNA site lokusa (tabela 17).

Tabela 17. Spisak korišćenih prajmera

Lokus	F prajmer	R prajmer	Dužina fragmen- ta (bp)	Anneal. temp. [°C]
WS00716.F13 ¹	TCAAGTAATGGACAAACGATACA	TTTCCAATAGAATGGTGGATTT	214-320	53
WS0092.M15 ¹	GATGTTGCAGGCATTGAGAG	GCACCAGCATCGATTGACTA	204-216	53
WS0022.B15 ¹	TTTGTAGGTGCTGCAGAGATG	TGGCTTTTATTCCAGCAAGA	160-220	53
WS0073.H08 ¹	TGCTCTCTTATTGGGCTTC	AAGAACAAGGCTTCCAATG	209-256	55
WS00111.K13 ¹	GACTGAAGATGCCGATATGC	GGCCATATCATCTCAAATAAAGAA	181-237	55
WS0023.B03 ¹	AGCAGCTGGGGTCAAAGTT	AAAGAAAGCATGCATATGACTCAG	162-236	62
WS0046.M11 ¹	CACTAGGGCATTGGGAAGAA	ATGAGAGGCTGGGGTATGAA	231-240	62
EAC1F04 ²	TGTAAGTCTGCTTGAAGGTGG	CAGATGGGGGTGGGTAT	181-371	62
Pa 44 ³	AAGGCAGCCAAAGTGAAGAA	CTTGGCATTCCCTAGTGAGC	271-305	62
Pa 51 ³	CAGATGTGGGCACTTGTTTG	TGGTCATGGTGGTGTTCAT	124-145	62
Pa 47 ³	ATCAATTGCCCTACCAGCAC	TGCTCAATTTCCCTGCATCTG	95-125	62

1-Rungis et al., 2004; 2-Scotti et al., 2002; 3-Fluch et al., 2011.

Ciljni fragmenti su bili amplifikovani koristeći sljedeće PCR protokol:

-1 ciklus inicijalne denaturacije (15 min na 95°C), 29 amplifikacionih ciklusa (30s na 94°C, 90s na 53°C, 30 s na 72°C), 1 finalni elongacioni ciklus (30 min. na 60°C) za: WS00716.F13, WS0092.M15 i WS0022.B15;

-1 ciklus inicijalne denaturacije (15 min na 95°C), 29 amplifikacionih ciklusa (30s na 94°C, 90s na 55°C, 30 s na 72°C), 1 finalni elongacioni ciklus (30 min. na 60°C) za: WS0073.H08, i WS00111.K13;

-1 ciklus inicijalne denaturacije (15 min na 95°C), 29 amplifikacionih ciklusa (30s na 94°C, 90s na 62°C, 30 s na 72°C), 1 finalni elongacioni ciklus (30 min. na 60°C) za: WS0023.B03, EAC1F04, WS0046.M11, Pa_47, Pa_44 and Pa_51.

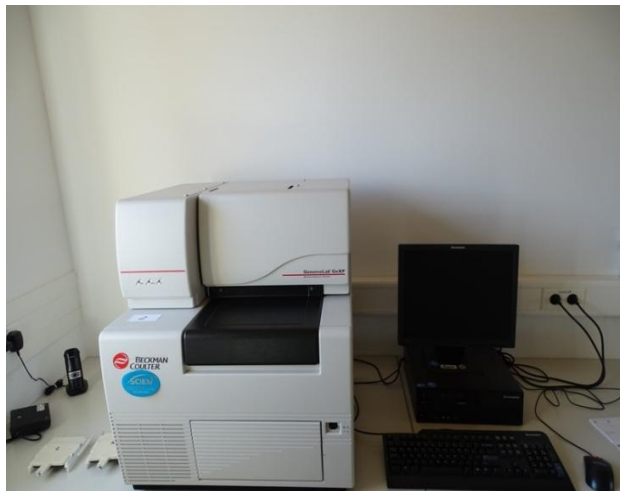


Slika 21. PCR uređaj u postupku DNK amplifikacije (foto: Cvjetković, 2015)

Priprema za sekvenciranje obavljena je na 1 μ l DNA dodavanjem 30 μ l SLS i 0.5 μ l Standard 400 od Beckman Coulter™. Automatski „binning“ proces svih nSSR ponavljanja kombinacija sproveden je korišćenjem uređaja *CEQ 8000* (slika 22) za 3 kombinacije i za lokuse: WS00716.F13, WS0092.M15, WS0022.B15, WS0073.H08, WS00111.K13, WS0023.B03, Pa44 i Pa51 i *GPeX* uređaja (Beckman Coulter Co) (slika 23) za 4. kombinaciju koja se sastojala od prajmera: EAC1F04, WS0046.M11 i Pa47.



Slika 22. CQ8000 Genetic analysis system sekvencioner (foto: Cvjetković, 2015)



Slika 23. Genome lab GeXP sekvencioner (foto: Cvjetković, 2015)

4.7. Statistička obrada podataka

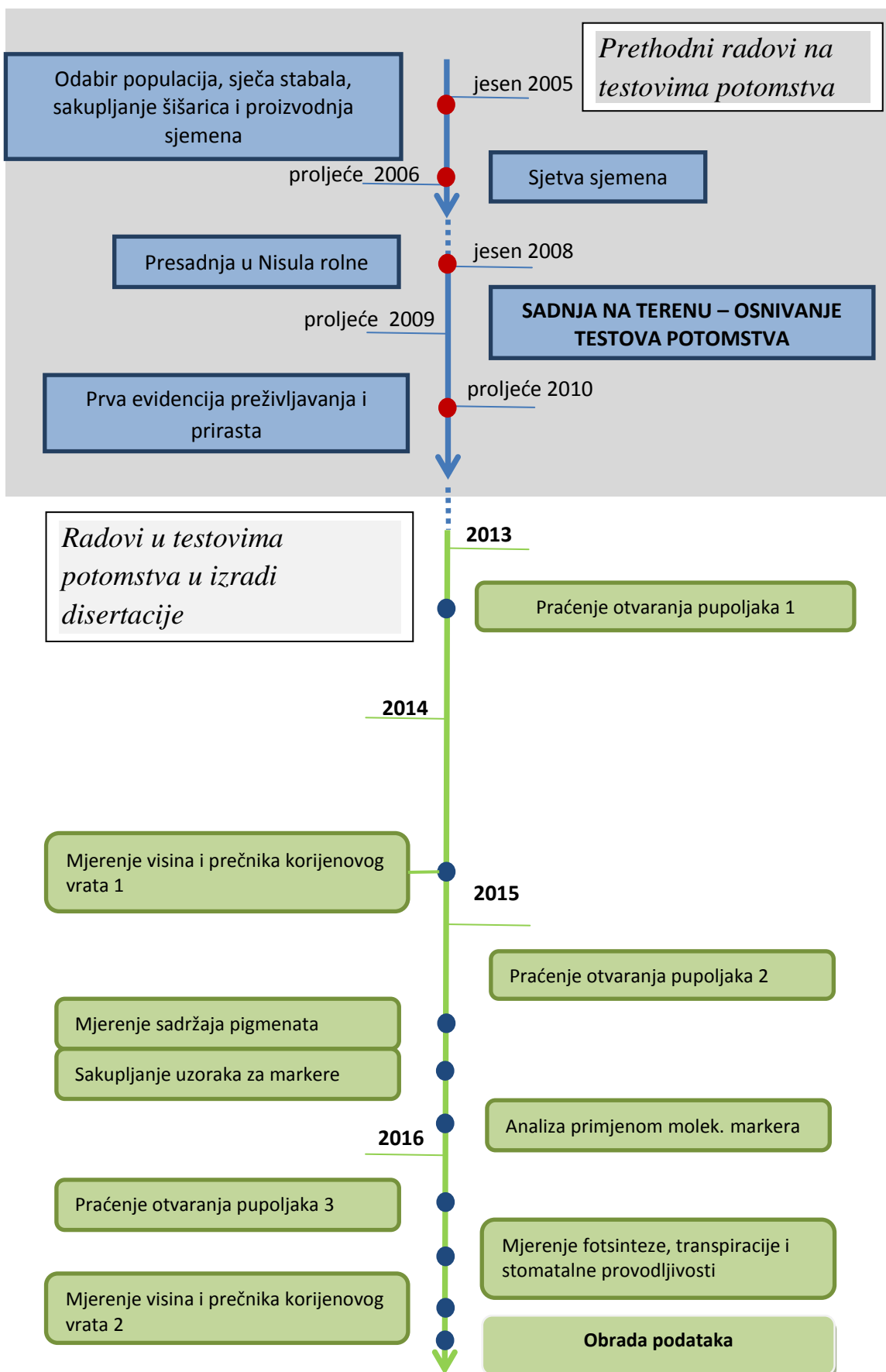
Statistička obrada podataka dobijenim prikupljanjem podataka na terenu, što je obuhvatalo obradu podataka dobijenu mjerenjima dimenzija sadnica smrče i osmatranja dinamike otvaranja pupoljka, kao i podataka dobijenih radom u laboratoriji (fiziološki parametri) vršena je softverskim paketima Microsoft Excel i Statistica 13 (Statsoft, 2015). Rezultati su predstavljani kroz deskriptivnu statistiku na nivou testova potomstva, blokova, populacija i linija polusrodnika, veze između posmatranih obilježja su podvrgnute regresionoj analizi, dok su razlike po posmatranim obilježjima izračunavane i prikazivane kroz jednofaktorijalne i dvofaktorijalne analize varijanse, post-hoc Džankan testove, dendrograme (Hadživuković, 1991) i primjenom kanoničke diskriminante.

Obrada podataka dobijenih genetičkim analizama molekularnim markerima vršena je sljedećim softverskim programima:

- GenAlex ver. 6.501 (Peakall i Smouse, 2005) za računanje prosječnog broja alela po lokusu (N_a), broj jedinstvenih alela (A_p), broj efektivnih alela (N_e), uočena (H_o) i očekivana heterozigotnost (H_e) i fiksacioni indeks (F).
- Arlquin (Excoffier i Lischer, 2010) za računanje F_{ST} i značajnosti razlika kao i za kontrolu podataka dobijenu obradom podataka u GenAlex-u.

- Micro-Checker 2.2.3. (Van Oosterhout et al., 2004) za provjeru prisustva nultih alela.
- PAST (Hammer et al., 2001) za grafičko prikazivanje udaljenosti populacija na osnovu parametra F_{ST} , i provjeru podudarnosti podataka sa rezultatima PoCA analize dobijene obradom podataka u GenAlex- u ver. 6.501 (Paekall i Smouse, 2005).
 - F-STAT 2.9.3 (Goudet, 2001), za proračun bogatstva alela („allele richness“).
- Structure ver. 2.3.4. (Pritchard et al. 2010) za definisanje broja „genpool“-ova iz kojih smrča ugrađena u testove potomstva potiče, kao i za analizu varijabilnosti na nivou populacija i linija polusrodnika grafičkim putem. *Structure* je softver koji radi na principu Bajesovog klaster metoda. Najčešće se upotrebljava za analize genetičke strukture populacija. Za potrebe istraživanja, dužina “burn-in” perioda je podešena na 10000 iteracija. Markov chain Monte Carlo (MCMC) broj ponavljanja, nakon burn-in perioda, podešen je 10.000. Upotrebljen je “admixture ancestry” model u kombinaciji sa “correlated allele frequency” modelom. K vrednost je podešena na 1-12. Za svaku K vrednost broj nezavisnih replikacija bio je 20. Analiza je uključivala i informacije o pripadnosti individua određenoj populaciji. Ostali parametri podešeni po *default* vrijednostima.
- Structure harvester (Earl i von Holdt, 2012), korišćen je za određivanje najvjerojatnijeg broja klastera (K) u ispitivanom setu podataka. Primijenjena su dva *ad hoc* metoda: ΔK metod (Evanno i sar., 2005) koji je baziran na stopi promjene između dvije K vrijednosti i metod po Pritcahrdu i sar. (2010), baziran na određivanju ΔK vrijednosti prema $\ln P(D)$ vrijednostima (log probability of data).

Kompletan hodogram radova na ogledu, 2013-2016. godine, prikazan je na šemi broj 5.



Šema 5. Hodogram radova u testovima potomstva u BiH

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

Istraživanja u testovima potomstva smrče na lokalitetima Drinić i Srebrenica imaju za cilj da ispituju postojanje razlika u morfometrijskim parametrima sadnica, preživljavanju i fiziološkom odgovoru na sadnica različitog porijekla na uslove staništa. Sve to treba da prate rezultati analiza na molekularnom nivou, dobijeni izučavanjem razlika baziranih na genetičkoj konstituciji testiranih populacija, odnosno linija polusrodnika, kao i rezultati regresione i korelacione analize koje ukazuju na jačinu veze između posmatranih veličina.

5.1. Varijabilnost morfometrijskih parametara sadnica različitih blokova, populacija i linija polusrodnika

Varijabilnost morfoloških parametara utvrđena je mjerenjima odgovarajućih dimenzija sadnica u testovima potomstva i njihovom statističkom obradom. Razlike se uočavaju na nekoliko nivoa: testova potomstva, blokova, populacija i linija polusrodnika. Pored osnovnih, mjerenih parametara kao što su visina i prečnik korijenovog vrata, rezultati izvedenih veličina, tj. prirasti, takođe daju interesantne rezultate u pogledu varijabilnosti. Pored morfometrijskih parametara sadnica, dobijeni su rezultati za njihovo preživljavanje. To je varijabla koja se može uzeti u obzir kao parametar adaptabilnosti i koja je registrovana pri svakom mjerenju i opažanju otvorenosti pupoljaka. Broj grana u pršljenu, kao visoko genetički kontrolisano morfološko svojstvo, pokazao je varijabilnost i uključen je u rezultate rada.

5.1.1. Varijabilnost visina i prečnika sadnica u korijenovom vratu

Kada je u pitanju smrča na prostoru Bosne i Hercegovine i šire, smatra se da ona postiže lošije rezultate u odnosu na druga staništa smrče kao što su područja u Rumuniji, Poljskoj, Slovačkoj, Danskoj, itd. (Sabor i Stanuch, 2009). Do činjenice da provenijencije sa naših područja sporije rastu ranije je došao i Gračan (1987), koji je utvrdio da se provenijencije sa područja bivše Jugoslavije sporije razvijaju u odnosu na provenijencije iz Sjeverne i Centralne Evrope. Šijačić-Nikolić (1995) i Šijačić-Nikolić et al. (2000), detaljno opisuju rezultate dobijene u provenijencijskim testovima na tri lokaliteta u Srbiji gdje je testirano osam provenijencija iz Srbije i Slovenije. Autori

utvrđuju postojanje razlika između različitih provenijencija u interakciji sa uslovima staništa. Jurásek et al. (2009) utvrđuju različite visine sadnica u montanom dijelu Češke, te navode razlike koje su proistekle iz upotrebe različite tehnologije proizvodnje sadnog materijala. Kowalczyk et al. (2009) utvrđuju postojanje značajnih razlika između linija polusrodnika porijeklom iz dvije provenijencije u provenijeničnom testu u Poljskoj.

Mataruga et al. (2010a) utvrdili su postojanje razlika u rastu sadnica u testovima potomstva u Driniću i Srebrenici, te ustanovili populacije i linije polusrodnika koje su postigle najbolje rezultate u rastu u prvoj godini nakon presadnje.

5.1.1.1. Varijabilnost visina i prečnika korijenovog vrata u testu potomstva u Driniću

U testu potomstva u Driniću, mjerenja su vršena tokom 2014. i 2016. godine. Rezultati su prikazana za 1385 sadnica koliko je ih preživjelo na kraju 2016. godine, tj. pri posljednjem mjerenju. Posmatrano po blokovima, drugi blok je pokazao najbolje rezultate u svim godinama osim 2011. godine u pogledu dostignutih visina sa visinama od 48,28 cm u 2012. godini, 59,63 cm u 2013. godini, 76,83 cm u 2014. godini, 99,40 cm, u 2015. godini i 123,39 cm u 2016. godini (tabela 18). Istovremeno, najslabiji rezultati utvrđeni su u trećem bloku gdje su utvrđene sljedeće prosječne visine sadnica: u 2011. godini 36,76 cm, u 2012. godini, 46,10 cm, u 2013. godini 56,84 cm, u 2014. godini, 71,25, u 2015. godini 94,15 cm i u 2016. godini 117,29 cm.

Kada je u pitanju prečnik korijenovog vrata, situacija je slična kao i sa visinama: najveće prečnike korijenovog vrata postižu sadnice u drugom bloku sa prosječnim prečnicima od 20,88 mm u 2014. godini i 34,82 mm u 2016. godini, dok su najmanji prečnici korijenovog vrata utvrđeni u trećem bloku i iznose 19,85 mm u 2014. godini i 33,45 mm u 2016. godini.

Generalno, sadnice u bloku 2 postižu najbolje rezultate po posmatranim parametrima. Iako su uslovi staništa u testu potomstva u Driniću prilično jednolični, na površini od oko 3 ha na koliko se rasprostire test potomstva, postoje mikrolokaliteti na kojima su uslovi nešto izmijenjeni u odnosu na ostatak površine testa potomstva, tako da uzrok razlika bi se mogao tražiti u mikrostanišnim uslovima u testu potomstva.

Prosječna vrijednost koeficijenata varijacije po godinama ukazuje da razlike između blokova ne prelaze 3,8%, koliko je utvrđeno za 2011. godinu. Prosječna

vrijednost koeficijenta varijacije kreće se od 27,36%, koliko je utvrđeno u 2012. godini, do 32,16%, u 2016. godini.

Rezultati analize varijanse na nivou blokova ukazuju na postojanje značajnih razlika za nivo značajnosti $p < 0,05$ za visine u 2012, 2013, 2014, i 2015. godini, dok statistički značajne razlike nisu zabilježene u 2016. godini za navedeno svojstvo. Takođe, rezultati ukazuju i na značajne statističke razlike za prečnik korijenovog vrata u 2014. godini, kao i u 2016. godini. Rezultati Dankan testova ukazuju na postojanje dvije homogene grupe, pri čemu se u posebnu homogenu grupu skoro za svaku godinu izdvaja drugi blok (tabela 18). Postojanja razlika koje ne prelaze 5-6 cm u svakoj od posmatranih godina (tabela 18), koliko iznosi razlika između najmanje i najveće visine zabilježene 2015. godine, ukazuju na relativno homogene uslove staništa u testu potomstva u Driniću za visine sadnica.

Tabela 18. Visina sadnica i prečnik korijenovog vrata na nivou blokova u testu potomstva u Driniću

Blok	N	H 2011 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	H 2012 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
1	537	38,39	10,00	83,0	30,92	46,10^a	16,00	92,00	28,44
2	487	38,22	13,00	76,0	27,13	48,28^b	18,00	103,00	25,73
3	361	36,76	7,00	78,0	30,46	46,21 ^a	14,00	98,00	27,78
Ukupno/prosječno	1385	37,91	7,00	83,00	29,54	46,90	14,00	103,00	27,36
ANOVA		F=2.58 ^{ns} , p=0,0761				F=4.39*, p=0,0125			
Blok	N	H 2013 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	H 2014 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
1	537	57,40 ^a	19,00	130,0	27,39	73,99 ^{ab}	27,00	171,00	29,87
2	487	59,63^b	26,00	125,0	25,41	76,83^b	36,00	160,00	28,92
3	361	56,84^a	24,00	130,0	27,35	71,25^a	32,00	197,00	29,96
Ukupno/prosječno	1385	58,04	19,00	130,0	26,73	74,27	27,00	197,00	29,67
ANOVA		F=4.10*, p=0,0167				F=6.78**, p=0,0011			
Blok	N	H 2015 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	H 2016 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
1	537	95,92 ^a	37,00	233,0	31,11	118,87 ^{ab}	46,00	286,00	33,25
2	487	99,40^b	42,00	208,0	30,14	123,39^b	48,00	272,00	31,58
3	361	94,15^a	41,00	208,0	29,63	117,29^a	52,00	249,00	31,09
Ukupno/prosječno	1385	96,68	37,00	233,0	30,46	120,05	46,00	286,00	32,16
ANOVA		F=3.60*, p=0,0276				F=3.00 ^{ns} , p=0,0502			
Blok	N	D _{KV} 2014 [mm]	Min. [mm]	Maks. [mm]	Cv [%]	D _{KV} 2016 [mm]	Min. [mm]	Maks. [mm]	Cv [%]
1	537	19,96 ^a	6,00	52,0	30,77	34,81	10,00	102,00	36,86
2	487	20,88^b	10,0	50,0	30,59	34,82	13,00	90,00	34,50
3	361	19,85^a	7,00	43,0	29,96	33,45	12,00	71,00	33,52
Ukupno/prosječno	1385	20,25	6,00	52,0	30,57	34,46	10,00	102,00	35,24
ANOVA		F=3.87*, p=0,0211				F=1.70 ^{ns} , p=0,1837			

Kada su u pitanju visine na nivou testiranih populacija, rezultati ukazuju da su populacije Olovo i Potoci postizale najveće visine u periodu 2011-2016. godina. Tako populacija Olovo postiže sljedeće visine: 40,06 cm u 2011. godini, 49,70 cm u 2012. godini, 61,69 cm u 2013. godini, dok su za populaciju Potoci zabilježene visine od 79,76 cm u 2014. godini, 104,02 cm u 2015. godini i 129,12 cm u 2016. godini. Dvije navedene populacije postižu skoro identične visine, a razlike su ispod nivoa statističke greške.

S druge strane, najmanje visine postiže populacija Han Pijesak 2, sa 36,45 cm u 2011. godini, a u naredim godinama populacija Kneževo se odlikuje najmanjim prosječnim visinama, i to: od 45,03 cm u 2012. godini, 55,28 cm u 2013. godini, 68,45 cm u 2014. godini, 86,97 cm u 2015. godini i 107,61 cm u 2016. godini (tabela 19).

Prosječne visine sadnica iznosile su 37,91 cm u 2011. godini, 46,90 cm u 2012. godini, 58,04 cm u 2013. godini, 74,27 cm u 2014. godini, 96,68 cm u 2015. godini i 120,05 cm u 2016. godini.

Prečnici korijenovog vrata pokazali su najveće vrijednosti tokom 2014. godine u populaciji Olovo - od 21,12 mm, dok su najmanji zabilježeni kod populacije Kneževo - 18,85 mm. Prosječni prečnik korijenovog vrata za 2014. godinu iznosi 20,25 mm. U 2016. godini, populacija Foča imala je najveći prečnik korijenovog vrata u iznosu od 36,66 mm, a najmanji populacija Kneževo – 31,28 mm. Prosjek za 2016. godinu iznosio je 34,46 mm.

Kada su u pitanju koeficijenti varijacije za visine sadnica, najveće vrijednosti zabilježene su: kod populacije Potoci u 2011. godini u iznosu od 29,85%, populacije Olovo u 2012. godini, te kod populacije Han Pijesak 1 u 2013, 2015. i 2016. godini u iznosu od 27,06%, 30,21% i 31,54% i 34,35% respektivno. Najmanji koeficijenti varijacije zabilježeni su kod populacija Kneževo u 2011, 2012. i 2013. godini od 27,91%, 26,09% i 25,38% respektivno, kod populacije Foča u 2014. i 2015. godini u iznosu od 28,21% i 28,34%, dok je u 2016. godini najmanji koeficijent varijacije utvrđen za populaciju Potoci i iznosi 29,99% (tabela 19).

Kod prečnika korijenovog vrata, kao i kod visina sadnica, najveći koeficijent varijacije za 2014. i 2016. godinu utvrđen je kod populacije Han Pijesak 1 – 35,67% i

36,35%. Najmanji koeficijenti varijacije su kod populacije Potoci – 26,90 i 28,47% (tabela 19).

Rezultati analize varijanse na nivou populacija ukazuju na postojanje statistički značajnih razlika za sva posmatrana obilježja tokom posmatranih godina (tabela 19).

Tabela 19. Visine sadnica na nivou populacija u testu potomstva u Driniću

Populacija	N	H 2011 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	H 2012 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
Han Pijesak 1	187	36,50 ^a	7,0	65,0	29,43	45,58 ^a	14,0	78,0	26,91
Han Pijesak 2	139	36,45^a	14,0	68,0	28,73	45,64 ^a	16,0	80,0	26,25
Foča	304	36,70 ^a	10,0	70,0	29,37	45,38 ^a	16,0	87,0	26,99
Potoci	268	40,00 ^b	14,0	83,0	29,85	49,27 ^b	21,0	98,0	27,09
Olovo	247	40,06^b	12,0	76,0	29,67	49,70^b	18,0	103,0	28,25
Kneževo	240	36,82 ^a	13,0	80,0	27,91	45,03^a	16,0	85,0	26,09
Ukupno/prosječno	1385	37,91	7,0	83,0	29,54	46,90	14,0	103,0	27,36
ANOVA		F=6,04***, p=0,0000				F=6,87***, p=0,0000			
Populacija	N	H 2013 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	H 2014 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
Han Pijesak 1	187	55,55 ^a	19,0	114,0	27,06	69,38 ^a	27,0	160,0	30,21
Han Pijesak 2	139	56,35 ^a	27,0	107,0	26,00	70,70 ^{ab}	36,0	144,0	29,58
Foča	304	56,72 ^a	22,0	114,0	25,87	74,26 ^b	32,0	153,0	28,21
Potoci	268	61,04 ^b	30,0	130,0	26,81	79,76^c	34,0	197,0	29,40
Olovo	247	61,91^b	27,0	125,0	26,77	79,71 ^c	34,0	156,0	28,58
Kneževo	240	55,28^a	22,0	105,0	25,38	68,45^a	32,0	144,0	28,82
Ukupno/prosječno	1385	58,04	19,0	130,0	26,73	74,27	27,0	197,0	29,67
ANOVA		F=8,55***, p=0,0000				F=12,78***, p=0,0000			
Populacija	N	H 2015 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	H 2016 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
Han Pijesak 1	187	89,25 ^a	37,0	192,0	31,54	110,10 ^{ab}	46,0	242,0	34,35
Han Pijesak 2	139	92,19 ^a	46,0	193,0	30,53	115,19 ^b	57,0	259,0	31,09
Foča	304	98,64 ^b	37,0	188,0	28,34	122,92 ^c	49,0	228,0	30,21
Potoci	268	104,02^b	49,0	233,0	29,29	129,12^c	61,0	286,0	29,99
Olovo	247	103,89 ^b	45,0	208,0	29,46	129,02 ^c	50,0	272,0	31,67
Kneževo	240	86,97^a	41,0	175,0	30,12	107,61^a	46,0	217,0	32,24
Ukupno/prosječno	1385	96,68	37,0	233,0	30,46	120,05	46,0	286,0	32,16
ANOVA		F=15,60***, p=0,0000				F=14,55***, p=0,0000			
Populacija	N	D _{KV} 2014 [mm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	D _{KV} 2016 [mm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
Han Pijesak 1	187	20,35 ^a	8,2	48,0	35,67	32,28 ^a	11,0	73,0	36,35
Han Pijesak 2	139	20,19 ^a	9,0	41,0	28,61	32,62 ^a	15,0	69,0	30,25
Foča	304	20,67 ^a	6,0	52,0	32,87	36,64^b	10,0	102,0	32,20
Potoci	268	20,20 ^a	8,9	43,0	26,90	35,59 ^b	15,0	87,0	28,47
Olovo	247	21,12^a	8,0	41,0	28,48	36,32 ^b	13,0	102,0	30,62
Kneževo	240	18,85^b	9,0	40,20	29,04	31,28^a	13,0	69,0	30,58
Ukupno/prosječno	1385	20,25	6,0	52,0	30,57	34,46	10,0	102,0	31,72
ANOVA		F=3,75**, p=0,0000				F=8,97***, p=0,0000			

Rezultati Dankan testova na nivou populacija ukazuju na postojanje dvije homogene grupe za visine sadnica, pri čemu se u 2011, 2012, 2013. i 2015. godini izdvajaju dvije homogene grupe, a u ostalim godinama u tri homogene grupe, što ukazuje na značajnu heterogenost rezultata dobijenih za nivo populacija u testu potomstva u Driniću. Kod prečnika korijenovog vrata registrovane su dvije homogene grupe, pri čemu se u 2014. godini samo jedna populacija sa najmanjom prosječnom vrijednošću prečnika korijenovog vrata izdvaja i čini zasebnu homogenu grupu (tabela 19), te je varijabilnost dobijenih rezultata manja u odnosu na varijabilnost visina.

Posmatrajući rezultate na nivou linija polusrodnika, najveće visine bilježe linije polusrodnika O9 i K11, a visoke natprosječne vrijednosti postižu i linije polusrodnika HP1/7, O3 i O2. U toku 2011. godine linija polusrodnika O9 postiže najveću prosječnu visinu od 42,98 cm, a slijede je K11 sa visinom od 41,50 cm, te nekoliko linija polusrodnika sa visinama preko 40 cm: HP1/7, O2, O3 i P8. U 2012. godini, redosljed ostaje približno isti, pri čemu linija polusrodnika O9 postiže najveću visinu od 53,24 cm, linija polusrodnika K11 počinje da stagnira, a linija polusrodnika HP1/7 jedina je pored linije polusrodnika O9 sa visinom preko 50 cm. Tokom narednih godina linija polusrodnika O9 pokazuje svoju superiornost u odnosu na ostale linije polusrodnika dostižući visine od: 65,46 cm u 2013. godini, 84,86 cm u 2014. godini, dok u 2015. i 2016. godini primat preuzima linija polusrodnika F10 sa visinom od 110,17 cm, odnosno, 137,63 cm. Pored navedene, dobre rezultate nastavljaju da pokazuju linije polusrodnika O9, O3 i HP1/7 (tabela 20).

Najmanju prosječnu visinu postižu linije polusrodnika K2 u 2011. i 2012. godini od 30,09 cm, odnosno 38,17 cm. Tokom 2013. godine, najmanje prosječne visine utvrđene su za liniju polusrodnika HP1/4 od 47,79 cm, a jedina linija polusrodnika pored navedene koja je imala visinu manju od 50 cm je K2 sa visinom od 48,48 cm. U 2014. i 2015. godini, najmanju visinu dostigla je linija polusrodnika HP2/1 od 58,93 cm, u 2015. i 2016. godini linija polusrodnika K1 od 77,16 cm, odnosno 93,12 cm (tabela 20).

Kada je u pitanju variranje prosječnih visina sadnica, odnosno koeficijentata varijacije, najveći koeficijent varijacije u 2011. godini zabilježen je kod linije polusrodnika HP1/4 i iznosi 34,84%, dok je najmanji kod linije polusrodnika K3 i iznosi

21,80%. Tokom 2012. godine, najviše variranje utvrđeno je za liniju polusrodnika F6 od 33,06%, a najmanje kod linije polusrodnika K3 – 19,83%. U 2013. godini, najveće variranje je kod linije polusrodnika HP2/3 i iznosi 34,15%, dok je najmanje kod linije polusrodnika F1 – 18,31%. U 2014. godini, najveće variranje je zabilježeno kod linije polusrodnika HP1/3 – 34,43%, a najmanje kod linije polusrodnika HP2/1 od 22,62%. Tokom 2015. godine, najveće variranje visina je kod linije polusrodnika HP2/3 u iznosu od 42,46%, dok je najmanje kod linije polusrodnika HP2/1. U 2016. godini, linija polusrodnika HP1/5 ima najveće variranje od 41,58%, dok najmanje ima linija polusrodnika HP2/4 od 23,31% (tabela 20).

Kada je u pitanju prečnik korijenovog vrata sadnica na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću, najveći prečnik korijenovog vrata u obje godine mjerenja, 2014. i 2016, zabilježen je kod linije polusrodnika HP1/7 od 26,75 mm, odnosno, 40,73 mm, dok je najmanji zabilježen u 2014. godini kod linije polusrodnika F6 17,14 mm, a u 2016. godini kod linije polusrodnika HP2/4 u iznosu od 26,65 mm (tabela 20).

Najveći koeficijent varijacije za 2014. godinu zabilježen je kod linije polusrodnika F2 i iznosi 39,81%, dok je za 2016. godine najveći koeficijent varijacije prečnika korijenovog vrata utvrđen kod linije polusrodnika K7 i iznosi 41,30%. Najmanji koeficijent varijacije za obje godine mjerenja zabilježen kod linije polusrodnika HP2/4 i iznosi 22,89%, odnosno, 22,67% (tabela 20). Posmatrano zbirno, prečnik korijenovog vrata je varijabilnije svojstvo u odnosu na visine sadnica u testu potomstva u Driniću.

Tabela 20. Visine sadnica na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću

Linija polusr.	N	h 2011 [cm]	Min. [cm]	Maks [cm]	Cv [%]	h 2012 [cm]	Min. [cm]	Maks [cm]	Cv [%]	h 2013 [cm]	Min. [cm]	Maks [cm]	Cv [%]
HP1/1	26	34,42	21,0	49,0	25,23	43,31	29,0	62,0	23,46	52,50	35,0	75,0	22,60
HP1/3	28	36,89	17,0	58,0	29,71	45,86	25,0	66,0	27,66	55,07	31,0	89,0	29,71
HP1/4	24	31,92	15,0	65,0	34,84	39,33	19,0	71,0	28,42	47,79	21,0	75,0	23,75
HP1/5	20	34,65	20,0	56,0	28,50	42,95	26,0	69,0	26,28	50,95	30,0	82,0	26,11
HP1/6	30	36,97	7,0	51,0	29,17	45,50	14,0	61,0	26,00	56,63	19,0	76,0	24,16
HP1/7	26	40,88	19,0	65,0	28,36	51,58	28,0	78,0	25,93	63,50	33,0	114,0	28,79
HP1/9	33	38,39	20,0	57,0	27,61	48,64	24,0	70,0	25,15	59,52	33,0	88,0	24,59
HP2/1	15	32,67	14,0	56,0	30,63	40,33	16,0	69,0	27,75	49,40	27,0	80,0	23,81
HP2/3	22	33,00	22,0	48,0	26,43	43,86	25,0	65,0	31,83	57,68	30,0	96,0	34,15
HP2/4	37	37,11	23,0	60,0	25,92	46,68	31,0	80,0	23,20	57,24	37,0	107,0	24,05
HP2/8	38	39,05	23,0	68,0	29,32	47,50	29,0	80,0	24,58	57,55	33,0	99,0	24,31
HP2/10	27	36,81	20,0	56,0	30,14	46,00	26,0	67,0	27,05	56,22	33,0	80,0	23,73
F1	36	33,61	14,0	50,0	24,30	41,97	19,0	65,0	20,69	51,89	27,0	72,0	18,31
F2	37	35,57	20,0	68,0	31,87	45,32	25,0	87,0	28,14	57,68	36,0	114,0	27,59
F3	40	37,40	15,0	64,0	31,24	45,90	24,0	80,0	27,52	56,28	36,0	88,0	23,41
F5	41	36,29	20,0	59,0	23,79	44,68	23,0	64,0	21,16	56,73	30,0	80,0	18,66
F6	28	32,64	10,0	50,0	32,56	40,39	16,0	66,0	33,06	50,00	22,0	82,0	31,72
F7	45	37,27	19,0	70,0	31,83	45,07	27,0	79,0	27,60	56,00	35,0	97,0	27,0
F9	42	39,71	13,0	69,0	31,33	48,79	20,0	83,0	29,39	61,00	32,0	99,0	28,33
F10	35	39,63	25,0	62,0	22,73	49,46	29,0	78,0	24,26	62,37	38,0	108,0	25,42
P8	149	40,53	14,0	83,0	29,75	49,80	21,0	92,0	27,25	61,55	30,0	130,0	27,01
P9	119	39,34	16,0	78,0	30,02	48,61	22,0	98,0	26,94	60,39	31,0	130,0	26,64
O1	39	39,62	18,0	76,0	32,42	48,62	26,0	82,0	29,28	60,85	33,0	110,0	28,75
O2	53	40,04	20,0	76,0	29,05	49,36	27,0	82,0	27,64	61,30	38,0	99,0	26,68
O3	37	40,32	12,0	70,0	27,78	49,05	18,0	97,0	28,82	60,76	28,0	113,0	27,17
O9	63	42,98	20,0	70,0	29,12	53,24	26,0	91,0	27,24	65,46	37,0	112,0	25,78
O10	55	36,89	14,0	66,0	28,89	47,20	19,0	103,0	28,38	59,95	27,0	125,0	26,31
K1	25	34,60	20,0	55,0	27,61	42,88	22,0	67,0	28,12	52,24	28,0	82,0	27,55
K2	23	30,09	18,0	52,0	31,63	38,17	25,0	63,0	26,99	48,48	34,0	75,0	23,79
K3	32	38,75	21,0	60,0	21,80	47,34	25,0	70,0	19,83	57,94	29,0	89,0	20,43
K5	22	36,59	13,0	51,0	27,66	45,59	18,0	65,0	26,47	55,73	26,0	78,0	26,14
K6	27	35,63	13,0	62,0	29,47	43,59	16,0	78,0	27,45	53,07	22,0	87,0	25,28
K7	34	36,59	19,0	59,0	28,28	44,59	25,0	70,0	27,71	55,41	31,0	90,0	28,49
K9	21	38,67	22,0	61,0	29,03	46,19	26,0	78,0	29,48	56,24	31,0	96,0	30,28
K10	22	36,59	23,0	60,0	26,60	44,95	29,0	67,0	25,36	55,59	37,0	80,0	22,60
K11	34	41,50	26,0	80,0	25,32	49,62	33,0	85,0	22,18	60,18	40,0	105,0	22,09
Ukup./ prosj.	1385	37,91	7,0	83,0	29,54	46,90	14,0	103,0	27,36	58,04	19,0	130,0	26,73
ANOVA		F=2.53***, p=0,0000				F=2.59***, p=0,0000				F=2.85***, p=0,0000			

Tabela 20. Visine sadnica na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću /nastavak/

Linija polusr.	N	h 2014 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	h 2015 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	h 2016 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
HP1/1	26	62,54	44,0	98,0	24,54	82,35	53,0	136,0	27,05	100,38	57,0	191,0	32,05
HP1/3	28	67,79	35,0	123,0	34,43	84,64	39,0	142,0	37,83	101,39	48,0	168,0	38,58
HP1/4	24	61,54	30,0	88,0	23,91	79,96	41,0	115,0	25,07	99,75	46,0	158,0	28,99
HP1/5	20	63,15	36,0	107,0	31,40	81,45	49,0	147,0	36,26	99,20	58,0	191,0	41,58
HP1/6	30	70,83	27,0	99,0	24,68	91,23	37,0	132,0	25,13	111,80	46,0	175,0	27,35
HP1/7	26	81,85	44,0	160,0	32,98	103,62	55,0	192,0	32,02	129,65	71,0	242,0	32,71
HP1/9	33	74,45	40,0	120,0	27,14	96,97	52,0	161,0	29,49	122,30	56,0	201,0	32,57
HP2/1	15	58,93	36,0	90,0	22,62	77,80	49,0	116,0	23,13	99,93	65,0	153,0	25,25
HP2/3	22	73,36	39,0	133,0	39,14	92,23	46,0	176,0	42,46	113,0	60,0	215,0	40,08
HP2/4	37	72,16	46,0	133,0	23,59	95,11	63,0	166,0	23,48	117,70	76,0	195,0	23,31
HP2/8	38	72,13	38,0	144,0	30,55	93,95	47,0	193,0	32,15	118,42	57,0	259,0	34,96
HP2/10	27	71,04	41,0	122,0	27,26	93,67	57,0	164,0	27,54	117,44	69,0	209,0	28,99
F1	36	66,50	36,0	112,0	23,81	89,22	46,0	146,0	25,96	111,72	60,0	221,0	30,53
F2	37	76,86	40,0	140,0	26,60	103,11	51,0	172,0	25,89	128,35	59,0	217,0	26,23
F3	40	72,93	44,0	132,0	25,26	96,35	49,0	164,0	27,66	120,13	68,0	210,0	27,37
F5	41	76,05	41,0	125,0	25,06	102,78	48,0	169,0	27,20	129,54	65,0	228,0	29,75
F6	28	63,89	32,0	100,0	32,37	83,00	37,0	142,0	33,67	104,50	49,0	211,0	37,63
F7	45	72,87	39,0	128,0	28,29	98,44	42,0	160,0	28,86	121,27	51,0	209,0	31,00
F9	42	78,14	40,0	132,0	29,52	101,93	53,0	157,0	25,18	125,74	64,0	221,0	27,56
F10	35	84,37	44,0	153,0	28,30	110,17	55,0	188,0	28,24	137,63	67,0	227,0	29,61
P8	149	79,81	34,0	171,0	28,11	103,95	52,0	233,0	28,83	128,90	62,0	286,0	29,13
P9	119	79,70	39,0	197,0	31,06	104,12	49,0	208,0	29,97	129,39	61,0	260,0	31,14
O1	39	77,85	40,0	140,0	30,27	100,95	45,0	187,0	31,40	126,18	50,0	251,0	32,59
O2	53	78,13	47,0	156,0	28,84	101,70	53,0	208,0	30,56	126,28	59,0	272,0	34,04
O3	37	80,03	34,0	146,0	30,89	106,73	51,0	196,0	32,13	133,32	68,0	222,0	33,01
O9	63	84,86	44,0	137,0	27,97	109,14	58,0	181,0	28,79	134,75	68,0	239,0	30,91
O10	55	76,45	43,0	150,0	25,65	100,18	61,0	185,0	25,45	124,24	75,0	233,0	28,66
K1	25	62,64	36,0	101,0	29,43	77,16	50,0	133,0	29,94	93,12	55,0	176,0	31,74
K2	23	61,74	39,0	108,0	26,45	79,70	51,0	144,0	25,50	97,65	58,0	184,0	27,90
K3	32	71,22	36,0	115,0	25,71	90,25	45,0	149,0	30,93	110,69	57,0	185,0	31,16
K5	22	67,14	33,0	106,0	27,01	86,41	41,0	144,0	29,17	108,95	46,0	203,0	32,95
K6	27	65,48	32,0	118,0	28,47	83,78	50,0	152,0	28,87	106,41	56,0	194,0	31,89
K7	34	72,21	37,0	130,0	33,19	92,41	41,0	175,0	33,39	112,76	55,0	217,0	37,20
K9	21	69,52	37,0	112,0	30,10	88,52	52,0	142,0	31,38	108,86	65,0	178,0	32,98
K10	22	66,64	43,0	105,0	26,88	81,91	53,0	133,0	26,72	101,82	57,0	159,0	27,72
K11	34	74,59	47,0	144,0	27,54	95,76	56,0	168,0	28,13	120,03	66,0	212,0	29,43
Ukup./ prosj.	1385	74,27	27,0	197,0	29,67	96,68	37,0	233,0	30,46	120,05	46,0	286,0	32,16
ANOVA		F=3.60***, p=0,0000				F=3.85***, p=0,0000				F=3.62***, p=0,0000			

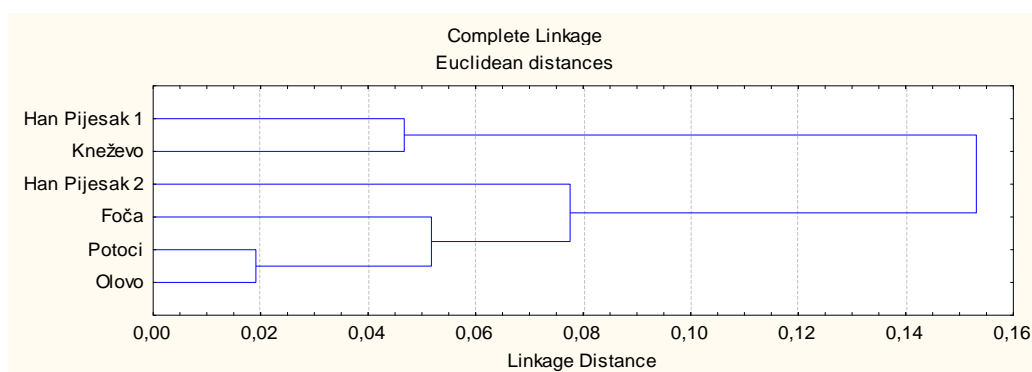
Tabela 20. Prečnik korijenovog vrata na nivou linija polusrodnika u testu potomstva Drnić /nastavak/

Linija polusr.	N	D _{kv} 2014 [mm]	Min. [mm]	Maks. [mm]	Cv [%]	D _{kv} 2016 [mm]	Min. [mm]	Maks. [mm]	Cv [%]
HP1/1	26	19,11	12,0	43,0	36,77	30,08	14,0	65,0	38,28
HP1/3	28	19,79	10,0	34,0	34,50	30,07	13,0	49,0	35,78
HP1/4	24	17,16	8,0	26,0	25,86	26,83	11,0	44,0	33,05
HP1/5	20	18,02	10,0	36,0	36,50	31,75	15,0	71,0	51,95
HP1/6	30	20,37	8,30	30,0	27,27	32,30	11,0	49,0	28,53
HP1/7	26	26,75	10,0	48,0	36,45	40,73	23,0	73,0	32,29
HP1/9	33	20,49	10,0	35,0	31,09	33,52	13,0	62,0	40,00
HP2/1	15	17,31	14,0	31,0	24,99	29,07	15,0	5,0	31,84
HP2/3	22	20,99	12,0	32,0	29,44	32,09	17,0	56,0	37,68
HP2/4	37	19,77	13,0	32,0	22,89	31,54	16,0	58,0	26,27
HP2/8	38	20,48	9,0	41,0	31,74	33,79	16,0	69,0	36,04
HP2/10	27	21,33	11,0	34,0	29,94	34,85	19,0	58,0	30,75
F1	36	18,44	11,0	31,0	26,86	31,64	14,0	68,0	33,50
F2	37	21,43	9,0	50,0	39,81	38,78	16,0	69,0	33,24
F3	40	20,45	9,0	37,0	27,84	36,15	17,0	7,0	28,19
F5	41	21,04	10,0	37,0	32,42	37,07	17,0	69,0	35,13
F6	28	17,14	6,0	26,0	29,90	32,00	1,0	9,0	50,22
F7	45	20,13	11,0	36,0	28,05	37,91	17,0	102,0	39,11
F9	42	23,02	7,0	52,0	35,42	38,00	12,0	68,0	31,71
F10	35	22,66	10,0	38,0	30,33	40,00	21,0	62,0	27,43
P8	149	20,42	8,90	40,0	25,23	35,94	15,0	86,0	32,92
P9	119	19,92	9,0	43,0	28,99	35,14	16,0	87,0	33,34
O1	39	20,91	10,40	39,0	29,77	36,26	17,0	68,0	33,49
O2	53	20,75	11,0	36,10	30,31	34,57	16,0	102,0	39,04
O3	37	20,81	8,0	35,0	30,51	35,68	13,0	56,0	29,70
O9	63	22,16	11,0	36,0	26,28	37,89	19,0	81,0	33,45
O10	55	20,62	11,0	41,0	27,36	36,71	2,0	86,0	37,87
K1	25	16,45	9,10	30,0	31,88	27,24	13,0	46,0	29,94
K2	23	18,03	10,0	30,90	26,64	26,65	16,0	48,0	29,84
K3	32	19,54	12,0	29,30	23,73	31,97	17,0	48,0	27,97
K5	22	19,17	13,0	33,0	25,50	32,27	18,0	52,0	27,85
K6	27	19,51	12,0	34,0	29,40	32,70	15,0	69,0	34,62
K7	34	19,00	9,0	34,0	33,86	34,26	15,0	65,0	41,30
K9	21	18,74	10,0	29,0	33,42	29,95	14,0	52,0	39,90
K10	22	19,41	9,10	33,0	26,91	29,95	13,0	5,0	28,24
K11	34	19,35	11,0	40,20	29,08	33,62	17,0	64,0	31,41
Ukup./ prosj.	1385	20,25	6,0	52,0	30,57	34,46	1,0	102,0	35,24
ANOVA		F=2,82***, p=0,0000				F=2,82***, p=0,0000			

Rezultati dobijeni Dankan testom za nivo linija polusrodnika ukazuju na postojanje visokog nivoa varijabilnosti za posmatrana obilježja – visinu sadnica i prečnik korijenovog vrata. Najviše homogenih grupa je zabilježeno za obilježje “visina sadnica” u 2015. godini, gdje su rezultati podijeljeni u 11 homogenih grupa. Za 2014. godinu utvrđeno je postojanje 10 homogenih grupa, u 2016. godini devet homogenih

grupa, u 2011. i 2013. godini osam homogenih grupa i u 2012. godini šest homogenih grupa (Prilog 2.1, tabela 8). Dankan test je za prečnike korijenovog vrata ukazao na postojanje manjeg broja homogenih grupa, svega tri homogene grupe u 2014. godini, odnosno četiri homogene grupe u 2016. godini.

Klaster analiza sprovedena je u cilju utvrđivanja bliskosti pojedinih populacija po posmatranim parametrima. Najbliže su populacije Potoci i Olovo, koje su se kroz prethodne analize pokazale kao populacije koje su najčešće imale najviše vrijednosti visina i natprosječne vrijednosti prečnika korijenovog vrata. U istom klasteru sa navedene dvije populacije nalazi se populacija Foča. Navedene tri populacije, zajedno sa populacijom Han Pijesak 2 čine jedan klaster nasuprot populacijama Han Pijesak 1 i Kneževo koje čine drugi klaster. Vrijednosti visina i prečnika korijenovog vrata za skoro sve posmatrane parametre bile su najmanje, te su stoga i u samoj klaster analizi svrstane zajedno, u poseban klaster, u odnosu na ostale populacije (grafikon 9).



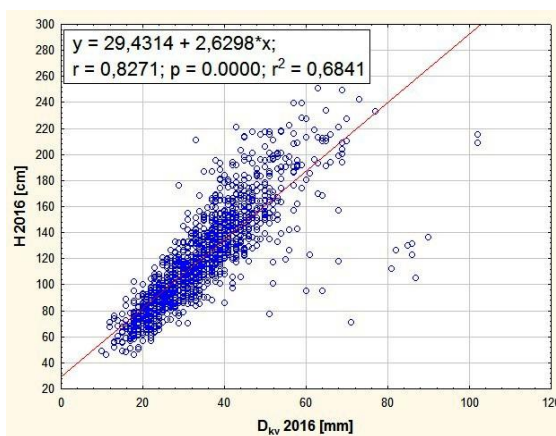
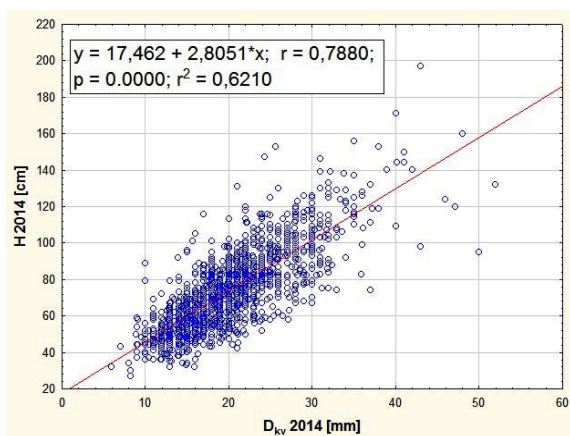
Grafikon 9. Klaster analiza za obilježja “visina” i “ prečnik korijenovog vrata” sadnica na nivou populacija u testu potomstva u Driniću

Da bi se dobio jasniji uvid u razlike dobijene na nivou populacija, urađena je klaster analiza na nivou linija polusrodnika za posmatrana obilježja (grafikon 10). Posmatrano od donjeg dijela klastera ka gornjem, uočava se da se u jedan klaster svrstavaju linije polusrodnika koje pokazuju najbolje rezultate po posmatranim obilježjima, i to su linije polusrodnika: F10, O3 i O9. U sljedećem klasteru su sve ostale linije polusrodnika iz populacije Olovo (O1, O2 i O10) zajedno sa linijama polusrodnika iz populacije Potoci (P8 i P9) kao i linije polusrodnika F2, F5, F9 i HP1/7. Generalno, navedene linije polusrodnika mogu da se svrstaju u jedan klaster, te se mogu

($p=0,0000$), dok je za 2016. godinu utvrđena takođe jaka, statistički jaka ($p=0,0000$) linearna korelacija ($r=0,83$) (tabela 21, grafikon 11 i 12).

Tabela 21. Rezultati regresione analize za prečnik korijenovog vrata i visine sadnica tokom 2014. i 2016. godine u testu potomstva u Driniću

Zavisno promjenljiva varijabla: H 2014 [cm]; R= 0,7880; R ² = ,6210; Adjusted R ² = ,6207; F(1,1383)=2266,0; p<0,0000; Standardna greška procjene: 13,573							
2014.		b*	Std.Err.-of b*	b	Std.Err.-of b	t(1383)	p-value
		Intercept			17,4620	1,247934	13,9928
	D _{kv} 2014	0,7880	0,016554	2,80513	0,058929	47,6022	0,0000
Zavisno promjenljiva varijabla: H 2016 [cm]; R= 0,8271 R ² = 0,6841 Adjusted R ² = 0,6839; F(1,1383)=2995,4; p<0,0000; Standardna greška procjene: 21,708							
2016.		b*	Std.Err. - of b*	b	Std.Err.- of b	t(1383)	p-value
		Intercept		29,4314	1,755421	16,76603	0,0000
	D _{kv} 2016 [mm]	0,8271	0,015113	2,62978	0,048050	54,73053	0,0000



Grafikon 11 i 12. Zavisnost visine sadnica i prečnika korijenovog vrata u 2014. i 2016. godini u testu potomstva u Driniću

Kada je u pitanju objašnjenje variranja putem diskriminantne analize, utvrđeno je da su se istraživane populacije odvajale po obje posmatrane ose i utvrđena je značajnost modela po obje diskriminantne funkcije (root 1 i root 2) (tabela 22). CD1 opisivala je 57% varijabilnosti (grafikon 13). Najveći uticaj na odvajanje populacija po navedenoj osi imalo je obilježje D_{KV}2014, odnosno prečnik korijenovog vrata u toku 2014. godine. Standardizovana vrijednost koeficijenta po prvoj kanoničkoj osi najveću vrijednost, u apsolutnom iznosu, jeste upravo za navedeno obilježje (tabela 23).

Po prvoj kanoničkoj osi razdvojene su populacije Foča, Olovo i Potoci od ostale tri populacije. Po drugoj kanoničkoj osi, koja opisuje 23% varijabilnosti, pri čemu je visina u 2016. godini (H2013) najviše uticala na razdvajanje populacije, jasno su razdvojene populacije Olovo i Potoci, zatim populacija Kneževo u odnosu na ostale

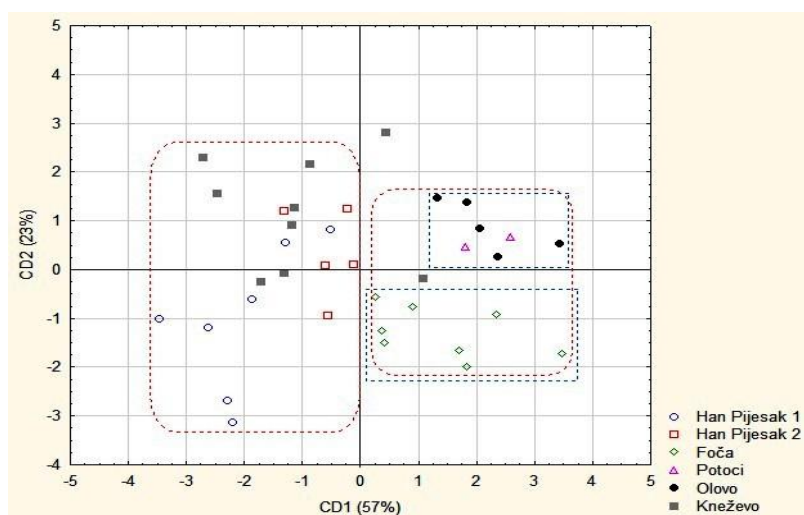
populacije. Obilježje H2014 (visina sadnica 2014), isključeno je iz modela tokom “step forward” analize jer nije uticalo na razdvajanje po kanonijskim osama.

Tabela 22. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za istraživane visine i prečnike korijenovog vrata sadnica u testu potomstva Drinić

Roots removed	Eigen-value	Canonicl - R	Wilks' - Lambda	Chi-Sqr.	df	p-value
0	3,049763	0,867797	0,048444	86,27911	35	0,000003
1	1,276269	0,748789	0,196189	46,41735	24	0,003943
2	0,848811	0,677578	0,446578	22,97503	15	0,084672
3	0,187620	0,397467	0,825638	5,46056	8	0,707406
4	0,019841	0,139481	0,980545	0,55993	3	0,905541

Tabela 23. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu visina i prečnika korijenovog vrata sadnica u testu potomstva u Driniću, dobijeni primjenom kanonijske diskriminantne analize

	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4	Root 5
H 2016	1,01995	2,20165	-0,02467	3,52689	-0,02581
D_{KV} 2014	-1,52295	-0,85228	-0,13908	0,56844	0,95026
H 2013	0,63169	5,08544	4,37744	1,72975	1,66614
D_{KV} 2016	0,81399	-0,84145	1,15654	-0,51839	0,10809
H 2012	-1,43501	-4,38238	-7,70924	-1,16960	-1,50725
H 2011	0,21373	1,71528	3,89845	-0,99492	0,68061
H 2015	0,68107	-2,95759	-1,57311	-3,46743	-0,91920
Eigenval	3,04976	1,27627	0,84881	0,18762	0,01984
Cum. Prop	0,56663	0,80375	0,96145	0,99631	1,00000



Grafikon 13. Distribucija linija polusrodnika unutar populacija na osnovu posmatranih obilježja “visina sadnica” i “prečnik korijenovog vrata” sadnica u testu potomstva u Driniću

5.1.1.2. Varijabilnost visina i prečnika korijenovog vrata u testu potomstva u Srebrenici

Rezultati ranijih istraživanja (Mataruga et al., 2010a), ukazali su da je smrča u testu potomstva u Srebrenici imala najveći procenat preživjelih sadnica i najveći visinski prirast u odnosu na ostale testove potomstva kojih je u 2010. godini bilo četiri (Drinić, Srebrenica, Nevesinje i Derventa). Do rezultata u ovom istraživanju došlo se mjerenjima 1381 sadnice, koliko ih je preživjelo na kraju 2016. godine. Posmatrano po blokovima, blok 1 je pokazao najbolje rezultate u pogledu dostignutih visina sadnica u svim godinama osim 2013. kada je prosječna visina sadnica u bloku 3 bila za 0,03 cm veća od sadnica u bloku 1. Imajući u vidu vrlo malu vrijednost, može se smatrati da je i te godine blok 1 bio, zajedno sa blokom 3, blok sa najvišim sadnicama (tabela 24).

Vrijednosti visina sadnica zabilježene za blok 1 iznosile su: 41,99 cm u 2011. godini, 55,49 cm u 2013. godini, 64,81 cm u 2013. godini (za blok 3 je utvrđena visina od 34,83 cm), zatim 85,34 cm u 2014. godini, 120,35 cm u 2015. godini i 159,16 cm u 2016. godini. Istovremeno, najniže vrijednosti zabilježene su u drugom bloku gdje su utvrđene sledeće prosječne visine sadnica: u 2011. godini 40,81 cm, u 2012. godini, 52,40 cm, u 2013. godini 60,29 cm, u 2014. godini 76,57 cm, u 2015. godini 101,43 cm i u 2016. godini 128,83 cm. Prosječne visine u blokovima 1 i 3 su bile približno iste, ali se nakon 2013. godine ta razlika povećava (tabela 24).

Prosječan prečnik korijenovog vrata u 2014. godini najveći je kod sadnica u trećem bloku, sa prosječnim prečnicima od 25,46 mm, dok je u 2016. godini najveća vrijednost utvrđena u prvom bloku – 43,63 mm. Najmanji prosječan prečnik korijenovog vrata u 2014. godini utvrđen je u drugom bloku i iznosi 23,76 mm u 2016. godini i najmanji prosječan prečnik je u drugom bloku i iznosi 38,11 mm.

Prosječna vrijednost koeficijenta varijacije po godinama ukazuje da odstupanja između blokova ne prelaze 5,3%, koliko je utvrđeno za 2011. godinu, kao što je bio slučaj i sa koeficijentom varijacije u testu potomstva u Driniću. Prosječna vrijednost koeficijenta varijacije kreće se od 26,34 %, koliko je utvrđeno u 2013. godini, do 33,42% u 2016. godini i odnosni se na visine sadnica (tabela 10). Koeficijenti varijacije za prečnike korijenovog vrata imaju manje vrijednosti od onih u testu potomstva u Driniću, a ujedno imaju i manju vrijednost u odnosu na koeficijente varijacije dobijene za visine, što je obrnut slučaj u odnosu na test potomstva u Driniću (tabela 24).

Rezultati analize varijanse (tabela 24) na nivou blokova ukazuju na postojanje značajnih razlika na nivou blokova za nivo značajnosti $p \leq 0,05$ u svim godinama praćenja visina osim u 2011. godini, kada nisu utvrđene značajne razlike za posmatrano svojstvo. Rezultati ukazuju i na značajne statističke razlike za prečnik korijenovog vrata u 2014. i 2016. godini

Rezultati Dankan testa na nivou blokova ukazuju na postojanje dvije homogene grupe za visine sadnica u periodu 2012-2014. godina, kao i za prečnike korijenovog vrata i tri homogene grupe za visine u periodu 2015-2016. godina (tabela 24).

Tabela 24. Visine sadnica na nivou blokova u testu potomstva u Srebrenici

Blok	N	H 2011 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	H 2012 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
1	539	41,99	10,0	94,0	33,92	55,49^a	13,0	124,0	30,03
2	408	40,81	12,0	78,0	28,63	52,40^b	2,0	100,0	26,52
3	434	41,15	15,0	80,0	31,10	55,23 ^b	21,0	101,0	26,62
Ukupno/prosječno	1381	41,38	1,0	94,0	31,60	54,50	13,0	124,0	28,12
ANOVA		F=1.04 ^{ns} , p=0,3550				F=5.48 ^{**} , p=0,0424			
Blok	N	H 2013 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	H 2014 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
1	539	64,81 ^a	16,0	130,0	27,59	85,34^a	28,0	163,0	28,35
2	408	60,29^b	27,0	115,0	24,88	76,57^b	35,0	155,0	25,29
3	434	64,84^a	30,0	119,0	25,29	83,20 ^a	35,0	172,0	27,52
Ukupno/prosječno	1381	63,48	16,0	13,0	26,34	82,08	28,0	172,0	27,70
ANOVA		F=10.71 ^{***} , p=0,0000				F=18.53 ^{***} , p=0,0000			
Blok	N	H 2015 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	H 2016 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
1	539	120,35^a	45,0	235,0	28,32	159,16^a	53,0	301,0	30,24
2	408	101,43^b	42,0	214,0	28,31	128,83^b	52,0	274,0	32,17
3	434	112,21 ^c	44,0	264,0	30,31	144,64 ^c	56,0	346,0	35,00
Ukupno/prosječno	1381	112,20	42,0	264,0	29,82	145,63	52,0	346,0	33,42
ANOVA		F=39.19 ^{***} , p=0,0000				F=48.31 ^{***} , p=0,0000			
Blok	N	D _{KV} 2014 [mm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	D _{KV} 2016 [mm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
1	539	24,84 ^a	10,0	48,80	26,51	43,63^a	17,00	79,00	26,06
2	408	23,76^b	9,00	41,00	25,75	38,11^b	17,00	74,00	26,90
3	434	25,46^a	10,10	57,60	26,38	43,35 ^a	20,0	89,00	26,73
Ukupno/prosječno	1381	24,71	9,40	57,60	26,39	41,91	17,00	89,00	27,16
ANOVA		F=7.41 ^{***} , p=0,0000				F=33.88 ^{***} , p=0,0000			

Za nivo populacija koje se testiraju u testu potomstva za posmatrano obilježje “visina sadnica”, utvrđeno je da populacija Potoci dominira kao populacija sa najvećim visinama u toku svih posmatranih godina. Tako ova populacija dostiže visine: 46,55 cm u 2011. godini, 59,52 cm u 2012. godini, 69,33 cm u 2013. godini, 91,05 cm u 2014. godini, 125,01 cm u 2015. godini i 163,40 cm u 2016. godini. S druge strane, najslabije rezultate postiže populacija Foča, takođe tokom čitavog perioda praćenja visina. U odnosu na test potomstva u Driniću, u testu potomstva u Srebrenici stabilnost u poretku

populacija od najviših ka najnižima se ne mijenja. Populacije Potoci i Kneževo konstantno postižu najviše vrijednosti, dok populacija Foča postiže najniže vrijednosti. Populacija Foča postigla je 37,79 cm u 2011. godini, 50,11 cm u 2012. godini, 58,29 cm u 2013. godini, 74,52 cm u 2014. godini, 102,28 cm u 2015. godini, dok populacija Han Pijesak 1 pokazuje najmanju prosječnu visinu u 2016. godini od 129,56 cm (tabela 25).

Prosječne vrijednosti visina kretale su se od 41,38 cm u 2011. godini, 54,50 cm u 2012. godini, 63,48 cm u 2013. godini, 82,08 cm u 2014. godini, 112,20 cm u 2015. godini i 145,63 u 2016. godini.

Najveći prečnici korijenovog vrata utvrđeni su kod populacije Potoci u 2014. godini (25,55 mm) i Kneževo u 2016. godini (44,08 mm). Najmanji prečnici zabilježeni su kod populacija Foča u iznosu od 23,58 mm za 2014. godinu i Han Pijesak 2 u iznosu od 39,55 mm za 2016. godinu. Prosječna vrijednost prečnika korijenovog vrata iznosila je 24,71 mm (2014) i 41,91 mm (2016).

Kada su u pitanju koeficijenti varijacije za visine sadnica, najveći je bilježen kod populacije Han Pijesak 1 u 2011. i 2012. godini (33,47% i 28,90%), a u ostalim godinama populacija Potoci je imala najveći koeficijent varijacije, i to: 27,80% u 2013. godini, 29,83% u 2014. godini, 32,32% u 2015. godini i 36,30% u 2016. godini. Najmanji koeficijenti varijacije zabilježeni su kod populacija Kneževo u 2011. i 2012. godine u iznosu od 26,77% i 25,93%, dok je u ostalim godinama praćenja najmanji koeficijent varijacije utvrđen kod populacije Foča i to: 24,05% u 2013. godini, 24,90% u 2014. godini, 26,55% u 2015. godini i 28,86% u 2016. godini (tabela 25).

Kod prečnika korijenovog vrata (tabela 25), kao i kod visina sadnica, najveći koeficijent varijacije za 2014. godine utvrđen je kod populacije Kneževo – 27,58%, a za 2016. godine kod populacije Han Pijesak 2 – 31,36%. Najmanji koeficijenti varijacije kod populacije utvrđeni u 2014. godini su kod populacije Foča – 23,68% i u 2016. godini kod populacije Kneževo – 25,06%. Prosječan prečnik korijenovog vrata izmjeren u 2014. godini iznosi 24,71 mm, dok je u 2016. godini njegova vrijednost 41,91 mm.

Koeficijenti varijacije za prečnike korijenovog vrata su manji u testu potomstva u Srebrenici nego u testu potomstva u Driniću. Takođe, rezultati analize varijanse za nivo populacija za posmatrana obilježja i godine za koje su izvršena mjerenja, ukazuju na postojanje značajnih razlika za sve posmatrane parametre (tabela 25).

Rezultati Dankan testova na nivou populacija ukazuju na postojanje veće varijabilnosti nego što je to slučaj sa testom potomstva u Driniću. U četiri homogene grupe svrstane su vrijednosti visina u 2011, 2012. i 2014. godini. U ostalim godinama vrijednosti su svrstane u tri homogene grupe. Kod prečnika korijenovog vrata registrovane su dvije homogene grupe za obje godine, pri čemu su u 2016. godini, u jednu homogenu grupu, svrstane populacije Potoci i Olovo (tabela 25).

Tabela 25. Visine sadnica i prečnik korijenovog vrata na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici

Populacija	N	H 2011 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	H 2012 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
H. Pijesak 1	156	38,22 ^a	10,0	79,0	33,47	52,35 ^{a,b}	13,0	112,0	28,90
H. Pijesak 2	94	41,20 ^a	17,0	70,0	30,97	55,85 ^c	27,0	96,0	28,31
Foča	347	37,79^{a,b}	12,0	78,0	31,35	50,11^a	21,0	10,0	25,98
Potoci	258	46,55^b	19,0	94,0	29,29	59,52^d	22,0	124,0	28,49
Olovo	216	39,69 ^c	10,0	92,0	34,77	53,87 ^{b,c}	18,0	102,0	28,81
Kneževo	310	43,91 ^d	17,0	74,0	26,77	56,32 ^c	27,0	97,0	25,93
Ukupno/prosječno	1381	41,38	10,0	94,0	31,60	54,50	13,0	124,0	28,12
ANOVA		F=19.37***, p=0,0000				F=13.53***, p=0,0000			
Populacija	N	H 2013 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	H 2014 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
H. Pijesak 1	156	61,58 ^b	16,0	121,0	25,31	78,83 ^{a,b}	28,0	156,0	26,81
H. Pijesak 2	94	64,68 ^b	35,0	108,0	26,14	81,56 ^{b,c}	43,0	142,0	25,91
Foča	347	58,29^a	26,0	111,0	24,05	74,52^a	35,0	152,0	24,90
Potoci	258	69,33^c	27,0	130,0	27,80	91,05^d	39,0	172,0	29,83
Olovo	216	64,12 ^b	27,0	113,0	26,25	83,82 ^c	35,0	152,0	26,35
Kneževo	310	64,56 ^b	34,0	118,0	24,61	83,63 ^c	45,0	16,0	25,91
Ukupno/prosječno	1381	63,48	16,0	13,0	26,34	82,08	28,0	172,0	27,70
ANOVA		F=14.48***, p=0,0000				F=17.94***, p=0,0000			
Populacija	N	H 2015 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	H 2016 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
H. Pijesak 1	156	103,67 ^a	45,0	21,0	29,39	129,56^a	53,0	293,0	34,10
H. Pijesak 2	94	106,99 ^a	55,0	19,0	28,22	137,54 ^a	64,0	251,0	32,36
Foča	347	102,28^a	47,0	20,0	26,55	132,43 ^a	56,0	249,0	28,86
Potoci	258	125,01^c	47,0	264,0	32,32	163,40^c	58,0	346,0	36,30
Olovo	216	114,56 ^{a,b}	42,0	212,0	29,60	145,57 ^{a,b}	52,0	298,0	33,84
Kneževo	310	116,88 ^{b,c}	56,0	214,0	26,46	156,20 ^{b,c}	63,0	301,0	28,87
Ukupno/prosječno	1381	112,20	42,0	264,0	29,82	145,63	52,0	346,0	33,42
ANOVA		F=18.71***, p=0,0000				F=20.13***, p=0,0000			
Populacija	N	D _{KV} 2014 [mm]	Min [mm]	Maks. [mm]	Cv [%]	D _{KV} 2016 [mm]	Min. [cm]	Maks. [mm]	Cv [%]
H. Pijesak 1	156	24,63 ^{a,b}	10,40	48,80	23,81	39,92 ^a	20,0	79,0	25,58
H. Pijesak 2	94	24,21 ^{a,b}	10,70	41,20	26,63	39,55^a	20,0	79,0	31,36
Foča	347	23,68^a	9,40	57,60	26,89	40,83 ^a	19,0	87,0	26,30
Potoci	258	25,55^{a,b}	11,0	46,00	26,08	43,72 ^b	20,0	79,0	29,74
Olovo	216	25,21 ^b	10,0	44,40	25,19	40,86 ^a	17,0	70,0	25,44
Kneževo	310	25,03 ^b	10,0	54,00	27,58	44,08^b	17,0	89,0	25,06
Ukupno/prosječno	1381	24,71	9,40	57,60	26,39	41,91	17,0	89,0	27,16
ANOVA		F=3.15**, p=0,0078				F=6.42***, p=0,0000			

Kada su u pitanju linije polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici, superiornost u pogledu visina bilježe linije polusrodnika P8 i P9 iz populacije Potoci, te linije polusrodnika K11 i K2 iz populacije Kneževo. U toku 2011. godine, linija polusrodnika K11 postiže najveću prosječnu visinu od 49,37 cm, a slijede je P9 sa 48,19 cm, K9 sa 45,07 cm i P8 sa 44,54 cm. Najmanja prosječna visine sadnica utvrđena je u liniji polusrodnika HP1/4 od 34,05 cm (tabela 26).

U 2012. godini, redoslijed ostaje približno isti, pri čemu linija polusrodnika K11 postiže najveću visinu od 61,35 cm, a slijedi je linija polusrodnika P9 sa visinom od 60,75 cm. Najmanja visina utvrđena je kod linije polsrodnika F1 od 47,34 cm.

Tokom 2013. godine, linije polusrodnika P9 ima najveću prosječnu visinu od 69,87 cm, dok je K11 slijedi sa 68,93 cm. Najmanja visina je zabilježena kod linije polusrodnika F7 i iznosi 55,85 cm. U toku 2014. godine, jedine dvije linije polusrodnika koje su imale prosječne visine preko 90 cm su P8 sa 91,15 cm i P9 sa 90,97 cm. Tendenciju postizanja slabih rezultata nastavlja linija polusrodnika F7, sa prosječnom visinom od 70,34 cm.

U 2015. godini, prosječne visine dvije linije polusrodnika, P8 i P9 se izjednačavaju i ostaju na vrhu liste najviših linija polusrodnika sa visinama od 125,01 cm. Najniže vrijednosti postiže linija polusrodnika F7 sa 94,79 cm. Tokom 2016. godine, linija polusrodnika K9 postiže najviše prosječne visine od 170,52 cm, a slijedi je linija polusrodnika K2 sa prosječnom visinom od 165,56 cm, zatim linije polusrodnika P9 i P8. Linija polusrodnika F7 i dalje je najniža, sa prosječnom visinom od 122,09 cm (tabela 26).

Variranje prosječnih visina sadnica, odnosno koeficijenata varijacije, najveće vrijednosti u 2011. godini bilježi kod polusrodnika HP1/4 i iznosi 38,16%, dok je najmanji kod linije polusrodnika K7 i iznosi 20,53%. U 2012. godini, najveći koeficijent varijacije utvrđen je za liniju polusrodnika HP1/4 i iznosi 39,66%, a najmanji kod linije polusrodnika K3 – 19,79%. U 2013. godini, najveće variranje je kod linije polusrodnika HP1/7 i iznosi 33,22% dok je najmanje kod linije polusrodnika HP1/9 – 17,02% (tabela 26).

U 2014. godini, najveće variranje je zabilježeno kod linije polusrodnika HP1/7 – 36,67%, a najmanje kod linije polusrodnika HP1/9 od 17,96%. Tokom 2015. godine,

najveći koeficijent varijacije utvrđen je kod linije polusrodnika HP1/7 u iznosu od 37,97% dok je najmanji kod linije polusrodnika HP1/9 i iznosi 19,67%. U 2016. godini, ostaje isti trend po pitanju linija polusrodnika sa najmanjim i najvećim koeficijentom varijacije. Linija polusrodnika HP1/7 dostiže vrijednost koeficijenta varijacije od 44,48% dok linija polusrodnika HP1/9 dostiže vrijednost od 24,64% (tabela 26).

Za prečnike korijenovog vrata sadnica na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici, utvrđeno je da u 2014. godini najveći prečnik korijenovog vrata ima linija polusrodnika HP2/10 u iznosu od 26,48 mm, a prati je linija polusrodnika HP1/7 sa prečnikom od 26,18 mm. Najmanji prosječan prečnik korijenovog vrata zabilježen je kod linije polusrodnika F6 i iznosi 21,76 mm. U 2016. godini dominiraju linije polusrodnika iz populacije Kneževo pa je tako najveći prečnik zabilježen kod linije polusrodnika K2 od 45,62 mm, a prate je linije K11 (44,98 mm), K5 (44,33 mm) i K6 (44,13 mm). Najmanji prečnik utvrđen je kod linije polusrodnika HP2/8 i iznosi 35,46 mm. Navedena linija polusrodnika je i u 2014. godini postigla skromne rezultate sa prosječnim prečnikom od 22,10 mm (tabela 26).

Kada su u pitanju koeficijenti varijacije za 2014. godinu, najveći je zabilježen kod linije polusrodnika K2 i iznosi 33,51% dok je za 2016. godinu najveći koeficijent varijacije kod linije polusrodnika HP2/10 i iznosi 36,12%. Najmanji koeficijent varijacije u 2014. godini utvrđen je kod linije polusrodnika HP1/5 i iznosi 18,43% a u 2016. godini je najmanji za liniju polusrodnika HP1/4 i iznosi 19,88. Prosječan koeficijent varijacije za prečnike korijenovog vrata iznosi 26,39% u 2014. godini i 27,16% u 2016. godini (tabela 26). Posmatrano zbirno, prečnik korijenovog vrata je manje varijabilno svojstvo u odnosu na visine sadnica u testu potomstva u Srebrenici. Ujedno je i koeficijent varijacije za prečnike u testu potomstva u Srebrenici manji od koeficijenta varijacije u testu potomstva u Driniću (tabela 26).

Slični rezultati su dobijeni i primjenom analize varijanse na linije polusrodnika. Rezultati analize varijanse ukazuju na postojanje statistički značajnih razlika na nivou linija polusrodnika za sva posmatrana obilježja osim za prečnik korijenovog vrata u 2014. godini (tabela 26).

Tabela 26. Visina sadnica na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici

Linija polusr.	N	h 2011 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	h 2012 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	h 2013 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
HP1/1	21	43,29	24,0	75,0	35,11	57,38	34,0	87,0	30,93	65,86	41,0	100,0	27,74
HP1/3	28	38,32	23,0	56,0	26,85	52,0	29,0	77,0	25,77	61,04	34,0	85,0	24,32
HP1/4	20	34,05	10,0	61,0	38,16	48,05	13,0	83,0	39,66	57,55	16,0	93,0	32,65
HP1/5	20	38,00	20,0	70,0	35,46	50,50	31,0	80,0	22,60	59,80	35,0	83,0	20,88
HP1/6	24	36,21	22,0	58,0	27,38	49,67	33,0	79,0	22,08	60,13	39,0	90,0	20,47
HP1/7	19	38,26	12,0	79,0	43,52	55,53	25,0	112,0	38,10	64,47	34,0	121,0	33,22
HP1/9	24	39,33	19,0	63,0	28,90	53,67	33,0	79,0	20,44	62,50	38,0	85,0	17,02
HP2/1	20	42,65	21,0	65,0	32,93	58,50	31,0	96,0	28,93	67,85	36,0	107,0	26,74
HP2/3	13	41,46	19,0	62,0	32,01	55,31	27,0	78,0	26,96	65,69	35,0	82,0	22,39
HP2/4	13	44,54	25,0	58,0	25,84	57,62	38,0	75,0	20,28	65,23	49,0	84,0	18,55
HP2/8	26	37,27	17,0	65,0	33,35	51,0	31,0	86,0	30,99	59,08	36,0	94,0	27,76
HP2/10	22	42,41	18,0	70,0	29,16	58,45	30,0	90,0	29,64	67,50	37,0	108,0	28,99
F1	41	34,44	12,0	60,0	33,56	47,34	25,0	77,0	27,16	55,93	31,0	87,0	25,18
F 2	40	36,10	15,0	65,0	34,23	48,83	21,0	79,0	30,03	58,48	31,0	94,0	26,87
F 3	43	39,93	17,0	66,0	31,01	52,14	31,0	84,0	26,38	59,81	36,0	91,0	22,83
F 5	47	39,60	12,0	78,0	29,75	52,09	28,0	100,0	24,37	60,68	34,0	111,0	24,40
F 6	44	36,41	15,0	67,0	35,51	49,09	28,0	80,0	26,80	56,98	37,0	88,0	23,11
F 7	47	35,81	15,0	55,0	31,72	48,0	21,0	71,0	26,97	55,85	26,0	80,0	24,88
F 9	40	40,80	13,0	66,0	24,41	52,48	27,0	84,0	22,60	59,80	31,0	102,0	22,81
F 10	45	39,18	16,0	66,0	29,31	50,89	23,0	74,0	23,68	58,84	30,0	89,0	22,77
P 8	116	44,54	21,0	75,0	28,85	58,02	30,0	97,0	27,25	68,67	34,0	115,0	27,58
P 9	142	48,19	19,0	94,0	29,20	60,75	22,0	124,0	29,29	69,87	27,0	130,0	28,04
O 1	39	41,26	24,0	73,0	29,88	55,79	30,0	85,0	24,66	66,21	35,0	97,0	24,72
O 2	50	37,52	13,0	72,0	31,12	52,26	30,0	91,0	27,21	63,14	36,0	107,0	25,12
O 3	38	43,24	17,0	77,0	28,16	57,47	27,0	90,0	24,31	67,92	44,0	97,0	21,18
O 9	53	40,21	18,0	92,0	39,76	53,94	25,0	102,0	33,31	63,60	27,0	113,0	30,13
O 10	36	36,47	10,0	76,0	42,73	50,08	18,0	90,0	32,70	59,97	32,0	103,0	28,56
K 1	32	41,53	20,0	63,0	29,96	52,38	27,0	78,0	27,17	59,16	34,0	86,0	24,74
K 2	39	44,41	20,0	70,0	26,76	58,79	33,0	97,0	26,01	67,87	41,0	108,0	24,17
K 3	30	39,67	20,0	55,0	21,89	51,07	32,0	74,0	19,79	58,77	37,0	88,0	19,53
K 5	33	40,27	18,0	70,0	33,19	53,24	34,0	79,0	26,91	61,82	39,0	90,0	24,35
K 6	38	43,37	26,0	62,0	22,22	55,87	34,0	87,0	24,35	65,68	38,0	118,0	25,62
K 7	35	45,54	27,0	65,0	20,53	58,0	31,0	83,0	22,04	65,89	37,0	103,0	21,62
K 9	29	45,07	20,0	68,0	28,21	59,10	29,0	91,0	27,99	68,41	40,0	100,0	24,52
K 10	28	43,32	25,0	58,0	21,43	54,04	30,0	81,0	25,16	61,25	34,0	90,0	22,36
K 11	46	49,37	17,0	74,0	28,11	61,35	28,0	96,0	27,33	68,93	36,0	115,0	26,87
Ukupno/prosječno	1381	41,38	10,0	94,0	31,60	54,50	13,0	124,0	28,12	63,48	16,0	130,0	26,34
ANOVA		F=4.26***, p=0,0000				F=3.08***, p=0,0000				F=3.06***, p=0,0000			

Tabela 26. Visina sadnica na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici /nastavak/

Linija polu.	N	h 2014 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	h 2015 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	h 2016 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
HP1/1	21	80.76	50,0	129,0	30,49	106,71	67,0	176,0	32,74	132,00	72,0	242,0	36,98
HP1/3	28	78.86	39,0	110,0	25,29	106,29	57,0	154,0	26,57	132,39	61,0	222,0	31,66
HP1/4	20	79.40	28,0	120,0	31,30	106,0	45,0	178,0	33,60	134,65	53,0	245,0	36,92
HP1/5	20	75.80	42,0	98,0	19,69	101,25	48,0	143,0	23,39	126,65	58,0	171,0	26,79
HP1/6	24	76.92	44,0	137,0	26,86	99,71	59,0	21,0	33,21	126,21	74,0	293,0	38,89
HP1/7	19	79.68	40,0	156,0	36,67	103,11	47,0	192,0	37,97	129,16	62,0	277,0	44,48
HP1/9	24	80.42	58,0	109,0	17,96	102,42	7,0	151,0	19,67	126,00	82,0	204,0	24,64
HP2/1	20	86.50	48,0	124,0	25,24	113,35	58,0	165,0	26,56	150,50	71,0	233,0	32,06
HP2/3	13	82.46	50,0	111,0	21,14	107,77	64,0	151,0	24,60	131,85	72,0	194,0	29,78
HP2/4	13	79.23	58,0	100,0	19,89	99,38	66,0	136,0	26,67	122,31	74,0	180,0	31,04
HP2/8	26	74.54	43,0	115,0	24,91	99,85	55,0	171,0	27,20	128,12	81,0	215,0	30,55
HP2/10	22	86.23	47,0	142,0	30,90	113,68	55,0	19,0	32,32	149,27	64,0	251,0	33,91
F1	41	71.41	44,0	112,0	24,64	98,73	55,0	151,0	26,26	128,17	72,0	196,0	28,83
F2	40	73.58	41,0	126,0	26,68	101,68	5,0	184,0	29,13	132,53	66,0	244,0	30,79
F3	43	76.67	43,0	133,0	25,59	104,93	53,0	193,0	29,45	135,95	67,0	240,0	31,15
F5	47	78.04	43,0	152,0	25,30	107,02	68,0	20,0	26,10	139,47	75,0	244,0	27,48
F6	44	74.20	47,0	125,0	24,38	100,84	62,0	175,0	27,12	132,52	67,0	249,0	30,61
F7	47	70.34	37,0	118,0	24,85	94,79	52,0	165,0	24,98	122,09	56,0	207,0	25,63
F9	40	76.50	44,0	130,0	23,39	106,70	7,0	168,0	24,43	136,20	78,0	244,0	28,94
F10	45	75.38	35,0	125,0	24,27	103,87	47,0	171,0	24,35	132,89	56,0	221,0	27,13
P8	116	91.15	39,0	163,0	28,81	125,01	47,0	23,0	30,78	162,39	66,0	328,0	35,01
P9	142	90.97	42,0	172,0	30,74	125,01	54,0	264,0	33,64	164,24	58,0	346,0	37,41
O1	39	86.51	46,0	137,0	28,14	118,90	55,0	212,0	33,04	157,03	74,0	298,0	38,59
O2	50	85.90	52,0	145,0	25,68	119,92	6,0	21,0	28,44	152,12	65,0	296,0	31,61
O3	38	86.71	63,0	125,0	20,74	118,32	78,0	188,0	22,70	151,45	88,0	250,0	27,59
O9	53	81.58	35,0	152,0	27,96	109,23	42,0	182,0	30,34	136,74	52,0	230,0	33,68
O10	36	78.28	41,0	151,0	28,39	106,31	44,0	211,0	32,24	130,89	63,0	278,0	35,02
K1	32	75.59	45,0	111,0	24,82	108,28	59,0	166,0	25,87	142,19	63,0	221,0	29,48
K2	39	87.72	51,0	158,0	26,23	123,33	69,0	214,0	26,80	165,56	74,0	270,0	28,05
K3	30	79.80	49,0	132,0	21,72	117,33	62,0	164,0	22,67	160,43	74,0	231,0	27,33
K5	33	82.42	47,0	120,0	26,31	116,73	61,0	177,0	26,35	156,15	85,0	251,0	30,10
K6	38	84.18	45,0	160,0	28,94	114,26	59,0	20,0	28,80	148,29	63,0	258,0	30,18
K7	35	85.91	50,0	134,0	24,64	116,80	56,0	193,0	25,60	152,37	70,0	251,0	27,93
K9	29	88.83	47,0	137,0	24,24	124,72	7,0	202,0	26,69	170,52	99,0	279,0	26,82
K10	28	78.21	46,0	106,0	19,90	107,75	62,0	15,0	22,14	149,11	73,0	220,0	25,48
K11	46	86.96	46,0	150,0	28,72	120,04	59,0	201,0	28,63	160,04	70,0	301,0	31,06
Ukupno/prosječno	1381	82.08	28,0	172,0	27,70	112,20	42,0	264,0	29,82	145,63	52,0	346,0	33,42
ANOVA		F=3.30***, p=0,0000				F=3.36***, p=0,0000				F=3.710***, p=0,0000			

Tabela 26. Prečnici korijenovog vrata na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici

Linija polusr.	N	D _{kv} 2014 [mm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	D _{kv} 2016 [mm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
HP1/1	21	25,13	16,4	36,8	24,19	39,52	21,0	64,0	27,51
HP1/3	28	24,78	13,9	31,8	20,29	42,36	23,0	63,0	24,94
HP1/4	20	23,47	10,4	36,0	28,08	36,80	25,0	51,0	19,88
HP1/5	20	24,26	17,4	33,1	18,43	39,35	20,0	55,0	22,69
HP1/6	24	24,57	14,9	42,7	28,22	40,42	25,0	64,0	23,89
HP1/7	19	26,18	13,4	48,8	31,22	41,37	20,0	79,0	35,81
HP1/9	24	24,10	17,5	31,9	15,10	38,88	23,0	56,0	22,22
HP2/1	20	23,86	10,7	34,8	30,80	42,50	20,0	66,0	29,78
HP2/3	13	24,95	14,0	31,3	18,70	37,15	21,0	50,0	22,62
HP2/4	13	24,40	16,0	41,2	26,61	36,69	20,0	56,0	30,01
HP2/8	26	22,10	12,9	32,8	22,66	35,46	24,0	57,0	25,59
HP2/10	22	26,48	15,7	41,0	28,63	44,82	20,0	79,0	36,12
F1	41	23,68	9,4	44,0	25,36	39,59	23,0	70,0	24,63
F2	40	23,79	12,5	40,0	29,09	40,42	22,0	66,0	24,84
F3	43	24,41	11,8	38,3	26,98	43,84	24,0	80,0	28,59
F5	47	23,64	11,2	57,6	31,43	40,78	22,0	87,0	27,85
F6	44	21,76	13,8	38,0	23,16	39,18	19,0	68,0	25,12
F7	47	23,00	10,1	43,3	27,95	38,70	19,0	63,0	27,66
F9	40	23,76	11,6	36,0	24,58	42,15	24,0	67,0	27,71
F10	45	25,40	16,0	45,8	24,40	42,16	25,0	70,0	22,41
P8	116	25,02	11,0	43,0	25,18	43,54	20,0	79,0	28,96
P9	142	25,99	11,7	46,0	26,70	43,86	20,0	77,0	30,45
O1	39	27,16	14,1	44,4	25,80	41,97	24,0	67,0	26,80
O2	50	24,67	16,5	39,4	23,23	41,14	28,0	70,0	24,58
O3	38	25,27	15,4	40,2	21,80	42,00	28,0	66,0	21,57
O9	53	24,10	10,0	37,4	25,54	38,81	17,0	61,0	28,13
O10	36	25,43	11,2	40,0	28,75	41,06	25,0	70,0	25,53
K1	32	23,97	14,0	37,0	22,99	44,56	24,0	66,0	22,18
K2	39	25,33	14,0	54,0	33,51	45,62	23,0	89,0	30,13
K3	30	24,02	12,0	40,0	27,50	43,07	28,0	60,0	20,65
K5	33	25,88	11,0	45,0	29,17	44,33	20,0	65,0	25,67
K6	38	26,11	14,0	48,0	27,99	44,13	26,0	70,0	27,04
K7	35	25,08	10,0	40,0	24,48	42,91	17,0	69,0	24,34
K9	29	25,79	14,0	36,0	21,40	43,38	28,0	61,0	21,82
K10	28	23,54	14,0	38,0	23,23	42,79	26,0	63,0	21,23
K11	46	25,07	15,0	48,0	31,61	44,98	24,0	77,0	27,88
Ukupno/prosječno	1381	24,71	9,4	57,6	26,39	41,91	17,0	89,0	27,16
ANOVA		F=1.25 ^{ns} , p=0,1556				F=1.68 ^{ns} , p=0,0833			

Rezultati dobijeni Dankan testom na nivou linija polusrodnika ukazuju na postojanje značajne varijabilnosti za posmatrana obilježja – visinu sadnica i prečnik korijenovog vrata u testu potomstva u Srebrenici, posmatrano na nivou linija polusrodnika, ali ipak manje nego u Driniću. Najviše homogenih grupa je zabilježeno za obilježje “visina sadnica” u 2011. i 2016. godini, pri čemu je Dankan test razvrstao

rezultate u osam homogenih grupa. U 2012. godini, utvrđeno je postojanje sedam homogenih grupa, u 2014. i 2015. godini pet homogenih grupa, dok su u 2013. godini prisutne četiri homogene grupe (Prilog 2.1, tabela 9).

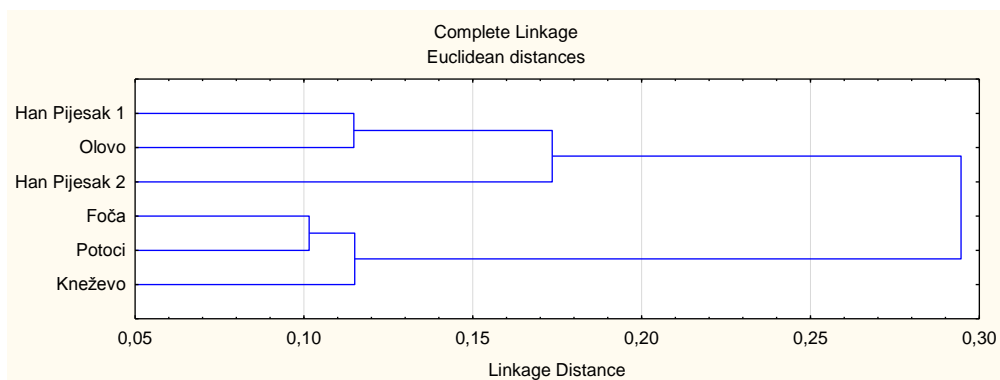
Ukoliko se upoređi varijabilitet sadnica po posmatranim obilježjima, a na osnovu Dankan testova, veća varijabilnost na nivou populacija konstatovana je u testu potomstva u Diniću nego u testu potomstva u Srebrenici za skoro sva posmatrana obilježja. Broj homogenih grupa identičan je samo za obilježje D_{KV} 2016, dok je jedino za 2012. godinu broj homogenih grupa za obilježje “visina sadnica” bio veći kod populacije Srebrenica u odnosu na Drinić. U svim ostalim slučajevima je bio manji.

Klaster analiza za populacije u testu potomstva u Srebrenici ukazuju na postojanje dva glavna klastera, pri čemu se u jednom klasteru nalaze populacije Han Pijesak 1, Olova i Han Pijesak 2. U drugom klasteru se nalaze populacije Foča, Potoci i Kneževo (grafikon 14). Za razliku od testa potomstva u Driniću, gdje je uočena slična podjela na dva klastera, u testu potomstva u Srebrenici, populacija Kneževo je u klasteru sa populacijama Potoci i Foča, dok je populacija Olovo, koja je u testu potomstva u Driniću sa populacijama Potoci i Foča činila jedan klaster, u testu potomstva u Srebrenici čini klaster sa populacijama Han Pijesak 1 i Han Pijesak 2 koje postižu niže vrijednosti u odnosu na ostale populacije.

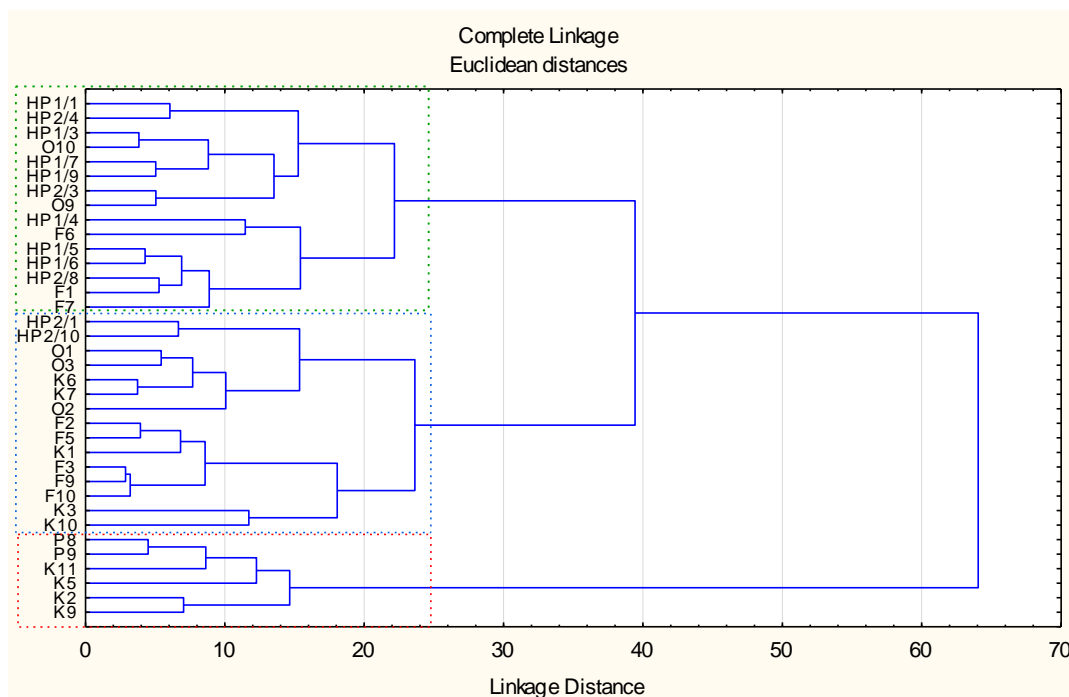
Činjenica je da se populacija Olovo dobro adaptira na uslove staništa u testu potomstva u Driniću sa aspekta morfometrijskih karakteristika, ali ne i u testu potomstva u Srebrenici. Ako se ima u vidu visinski gradijent od oko 300 m, onda bi se transfer reproduktivnog materijala iz populacije Olovo mogao vršiti na niže nadmorske visine, kao što je slučaj sa Drinićem koji je na 600 m n.v., ali ne i na više nadmorske visine, kao što je slučaj sa testom potomstva u Srebrenici koji je skoro na 1000 m n.v.

Za buduće oplemenjivačke programe koji bi kao polazni resurs koristili materijal iz testa potomstva u Srebrenici, neophodno je izvršiti procjenu distance između pojedinih linija polusrodnika, što se može učiniti primjenom klaster analize. Klaster analiza prikazana je na grafikonu 19. Posmatrajući odozdo na gore, uočava se prvi klaster. Linije polusrodnika P8, P9, K11, K5, K2 i K9 čine poseban klaster u odnosu na ostale linije polusrodnika. Na osnovu ranije sprovedene deskriptivne statistike, uočava se da ove linije polusrodnika postižu najveće vrijednosti po posmatranim obilježjima.

U drugom klasteru (grafikon 15) zastupljen je ostatak linija polusrodnika iz populacije Kneževo (K6, K7, K1, K3 i K10). Svega po jedna linija polusrodnika iz populacija Han Pijesak 1 i Han Pijesak 2, koje ujedno čine jedan podklaster, prisutne su u drugom klasteru. U prvom klasteru su uglavnom linije polusrodnika iz populacija Han Pijesak kao i linije polusrodnika iz populacije Olovo (O10 i O9) i Foča (F6, F1 i F7).



Grafikon 14. Klaster analiza za obilježja “visina” i “prečnik korijenovog vrata” sadnica na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici



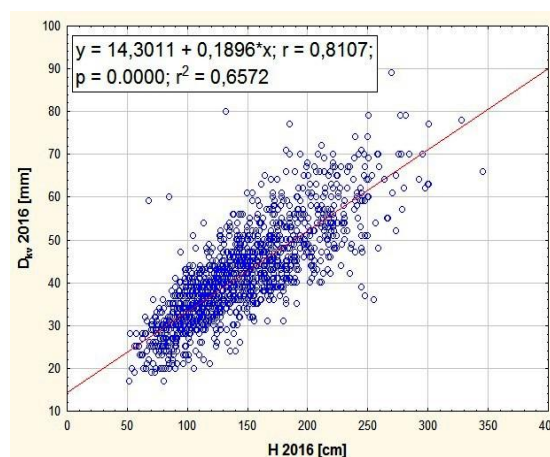
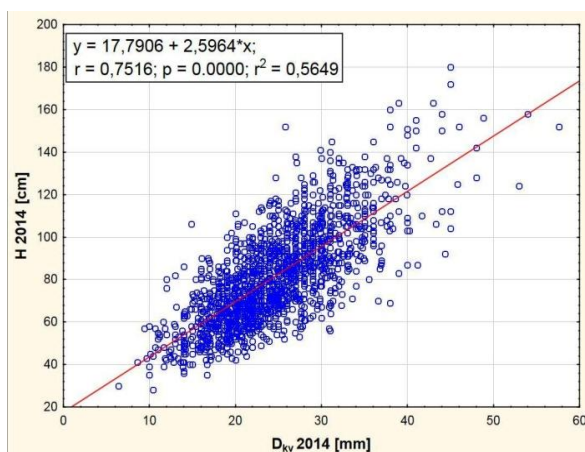
Grafikon 15. Klaster analiza za obilježja “visina” i “prečnik korijenovog vrata” sadnica na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici

Ukoliko posmatramo veze između visina i prečnika korijenovog vrata sadnica u testu potomstva u Srebrenici, može se zaključiti da su veze između svih posmatranih

obilježja jake kao što je slučaj i sa testom potomstva u Srebrenici, tj. postoji značajna uslovljenost razvoja dva posmatrana obilježja (tabela 27, grafikoni 16 i 17).

Tabela 27. Rezultati regresione analize za prečnik korijenovog vrata i visine sadnica tokom 2014. i 2016. godine u testu potomstva u Srebrenici

Zavisno promjenljiva varijabla: H 2014 [cm]; R= 0,7516; R ² = 0,5649; Adjusted R ² = 0,5646; (1,1379)=2644,1; p<0,0000; Standardna greška procjene: 15,034							
2014.		b*	Std.Err.-of b*	b	Std.Err.-of b	t(1383)	p-value
	Intercept			17,7906	1,4413	12,3435	0,0000
	D _{kv} 2014	0,7516	0,0164	2,59640	0,05670	45,7895	0,0000
Zavisno promjenljiva varijabla: H 2016 [cm]; R= 0,8271 R ² = 0, 8107 Adjusted R ² = 0, 6570; F(1,1383)=2995,4; p<0,0000; Standardna greška procjene: 28,508							
2016.		b*	Std.Err.- of b*	b	Std.Err.- of b	t(1383)	p-value
	Intercept			14,3011	0,566158	25,25998	0,0000
	D _{kv} 2016 [mm]	0,8107	0,0158	0,18960	0,003687	51,42036	0,0000



Grafikon 16. i 17. Zavisnost visine sadnica i prečnika korijenovog vrata u 2014. i 2016. godini u testu potomstva u Srebrenici

Kanonijska diskriminantna analiza pokazala je odvajanje testiranih populacija po dvije kanonijske ose, pri čemu je prva kanonijska osa (CD1) opisivala najveći dio varijabilnosti (84%) koja je uočena između populacija u testu potomstva u Srebrenici (grafikon 18). Utvrđena je značajnost modela po obje diskriminantne funkcije (root 1 i root 2) (tabela 28.) Po navedenoj kanonijskoj osi, izdvojile su se populacije Potoci i Kneževo, a najveći doprinos varijabilnosti dala je visina sadnica u 2011. godini (H2011) (tabela 29).

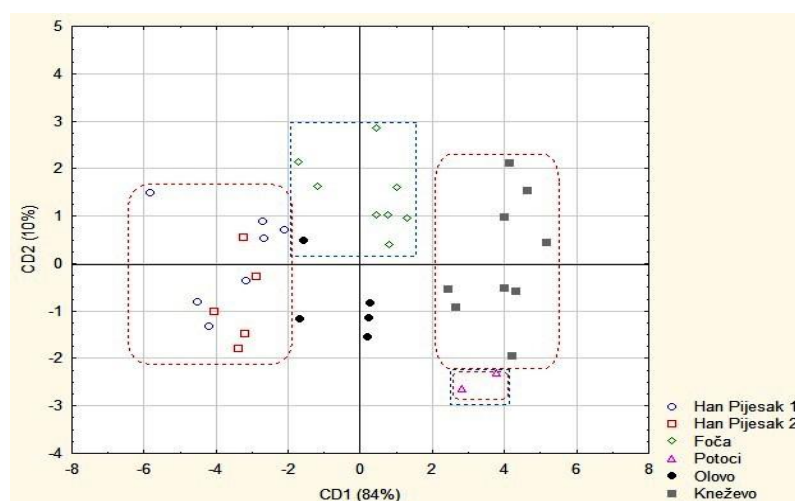
Posmatrano po drugoj kanonijskoj osi koja opisuje svega 10% varijabilnosti, jedino se populacija Potoci može jasno odvojiti od ostalih, pri čemu variranje visine sadnica tokom 2014. godine najviše doprinosi razdvajaju po navedenoj osi.

Tabela 28. χ^2 test značajnosti dobijenih kanonijskih osa za istraživane visine i prečnike korijenovog vrata sadnica u testu potomstva Drinić

Roots removed	Eigen-value	Canonial – R	Wilks' – Lambda	Chi-Sqr.	df	p-value
0	10,38073	0,955056	0,021540	111,2973	30	0,000000
1	1,20447	0,739172	0,245143	40,7715	20	0,003985
2	0,64480	0,626117	0,540408	17,8475	12	0,120401
3	0,09805	0,298828	0,888863	3,4165	6	0,755038

Tabela 29. Standardizovani koeficijenti za multivarijantnu analizu visina i prečnika korijenovog vrata sadnica u testu potomstva u Driniću, dobijenih primenom kanonijske diskriminantne analize

	Root 1	Root 2	Root 3	Root 4	Root 5
H 2016	0,95123	0,26313	-2,07425	-0,00586	-0,00736
H 2014	-1,27353	-1,45816	-0,35984	2,87932	0,34215
H 2015	0,92260	-0,13410	2,77616	-2,06832	-0,20032
H 2011	2,01048	-0,65385	0,00380	1,76520	2,01669
Dkv 2016	0,40796	0,53508	0,29791	0,75102	-0,48891
H 2012	-2,05231	0,90839	-0,96972	-2,83817	-2,12602
Eigenval	10,38073	1,20447	0,64480	0,09805	0,02457
Cum.Prop	0,84037	0,93787	0,99007	0,99801	1,00000



Grafikon 18. Distribucija linija polusrodnika unutar provenijencija na osnovu posmatranih obilježja “visina sadnica” i “prečnik korijenovog vrata” sadnica u testu potomstva u Srebrenici

5.1.1.3. Odnos visina i prečnika korijenovog vrata između testova potomstva

Ukoliko se zbirno uporede podaci za dva testa potomstva na nivou blokova, dolazi se do zaključka da je smrča u testu potomstva u Srebrenici pokazala bolje rezultate u odnosu na test potomstva u Driniću. Da bi se utvrdile razlike između testova potomstva i blokova, odnosno njihove interakcije, urađena je dvofaktorijalna analiza varijanse, pri čemu su sve utvrđene razlike statistički značajne, osim za visine tokom 2011. godine (tabela 30).

Tabela 30. Rezultati dvofaktorijalne analize varijanse za visine i prečnike korijenovog vrata na nivou blokova u testu potomstva u Srebrenici

Obilježje	Godina	Test potom. x blok			Test potom. x populacija			Test potom. x linija polusrodnika		
		df	F	p	df	F	p	df	F	p
Visina sadnica	2011	2	1,15 ^{ns}	0,3173	5	8,46***	0,0000	35	2,33***	0,0000
	2012	2	9,93***	0,0000	5	6,12***	0,0000	35	1,93***	0,0009
	2013	2	14,36***	0,0000	5	5,73***	0,0000	35	1,89**	0,0012
	2014	2	21,54***	0,0000	5	8,61***	0,0000	35	2,33***	0,0000
	2015	2	32,75***	0,0000	5	12,30***	0,0000	35	2,77***	0,0000
	2016	2	40,18***	0,0000	5	15,03***	0,0000	35	3,22***	0,0000
Prečnik k. vrata	2014	2	10,75***	0,0000	5	8,27***	0,0000	35	1,52*	0,0254
	2016	2	20,38***	0,0000	5	6,12***	0,0000	35	2,46***	0,0000

Tako su na nivou dva testa veće visine dostizale sadice u blokovima u Srebrenici. Rezultati Dankan testova za dvofaktorijalnu analizu varijanse ukazuju na postojanje četiri homogene grupe za visine u toku 2012. godine, tri homogene grupe u 2013. godini, tri homogene grupe u 2014. godini, pet homogenih grupa u 2015. godini i pet homogenih grupa u 2016. godini.

Kod prečnika korijenovog vrata za dvije godine mjerenja, 2014. i 2016. godina, utvrđeno je postojanje četiri, odnosno, tri homogene grupe. Na osnovu srednjih vrijednosti za posmatrana obilježja na nivou testova potomstva i blokova, uočava se da su sadnice smrče u testu potomstva 2 uglavnom izdvojene u posebne homogene grupe u odnosu na sadnice iz testa potomstva u Driniću. To potvrđuju prethodno navedene činjenice o boljim ekološkim uslovima u testu potomstva u Srebrenici za smrču nego što je to slučaj za test potomstva u Driniću (tabela 31). Može se reći da je test potomstva faktor koji proizvodi razlike među testiranim blokovima. U homogene grupe sa najmanjim vrijednostima posmatranih parametara uglavnom se svrstavaju blokovi 1 i 3 u testu potomstva u Driniću, dok je situacija u testu potomstva u Srebrenici obrnuta.

Tabela 31. Rezultati Dankan testa za interakciju “test potomstva x blok” za visine i prečnike korijenovog vrata u testu potomstva u Srebrenici

Test pot.	Blok	H 2012 [cm]	H. grupe			
			1	2	3	4
1	1	46,10	a			
1	3	46,21	a			
1	2	48,28	b			
2	2	52,40	c			
2	3	55,23				d
2	1	55,49				d

Test pot.	Blok	H 2013 [cm]	H. gr.		
			1	2	3
1	3	56,84	a		
1	1	57,40	a		
1	2	59,63	b		
2	2	60,29	b		
2	1	64,81			c
2	3	64,84			c

Test pot.	Blok	H 2014 [cm]	H. gr.		
			1	2	3
1	3	71,25	a		
1	1	73,99	a	b	
2	2	76,57	b		
1	2	76,83	b		
2	3	83,20			c
2	1	85,34			c

Test pot.	Blok	H 2015 [cm]	H. grupe				
			1	2	3	4	5
1	1	46,10	a				
1	3	46,21	a	b			
1	2	48,28	b		c		
2	2	52,40	c				
2	3	55,23				d	
2	1	55,49					e

Test pot.	Blok	H 2016 [cm]	H. grupe				
			1	2	3	4	5
1	3	117,29	a				
1	1	118,87	a	b			
1	2	123,39	b		c		
2	2	128,83	c				
2	3	144,64				d	
2	1	159,16					d

Test pot.	Blok	D _{KV} 2014 [mm]	H. grupe			
			1	2	3	4
1	3	19,85	a			
1	1	19,96	a			
1	2	20,88	b			
2	2	23,76	c			
2	1	24,84				d
2	3	25,46				d

Test pot.	Blok	D _{KV} 2016 [mm]	H. gr.		
			1	2	3
1	3	33,45	a		
1	1	34,81	a		
1	2	34,82	a		
2	2	38,11	b		
2	3	43,35			c
2	1	43,63			c

Rezultati Dankan testa za interakciju testova potomstva i populacija ukazuju na postojanje značajne varijabilnosti koja se ogleda u broju homogenih grupa koje su dobijene sprovođenjem testa. Utvrđeni broj homogenih grupa kreće se od pet, kod sljedećih godina: 2011, 2013, 2014. i 2015. godine, do šest za godine: 2012. i 2016.

Kada su u pitanju prečnici korijenovog vrata sadnica (tabela 32), utvrđena je manja varijabilnost u odnosu na visine sadnica, odnosno utvrđeno je postojanje četiri homogene grupe za prečnike korijenovog vrata. Neke od reakcija populacija na uslove staništa moguće je uočiti posmatranjem homogenih grupa u koje su populacije svrstane. Rezultati ukazuju i na to da je potomstvo iz populacije Potoci pokazivalo najbolje

rezultate u oba testa potomstva. Potomstvo iz populacije Kneževo pokazuje dobre rezultate u Srebrenici, ali loše u Driniću, što ukazuje na njegovu manju adaptabilnost.

Tabela 32. Rezultati Dankan testova za obilježje “visina sadnica” i “prečnik korijenovog vrata” u interakciji “test potomstva x populacija” u testu potomstva u Srebrenici

Test pot.	Populac.	H2011 [cm]	H. grupe					Test pot.	Populac.	H2012 [cm]	H. grupe									
			1	2	3	4	5				1	2	3	4	5	6				
1	H. Pijes. 2	36,45	a					1	Kneževo	45,03	a									
1	H. Pijes. 1	36,50	a					1	Foča	45,38	a									
1	Foča	36,70	a					1	H. Pijes. 1	45,58	a									
1	Kneževo	36,82	a					1	H. Pijes. 2	45,64	a									
2	Foča	37,79	a	b				1	Potoci	49,27		b								
2	H. Pijes. 1	38,22	a	b				1	Olovo	49,70		b	c							
2	Olovo	39,69		b	c			2	Foča	50,11		b	c							
1	Potoci	40,00		b	c			2	H. Pijes. 1	52,35			c	d						
1	Olovo	40,06		b	c			2	Olovo	53,87				d	e					
2	H. Pijes. 2	41,20			c			2	H. Pijes. 2	55,85					e					
2	Kneževo	43,91				d		2	Kneževo	56,32					e					
2	Potoci	46,55					e	2	Potoci	59,52						f				
Test pot.	Populac.	H 2013 [cm]	H. grupe					Test pot.	Populac.	H 2014 [cm]	H. grupe									
1	H. Pijes. 2	36,45	a					1	Kneževo	45,03	a									
1	H. Pijes. 1	36,50	a					1	Foča	45,38	a									
1	Foča	36,70	a					1	H. Pijes.1	45,58	a	b								
1	Kneževo	36,82	a					1	H. Pijes.2	45,64		b								
2	Foča	37,79	a	b				1	Potoci	49,27		b								
2	H. Pijes. 1	38,22	a	b				1	Olovo	49,70			c							
2	Olovo	39,69		b	c			2	Foča	50,11			c							
1	Potoci	40,0		b	c			2	H. Pijes.1	52,35			c	d						
1	Olovo	40,06		b	c			2	Olovo	53,87				d						
2	H. Pijes. 2	41,20			c			2	H. Pijes.2	55,85				d						
2	Kneževo	43,91				d		2	Kneževo	56,32				d						
2	Potoci	46,55					e	2	Potoci	59,52						e				
Test pot.	Populac.	H 2015 [cm]	Homog. grupe					Test pot.	Populac.	H 2016 [cm]	Homogene grupe									
1	Kneževo	86,97	a					1	Kneževo	107,61	a									
1	H. Pijes. 1	89,25	a					1	H. Pij. 1	110,10	a									
1	H. Pijes. 2	92,19	a					1	H. Pij. 2	115,19	a	b								
1	Foča	98,64		b				1	Foča	122,92		b	c							
2	Foča	102,28		b	c			1	Olovo	129,02			c	d						
2	H. Pijes. 1	103,67		b	c			1	Potoci	129,12			c	d						
1	Olovo	103,89		b	c			2	H. Pij. 1	129,56			c	d						
1	Potoci	104,02		b	c			2	Foča	132,43				d						
2	H. Pijes. 2	106,99			c			2	H. Pij. 2	137,54					e					
2	Olovo	114,56				d		2	Olovo	145,57					e					
2	Kneževo	116,88				d		2	Kneževo	156,20						f				
2	Potoci	125,01					e	2	Potoci	163,41						f				
Test pot.	Populac.	D _{KV} 2014[mm]	H. grupe				Test pot.	Populac.	D _{KV} 2016 [mm]	H. grupe										
1	Kneževo	18,85	a				1	Kneževo	31,27	a										
1	H. Pij. 2	20,19		b			1	H. Pijes.1	32,28	a										
1	Potoci	20,20		b			1	H. Pijes.2	32,62	a										
1	H. Pij. 1	20,35		b			1	Potoci	35,59		b									
1	Foča	20,67		b			1	Olovo	36,32		b									
1	Olovo	21,12		b			1	Foča	36,64		b									
2	Foča	23,68			c		2	H. Pijes.2	39,55			c								
2	H. Pij.2	24,21			c	d	2	H. Pijes.1	39,92			c								
2	H. Pij.1	24,63			c	d	2	Foča	40,83			c								
2	Kneževo	25,03				d	2	Olovo	40,86			c								
2	Olovo	25,21				d	2	Potoci	43,72				d							
2	Potoci	25,55				d	2	Kneževo	44,08				d							

Populacija Potoci se svrstava u homogene grupe sa najvećim vrijednostima posmatranih parametara u oba testa potomstva. Populacija Kneževo pokazuje dobre rezultate u testu potomstva u Srebrenici, ali znatno lošije u testu potomstva u Driniću. Uzrok boljih rezultata potomstva smrče svih populacija može se tražiti u činjenici da je test potomstva u Srebrenici na tipičnom staništu smrče, dok se to ne može tvrditi za test potomstva u Driniću (tabela 32).

Kod linija polusrodnika situacija je nešto komplikovanija za prikaz usljed obimnih tabela sa podacima o homogenim grupama. Varijabilnost značajno varira zavisno od posmatrane godine. Broj homogenih grupa kreće se od 14, koliko je utvrđeno u 2011. godini, do 23 koliko je utvrđeno u 2015. godini za obilježje “visina sadnica” (Prilog 2.2, tabela 16-22).

Slična situacija je i sa prečnicima korijenovog vrata, gdje je za 2014. godinu utvrđeno postojanje 23 homogene grupe, dok je za 2016. godinu utvrđeno postojanje 25 homogenih grupa (Prilog 2.2, tabele 22-23), što ukazuje da je najvarijabilniji istraživani parametar u interakciji “test potomstva x linija polusrodnika” prečnik korijenovog vrata u 2016. godini.

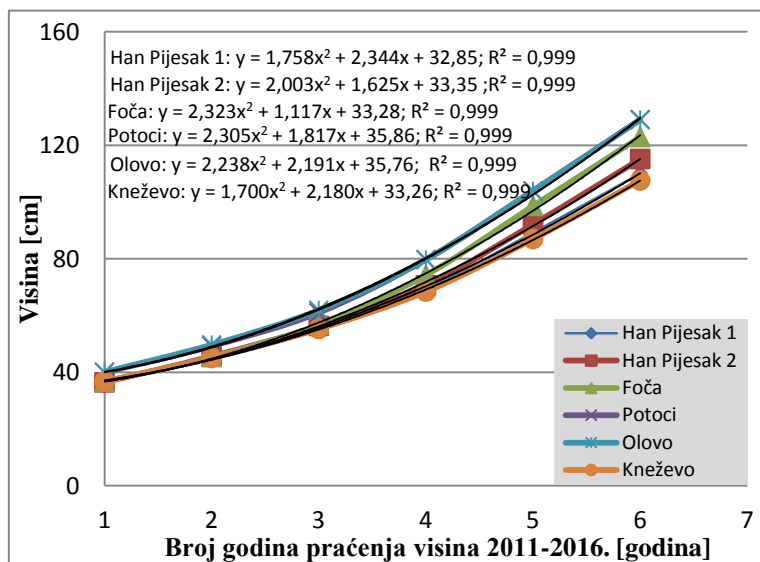
Velika površina na kojoj se smrča nalazi uslovljava i veću varijabilnost, na šta su ukazali rezultati istraživanja visina i prečnika u testovima potomstva. Pri tome se vrsta više i koristi za proizvodnju polaznog materijala (Ballian, 2000; Mataruga et al., 2012b). Testovi smrče van njenog prirodnog areala, ukazuju na njenu veću proizvodnost koja je dostignuta u komparativnim testovima sa drugim domaćim i introdukovanim četinarskim vrstama (Maunaga, 2004; Ibrahimspahić et al., 2006). Veća proizvodnost, tj. zapremina po hektaru, bazirana je na većem procentu preživjelih sadnica tokom ophodnje, dok je prosječna visina smrče značajno manja od ostalih vrsta.

Ocvirek et al. (2002) testirali su rast sadnica smrče različitih tipova sadnog materijala. Autori navode da je prosječna visina stabala u desetoj godini, podignutih od istog tipa sadnog materijala, kao i testovi potomstva u BiH (2+1 Nisula) iznosi 311 cm, dok je prečnik stabala 35 mm. Maksimalna visina sadnica u oba testa potomstva u BiH u sedmoj godini od osnivanja (2016. godina) je ispod 163,41 cm, koliko je zabilježeno za populaciju Potoci 2016. godine u testu potomstva u Srebrenici. Teško je očekivati da će populacije u testu potomstva u BiH dostići visine sadnica koje su dostignute u

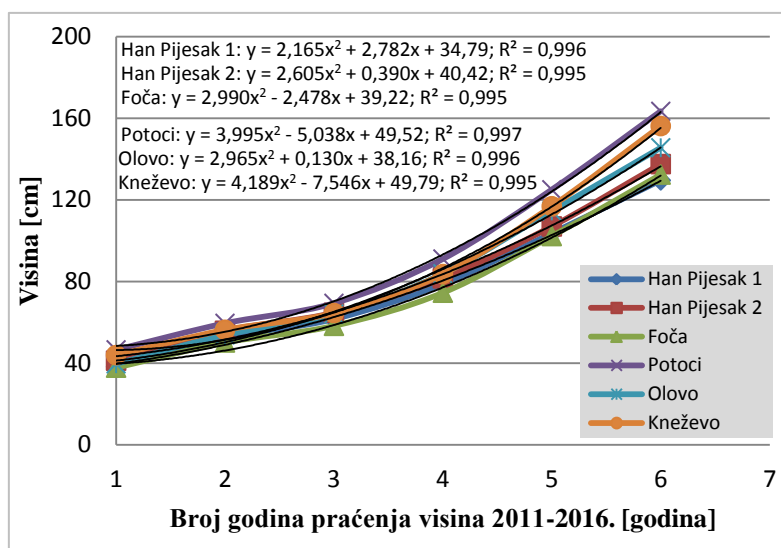
Hrvatskoj. Ipak, neke od populacija bi mogle, na osnovu funkcija rasta izvedenih na osnovu starosti i visina koje imaju kvadratne oblik (grafikoni 19 i 20), da dostignu sadnice drugih tipova sadnog materijala koji je upotrijebljen za osnivanje testova u Hrvatskoj (252 cm kontejnerske sadnice nepodrezanog korijenovog sistema i sadnice 2+0 bez upotrebe đubriva).

U odnosu na istraživanja Orlića (1979), prirast sadnica u testovima u Hrvatskoj skoro je dvostruko veći u prve četiri godine u odnosu na testove potomstva u BiH. Autor ne navodi porijeklo polaznog materijala od kojih su testovi osnivani, ali superiornost smrče u testovima u Hrvatskoj u odnosu na BiH su neupitni.

U istraživanjima u Srbiji (Šijačić-Nikolić et al., 2000), visine sadnica porijeklom iz slovenačkih populacija u 5. i 6. godini postizale su veće visine u sva tri provenijenična testa u okolini Ivanjice u tri gazdinske jedinice: Mučanj, Golija i Kovilje-Rabrovica. Najpribližnije vrijednosti u šestoj godini starosti sadnica na tri navedena lokaliteta u odnosu na vrijednosti za 2011. godinu u testovima u BiH (starost sadnica 6 godina u testovima potomstva), jesu za test potomstva u Srebrenici, gdje je utvrđena prosječna visina od 41,38 cm, i test u GJ Golija, gdje je prosječna visina bila 43,02 cm.



Grafikon 19. Funkcije rasta sadnica u testu potomstva u Driniću



Grafikon 20. Funkcije rasta sadnica u testu potomstva u Srebrenici

Najviše sadnice u testu potomstva u Srebrenici, tj. sadnice iz populacije Potoci, u prosjeku su više od ostalih provenijencija koje su testirane u GJ Golija, izuzev provenijencija Čemerno i Zlatar. U provenijeničnom testu u GJ Mučanj, jedino je populacija Potoci u testu potomstva u Srebrenici pokazala približno iste rezultate kao i provenijencije Radočelo i Mašun, i nešto bolje rezultate od provenijencije Kopaonik. Sve ostale populacije bile su ispod rezultata visina svih provenijencija testiranih u GJ Mučanj. Populacija Potoci je postizala iste ili bolje rezultate od provenijencija Mašun, Jelovica, Radočelo i Kopaonik u provenijeničnom testu na lokalitetu Kovilje-Rabrovića.

Pojedine linije polusrodnika iz populacije Kneževo, kao što su K7, K9 i K11 u testu potomstva u Srebrenici, postižu iste ili bolje rezultate od prosjeka za populacije u provenijeničnom testu u GJ Golija i približno iste rezultatima u GJ Kovilje-Rabrovića, uz izuzetak provenijencija Menina i Čemerno koje postižu nadprosječne rezultate u navedenom provenijeničnom testu. U testu potomstva u Driniću, većina linija polusrodnika iz populacije Olovo i Potoci, kao i linija polusrodnika K11, dostižu visine približne visinama provenijencija u provenijeničnom testu na Goliji, sa izuzetkom provenijencija Zlatar i Golija.

Jedino linija polusrodnika K1 iz testa potomstva u Driniću postiže rezultate približne najnižim provenijencijama (Radočelo i Kopaonik) provenijeničnom testu na lokalitetu Kovilje-Rabrovica.

Uzrok može biti tip sadnog materijala gdje je za navedene ogledne korišten sadni materijal starosti četiri godine, dok je za testove u BiH sadni materijal bio starosti tri godine, ali sa jednom godinom provedenom u Nisula rolni, što u nekim testovima i nije pokazalo kao prednost (Ocvirek, 2002). Dok kontejnerske sadnice pokazuju potpunu superiornost u nekim testovima (Jurásek et al. 2009), u drugim je situacija obrnuta - u korist sadnica golog korijenovog sistema (Hytönen i Jylhä, 2008). Takođe, sadnice u oba testa potomstva su postizale znatno veće visine i prečnike korijenovog vrata pri istoj starosti, u odnosu na sadnice u testovima koje su u montanom regionu Češke testirali Jurásek et al. (2009).

Prema istraživanjima Gračana (1987), sadnice u provenijeničnim testovima sa 38 različitih provenijencija pokazala su da je slovenačka provenijencija Poljane, sa visinom od 52,44 cm bila na devetom mjestu u sedmoj godini. U poređenju sa rezultatima u testu potomstva u Driniću, gdje je utvrđen raspon visina od 45,38 - 49,70 cm, prosječno 46,90 cm, može se tvrditi da je smrča u testu potomstva niža od prosjeka koji navodi Gračan (1987), te da bi se mogla porediti sa najnižim evropskim provenijencijama. Rezultati visina populacija za test potomstva u Srebrenici pokazali su bolje rezultate, te su nadmašili prosjek jugoslovenskih provenijencija u sedmoj godini istraživanja, sa rasponom visina od 50,11 do 59,52 cm. Posmatrajući komparirane podatke, možemo tvrditi da je potencijal staništa u testu potomstva u Srebrenici došao do punog izražaja, što je potkrijepljeno činjenicom da su sve populacije, izuzev populacije Foča, bile više od najbolje prosječne jugoslovenske provenijencije.

U poređenju sa istraživanjima Kļavina et al (2015) koji su utvrdili visine i prečnik korijenovog vrata pet populacija smrče iz Litvanije u šestoj godini rasta kod kojih je dodata mikoriza, sadnice iz testova potomstva u Driniću i Srebrenici u šestoj godini rasta postizale su skoro dvostruko manje visine. Najsporije su rasle sadnice iz zapadne litvanske populacije koja je dostigla visinu od 66,8 cm što je za 1,5 puta veće od visina koje je u testu potomstva Drinić dostigla populacija Olovo (40,06 cm) i u testu potomstva Srebrenica populacija Potoci (46,55 cm). Stoga, vođeni litvanskim

iskustvom, u budućnosti treba razmišljati o aplikaciji mikoriznih gljiva u proizvodnji reproduktivnog materijala smrče.

U odnosu na istraživanja Cvjetkovića et al. (2016b), raspored populacija po visinama i prečnicima korijenovog vrata u testu potomstva u Srebrenici uglavnom su isti, pri čemu je populacija Potoci dominantna po visinama i prečniku korijenovog vrata dok je populacija Foča pokazivala najslabije rezultate. Slična situacija je i sa testom potomstva u Driniću, pri čemu su dobijeni rezultati po populacijama ovim istraživanjem veći u odnosu na rezultate koje navode Cvjetković et al. (2016b).

5.1.2. Varijabilnost prirasta sadnica

Visinski prirast sadnica jedan je od najbitnijih parametara u prvim godinama novih zasada smrče. Cilj je da sadnice što brže dostignu visinu u kojoj više neće biti izložene uticaju konkurentske vegetacije.

U testovima potomstva u Hrvatskoj, Orlić (1979) navodi prosječne visinske priraste u: sedmoj, osmoj, devetoj, desetoj i jedanaestoj godini nakon presadnje. Utvrđene su značajne razlike zavisno od godine u kojima je prirast bio evidentiran. Takođe je utvrđeno da je prirast opadao poslije presadnje, za neka staništa jednu godinu, a za neka i do dvije godine nakon presadnje.

Jurásek et al. (2009) testirali su u montanim uslovima Češke smrču proizvedenu klasičnim putem i u kontejnerima u period 1995-2004. godine. Prirasti sadnica tipa 2+0 testirani su na nadmorskim visinama preko 1000 m. Rezultati su bili skromni i kretali su se 3,7, odnosno 4,1 cm 1995. godine (pet godina stare sadnice), do 14,4, odnosno 21,7 cm u 2014. godini.

Kowalczyk et al. (2009) su istraživanjima visinskog prirasta u testu u Poljskoj dobili rezultat visinskog prirasta u periodu od 5. do 10. godine života sadnica na otvorenom. Prirast je u petogodišnjem prosjeku iznosio od 240 cm. Hökkä i Mäkelä (2014) testirali su smrču u otvorima pru sječi ("gaps") na području sjeverne Finske, te su utvrdili prosječan godišnji visinski prirast od 7,1 cm.

Dinamika visinskog prirasta u prvim godinama nakon presadnje predstavlja jedan od pokazatelja adaptibilnosti sadnica nakon presadnje (Repáč et al., 2011) koja može da varira na dnevnom nivou (Worrall, 1972). Istovremeno, rezultate rasta sadnica

dobijene u juvenilnom stadijumu razvića sadnica smrče treba uzimati sa dozom rezerve, jer je dinamika rasta i razvića promjenljiva i osjetljiva na uticaje sredine (Šijačić-Nikolić et al., 2000). Takav je slučaj i sa rezultatima koji su dobijeni u testovima potomstva u Driniću i Srebrenici za prirast visina sadnica i prirast prečnika korijenovog vrata.

5.1.2.1. Visinski prirast u testu potomstva u Driniću

Za razliku od variranja prosječnih visina sadnica na nivou blokova u testu potomstva u Driniću, varijabilnost visinskih prirasta daleko je veća. Najveće vrijednosti prosječnog visinskog prirasta utvrđene su u drugom bloku za sve godine mjerenja, osim u 2015. godini kada je najveći visinski prirast zabilježen u trećem bloku. Najveći prosječni visinski prirasti na nivou blokova iznosili su: 8,47 cm u 2010. godini (Mataruga et al., 2010a), 10,06 cm u 2012. godini, 11,35 cm u 2013. godini, 17,20 cm u 2014. godini, 22,90 cm u 2015. godini i 23,99 cm u 2016. godini. Minimalne prosječne vrijednosti visinskih prirasta bile su niže za 1, odnosno 3 cm zavisno od godine (tabela 33).

Dvogodišnji prečnik korijenovog vrata se kreće u intervalu od 7,71 do 10,06 mm, prosječno 8,99 mm. Posmatrano na nivou godine, dijeljenjem prirasta sa brojem godina (sa dvije godine), utvrđen je prosječni godišnji prirast prečnika korijenovog vrata u iznosu od 4,49 mm.

Koeficijenti varijacije, za razliku podataka dobijenih za visine sadnica i prečnike korijenovog vrata, dostižu mnogo veće vrijednosti u odnosu na naprijed navedene varijable. Tako je u 2010. godini zabilježen prosječan koeficijent varijacije na nivou blokova od 35,60%, 2013. godine, 50,62%, 2014. godine 59,19%, 2015. godine 50,86% dok je u poslednjoj godini, 2016. koeficijent varijacije iznosio 52,24%. Za prečnik korijenovog vrata utvrđen je koeficijent varijacije od 50,60% (tabela 33).

Visoke vrijednosti navedenih parametara karakteristične su za mlade zasade, što je utvrđeno i u provenijeničnim testovima u Srbiji, gdje su visoke vrijednosti bilježene u testovima potomstva u GJ: Mučanj, Golija i Kovilje-Rabrovica (Šijačić-Nikolić et al., 2000). Najveći iznos koeficijenta varijacije najčešće je bilježen u prvom bloku. Koeficijenti varijacije za priraste visina sadnica kretali su se u intervalu 40,67%-40,66%, u prosjeku od 35,60% tokom 2010. godine, 46,10%-51,01%, u prosjeku

50,62% tokom 2012. godine, 41,81%-44,91%, prosječno 46,50% tokom 2013. godine, 57,58%-60,86%, prosječno 59,19% tokom 2014. godine, zatim 45,10%-55,92%, prosječno 50,86% tokom 2015. godine i 47,22%-56,42%, prosječno 52,24% u 2016. godini. Za prirast prečnika korijenovog vrata, koeficijent varijacije se kretao u intervalu od 46,01 % do 51,01%, prosječno 50,60% (tabela 33).

Tabela 33. Visinski i debljinski prirast sadnica na nivou blokova u testu potomstva u Driniću

Blok	N	I _H 2010 [mm] ¹	Min. [mm]	Maks. [mm]	Cv [%]	I _H 2012 [mm]	Min. [mm]	Maks. [mm]	Cv [%]
1	539	8,10 ^a	1,0	21,0	30,67	7,71 ^a	2,0	35,0	51,01
2	408	8,47 ^b	1,0	22,0	35,35	10,06 ^b	2,0	43,0	49,45
3	434	7,04 ^c	1,0	16,5	40,66	9,45 ^c	2,0	36,0	46,10
Ukupno/prosječno	1381	7,95	1,0	22,0	35,60	8,99	2,0	43,0	50,62
ANOVA		F = 38.514***, p=0,000				F = 38.514***, p=0,000			
Blok	N	I _H 2013 [mm]	Min. [mm]	Maks. [mm]	Cv [%]	I _H 2014 [mm]	Min. [mm]	Maks. [mm]	Cv [%]
1	537	11,30	2,0	38,0	44,91	16,59 ^a	2,0	52,0	57,58
2	487	11,35	1,0	37,0	42,83	17,20 ^a	2,0	58,0	58,67
3	361	10,63	2,0	33,0	41,81	14,41 ^b	2,0	67,0	60,86
Ukupno/prosječno	1385	11,14	1,0	38,0	43,50	16,24	2,0	67,0	59,19
ANOVA		F=2.744^{ns}, p=0,0646				F=9.455***, p=0,0000			
Blok	N	I _H 2015 [mm]	Min. [mm]	Maks. [mm]	Cv [%]	I _H 2016 [mm]	Min. [mm]	Maks. [mm]	Cv [%]
1	537	21,93	3,0	73,0	55,92	22,95	4,0	110,0	56,42
2	487	22,57	3,0	65,0	49,44	23,99	4,0	69,0	51,11
3	361	22,90	4,0	52,0	45,10	23,14	6,0	63,0	47,22
Ukupno/prosječno	1385	22,41	3,0	73,0	50,86	23,37	4,0	110,0	52,24
ANOVA		F=0.854^{ns}, p=0,4258				F=1.002^{ns}, p=0,3673			
Blok	N	I _D 2014-2016 [mm]	Min. [mm]	Maks. [mm]	Cv [%]	I _D ² [mm]	Min. [mm]	Maks. [mm]	Cv [%]
1	537	7,71 ^a	2,0	35,0	51,01	3,85	1,00	17,50	51,01
2	487	10,06 ^c	2,0	43,0	49,45	5,03	1,00	21,50	49,45
3	361	9,45 ^b	2,0	36,0	46,01	4,73	1,00	18,00	46,01
Ukupno/prosječno	1385	8,99	2,0	43,0	50,60	4,49	1,00	21,50	50,60
ANOVA		F=38.587***, p=0,0000				F=38.587***, p=0,0000			

Visinski prirast sadnica u testu potomstva u Driniću u prve četiri godine za koje je izračunat, pokazao je varijabilnost u smislu da je svake godine druga populacija dostizala najveće vrijednosti visinskog prirasta. Tako je 2010. godine to bila populacija Han Pijesak 1 sa prosječnim visinskim prirastom od 8,29 cm, 2012. godine populacija Olovo sa visinskim prirastom od 9,64 cm, 2013. godine populacija Olovo opet dominira sa prirastom od 12,20 cm dok 2014. godine najbolji prirast je zabilježen kod populacije Potoci i iznosio je 18,72 cm. U 2015. godini, najveći visinski prirasta u iznosu od 24,38

¹Podaci o visinskom prirastu sadnica na nivou blokova tokom 2010. godine preuzeti su iz rada Mataruge et al. (2010) na 2654 sadnica.

²Godišnji prirast prečnika korijenovog vrata je dobijen dijeljenjem dvogodišnjeg prirasta sa brojem godina.

cm postiže populacija Foča, dok u 2016. godini populacija Olovo ponovo je populacija sa najvećim visinskim prirastom od 25,13 cm. Populacije Olovo, Potoci i Foča pokazuju najbolje rezultate u uslovima testa potomstva u Driniću i najčešće se nalaze u istim homogenim grupama dobijenim kao rezultat post hoc Dankan testa. Najlošije rezultate za skoro sve godine praćenja bilježi populacija Kneževo (tabela 34).

Kada su u pitanju koeficijenti varijacije, najveći koeficijenti varijacije utvrđeni su kod populacija: Foča u 2010. godine u iznosu od 40,12%, Olovo tokom 2012. godine u iznosu od 55,88% kao i za dvogodišnji prirast prečnika korijenovog vrata u iznosu od 61,26%. Populacija Potoci bilježila je najveći koeficijent varijacije u 2013. godini sa vrijednošću od 45,97%, dok je populacija Kneževo bilježila najveće vrijednosti koeficijenta varijacije za 2014. i 2015. godinu u iznosu od 65,42% i 53,09% (tabela 34). U 2016. godini, najveći koeficijent varijacije utvrđen je kod populacije Han Pijesak 1 i iznosio je 56,17%

Najmanje vrijednosti koeficijenta varijacije visinskih prirasta tokom godina praćenja utvrđene su za populaciju Foča i to za sljedeće godine: 2012. i 2015. godinu kao i prirast prečnika korijenovog vrata, 2014-2016. godine za populaciju Han Pijesak 2. U 2010. godini, najmanji koeficijent varijacije utvrđen je kod populacije Han Pijesak 1, 2013. godine kod populacije Olovo, a 2016. godine za populaciju Han Pijesak 2 (tabela 34).

Ukoliko uporedimo koeficijente odgovarajućih godina za testove potomstva u BiH i provenijencijskih testova u Srbiji, dolazimo do zaključka da su koeficijenti varijacije manji nego u testovima potomstva u Srbiji. Razlog može biti i veći broj testiranih provenijencija u Srbiji, kao i različit broj sadnica po jednoj provenijenciji.

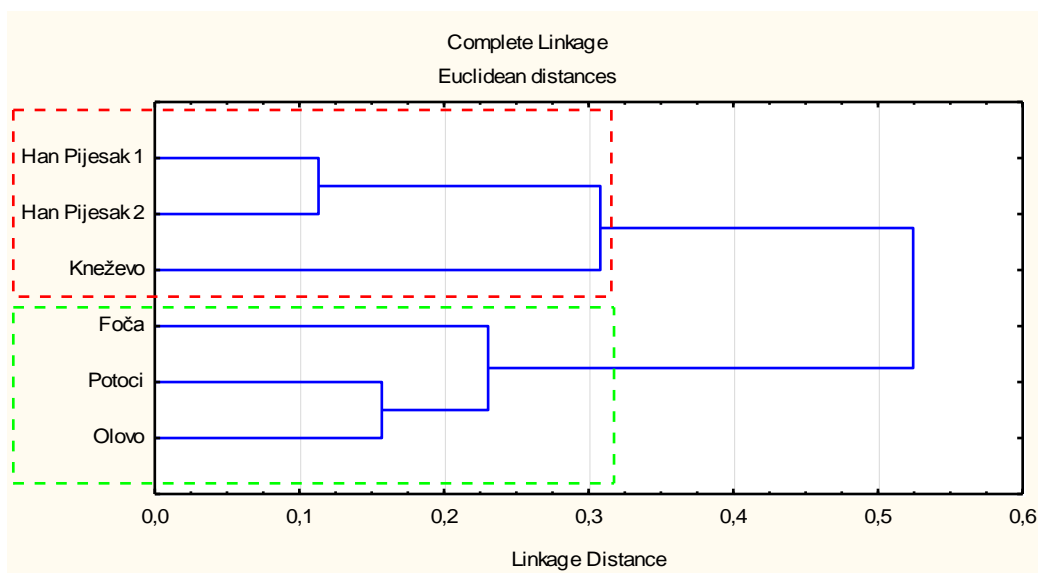
Rezultati analize varijanse ukazuju na postojanje statistički značajnih razlika za sve godine praćenja visinskog prirasta za $p \leq 0,05$. Rezultati Dankan testa ukazuju na postojanje dvije do tri homogene grupe, zavisno od godine. Tako je za 2010, 2014. i 2016. godinu utvrđeno postojanje dvije homogene grupe, kao i prirast prečnika korijenovog vrata, dok je za ostale godine utvrđeno postojanje tri homogene grupe (tabela 34).

Tabela 34. Visinski prirasti sadnica na nivou populacija u testu potomstva u Driniću

Populacija	N	I 2010 ³ [cm]	Min.	Maks.	Cv [%]	I _H 2012 [cm]	Min.	Maks.	Cv [%]
H.Pijesak 1	187	8,29 ^a	2,0	15,0	29,69	9,08 ^{a,b,c}	2,0	27,0	46,83
H. Pijesak 2	139	7,94 ^a	2,0	17,5	33,59	9,19 ^{b,c}	2,0	30,0	50,18
Foča	304	7,46 ^b	1,0	16,0	40,12	8,68 ^{a,b}	3,0	35,0	44,92
Potoci	268	7,88 ^a	1,0	21,0	34,34	9,26 ^{b,c}	2,0	30,0	53,04
Olovo	247	8,06 ^a	1,0	22,0	37,83	9,64 ^c	2,0	43,0	55,88
Kneževo	240	8,23 ^a	1,0	19,0	33,31	8,21 ^a	2,0	24,0	48,91
Ukupno/ prosječno	1385	7,95	1,0	22,0	35,60	8,99	2,0	43,0	50,62
ANOVA		F=5,35***, p=0,0001				F=2,973*, p=0,0112			
Populacija	N	I _H 2013 [cm]	Min.	Maks.	Cv [%]	I _H 2014 [cm]	Min.	Maks.	Cv [%]
H.Pijesak 1	187	9,96 ^a	2,0	37,0	44,76	13,83 ^a	2,0	51,0	60,16
H.Pijesak 2	139	10,71 ^a	3,0	31,0	44,05	14,35 ^a	3,0	45,0	60,60
Foča	304	11,35 ^c	2,0	37,0	42,14	17,54 ^a	3,0	52,0	53,08
Potoci	268	11,77 ^{b,c}	1,0	38,0	45,97	18,72 ^b	2,0	67,0	56,56
Olovo	247	12,20 ^b	3,0	34,0	40,04	17,81 ^b	2,0	58,0	55,45
Kneževo	240	10,25 ^a	2,0	24,0	41,16	13,16 ^b	2,0	44,0	65,42
Ukupno/ prosječno	1385	11,14	1,0	38,0	43,50	16,24	2,0	67,0	59,19
ANOVA		F= 7,588***, p=0,0000				F=15,068***, p=0,0000			
Populacija	N	I _H 2015 [cm]	Min.	Maks.	Cv [%]	I _H 2016 [cm]	Min.	Maks.	Cv [%]
H.Pijesak 1	187	19,87 ^a	3,0	50,0	50,92	20,84 ^a	4,0	68,0	56,17
H.Pijesak 2	139	21,49 ^a	4,0	49,0	48,58	23,00 ^{a,b}	5,0	66,0	43,94
Foča	304	24,38 ^c	3,0	73,0	47,18	24,28 ^b	4,0	110,0	51,55
Potoci	268	24,26 ^{b,c}	5,0	68,0	50,50	25,09 ^b	5,0	83,0	49,86
Olovo	247	24,18 ^b	4,0	59,0	49,02	25,13 ^b	4,0	64,0	53,80
Kneževo	240	18,52 ^a	3,0	46,0	53,09	20,65 ^a	4,0	59,0	52,05
Ukupno/ prosječno	1385	22,41	3,0	73,0	50,86	23,37	4,0	110,0	52,24
ANOVA		F=12,553***, p=0,0000				F=6,581***, p=0,0000			
Populacija	N	I _{KV} 2014- 2016 [mm]	Min.	Maks.	Cv [%]	¹ / ₂ I _{KV} 2014- 2016 [mm]	Min.	Maks.	Cv [%]
H.Pijesak 1	187	11,95 ^a	1,00	57,00	58,72	5,98	0,50	28,50	58,72
H.Pijesak 2	139	12,47 ^a	0,00	31,00	49,47	6,23	0,00	15,50	49,47
Foča	304	15,97 ^b	1,00	76,00	55,91	7,98	0,50	38,00	55,91
Potoci	268	15,40 ^b	1,00	69,00	59,34	7,70	0,50	34,50	59,34
Olovo	247	15,23 ^b	0,00	71,00	61,26	7,62	0,00	35,50	61,26
Kneževo	240	12,45 ^a	0,00	49,00	55,93	6,22	0,00	24,50	55,93
Ukupno/ prosječno	1385	14,22	0,00	76,00	59,03	7,11	0,00	38,00	59,03
ANOVA		F=10,876***, p=0,0000				F=10,876***, p=0,0000			

³ Podaci o visinskom prirastu sadnica na nivou blokova tokom 2010. godine preuzeti su iz rada Mataruge i sar. (2010) na 2654 sadnica.

Ukoliko posmatramo udaljenosti populacija primjenom klaster analize, možemo izdvojiti dva klastera prema prirastima sadnica na nivou populacija. U prvom klasteru se nalaze populacije Han Pijesak 1, Han Pijesak 2 i Kneževo, dok se u drugom klasteru nalaze populacije Foča, Potoci i Olovo. Najbliže populacije po navedenim osobinama jesu Han Pijesak 1 i Han Pijesak 2, odnosno populacije koje su i geografski najbliže jedna drugoj. U drugom klasteru se nalaze populacije koje su međusobno geografski značajno udaljene, ali pokazuju slične rezultate u pogledu prirasta sadnica u testu potomstva u Driniću (grafikon 21). Moglo se očekivati da populacija Olovo, kao geografski bliska populacijama Han Pijesak 1 i Han Pijesak 2, bude u istom klasteru, ali je ona ipak izdvojena i čini klaster sa drugim, geografski udaljenim populacijama.



Grafikon 21. Klaster analiza visinskih prirasta i prirasta prečnika korijenovog vrata za period 2014-2016. god. u testu potomstva u Driniću na nivou populacija

Prirasti na nivou linija polusrodnika tokom 2010. godine pokazuju maksimalnu razliku od 1,8 cm i to između linije polusrodnika F6 sa 6,40 cm visinskog prirasta i linije polusrodnika HP1/7 sa 4,60 cm visinskog prirasta, dok je prosječna vrijednost 5,58 cm. Tokom 2012. godine, najveći prirast utvrđen je za liniju polusrodnika HP2/3 i iznosi 10,86 cm, dok je najmanji prirast utvrđen za populaciju HP1/4 i iznosi 7,42 cm, a prosječni visinski prirast iznosi 8,99 cm. Pored linije polusrodnika HP2/3, najveću visinu dostiže linija polusrodnika koja je u prethodnom mjerenju 2010. godine imala najmanji prirast – HP1/7 sa visinskim prirastom od 10,69 cm. Linija polusrodnika

HP2/1 i u 2013. godini postiže najveći visinski prirast od 13,82 cm, dok je najmanji visinski prirast zabilježen kod linije polusrodnika HP1/5 u iznosu od 8 cm. Prosječna vrijednost visinskog prirasta za 2013. godinu iznosila je 11,14 cm (tabela 35).

U 2014. godini, linija polusrodnika F10 ima najveći utvrđeni prirast u iznosu od 22 cm, dok je najmanji kod linije polusrodnika HP2/1 u iznosu od 9,53 cm, a prosječna vrijednost iznosila je 16,24 cm. Tokom 2015. godine, najveći visinski prirast utvrđen je za liniju polusrodnika F5 i iznosi 26,73 cm, a skoro identičan prirast postigla je i linija polusrodnika O3 sa prirastom od 26,70 cm, dok je najmanji kod linije polusrodnika K1 - 14,52 cm. Prosječni visinski prirast iznosio je 22,41 cm.

U 2016. godini, linija polusrodnika F10 ponovo je bila linija polusrodnika sa najvećim visinskim prirastom od 27,46 cm, a najslabiji prirast je kod linije polusrodnika K1 – 15,96 cm, dok je prosječan visinski prirast 23,37 cm (tabela 35).

Najveći prirast prečnika korijenovog vrata zabilježen je kod linije polusrodnika F7 i iznosi 17,78 mm, dok je najmanji prirast prečnika korijenovog vrata utvrđen kod linije polusrodnika K2 i iznosi 8,57 mm. Priraste preko 17 mm bilježi još jedino linija polusrodnika F10, sa prirastom od 17,34 mm. Prosječan dvogodišnji prirast korijenovog vrata iznosi 14,22 mm. Prirast prečnika koji je prosječno veći od 1,4 cm poklapa se sa prvom fazom kulminacije prirasta, pri čemu u jednodobnim šumama, kao i u zasadima, prvo kulminira debljinski prirast (Maunaga, 2012).

Rezultati ukazuju na velike razlike visinskog i debljinskog prirasta po linijama polusrodnika unutar populacija. U 2012. godini, obje linije polusrodnika populacija Potoci su iznad prosjeka za visinski prirast sadnica, a sličan slučaj je i sa linijama polusrodnika populacije Olovo gdje je jedino linija polusrodnika O3 ispod prosjeka. U 2013. godini, do izražaja dolazi superiornost jedne populacije, populacije Olovo, čije sve linije polusrodnika imaju veći visinski prirast u odnosu na prosječan prirast svih linija polusrodnika, kao i populacija Potoci. Situacija je suprotna sa linijama polusrodnika populacije Kneževo. Sličan trend se nastavlja i tokom narednih godina u pogledu visinskih prirasta.

Koeficijent varijacije za visinske priraste sadnica na nivou linija polusrodnika varirao je u 2010. godini od 36,68% (HP1/3) do 62,46 (HP2/4), u 2012. godini od 36,63% (F7) do 67,06% (HP2/3), u 2013. godini od 27,17% (HP1/7) do 53,57% (F10),

u 2014. godini od 42,72% (F2) do 71,90% (K3), u 2015. godini od 38,63% (F9) do 70,02% (HP1/3) i 2016. godine od 35,57% (HP2/4) do 69,21% (HP1/5) (tabela 35).

Tabela 35. Prirasti sadnica na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću

Linija polusr.	N	I _h 2010 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	I _h 2012 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	I _h 2013 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
HP1/1	26	6,03	1,0	14,0	43,17	8,88	2,0	16,0	40,31	9,19	4,0	19,0	40,47
HP1/3	28	5,71	1,0	12,0	36,68	8,96	2,0	18,0	53,76	9,21	3,0	25,0	51,61
HP1/4	24	5,84	0,50	14,0	50,91	7,42	2,0	14,0	42,99	8,46	2,0	18,0	40,65
HP1/5	20	4,84	1,0	9,50	44,03	8,30	3,0	23,0	54,04	8,00	2,0	13,0	37,83
HP1/6	30	5,99	0,50	11,50	45,17	8,53	4,0	15,0	37,66	11,13	3,0	21,0	32,41
HP1/7	26	4,60	1,0	8,50	45,59	10,69	3,0	27,0	51,82	11,92	5,0	37,0	53,57
HP1/9	33	5,54	1,0	12,0	41,21	10,24	3,0	25,0	39,81	10,88	4,0	20,0	38,71
HP2/1	15	6,14	0,50	12,0	46,65	7,67	2,0	14,0	47,46	9,07	3,0	13,0	27,17
HP2/3	22	5,61	1,0	11,50	43,98	10,86	2,0	30,0	67,06	13,82	5,0	31,0	47,98
HP2/4	37	5,18	0,50	14,0	62,46	9,57	3,0	25,0	47,99	10,57	3,0	27,0	45,90
HP2/8	38	5,36	1,0	12,0	51,63	8,45	3,0	16,0	40,33	10,05	3,0	19,0	39,38
HP2/10	27	4,72	1,0	10,0	54,13	9,19	4,0	19,0	38,32	10,22	4,0	18,0	36,44
F1	36	5,79	1,0	10,0	35,78	8,36	3,0	17,0	44,58	9,92	2,0	17,0	34,46
F2	37	5,19	1,0	12,50	41,80	9,76	3,0	19,0	41,45	12,35	7,0	27,0	36,37
F3	40	5,71	1,0	11,0	38,62	8,50	3,0	24,0	41,87	10,38	5,0	17,0	32,50
F5	41	6,17	1,0	12,0	43,89	8,39	3,0	17,0	40,50	12,05	4,0	22,0	35,60
F6	28	6,40	1,0	12,0	40,07	7,75	3,0	16,0	46,41	9,61	4,0	20,0	41,48
F7	45	5,09	1,0	9,0	39,12	7,80	3,0	14,0	36,63	10,93	2,0	21,0	43,14
F9	42	5,42	1,0	11,0	36,89	9,07	3,0	19,0	39,59	12,21	3,0	28,0	44,64
F10	35	5,43	1,0	15,0	42,51	9,83	3,0	35,0	59,86	12,91	5,0	37,0	53,23
P8	149	5,40	1,0	13,0	42,87	9,27	2,0	26,0	51,72	11,75	2,0	38,0	44,50
P9	119	5,63	0,50	13,0	40,45	9,26	2,0	30,0	54,87	11,79	1,0	33,0	47,92
O1	39	6,10	1,0	11,0	38,05	9,00	3,0	22,0	46,24	12,23	5,0	34,0	45,85
O2	53	5,75	0,50	13,0	40,39	9,32	2,0	36,0	58,87	11,94	5,0	23,0	37,60
O3	37	6,20	0,50	15,0	43,99	8,73	2,0	27,0	62,26	11,70	4,0	21,0	39,36
O9	63	5,93	1,0	11,0	42,65	10,25	2,0	31,0	49,17	12,22	3,0	30,0	40,34
O10	55	4,97	1,0	11,0	43,72	10,31	3,0	43,0	61,54	12,75	5,0	24,0	38,92
K1	25	5,40	1,0	14,0	50,88	8,28	2,0	22,0	56,60	9,36	4,0	18,0	40,55
K2	23	5,17	1,0	10,0	46,04	8,09	2,0	14,0	43,47	10,30	4,0	16,0	32,90
K3	32	5,33	0,50	12,0	45,81	8,59	3,0	21,0	41,26	10,59	3,0	22,0	44,01
K5	22	5,19	0,50	10,50	41,33	9,00	3,0	23,0	52,23	10,14	3,0	18,0	41,89
K6	27	5,64	1,0	13,50	45,36	7,96	2,0	18,0	51,72	9,48	3,0	18,0	37,04
K7	34	4,80	1,0	11,0	47,22	8,00	2,0	20,0	53,74	10,82	4,0	24,0	48,97
K9	21	5,91	1,0	12,50	44,39	7,52	3,0	17,0	49,13	10,05	3,0	19,0	47,78
K10	22	6,09	0,50	12,0	42,90	8,36	3,0	24,0	58,99	10,64	5,0	21,0	31,32
K11	34	5,78	0,50	12,0	49,84	8,12	3,0	15,0	39,28	10,56	2,0	22,0	40,60
Ukupno/prosječno	1385	5,58	0,50	15,0	43,92	8,99	2,0	43,0	50,62	11,14	1,0	38,0	43,50
ANOVA		F=1,19**, p=0,0010				F=1,286 ^{ns} , p= 0,1234				F=2,453***, p=0,0000			

Tabela 35. Prirasti sadnica na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću /nastavak/

Linija polusr.	N	I _h 2014 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	I _h 2015 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	I _h 2016 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
HP1/1	26	10,04	3,0	23,0	48,02	19,81	8,0	38,0	45,18	18,04	4,0	55,0	61,74
HP1/3	28	12,71	2,0	34,0	69,09	16,86	3,0	36,0	70,02	16,75	4,0	34,0	51,06
HP1/4	24	13,75	4,0	28,0	49,99	18,42	6,0	36,0	42,33	19,79	5,0	47,0	56,46
HP1/5	20	12,20	3,0	25,0	60,79	18,30	5,0	40,0	57,31	17,75	6,0	51,0	69,21
HP1/6	30	14,20	5,0	32,0	46,29	20,40	5,0	40,0	46,57	20,57	7,0	44,0	53,04
HP1/7	26	18,35	2,0	51,0	63,15	21,77	9,0	50,0	44,05	26,04	13,0	68,0	46,18
HP1/9	33	14,94	3,0	38,0	58,45	22,52	5,0	42,0	50,82	25,33	4,0	52,0	51,07
HP2/1	15	9,53	4,0	25,0	52,28	18,87	4,0	37,0	49,39	22,13	5,0	37,0	41,65
HP2/3	22	15,68	4,0	37,0	65,16	18,86	4,0	49,0	66,48	20,77	6,0	47,0	49,74
HP2/4	37	14,92	5,0	33,0	44,56	22,95	6,0	42,0	39,07	22,59	12,0	41,0	35,57
HP2/8	38	14,58	3,0	45,0	66,05	21,82	6,0	49,0	50,31	24,47	7,0	66,0	49,11
HP2/10	27	14,81	5,0	45,0	65,66	22,63	4,0	45,0	45,81	23,78	5,0	45,0	43,37
F1	36	14,61	3,0	42,0	63,07	22,72	5,0	42,0	43,42	22,50	4,0	75,0	57,16
F2	37	19,19	4,0	42,0	42,72	26,24	8,0	54,0	39,45	25,24	8,0	69,0	44,38
F3	40	16,65	4,0	44,0	51,26	23,42	4,0	63,0	54,72	23,78	8,0	46,0	38,88
F5	41	19,32	3,0	45,0	53,75	26,73	6,0	47,0	42,34	26,76	4,0	59,0	48,75
F6	28	13,89	4,0	31,0	55,84	19,11	5,0	50,0	54,79	21,50	5,0	110,0	88,49
F7	45	16,87	4,0	33,0	49,94	25,58	3,0	73,0	56,59	22,82	5,0	49,0	47,79
F9	42	17,14	6,0	43,0	53,38	23,79	9,0	54,0	38,63	23,81	5,0	78,0	51,74
F10	35	22,00	6,0	52,0	48,49	25,80	5,0	51,0	43,16	27,46	7,0	52,0	42,87
P8	149	18,26	2,0	46,0	54,66	24,14	5,0	62,0	50,78	24,95	5,0	54,0	45,00
P9	119	19,30	2,0	67,0	58,64	24,42	5,0	68,0	50,36	25,27	6,0	83,0	55,41
O1	39	17,0	4,0	37,0	53,74	23,10	5,0	47,0	47,45	25,23	4,0	64,0	56,81
O2	53	16,83	4,0	58,0	59,69	23,57	4,0	52,0	51,22	24,58	5,0	64,0	59,51
O3	37	19,27	4,0	50,0	57,63	26,70	5,0	50,0	46,81	26,59	7,0	52,0	49,48
O9	63	19,40	2,0	49,0	53,61	24,29	4,0	52,0	47,78	25,60	7,0	63,0	52,14
O10	55	16,51	4,0	40,0	52,21	23,73	4,0	59,0	51,73	24,05	5,0	56,0	52,37
K1	25	10,40	2,0	22,0	60,69	14,52	3,0	41,0	68,67	15,96	5,0	43,0	48,48
K2	23	13,26	5,0	36,0	56,30	17,96	10,0	36,0	34,96	17,96	5,0	40,0	53,22
K3	32	13,28	2,0	39,0	71,90	19,03	4,0	41,0	60,58	20,44	5,0	45,0	44,86
K5	22	11,41	3,0	31,0	69,58	19,27	8,0	41,0	51,04	22,55	5,0	59,0	54,71
K6	27	12,41	3,0	34,0	63,24	18,30	3,0	40,0	56,49	22,63	6,0	53,0	53,62
K7	34	16,79	5,0	44,0	59,52	20,21	4,0	45,0	49,29	20,35	6,0	59,0	61,88
K9	21	13,29	5,0	30,0	50,78	19,00	8,0	42,0	51,78	20,33	7,0	38,0	45,96
K10	22	11,05	2,0	40,0	77,60	15,27	5,0	30,0	44,42	19,91	4,0	50,0	54,10
K11	34	14,41	3,0	39,0	67,95	21,18	5,0	46,0	50,31	24,26	8,0	57,0	43,90
Ukupno/prosječno	1385	16,24	2,0	67,0	59,19	22,41	3,0	73,0	50,86	23,37	4,0	110,0	52,24
ANOVA		F=3,660***, p=0,0000				F=2,665***, p=0,0000				F=1,948***, p=0,0008			

Najveći koeficijent varijacije za prirast prečnika korijenovog vrata utvrđen je kod linije polusrodnika F6 i iznosi 86,73%, najmanji koeficijent varijacije utvrđen kod linije polusrodnika HP1/7 i iznosi 37,47%, dok je prosječna vrijednosti iznosila 59,03% (tabela 37). Posmatrano u odnosu na druge parametre, prirast prečnika korijenovog vrata, nakon visinskog prirasta tokom 2014. godine, najvarijabilnije je morfolometrijsko svojstvo u testu potomstva u Driniću.

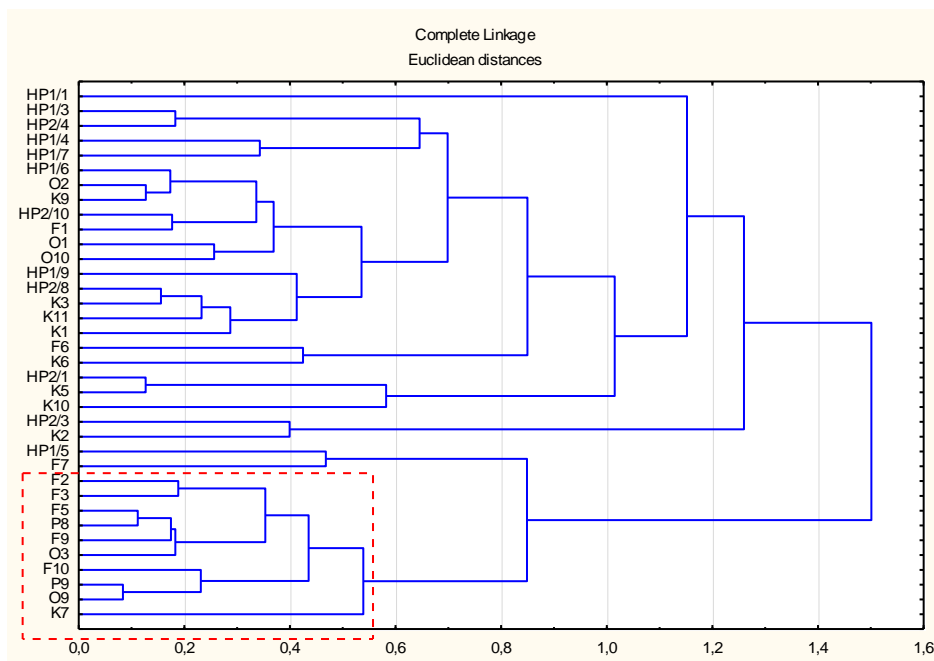
Tabela 35. Prirast prečnika korijenovog vrata za 2014. i 2016. godinu i prosječna vrijednost prirasta za 2 godine /nastavak/

Linija polusr.	N	I _d 2014-2016 [mm]	Min. [mm]	Maks. [mm]	Cv [%]	½ I _d [mm]	Min. [mm]	Maks. [mm]	Cv [%]
HP1/1	26	11,00	2,0	22,0	49,19	5,50	1,0	11,0	49,19
HP1/3	28	10,36	2,0	19,0	52,64	5,18	1,0	9,5	52,64
HP1/4	24	9,67	2,0	18,0	54,54	4,83	1,0	9,0	54,54
HP1/5	20	13,75	2,0	57,0	94,17	6,88	1,0	28,5	94,17
HP1/6	30	11,93	3,0	20,0	41,58	5,97	1,5	10,0	41,58
HP1/7	26	14,00	4,0	27,0	37,47	7,00	2,0	13,5	37,47
HP1/9	33	13,03	1,0	33,0	60,17	6,52	0,5	16,5	60,17
HP2/1	15	11,80	1,0	19,0	52,16	5,90	0,0	9,5	52,16
HP2/3	22	11,14	1,0	26,0	64,65	5,57	0,5	13,0	64,65
HP2/4	37	11,78	1,0	26,0	45,27	5,89	0,5	13,0	45,27
HP2/8	38	13,37	1,0	31,0	50,57	6,68	0,5	15,5	50,57
HP2/10	27	13,59	3,0	24,0	40,46	6,80	1,5	12,0	40,46
F1	36	13,19	1,0	37,0	54,29	6,60	0,5	18,5	54,29
F2	37	17,35	3,0	56,0	54,36	8,68	1,5	28,0	54,36
F3	40	15,70	5,0	33,0	39,19	7,85	2,5	16,5	39,19
F5	41	16,02	2,0	41,0	56,05	8,01	1,0	20,5	56,05
F6	28	14,86	1,0	67,0	86,73	7,43	0,5	33,5	86,73
F7	45	17,78	3,0	76,0	66,68	8,89	1,5	38,0	66,68
F9	42	14,98	2,0	37,0	46,65	7,49	1,0	18,5	46,65
F10	35	17,34	8,0	30,0	33,42	8,67	4,0	15,0	33,42
P8	149	15,55	1,0	67,0	60,41	7,78	0,5	33,5	60,41
P9	119	15,22	1,0	69,0	58,13	7,61	0,5	34,5	58,13
O1	39	15,38	0,0	36,0	48,43	7,69	0,0	18,0	48,43
O2	53	13,89	0,0	66,0	65,84	6,94	0,0	33,0	65,84
O3	37	14,86	4,0	24,0	39,96	7,43	2,0	12,0	39,96
O9	63	15,75	3,0	65,0	64,81	7,87	1,5	32,5	64,81
O10	55	16,09	2,0	71,0	71,17	8,05	1,0	35,5	71,17
K1	25	10,80	2,0	18,0	41,24	5,40	1,0	9,0	41,24
K2	23	8,57	1,0	18,0	61,26	4,28	0,5	9,0	61,26
K3	32	12,41	0,0	23,0	53,19	6,20	0,0	11,5	53,19
K5	22	13,14	3,0	22,0	44,22	6,57	1,5	11,0	44,22
K6	27	13,26	3,0	35,0	52,73	6,63	1,5	17,5	52,73
K7	34	15,29	2,0	49,0	65,81	7,65	1,0	24,5	65,81
K9	21	11,29	0,0	24,0	59,38	5,64	0,0	12,0	59,38
K10	22	10,55	1,0	23,0	52,82	5,27	0,5	11,5	52,82
K11	34	14,32	2,0	26,0	44,35	7,16	1,0	13,0	44,35
Ukupno/prosječno	1385	14,22	1,0	76,0	59,03	7,11	0,5	38,0	59,03
ANOVA		F=1,284 ^{ns} , p=0,1252				F=1,284 ^{ns} , p=0,1252			

Rezultati Dankan testova za visinske priraste sadnica u testu potomstva u Driniću na nivou linija polusrodnika, ukazuje na postojanje značajne varijabilnosti među linijama polusrodnika za koje je analizom varijanse utvrđeno da postoje statistički značajne razlike. Broj homogenih grupa je sedam za sve godine istraživanja visinskog prirasta, osim za visinski prirast 2016. godine kada je utvrđeno postojanje pet homogenih grupa (Prilog 2.1, tabela 10).

Ostale linije polusrodnika sastoje se od manje linija polusrodnika i generalno, udaljenije su jedne od drugih (grafikon 22). Postoji i bliskost između manjeg broja linija

polusrodnika kao što su HP1/6, O2 i K9, zatim HP2/8, K3, K11 i K1, i nekoliko drugih, ali je disperzija rezultata takva da ne ukazuje na jasan obrazac koji bi se mogao dovesti u vezu sa npr. geografskim rasporedom.



Grafikon 22. Klaster analiza visinskih prirasta i prirasta prečnika korijenovog vrata za period 2014. i 2016. god. u testu potomstva u Driniću na nivou linija polusrodnika

5.1.2.2. Visinski prirast u testu potomstva u Srebrenici

U testu potomstva u Srebrenici, godinu dana nakon presadnje, sadnice su slabije prirašćivale u visinu u poređenju sa testom potomstva u Driniću, što je utvrđeno istraživanjem u 2010. godini (Mataruga et al., 2010a). Razlika između visinskog prirasta u Srebrenici je u 2010. godini iznosila u prosjeku 5,58 cm, što je za 2,36 cm manje u odnosu na test potomstva u Driniću, ili procentualno izraženo 30% manje (tabela 36).

Tokom 2012. godine, prosječan visinski prirast iznosio je 13,12 cm, pri čemu je najveći prirast zabilježen u trećem bloku, a najlošiji u drugom bloku. U 2013. godini, prosječan prirast je iznosio 8,99 cm i manji je od prirasta u 2012. godini, odnosno u navedenoj godini došlo je do pada visinskog prirasta u odnosu na prethodnu godinu. Takođe je, u 2013. godini, visinski prirasta sadnica u testu potomstva u Srebrenici manji u odnosu na test potomstva u Driniću, što nije slučaj u narednim godinama (tabela 36). Uzrok se može tražiti u vremenskim uslovima, odnosno, u pojavi ekstremne suše koja je zadesila Balkansko poluostrvo (NOAA, 2016). Takav pad prirasta nije zabilježen u testu

potomstva u Driniću koji se nalazi u nižem području i na suvljem staništu, te se može pretpostaviti da su se sadnice već aklimatizovale na stanište u Driniću.

U 2014. godini, prosječan visinski prirast iznosio je 18,60 cm, pri čemu je najmanji prirast zabilježen u drugom bloku i iznosi 16,28 cm, a najveći u prvom bloku i iznosi 20,53 cm. Ista tendencija je zadržana i tokom narednih godina, kada su najveće vrijednosti visinskog prirasta zabilježene u trećem bloku, dok su najmanje zabilježene u drugom. Tako je u 2015. godini zabilježen prosječan visinski prirast sadnica od 30,31 cm, pri čemu je najmanji visinski prirast u bloku 2 a najveći u bloku 1. U 2016. godini, prosječan visinski prirast sadnica na nivou testa potomstva iznosio je 33,43 cm, a najmanji visinski prirast zabilježen je u bloku 2 u iznosu od 27,40 cm, dok je najveći visinski prirast utvrđen u bloku 1 i iznosi 38,81 cm (tabela 36).

Dvogodišnji prirast prečnika korijenovog vrata u testu potomstva u Srebrenici veći je u prosjeku za preko 5 mm u odnosu na test potomstva u Driniću. Prosječan dvogodišnji prirast korijenovog vrata iznosi je 14,22 mm, a najveći je zabilježen u prvom bloku (14,90 mm), a najmanji u trećem bloku (13,60 mm). Ukoliko se posmatra prirast na nivou godine, dobijen prostom diobom dvogodišnjeg prirasta sa brojem godina, tj. sa 2, prosječan prirast se kreće od 6,80 mm – 7,45 mm (tabela 36).

Koeficijent varijacije za visinske priraste tokom godina uglavnom se kretao iznad 50%, osim za visinski prirast 2010. godine kada je utvrđen u iznosu od 43,92%. Tokom 2012. godine, utvrđen je koeficijent varijacije ispod 50%, pri čemu je minimalan koeficijent varijacije iznosio 46,15% u bloku 3, a maksimalan 47,60% u bloku 1. Prosječne vrijednosti koeficijenata varijacije na nivou testa potomstva u Srebrenici utvrđene su u intervalu od 51,24% do 55,79%, prosječno 54,63% u 2013. godini, od 45,82% do 52,78%, prosječno 50,31% u 2014. godini, zatim od 41,01% do 58,70%, prosječno 52,23% u 2015. godini i 44,67% do 61,23%, prosječno 55,39% u 2016. godini i približno su isti kao i testu potomstva u Driniću (tabela 36). Koeficijent varijacije za prirast prečnika korijenovog vrata kretao se u intervalu od 52,29%, u trećem bloku, do 63,62%, u prvom bloku, prosječno 59,03% za test potomstva.

Rezultati analize varijanse pokazali su da postoje statistički značajne razlike na nivou blokova za sve posmatrane godine i za sva posmatrana statistička obilježja. Rezultati post hoc testova, spovedenih po utvrđivanju značajnosti razlika analizom

varijanse, ukazuju na postojanje 2-3 homogene grupe u koje se svrstavaju blokovi. Dvije homogene grupe su zabilježene tokom 2010. do 2014. godine, dok su tri homogene grupe utvrđene tokom ostalih godina praćenja visinskih prirasta (tabela 36).

Kada je u pitanju prirast prečnika korijenovog vrata, utvrđeno je postojanje tri homogene grupe, što ukazuje na činjenicu da su mikrostanišni uslovi u testu potomstva u Srebrenici različiti za sve blokove (tabela 36). Činjenica da se na relativno malom prostoru od oko 3 ha na kojem je podignut test potomstva, blago smjenjuju dvije ekspozicije, kao i da je i dubina zemljišta različita u bloku 2 u odnosu sa ostala dva bloka. Razlike dobijene mjerenjima i kasnijom statističkom obradom potvrđuju jak uticaj spoljašnjih faktora sredine na sadnice u blokovima u testu potomstva u Srebrenici.

Tabela 36. Visinski prirasta sadnica i prirast prečnika korijenovog vrata za period 2014-2016. god. na nivou blokova u testu potomstva u Srebrenici

Blok	N	I _H ⁴ 2010 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	I _H 2012 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
1	539	6,06 ^a	0,5	15,0	42,34	13,50 ^a	2,0	41,0	47,60
2	408	5,44 ^b	0,5	15,0	45,23	11,59 ^b	1,0	33,0	49,26
3	434	5,28 ^b	0,5	13,0	42,83	14,08 ^a	2,0	39,0	46,15
Ukupno/prosječno	1381	5,58	0,5	15,0	43,92	13,12	1,0	41,0	48,22
ANOVA		F=31,26***, p=0,0000				F=18,411***, p=0,0000			
Blok	N	I _H 2013 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	I _H 2014 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
1	539	9,32 ^a	1,0	46,0	53,67	20,53 ^a	3,0	48,0	45,82
2	408	7,89 ^b	1,0	31,0	51,24	16,28 ^b	2,0	60,0	51,15
3	434	9,61 ^a	2,0	44,0	55,79	18,37 ^a	2,0	62,0	52,78
Ukupno/prosječno	1381	8,99	1,0	46,0	54,63	18,60	2,0	62,0	50,31
ANOVA		F=15,214***, p=0,0000				F=25,030***, p=0,0000			
Blok	N	I _H 2015 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	I _H 2016 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
1	539	35,01 ^a	1,0	88,0	41,01	38,81 ^a	4,0	100,0	44,67
2	408	24,86 ^b	2,0	82,0	58,70	27,40 ^b	3,0	105,0	61,23
3	434	29,01 ^c	3,0	156,0	57,22	32,43 ^c	4,0	123,0	60,39
Ukupno/prosječno	1381	30,13	1,0	156,0	52,23	33,43	3,0	123,0	55,39
ANOVA		F=53,693***, p=0,0000				F=48,087***, p=0,0000			
Blok	N	I _D [mm]	Min. [mm]	Maks. [mm]	Cv [%]	1/2 I _D ⁵ [mm]	Min. [mm]	Maks. [mm]	Cv [%]
1	539	14,90 ^{a,b}	0,00	76,0	63,62	7,45 ^{a,b}	0,00	38,00	63,62
2	408	13,94 ^{b,c}	0,00	71,0	57,08	6,97 ^{b,c}	0,00	35,50	57,08
3	434	13,60 ^b	0,00	57,0	52,29	6,80 ^b	0,00	28,50	52,29
Ukupno/prosječno	1381	14,22	0,00	76,0	59,03	7,11	0,00	38,00	59,03
ANOVA		F=3,014*, p=0,0481				F=3,014*, p=0,0481			

⁴ Podaci o visinskom prirastu sadnica na nivou blokova tokom 2010. godine preuzeti su iz rada Mataruge i sar. (2010) sa korekcijom broja blokova sa 4 na 3.

⁵ Podaci dobijeni dijeljenjem dvogodišnjeg prirasta prečnika korijenovog vrata sa brojem godina.

Prirasti na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici ukazuju na stalnu kompeticiju populacija u pogledu visinskog prirasta gdje svake godine dolazi do smjene populacija po rangu u pogledu visinskog prirasta. Tako u 2010. godini najveći visinski prirast bilježi populacija Olovo sa prirastom od 5,80 cm, u 2012. godini za populaciju Foča utvrđen je najveći visinski prirast u iznosu od 14,65 cm, tokom 2013. godine najveći prirast utvrđen je za populaciju Olovo i iznosi 10,25 cm, u 2014. i 2015. godini populacija Potoci bilježi najveći prirast od 21,72 cm, odnosno, 33,96 cm dok je 2016. godine najveći visinski prirast utvrđen kod populacije Kneževo u iznosu od 39,32 cm. Smanjenje visinskog prirasta u toku 2013. godine u odnosu na 2012. godinu najveće je kod populacije Han Pijesak 2 i iznosi 5,62 cm, zatim slijede Han Pijesak 1 sa smanjenjem od 4,97 cm, Kneževo sa smanjenjem od 4,15 cm, Foča sa 4,13 cm, te Olovo i Potoci sa smanjenjem visinskog prirasta od 3,92 cm, odnosno 3,13 cm. Može se pretpostaviti da su populacije za koje je zabilježeno veće smanjenje prirasta u juvenilnoj fazi, manje otporne na uslove suše koja je registrovana 2013. godine (tabela 37).

Dvogodišnji prirast prečnika korijenovog vrata kretao se u intervalu od 15,30 mm kod populacije Han Pijesak 1, do 19,05 mm kod populacije Kneževo. Prosječna vrijednost dvogodišnjeg prirasta iznosila je 17,20 mm, što je skoro dva puta više nego što je to slučaj sa prirastom u testu potomstva u Driniću. Razloge treba tražiti u mikrostanisnim uslovima sredine, nešto suvljem staništu u testu potomstva u Driniću i nešto povoljnijim uslovima podloge u testu potomstva u Srebrenici (tabela 37).

Najveći koeficijenti varijacije za visinske priraste utvrđeni su kod populacija Han Pijesak 2 u 2010. godini (52,08%) i u 2015. godini (58,63%). Populacija Foča postizala je najveće vrijednosti koeficijenta varijacije visinskog prirasta tokom 2014. u iznosu od 51,37%. Tokom 2012. godine, populacija Potoci postizala je najviše vrijednosti visinskog prirasta u iznosu od 52,88%, dok je populacija Olovo tokom 2013. godina bilježila najveću vrijednost koeficijenta varijacije u iznosu od 57,46%. Najmanje vrijednosti koeficijenata varijacije postizale su populacije Foča tokom 2010, 2012. i 2013. godine u iznosu od 40,83%, odnosno, 42,50% i 48,71%. U 2014. godini, najveći koeficijent varijacije utvrđen je kod populacije Olovo i iznosi 46,24%, dok je za 2015. i 2016. godinu, populacija Kneževo se odlikovala najmanjim vrijednostima koeficijenta varijacije u iznosu od 45,00% i 44,91%. Prosječan koeficijent varijacije za dvogodišnji

prirast prečnika korijenovog vrata iznosi 43,29%, najviši je za populaciju Han Pijesak 2 (52,53%), a najniži za populaciju Kneževo (35,01%) (tabela 37).

Tabela 37. Visinski prirasti na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici

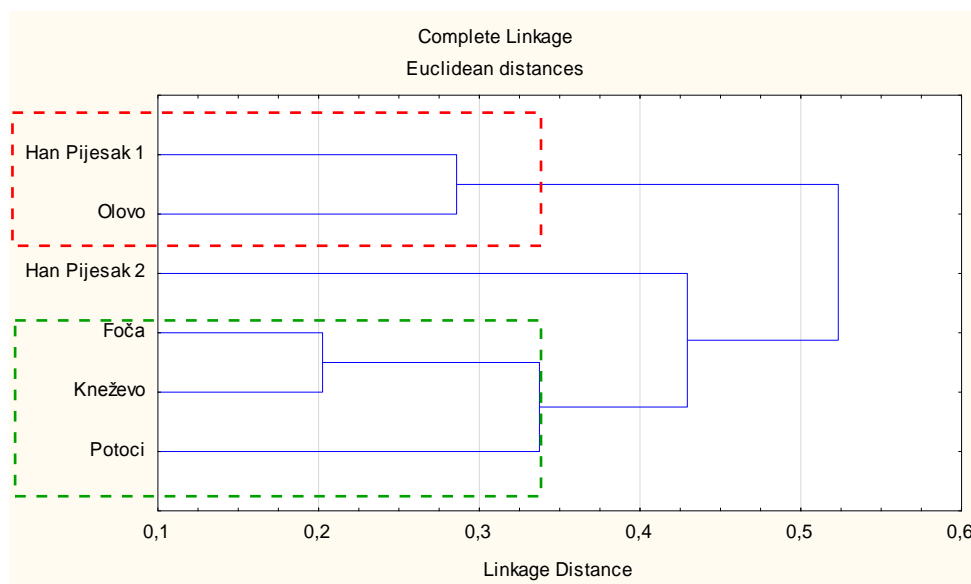
Populacija	N	I _H 2010 [cm] ⁶	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	I _H 2012 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
Han Pijesak 1	156	5,51	0,5	14,0	44,88	14,13 ^{b,c}	2,0	36,0	46,38
Han Pijesak 2	94	5,44	0,5	14,0	52,08	14,65^c	4,0	31,0	43,37
Foča	347	5,65	1,0	15,0	40,83	12,32^a	2,0	30,0	42,50
Potoci	258	5,51	0,5	13,0	41,65	12,97 ^{a,b}	2,0	39,0	52,88
Olovo	216	5,80	0,5	15,0	42,15	14,18 ^{b,c}	2,0	41,0	51,66
Kneževo	310	5,47	0,5	14,0	46,64	12,41 ^a	1,0	32,0	47,34
Ukupno/prosječno	1381	5,58	0,5	15,0	43,92	13,12	1,0	41,0	48,22
ANOVA		F=1,8197 ^{ns} , p=0,1055				F=5,103 ^{**} , p=0,0001			
Populacija	N	I _H 2013 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	I _H 2014 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
Han Pijesak 1	156	9,23 ^{a,b,c}	2,0	31,0	50,36	17,25 ^{a,b}	3,0	47,0	49,34
Han Pijesak 2	94	8,83 ^{a,b}	2,0	35,0	55,25	16,88 ^a	4,0	39,0	49,61
Foča	347	8,18^a	2,0	30,0	48,71	16,23^a	2,0	59,0	51,37
Potoci	258	9,81 ^{b,c}	1,0	44,0	57,31	21,72^c	2,0	62,0	49,64
Olovo	216	10,25^c	1,0	46,0	57,46	19,70 ^d	3,0	48,0	46,24
Kneževo	310	8,24 ^a	1,0	31,0	52,06	19,07 ^{b,c}	3,0	50,0	48,00
Ukupno/prosječno	1381	8,99	1,0	46,0	54,63	18,60	2,0	62,0	50,31
ANOVA		F=7,903*, p=0,0000				F=12,767***, p=0,0000			
Populacija	N	I _H 2015 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	I _H 2016 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
Han Pijesak 1	156	24,83^a	2,0	73,0	56,69	25,90^a	4,0	85,0	64,49
Han Pijesak 2	94	25,43 ^a	3,0	58,0	58,63	30,55 ^b	4,0	74,0	58,84
Foča	347	27,76 ^{a,b}	3,0	69,0	45,74	30,15 ^b	4,0	76,0	47,53
Potoci	258	33,96^c	1,0	156,0	57,92	38,40 ^c	3,0	123,0	58,92
Olovo	216	30,74 ^{b,c}	3,0	75,0	49,89	31,01 ^b	3,0	86,0	57,83
Kneževo	310	33,25 ^c	3,0	88,0	45,00	39,32^c	4,0	100,0	44,91
Ukupno/prosječno	1381	30,13	1,0	156,0	52,23	33,43	3,0	123,0	55,39
ANOVA		F=12,886***, p=0,0000				F=19,774***, p=0,0000			
Populacija	N	I _{KV} 2014- 2016 [mm]	Min. [mm]	Maks. [mm]	Cv [%]	½ I _{KV} [mm]	Min. [mm]	Maks. [mm]	Cv [%]
H. Pijesak 1	156	15,30^a	1,2	33,1	45,15	7,65^a	0,6	16,6	45,15
H. Pijesak 2	94	15,34 ^a	0,3	38,0	52,53	7,67 ^a	0,2	19,0	52,53
Foča	347	17,15 ^b	2,0	53,6	40,35	8,58 ^b	1,0	26,8	40,35
Potoci	258	18,17 ^b	4,0	51,0	46,87	9,08 ^b	2,0	25,5	46,87
Olovo	216	15,65 ^a	1,0	43,1	46,57	7,82 ^a	0,5	21,6	46,57
Kneževo	310	19,05^c	1,0	40,0	35,01	9,52^c	0,5	20,0	35,01
Ukupno/prosječno	1381	17,20	0,3	53,6	43,29	8,60	0,2	26,8	43,29
ANOVA		F=10,099***, p=0,0000				F=11,52***, p=0,0000			

Rezultati analize varijanse na nivou populacija ukazuju na postojanje statistički značajnih razlika na nivou populacija za sve godine i za dva posmatrana obilježja osim za visinski prirast u 2010. godini za stepen značajnosti od $p \leq 0,05$. Rezultati Dankan

⁶ Podaci o visinskom prirastu sadnica na nivou blokova tokom 2010. godine preuzeti su iz rada Mataruge i sar. (2010) sa korekcijom broja blokova sa 4 na 3.

testa ukazuju na postojanja tri homogene grupe za posmatrane godine, izuzev 2014. godine kada je utvrđeno postojanje četiri homogene grupe (tabela 37).

Klaster analiza grupisala je populacije u tri klastera. U prvom klasteru se nalaze populacije Olovo i Han Pijesak 1 koje su zabilježile najskromnije rezultate u testu potomstva u Srebrenici. U trećem klasteru, u podklasteru međusobno najbliže su populacije Foča i Kneževo, a na njih se nadovezuje populacija Potoci. Na navedeni klaster se nadovezuje drugi, koji se sastoji od populacije Han Pijesak 2. Može se reći da ova klaster analiza donekle prati i geografski obrazac rasporeda populacija, jer odvaja tri geografski bliske populacije: Han Pijesak 1, Olovo i Han Pijesak 2 u posebne klastera. Ostale populacije ne prate geografski obrazac, jer su međusobno na velikim geografskim distancama (grafikon 23).



Grafikon 23. Klaster analiza visinskih prirasta i prirasta prečnika korijenovog vrata za period 2014-2016. god. na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici

Prirasti na nivou linija polusrodnika tokom godina praćenja kreću se u intervalu od 6,62 cm, kod linije polusrodnika F6, do 9,07, cm kod linije polusrodnika K11, odnosno, prosječno 7,95 cm za 2010. godinu. Za 2012. godinu, vrijednost visinskog prirasta je u intervalu od 10,71 cm, kod linije polusrodnika K10, do 17,62 cm, kod linije polusrodnika HP1/7 (tabela 38).

Tokom 2013. godine kada je registrovana suša na području Balkanskog poluostrva, došlo je do pada visinskog prirasta svih linija polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici. Visinski prirast se kretao u intervalu od 6,78 cm, kod linije

pousrodnika K1, do 10,88 cm, kod linije polusrodnika O2 (tabela 38). Pad visinskog prirasta u 2013. u odnosu na 2012. godinu u prosjeku je iznosio 4,13 cm, a najveći pad prirasta je zabilježen kod linije polusrodnika HP1/7 i iznosi 8,31 cm, zatim slijedi linija polusrodnika HP2/10 sa 7,00 cm, dok je najmanji pad zabilježen kod linije polusrodnika K6 od 2,68 cm i P8 od 2,81 cm. Varijabilnost na nivou linija polusrodnika može su u ovom slučaju prikazati rasponom variranja. Raspon variranja za linije polusrodnika najveći je kod populacije Han Pijesak i iznosi 5,31 cm, kod populacije Han Pijesak 2 je 3,53 cm, za populaciju Foča iznosi 1,71 cm, za Potoke 0,94 cm, za Olovo 0,41 cm, a kod populacije Kneževo iznosi 1,53 cm.

Tokom 2014, godine sa obilnim padavinama, linije polusrodnika postižu prirast u intervalu od 14 cm, koliko je utvrđeno kod linije polusrodnika HP2/4, do 22,76 cm kod linije polusrodnika O2. Visoke vrijednosti visinskog prirasta postižu još linije polusrodnika P8 i P9 u iznosu od 22,47 cm i 21,11 cm, kao i linija polusrodnika HP1/4 u iznosu od 21,85 cm.

U narednoj godini linije polusrodnika iz populacije Kneževo preuzimaju primat i dostižu visinski prirast preko 35 cm. Najveći prirast utvrđen je za liniju polusrodnika K3 i iznosi 37,53 cm, a još dvije linije postižu rezultat preko 35 cm i to K9 i K2. Skoro sve linije polusrodnika iz populacije Kneževo dostižu visinski prirast veći od 30 cm, osim linije polusrodnika K10 koja dostiže prirast od 29,54 cm. Najskromnije rezultate postiže linija polusrodnika HP2/4 sa visinskim prirastom od 20,15 cm, a činjenica je da nijedna linija polusrodnika iz populacija Han Pijesak 1 i Han Pijesak 2 ne postiže visinski prirast veći od prosječnog za test potomstva (tabela 38).

Tokom 2016. godine, linije polusrodnika iz populacije Kneževo postižu najveće vrijednosti visinskog prirasta. Najveći prirast utvrđen je kod linije polusrodnika K9 i iznosi 45,79 cm. Takođe, još za četiri linije polusrodnika utvrđen je visinski prirast preko 40 cm. To su: K3, K2, K10 i K11. Sve linije polusrodnika za navedene populacije postižu rezultate iznad prosjeka, kao i linije polusrodnika iz populacije Potoci. Najslabiji rezultat zabilježen je kod linije polusrodnika HP2/4, sa prirastom od 22,92 cm (tabela 38).

Najveći dvogodišnji prirast prečnikovog vrata zabilježen je kod linije polusrodnika K1 i iznosi 20,59 mm. Pored navedene linije polusrodnika, jedino linija

polusrodnika K2 ima prečnik preko 20 mm, tj. 20,28. mm. Sve ostale linije navedene populacije imaju prečnik korijenovog vrata iznad prosjeka (tabela 38). Situacija je obrnuta kod linija polusrodnika iz populacija Han Pijesak 1 i Olovo gdje su sve linije polusrodnika ispod prosjeka. Najmanja vrijednost dvogodišnjeg prečnika korijenovog vrata zabilježene je kod linije polusrodnika HP2/3 (12,21 mm). Pored dvogodišnjeg prirasta prečnika korijenovog vrata prikazan je i jednogodišnji prirast korijenovog vrata.

Posmatrano u odnosu na prirast prečnika korijenovog vrata u testu potomstva u Driniću, najveća razlika u korist testa potomstva u Driniću zabilježena je kod linija polusrodnika K2 (5,81 mm), HP1/4 (4,33m) i HP2/1 (4,05 mm), gdje je prirast veći od prirasta u Srebrenici, dok je obrnuta situacija zabilježene kod linija polusrodnika F10 (5,63 mm) i F7 (5,59 mm). Generalno, prirast prečnika u testu potomstva u Driniću je skoro za 20% manji nego u testu potomstva u Srebrenici. Dvadeset testiranih linija polusrodnika ima veći prirast u Srebrnici u odnosu na test potomstva u Driniću. Specifična je linija polusrodnika K2 koja najbrže otvara pupoljke i kod koje se dešava da na staništu sa nižom nadmorskom visinom ima i veći prirast (tabela 38).

Kada su u pitanju koeficijenti varijacije za visine sadnica na nivou linija polusrodnika, tokom 2010. godine najveća zabilježena vrijednosti iznosila je 48,43% kod linije F6, dok je najmanja zabilježena kod linije polusrodnika HP1/4 i iznosi 24,66%. Tokom 2012. godine, najveći koeficijent varijacije utvrđen je za liniju polusrodnika HP1/4 u iznosu od 68,47%, dok je najmanji utvrđen za liniju polusrodnika K5 u iznosu od 36,90%. U 2013. godini, najveći koeficijent varijacije utvrđen je za liniju polusrodnika HP2/3 od 79,85%, a najmanji za liniju polusrodnika HP1/7 u iznosu od 35,24%. U narednoj, 2014. godini, najveći koeficijent varijacije treću godinu zaredom postiže linija polusrodnika HP1/7, sa procentom od 61,66%, a najmanji linija polusrodnika O3 od 35,54%. Tokom 2015. godine, najveći koeficijent varijacije utvrđen je za liniju polusrodnika HP1/6, sa vrijednošću od 73,54%, a najmanji kod linije polusrodnika K2, sa vrijednošću 39,48% (tabela 38).

U posljednjoj godini praćenja, tj. u 2016. godini, najveći koeficijent varijacije zabilježen je kod linije polusrodnika HP1/7 od 78,35%, dok je najmanji koeficijent varijacije kod linije polusrodnika K9 i iznosi 34,13% (tabela 38). Linija polusrodnika HP1/7 je interesantna za dalje istraživanje varijabilnosti jer je pokazivala najmanje

variranje tokom 2013. godine za visinski prirast, a zatim najveće tokom 2014. i 2016. godine, kao i najveće variranje prečnika korijenovog vrata.

Rezultati analize varijanse (tabela 38) ukazuju na postojanje statistički značajnih razlika za posmatrana obilježja za svaku od posmatranih godina, osim za visinski prirast u 2012.

Tabela 38. Visinski prirast sadnica na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici

Linija polusr.	N	I _h 2010 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	I _h 2012 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	I _h 2013 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
HP1/1	21	8,31	2,0	14,0	30,67	14,10	3,0	25,0	47,06	8,48	3,0	16,0	51,51
HP1/3	28	8,33	4,0	14,0	25,68	13,68	6,0	22,0	40,09	9,04	4,0	25,0	52,99
HP1/4	20	7,83	3,0	12,0	24,66	14,00	3,0	36,0	68,47	9,50	3,0	31,0	67,40
HP1/5	20	9,02	4,0	14,5	28,20	12,50	2,0	19,0	38,72	9,30	2,0	23,0	51,40
HP1/6	24	8,26	4,0	15,0	31,73	13,46	5,0	25,0	38,08	10,46	3,0	24,0	45,98
HP1/7	19	7,57	3,0	13,0	33,42	17,26	5,0	34,0	47,09	8,95	4,0	16,0	35,24
HP1/9	24	8,70	3,0	15,0	30,98	14,33	6,0	27,0	39,07	8,83	3,0	21,0	45,36
HP2/1	20	7,48	4,0	12,0	25,53	15,85	8,0	31,0	35,05	9,35	3,0	21,0	46,46
HP2/3	13	7,07	2,0	14,0	35,78	13,85	8,0	27,0	38,31	10,38	4,0	35,0	79,85
HP2/4	13	8,14	2,0	13,0	28,76	13,08	7,0	20,0	33,69	7,62	4,0	13,0	32,85
HP2/8	26	8,53	3,0	17,5	37,47	13,73	5,0	30,0	48,55	8,08	3,0	20,0	44,15
HP2/10	22	8,28	3,0	14,5	34,81	16,05	4,0	30,0	49,99	9,05	2,0	21,0	57,34
F1	41	7,13	1,0	15,0	39,17	12,90	3,0	29,0	41,33	8,59	2,0	22,0	48,09
F2	40	7,64	1,0	13,0	37,79	12,73	2,0	25,0	43,41	9,65	3,0	21,0	50,25
F3	43	7,95	1,0	15,0	41,79	12,21	4,0	26,0	45,06	7,67	2,0	17,0	44,30
F5	47	7,54	1,0	14,0	36,56	12,49	5,0	26,0	42,63	8,60	3,0	30,0	57,23
F6	44	6,62	1,0	15,0	48,43	12,68	5,0	23,0	42,88	7,89	2,0	15,0	44,54
F7	47	7,53	1,0	16,0	42,56	12,19	3,0	28,0	44,72	7,85	3,0	17,0	44,99
F9	40	7,91	2,0	16,0	36,20	11,67	5,0	25,0	39,58	7,32	3,0	18,0	46,00
F10	45	7,52	1,0	14,5	37,42	11,71	3,0	30,0	41,66	7,96	2,0	18,0	46,34
P8	116	7,77	1,0	18,0	32,87	13,47	2,0	31,0	49,83	10,66	2,0	44,0	59,00
P9	142	8,00	1,0	21,0	35,57	12,56	2,0	39,0	55,50	9,11	1,0	31,0	54,05
O1	39	8,00	2,0	16,0	36,24	14,54	4,0	33,0	48,50	10,41	4,0	27,0	54,01
O2	50	8,12	1,0	15,0	38,44	14,74	5,0	33,0	51,52	10,88	4,0	26,0	50,02
O3	38	8,15	3,0	14,0	35,69	14,24	3,0	32,0	46,92	10,45	3,0	46,0	76,24
O9	53	8,08	2,0	18,0	37,00	13,74	2,0	38,0	53,86	9,66	1,0	29,0	56,15
O10	36	7,95	2,0	22,0	42,84	13,61	4,0	41,0	59,31	9,89	3,0	24,0	50,98
K1	32	8,67	2,0	15,0	33,77	10,84	3,0	19,0	37,04	6,78	3,0	14,0	46,74
K2	39	7,92	1,0	14,0	36,99	14,38	4,0	32,0	47,49	9,08	3,0	26,0	52,68
K3	30	8,19	1,0	14,0	33,10	11,40	3,0	26,0	47,47	7,70	2,0	16,0	43,16
K5	33	7,79	2,0	16,0	36,27	12,97	2,0	22,0	36,90	8,58	4,0	22,0	48,96
K6	38	7,67	2,0	16,0	35,62	12,50	4,0	27,0	46,60	9,82	4,0	31,0	56,29
K7	35	7,99	1,0	16,0	33,59	12,46	3,0	27,0	44,50	7,89	1,0	21,0	49,86
K9	29	8,20	4,0	13,5	27,15	14,03	4,0	31,0	50,97	9,31	4,0	17,0	45,94
K10	28	8,53	4,0	15,0	26,10	10,71	1,0	28,0	60,27	7,21	1,0	16,0	42,24
K11	46	9,07	1,0	19,0	34,05	11,98	2,0	24,0	48,38	7,59	2,0	20,0	59,50
Ukupno/prosječno	1381	7,95	1,0	22,0	35,60	13,12	1,0	41,0	48,22	8,99	1,0	46,0	54,63
ANOVA		F=2,883***, p=0,0000				F= 1,439*, p= 0,047				F=2,065**, P=0,0003			

Tabela 38. Visinski prirast sadnica na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u

Srebrenici /nastavak/

Linija polusr.	N	I _h 2014 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	I _h 2015 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]	I _h 2016 [cm]	Min. [cm]	Maks. [cm]	Cv [%]
HP1/1	21	14,90	5,0	34,0	55,97	25,95	7,0	63,0	55,27	25,29	5,0	66,0	73,54
HP1/3	28	17,82	5,0	37,0	43,60	27,43	10,0	53,0	44,42	26,11	4,0	68,0	63,36
HP1/4	20	21,85	5,0	41,0	42,76	26,60	4,0	59,0	60,43	28,65	5,0	74,0	62,32
HP1/5	20	16,00	5,0	29,0	41,71	25,45	2,0	50,0	55,75	25,40	7,0	55,0	50,83
HP1/6	24	16,79	4,0	47,0	58,72	22,79	3,0	73,0	73,54	26,50	6,0	83,0	68,90
HP1/7	19	15,21	4,0	36,0	61,66	23,42	6,0	56,0	59,05	26,05	4,0	85,0	78,35
HP1/9	24	17,92	3,0	32,0	40,48	22,00	4,0	47,0	54,76	23,58	9,0	61,0	57,53
HP2/1	20	18,65	5,0	39,0	56,94	26,85	3,0	55,0	60,85	37,15	6,0	71,0	56,45
HP2/3	13	16,77	7,0	31,0	39,27	25,31	9,0	46,0	52,83	24,08	5,0	44,0	59,24
HP2/4	13	14,00	9,0	25,0	41,55	20,15	4,0	43,0	72,92	22,92	4,0	45,0	57,61
HP2/8	26	15,46	7,0	29,0	39,92	25,31	4,0	58,0	57,38	28,27	4,0	74,0	65,18
HP2/10	22	18,73	4,0	39,0	54,71	27,45	5,0	54,0	56,74	35,59	6,0	61,0	46,74
F1	41	15,49	4,0	29,0	43,22	27,32	5,0	69,0	51,29	29,44	7,0	71,0	50,76
F2	40	15,10	6,0	42,0	47,63	28,10	3,0	60,0	51,98	30,85	12,0	63,0	45,55
F3	43	16,86	3,0	44,0	55,06	28,26	4,0	60,0	48,61	31,02	11,0	72,0	50,00
F5	47	17,36	6,0	46,0	47,90	28,98	7,0	62,0	42,93	32,45	7,0	68,0	42,79
F6	44	17,23	2,0	37,0	51,17	26,64	4,0	50,0	44,87	31,68	5,0	74,0	48,49
F7	47	14,49	3,0	38,0	60,15	24,45	7,0	53,0	42,04	27,30	4,0	63,0	44,87
F9	40	16,70	5,0	59,0	55,83	30,20	7,0	68,0	44,67	29,50	8,0	76,0	52,74
F10	45	16,53	3,0	36,0	48,74	28,49	4,0	59,0	39,33	29,02	7,0	60,0	46,72
P8	116	22,47	2,0	52,0	42,80	33,86	1,0	136,0	54,06	37,38	4,0	123,0	57,61
P9	142	21,11	3,0	62,0	55,18	34,04	3,0	156,0	61,05	39,23	3,0	105,0	59,95
O1	39	20,31	6,0	41,0	49,48	32,38	5,0	75,0	56,76	38,13	5,0	86,0	59,87
O2	50	22,76	8,0	46,0	43,78	34,02	3,0	65,0	44,59	32,20	5,0	86,0	52,26
O3	38	18,79	8,0	38,0	35,54	31,61	3,0	64,0	43,48	33,13	5,0	68,0	49,64
O9	53	17,98	4,0	39,0	45,45	27,64	5,0	60,0	48,88	27,51	3,0	62,0	56,52
O10	36	18,31	3,0	48,0	52,91	28,03	3,0	60,0	55,67	24,58	6,0	74,0	63,62
K1	32	16,44	5,0	36,0	46,51	32,69	10,0	88,0	52,95	33,91	4,0	72,0	48,38
K2	39	19,85	5,0	50,0	50,20	35,62	3,0	67,0	39,48	42,23	5,0	79,0	41,29
K3	30	21,03	10,0	44,0	41,25	37,53	8,0	62,0	44,28	43,10	7,0	77,0	47,98
K5	33	20,61	5,0	40,0	43,81	34,30	7,0	58,0	42,92	39,42	11,0	90,0	50,96
K6	38	18,50	3,0	42,0	53,73	30,08	7,0	52,0	42,67	34,03	4,0	67,0	42,15
K7	35	20,03	5,0	44,0	50,75	30,89	6,0	71,0	45,76	35,57	6,0	75,0	46,55
K9	29	20,41	7,0	45,0	44,79	35,90	8,0	65,0	44,24	45,79	21,0	82,0	34,13
K10	28	16,96	5,0	34,0	42,82	29,54	7,0	56,0	48,41	41,36	11,0	84,0	41,61
K11	46	18,02	5,0	40,0	51,45	33,09	4,0	83,0	44,98	40,00	11,0	100,0	45,31
Ukupno/prosječno	1381	18,60	2,0	62,0	50,31	30,13	1,0	156,0	52,23	33,43	3,0	123,0	55,39
ANOVA		F=2,818***, p=0,0000				F=2,486***, p=0,0000				F=4,036***, p=0,0000			

Tabela 38. Prirast prečnika korijenovog vrata sadnica na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici /nastavak/

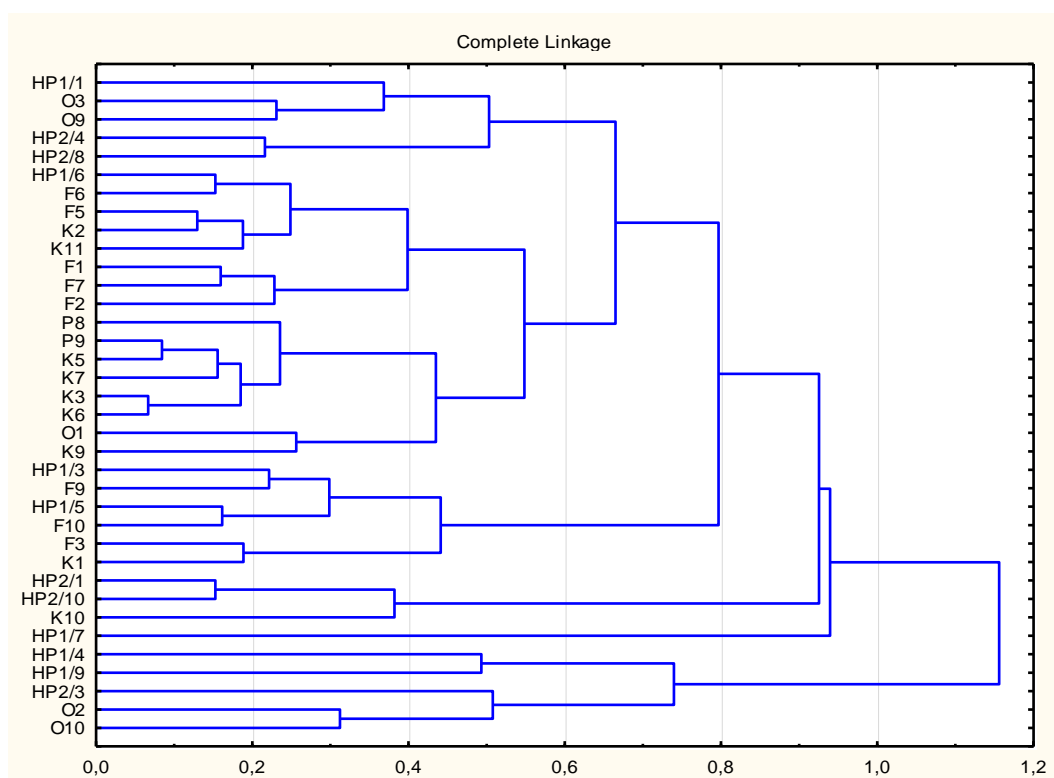
Linija polusr.	N	D _{KV} 2016 [mm]	Min. [mm]	Maks. [mm]	Cv [%]	½ I _d 2016 [mm]	Min. [mm]	Maks. [mm]	Cv [%]
HP1/1	21	14,39	2,0	32,7	46,04	7,20	1,0	16,4	46,04
HP1/3	28	17,58	4,8	33,1	42,03	8,79	2,4	16,6	42,03
HP1/4	20	13,34	5,0	22,8	39,31	6,67	2,5	11,4	39,31
HP1/5	20	15,09	2,6	25,4	45,13	7,54	1,3	12,7	45,13
HP1/6	24	15,85	1,2	27,7	43,37	7,92	0,6	13,9	43,37
HP1/7	19	15,19	2,9	31,9	57,64	7,59	1,4	15,9	57,64
HP1/9	24	14,77	1,5	26,9	42,73	7,39	0,8	13,4	42,73
HP2/1	20	18,65	8,3	33,3	44,45	9,32	4,2	16,6	44,45
HP2/3	13	12,21	1,7	20,0	47,60	6,10	0,8	10,0	47,60
HP2/4	13	12,29	4,0	23,3	50,11	6,15	2,0	11,7	50,11
HP2/8	26	13,36	1,5	26,6	45,08	6,68	0,8	13,3	45,08
HP2/10	22	18,34	0,3	38,0	55,85	9,17	0,2	19,0	55,85
F1	41	15,91	5,0	38,8	41,03	7,95	2,5	19,4	41,03
F2	40	16,64	4,9	28,3	37,31	8,32	2,4	14,2	37,31
F3	43	19,42	2,8	53,6	46,45	9,71	1,4	26,8	46,45
F5	47	17,14	5,0	34,3	35,63	8,57	2,5	17,1	35,63
F6	44	17,42	3,1	37,9	35,52	8,71	1,6	18,9	35,52
F7	47	15,70	5,0	32,7	42,53	7,85	2,5	16,4	42,53
F9	40	18,39	5,8	36,1	43,26	9,20	2,9	18,1	43,26
F10	45	16,75	2,0	28,2	36,06	8,38	1,0	14,1	36,06
P8	116	18,53	4,0	42,0	43,89	9,26	2,0	21,0	43,89
P9	142	17,87	4,1	51,0	49,42	8,94	2,1	25,5	49,42
O1	39	14,81	1,6	40,5	54,90	7,41	0,8	20,3	54,90
O2	50	16,47	4,4	35,4	40,55	8,24	2,2	17,7	40,55
O3	38	16,73	1,0	43,1	47,86	8,37	0,5	21,6	47,86
O9	53	14,72	1,0	31,5	50,27	7,36	0,5	15,8	50,27
O10	36	15,62	3,1	30,0	39,72	7,81	1,6	15,0	39,72
K1	32	20,59	9,0	40,0	39,43	10,30	4,5	20,0	39,43
K2	39	20,28	9,0	40,0	39,65	10,14	4,5	20,0	39,65
K3	30	19,05	5,0	32,0	34,54	9,52	2,5	16,0	34,54
K5	33	18,45	3,0	35,0	30,23	9,23	1,5	17,5	30,23
K6	38	18,03	2,0	32,0	36,60	9,01	1,0	16,0	36,60
K7	35	17,84	7,0	29,0	31,61	8,92	3,5	14,5	31,61
K9	29	17,59	1,0	32,0	39,82	8,79	0,5	16,0	39,82
K10	28	19,25	9,0	31,0	27,76	9,63	4,5	15,5	27,76
K11	46	19,91	6,0	35,0	31,91	9,96	3,0	17,5	31,91
Ukupno/prosječno	1381	17,20	0,3	53,6	43,29	8,60	0,2	26,8	43,29
ANOVA		F=2,523***, p=0,0000				F=2,523***, p=0,0000			

Rezultati Dankan testova ukazuju na postojanje četiri homogene grupe za prirast u 2012. i 2013. godini, sedam homogenih grupa za prirast u 2014. godini, dok je u 2015. godini registrovano osam, u 2016. godini deset homogenih grupa, kao i sedam homogenih grupa za prirast prečnika korijenovog vrata (Prilog 2.1, tabela 11).

Varijabilnost utvrđena Dankan testovima na nivou populacija je, za razliku od visina sadnica, nešto veća u testu potomstva u Srebrenici, pri čemu su utvrđene tri homogene grupe za svako od posmatranih obilježja, dok je visinski prirasti u 2014. i 2015. godini, kao i prirast prečnika korijenovog vrata nešto manji u testu potomstva u Driniću, gdje je utvrđeno postojanje dvije homogene grupe.

Na nivou linija polusrodnika, veća varijabilnost je zabilježena u testu potomstva u Srebrenici za parametre: I_H 2012, I_H 2015, 2016, i I_D 2014-2016, a identičan je za I_H 2014 u oba testa potomstva. Posmatrano u odnosu na variranje visina, variranje visina na nivou populacija je približno isto, dok je na nivou linija polusrodnika najveće variranje zabilježeno za visine u testu potomstva u Driniću.

Klaster analiza za linije polusrodnika ukazuju na veliku varijabilnost rezultata dobijenih za pojedine linije polusrodnika, kroz izdvajanje većeg broja klastera sa manjim brojem linija polusrodnika (grafikon 24). Ne uočava se grupisanje linija polusrodnika po posmatranom svojstvu, što ukazuje na veliku varijabilnost između linija polusrodnika u okviru iste populacije.



Grafikon 24. Klaster analiza visinskih prirasta i prirasta prečnika korijenovog vrata za period 2014-2016. god. u testu potomstva u Srebrenici na nivou linija polusrodnika

5.2.1.3. Odnos prirasta između testova potomstva

Rezultati dvofaktorijalne analize varijanse ukazuju na postojanje statistički značajnih razlika za interakcije testova potomstva i blokova za sva posmatrana obilježja. Kod interakcije testova potomstva sa populacijama, statistički značajna razlika nije utvrđena samo za 2012. godinu, a isti je slučaj i sa interakcijom testova potomstva i linija polusrodnika (tabela 39).

Tabela 39. Rezultati dvofaktorijalne analize varijanse za obilježja “visinski prirast sadnica” i “prirast prečnika korijenovog vrata”

Obilježje	God.	Test potom. a x Blok			Test potom. x Populac.			Test potom.a x l. polusr.		
		df	F	p	df	F	p	df	F	p
Visinski prirast sadnica	2012	2	39,14***	0,0000	5	1,64 ^{ns}	0,1460	35	0,990 ^{ns}	0,4862
	2013	2	13,57***	0,0000	5	3,03*	0,0100	35	1,443*	0,0451
	2014	2	20,319***	0,0000	5	9,450***	0,0000	35	2,713***	0,0000
	2015	2	41,02***	0,0000	5	13,047***	0,0000	35	2,643***	0,0000
	2016	2	40,374***	0,0000	5	16,055***	0,0000	35	3,382***	0,0000
Prirast preč. k.v.	2014-2016	2	78,60***	0,0000	5	11,52***	0,0000	35	2,771***	0,0000

Rezultati Dankan testa za interakciju testova potomstva i blokova, ukazuju na postojanje četiri homogene grupe za sve godine praćenja visinskog prirasta. Homogene grupe su raspoređene tako da se uglavnom odvajaju dva testa potomstva po dobijenim rezultatima osim 2014. godine, kada su zabilježene obilnije padavine na području BiH. Varijabilnost prečnika korijenovog vrata se reprezentuje kroz pet homogenih grupa i veća je od varijabilnosti visine (tabela 40).

Interakcija testa potomstva i populacija kroz rezultate Dankan testova ukazuje na postojanje više homogenih grupa za visinski prirast sadnica, pa tako je u 2012. zabilježeno postojanje četiri homogene grupe, tokom 2013. godine sedam homogenih grupa, u 2014. i 2015. godini šest homogenih grupa i četiri homogene grupe u 2016. godini. Kada je u pitanju prirast prečnika korijenovog vrata, rezultati Dankan testa ukazuju na postojanje pet homogenih grupa (tabela 41).

Za 2012. godinu, rezultati Dankan testa potpuno razdvajaju testove potomstva, odnosno populacije po testovima potomstva, pri čemu se sve populacije u testu potomstva u Driniću izdvajaju u prve dvije homogene grupe, dok se populacije Foča, Kneževo i Potoci izdvajaju u treću homogenu grupu, a Han Pijesak 1, Olovo i Han Pijesak 2 u četvrtu homogenu grupu. U 2013. godini, dolazi do skoro obrnute situacije,

najvjerojatnije usljed suše, te populacije iz testa potomstva u Driniću se svrstavaju u homogene grupe sa najvećim vrijednostima visinskog prirasta. Populacija Olovo u 2013. godini pokazala je nešto bolje rezultate, što se odrazilo i na pripadnost odgovarajućim homogenim grupama (tabela 40).

Tabela 40. Rezultati Dankan testa za interakciju “test potomstva x blok”

Test pot.	Blok	I _H 2012 [cm]	H. grupe			
			1	2	3	4
1	1	7,71	a			
1	3	9,45	b			
1	2	10,06	b			
2	2	11,59	c			
2	1	13,50	d			
2	3	14,08	d			

Test pot.	Blok	I _H 2013 [cm]	H. grupe			
			1	2	3	4
2	2	7,89	a			
2	1	9,32	b			
2	3	9,61	b			
1	3	10,63	c			
1	1	11,30	d			
1	2	11,35	d			

Test pot.	Blok	I _H 2014 [cm]	H. grupe			
			1	2	3	4
1	3	14,41	a			
2	2	16,28	b			
1	1	16,59	b			
1	2	17,20	b c			
2	3	18,37	c			
2	1	20,53	d			

Test pot.	Blok	I _H 2015 [cm]	H. grupe			
			1	2	3	4
1	1	21,93	a			
1	2	22,57	a			
1	3	22,90	a			
2	2	24,86	b			
2	3	29,01	b			
2	1	35,01	c			

Test pot.	Blok	I _H 2016 [cm]	H. grupe			
			1	2	3	4
1	1	22,95	a			
1	3	23,14	a			
1	2	23,99	a			
2	2	27,40	b			
2	3	32,43	c			
2	1	38,81	d			

Test pot.	Blok	I _D 2014-16	H. grupe				
			1	2	3	4	5
1	1	7,71	a				
1	3	9,45	b				
1	2	10,06	b				
2	2	14,36	c				
2	3	17,89	d				
2	1	18,79	e				

U 2014. godini, utvrđeno je postojanje šest homogenih grupa, gdje populacija Potoci u testu potomstva u Srebrenici sama čini posebnu homogenu grupu u odnosu na sve ostale populacije. U 2015. godini, izdvaja se šest homogenih grupa, pri čemu populacije Olovo, Kneževo i Potoci same čine dvije zasebne homogene grupe, sa najboljim rezultatima prirasta. Slična situacija utvrđena je rezultatima Dankan testa i u 2016. godini, kada se izdvajaju četiri homogene grupe, od čega su dvije sa populacijama iz testa potomstva Srebrenica, i to treća homogena grupa: Foča, Han Pijesak 2 i Olovo i četvrta: Potoci i Kneževo.

Kod prirasta prečnika korijenovog vrata populacije, utvrđeno je postojanje pet homogenih grupa, pri čemu je svojstvo manje varijabilno od prirasta visina 2013, 2014. i 2015. godine, a varijabilnije od visina u 2012. i 2016. godini (tabela 41). Prirast prečnika korijenovog vrata varijabilnije je u testu potomstva u Srebrenici nego u Driniću, gdje su utvrđene četiri homogene grupe dobijene Danakn testom.

Rezultati Dankan testova za priraste sadnica u interakciji testova potomstava i linija polusrodnika date su u Prilogu 2.2 u tabelama 24-29. Za visinski prirast sadnica utvrđeno je postojanje 18 homogenih grupa za 2012, 2014. i 2016. godinu, a isti broj homogenih grupa utvrđen je i za prirast prečnika korijenovog vrata. Petnaest homogenih grupa utvrđeno je za interakciju testova potomstva i visinskih prirasta za 2013. godinu, te 21 homogena grupa za 2015. godinu.

Tabela 41. Rezultati Dankan testa za interakciju testova potomstva i populacija

Test pot.	Populacija	I _H 2012 [cm]	H. grupe			
			1	2	3	4
1	Kneževo	8,21	a			
1	Foča	8,68	a	b		
1	H. Pijes. 1	9,08	a	b		
1	H. Pijes.2	9,19	a	b		
1	Potoci	9,26	a	b		
1	Olovo	9,64		b		
2	Foča	12,32			c	
2	Kneževo	12,41			c	
2	Potoci	12,97			c	
2	H. Pijes.1	14,13				d
2	Olovo	14,18				d
2	H. Pijes.2	14,65				d

Test pot.	Populacija	I _H 2014 [cm]	H. grupe					
			1	2	3	4	5	6
1	Kneževo	13,16	a					
1	H. Pijesak	13,83	a					
1	H. Pijesak	14,35	a					
2	Foča	16,23		b				
2	H. Pijesak	16,88		b	c			
2	H. Pijesak	17,25		b	c	d		
1	Foča	17,54		b	c	d		
1	Olovo	17,81		b	c	d	e	
1	Potoci	18,72			c	d	e	
2	Kneževo	19,07				d	e	
2	Olovo	19,70					e	
2	Potoci	21,72						f

Test pot.	Populacija	I _H 2015 [cm]	H. grupe					
			1	2	3	4	5	6
1	Kneževo	18,52	a					
1	H. Pijesak	19,87	a	b				
1	H. Pijesak	21,49		b				
1	Olovo	24,18				c		
1	Potoci	24,26				c		
1	Foča	24,38				c		
2	H. Pijesak	24,83				c		
2	H. Pijesak	25,43				c	d	
2	Foča	27,76					d	
2	Olovo	30,74						e
2	Kneževo	33,25						e f
2	Potoci	33,96						f

Test pot.	Populacija	I _H 2016 [cm]	H. grupe			
			1	2	3	4
1	Kneževo	20,65	a			
1	H. Pijesak 1	20,84	a			
1	H. Pijesak 2	23,00	a	b		
1	Foča	24,28		b		
1	Potoci	25,09		b		
1	Olovo	25,13		b		
2	H. Pijesak 1	25,90		b		
2	Foča	30,15			c	
2	H. Pijesak 2	30,55			c	
2	Olovo	31,01			c	
2	Potoci	38,40				d
2	Kneževo	39,32				d

Test pot.	Populacija	I _D 2014-2016 [cm]	H. grupe				
			1	2	3	4	5
1	Kneževo	8,21	a				
1	Foča	8,69	a	b			
1	H. Pijesak	9,08	a	b			
1	H. Pijesak	9,19	a	b			
1	Potoci	9,26	a	b			
1	Olovo	9,64		b			
2	H. Pijesak	15,30			b		
2	H. Pijesak	15,34			b		
2	Olovo	15,65			b		
2	Foča	17,15				c	
2	Potoci	18,17				c	d
2	Kneževo	19,05					d

Visinski prirast za 2011. godinu, tj. pri starosti sadnica od šest godina, u cilju poređenja sa rezultatima Šijačić-Nikolić et al. (2000) bio je procijenjen kao aritmetička sredina prirasta iz 2010. i 2012. godine. Pokazalo se da je visinski prirast sadnica skoro svih populacija manji u odnosu na visinski prirast u GJ Mučanj, osim za Mašun, Radočelo i Kopaonik. Sve testirane populacije u testu potomstva u Srebrenici ih nadilaze. U komparaciji sa testom u GJ Golija, populacije u testu potomstva u Srebrenici nadilaze testiranje provenijencije u GJ Golija, osim populacije Kopaonik. U GJ Kobilje-Rabrova situacija je nešto drugačija zbog velike varijabilnosti testiranih provenijencija. Testirane populacije u Srebrenici po visinama nadilaze provenijencije Zlatar, Golija, Radočelo i Mašun.

Situacija sa visinskim prirastima slična je i u poređenju rezultata provenijeničnih testova u Ivanjici i testa potomstva u Driniću. Visinski prirasti su na nivou prirasta provenijencija Radočelo i Kopaonik u GJ Mučanj, na nivou visinskog prirasta provenijencije Menina u GJ Golija (prirasti su veći od ostalih provenijencija u GJ Golija, izuzev provenijencije Kopaonik), te u rangu visinskih prirasta provenijencija Zlatar, Radočelo i Jelovica u provenijeničnom testu u GJ Kobilje-Rabrova (manji su u poređenju sa ostalim testiranim provenijencijama u navedenom testu potomstva).

U testovima potomstva u Hrvatskoj, Orlić (1979) navodi prosječne visinske priraste u: sedmoj, osmoj, devetoj, desetoj i jedanaestoj godini nakon presađnje. Poređenjem podataka sa podacima iz testova potomstva u BiH, utvrđeno je da smrča u testovima potomstva u Driniću i Srebrenici pokazuje varijabilne rezultate zavisno od godine do godine, kao i navedeni provenijenični testovi na četiri lokaliteta u Hrvatskoj. Opadanje prirasta, registrovano u testovima provenijencija nakon presađnje, desilo se i u testu potomstva u Srebrenici, gdje je tokom 2013. godine došlo do smanjenja prirasta u odnosu na prethodnu godinu. Pri tome neke populacije, kao što je populacija Potoci u testu potomstva u Srebrenici, pokazuju više rezultate skoro tokom čitavog perioda praćenja i poređenja prirasta u testovima potomstva u provenijeničnim testovima u Hrvatskoj.

Smrča u testovima potomstva u BiH postizala je bolje rezultate visinskog prirasta od smrče koju su Jurásek et al. (2009) testirali u montanim uslovima Češke. Prirasti sadnica tipa 2+0 sa golim i obloženim korijenovim sistemom, porijeklom iz

montanog područja (nadmorska visina preko 1050 m), pokazali su slabije rezultate u pogledu visinskog prirasta u odnosu na oba testa potomstva u BiH. Visinski prirast, u devetoj godini u testovima u Češkoj se kretao u intervalu od 5,4 do 11,8 cm, dok je najniži prirast u navedenoj godini života postizala populacija Kneževo u testu potomstva u Driniću sa iznosom od 13,16 cm. Populacija Potoci, koja se odlikuje najvećim prirastima u devetoj godini života sadnica u oba testa potomstva, premašila je prirast u testu u Češkoj za dva, odnosno tri puta. Razloge velikih razlika treba tražiti jedino u ekspoziciji i nagibu testa uspostavljenog u Češkoj, dok su ostali parametri slični parametrima testa potomstva u Srebrenici.

Kowalczyk et al. (2009) istraživanjima visinskog prirasta u testu u Poljskoj, dobili su rezultat visinskog prirasta u periodu od pete do desete godine života sadnica na otvorenom od 240 cm, što se kod sadnica smrče u testovima potomstva vjerovatno neće ostvariti u navedenom periodu.

Mataruga et al. (2010a) utvrdili su da je prosječan godišnji visinski prirast u testu potomstva u Driniću imao najveću vrijednost kod populacije Han Pijesak 2, u iznosu od 73,82 mm, dok je najmanji visinski prirast zabilježen kod populacije Kneževo, u iznosu od 63,54 mm. Najveći prirast na nivou linija polusrodnika utvrđen je kod linije polusrodnika HP2/8 u iznosu oko 85 mm, dok je najniži visinski prirast utvrđen za liniju polusrodnika HP1/6 i K6 i iznosi oko 58 mm. To je ujedno i bio i najveći prirast u poređenju sa ostala tri testa potomstva koja su izmjerena (pored Srebrenice, mjereni su testovi potomstva koju su 2010. godini bili u funkciji i to u Derventi i Nevesinju).

U daljim istraživanjima (Cvjetković et al., 2015a) nalaze da je visinski prirast u Srebrenici manji od prirasta u Driniću, što je u saglasnostima sa rezultatima dobijenim u ovom radu. Od 2014. godine, visinski prirast u testu potomstva u Srebrenici postiže veće vrijednosti od testa potomstva u Driniću. Populacije su se smjenjivale u pogledu dostizanja najvećeg prirasta, pa je tako populacija Olovo postizala najveći visinski prirast tokom 2012. godine (9,64 cm), 2013. godine (12,20 cm) i 2016. godine (25,13 cm). Pored nje, najveći visinski prirast dostizala je populacija Potoci 2014. godine (18,72 cm) i populacija Foča 2015. godine (24,28 cm). Najveći prirast prečnika

korijenovog vrata bio je rezervisan za populaciju Foča, od 15,97 mm za dvogodišnji period.

U pogledu linija polusrodnika, za razliku od rezultata Mataruge et al. (2010), najveće priraste u testu potomstva Drinić dostižu linije polusrodnika iz Han Pijesaka 2: 2012. i 2013. godine (HP2/3), 2013. godine, a u narednim godinama primat preuzimaju linije polusrodnika iz populacije Foča i to za 2014. linija polusrodnika F10 sa prirastom od 22 cm, 2015. godine linija polusrodnika F5 sa prirastom od 26,37 cm i 2016. godine ponovo linija polusrodnika F10 sa prirastom od 27,46 cm. Najmanje vrijednosti visinskog prirasta utvrđene su za linije polusrodnika iz populacija Han Pijesak 1 i Han Pijesak 2.

U testu potomstva u Srebrenici, Mataruga et al (2010a) navode da je prosječan visinski prirast 56,95 mm. Najmanji visinski prirast autori su utvrdili za populaciju Olovo (80,71 mm), a najveći za populaciju Han Pijesak 2 (90,41 mm). Linija polusrodnika HP1/7 imala je najmanji prirast od 44,79 mm, dok je najveći prirast utvrđen za liniju polusrodnika F6 i iznosi 73 mm. Cvjetković et al. (2015a) navode da je populacija Foča imala najmanji visinski prirast u iznosu od 8,15 mm, dok je populacija Olovo imala najveći prirast u iznosu od 10,22 mm. Posmatrano u odnosu na dalji period za koji je utvrđen visinski prirast, u testu potomstva u Srebrenici je došlo do povećanja prirasta usljed povećanja starosti sadnica, a populacije Potoci i Kneževo imale su veći prirast u odnosu na populaciju Olovo. Tako je najveći prirast zabilježen kod populacije Han Pijesak 2 za 2012. godinu (14,65 cm), Olovo za 2013. godinu (10,25 cm), Potoci za 2014. godinu (21,72 cm), 2015. godinu (33,96 cm) i Kneževo za 2016. godinu (39,32 cm). Najveći prirast korijenovog vrata zabilježen je kod populacije Kneževo.

U odnosu na testove smrče u susjednim državama, može se reći da smrča u testovima potomstva u Bosni i Hercegovini prati trendove rasta i razvoja smrče u okruženju (Šijačić-Nikolić et al., 2000; Orlić, 1979), te da postoji značajan nivo varijabilnosti uzrokovan porijeklom reproduktivnog materijala, kao i interakcije staništa i elemenata rasta koji kod smrče dolaze do izražaja u mnogim testovima na otvorenom i po mnogim parametrima (Ivetić et al., 2005).

5.1.3. Preživljavanje sadnica u testovima potomstva

Preživljavanje sadnica predstavlja jedan od prvih parametara kod izbora sadnog materijala za podizanje novih šuma (Dizdarević et al., 1987), te je potrebno izvršiti pravilan odabir izvora polaznog materijala. Varijabilnost ove osobine je velika, mada u nekim od testova smrče na otvorenom uopšte ne pokazuje vezu između geografskog porijekla polaznog materijala i preživljavanja, a veza između visina koje postižu sadnice i preživljavanja se takođe ne uočava (Pacalaj et al., 2002; Ulbrichová et al., 2015). Različiti tipovi sadnog materijala i vrijeme sadnje takođe utiču na preživljavanje sadnica smrče. Repáč et al. (2011) utvrdili su da je preživljavanje sadnica smrče prve godine nakon presadnje iznosilo 65% pri jesenjoj sadnji, a 91% pri proljećnoj sadnji, uz dodatak mikoriznih preparata. Takođe, uticaj tipova sadnog materijala (Ocvirek et al., 2002; Hytönen i Jylhä, 2008), kao i interakcije tipova sadnog materijala i pripreme staništa (Langvall et al., 2001) istraženi su i dovođeni u vezu sa preživljavanjem sadnica u testovima na otvorenom, ali bez istraživanja varijabilnosti bazirane na porijeklu sadnog materijala. Akcenat je stavljen na kvalitet sadnog materijala i adekvatnu pripremu staništa.

Preživljavanje sadnica u istraživanim testovima na otvorenom može da varira od 20 do 100%, koliko su utvrdili Genys et al. (1984) za smrču iz 46 provenijencija u 15. godini. Do sličnih rezultata došli su Hytönen i Jylhä (2008), koji su u testovima u otvorenom u Finskoj istraživali preživljavanje sadnica različitog tipa sadnog materijala na površinama na kojima se ne vrši tretiranje korovske vegetacije.

U istraživanjima u okruženju, za područje Hrvatske, Orlić (1979) navodi razlike u preživljavanju smrče starosti pet godina, čije porijeklo se ne navodi, ali se testiranje vrši na četiri različita lokaliteta u Hrvatskoj. Utvrđene su razlike u preživljavanju između pojedinih lokaliteta, pri čemu smrča dostiže najveći procenat preživljavanja, oko 90%, ali uz popunjavanje koje je izvršeno nakon prve godine.

Komlenović et al. (2005) istraživali su preživljavanje smrče u različitim uslovima sredine, te utvrdili da je preživljavanje sadnica na staništima na kojima se nalazi vegetacija bujadičnog tipa veća od lokaliteta na kojima nema tog tipa vegetacije.

Ocvirek et al. (2002) istraživali su preživljavanje različitih tipova sadnog materijala smrče. Utvrdili su da preživljavanje smrče, kod nekih od tipova sadnog materijala, nakon desete godine pada i ispod 30% (sadnice iz Bosnaplast kontejnera i klasične sadnice 2+0 sa startnim đubrenjem), dok je kod sadnica iz Nisula rolni taj procenat svega 38%, što je skoro identično preživljavanju u testovima potomstva u Driniću i Srebrenici, koji su takođe školovani u Nisula rolanama.

Mortalitetom sadnica u IUFRO 1964-1968. testu u Francuskoj bavili su se Collignon et al. (2002) na nivou domena, te su utvrdili mortalitet od svega 11% u 16. godini i pri tome došli do zaključka da najveći procenat odumrlih sadnica potiče iz baltičko-nordijskog domena.

Značajne razlike u preživljavanju na nivou provenijencija navodi i Budeanu et al. (2012), koji su istraživali 33 populacije u Rumuniji i utvrdili da preživljavanje zavisi od porijekla reproduktivnog materijala, pri čemu je preživljavanje na nivou ogleda iznosio 68-70%, dok je razlika između pojedinih provenijencija iznosila do 25%.

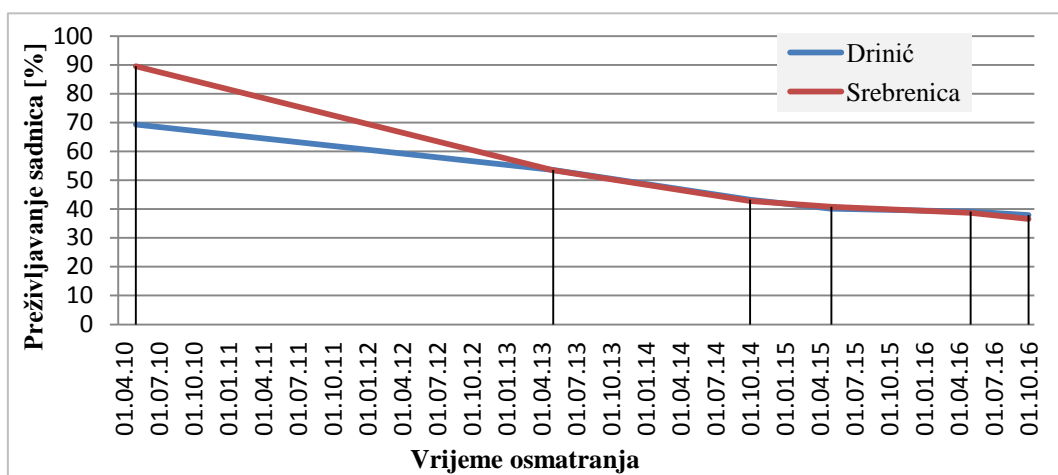
Najdetaljnije podatke o stanju u testovima potomstva u Bosni i Hercegovini daju Mataruga et al. (2010a) gdje je utvrđen procenat preživjelih sadnica i prirast prve godine nakon preživljavanja u testovima potomstva u Driniću i Srebrenici. Autori su došli do rezultata koji ukazuju na najveći procenta preživjelih sadnica u testu potomstva u Srebrenici od 85,78% i 67,36% preživjelih sadnica u testu potomstva u Driniću.

Prva naredna evidencija preživljavanja sadnica izvršna je u proljeće 2013. godine, pri prikupljanju podataka o otvorenosti pupoljaka u testovima potomstva. Utvrđeno je da je preživljavanje sadnica u oba testa potomstva skoro isto, i iznosi oko 53,5%. U narednim godinama preživljavanje sadnica je opadao sa skoro istim procentom preživjelih sadnica u oba testa potomstva. Tako je 2014. godine zabilježen preživljavanje sadnica od 43,24% u testu potomstva u Driniću i 42,81% u Srebrenici.

U 2015. godini, preživljavanje je bio identičan i iznosio je 40,14% u testu potomstva u Driniću i 40,14% u testu potomstva u Srebrenici, dok je u 2016. godini pri prvom osmatranju, na početku vegetacionog perioda, utvrđeno preživljavanje od 39,10% u testu potomstva u Driniću i 38,66% u testu potomstva u Srebrenici.

Pri posljednjem osmatranju preživljavanja sadnica u testovima potomstva, krajem vegetacionog perioda 2016. godine, utvrđeno je preživljavanje sadnica u iznosu

od 37,92% u testu potomstva u Driniću i 36,56% u testu potomstva u Srebrenici (grafikon 25).



Grafikon 25. Preživljavanje sadnica u testovima potomstva smrče

5.1.3.1. Preživljavanje sadnica u testu potomstva u Driniću

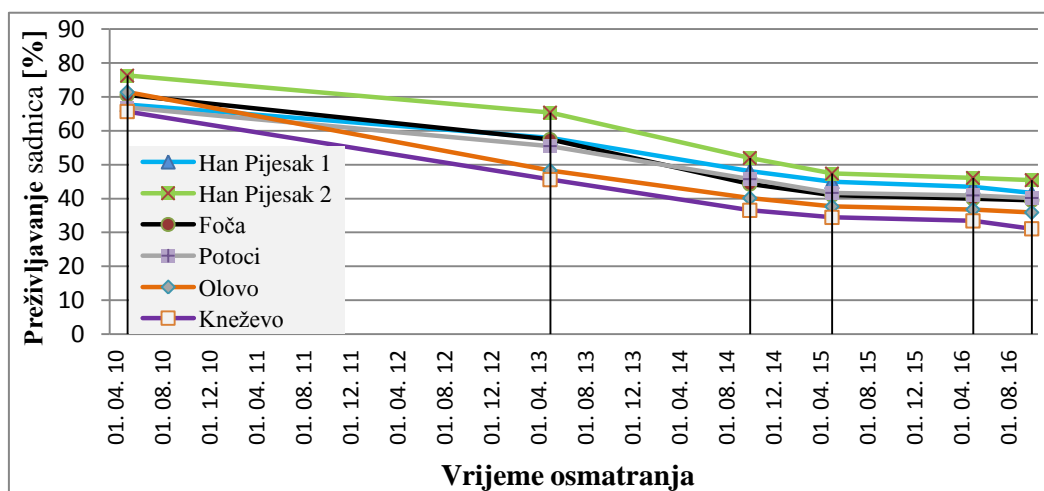
Preživljavanje sadnica u testu potomstva u Driniću, gledano po populacijama, ukazalo je na razlike između šest testiranih populacija. Neki od ranijih radova bave se razlikama preživljavanja sadnica u navedenom testu potomstva.

O varijabilnostima u preživljavanju sadnica za 2010. i 2013. godinu pišu Mataruga et al. (2010a) i Cvjetković et al. (2016a). Mataruga et al. (2010a) utvrdili su postojanje značajnih razlika u preživljavanju sadnica u testu potomstva u Driniću. pri čemu se preživljavanje kreće od 63,54 do 68,65% za sve populacije izuzev populacije Han Pijesak 2, koja se izdvaja od ostalih populacija sa procentom preživjelih sadnica od 73,82%.

Tokom 2013. godine, zabilježen je preživljavanje sadnica od 45,60% kod populacije Kneževo do 65,36% kod populacije Han Pijesak 2, dok je prosječan procenat preživjelih sadnica iznosio 53,36%. Jaka suša koja je zadesila područje Balkanskog poluostrva tokom 2013. godine (NOAA, 2016), uslovlila je odumiranje sadnica u testu potomstva u Driniću, te je tokom 2014. zabilježen preživljavanje sadnica od 43,24%, pri čemu su najbolji rezultati dobijeni za populacije Han Pijesak 2 kod koje je zabilježen procenat preživljavanja od 51,96%, Han Pijesak 1 od 48,11%, dok su najlošiji rezultati zabilježeni kod populacije Kneževo – 36,53%.

Tokom 2015. i 2016. godine, nastavljen je trend pada broja preživjelih sadnica, ali je tendencija pada bila značajno slabije izražena nego proteklih godina. U 2015. godini, u proljeće, registrovan je prosječan procenat preživljavanja sadnica u testu potomstva u Driniću od 40,17% pri čemu je i dalje populacija Han Pijesak 2 imala najveći procenat preživjelih sadnica od 47,39%, prati je populacija Han Pijesak 1 sa 45%, a posljednja je populacija Kneževo sa 34,59% preživjelih sadnica.

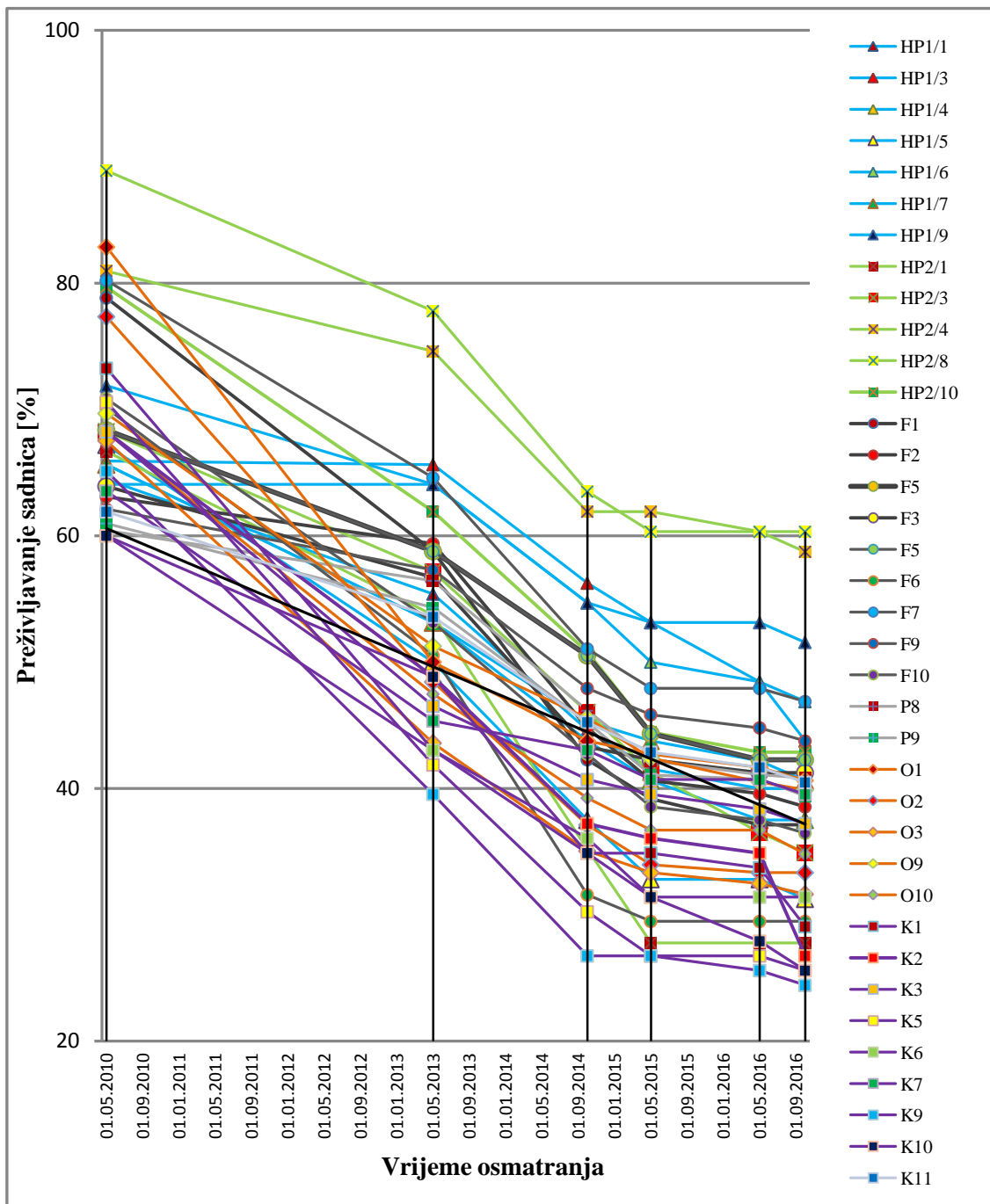
U proljeće 2016. zabilježeno je preživljavanje sadnica od 39,07%, dok je u jesen taj procenat bio niži za oko 1,2% i iznosio je 37,94%. Populacija Han Pijesak je i dalje bila populacija sa najvećim procentom preživjelih sadnica u 2016. godini - sa procentima preživljavanja 46,08% u proljeće, i 45,42% u jesen 2016. godine. Redosljed populacija po procentima preživljavanja je zadržao istu tendenciju, osim što je došlo do nešto značajnijeg pada procenta preživjelih sadnica kod populacije Kneževo (svega 31,09% preživjelih sadnica), što je zabilježeno u jesen 2016. godine (grafikon 26).



Grafikon 26. Preživljavanje sadnica u testu potomstva smrče Drinić na nivou populacija

Preživljavanje sadnica testiranih linija polusrodnika pokazao je značajnu varijabilnost, pri čemu se razlike u preživljavanju sadnica pojedinih linija polusrodnika kreću i preko 30%. Najbolje rezultate preživljavanja pokazale su linije polusrodnika HP2/4 i HP2/8 sa prosječnim procentom preživjelih sadnica oko 60% u posljednjem osmatranju preživljavanja u jesen 2016. godine. Najmanji procenat preživjelih sadnica zabilježen je kod linija polusrodnika iz populacije Kneževo: K9 i K10, mada i sve ostale linije polusrodnika pokazuju mali procenat preživljavanja (grafikon 27). Takođe, interesantna za linije polusrodnika iz navedene populacije jeste i činjenica da su neke od

njih, npr. K2 i K1, pokazale značajan pad preživljavanja sadnica u periodu posljednja dva osmatranja. Značajan procenat sadnica nije preživio ljetu 2016. godine kada nisu zabilježene ekstremne vremenske pojave.



Grafikon 27. Preživljavanje sadnica u testu potomstva smrče Drnić na nivou linija polusrodnika

Kada je u pitanju testiranje varijabilnosti i utvrđivanje značajnosti razlika za posmatrano obilježje „preživljavanje sadnica“ na nivou blokova, populacija i linija polusrodnika, utvrđeno je da postoje značajne razlike u preživljavanju pri vrijednosti $p \leq 0,05$ (tabela 42). Prisustvo značajnih razlika utvrđeno je za svako snimanje stanja u testu potomstva 2013-2016. godine.

Tabela 42. Rezultati analize varijanse za obilježje “preživljavanje sadnica” za nivo blokova, populacija i linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću

Godina	Blok			Populacija			Linija polusrodnika		
	df	F	p	df	F	p	df	F	p
2013	2	28,756***	0.0000	5	10,853***	0.0000	35	2,403***	0.0000
2014	2	33,515***	0.0000	5	6,597***	0.0000	35	2,259***	0.0000
2015	2	28,986***	0.0000	5	4,760***	0.0002	35	2,188***	0.0000
2016/1	2	28,986***	0.0000	5	4,554***	0,0004	35	2,154***	0,0001
2016/2	2	27,949***	0.0000	5	5,778***	0.0000	35	1,544***	0,0227

Rezultati Dankan testa za nivo blokova ukazuju na postojanje dvije homogene grupe za podatke snimane 2013-2016. godine, osim za jesen 2016. godine kada je utvrđeno da postoje tri homogene grupe (tabela 43). To navodi na činjenicu da, sa starošću zasada, do izražaja dolaze ekološki uticaji životne sredine u kojima se test potomstva nalazi. Iako su uslovi sredine približno jednaki, diferenciranje preživljavanja po blokovima je izraženo. Klapšć et al. (2007) navode da iako se testovi na otvorenom nastoje postaviti u homogenim uslovima i u dovoljnom broju replikacija (blokova, ponavljanja), u realnosti je takav cilj jako teško ostvariti. Stoga i jeste potrebno prilagođavanje da bi se dobili odgovarajući rezultati na bazi statistike koji su validni i upotrebljivi. Slična situacija je i sa oba testa potomstva u BiH – Driniću i Srebrenici.

Tabela 43. Rezultati Dankan testova za obilježje “preživljavanje sadnica” na nivou blokova u testu potomstva u Driniću

Blok	Preživ. 2013 [%]		Preživ. 2014 [%]		Preživ. 2015 [%]		Preživ. 2016/1 [%]		Preživ. 2016/2 [%]		
	H.g. 1	H.g. 2	H.g. 1	H.g. 2	H.g. 1	H.g. 2	H.g. 1	H.g. 2	H.g. 1	H.g. 2	H.g. 3
1	58,78	a	49,42	a	46,22	a	42,48	a	29,83	a	
2	57,03	a	46,24	a	42,48	a	46,22	a	39,79		b
3	44,79	b	33,97	b	31,73	b	31,74	b	44,09		c

Kada je u pitanju variranje rezultata za obilježje “preživljavanje sadnica” na nivou populacija, kao i prethodnom slučaju kod blokova, rezultati analize varijanse ukazuju na postojanje značajnih razlika (tabela 44).

Rezultati Dankan testa ukazuju na visok nivo heterogenosti pri čemu je evidentirano postojanje od tri do četiri homogene grupe, zavisno od vremena prikupljanja podataka. U 2013, 2016/1. i 2016/2. godini evidentirane su tri homogene grupe, dok su preostale dvije godine, u 2014. i 2015. godini, evidentirane četiri homogene grupe (tabela 44).

Tabela 44. Rezultati Dankan testova za obilježje “preživljavanje sadnica” na nivou populacija u testu potomstva u Driniću

Popul.	Prež. [%] 2013	H. gr.			Popul.	Prež. [%] 2014	H. grupe				Popul.	Prež. [%] 2015	H. grupe			
		1	2	3			1	2	3	4			1	2	3	4
Kneževo	45,60	a			Kneževo	36,53	a				Kneževo	34,58	a			
Olovo	48,26	a			Olovo	40,11	a b				Olovo	37,64	a b			
Potoci	55,47	b			Foča	44,28	b c				Foča	41,03	b c			
Foča	57,40	b			Potoci	45,72	b c				Potoci	41,67	b c d			
H. Pij. 1	57,91	b			H. Pij. 1	48,10	c d				H. Pij. 1	44,98	c d			
H. Pij. 2	65,36	c			H. Pij. 2	51,96	d				H. Pij. 2	47,38	d			
Popul.	Prež. [%] 2016/1	H. gr.			Popul.	Prež. [%] 2016/2	H. gr.									
		1	2	3			1	2	3							
Kneževo	33,41	a			Olovo	28,92	a									
Olovo	36,77	a b			H. Pij 2	29,84	a b									
Foča	40,00	b c			Potoci	34,13	a b									
Potoci	40,93	b c			H. Pij. 1	35,14	b									
H. Pij. 1	43,21	c			Kneževo	41,06	c									
H. Pij. 2	46,08	c			Foča	45,66	c									

Rezultati Dankan testa na nivou testiranih linija polusrodnika, ukazuju na postojanje od šest do osam homogenih grupa, pri čemu je najveći broj homogenih grupa zabilježen u prvoj godini osmatranja, tj. 2013. godine kada je utvrđeno postojanje osam homogenih grupa, preko sedam homogenih grupa utvrđeno je za 2014. i 2015. godinu, dok je najmanji broj homogenih grupa – šest, zabilježen tokom 2016. godine. Može se uočiti trend opadanja varijabilnosti u periodu 2013-2016. godine (Prilog 2.1, tabela 12).

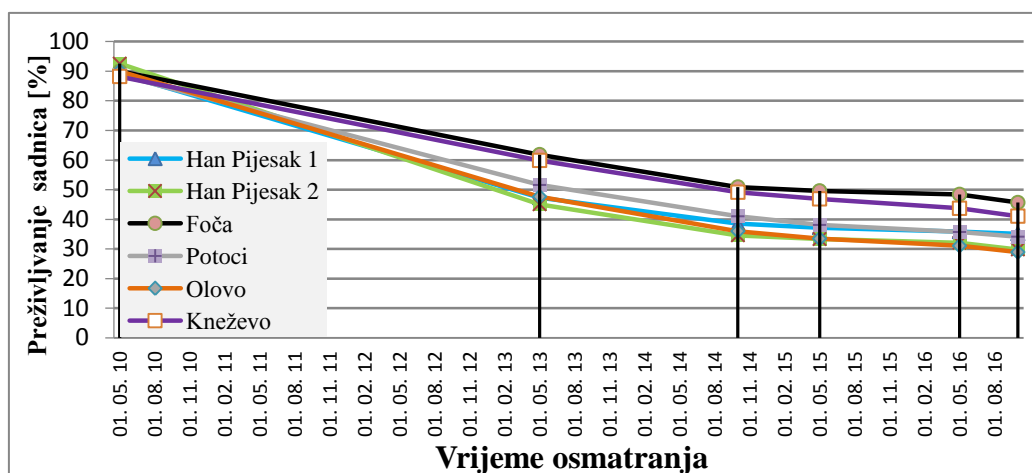
5.1.3.2. Preživljavanje sadnica u testu potomstva u Srebrenici

Preživljavanje sadnica u testu potomstva u Srebrenici, sa aspekta testiranih populacija, bilo je nešto drugačije u odnosu na test potomstva u Driniću. Populacija Foča je imala najveći procenat preživjelih sadnica po posmatranim godinama. Tokom 2013. godine, najveći procenat preživjelih sadnica je zabilježen kod populacije Foča, kao i kod populacije Kneževo koja je pokazala značajno bolje preživljavanje u odnosu na ostale populacije (Cvjetković et al., 2015b). Najmanji procenat preživjelih sadnica zabilježen kod populacije Han Pijesak 2, što predstavlja potpuno obrnut slučaj u odnosu na test potomstva u Driniću. Primijećena je i pojava bujadske vegetacije, koja nije registrovana u Driniću, a koja je mogla da poveća preživljavanje sadnica imajući u vidu neke ranije rezultate istraživanja preživljavanja smrče u bujadicama (Komlenović et al., 1995).

U periodu 2013-2014. godine došlo je do značajnijeg pada procenta preživjelih sadnica, u prosjeku za oko 10% što se može tumačiti uticajem suše tokom 2013. godine (NOAA, 2016). Procenat preživjelih sadnica populacija Foča i Kneževo kretao se oko 50%, dok su populacije Han Pijesak 1, Han Pijesak 2 i Olovo imale preživljavanje sadnica ispod 40%, odnosno, 38,51%, 34,60% i 36,01%. Populacija Potoci imala je procenat preživjelih sadnica od 41,01%.

Sličan trend (grafikon 28), sa blagim padom preživljavanja sadnica po populacijama u testu potomstva u Srebrenici, zadržao se do kraja posmatranog perioda, tj. jeseni 2016. godine, kada su zabilježeni procenti preživljavanja u rasponu od 28,84% preživjelih sadnica kod populacije Han Pijesak 2, do 45,66% preživjelih sadnica koliko je zabilježeno za populaciju Foča. Populacije Han Pijesak 1 i Potoci su se izdvojile sa nešto većim procentom preživjelih sadnica u iznosu od 35,14% za preživljavanje sadnica populacije Han Pijesak 1 i 34,13% preživjelih sadnica kod populacije Potoci.

Posmatrajući rezultate dobijene za populacije, može se smatrati da je preživljavanje sadnica po populacijama vrlo skromno. Za oba testa potomstva na kraju posmatranog perioda, u starosti sadnica od 10 godina (3 godine u rasadniku i 7 godina na terenu), iznosi ispod 50%. Očekivano je veći preživljavanje sadnica s obzirom na to da je korišćen sadni materijal obloženog korijenovog sistema (Nisula rolne), te da je smrči posvećeno dosta pažnje nakon osnivanja poljskih ogleda.

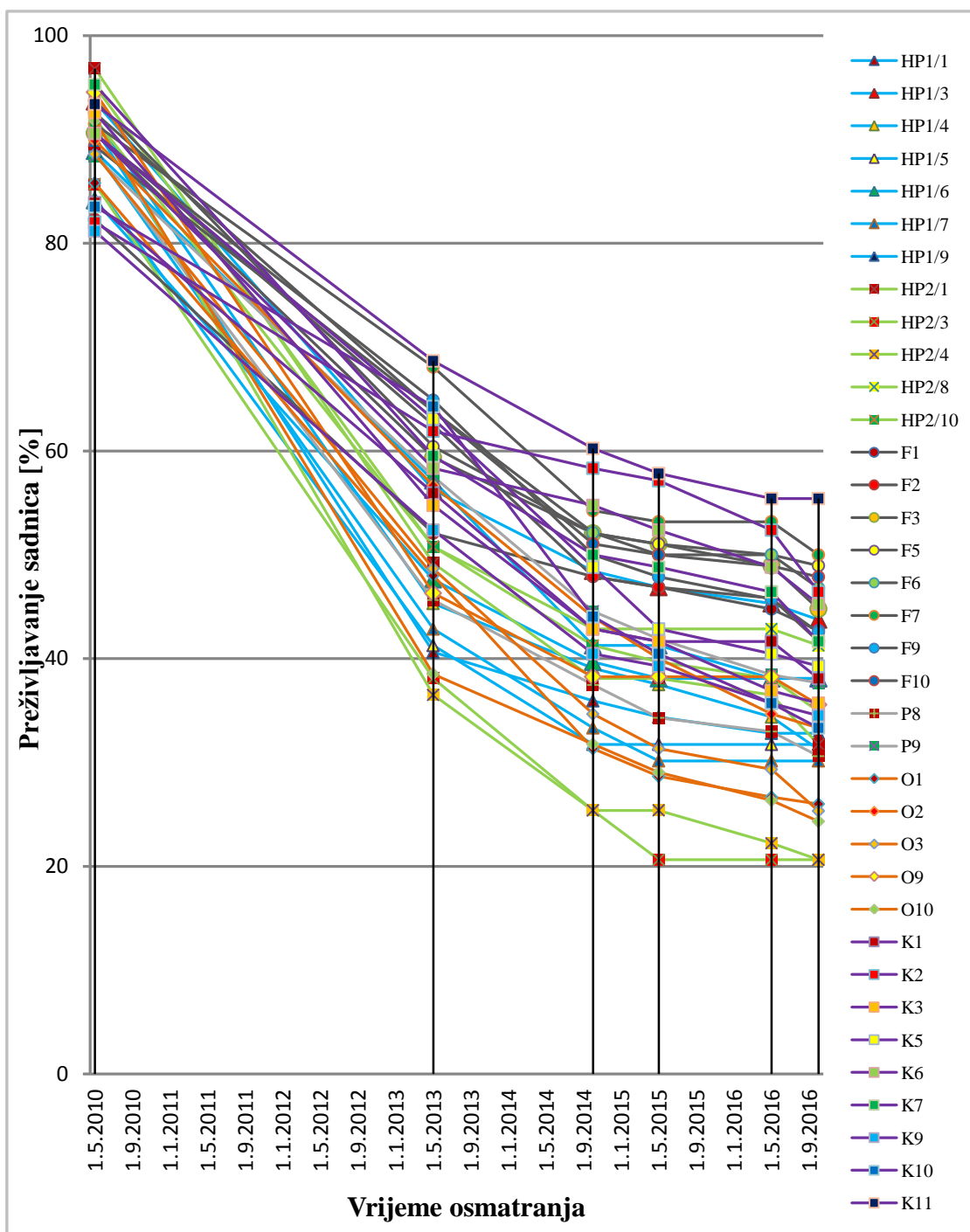


Grafikon 28. Preživljavanje sadnica u testu potomstva u Srebrenici na nivou populacija

Varijabilnost na nivou linija polusrodnika je, kao i kod testa potomstva u Driniću, velika i prelazi 35% raspona preživljavanja između linija polusrodnika sa najvećim i najmanjim procentom preživjelih sadnica. Linije polusrodnika koje se odlikuju najvećim procentom preživjelih sadnica su K11 sa 55,42% u posljednjem osmatranju, kao i linija polusrodnika F7 sa preživljavanjem od 50,00%. Ostale linije polusrodnika imale su preživljavanje sadnica ispod 50%.

Najmanji procenat preživjelih sadnica zabilježen je kod linija polusrodnika iz populacije Han Pijesak 2: HP2/4 i HP2/3 sa procentom preživjelih sadnica u iznosu od 20,63% kod obje linije polusrodnika. Takođe, nizak procenat preživljavanja sadnica (ispod 25%) zabilježen je kod linija polusrodnika O2, O3 i O10. Kao i kod sadnica u testu potomstva u Driniću, i u testu potomstva u Srebrenici tokom 2016. godine zabilježen je nešto oštriji pad broja preživjelih sadnica za pojedine linije polusrodnika (grafikon 29).

Na potrebu pažljivog planiranja izbora objekta za sakupljanje polaznog materijala govore rezultati dobijeni i predstavljeni grafikonima preživljavanja sadnica u testovima potomstva u Driniću i Srebrenici. Naime, neke populacije i linije polusrodnika koje su u jednom testu potomstva pokazale najveći procenat preživjelih sadnica, u drugom testu potomstva su pokazale potpuno obrnute rezultate. Ispitivanje uslova životne sredine prije podizanja novih šuma i poznavanje osobina izvora šumskog reproduktivnog materijala su glavne premise za uspješno podizanje novih šuma.



Grafikon 29. Preživljavanje sadnica u testu potomstva u Srebrenici na nivou linija polusrodnika

Rezultati analize varijanse za posmatrano obilježje “preživljavanje sadnica” ukazuju na postojanje značajnih razlika u preživljavanju sadnica na nivou blokova, populacija i linija polusrodnika za vrijednost $p \leq 0,05$ (tabela 45).

Tabela 45. Rezultati analize varijanse za obilježje “preživljavanje sadnica” za nivo blokova, populacija i linija polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici

Godina	Blok			Populacija			Linija polusrodnika		
	df	F	p	df	F	p	df	F	p
2013	2	28,756***	0,0000	5	12,333***	0,0000	35	3,122***	0,0000
2014	2	21,002***	0,0000	5	12,153***	0,0000	35	2,867***	0,0000
2015	2	22,066***	0,0000	5	13,129***	0,0000	35	3,130***	0,0000
2016/1	2	22,795***	0,0000	5	13,605***	0,0000	35	3,166***	0,0000
2016/2	2	19,264***	0,0000	5	12,376***	0,0000	35	2,968***	0,0000

Rezultati Dankan testa sprovedenih za nivo istraživanih blokova ukazuju na skoro istu varijabilnost kao i u testu potomstva u Driniću, gdje su se blokovi svrstavali u dvije homogene grupe (tabela 46). Razlike postoje za 2014. godinu, kada je u testu potomstva u Srebrenici utvrđeno postojanje tri homogene grupe, svaki blok je pripadao posebnoj homogenoj grupi, i za 2016/2 godinu, kada je utvrđeno postojanje tri homogene grupe u testu potomstva u Driniću.

Na nivou populacija rezultati Dankan testa ukazuju na postojanje tri homogene grupe u 2013. godini, tri homogene grupe u 2014. godini, dvije homogene grupe u 2015. godini, dvije homogene grupe u 2016/1 godini i tri homogene grupe u 2016/2 godini. Varijabilnost na nivou populacije je nešto manja u odnosu na varijabilnost zabilježenu u testu potomstva u Driniću (tabela 47).

Rezultati Dankan testa za nivo linija polusrodnika, za razliku od nivoa populacija, pokazuju znatno veću varijabilnost koja se ogleda kroz broj homogenih grupa. Tako je za 2013. godinu registrovano 10 homogenih grupa, u 2014. godini došlo je do smanjenja broja homogenih grupa za jednu te ih je registrovano devet, ali je opet naredne 2015. godine bilo 10. Smanjenje varijabilnosti primijećeno je tokom 2016. godine kada je za oba osmatranja utvrđeno da postoji po sedam homogenih grupa i za proljeće i za jesenje osmatranje (Prilog 2.1, tabela 13).

Tabela 46. Rezultati Dankan testova za obilježje “preživljavanje sadnica” na nivou blokova u testu potomstva u Srebrenici

Blok	Preživlj. 2013 [%]	H.g.		Preživlj. 2014 [%]	H.g.			Preživlj. 2015 [%]	H.g.		Preživlj. 2016/1 [%]	H.g.		Preživlj. 2016/2 [%]	H.g.	
		1	2		1	2	3		1	2		1	2		1	2
1	58,78	a		49,60	a			48,01	a		45,94	a		42,91	a	
2	57,03	a		41,88		b		35,57		b	33,36		b	32,25		b
3	44,79		b	37,00			c	38,69		b	36,70		b	34,55		b

Tabela 47. Rezultati Dankan testova za obilježje “preživljavanje sadnica” na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici

Populac.	Preživ. [%] 2013	H. gr.			Populac.	Preživ. [%] 2014	H. gr.			Populac.	Preživ. [%] 2015	H. g.	
		1	2	3			1	2	3			1	2
H. Pij. 2	45,08	a			H. Pij. 2	34,60	a			H. Pij. 2	33,33	a	
H. Pij. 1	47,30	a	b		Olovo	36,01	a	b		Olovo	33,47	a	
Olovo	47,66	a	b		H. Pij. 1	38,51	a	b		H. Pij. 1	37,16	a	
Potoci	51,59		b		Potoci	41,01		b		Potoci	38,10	a	
Kneževo	59,87			c	Kneževo	49,14			c	Kneževo	46,89		b
Foča	61,84			c	Foča	50,92			c	Foča	49,60		b

Populac.	Preživ. [%] 2016/1	H.gr.		Populac.	Preživ. [%] 2016/2	H. gr.		
		1	2			1	2	3
Olovo	31,06	a		Olovo	28,92	a		
Han Pij. 2	32,06	a		H. Pij. 2	29,84	a	b	
Potoci	35,71	a		Potoci	34,13	a	b	
Han Pij. 1	35,81	a		H. Pij. 1	35,14		b	
Kneževo	43,71		b	Kneževo	41,06			c
Foča	48,42		b	Foča	45,66			c

Ukoliko posmatramo interakciju dva testa potomstva kroz dvofaktorijalnu analizu varijanse, odnosno testova potomstva na nivou blokova, populacija i linija polusrodnika, dolazimo do rezultata koji ukazuju na značajne razlike između njih za posmatrano obilježje “preživljavanje sadnica” (tabela 48) za vrijednost $p \leq 0,05$.

Cilj ovih analiza jeste utvrditi interakciju blokova, populacija i linije polusrodnika u odnosu na testove potomstva.

Tabela 48. Rezultati dvofaktorijalne analize varijanse za obilježje “preživljavanje sadnica” za nivo blokova, populacija i linija polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici

Godina	Test potom. × Blok			Test potom. × Populacija			Test potom. × Linija polusrod.		
	df	F	p	df	F	p	df	F	p
2013	2	30,999***	0,0000	5	14,652***	0,0000	35	2,956***	0,0000
2014	2	18,915***	0,0000	5	13,081***	0,0000	35	2,776***	0,0000
2015	2	12,799***	0,0000	5	11,751***	0,0000	35	2,725***	0,0000
2016/1	2	12,177***	0,0000	5	11,177***	0,0000	35	2,565***	0,0000
2016/2	2	10,067***	0,0000	5	11,002***	0,0000	35	3,845***	0,0000

Rezultati Dankan testa, na nivou blokova, otkriva postojanje heterogenosti među dobijenim podacima, pri čemu se izdvajaju od tri do pet homogenih grupa. Tokom 2013. godine, rezultati se svrstavaju u četiri homogene grupe, u 2014. godini je zabilježena najmanja heterogenost, pri čemu se rezultati svrstavaju u tri homogene grupe. Najveća varijabilnost je zabilježena tokom 2015. godine kada su rezultati Dankan testa ukazali na postojanje pet homogenih grupa, dok je tokom 2016. godine za prolječno i jesenje osmatranje utvrđeno postojanje četiri homogene grupe (tabela 49).

Rezultati u tabeli 50 ukazuju na značajnu heterogenost na nivou posmatranih testova potomstva i blokova. Takođe, mogu se uočiti određene zakonitosti koje su dobijene kroz deskriptivnu statistiku, a vidljive su i na terenu. Naime, blokovi 1 u oba testa potomstva svrstani u istu homogenu grupu. U toj homogenoj grupi su blokovi koji su postigli najveći procenat preživjelih sadnica u testu potomstva u Driniću i Srebrenici. Pretpostavka je da su mikrostanišni uslovi na kojima se nalaze navedeni blokovi najpovoljniji u odnosu na ostale testirane blokove.

Sa druge strane, blok 3 iz testa potomstva u Driniću i blok 2 iz testa potomstva u Srebrenici su u istoj homogenoj grupi, a to su ujedno blokovi koji su postizali najslabije rezultate po pitanju preživljavanja sadnica. Blok 3 u testu potomstva u Driniću nalazi se u nešto suvljim uslovima u odnosu na ostale blokove, dok je blok 2 u testu potomstva u Srebrenici smješten na blagu zaravan, na nešto pliće zemljište u odnosu na ostale blokove.

Tabela 49. Rezultati Dankan testova za obilježje “preživljavanje sadnica” za interakciju “test potomstva x blok” u testu potomstva u Srebrenici

Test potom.	Blok	Preživljav. [%] 2013	H. grupe			
			1	2	3	4
1	3	44,79	a			
2	2	44,90	a			
2	3	54,38	b			
1	2	57,03	b c			
1	1	58,78	c d			
2	1	61,23	d			

Test potom.	Blok	Preživljav. [%] 2014	H. grupe		
			1	2	3
1	3	33,97	a		
2	2	37,00	a		
2	3	41,88	b		
1	2	46,24	c		
1	1	49,43	c		
2	1	49,60	c		

Test pot.	Blok	Preživljav. [%] 2015	H. grupe				
			1	2	3	4	5
1	3	31,76	a				
2	2	35,57	a b				
2	3	38,69	b c				
1	2	42,48	d e				
1	1	46,22	e f				
2	1	48,01	f				

Test potom.	Blok	Preživljav. [%] 2016/1	H. grupe			
			1	2	3	4
1	3	30,91	a			
2	2	33,36	a b			
2	3	36,70	b			
1	2	41,01	c			
1	1	45,24	d			
2	1	45,94	d			

Test potom.	Blok	Preživljav. [%] 2016/2	H. grupe			
			1	2	3	4
1	3	29,83	a			
2	2	32,25	a b			
2	3	34,55	b			
1	2	39,79	c			
2	1	42,91	c d			
1	1	44,09	d			

Rezultati Dankan testa za interakciju testova potomstva i populacija (tabela 50) ukazuju na postojanje značajne varijabilnosti kroz raspoređivanje populacija u 4-6 homogenih grupa. Za 2013. godinu, zabilježene su 4 homogene grupe, za 2015. godinu

pet homogenih grupa, za 2015. i 2016/1 godinu četiri homogene grupe, a najveća varijabilnost je utvrđena za 2016/2 kada je utvrđeno postojanje šest homogenih grupa.

Rezultati Dankan testa za interakciju „test potomstva x linija polusrodника” dati su u prilogu 2.2 u tabelama 30-34. Heterogenost podataka je velika, a ukupan broj homogenih grupa se kreće u intervalu 14-15, što je značajno manje u odnosu na neka druga obilježja kao što su npr. morfometrijske karakteristike sadnica.

Tabela 50. Rezultati Dankan testova za obilježje “preživljavanje sadnica” za interakciju “test potomstva x populacija” u testu potomstva u Srebrenici

Test potom.	Popul.	Prež. [%] 2013	H. grupe			
			1	2	3	4
2	H. Pij. 2	45.08	a			
1	Kneževo	45.60	a			
2	H. Pij. 1	47.30	a			
2	Olovo	47.66	a			
1	Olovo	48.26	a			
2	Potoci	51.59	a	b		
1	Potoci	55.47		b	c	
1	Foča	57.40		b	c	
1	H. Pij. 1	57.91		b	c	
2	Kneževo	59.87		b	c	d
2	Foča	61.84			c	d
1	H. Pij. 2	65.36				d

Test potom.	Popul.	Prež. [%] 2014	H. grupe				
			1	2	3	4	5
2	H. Pij. 2	34.60	a				
2	Olovo	36.01	a				
1	Kneževo	36.53	a				
2	H. Pij. 1	38.51	a	b			
1	Olovo	40.12	a	b	c		
2	Potoci	41.01	a	b	c		
1	Foča	44.29		b	c	d	
1	Potoci	45.73			c	d	e
1	H. Pij. 1	48.11				d	e
2	Kneževo	49.14				d	e
2	Foča	50.92					e
1	H. Pij. 2	51.96					e

Test potom.	Popul.	Prež. [%] 2015	H. grupe			
			1	2	3	4
2	H. Pij. 2	33.33	a			
2	Olovo	33.47	a			
1	Kneževo	34.59	a			
2	H. Pij. 1	37.16	a	b		
1	Olovo	37.65	a	b		
2	Potoci	38.10	a	b		
1	Foča	41.04		b	c	
1	Potoci	41.68		b	c	
1	H. Pij. 1	44.99			c	d
2	Kneževo	46.89			c	d
1	H. Pij. 2	47.39			c	d
2	Foča	49.61				d

Test potom.	Popul.	Prež. [%] 2016/1	H. grupe			
			1	2	3	4
2	Olovo	31.06	a			
2	H. Pij. 2	32.06	a			
1	Kneževo	33.42	a			
2	Potoci	35.71	a	b		
2	H. Pij. 1	35.81	a	b		
1	Olovo	36.77	a	b		
1	Foča	40.00		b	c	
1	Potoci	40.93			b	c
1	H. Pij. 1	43.21			c	d
2	Kneževo	43.71			c	d
1	H. Pij. 2	46.08			c	d
2	Foča	48.42				d

Test pot.	Popul.	Prež. [%] 2016/2	H. grupe					
			1	2	3	4	5	6
2	Olovo	28.92	a					
2	H. Pij. 2	29.84	a	b				
1	Kneževo	31.09	a	b				
2	Potoci	34.13	a	b	c			
2	H. Pij. 1	35.14	a	b	c	d		
1	Olovo	35.90		b	c	d	e	
1	Foča	39.48			c	d	e	f
1	Potoci	40.18			c	d	e	f
2	Kneževo	41.06				d	e	f
1	H. Pij. 1	41.65					e	f
1	H. Pij. 2	45.42						f
2	Foča	45.66						f

Uzrok malog procenta preživjelih sadnica u testovima potomstva kao i razlike na nivou testova potomstva, populacija i linija polusrodника mogu biti različite. Repać et al. (2011) navode da uspjeh presadnje 70-97% zavisno od vremena sadnje, ali ne

navode porijeklo reproduktivnog materijala. Sadnja je u testovima potomstva izvršena u isto vrijeme tako da se faktor vremena sadnje, kao uzrok razlika u preživljavanju na nivou testova potomstva te blokova, populacija i linija polusrodnika, može isključiti.

Takođe, uticaj tipova sadnog materijala (Ocvirek et al., 2002; Hytönen Jylhä, 2008; Repáč et al., 2011), pripreme staništa (Langvall et al., 1999) i kompetitorske vegetacije (Jylhä i Hytönen, 2006) istraženi su i dovođeni u vezu sa preživljavanjem sadnica u testovima na otvorenom. Pri osnivanju testova potomstva u BiH, korišćen je isti tip sadnog materijala i skoro identičan način pripreme staništa.

Orlić (1979) koji je istraživao preživljavanje smrče u starosti od sedam godina u Hrvatskoj, navodi preživljavanje sadnica od 90% uz popunjavanje, što nije urađeno u testovima potomstva u Bosni i Hercegovini. Komlenović et al. (2005) navode da je veće preživljavanje smrče na staništima bujadičnog tipa, što je slučaj i sa testom potomstva u Srebrenici koji je pri definisanju fitocenoloških karakteristika staništa, naveden kao stanište bujadica.

Collignon et al. (2002) su istraživali smrču u IUFRO testovima u Francuskoj, te utvrdili da je mortalitet smrče u testu u prosjeku svega 11%, što je značajno manje u poređenju sa testovima u Driniću i Srebrenici. Istraživanja su vršena na nivou tri domena: alpskom, baltičko-nordijskom i hercinio-karpatskom, te su utvrđene razlike u preživljavanju samo na nivou domena.

Budeanu et al. (2012) takođe prijavljuju veći procenat preživjelih sadnica u 33 godine starom provenijeničnom testu u Rumuniji. Raspon preživljavanja se kreće od 52-77% u testu u Avrigu i od 54-82% u testu u Brețcu.

Kowalczyk et al. (2009) su pratili preživljavanje sadnica u ogledu u Poljskoj koji se sastojao od linija polusrodnika iz dvije provenijencije. U 10. godini, utvrđeno je minimalno preživljavanje sadnica - 66,7%, a maksimalno - 100%. Takođe nije uočena razlika između provenijencija, ali jeste između linija polusrodnika. U oba testa potomstva, i u Driniću i u Srebrenici, utvrđene su statistički značajne razlike na nivou populacija i linija polusrodnika, ali je prosječan procenat preživljavanja u oba testa potomstva u posljednjoj godini osmatranja bio daleko manji od onoga u Poljskoj. Neke linije polusrodnika, kao što su HP2/4 i HP2/8, dostigle su preživljavanje od 60% u testu potomstva u Driniću, ali su sve ostale linije polusrodnika, u oba testa potomstva,

zabilježile preživljavanje manje od 55,24% koliko je utvrđeno u liniji polusrodnika K11 u testu potomstva u Srebrenici.

Mali procenat preživljavanja sadnica u testovima potomstva nije iznenađujući za naše prostore (Ocvirek et al., 2002), gdje kod nekih od tipova sadnog materijala smrče nakon desete godine pada i ispod 30%. Takođe, količina padavina je parametar koji se u testovima potomstva u Slovačkoj pokazao kao visoko korelirajući sa preživljavanjem sadnica u prvim godinama nakon presadnje (Krajmerová et al., 2009), što je slučaj i sa bosanskohercegovačkim testovim potomstva, mada se kasnije ovaj parametar nije pokazao značajnim jer je preživljavanje sadnica približno isto, dok je količina padavina u Driniću veća od one u Srebrenici.

Preživljavanje sadnica u testovima potomstva je relativno malo u poređenju sa drugim istraživanjima u okruženju (Orlić, 1979; Komlenović et al. 2005), ali istovremeno dovoljno informativan podatak jer ukazuje na populacije i linije polusrodnika koje su u testovima potomstva pokazale najbolje rezultate. Tako populacije Han Pijesak 1 i Han Pijesak 2 koje u testu potomstva u Driniću pokazuju najbolje preživljavanje, u testu potomstva u Srebrenici pokazuju potpuno suprotne rezultate. Obrnut je slučaj za populacije Kneževo i Foča koje su u testu potomstva u Srebrenici pokazale najbolje rezultate preživljavanja, dok su u testu potomstva u Driniću bile među populacijama sa najmanjim procentom preživjelih sadnica.

Mataruga et al. (2010a) navode da je u Driniću tokom 2010. godine utvrđeno preživljavanje sadnica u procentu od 67,36%. Najveći procenat preživjelih sadnica je porijeklom iz populacije Han Pijesak 2 (73,82%), dok je najmanji kod populacije Kneževo (73,82%). Posmatrano na nivou linija polusrodnika, najveći opstanak imala je linija polusrodnika HP2/8, sa 84,71% preživjelih sadnica, dok je najmanje preživljavanje zabilježeno kod linije polusrodnika HP1/6, 57,65%. Nakon 2010. godine, preživljavanje se smanjivao ali je redosljed populacija ostao skoro isti. Populacija Han Pijesak 2 je do jesenjeg osmatranja imala najveće preživljavanje sadnica, da bi u jesen 2016. godine populacija Foča, sa preživljavanjem od 45,66%, bila populacija sa najviše preživjelih sadnica. Populacija Kneževo, koja je postizala najlošije rezultate 2013-2016. godine, po preživljavanju se nalazi odmah iza populacije Foča. Posmatrano u odnosu na linije polusrodnika, najviše preživjelih sadnica je utvrđeno kod linije polusrodnika

HP2/8 (60,32%), dok je najmanji procenat preživjelih sadnica utvrđen za liniju polusrodnika K9, ispod 25%.

U testu potomstva u Srebrenici, u prvom mjerenju nakon osnivanja testova potomstva, registrovano je najveće preživljavanje (85,78%), pri čemu je najveći broj preživjelih sadnica zabilježen kod populacije Han Pijesak 2 (90,14%), dok je najmanji procenat preživjelih sadnica utvrđen za populaciju Olovo (80,71%) (Mataruga et al., 2010a). Posmatrano na nivou linija polusrodnika, linija polusrodnika HP2/1 imala je najveće preživljavanje (96,43%), dok je najmanji procenat preživljavanja utvrđen za linije polusrodnika O2 (78,79%). Evidencija preživljavanja nakon 2010. godine, ukazala je da je populacija Foča, populacija sa najviše preživjelih sadnica u testu potomstva u Srebrenici, pored populacije Kneževo (Cvjetković et al., 2016a), dok populacija Han Pijesak 2 ima najmanji procenat preživjelih sadnica za period 2013-2016. godina. Linija polusrodnika K11 jedina je linija polusrodnika koja je na kraju posmatranog perioda 2016. godine u jesen, imala preživljavanje veće od 50%.

Pri tumačenju značajnosti razlika treba imati u vidu razlike koje se u testovima na otvorenom mogu smatrati značajnim, a koje u nekim testovima mogu dostići vrijednosti od 8-12%, a da praktično nisu značajne iako statistička razlika postoji (South i VanderSchaaf, 2017).

Varijabilitet preživljavanja sadnica veći je u testu potomstva u Srebrenici u odnosu na test potomstva u Driniću na nivou populacija i na nivou linija polusrodnika tokom svih posmatranih godina, osim za nivo populacija u 2013. godini. U odnosu na varijabilnost ostalih parametara, može se generalno reći da je varijabilnost preživljavanja na nivou populacija u rangu varijabilnosti visina i prirasta na istom nivou. Na nivou linija polusrodnika, posmatrano kroz broj homogenih grupa Dankan testa, varijabilnost visina u testu potomstva u Driniću, za skoro sve godine mjerenja i osmatranja, jeste najvarijabilnije svojstvo u poređenju sa ostalim istraženim parametrima.

5.1.4. Varijabilnost broja grana

Varijabilnost broja grana predstavlja varijabilnu osobinu koja je pod visokom genetičkom kontrolom kod smrče (Ilstead i Eriksson, 1986; Karlsson i Högberg, 1998; Steffenrem et al., 2008), kao i kod drugih četinara kao što je crni bor (Mataruga, 1997), te su utvrdili da su odstupanja u broju grana od prosječne na nivou istraživanih provenijencija minimalna.

Imajući u vidu ranije rezultate istraživanja morfometrijskih parametara kod kojih je primijećena razlika između blokova, te da su uzrok toga uticaj spoljašnjih faktora, rezultati dobijeni istraživanjem broja grana ukazuju na činjenicu da je ovo svojstvo pod jakom genetičkom kontrolom.

5.1.4.1. Varijabilnost broja grana u testu potomstva u Driniću

Broj grana u testu potomstva u Driniću ima približno iste vrijednosti za sve blokove. Prosječan broj grana se kreće od 5,11, koliko je utvrđeno u bloku 2 i 3, do 5,16 koliko je zabilježeno u bloku 1 (tabela 51). Razlike su minimalne, što ukazuje na homogenost cjelokupnog testa potomstva po broju grana. Najmanji koeficijent varijacije utvrđen je u drugom bloku i iznosi 16,77%, dok je najveći utvrđen za blok 1 i iznosi 18,79%. Prosječan koeficijent varijacije je 17,90%

Rezultati analize varijanse ukazuju na postojanje značajnih statističkih razlika između populacija i linija polusrodnika, ali ne i blokova. Nepostojanje razlika između blokova potvrđuje činjenicu da je broj grana kod smrče pod jakom genetičkom kontrolom, a ne pod uticajem uslova sredine koji su različiti u samom testu potomstva. Dok se najvjerojatnije uticaj sredine reflektuje na skoro sve druge morfometrijske osobine kao što su visine, prečnik korijenovog vrata i prirasti, kao i na preživljavanje sadnica, na broj grana uticaj sredine nema dejstvo.

Tabela 51. Prosječan broj grana na nivou blokova u testu potomstva u Driniću

Blok	N	Broj grana	Min.	Maks.	Cv [%]
1	537	5,16	3,00	9,00	18,79
2	487	5,11	3,00	8,00	16,77
3	361	5,11	3,00	8,00	18,01
Ukupno/prosječno	1385	5,13	3,00	9,00	17,90
ANOVA	F= 0,51 ^{ns} , p=0,6023				

Prosječan broj grana po populaciji varira od 4,95, koliko je utvrđeno za populaciju Han Pijesak 1, a najveći broj grana utvrđen je kod populacije Foča – 5,39. Prosječan broj grana ispod pet zabilježen je, pored populacije Han Pijesak 1, još jedino kod populacije Kneževo i iznosi 4,98. Minimalan broj grana zabilježen kod svih populacije iznosi tri grane, a maksimalan se kreće u rasponu od sedam do devet grana. Vrijednosti koeficijenta varijacije se kreću od 16,53%, kod populacije Han Pijesak 1, do 18,49%, koliko je utvrđeno za populaciju Han Pijesak 2. Prosječna vrijednost koeficijenta varijacije za broj grana u testu potomstva u Driniću iznosi 17,90% (tabela 52).

Tabela 52. Prosječan broj grana na nivou populacija u testu potomstva u Driniću

Populacija	Broj grana	N	Min.	Maks.	Cv [%]
Han Pijesak 1	4,95^a	187	3,00	7,00	16,53
Han Pijesak 2	5,00 ^a	139	3,00	7,00	18,49
Foča	5,39^b	304	3,00	9,00	17,53
Potoci	5,03 ^a	268	3,00	9,00	17,60
Olovo	5,26 ^b	247	3,00	8,00	17,80
Kneževo	4,98 ^a	240	3,00	8,00	17,76
Ukupno/Prosječno	5,13	1385	3,00	9,00	17,90
ANOVA	F=10,1***, p=0,0000				

Rezultati analize varijanse pokazuju da postoje statistički značajne razlike na nivou populacija za stepen značajnosti od $p \leq 0,05$. Rezultati Dancan testa ukazuju na postojanje dvije homogene grupe.

Kada su u pitanju linije polusrodnika, najmanji prosječan broj grana je utvrđen kod linije polusrodnika HP1/3 i iznosi 4,64 dok je najveći broj grana uočen kod linije polusrodnika F10 i iznosi 5,51. Najveću vrijednost koeficijenta varijacije imala je linija polusrodnika F5 u iznosu od 21,61%, a najmanju linija polusrodnika HP1/3 u iznosu od 12,03% (tabela 53). Skoro sve linije polusrodnika iz populacija Han Pijesak 1 i Kneževo imaju broj grana ispod prosjeka, izuzev linija polusrodnika HP1/7 koja ima prosječan broj grana od 5,42 grane i linija polusrodnika K5 i K6 koje imaju prosječan broj grana 5,36, odnosno 5,33.

Rezultati Dancan testa za broj grana na nivou linija polusrodnika pokazuje značajnu varijabilnost izdvajajući 10 homogenih grupa (tabela 54). Prisustvo 10 homogenih grupa ukazuje na veliku heterogenost dobijenih rezultata koja je u rangu najvarijabilnijih osobina prethodno obrađenih parametara rasta i preživljavanja. Jedino

varijabilnije svojstvo bila je visina sadnica u 2015. godini, kada je zabilježeno 11 homogenih grupa.

Tabela 53. Prosječan broj grana na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću

Linija polusr.	N	Broj grana	Min.	Maks.	Cv [%]
HP1/1	26	5,04	4,00	7,00	16,35
HP1/3	28	4,64	4,00	6,00	12,03
HP1/4	24	4,67	3,00	7,00	17,50
HP1/5	20	4,90	3,00	6,00	18,61
HP1/6	30	4,83	4,00	7,00	16,38
HP1/7	26	5,42	4,00	7,00	12,96
HP1/9	33	5,12	3,00	7,00	17,44
HP2/1	15	4,87	4,00	6,00	17,13
HP2/3	22	5,00	3,00	7,00	20,47
HP2/4	37	5,00	3,00	7,00	20,00
HP2/8	38	5,11	4,00	7,00	16,91
HP2/10	27	4,93	3,00	7,00	18,61
F1	36	5,22	4,00	7,00	15,93
F2	37	5,54	4,00	8,00	15,10
F3	40	5,30	4,00	7,00	13,65
F5	41	5,49	4,00	9,00	21,61
F6	28	5,21	3,00	9,00	24,68
F7	45	5,38	4,00	8,00	16,48
F9	42	5,40	4,00	8,00	15,32
F10	35	5,51	4,00	8,00	17,80
P8	149	4,94	3,00	9,00	17,33
P9	119	5,13	4,00	9,00	17,74
O1	39	5,13	3,00	7,00	15,61
O2	53	5,17	3,00	8,00	18,09
O3	37	5,19	4,00	8,00	19,18
O9	63	5,44	3,00	8,00	18,00
O10	55	5,29	3,00	7,00	17,70
K1	25	4,96	4,00	8,00	20,56
K2	23	4,78	4,00	6,00	15,39
K3	32	4,78	3,00	7,00	17,41
K5	22	5,36	4,00	7,00	14,72
K6	27	5,33	4,00	8,00	17,25
K7	34	4,88	3,00	8,00	20,02
K9	21	4,81	4,00	6,00	15,59
K10	22	4,95	4,00	6,00	13,18
K11	34	5,00	3,00	7,00	19,69
Ukup./ Prosječ.	1385	5,13	3,00	9,00	17,90
ANOVA	F= 2,61***, p=0,0000				

Tabela 54. Rezultati Dancan testa za obilježje "broj grana" na nivou linija polusrodnika

Linija polusr.	Broj grana	Homogene grupe									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
HP1/3	4,64	a									
HP1/4	4,67	a	b								
K3	4,78	a	b	c							
K2	4,78	a	b	c							
K9	4,81	a	b	c	d						
HP1/6	4,83	a	b	c	d	e					
HP2/1	4,87	a	b	c	d	e	f				
K7	4,88	a	b	c	d	e	f	g			
HP1/5	4,90	a	b	c	d	e	f	g			
HP2/10	4,93	a	b	c	d	e	f	g	h		
P8	4,94	a	b	c	d	e	f	g	h		
K10	4,95	a	b	c	d	e	f	g	h	i	
K1	4,96	a	b	c	d	e	f	g	h	i	
HP2/3	5,00	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
HP2/4	5,00	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
K11	5,00	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
HP1/1	5,04	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
HP2/8	5,11	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
HP1/9	5,12	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
O1	5,13	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
P9	5,13	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
O2	5,17	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
O3	5,19	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
F6	5,21		b	c	d	e	f	g	h	i	j
F1	5,22		b	c	d	e	f	g	h	i	j
O10	5,29			c	d	e	f	g	h	i	j
F3	5,30			c	d	e	f	g	h	i	j
K6	5,33			c	d	e	f	g	h	i	j
K5	5,36				d	e	f	g	h	i	j
F7	5,38					e	f	g	h	i	j
F9	5,40						f	g	h	i	j
HP1/7	5,42						f	g	h	i	j
O9	5,44							g	h	i	j
F5	5,49								h	i	j
F10	5,51									i	j
F2	5,54										j

5.1.4.2. Varijabilnost broja grana u testu potomstva u Srebrenici

Broj grana u testu potomstva u Srebrenici je skoro identičan broju grana u testu potomstva u Driniću. Prosječan broj grana na nivou blokova se razlikuje za svega 0,01, što je zanemarljivo i ispod nivoa statističke greške. Isto se može reći i za razlike koje su utvrđene po blokovima (tabela 55). Najveći prosječan broj grana utvrđen je u prvom bloku i iznosi 5,17, dok je najmanji broj grana utvrđen za blok 2 i iznosi 5,07. Isto su raspoređeni i koeficijenti varijacije: najveći je utvrđen za blok 1 od 20,15%, a najmanji za blok 2 od 15,93%. Prosječan koeficijent varijacije utvrđen za broj grana na nivou

blokova u testu potomstva u Srebrenici iznosio je 18,20%. Rezultati analize varijanse nisu ukazali na postojanje statistički značajnih razlika između u testu potomstva u Srebrenici.

Tabela 55. Prosječan broj grana na nivou blokova u testu potomstva u Srebrenici

Blok	N	Broj grana	Min.	Maks.	Cv [%]
1	539	5,17	3,00	9,00	20,15
2	408	5,07	3,00	8,00	15,93
3	434	5,12	3,00	9,00	17,53
Ukupno/Prosječno	1381	5,12	3,00	9,00	18,20
ANOVA	F= 1,24 ^{ns} , p=0,2896				

U testu potomstva u Srebrenici, prosječan broj grana na nivou populacija varira od 4,91, koliko je utvrđena prosječna vrijednost za populaciju Han Pijesak 1 i Kneževo. Najveći broj grana utvrđen je kod populacije Foča i iznosi 5,36. Vrijednosti koeficijenta varijacije se kreću od 14,30%, kod populacije Han Pijesak 2, do 19,53%, koliko je utvrđeno za populaciju Potoci (tabela 56). Analiza varijanse ukazala je na postojanje statistički značajnih razlika na nivou populacija. Rezultati Dancan testa ukazali su na postojanje tri homogene grupe, što ukazuje na veću varijabilnost posmatranog obilježja u odnosu na test potomstva u Driniću.

Tabela 56. Prosječan broj grana na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici

Populacija	N	Broj grana	Min.	Maks.	Cv [%]
Han Pijesak 1	156	4,91^a	3,00	8,00	17,21
Han Pijesak 2	94	5,02 ^{a,b}	3,00	8,00	14,30
Foča	347	5,36^c	3,00	9,00	18,38
Potoci	258	5,20 ^{b,c}	3,00	9,00	19,53
Olovo	216	5,16 ^b	3,00	8,00	16,97
Kneževo	310	4,91^a	3,00	7,00	17,63
Ukupno/Prosječno	1381	5,12	3,00	9,00	18,20
ANOVA	F=10,43 ^{***} , p=0,0000				

Najmanji prosječan broj grana utvrđen je za liniju polusrodnika HP1/5 od 4,45, a navedena linija polusrodnika imala je u testu potomstva u Driniću od 4,90. Navedena linija polusrodnika imala je najmanju maksimalnu vrijednost broja grana–5 grana. Najveći prosječan broj grana utvrđen je za liniju polusrodnika F1 od 5,71. Najmanju vrijednost koeficijenta varijacije imala je linija polusrodnika HP2/3 od 5,46%, dok je najveći koeficijent varijacije utvrđen za liniju polusrodnika HP1/6 sa 22,26% (tabela 57).

Na nivou linija polusrodnika, situacija u testu potomstva u Srebrenici je nešto drugačija u odnosu na test potomstva u Driniću. U testu potomstva u Srebrenici utvrđeno je postojanje osam homogenih grupa, dvije manje od testa potomstva u Driniću (tabela 58), tj. navedeno svojstvo je manje varijabilno u testu potomstva u Srebrenici nego u Driniću.

Tabela 57. Prosječan broj grana na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici

Linija polusr.	N	Broj grana	Min.	Maks.	Cv [%]
HP1/1	21	5,14	4,00	7,00	14,14
HP1/3	28	4,68	3,00	6,00	16,51
HP1/4	20	5,10	4,00	7,00	16,71
HP1/5	20	4,45	3,00	5,00	13,59
HP1/6	24	5,04	3,00	8,00	22,26
HP1/7	19	5,00	4,00	7,00	18,86
HP1/9	24	5,00	4,00	6,00	13,19
HP2/1	20	5,05	3,00	6,00	15,03
HP2/3	13	5,08	5,00	6,00	5,46
HP2/4	13	4,85	4,00	6,00	11,45
HP2/8	26	5,00	3,00	6,00	16,00
HP2/10	22	5,09	4,00	8,00	17,05
F1	41	5,71	4,00	9,00	21,90
F2	40	4,97	3,00	8,00	17,33
F3	43	5,28	3,00	8,00	18,17
F5	47	5,38	3,00	7,00	16,23
F6	44	5,27	3,00	8,00	20,19
F7	47	5,23	3,00	7,00	16,04
F9	40	5,58	4,00	7,00	16,19
F10	45	5,49	3,00	7,00	18,06
P8	116	5,11	3,00	9,00	18,56
P9	142	5,27	3,00	9,00	20,21
O1	39	5,00	3,00	8,00	19,47
O2	50	5,24	3,00	8,00	17,48
O3	38	4,92	3,00	7,00	13,68
O9	53	5,26	4,00	7,00	15,87
O10	36	5,31	4,00	8,00	17,34
K1	32	4,94	3,00	7,00	20,54
K2	39	5,13	3,00	7,00	17,99
K3	30	4,87	4,00	7,00	14,00
K5	33	4,94	3,00	7,00	16,74
K6	38	5,05	4,00	7,00	15,90
K7	35	4,63	3,00	6,00	19,67
K9	29	4,97	3,00	7,00	18,24
K10	28	5,00	3,00	6,00	16,33
K11	46	4,72	3,00	7,00	17,69
Ukupno/prosječno	1381	5,12	3,00	9,00	18,20
ANOVA	F=2,80***, p=0,0000				

Tabela 58. Rezultati Danakn testa za “broj grana” na nivou linija polusrodnika

Linija polusr.	Broj grana	Homogene grupe														
		1	2	3	4	5	6	7	8							
HP1/5	4,45	a														
K7	4,63	a	b													
HP1/3	4,68	a	b	c												
K11	4,72	a	b	c	d											
HP2/4	4,85	a	b	c	d	e										
K3	4,87	a	b	c	d	e										
O3	4,92	a	b	c	d	e	f									
K1	4,94	a	b	c	d	e	f									
K5	4,94	a	b	c	d	e	f									
K9	4,97	a	b	c	d	e	f									
F2	4,98	a	b	c	d	e	f									
HP2/8	5,00	a	b	c	d	e	f	g								
K10	5,00	a	b	c	d	e	f	g								
HP1/9	5,00	a	b	c	d	e	f	g								
HP1/7	5,00	a	b	c	d	e	f	g								
O1	5,00	a	b	c	d	e	f	g								
HP1/6	5,04		b	c	d	e	f	g								
HP2/1	5,05		b	c	d	e	f	g								
K6	5,05		b	c	d	e	f	g								
HP2/3	5,08		b	c	d	e	f	g								
HP2/10	5,09		b	c	d	e	f	g								
HP1/4	5,10		b	c	d	e	f	g								
P8	5,11		b	c	d	e	f	g								
K2	5,13		b	c	d	e	f	g								
HP1/1	5,14		b	c	d	e	f	g								
F7	5,23			c	d	e	f	g	h							
O2	5,24				c	d	e	f	g	h						
O9	5,26					d	e	f	g	h						
P9	5,27						d	e	f	g	h					
F6	5,27							d	e	f	g	h				
F3	5,28								d	e	f	g	h			
O10	5,31									d	e	f	g	h		
F5	5,38										e	f	g	h		
F10	5,49												f	g	h	
F9	5,58														g	h
F1	5,71															h

Kada su u pitanju interakcije između testova potomstva sa blokovima, populacijama i linijama polusrodnika, utvrđeno je da te razlike nisu statistički značajne (tabela 59), što je još jedan dokaz u prilog tvrdnji da je broj grana svojstvo pod jakom genetičkom kontrolom.

Tabela 59. Rezultati dvofaktorijalne analize varijanse za testove potomstva u odnosu na blokove, populacija i linije polusrodnika

Izvor variranja	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Sredina kvadrata	F	p
Intercept	1	71026,46	71026,46	82978,69	0,0000
Test potomstva	1	0,02	0,02	0,02 ^{ns}	0,8844
Blok	2	2,82	1,41	1,65 ^{ns}	0,1928
Test potomstva x blok	2	0,27	0,14	0,16 ^{ns}	0,8535
Error	2760	2362,45	0,86		
Total	2765	2365,47			
Izvor variranja	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Sredina kvadrata	F	p
Intercept	1	62946,29	62946,29	76020,54	0,0000
Populacija	5	77,52	15,50	18,72***	0,0000
Test potomstva	1	0,04	0,04	0,05 ^{ns}	0,8250
Test pot. x populacija	5	6,04	1,21	1,46 ^{ns}	0,1999
Error	2754	2280,36	0,83		
Total	2765	2365,47			
Izvor variranja	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Sredina kvadrata	F	p
Intercept	1	57188,50	57188,50	69710,19	0,0000
Test potomstva	1	0,43	0,43	0,53 ^{ns}	0,4666
Linija polusrodnika	35	118,07	3,37	4,11***	0,0000
Test pot. x L. polusr.	35	34,30	0,98	1,19 ^{ns}	0,2009
Error	2694	2210,09	0,82		
Total	2765	2365,47			

Prosječan broj grana u testovima potomstva je skoro identičan. Takođe, raspored populacija sa najmanjim i najvećim brojem grana je sličan: populacija Foča u oba testa potomstva ima najveći prosječan broj grana, dok su populacije Kneževo i Han Pijesak 1 populacije sa najmanjim brojem grana, što potvrđuje činjenicu da je broj grana pod jakim genetičkom kontrolom (Steffenrem et al., 2008). U istraživanjima Badeanua et al. (2012), utvrđeno je da je prosječan broj grana u šumskim kulturama smrče na 2,2 m od zemlje 6,4 i da je ta vrijednost veća za 4,5% od broja grana utvrđenih u prirodnim populacijama. Utvrđeno je postojanje statistički značajnih razlika između 33 testirane populacije. Posmatrano u odnosu na populacije u testovima potomstva u BiH, broj grana je veći u prosjeku za više od jedne grane, mada treba imati u vidu da je broj grana utvrđivan na manjoj visini.

Mäkinen et al. (2003) razvili su metod za utvrđivanje očekivanog broja grana po pršljenu, baziran na prosječnoj i dominantnoj visini stabala, te su utvrdili modele za procjenu broja živih grana i veličine čvorova zavisno od broja grana. Modeli su načinjeni za dvije do sedam grana, a taj broj grana je najčešće zabilježen u testovima potomstva. U budućnosti bi se mogli iskoristiti modeli Mäkinena et al. (2003) za predikciju broja živih grana i veličinu čvorova za smrču u BiH.

Varijabilnost dobijena na osnovu Dankan testova ukazuje da je veći broj homogenih grupa, na nivou populacija, utvrđen u testu potomstva u Srebrenici u odnosu na Drinić. Kod linija polusrodnika situacija obrnuta: veći broj homogenih grupa utvrđen je za linije polusrodnika u testu potomstva u Driniću nego u testu potomstva u Srebrenici.

5.1.5. Analiza bliskosti populacija i linija polusrodnika na osnovu preživljavanja i morfometrijskih parametara (visine sadnica, prirasta visina i prečnika korijenovog vrata i broja grana)

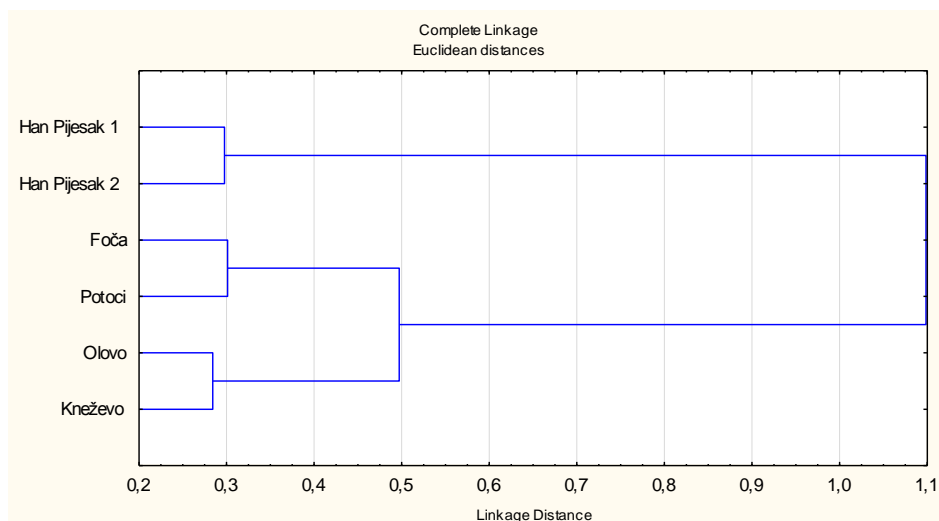
Kada se u obzir uzmu sve vrijednosti dobijene za preživljavanje sadnica, njihove visine, prečnike korijenovog vrata, prirasti visina i prečnika korijenovog vrata, kao i broja grana, što zajedno čini osnovu na kojoj se bazira provjera kvaliteta na fenotipskoj osnovi, moguće je jasnije sagledati udaljenosti, odnosno bliskosti pojedinih populacija i linija polusrodnika.

Klaster analiza za test potomstva u Driniću, na nivou posmatranih populacija, ukazuje na postojanje tri klastera, sa po dvije populacije u svakom od klastera. U prvom klasteru izdvojene su populacije Han Pijesak 1 i Han Pijesak 2, u drugom klasteru populacije Foča i Potoci i u trećem klasteru populacije Olovo i Kneževo. Imajući u vidu geografsku blizinu dva sjemenska objekta iz kojih potiču sadnice koje reprezentuju populacije Han Pijesak 1 i Han Pijesak 2 (grafikon 30), klaster analiza je potvrdila saglasnost posmatranih parametara sa geografskim obrascem rasporeda polaznih populacija. Rezultati ukazuju na značajno veću udaljenost prvog klastera u odnosu na druga dva klastera, što treba imati u vidu pri transferu reproduktivnog materijala iz sjemenskih objekata sa područja Han Pijeska.

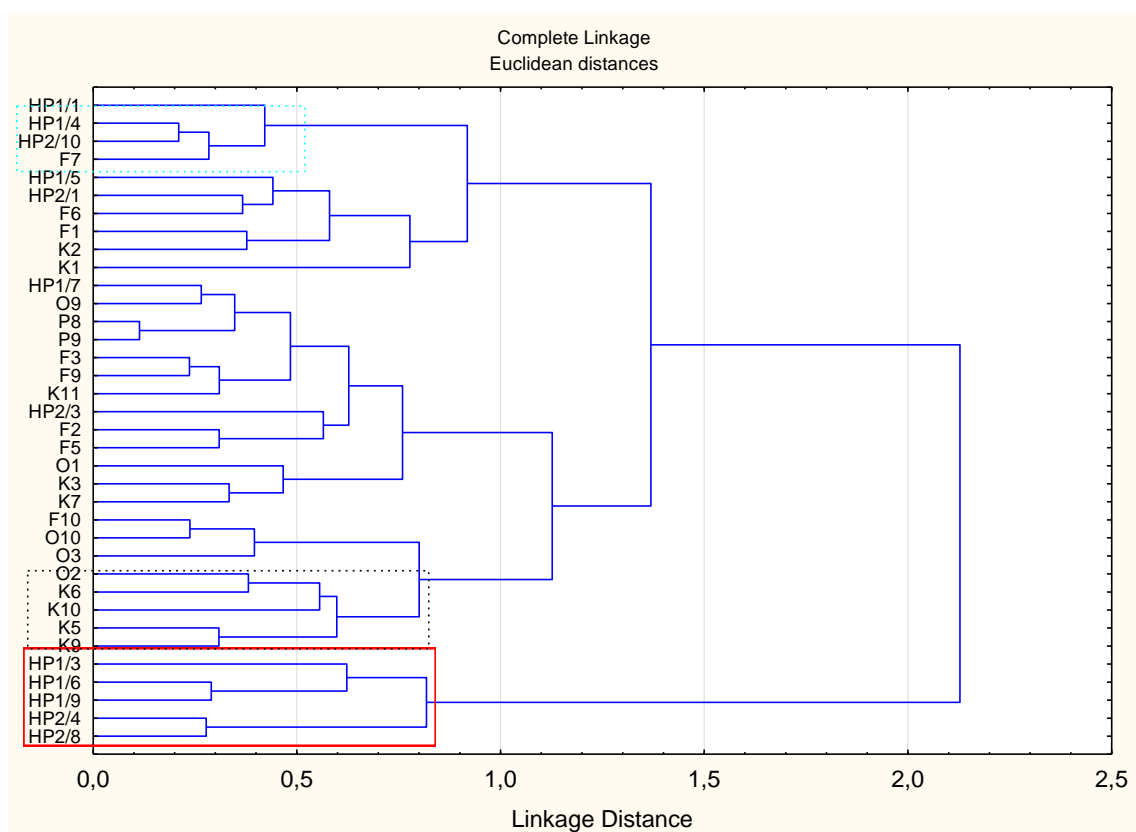
Linije polusrodnika u testu potomstva u Driniću, posmatrano kroz rezultate klaster analize, ukazuju na grupisanje pojedinih linija polusrodnika prema porijeklu, kao što je slučaj sa linijama polusrodnika P8 i P9 iz populacije Potoci (grafikon 31). Linije polusrodnika iz dvije populacije iz Han Pijeska se grupišu u bliske klasterne, sa izuzetkom linija polusrodnika HP1/7 koja je pokazivala visoke vrijednosti za prečnike korijenovog vrata i visine, kao i linija polusrodnika HP2/3 koje su pokazala visok visinski prirast tokom prvih godina testiranja.

U testu potomstva u Srebrenici udaljenost populacija dobijena klaster analizom skoro u potpunosti prati geografski obrazac rasporeda polaznih populacija. Populacije Han Pijesak 1, Han Pijesak 2 i Olovo se nalaze u jednom klasteru, populacije Potoci i Kneževo u drugom, dok populacija Foča, koja se nalazi u istočnom dijelu BiH, čini klaster sa populacijama sa sjeveroistoka (Han Pijesak 1, Han Pijesak 2, Olovo) (grafikon 32). Ovakav raspored populacija prati i istraživanja koje su sproveli Bucci i Vendramin (2000), koji odvajaju istočni i zapadni dio areala smrče u BiH. Stoga se i može pretpostaviti da na tipičnom staništu smrče, kao što je slučaj u testu potomstva u Srebrenici, do izražaja dolazi genetička konstitucija testiranog potomstva, dok je pritisak životne sredine manji.

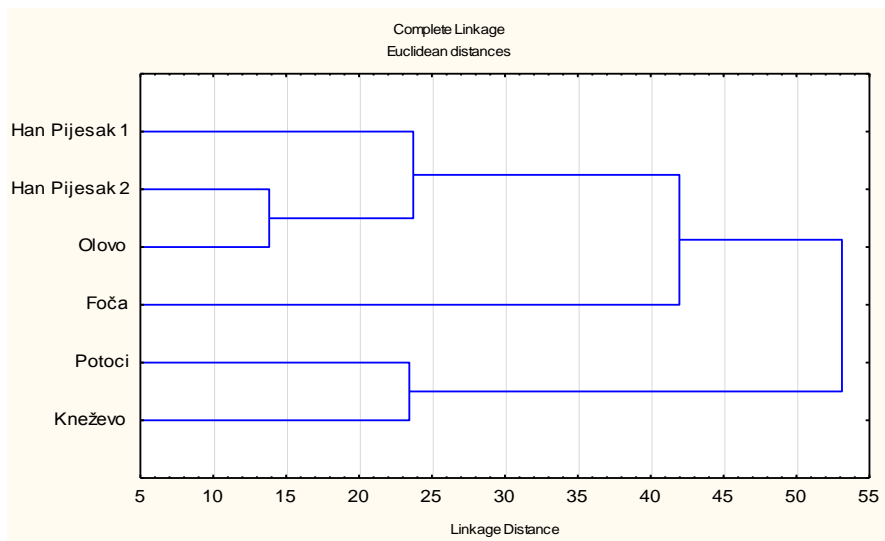
Ukoliko se posmatraju rezultati klaster analize na nivou linija polusrodnika, grupisanje linija polusrodnika po grupama je izraženije, odnosno više linija polusrodnika porijeklom iz iste populacije su grupisane u iste klasterne. Najčešće su grupisane linije polusrodnika iz populacija Han Pijesak 1 i Han Pijesak 2 sa izuzetkom, npr. u prvom klasteru, linija O9 i O10. Takođe, sedam od devet linija polusrodnika iz populacije Foča se grupisalo u jedan klaster. Linije polusrodnika iz populacije Kneževo su se grupisale u dva međusobno udaljena klastera (grafikon 33).



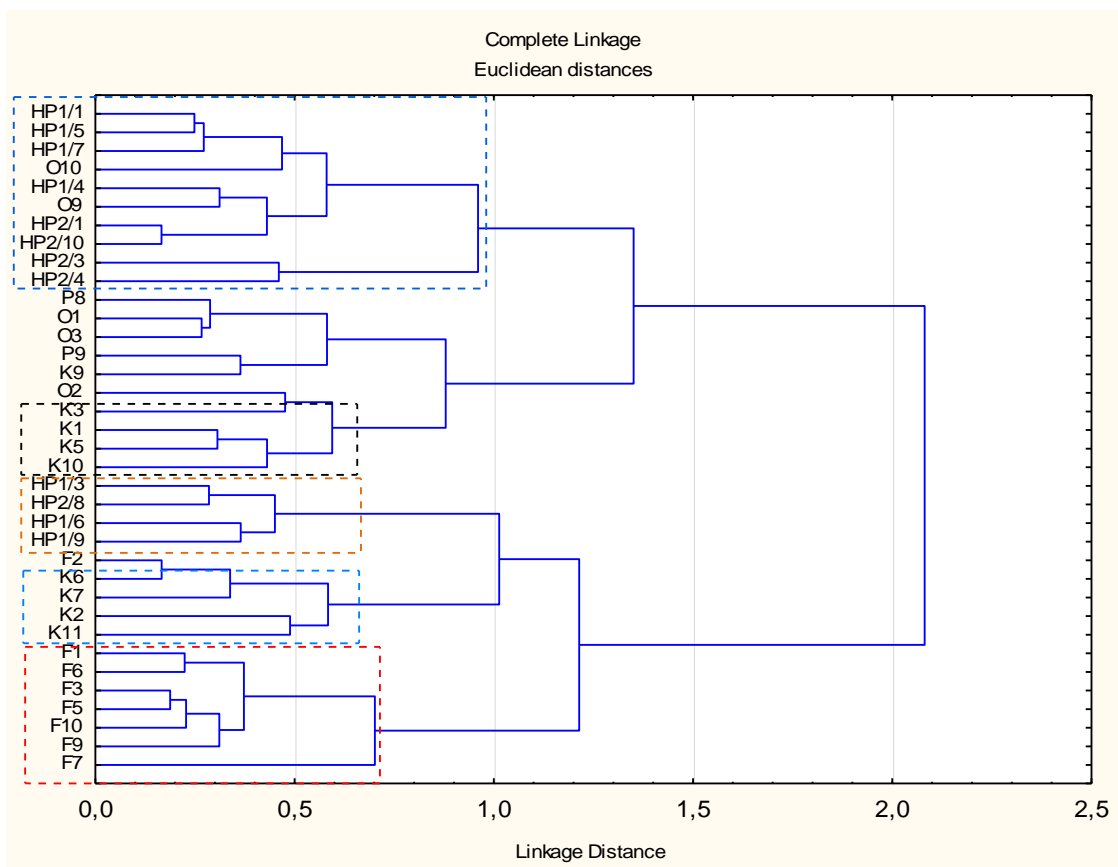
Grafikon 30. Klaster analiza bazirana na nivou populacija, bazirana na morfometrijskim karakteristikama, preživljavanju i broju grana na nivou populacija u testu potomstva u Driniću



Grafikon 31. Klaster analiza na nivou linija polusrodnika, bazirana na morfometrijskim karakteristikama, preživljavanju i broju grana u testu potomstva u Driniću



Grafikon 32. Klaster analiza na nivou populacija, bazirana morfometrijskim karakteristikama, preživljavanju i broju grana u testu potomstva u Srebrenici



Grafikon 33. Klaster analiza na nivou linija polusrodnika, bazirana na morfometrijskim karakteristikama, preživljavanju i broju grana u testu potomstva u Srebrenici

5.2. Varijabilnost fizioloških parametara sadnica različitih blokova, populacija i linija polusrodnika

Variranje fizioloških parametara čini jedan od tri “stuba” istraživanja varijabilnosti vrsta, pored morfološke i varijabilnosti na nivou DNK koja se utvrđuje molekularnim markerima. Neki od najznačajnijih parametara koji se prate su: početak otvaranja pupoljaka gdje se istražuje varijabilnost provenijencija, populacija i linija polusrodnika u cilju prevencije šteta koje nastaju od kasnih proljećnih mrazeva. Pored toga, istražuje se varijabilnost elementarnih životnih procesa kao što su: fotosinteza, transpiracija i stomatalna provodljivost i prati se koncentracija pigmenata.

5.2.1. Rezultati istraživanja otvaranja pupoljaka

Otvaranje pupoljaka predstavlja varijabilnu osobinu smrče koja zavisi od sume temperatura i od porijekla reproduktivnog materijala (Hannerz, 1994; Granhus et al., 2009). Varijabilnost može biti uslovljena i pojavom toplih perioda tokom zime, tj. tokom dormantnog perioda pri čemu se otvaranje pupoljaka odlaže (Hannerz et al., 1999; Søgaaard et al., 2009), ali se varijabilnost otvaranja pupoljaka manifestuje uglavnom uticajem genotipa (Konnert et al., 2015).

Beuker (1994) je ispitivao varijabilnost otvaranja pupoljaka u testovima u Švedskoj i utvrdio postojanje razlika između pojedinih provenijencija i pojedinih godina testiranja pri primjeni metodologije koju je koristio Hannerz (1994) i Hannerz et al. (1999). U širem smislu definisanja fenologije u Evropi, Rötzer i Chmielewski (2001) daju fenološku kartu na kojoj definišu vrijeme početka vegetacije za gorske dijelove BiH: predviđaju sredinu maja kao početak vegetacije. Detaljnijim istraživanjima Rötzer et al. (2004) utvrđuju 12. maj kao prosječan datum otvaranja pupoljaka za jugoistočno područje Njemačke, dok Basler (2016) koji je istraživao dinamiku otvaranja pupoljaka u Njemačkoj, Sloveniji i Hrvatskoj, navodi 8. maj (128. dan u godini) kao prosječan dan kada smrča otvara pupoljke na navedenim područjima.

Leinonen i Hänninen (2002) dijele smrču u dvije grupe prema potrebnom broju dana od početka godine za otvaranje pupoljaka i to na grupu sa vremenom otvaranja pupoljaka u periodu 100-150 dana (smrča sa ranim otvaranjem pupoljaka) i kasnim (smrča sa preko 200 dana potrebnih za otvaranje pupoljaka). Beuker (1994) navodi

širok vremenski interval broja dana potrebnih da se pupoljci smrče počnu otvarati. Vrijeme početka otvaranja zavisi od godine osmatranja i porijekla reproduktivnog materijala smrče – od 114 do 268 dana.

Kada su u pitanju temperature sume, Prescher (1982) za smrču sa područja bivše Jugoslavije, bez detaljnijih informacija o porijeklu i u starosti sadnica 4-5 godina, utvrđuje broj potrebnih dana za otvaranja pupoljaka koji se kreće 193-196 dana. Hannerz (1994) navodi raspon potrebnih temperaturnih suma za početak otvaranja pupoljaka u intervalu od 110-172°C zavisno od provenijencije smrče, a u kasnijem radu (Hannerz et al., 1999) suma temperatura za pojedine klonove se spušta i na 90°C. Varijabilnost je uslovljena, pored porijekla smrče, godinama kada je vršeno osmatranje.

Osim povećanja temperature, kao jednog od najbitnijih faktora za dinamiku otvaranja pupoljaka, istraživači navode i druge, povezane vremenske parametre koji mogu da utiču na otvaranje pupoljaka. Tako se navodi dužina fotoperioda kao bitan faktor pri određivanju vremena potrebnog da se pupoljci kod smrče otvore (Körner i Basler, 2010; Basler i Körner, 2012; Lee et al., 2014), što je u direktnoj vezi sa rednim brojem dana u godini.

Istraživanja se vrše i na molekularnom nivou, kroz istraživanje promjene koncentracija hemijskih jedinjenja tokom procesa otvaranja pupoljaka (Dhuli et al., 2014), kao i uloge pojedinih gena i različitih tipova RNK na proces otvaranja pupoljaka (Johnsen et al, 2005; Yakovlev et al., 2006; Kvaalen i Johnsen, 2008; Yakovlev et al., 2014; Yakovlev et al., 2016; Carneros et al., 2017). U daljem tekstu biće razmotreno otvaranje pupoljaka u testovima potomstva u Driniću i Srebrenici.

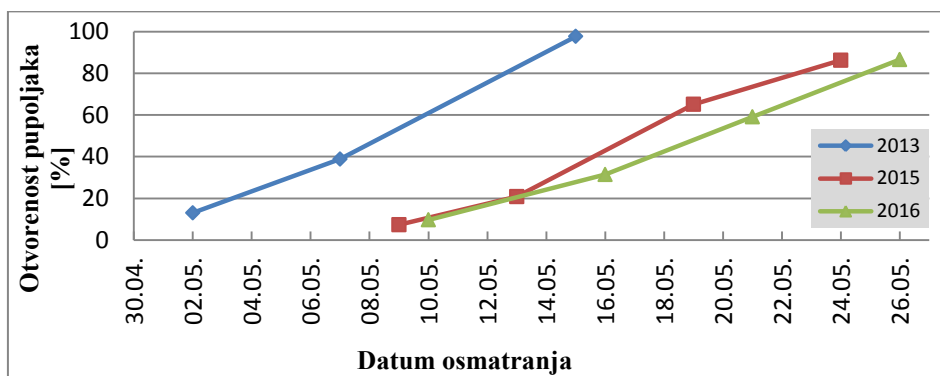
5.2.1.1. Otvaranje pupoljaka u testu potomstva u Driniću

Otvaranje pupoljaka u testu potomstva u Driniću, koje je praćeno tokom 2013, 2015. i 2016. godine, ukazuje na razlike u otvaranju pupoljaka uslovljene sumom temperatura na posmatranom području. Tokom 2013. godine došlo je do pojave suše, temperature su bile konstantno iznad prosjeka (NOAA, 2016), te je došlo do ranijeg otvaranja pupoljaka. Tako već pri prvom osmatranju, sprovedenom 02.05.2013. godine, registrovano je 13% sadnica sa otvorenim pupoljcima. Pri drugom osmatranju, sprovedenom 07.05.2013. godine, 38,80% pupoljaka je bilo otvoreno, a pri posljednjem osmatranju 15.05.2013. godine, 97,70% sadnica smrče u testu potomstva u Driniću je

otvorilo svoje pupoljke. Navedena godina je imala odlike ekstremno sušne godine, što se može zaključiti iz podataka o padavinama i temperaturama koji su dati u poglavlju 4.

Tokom naredne dvije godine (2015-2016) praćenja dinamike otvaranja pupoljaka, početak otvaranja je prolongiran za osam, odnosno devet dana (grafikon 38), a otvaranje pupoljaka je registrovano u četiri osmatranja. Tako 2015. godine, pri prvom osmatranju, procenat otvorenih pupoljaka iznosio je 6,21%, u drugom osmatranju 19,28%, u trećem osmatranju 64,55%, dok je pri posljednjem osmatranju procenat sadnica sa otvorenim pupoljicama iznosio 85,99%. Tokom 2016. godine, pri prvom osmatranju otvorenost pupoljaka iznosila je 9,31%, u drugom osmatranju 30,69%, u trećem osmatranju 58,63% i u posljednjem, četvrtom osmatranju 86,57% (grafikon 34).

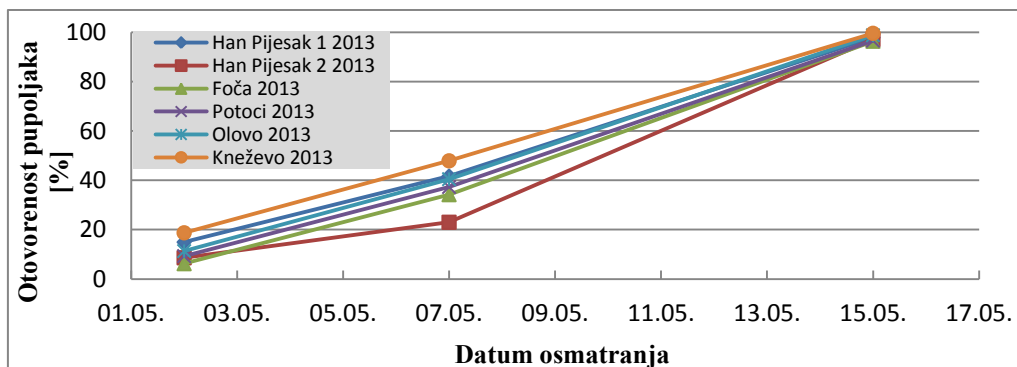
Dinamiku otvaranja pupoljaka na nivou populacija u testovima potomstva u Driniću i Srebrenici obrađivali su Cvjetković et al. (2015a), te su ukazali na razlike koje su utvrđene u međupopulacionoj dinamici otvaranja pupoljaka. Autori su uzeli u obzir veći broj sadnica pri čemu su mnoge isključene iz istraživanja nakon 2015. godine usljed biotičkih i abiotičkih oštećenja. Akcenat u ovom istraživanju je dat na zdrave sadnice nađene na terenu pri posljednjem prikupljanju podataka 2016. god.



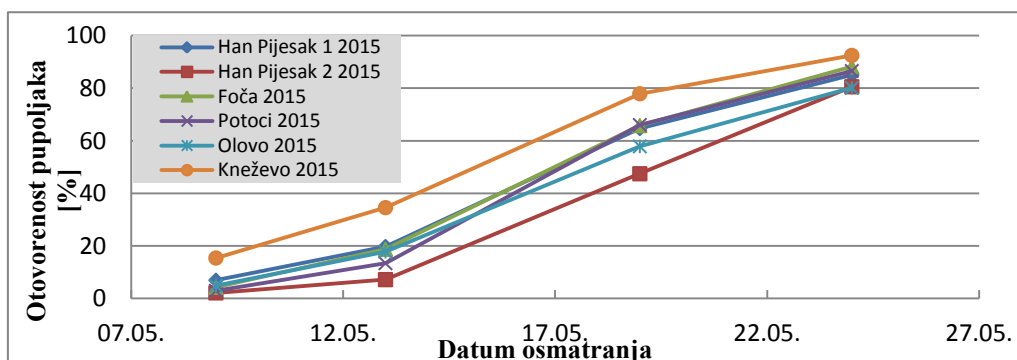
Grafikon 34. Dinamika otvaranja pupoljaka po godinama u testu potomstva u Driniću

Kada su u pitanju rezultati otvaranja pupoljaka na nivou populacija, najranije otvaranje pupoljaka zabilježeno je kod populacije Kneževo tokom svih godina praćanja ogleđa, tj. 2013. 2015. i 2016. godine. Navedena populacija imala je najveći procenat otvorenih pupoljaka prilikom svakog od četiri osmatranja. Nasuprot populaciji Kneževo, sadnice koje pripadaju populaciji Han Pijesak 2 najkasnije su otvarala pupoljke tokom 2013. i 2014. godine, dok su tokom 2016. godine to bile sadnice iz populacije Foča. Sadnice iz populacije Foča su takođe kasnije otvarale pupoljke u

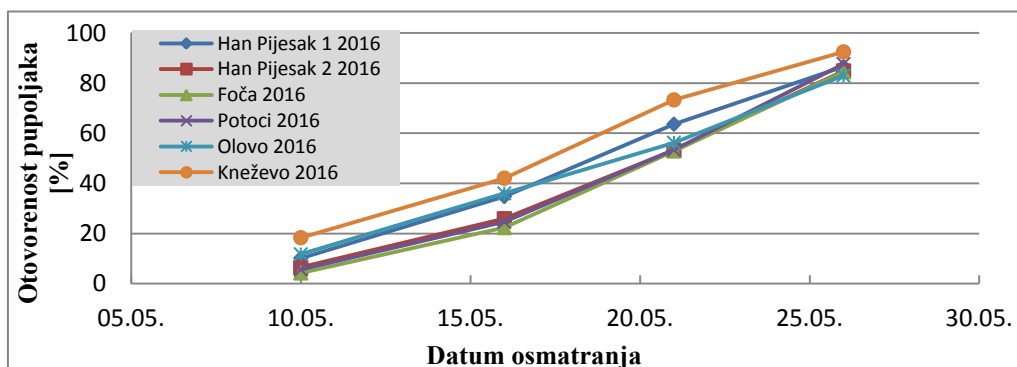
odnosu na sadnice iz drugih populacija, što je posebno izraženo tokom 2013. i 2016. godine (grafikoni 35, 36 i 37). Ostale populacije pokazuju varijabilne podatke u zavisnosti od godine kada je praćeno otvaranje pupoljaka. Može se primijetiti da i populacija Han Pijesak 1 pokazuje nešto brže otvaranje pupoljaka, pored populacije Kneževo, u odnosu na druge populacije.



Grafikon 35. Otvaranje pupoljaka po populacijama u testu potomstva u Driniću u 2013. godini



Grafikon 36. Otvaranja pupoljaka po populacijama u testu potomstva u Driniću u 2015. godini



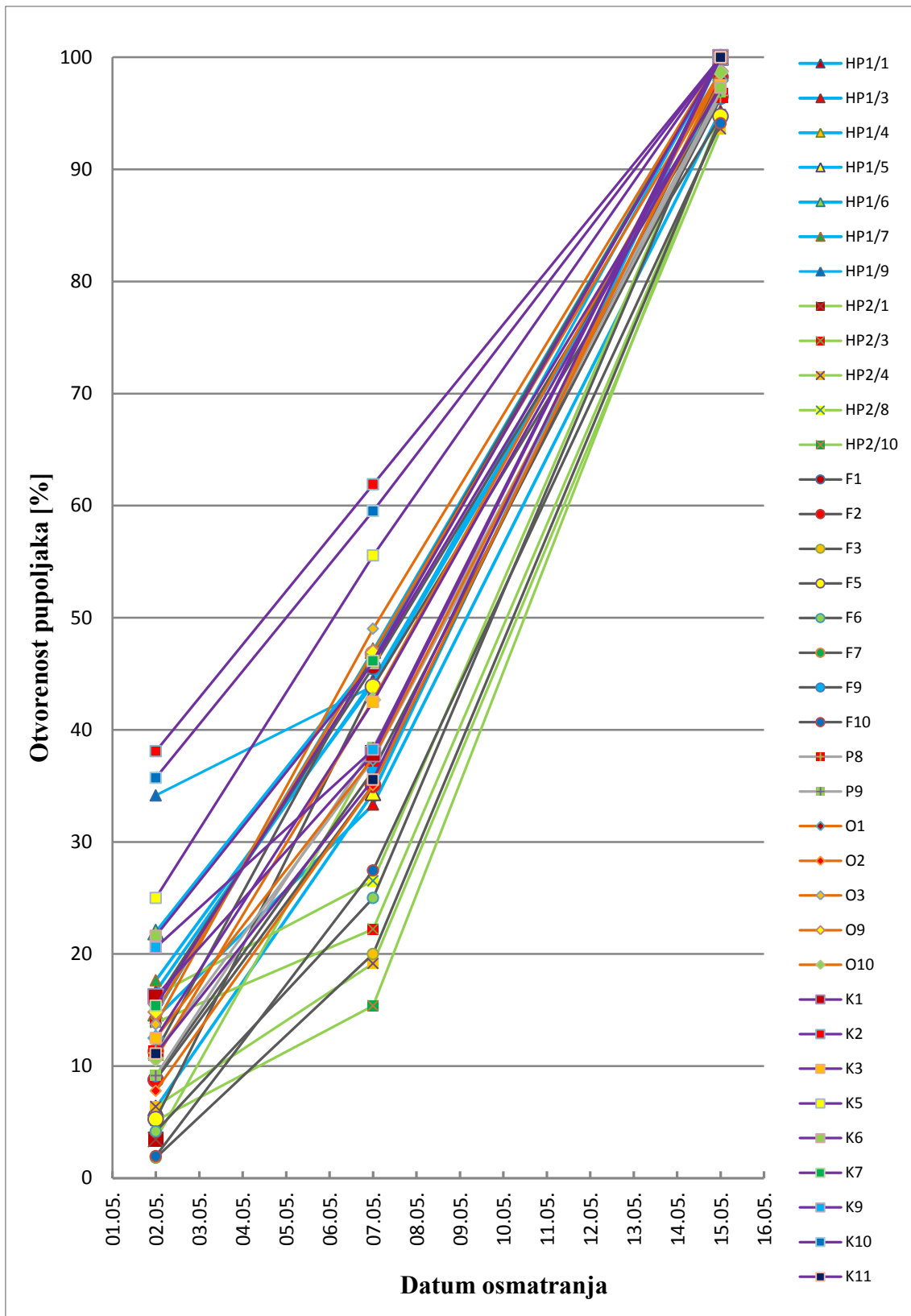
Grafikon 37. Otvaranja pupoljaka po populacijama u testu potomstva u Driniću u 2016. godini

Ukoliko se posmatraju rezultati na nivou linija polusrodnika, mogu se uočiti rezultati dobijeni za nekoliko specifičnih linija polusrodnika. Tako linije polusrodnika K2 i K10 ranije otvaraju pupoljke u poređenju sa svim ostalim linijama polusrodnika za sve godine praćenja početka otvaranja pupoljaka. Generalno, linije polusrodnika iz populacije Kneževo najbrže otvaraju pupoljke. Pored dvije navedene linije polusrodnika iz populacije Kneževo, linije polusrodnika K5, K6 i K11 u pojedinim godinama među prvima otvaraju svoje pupoljke. Sa linijama polusrodnika koje brzo otvaraju pupoljke, treba računati na staništa na kojima nema opasnosti od pojave kasnog proljećnog mraza.

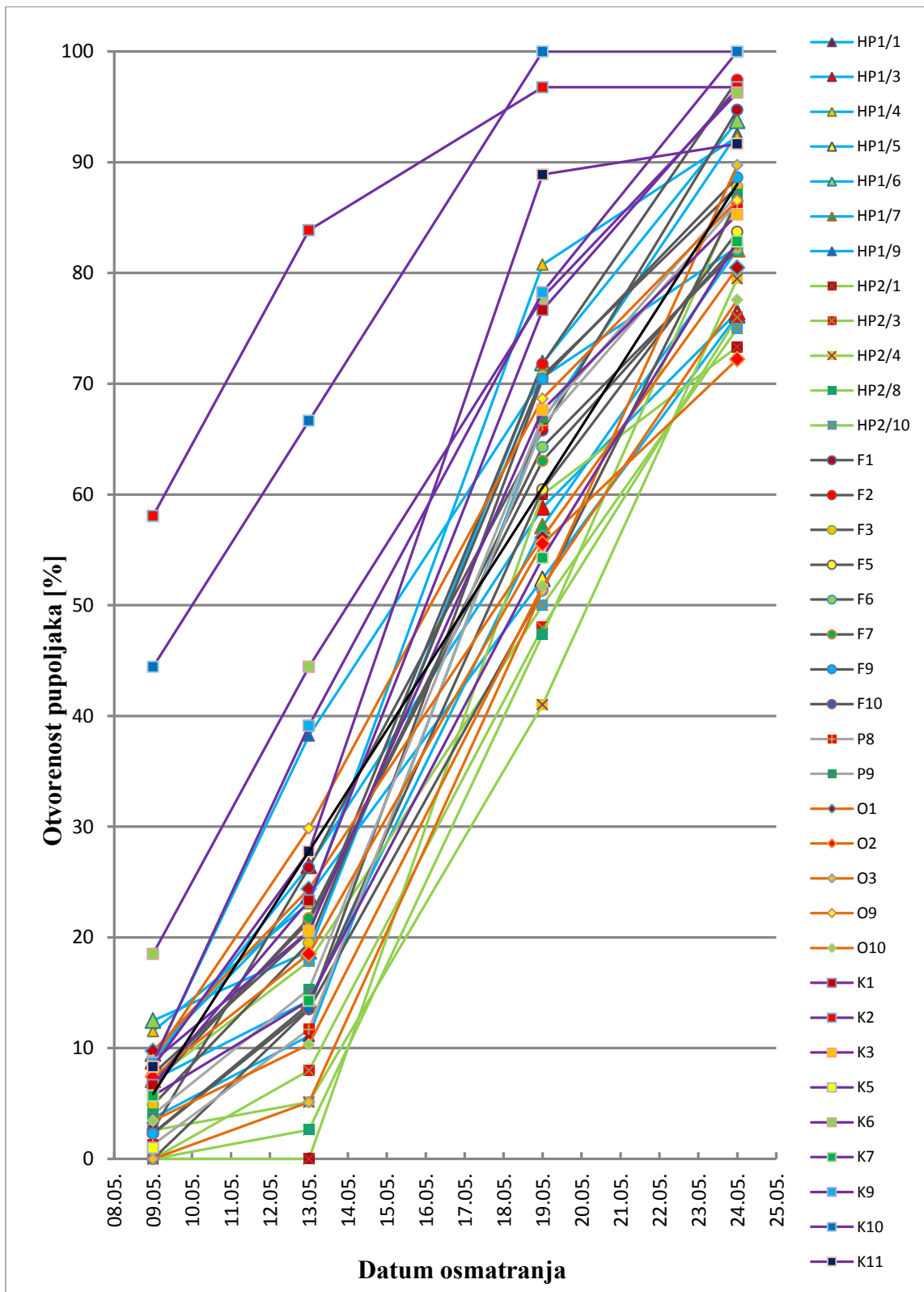
U obrnutom slučaju, situacija je nešto kompleksija i nije moguće jasno identifikovati linije polusrodnika koje su konstantno, tokom čitavog perioda praćenja, pokazivale manje procenete sadnica sa otvorenim pupoljcima, odnosno linije polusrodnika kod kojih je otvaranje pupoljaka kasnilo u odnosu na ostale linije polusrodnika.

Linije polusrodnika iz populacija Han Pijesak 2 (HP2/10, HP2/4 i HP2/3) i Foča (F3 i F6) najkasnije su otvarale pupoljke tokom 2013. godine (grafikon 38). U 2015. godini, najkasnije otvaranje pupoljaka zabilježeno je kod linija polusrodnika iz populacija Han Pijesak 2 i to: HP2/1, HP2/4 i HP/10, kao i kod linija polusrodnika iz populacije Olovo: O2 i O10 (grafikon 39). Tokom 2016. godine, izdvajaju se tri linije polusrodnika koje najsporije otvaraju pupoljke: F10, F5 i O3 (grafikon 40).

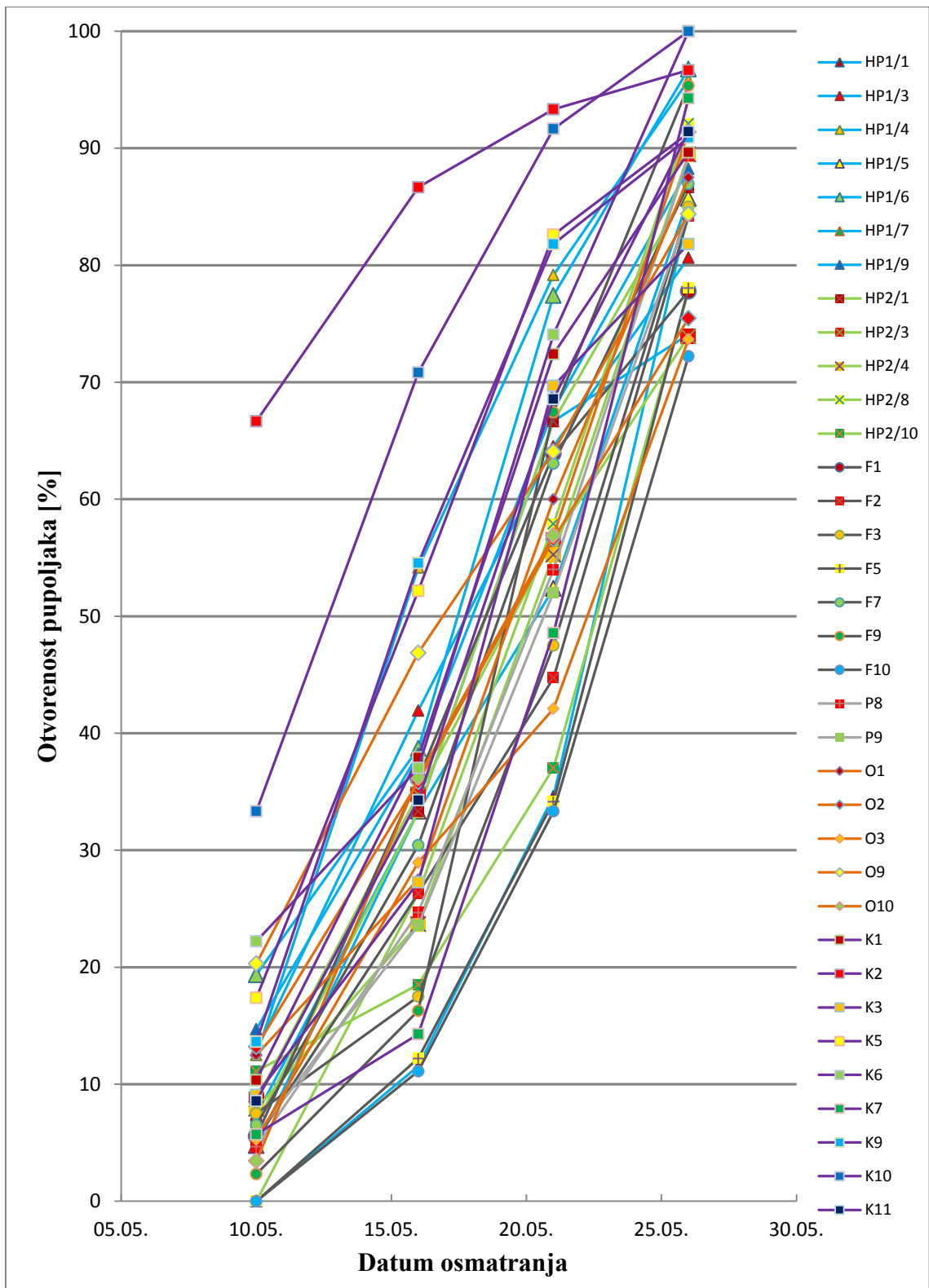
Poznavanje varijabilnosti dinamike otvaranja pupoljaka na nivou linija polusrodnika mogao biti vrlo važan podatak pri osnivanju vegetativnih sjemenskih plantaža, pri čemu bi trebalo jasno definisati linije polusrodnika sa ranijim i kasnijim i otvaranjem pupoljaka. Na osnovu toga mogla bi se definisati jasnija struktura budućih linija polusrodnika koji bi potencijalno činili osnovu za buduće vegetativne i generativne sjemenske plantaže smrče u BiH.



Grafikon 38. Otvaranje pupoljaka u 2013. po linijama polusrodnika u testu potomstva u Driniću



Grafikon 39. Otvaranje pupoljaka u 2015. po linijama polusrodnika u testu potomstva u Driniću



Grafikon 40. Otvaranje pupoljaka u 2016. po linijama polusrodnika u testu potomstva u Driniću

Rezultati analize varijanse sprovedeni za nivo blokova, populacija i linija polusrodnika pokazali su da postoje značajne razlike za pojedina osmatranja otvaranja pupoljaka u 2013. godini (prvo i treće osmatranje), u 2015. godini (treće i četvrto osmatranje). Za 2016. godinu nisu utvrđene statistički značajne razlike za nivo blokova u testu potomstva u Driniću.

Za nivo populacija utvrđene su statistički značajne razlike za otvorenost pupoljaka tokom 2013. godine u prvom i drugom osmatranju, dok za treće osmatranje nije utvrđena statistički značajna razlika zbog kasnijeg osmatranja kada su pupoljci na najvećem broju sadnica bili otvoreni. Tokom 2015. godine, za sva četiri osmatranja, utvrđene su statistički značajne razlike, kao i tokom 2016. godine. Rezultati analize varijanse, po stepenu signifikantnosti, slični su rezultatima za linije polusrodnika (tabela 60).

Tabela 60. Rezultati analize varijanse za obilježje “otvaranje pupoljaka” za nivo blokova, populacija i linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću

Godina	Osmatranje	Blok			Populacija			Linija polusrodnika		
		df	F	p	df	F	p	df	F	p
2013	I	2	13,3288***	0,0000	5	5,1724***	0,0001	35	2,4433***	0,0000
	II	2	1,3180 ^{ns}	0,2680	5	5,4476***	0,0001	35	2,2821***	0,0000
	III	2	3,86**	0,0212	5	1,80 ^{ns}	0,1108	35	1,11 ^{ns}	0,2972
2015	I	2	0,57847 ^{ns}	0,5609	5	9,5896***	0,0000	35	5,3631***	0,0000
	II	2	2,8225 ^{ns}	0,0598	5	11,509***	0,0000	35	4,6169***	0,0000
	III	2	4,950**	0,0072	5	8,558***	0,0000	35	2,419***	0,0000
	IV	2	7,203***	0,0008	5	4,081**	0,0011	35	1,544*	0,0227
2016	I	2	0,9407 ^{ns}	0,3906	5	8,1683***	0,0000	35	4,7503***	0,0000
	II	2	1,3699 ^{ns}	0,2545	5	7,244***	0,0000	35	3,3724***	0,0000
	III	2	1,398 ^{ns}	0,2475	5	6,659***	0,0000	35	2,889***	0,0000
	IV	2	0,098 ^{ns}	0,9066	5	2,345*	0,0393	35	1,829**	0,0024

Rezultati Dankan testova na nivou blokova ukazuju na postojanje dvije homogene grupe i to za osmatranja tokom 2013. i 2015. godine. U posebne homogene grupe se izdvajaju uglavnom drugi. i treći blok (tabela 61).

Tabela 61. Rezultati Dankan testa za obilježje “otvaranje pupoljaka” na nivou blokova u testu potomstva u Driniću

Blok	Pup 1 2013 [%]	H. gr.		Blok	Pup 3 2013 [%]	H. gr.		Blok	Pup 3 2015 [%]	H. gr.		Blok	Pup 4 2015 [%]	H. gr.	
		1	2			1	2			1	2			1	2
1	8,38	a		1	96,65	a		1	61,27	a		1	81,56	a	
2	17,25		b	3	97,23	a	b	2	63,24	a		2	88,71		b
3	7,76	a		2	99,18		b	3	71,19		b	3	88,92		b

Rezultati Dankan testa za otvaranje pupoljaka u testu potomstva u Driniću na nivou populacija ukazuju na značajan nivo varijabilnosti, iskazan kroz postojanje najčešće tri homogene grupe, osim za rezultate koji se odnose na prvo osmatranje otvorenosti pupoljaka u 2015. godini, drugo osmatranje u 2016. godini i četvrto osmatranje u 2016. godini (tabela 62).

Tabela 62. Rezultati Dankan testa za obilježje “otvaranje pupoljaka” na nivou populacija u testu potomstva u Driniću

Populac.	Pup 1 2013 [%]	H. gr.		
		1	2	3
Foča	6,25	a		
H. Pij. 2	8,63	a	b	
Potoci	9,33	a	b	
Olovo	11,34	a	b	
H. Pij. 1	14,97	b		c
Kneževo	18,75	c		

Populac.	Pup 2 2013 [%]	H. gr.		
		1	2	3
H. Pij. 2	23,02	a		
Foča	34,21	b		
Potoci	37,31	b		
Olovo	40,49	b		c
H. Pij. 1	41,71	b		c
Kneževo	47,92	c		

Populac.	Pup 1 2015 [%]	H. g.	
		1	2
Olovo	2,16	a	
Foča	2,99	a	
H. Pij. 2	4,28	a	
H. Pij. 1	4,86	a	
Potoci	6,95	a	
Kneževo	15,42	b	

Populac.	Pup 2 2015 [%]	H. gr.		
		1	2	3
Han Pij. 2	7,19	a		
Potoci	13,43	a	b	
Olovo	17,81	b		
Foča	18,75	b		
Han Pij. 1	19,79	b		
Knezevo	34,58	c		

Populac.	Pup 3 2015 [%]	H. gr.		
		1	2	3
H. Pij. 2	47,48	a		
Olovo	57,89	b		
H. Pij. 1	64,71	b		
Foča	65,79	b		
Potoci	66,04	b		
Kneževo	77,92	c		

Populac.	Pup 4 2015 [%]	H. gr.		
		1	2	3
Olovo	80,16	a		
H. Pij. 2	80,58	a		
H. Pij. 1	85,03	a	b	
Potoci	86,57	a	b	c
Foča	88,16	b		c
Kneževo	92,50	c		

Populac.	Pup 1 2016 [%]	H. gr.		
		1	2	3
Foča	4,28	a		
Potoci	5,60	a		
H. Pij. 2	6,47	a	b	
H. Pij. 1	10,16	a	b	
Olovo	17,4	b		
Kneževo	18,33	c		

Populac.	Pup 2 2016 [%]	H. g.	
		1	2
Foča	22,37	a	
Potoci	24,63	a	
H. Pij. 2	25,90	a	
H. Pij. 1	34,76	b	
Olovo	36,03	b	
Kneževo	42,08	b	

Populac.	Pup 3 2016 [%]	H. gr.		
		1	2	3
Foča	52,96	a		
H. Pij. 2	53,24	a		
Potoci	53,36	a		
Olovo	56,28	a	b	
H. Pij. 1	63,64	b		
Kneževo	73,33	c		

Populac.	Pup 4 2016 [%]	H. g.	
		1	2
Olovo	83,00	a	
Foča	84,54	a	
H. Pij. 2	84,89	a	
H. Pij. 1	86,63	a	b
Potoci	87,69	a	b
Kneževo	92,50	b	

Kod linija polusrodnika broj homogenih grupa dobijenih post hoc Dankan testom varira u intervalu od 4, koliko je utvrđeno za prvo i četvrto osmatranje otvorenosti pupoljaka 2015. godine, do 10 homogenih grupa, koliko je utvrđeno pri trećem osmatranju 2016. godine.

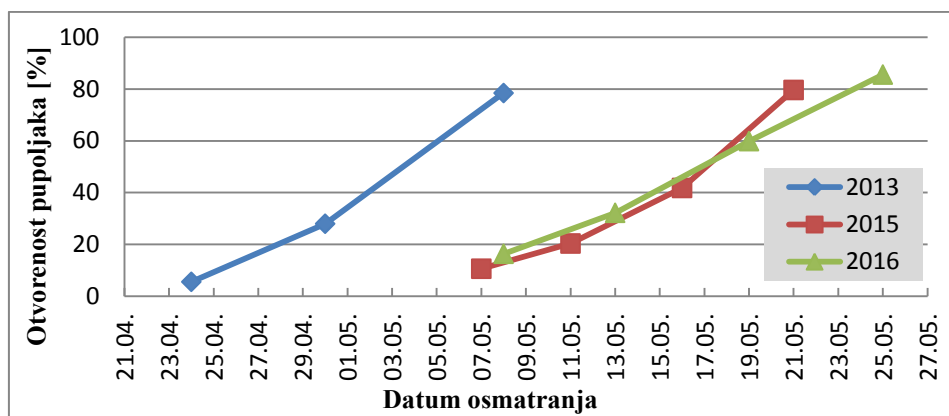
Nerijetko su se u homogene grupe izdvajale samo pojedine linije polusrodnika kao što je slučaj sa prvim osmatranjem 2013. godine, prvim i drugim osmatranjem 2015. godine, kao i prvim i drugim osmatranjem 2016. godine (Prilog 2.1, tabela 14). Nesumnjivo je da bi varijabilnost bila značajno umanjena kada bi se neke od linija polusrodnika isključile iz statističke obrade. Ipak, takve linije polusrodnika mogu da posjeduju specifične gene potrebne za adaptaciju na specifičnim staništima i njihova varijabilnost može biti na adekvatan način iskorištena.

5.2.1.2. Otvaranje pupoljaka u testu potomstva u Srebrenici

U testu potomstva u Srebrenici osmatranje tokom 2013. godine je vršeno tri puta, kao i u testu potomstva u Driniću. Osmatranje u Srebrenici počinjalo je nešto ranije nego u Driniću, tako da je 2013. godine prvo osmatranje počelo već početkom posljednje sedmice aprila. Osmatranje je vršeno tri puta. Prvo osmatranje sprovedeno je 24.04.2013. godine kada je registrovano 5,29% sadnica sa otvorenim pupoljcima. Drugo osmatranje sprovedeno je 30.04.2013. godine kada je 27,52% pupoljaka bilo otvoreno, a pri posljednjem osmatranju 08.05.2013. godine kod 77,70% sadnica smrče u testu potomstva u Srebrenici imalo je otvorene pupoljke.

U naredne dvije godine praćenja, 2015. i 2016. godine, otvaranje pupoljaka pomjereno je na kasniji period od dvije sedmice, odnosno za 14, odnosno 15 dana (grafikon 45), te je vršeno po četiri puta u obje godine. U 2015. godini, pri prvom osmatranju otvorenosti pupoljaka 07.05.2015. godine, uočeno je 9,92% sadnica sa otvorenim pupoljcima, u drugom osmatranju, sprovedenom 11.05.2015. godine, uočeno je 19,26% otvorenih pupoljaka, u trećem osmatranju na dan 16.05.2015. godine otvoreno je bilo 40,62%, pupoljka, dok je pri četvrtom, posljednjem osmatranju na dan 21.05.2015. godine, prosječan broj otvorenih pupoljaka iznosio 79,94%.

Naredne, 2016. godine, tokom prvog osmatranja koje je obavljeno 08.05.2016. godine, utvrđeno je da je procenat otvorenih pupoljaka iznosio 15,93%. Drugo osmatranje izvršeno je 13.05.2016. godine, kada je zabilježeno 31,86% sadnica sa otvorenim pupoljcima. Naredno osmatranje je izvršeno 19.05.2017. godine, kada je utvrđeno 59,67% sadnica sa otvorenim pupoljcima, te je u posljednjem osmatranju, obavljenom 25.05.2016. godine, utvrđeno 85,37% sadnica sa otvorenim pupoljcima na nivou testa potomstva (grafikon 41).



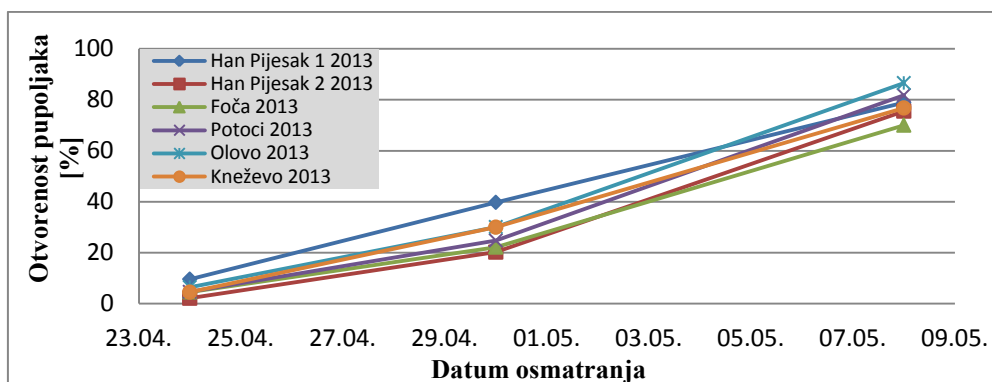
Grafikon 41. Dinamika otvaranja pupoljaka po godinama u testu potomstva u Srebrenici

Iako se test potomstva u Srebrenici nalazi na većoj nadmorskoj visini, otvaranje pupoljaka počinje ranije nego u testu potomstva u Driniću. Uzrok se može tražiti u ekspoziciji površine koja je južna, dok je u Driniću sjeverna i usljed konfiguracije terena vjerovatno dolazi do zadržavanja hladnog vazduha na oglednoj površini u Driniću.

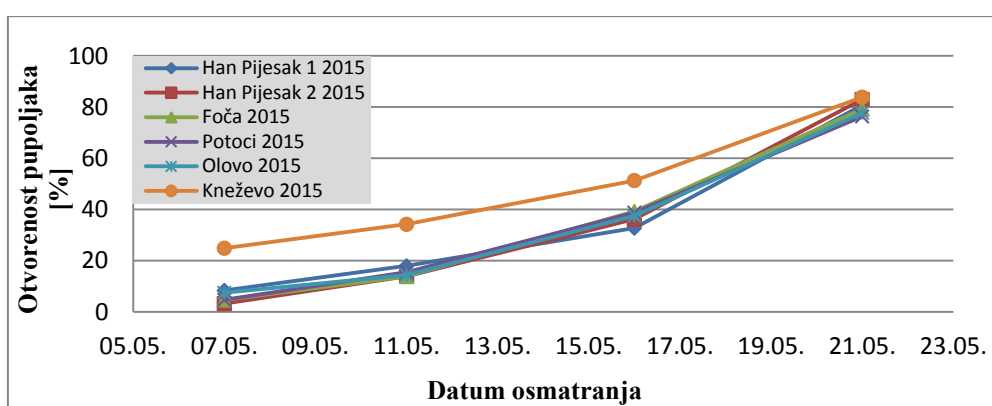
Dinamika otvaranja pupoljaka na nivou populacija pokazuje sličan obrazac rasporeda kao u testu potomstva u Driniću. To ukazuje na uslovljenost dinamike otvaranja pupoljaka porijeklom reproduktivnog materijala. Tokom 2013. godine, najveći procenat otvorenosti pupoljaka u prva dva osmatranja zabilježen je kod populacije Han Pijesak 1, a prate je populacije Olovo i Kneževo. Situacija je drugačija u odnosu na test potomstva u Driniću, gdje je populacija Kneževo dominirala kao populacija koja je najranije otvarala pupoljke. Najkasnije otvaranje pupoljaka zabilježeno je kod populacija Han Pijesak 2 i Foča, što je u saglasnosti sa podacima dobijenim u testu potomstva u Driniću (grafikon 42).

U 2015. godini izdvojila se populacija Kneževo kao populacija koja je najranije otvarala pupoljke, dok su sve ostale populacije imale približno istu dinamiku otvaranja pupoljaka (grafikon 43). U posljednjem osmatranju, razlika između populacija je minimalna.

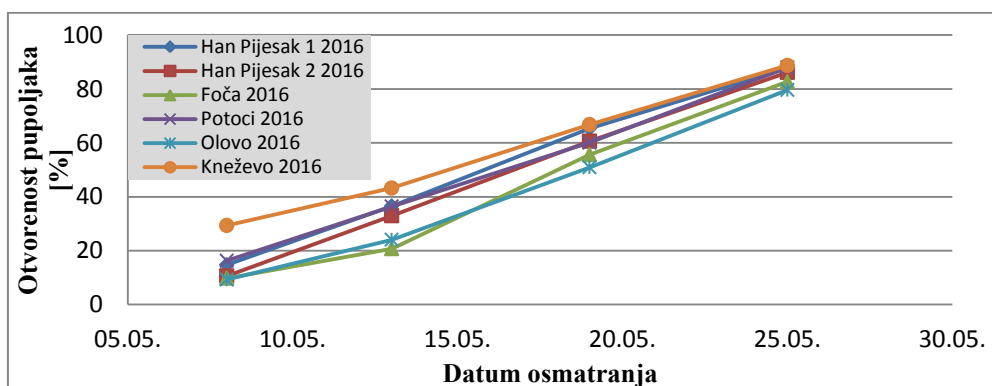
Tokom 2016. godine, razlike u dinamici otvaranja pupoljaka su izraženije nego u prethodne dvije godine praćenja. Populacija Kneževo je identifikovana kao populacija koja najranije otvara pupoljke, dok su populacije Foča i Olovo najkasnije otvarale pupoljke, odnosno, imale najmanji procenat sadnica sa otvorenim pupoljcima pri osmatranju stanja otvorenosti pupoljaka (grafikon 44).



Grafikon 42. Dinamika otvaranja pupoljaka po godinama i populacijama u testu potomstva u Srebrenici u 2013. godini



Grafikon 43. Dinamika otvaranja pupoljaka po godinama i populacijama u testu potomstva u Srebrenici u 2015. godini



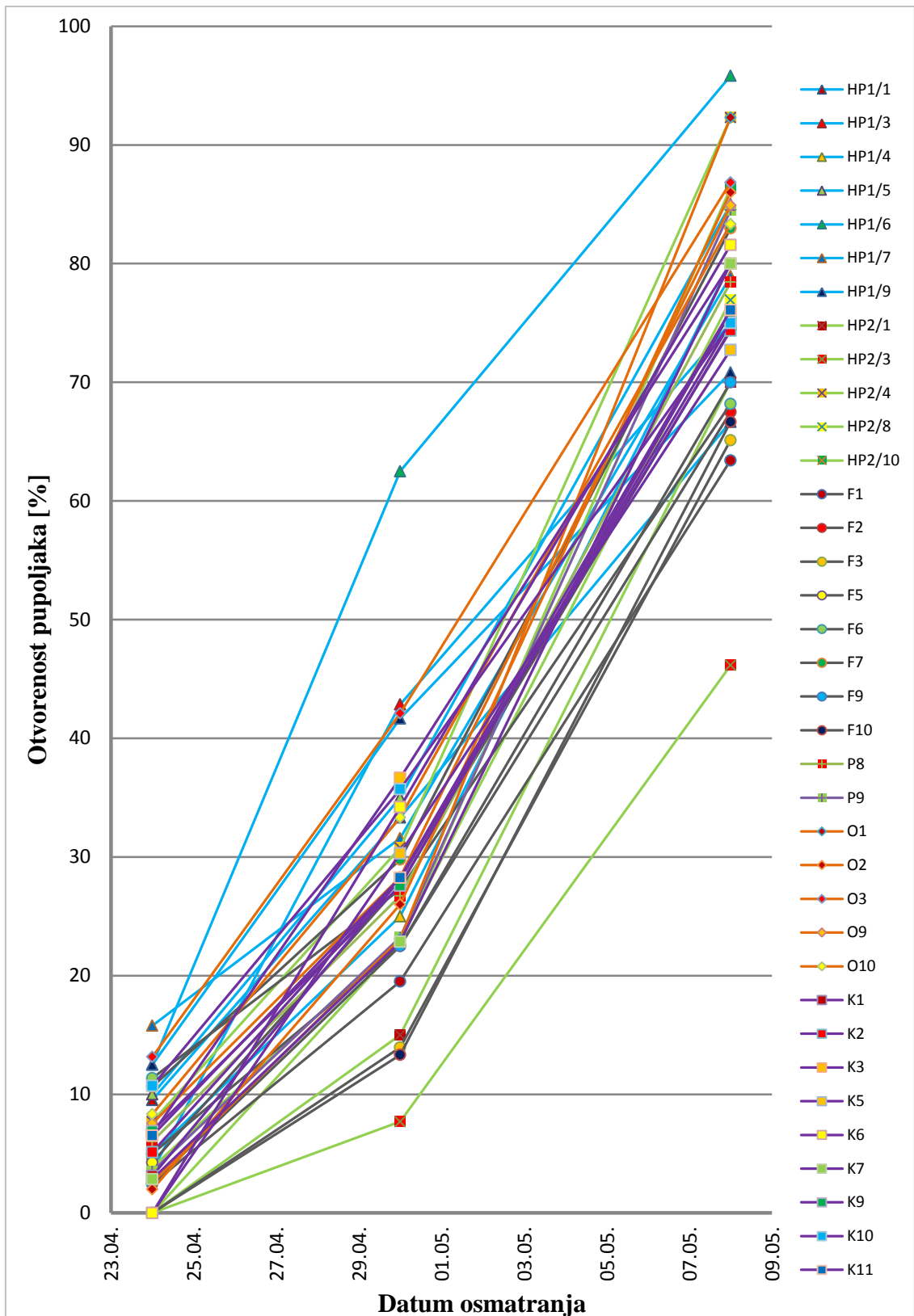
Grafikon 44. Dinamika otvaranja pupoljaka po godinama i populacijama u testu potomstva u Srebrenici u 2016. godini

Posmatrano na nivo linija polusrodnika, u 2013. godini može se izdvojiti linija polusrodnika HP1/6 kao linija polusrodnika koja je imala najveći procenat otvorenih pupoljaka u drugom i trećem terminu osmatranja otvorenosti pupoljaka. To je u suprotnosti sa rezultatima koje je navedena linija polusrodnika postigla u testu

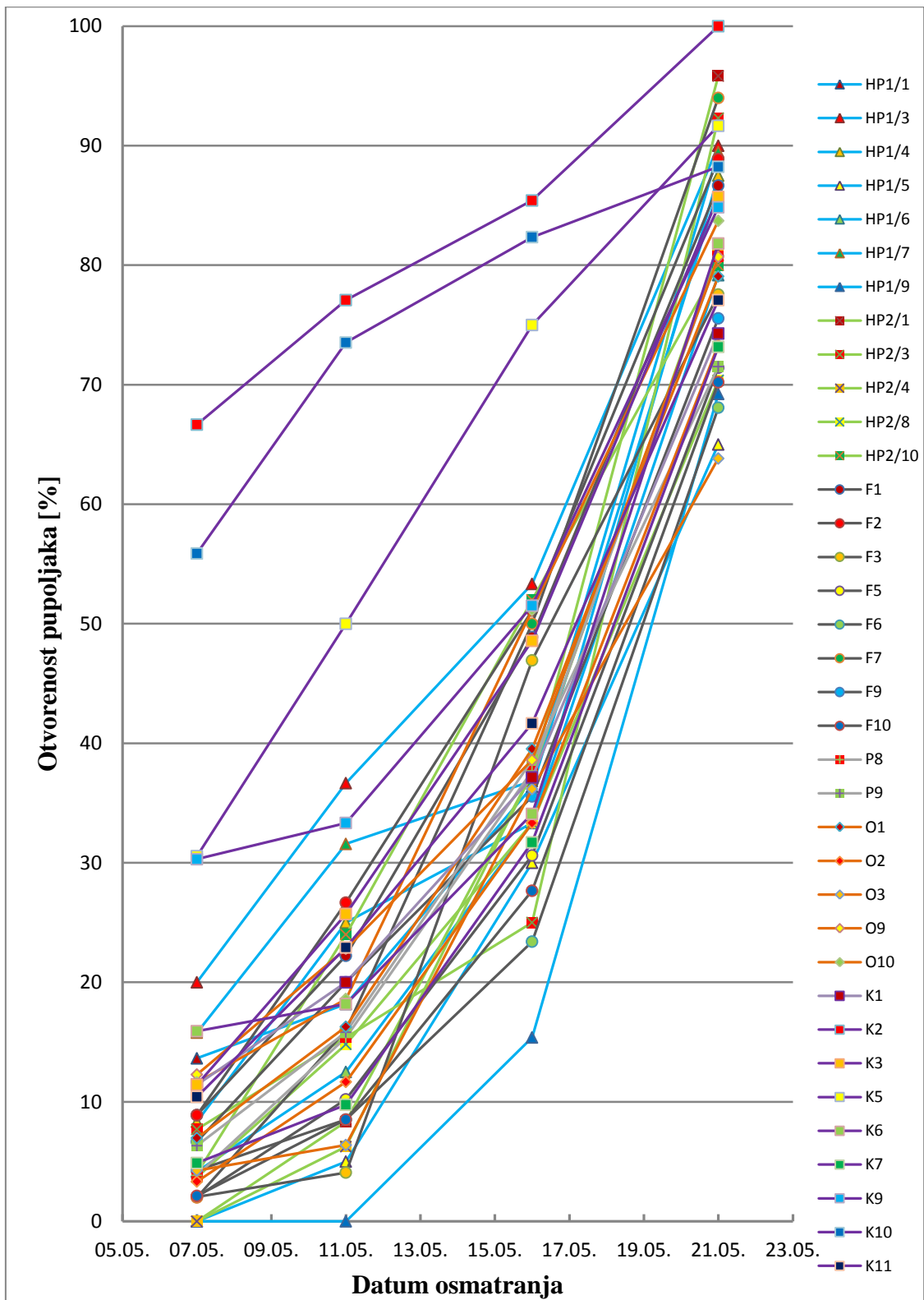
potomstva u Driniću tokom 2013. godine, kada se svrstavala u grupu populacija sa najmanjim procentima otvorenosti pupoljaka. Linije polusrodnika F10, F7, HP2/3 i K9 najsporije su otvarale pupoljke (grafikon 45). Činjenica da su linije polusrodnika K1 i K3 kasno otvarale pupoljke može da ima konsekvencu na prosječan procenat otvorenih pupoljaka kod populacije Kneževo, pri čemu ova populacija, kao što je ranije navedeno, u 2013. godini, nije bila populacija sa najranijim procesom otvaranja pupoljaka, kao što je to slučaj sa narednim godinama praćenja. Unutarpopulacioni varijabilitet je još jedanput dokazan kroz različitu dinamiku početka otvaranja pupoljaka.

U 2015. godini, u pogledu vremena početka otvaranja pupoljaka dominiraju linije polusrodnika Kneževo: K2, K10 i K9. U prvim osmatranjima prate ih sadnice iz populacije Han Pijesak 1: HP1/3 i HP1/7. Najsporije otvaranje pupoljaka utvrđeno je za linije polusrodnika HP1/9. Dijapazon otvorenosti pupoljaka je dosta širok – između 20-35% od linije polusrodnika sa najmanjom otvorenošću pupoljaka do linije polusrodnika sa najvećom otvorenošću pupoljaka, isključujući navedene linije polusrodnika iz populacije Kneževo (grafikon 46).

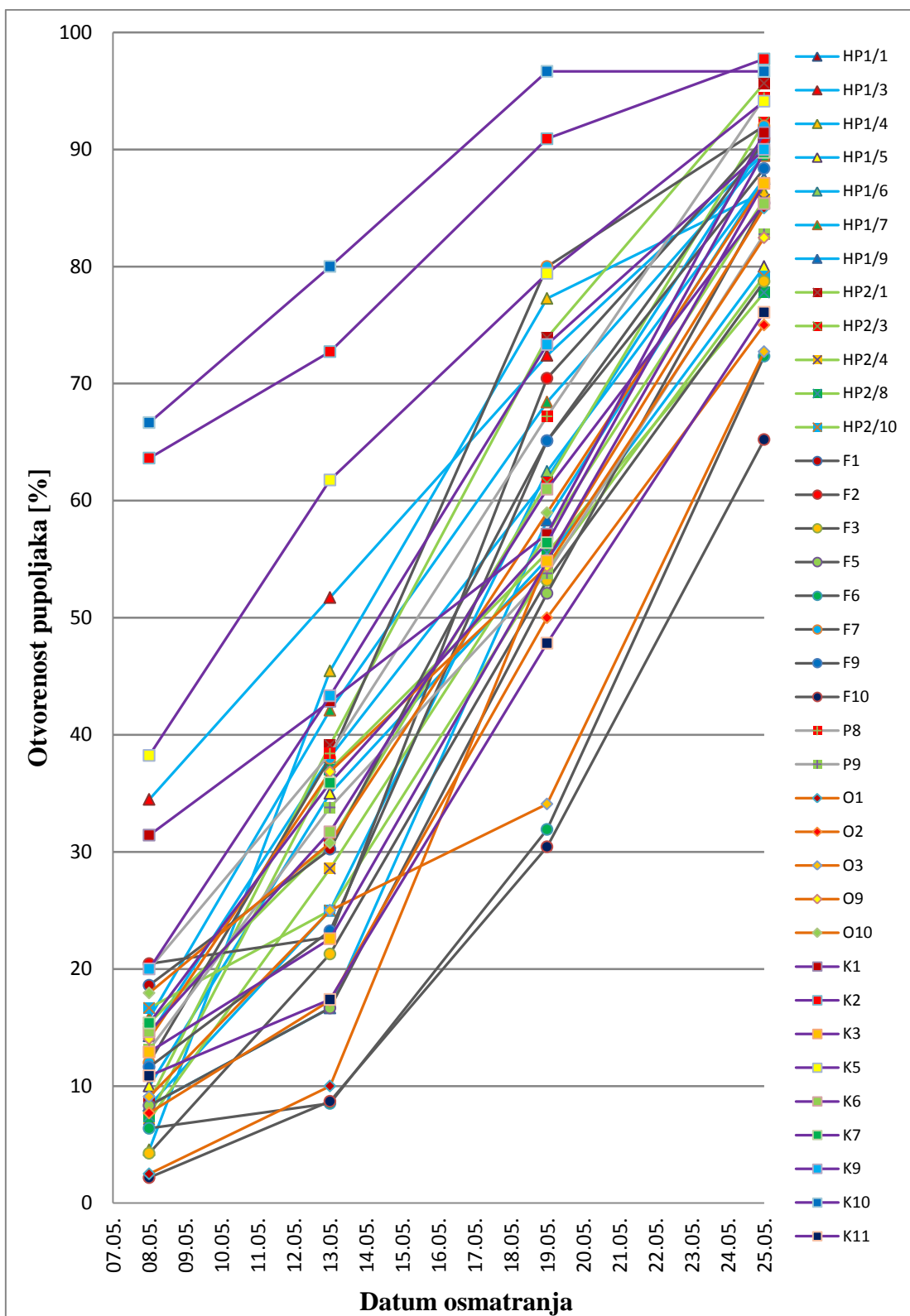
Tokom 2016. godine, linije polusrodnika iz populacije Kneževo imaju najveći procenat sadnica sa otvorenim pupoljcima, tj. najranije otvaraju pupoljke. U pitanju su linije polusrodnika: K2, K10 i K5. Pupiljke su najsporije otvarale linije polusrodnika F6 i F10, ali i linija polusrodnika K11 koja pripada populaciji koja najbrže otvara pupoljke (grafikon 47). U ovom slučaju dolazi do izražaja unutarpopulaciona varijabilnost koju treba imati u vidu pri daljim planovima oplemenjivanjima na nivou linija polusrodnika.



Grafikon 45. Dinamika otvaranja pupoljaka u 2013. god. po linijama polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici



Grafikon 46. Dinamika otvaranja pupoljaka u 2015. god. po linijama polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici



Grafikon 47. Dinamika otvaranja pupoljaka u 2016. po linijama polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici

Rezultati analize varijanse za test potomstva u Srebrenici za otvaranje pupoljaka na nivou blokova ukazali su na postojanje statistički značajnih razlika za drugo i treće osmatranje otvorenosti pupoljaka u 2013. godini i za treće i četvrto osmatranje u 2015. godini. Za ostala osmatranja nisu utvrđene statistički značajne razlike za posmatrano obilježje “otvorenost pupoljaka” (tabela 63).

Statistički značajne razlike utvrđene su za skoro sva osmatranja otvaranja pupoljaka na nivou populacija, osim za prvo osmatranje 2013. godine i četvrto osmatranje 2015. godine.

Na nivou linija polusrodnika statistički značajne razlike nisu uočene jedino za prva dva osmatranja u 2013. godini (tabela 63). Ukoliko se obrati pažnja na podatke o srednjim vrijednostima otvorenosti pupoljaka prikazanim na grafikonu 12, stiče se utisak da se dvije linije polusrodnika HP1/6 i HP2/3, značajno razlikuju od ostalih linija polusrodnika, ali najvjerojatnije zbog velikog variranja podataka, analiza varijanse nije prikazala značajnost razlika koje bi uzrokovale dvije navedene linije polusrodnika.

Tabela 63. Rezultati analize varijanse za nivoe blokova, populacija i linija polsrodnika u testu potomstva u Srebrenici

Godina	Osmatranje	Blok			Populacija			Linija polusrodnika		
		df	F	p	df	F	p	df	F	p
2013	I	2	0,51372 ^{ns}	0,5984	5	1,84837 ^{ns}	0,1006	35	1,20118 ^{ns}	0,1963
	II	2	19,7074***	0,0000	5	4,4047***	0,0006	35	1,3630 ^{ns}	0,0780
	III	2	6,013**	0,0025	5	4,989***	0,0002	35	1,551*	0,0217
2015	I	2	4,3792*	0,0127	5	22,1396***	0,0000	35	9,3401***	0,0000
	II	2	0,1797 ^{ns}	0,8355	5	12,2010***	0,0000	35	6,5093***	0,0000
	III	2	7,9677***	0,0004	5	4,2471**	0,0008	35	3,2622***	0,0000
	IV	2	9,669***	0,0001	5	1,279 ^{ns}	0,2702	35	1,909**	0,0012
2016	I	2	1,3131 ^{ns}	0,2693	5	12,6622***	0,0000	35	5,7469***	0,0000
	II	2	1,0663 ^{ns}	0,3445	5	9,9714***	0,0000	35	4,4075***	0,0000
	III	2	0,533 ^{ns}	0,5869	5	3,611**	0,0030	35	3,395***	0,0000
	IV	2	0,555 ^{ns}	0,5745	5	2,542*	0,0267	35	1,978***	0,0006

Rezultati Dankan testa na nivou blokova ukazuju na postojanje dvije homogene grupe, osim za drugo osmatranje otvorenosti pupoljaka u 2013. godini, kada su statistički značajne razlike primijećene u svakom od analiziranih blokova (tabela 64).

Kod populacija primjetna je nešto manja varijabilnost tokom 2013. i 2015. godine nego što je to slučaj sa testom potomstva u Driniću, iako su ekološki uslovi u samom testu potomstva u Srebrenici neujednačeniji. Međutim, u 2016. godini rezultati Dankan testova ukazuju na znatno veću varijabilnost, što se posebno odnosi na drugo osmatranje otvorenosti pupoljaka, pri čemu su rezultati Dankan testa ukazali na postojanje četiri homogene grupe, za

treće osmatranje tri grupe, dok se kod posljednjeg osmatranja rezultat Dankan testa ponovo sveo na dvije homogene grupe (tabela 65).

Interesantno je primijetiti da za razliku od svih ostalih analiziranih godina u testu potomstva u Srebrenici i podataka dobijenih za test potomstva u Driniću, sadnice populacije Kneževo u 2013. godine nisu one koje su najranije otvorile pupoljke, nego su to sadnice iz populacije Han Pijesak 1. Treba imati u vidu da je to godina sa pojavom ekstremne suše (NOAA, 2016), te da bi se u slučaju ponavljanja suše, pri projektovanju modela dinamike otvaranja pupoljaka, trebao uzeti u razmatranje i faktor suše kao stresni faktor koji utiče da sadnice navedene populacije počnu ranije da otvaraju svoje pupoljke, tj. odstupe od standardnog obrasca rasporeda populacija po vremenu otvaranja pupoljaka.

Razlog smanjenju broja homogenih grupa pri posljednjem osmatranju otvorenosti pupoljaka vjerovatno je posljedica želje da se snime one populacije i linije polusrodnika koje među posljednjima otvaraju svoje pupoljke. S obzirom da je većina sadnica drugih populacija i linija polusrodnika otvorila pupoljke, smanjuje se disperzija vrijednosti, jer se sadnice sa otvorenim pupoljcima označavaju sa 1 (100% otvorenost), postaju konstantne vrijednosti i time utiču na smanjenje varijabilnosti koja se dobija analizom varijanse i post hoc testom.

Kada su u pitanju rezultati Dankan testa za posmatrano obilježje „otvorenost pupoljaka”, linije polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici pokazuju sličan obrazac kao i u testu potomstva u Driniću, izuzev za 2013. godinu. Broj homogenih grupa se kreće od četiri do osam, a vrlo često se u zasebne homogene grupe izdvajaju linije polusrodnika iz populacije Kneževo, povećavajući varijabilnost posmatranih podataka (Prilog 2.1, tabela 15). Rezultati interkacija linija polusrodnika i testova potomstava dati su u prilogu 2.2, tabele 35-38. Broj homogenih grupa je uglavnom manju u poređenju sa drugim obilježjima.

Tabela 64. Rezultati Dankan testova za obilježje „otvorenost pupoljaka” za nivo blokova u testu potomstva u Srebrenici

Blok	Pup 2 2013 [%]	H. gr.			Blok	Pup 3 2013 [%]	H. gr.		Blok	Pup 1 2015 [%]	H. gr.	
		1	2	3			1	2			1	2
1	19,48	a			1	74,03	a		1	11,13	a	
2	27,70	b			2	76,72	a		2	12,01	a	
3	37,33	c			3	83,18	b		3	6,45	b	
Blok	Pup 3 2015 [%]	H. gr.		Blok	Pup 1 2015 [%]	H. gr.						
		1	2			1	2					
1	42,30	a		1	82,00	a						
2	32,84	b		2	72,79	b						
3	45,85	a		3	84,10	a						

Tabela 65. Rezultati Dankan testova za obilježje „otvorenost pupoljaka” za nivo populacija u testu potomstva u Srebrenici

Populac.	Pup 1 2013 [%]	H. gr.	
		1	2
H. Pij. 2	20,21	a	
Foča	22,19	a	
Potoci	24,81	a	
Kneževo	30,00	a	
Olovo	30,09	a	
H. Pij.1	39,74		b

Populac.	Pup 2 2013 [%]	H. gr.	
		1	2
H. Pij. 2	20,21	a	
Foča	22,19	a	
Potoci	24,81	a	
Kneževo	30,00	a	
Olovo	30,09	a	
H. Pij.1	39,74		b

Populac.	Pup 3 2013 [%]	H. gr.		
		1	2	3
Foča	70,03	a		
H. Pij. 2	75,53	a	b	
Kneževo	76,77	a	b	
H. Pij. 1	78,85	a	b	c
Potoci	81,78		b	c
Olovo	86,57			c

Populac.	Pup 1 2015 [%]	H. gr.	
		1	2
H. Pij. 2	3,19	a	
Foča	4,61	a	
Potoci	4,65	a	
Olovo	7,41	a	
H. Pij.1	8,33	a	
Kneževo	24,84		b

Populac.	Pup 2 2015 [%]	H. gr.	
		1	2
H. Pij. 2	13,83	a	
Foča	13,83	a	
Olovo	14,35	a	
Potoci	15,50	a	
H. Pij. 1	17,95	a	
Kneževo	34,19		b

Populac.	Pup 3 2015 [%]	H. g.	
		1	2
H. Pij. 1	32,69	a	
H. Pij. 2	36,17	a	
Olovo	37,50	a	
Potoci	38,76	a	
Foča	39,19	a	
Kneževo	51,29		b

Populac.	Pup 1 2016 [%]	H. g.	
		1	2
Olovo	9,26	a	
Foča	9,80	a	
H. Pij.2	10,64	a	
H. Pij.1	14,74	a	
Potoci	16,28	a	
Kneževo	29,35		b

Populac.	Pup 2 2016 [%]	H. gr.			
		1	2	3	4
Foča	20,75	a			
Olovo	24,07	a	b		
H. Pij. 2	32,98		b	c	
Potoci	36,43			c	d
H. Pij. 1	36,54			c	d
Kneževo	43,23				d

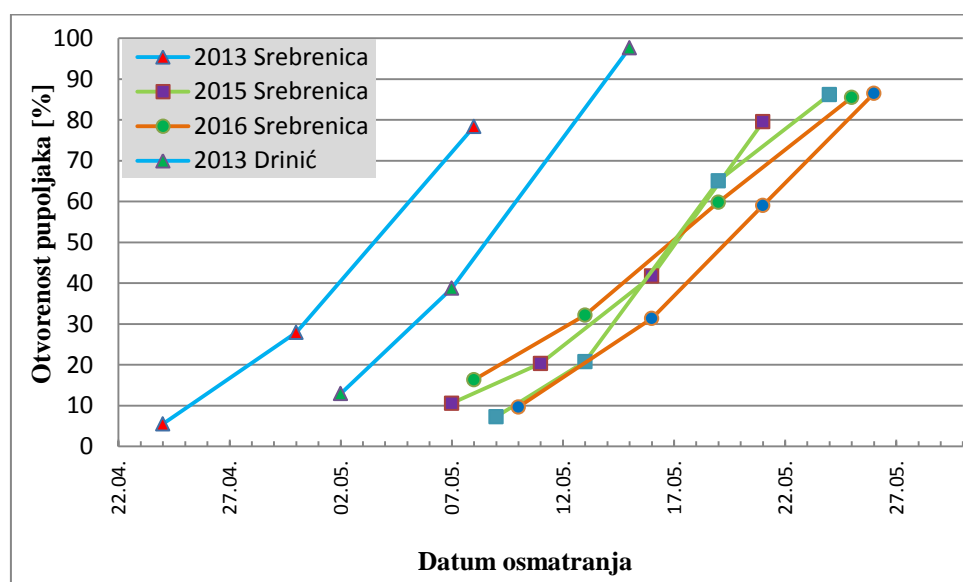
Populac.	Pup 3 2016 [%]	H. gr.		
		1	2	3
Olovo	50,93	a		
Foča	55,62	a	b	
Potoci	60,08	a	b	c
H. Pij. 2	60,64	a	b	c
H. Pij. 1	65,38		b	c
Kneževo	66,77			c

Popula.	Pup 4 2016 [%]	H. gr.	
		1	2
Olovo	79,63	a	
Foča	82,71	a	b
H. Pij.2	86,17	a	b
H. Pij.1	87,82		b
Potoci	87,98		b
Kneževo	88,71		b

5.2.1.3. Modeli za procjenu otvaranja pupoljaka

Procjena vremena otvaranja pupoljaka i određivanja temperaturnih suma pri kojima dolazi do otvaranja pupoljaka bitna je aktivnost koja treba da rezultuje definisanjem genotipova koji mogu da izbjegnu kasne mrazeve. Varijabilnost po ovom obilježju je ranije dokazana (Prescher, 1982; Hannerz, 1994; 1998; Beuker; 1994).

Ukoliko uporedimo rezultate za istraživane testove potomstva, možemo reći da je otvaranje pupoljaka u testovima potomstva pokazalo neočekivane rezultate. Otvaranje pupoljaka u testu potomstva u Srebrenici, koji se nalazi na višoj nadmorskoj visini za skoro 300 m, počinje kasnije u odnosu na test potomstva u Driniću koji je na nižoj nadmorskoj visini (grafikon 48). Stoga se i može pretpostaviti je da uticaj sjeverne ekspozicije, kojoj je izložen test potomstva u Driniću, značajniji na početak otvaranja pupoljaka, nego što je to slučaj sa nadmorskom visinom.



Grafikon 48. Dinamika otvaranja pupoljaka po godinama u testovima potomstva

Takođe, otvaranje pupoljaka je imalo i različitu dinamiku u pogledu funkcije kojom bi se mogle aproksimirati podaci dobijeni za određene datume osmatranja otvorenosti pupoljaka. Tako se podaci dobijeni za otvaranje pupoljaka tokom 2013, 2015. i 2016. godine mogu aproksimirati linearnom funkcijom sa greškom od $\pm 3,5$ dana (Hannerz, 1994). Takođe, broj podataka osmatranja je relativno mali, što utiče na manju preciznost funkcije, pogotovo u slučaju 2013. godine kada su izvršena samo tri osmatranja, tako da podaci dobijeni ovim osmatranjem trebaju biti provjereni kroz naredni niz godina.

Aproksimacijom podataka o otvaranju pupoljaka u odnosu na redni dan od početka godine dobijeni su podaci prikazani u tabeli 66. U 2013. godini, u testu potomstva u Driniću, najviše vremena da otvori pupoljke u prosjeku je trebalo sadnicama iz populacije Han Pijesak 2 – 122 dana, dok je najmanje trebalo sadnicama iz populacije Kneževo – 119 dana. Podatke dobijene za 2013. godinu ipak treba uzeti sa dozom opreza jer je u pitanju bila vrlo sušna godina, sa visokim prosječnim temperaturama, ukupno je sprovedeno svega tri osmatranja, pri čemu je između drugog i trećeg osmatranja napravljena nešto veća razlika u danima (8 dana).

Tokom 2015. godine, uočena je nešto veća razlika između populacija, pri čemu su sadnice iz populacije Han Pijesak 2 najkasnije otvarale pupoljke - zašto im je trebalo u prosjeku 131 dan, dok su sadnice iz populacije Kneževo najbrže otvarale pupoljke i u prosjeku im je za to trebalo 126 dana.

U 2016. godini, sadnice iz populacije Kneževo su, kao i ranijih godina, najranije otvarale pupoljke, u prosjeku 126. dana, dok su tri populacije: Han Pijesak 2, Foča i Potoci, najkasnije otvarale pupoljke, i zato im je u prosjeku bilo potrebno 130 dana (tabela 66).

Tabela 66. Otvaranje pupoljaka u testu potomstva Drinić – procjena početka otvaranja pupoljaka

Godina	Populacija	Funkcija	Koeficijent korelacije	Procijenjeni redni broj dana početka otvaranja pupoljaka
2013.	Han Pijesak 1	6,4358x - 772,26	R ² = 0,9952	120
	Han Pijesak 2	7,0353x - 857,59	R ² = 0,9439	122
	Foča	7,0112x - 851,82	R ² = 0,9931	121
	Potoci	6,7815x - 820,27	R ² = 0,9948	121
	Olovo	6,779x - 817,51	R ² = 0,9967	121
	Kneževo	6,2403x - 743,34	R ² = 0,9993	119
	2015.	Han Pijesak 1	5,5235x - 708,45	R ² = 0,9799
Han Pijesak 2		5,4762x - 711,77	R ² = 0,9603	131
Foča		5,906x - 760,44	R ² = 0,9829	129
Potoci		6,0208x - 778,08	R ² = 0,9668	129
Olovo		5,257x - 676,08	R ² = 0,9872	129
Kneževo		5,4071x - 681,61	R ² = 0,9764	126
2016.		Han Pijesak 1	4,8622x - 623,41	R ² = 0,9958
	Han Pijesak 2	4,921x - 637,7	R ² = 0,9778	130
	Foča	5,0814x - 661,47	R ² = 0,9732	130
	Potoci	5,149x - 669,03	R ² = 0,9716	130
	Olovo	4,4053x - 562,27	R ² = 0,9951	128
	Kneževo	4,7787x - 604,09	R ² = 0,9908	126

Populacija Han Pijesak 1 je po dinamici otvaranja pupoljaka slijedila populaciju Kneževo, dok su tri populacije: Foča, Potoci i Olovo uglavnom imale isti prosječni redni dan otvaranja pupoljaka (tabela 66).

Ukoliko uporedimo podatke dobijene u tabeli 14 sa kumulantama temperatura za test potomstva u Driniću, dobijamo temperaturne sume (kumulante) potrebne da bi se pupoljci otvorili. Prema Hannerz-u (1994) i Hannerz-u et al. (1999) podaci dobijeni za 2013. godinu su u rangu smrče sa skandinavskih prostora kojoj treba minimalna temperaturna suma od 96°C da bi otvorila pupoljke. Rezultate dobijene za 2013. godinu trebalo bi dodatno provjeriti jer je u pitanju godina u kojoj je suša došla do izražaja, a takođe i otvorenost pupoljaka je očitavana u ranoj fazi otvaranja istih (tabela 67).

Tabela 67. Otvaranje pupoljaka u testu potomstva u Drinići na osnovu kumulanti temperatura

Godina	Populacija	Procijenjeni redni broj dana početka otvaranja pupoljaka	Kumulanta temperatura na dan početka otvaranja pupoljaka [°C]
2013.	Han Pijesak 1	120	90,50
	Han Pijesak 2	122	118,50
	Foča	121	106,80
	Potoci	121	106,80
	Olovo	121	106,80
	Kneževo	119	82,10
2015.	Han Pijesak 1	128	218,03
	Han Pijesak 2	131	242,80
	Foča	129	227,53
	Potoci	129	227,53
	Olovo	129	227,53
	Kneževo	126	199,25
2016.	Han Pijesak 1	128	158,58
	Han Pijesak 2	130	171,18
	Foča	130	171,18
	Potoci	130	171,18
	Olovo	128	158,58
	Kneževo	126	149,05

Otvaranje pupoljaka na sadnicama tokom 2015. godine, najranije je počinjalo, prema procjeni, 126. dana u godini (6. maj) kod populacije Kneževo, pri temperaturnoj sumi od 199,25°C. Najkasnije otvaranje pupoljka je počinjalo kod populacije Han Pijesak 2, na 131. dan u godini, odnosno, 11. maj pri temperaturnoj sumi od 242,80°C. Temperaturne sume, za linije polusrodnika koje su najranije i najkasnije otvarale pupoljke su se kretale u intervalu od 90,5°C do 242,80°C. Hannerz (1994) navodi rezultate Prescher-a (1982) koji navodi temperaturne sume u intervalu 193-195°C potrebne za otvaranje pupoljaka u jugoslovenskim populacijama, dok veće sume, preko 200°C, nalazio kod klonova koji su poticali iz Čehoslovačke i Bjelorusije, a koji su bili u komercijalnoj upotrebi u Švedskoj.

Rezultati dobijeni za test potomstva u Driniću potvrđuju ranije navedene rezultate o redoslijedu populacija u dinamici otvaranja pupoljaka. Nažalost, rezultati nisu ukazali na približne temperaturne sume u toku svake od godina, tj. nije jasno definisana suma pri kojoj populacija počinje sa otvaranjem pupoljaka. U obzir bi trebalo uzeti još faktora kao što je

pojava toplih perioda tokom zimskog perioda kada su pupoljci u stanju dormantnosti (Hänninen, 1990; Hänninen i Tanino, 2011). Uzrok razlika u temperaturnim sumama može se tražiti u periodu pred otvaranje pupoljaka kada je dolazilo do pojave pada temperatura ispod 0°C tokom perioda oktobar prethodne – mart naredne godine za 2013. i 2016. godinu, dok krajem 2014. i početkom 2015. godine temperatura skoro da nije padala ispod 0°C, tj. nije se značajnije ispoljio „chilling” efekat, što je moglo usporiti otvaranje pupoljaka kod smrče u testu potomstva u Driniću (grafikon 53).

U testu potomstva u Srebrenici otvaranje pupoljaka na sadnicama kreće ranije nego što je to slučaj sa testom potomstva u Driniću.

U 2013. godini, u testu potomstva u Srebrenici, najkraće vrijeme potrebno za otvaranje pupoljaka na sadnicama bilo je potrebno kod populacija Han Pijesak 1 i Kneževo – 114 dana sa dok je najviše vremena za otvaranje bilo potrebno sadnicama iz populacije Han Pijesak 2 – 182 dana. Kao i u testu potomstva u Driniću, podaci ukazuju na brže ranije otvaranje pupoljaka na sadnicama tokom 2013. godine za razliku od narednih godina. Otvaranje pupoljaka u testu potomstva u Srebrenici počelo je ranije nego u testu potomstva u Driniću pri čemu je razlika u otvaranju pupoljaka između 2013. godine, sa jedne strane i 2015 i 2016. godine sa druge strane, iznosila sedam dana. Maksimalna razlika u otvaranju pupoljaka iznosila je 14 dana, koliko je iznosila razlika između populacija Han Pijesak 1 i Kneževo i Han Pijesak 2 (tabela 68).

U 2015. godini uočena je nešto manja razlika između populacija od svega pet dana u prosjeku, pri čemu su sadnice iz populacije Han Pijesak 2 najsporije otvarale pupoljke. Prosječan broj dana potrebnih za otvaranje pupoljaka kod populacije Han Pijesak iznosio je 128 dana. Kod populacija Foča i Kneževo, čije su sadnice najranije otvorile pupoljke, vrijeme potrebno za otvaranje pupoljaka u prosjeku je iznosilo 122 dana (tabela 68).

Tokom 2016. godine, sadnice iz populacije Kneževo su, kao i ranijih godina, najprije otvarale pupoljke, u prosjeku 126. dana, dok su tri populacije: Han Pijesak 2, Foča i Potoci, najkasnije otvarale pupoljke i zato im je u prosjeku bilo potrebno 130 dana (tabela 68).

Tokom posljednje godine osmatranja otvaranja pupoljaka, 2016. godine, sadnice iz populacije Kneževo su i dalje najbrže u prosjeku otvarale svoje pupoljke zašto je trebalo 120 dana, dok je populacija Foča najsporije otvorila pupoljke i to za period od 127 dana od početka godine (tabela 68).

Tabela 68. Otvaranje pupoljaka u testu potomstva Srebrenica – procjena početka otvaranja pupoljaka

Godina	Populacija	Funkcija	Koeficijent korelacije	Procijenjeni redni broj dana početka otvaranja pupoljaka
2013.	Han Pijesak 1	5,2847x - 596,72	R ² = 0,9967	114
	Han Pijesak 2	5,6289x - 718,83	R ² = 0,9334	128
	Foča	5,1203x - 587,28	R ² = 0,9836	115
	Potoci	6,0438x - 694,22	R ² = 0,9815	115
	Olovo	5,0456x - 640,59	R ² = 0,9331	127
	Kneževo	5,5851x - 638,71	R ² = 0,9987	114
2015.	Han Pijesak 1	4,998x - 633,54	R ² = 0,8918	127
	Han Pijesak 2	5,6289x - 718,83	R ² = 0,9334	128
	Foča	5,3597x - 682,64	R ² = 0,9512	122
	Potoci	5,1175x - 650,65	R ² = 0,9604	127
	Olovo	5,0456x - 640,59	R ² = 0,9331	127
	Kneževo	4,1695x - 509,12	R ² = 0,9515	122
2016.	Han Pijesak 1	4,3493x - 541,47	R ² = 0,9975	124
	Han Pijesak 2	4,4596x - 560,01	R ² = 0,9997	126
	Foča	4,4755x - 567,57	R ² = 0,9786	127
	Potoci	4,1927x - 521,06	R ² = 0,9985	124
	Olovo	4,1916x - 530,13	R ² = 0,9912	126
	Kneževo	3,5464x - 426,18	R ² = 0,9961	120

Podaci o temperaturama sumama upućuju na značajno veću varijabilnost temperatura nego što je to bio slučaj sa testom potomstva u Driniću. Različitost u mikrostanišnim uslovima mogla bi biti jedan od uzroka povećane varijabilnosti. Sume temperatura u prosjeku su i pojedinačno niže nego što je to bio slučaj sa testom potomstva u Driniću.

Od minimalne temperaturne sume od 27 °C, koliko je trebalo sadnicama iz populacija Kneževo i Han Pijesak 1 da otvore pupoljke tokom 2013. godine, do maksimalnih 175,80°C, koliko je trebalo sadnicama populacije Han Pijesak 2, uočava se veliki raspon temperaturnih suma, što ukazuje na veliku varijabilnost među populacijama po posmatranom obilježju (tabela 69).

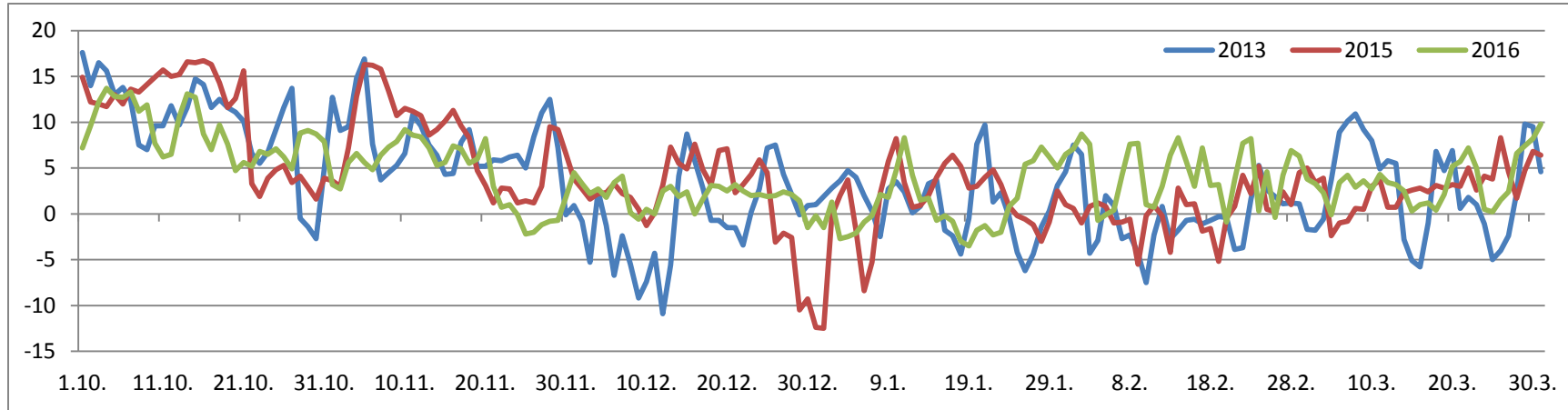
Treba imati u vidu da se otvorenost pupoljaka procjenjivala od momenta vidljivosti vršnog, odnosno terminalnog pupoljka, do momenta kada je procijenjeno da bi pupoljak mogao da strada od niskih temperatura, što je ipak nešto ranije od metodologije koju je definisao Krunzsch (1973), kao i da početak sezone rasta u Evropi počinje ranije nego što je to bilo ranijih decenija (Menzel i Fabian, 1999; Badeck et al., 2004).

Tabela 69. Otvaranje pupoljaka u testu potomstva Srebrenica na osnovu kumulanti temperatura

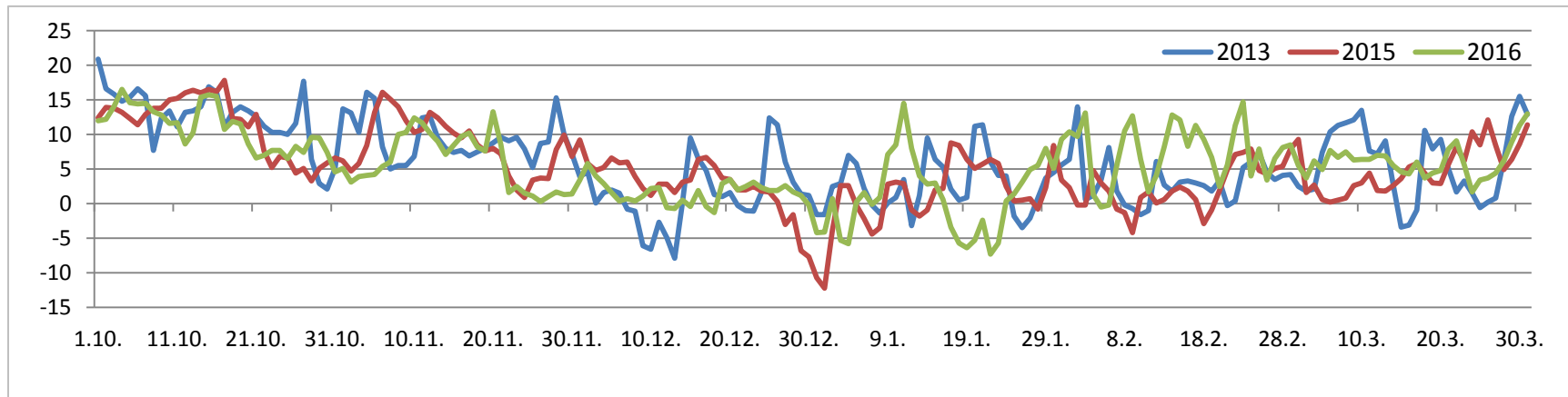
Godina	Populacija	Procijenjeni redni broj dana početka otvaranja pupoljaka	Kumulanta temperatura na dan početka otvaranja pupoljaka [°C]
2013.	Han Pijesak 1	114	27,00
	Han Pijesak 2	128	175,80
	Foča	115	36,7
	Potoci	115	36,7
	Olovo	127	170,0
	Kneževo	114	27,0
2015.	Han Pijesak 1	127	135,5
	Han Pijesak 2	128	141,6
	Foča	122	74,0
	Potoci	127	135,5
	Olovo	127	135,5
	Kneževo	122	74,0
2016.	Han Pijesak 1	124	77,5
	Han Pijesak 2	126	82,4
	Foča	127	88,0
	Potoci	124	77,5
	Olovo	126	82,4
	Kneževo	120	67,5

Stoga se i može pretpostaviti je da je zbog češćih temperatura ispod 0°C u testu potomstva u Srebrenici (grafikoni 49 i 50), došlo do jačeg “chilling” efekta, te da su sadnice ranije počele da otvaraju pupoljke u odnosu na test potomstva u Driniću (grafikon 49). Raspored populacija, odnosno reakciju sadnica iz testiranih populacija na kumulativne temperature i period mirovanja vegetacije, treba imati na umu pri transferu reproduktivnog materijala na nova staništa u cilju izbjegavanja neželjenih pojava odumiranja sadnica zbog pojave kasnog mraza.

Kada su u pitanju linije polusrodnika, treba imati u vidu nekoliko linija polusrodnika prvenstveno iz populacije Kneževo kao što su K2, K5 i K10, koje značajno smanjuju prosječan broj dana početka otvaranja pupoljaka po populaciji, te sa takvim linijama polusrodnika u budućnosti treba raditi sa oprezom, pogotovo kada se imaju na umu klimatske promjene i pojava kasnih prolječnih mrazeva. Zbog relativno malog broja osmatranja, a nije moguće jasno definisati raspon vremena početka otvaranja pupoljaka između linija polusrodnika. Primjenom različitih funkcija, a najčešće linearne i kvadratne, procijenjeno je da razlika između linija polusrodnika može da varira i do 29 dana. To je procijenjeni raspon varijacije za linije K2 i HP1/9 u 2015. godini. Ovi podaci se moraju uzeti sa rezervom i koristiti isključivo orijentaciono, te ih treba provjeravati kroz buduća istraživanja.



Grafikon 49. Temperature tokom zimskog perioda 2012-2013, 2014-2015. i 2015-2016. godine u vrijeme mirovanja sadnica u testu potomstva u Driniću (*x-osa: prosječne dnevne temperature, y-osa: mjerena temperatura na dati datum*)



Grafikon 50. Temperature tokom zimskog perioda 2012-2013, 2014-2015. i 2015-2016. godine u vrijeme mirovanja sadnica u testu potomstva u Srebrenici (*x-osa: prosječne dnevne temperature, y-osa: mjerena temperatura na dati datum*)

5.2.1.4. Analiza uticaja vremena otvaranja pupoljaka u testovima potomstva na preživljavanje i rast sadnica

Korelacija između preživljavanja sadnica i otvaranja pupoljaka urađena je u cilju odgovora na pitanje: Da li sadnice koje prije otvore svoje pupoljke imaju veći procenat odumrlih sadnica? Korelacija je sprovedena za dvije godine u kojima je praćeno otvaranje pupoljaka i preživljavanje i to u 2015. i 2016. godini, dok je 2013. godina izostavljena zbog efekta suše. Poređenje dva tipa podataka gdje je jedan jedinstven podatak - procenat preživjelih sadnica na kraju godine, a drugi promjenjiv podatak kroz četiri osmatranja, nije jednostavno. Poređenje je sprovedeno tako što je utvrđena srednja vrijednost procenata otvorenih pupoljaka u posmatranim danima – srednji broj otvorenih pupoljaka sadnica - koja je upoređena sa procentom preživjelih sadnica. Srednja vrijednost broja otvorenih pupoljaka izračunata je prema formuli:

$$BOP = \frac{n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2 + n_3 \cdot t_3 + n_4 \cdot t_4}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}$$

gdje je:

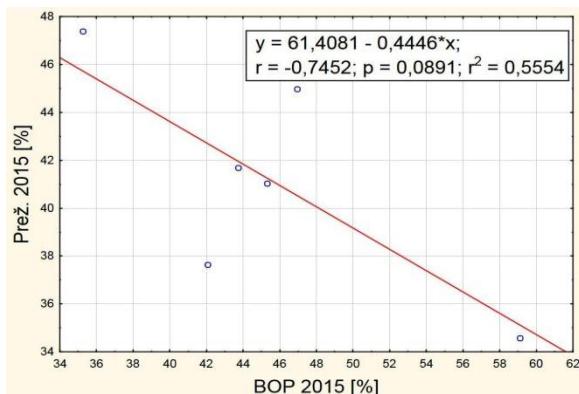
BOP – srednja otvorenost pupoljaka pri četiri osmatranja (**B**roj **O**tvorenih **P**upoljaka [%]),

n_i – broj otvorenih pupoljaka t -og dana,

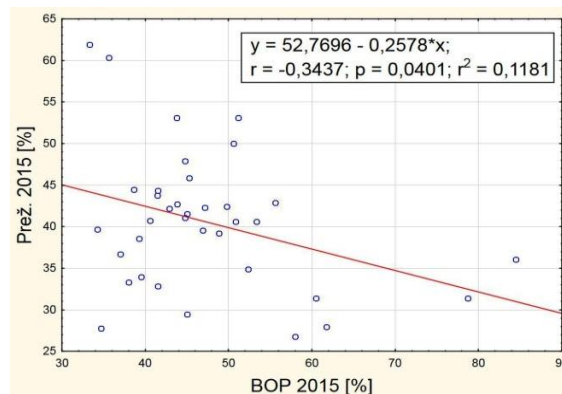
t_i – redni broj dana opažanja otvorenosti pupoljaka od početka godine.

Rezultati na nivou populacija u testu potomstva u Driniću, za 2015. godinu, ukazuju na postojanje linearne veze između preživljavanja i otvorenosti pupoljaka, pri čemu je $r = -0,75$ sa $p = 0,0891$, što ukazuje da ne postoji statistička značajnost posmatrane zavisnosti, dok je na nivou linija polusrodnika veza nešto statistički manje značajna i iznosi $r = 0,34$, sa značajnošću regresionog modela ($p = 0,0401$) (grafikon 51 i 52). U 2016. godini, koeficijent korelacije između preživljavanja sadnica i prosječne brzine otvaranja pupoljaka na nivou populacija iznosio je $r = 0,16$, ali nije bio statistički značajan ($p = 0,7168$), dok je na nivou linija polusrodnika koeficijent bio znatno manji i iznosio je $r = 0,18$, a utvrđena je statistička značajnost ($p = 0,5299$) (grafikon 53 i 54). Korelacije utvrđene u testu potomstva u Driniću za 2015. godinu ukazuju na činjenicu da su sadnice iz populacija i linija polusrodnika koje su brže otvarale pupoljke imale

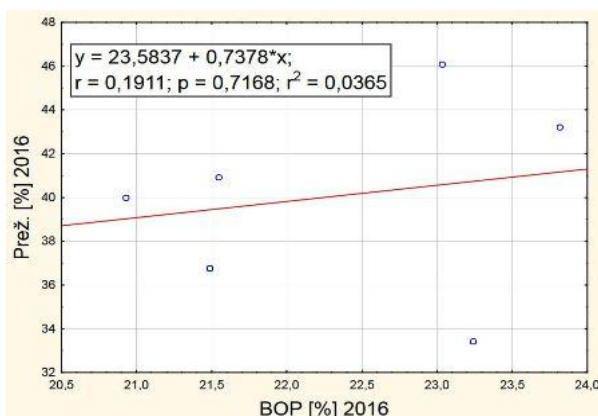
manji procenat preživjelih sadnica, odnosno dva posmatrana parametra su u obrnutoj korelaciji. U 2016. godini, situacija je obrnuta, ali koeficijenti korelacije imaju malu vrijednost i ne postoji značajnost modela.



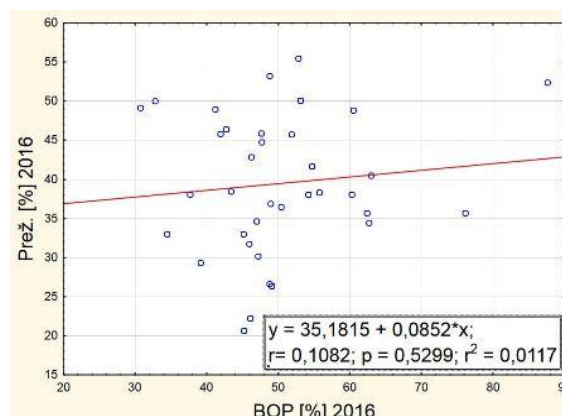
Grafikon 51. Odnos preživljavanja sadnica i otvorenosti pupoljaka na nivou populacija u testu potomstva u Driniću u 2015. god.



Grafikon 52. Odnos preživljavanja sadnica i otvorenosti pupoljaka na nivou linija polusr. u testu potomstva u Driniću u 2015. god.



Grafikon 53. Odnos preživljavanja sadnica i otvorenosti pupoljaka na nivou populacija u testu potomstva u Driniću u 2016. god.



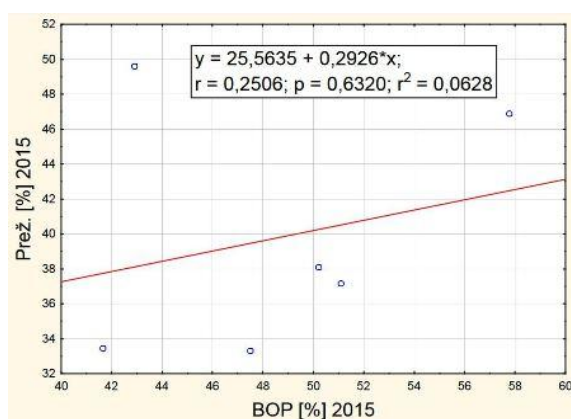
Grafikon 54. Odnos preživljavanja sadnica i otvorenosti pupoljaka na nivou linija polusr. u testu potomstva u Driniću u 2016. god.

U testu potomstva u Srebrenici rezultati se razlikuju od rezultata dobijenih za test potomstva u Driniću. Korelacija između preživljavanja sadnica i otvorenosti pupoljaka je vrlo slaba i iznosi $r=0,25$ za korelaciju na nivou populacija u 2015. godini, što je ujedno i maksimalna vrijednost koeficijenta, dok je najniža vrijednost koeficijenta zabilježena između linija polusrodnika tokom 2016. godine i iznosi $r=-0,0030$. Korelacije su date na grafikonima 55 do 58. Može se reći da u testu potomstva u

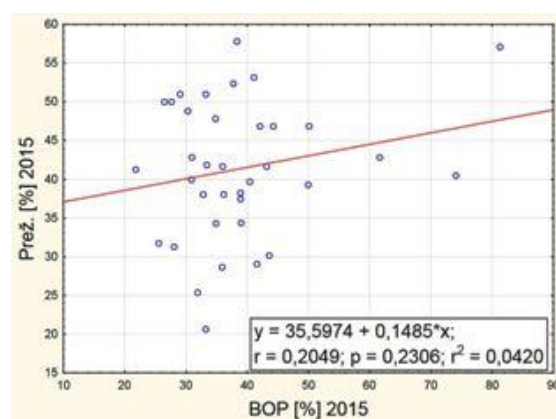
Srebrenici ne postoji veza između preživljavanja sadnica i brzine kojom sadnice otvaraju pupoljke.

Razlog jače statističke veze između preživljavanja sadnica i otvorenosti pupoljaka za test potomstva u Driniću tokom 2015. godine može se jedino tražiti u količini padavina koje su izmjerene u martu u testu potomstva, tj. mjesecu prije početaka fizioloških procesa u samim pupoljcima koji počinju davno prije vidljivih znakova otvaranja pupoljaka (Sutinen et al., 2009; 2012). Podatke treba uzeti sa oprezom, te je potrebno više godina pratiti reakciju sadnica na nedostatak vode i dinamiku otvaranja pupoljaka, ali se može postaviti polazna pretpostavka. Naime, padavine tokom februara 2015. godine bile su značajno manje nego što su bile naredne godine (grafikoni 59 i 60), te stoga je moguće da veći broj sadnica nije preživio usljed nedostatka vode, a dinamika otvaranja pupoljaka je ostala ista, konstantna.

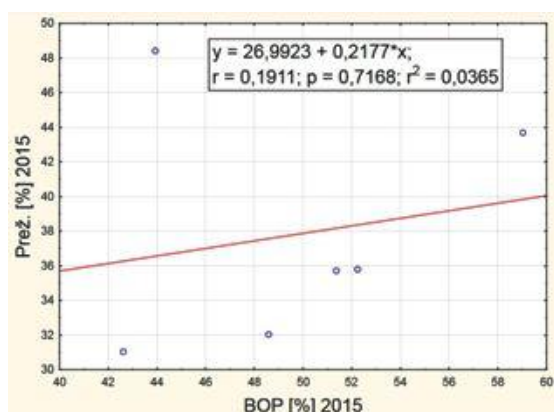
Naredne, 2016. godine, veći broj biljaka preživio je najvjerovatnije usljed veće količine dostupne vode, a dinamika je ostala ista, tako da je funkcija dobila „silaznu“ putanju. Takođe, ukoliko se obrati pažnja na koeficijente klime, posebno FAI indeks, utvrđeno je da je on značajno veći na području Drinića, gdje iznosi 5,0, nego na području Srebrenice, gdje je utvrđena vrijednost od 4,0. To ukazuje na veću aridnost na području Drinića, što takođe može imati implikacija na preživljavanje sadnica. Dokazano je da mortalitet sadnica smrče raste sa smanjenjem padavina (Klapšte et al., 2007).



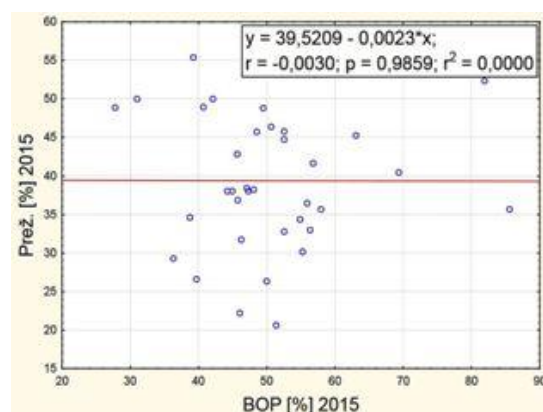
Grafikon 55. Odnos preživljavanja sadnica i otvorenosti pupoljaka na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici u 2015. god.



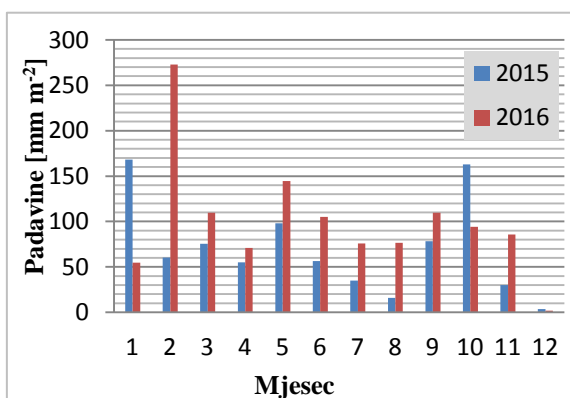
Grafikon 56. Odnos preživljavanja sadnica i otvorenosti pupoljaka na nivou linija polusr. u testu potomstva u Srebrenici u 2015. god.



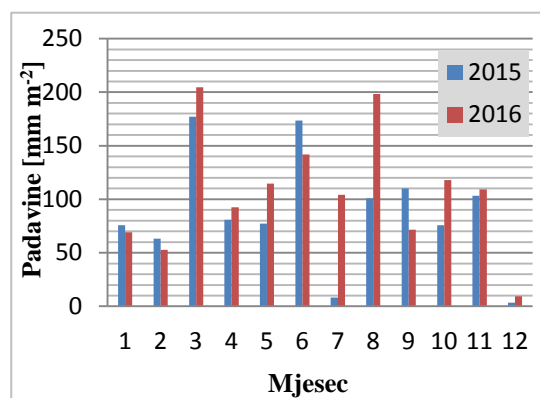
Grafikon 57. Odnos preživljavanja sadnica i otvorenosti pupoljaka na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici u 2016. god.



Grafikon 58. Odnos preživljavanja sadnica i otvorenosti pupoljaka na nivou linija polusur. u testu potomstva u Srebrenici u 2016. god.



Grafikon 59. Raspored padavina po mjesecima za Drinić u 2015. i 2016. godini



Grafikon 60. Raspored padavina po mjesecima za Srebrenicu u 2015. i 2016. god.

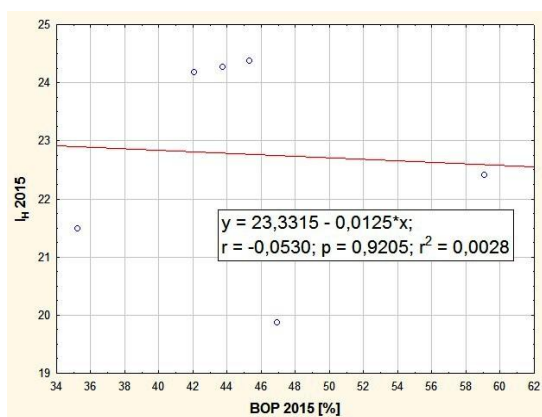
Pored pitanja odnosa preživljavanja i vremena početka otvaranja pupoljaka, postavlja se i pitanje: Da li sadnice koje brže otvaraju pupoljke imaju veći visinski prirast? Rezultati ukazuju na negativnu korelaciju između brzine otvaranja pupoljaka i prirasta. Tako u 2015. godini, u testu potomstva u Driniću, na nivou populacija, uočena je vrlo slaba negativna korelacija ($r=-0,05$) koja statistički nije značajna ($p=0,9205$) (grafikon 61). Na nivou linija polusrodnika situacija je drugačija. Jasno je ispoljena negativna korelacija, pri čemu je koeficijent korelacije $r= -0,46$, dok je vrijednost $p=0,0052$, odnosno statistički model pokazuje značajnost (grafikon 62).

I tokom 2016. godine tendencija ostaje ista, sa značajno većom vrijednošću $r=-0,75$, ali nije utvrđena statistički značajna korelacija ($p=0,0834$) (grafikon 63). Kod

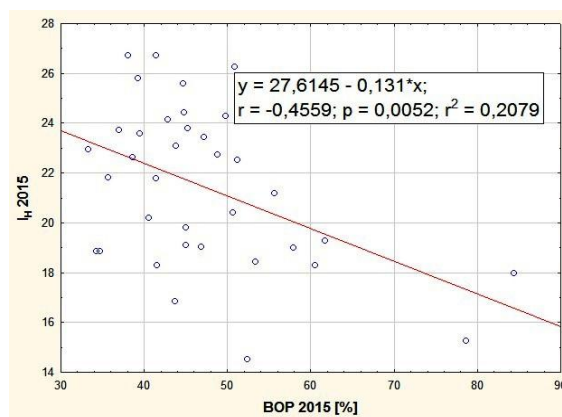
linija polusrodnika, rezultati su slični kao i 2015. godine: $r = -0,46$, dok je $p = 0,0050$ (grafikon 64).

Utvrđene korelacije u testu potomstva u Driniću ukazuju na činjenicu da sadnice iz populacija i linija polusrodnika koje ranije otvore pupoljke nisu ujedno i sadnice koje imaju najveće visinske priraste, nego obrnuto. Da bi se došlo do relevantnijih rezultata, neophodno bi bilo pratiti dužinu trajanja vegetacionog perioda za smrču koji iznosi oko 70 dana (Konôpka et al., 2014), tj. pratiti vrijeme zatvaranja pupoljaka.

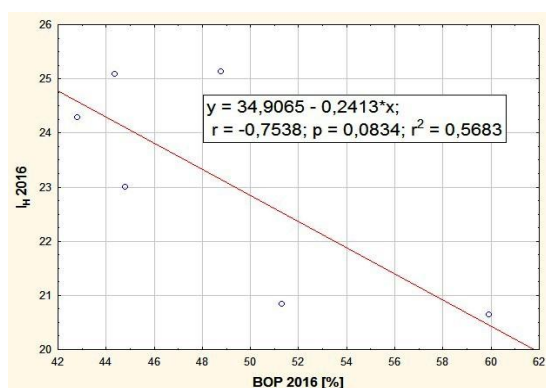
U testu potomstva u Srebrenici, situacija je obrnuta. Sadnice koje brže otvaraju pupoljke, imaju veći visinski prirast. Tako je u 2015. godini za populacije utvrđen koeficijent korelacije $r = 0,31$, sa vrijednošću $p = 0,5520$ (grafikon 65). Statistička značajnost je utvrđena kod linija polusrodnika ($p = 0,0275$) sa koeficijentom korelacije $r = 0,37$, što spada u slabu korelaciju (grafikon 66). U 2016, korelacija na nivou populacija iznosila je $r = 0,53$ (grafikon 67) i nije statistički značajna ($p = 0,2824$), dok je korelacija na nivou linija manja i iznosi $r = 0,30$, što se klasifikuje kao slaba korelacija, dok statistička značajnost nije utvrđena ($p = 0,0737$) (grafikon 68).



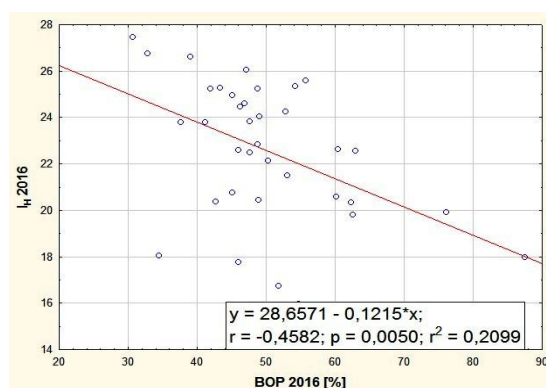
Grafikon 61. Odnos otvorenosti pupoljaka i prirasta na nivou populacija u testu potomstva u Driniću u 2015. god.



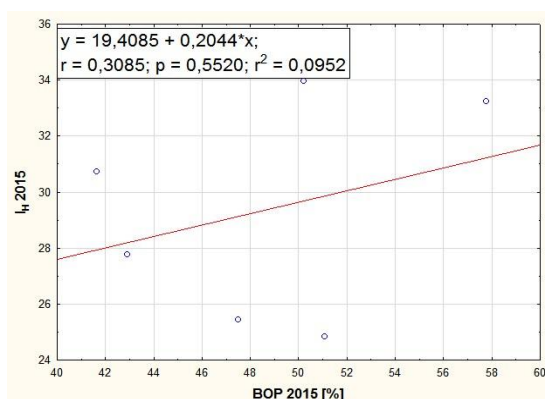
Grafikon 62. Odnos otvorenosti pupoljaka i prirasta na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću u 2015. god.



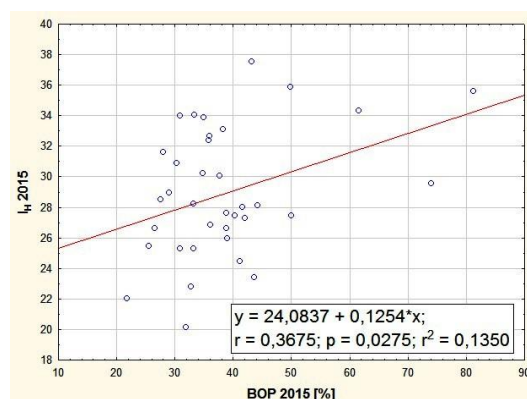
Grafikon 63. Odnos otvorenosti pupoljaka i prirasta na nivou populacija u testu potomstva u Driniću u 2016. god.



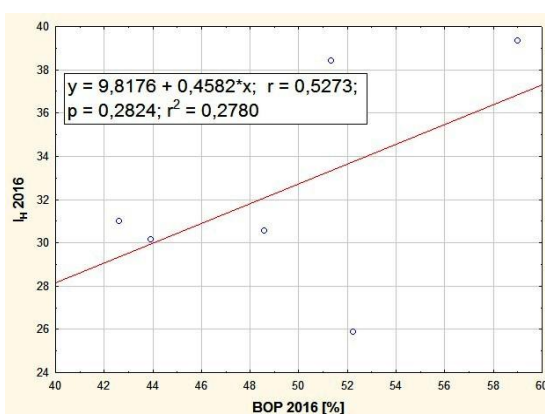
Grafikon 64. Odnos otvorenosti pupoljaka i prirasta na nivou linija polusr. u testu potomstva u Driniću u 2016. god.



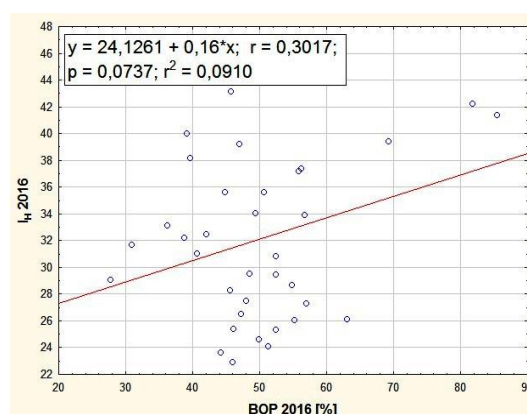
Grafikon 65. Odnos otvorenosti pupoljaka i prirasta na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici u 2015. god.



Grafikon 66. Odnos otvorenosti pupoljaka i prirasta na nivou linija polusr. u testu potomstva u Srebrenici u 2015. god.



Grafikon 67. Odnos otvorenosti pupoljaka i prirasta na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici u 2016. god.



Grafikon 68. Odnos otvorenosti pupoljaka i prirasta na nivou linija polusr. u testu potomstva u Srebrenici u 2015. god.

Dobijeni rezultati korelacija ukazuju na varijabilnost smrče, uslovljenu položajem testova potomstva. Iako većina korelacija nije statistički značajna, dobijene korelacije treba imati u vidu pri transferu reproduktivnog materijala smrče na nova staništa. Dobijene razlike u korelacijama između testova potomstva ukazuju i na neophodnost istraživanja uslova staništa na koje se smrča unosi radi adekvatnog izbora reproduktivnog materijala i projekcije očekivanja od novopodignutih kultura, pogotovo ako se ima u vidu da je vrsta, prema posljednjim istraživanjima, genetički specijalist (Frank et al., 2017).

Život pupoljka smrče se može podijeliti na pet faza koje traju kraće (par sedmica), ili duže (par mjeseci). Tih pet faza su: otvaranje pupoljaka (dormancy break), aktivni rast, indukcija dormantnosti, endodormancija i ekodormancija. Faza ekodormancije je faza koja prethodi pojavi otvaranja pupoljaka i u toj fazi pupoljak počinje značajno da reaguje na signale sredine u kojoj se nalazi, i u interakciji sa genotipom (Yakovlev et al., 2006; 2008; 2012; 2014; 2016), počinje razvoj pupoljaka (Shim et al., 2014). Praćenje varijabilnosti otvaranja pupoljaka bitno je jer se usljed pojave klimatskih promjena, gdje se pored pojave povećanja prosječne temperature, javlja i povećan rizik od kasnih prolječnih mrazeva Hänninen (2006). Stoga i jeste neophodno izučavati varijabilnost izvora reproduktivnog materijala da bi se mogao vršiti adekvatan, odnosno bezbjedan transfer šumskog reproduktivnog materijala smrče.

Beuker (1994), koji je u četiri testa na otvorenom u centralnom i južnom dijelu Finske istraživao otvaranje pupoljaka 24 provenijencije porijeklom iz Finske i Centralne Evrope tokom tri godine, utvrdio je da postoje značajne razlike na nivou testova zavisno od njihovog geografskog položaja, posmatranih godina i porijekla reproduktivnog materijala. Pri tome je autor klasirao pupoljak kao otvoren kada su sve četine bile vidljive. Prag računanja temperaturnih suma bio je $+5^{\circ}\text{C}$ (Hannerz, 1994; Hannerz et al, 1999), što je isti metod koji je primijenjen kod testova potomstva u Driniću i Srebrenici tokom ovog istraživanja.

Broj dana do početka otvaranja pupoljaka od početka godine varirao od 115, koliko je zabilježeno za provenijenciju finsku Kittlä u trećoj godini testiranja, do 268 dana, koliko je utvrđeno za rumunsku provenijenciju Vatra Dornei druge godine istraživanja (Beuker, 1994).

U testu potomstva u Driniću, broj dana potrebnih za otvaranje pupoljaka smrče iznosio je od 114, za populaciju Han Pijesak 1 u 2013. godini, do 128 dana, za populaciju Han Pijesak 2 u 2014. U testu potomstva u Srebrenici, najmanji prosječan broj dana potreban da se otvore pupoljci iznosio je 119, utvrđen kod populacije Kneževo u 2013. godini, dok je najveći prosječan broj dana za početak otvaranja pupoljaka iznosi 130 i utvrđen je za više populacija: Han Pijesak 2, Foča i Potoci u 2016. godini. Broj potrebnih dana za otvaranje pupoljaka približan je podacima za finske populacijame, nego južne, litvanske, njemačke, poljske i rumunske. Uzroke treba tražiti u niskim nadmorskim visinama na kojima je sakupljen polazni materijal za testiranje u Finskoj, a koje se kreću 100-350 m nadmorske visine. Sjeme za testove potomstva u BiH sakupljeno je sa nadmorskih visina uglavnom većih od 1000 m (Mataruga et al., 2010a), te je gradijent sjeverne geografske širine kompenzovan gradijentom nadmorske visine, što navodi i Beuker (1994) u diskusiji.

U cilju adekvatnog transfera reproduktivnog materijala, Rötzer i Chmielewski (2001) utvrđuju fenološku mapu Evrope koja je obuhvatala prosječne i ekstremne vrijednosti i trendove u periodu 1961-1998. godina. Autori navode da je za smrču u Evropi potrebno u prosjeku 133 dana od početka godine (13. maj) da bi ona počela da otvara pupoljke. Data je formula za proračunavanje početka otvaranja pupoljaka, gdje su varijable geografska širina i dužina i nadmorska visina. Pored varijabli, dati su korekcionni faktori koji povećavaju ili smanjuju broj dana potrebnih za rast smrče zavisno od nadmorske visine, geografske širine i dužine. To je već jedan od preduslova koji ukazuje na moguću varijabilnost smrče upotrijebljene za testiranje u testovima potomstva u BiH. Autori navode da je na lokalitetima sa kojih je sakupljen polazni materijal, kao i na lokalitetima gdje su osnovani testovi potomstva, prosječno vrijeme početka otvaranja pupoljaka u intervalu od 20. aprila do 01. maja, pri čemu su uzete u obzir sve vrste i što je u saglasnosti sa istraživanjima varijabilnosti otvaranja pupoljaka nekih drugih vrsta kao što je bukva (Ballian et al., 2015). Treba imati na umu rezultate Schim-a et al. (2014), koji navode da se fiziološke aktivnosti počinju odvijati u pupoljcima mnogo prije samog vizuelnog opažanja njegove otvorenosti.

Kasnijim istraživanjima, Rötzer et al. (2004), za uslove jugoistočne Njemačke (Bavarske), utvrdili su da je prosječno vrijeme otvaranja pupoljaka 12. maj, odnosno

122±7,8 dana, što je približno podacima dobijenim za smrču u testovima potomstva u Driniću i Srebrenici.

Basler (2016) koji je istraživao fenologiju smrče u Njemačkoj, Sloveniji i Hrvatskoj na ukupno 154 lokacije, navodi 128±6,7 dana potrebnih za „needle elongation”, odnosno za pojavu izduživanja iglica, što je u saglasnosti sa rezultatima dobijenim za otvaranje pupoljaka u testovima potomstva u BiH. Manji izuzetak od navedenih rezultata je zabilježen u testu potomstva u Srebrenici 2013. godine, u kojoj su zabilježene ekstremno visoke temperature na Balkanskom poluostrvu (NOAA, 2016).

Primjećuje se sličnost podataka dobijenih za smrču u testovima potomstva u BiH i dijelovima koji pripadaju Dinarskim Alpima i Alpima. Uzrok sličnostima se može tražiti u rezultatima koje navodi Konnert et al. (2015), a to je da je otvaranje pupoljaka genetički kontrolisano, pri čemu smrča na području Zapadnog Balkana, ili preciznije – iz BiH, pripada alpskom domenu. Takođe, razlike koje postoje između genetičke konstitucije u Evropi navode Lockwood et al. (2013), pri čemu su razlike baltičo-nordijskog domena mnogo manje nego razlike u alpskom domenu između srpskih, njemačkih i austrijskih provenijencija. Sve navedene činjenice mogu ići u prilog raznolikosti u dinamici, odnosno početku otvaranja pupoljaka smrče u testovima potomstva u BiH imajući u vidu varijabilitet polaznih populacija.

Leinonen i Hänninen (2002), koji su izučavali rizik od oštećenja pupoljaka kasnim mrazovima, navode da se smrča dijeli na dvije grupe: sa ranim otvaranjem pupoljaka, pri čemu je broj dana potreban za otvaranje pupoljaka 100-150, i kasnim, sa oko 200 dana potrebnim za otvaranjem pupoljaka. Prva grupa je izloženija uticaju kasnih mrazova i predstavlja rizik za sadnju u sjevernom dijelu Evrope. Smrča testirana u testovima potomstva u Driniću i Srebrenici može se svrstati u grupu koja rano otvara svoje pupoljke.

Hannerz (1994) i Hennertz et al. (1999) navode da se na osnovu temperaturnih suma i podataka o pojavi mraza, može definisati rizik od šteta na sadnicama različitih populacija. Što se sadnice otvaraju ranije, rizik je veći, i obratno. Tako se može pretpostaviti da je populacija Kneževo više izložena riziku od mraza, pogotovo linije polusrodnika K2 i K10, mada nije dokazana direktna zavisnost, jer preživljavanje u

korelaciji sa otvaranjem pupoljaka nije pokazao značajnost modela, što ne znači da u budućnosti neće biti značajna ukoliko se češće budu javljali kasni prolječni mrazevi.

Beuker (1994) konstatuje da otvaranje pupoljaka kreće ranije kod sjevernih provenijencija, a idući na jug, vrijeme potrebno za otvaranje pupoljaka raste, što je u saglasnosti sa drugim istraživanjima (Domerling, 1982; Skrøppa et al., 2007; 2010; Sogaard et al., 2008; Rosi i Bousquet, 2014; Skrøppa i Steffenrem, 2015). Povećana temperatura ubrzava otvaranje pupoljaka (Hänninen et al., 2007). Takođe, autori navode da nije bilo povezanosti temperaturne sume i vremena potrebnog za otvaranje pupoljaka, te da same temperaturne sume, kao jedini faktor za predikciju otvaranja pupoljaka nije dovoljan, tj. da i drugi faktori utiču na dinamiku otvaranja pupoljaka, što je u korelaciji sa dobijenim rezultatima u testovima potomstva u Driniću i Srebrenici, gdje postoji veliko variranje temperaturnih suma u momentu otvaranja pupoljaka testiranih populacija.

Kumulante temperatura u testu potomstva Drinić kretale su se od 82,10°C, za populaciju Kneževo u 2013. godini, do 242,80 °C, za populaciju Han Pijesak 2 u 2014. godini. U testu potomstva u Srebrenici, kumulanta temperatura potrebna da bi se otvorili pupoljci kod populacije Han Pijesak 1 i Kneževo u 2013. godini iznosila je svega od 27,0 °C do 175,80 °C iste godine.

Prescher (1982) navodi period 193-196°C potrebnih za otvaranja pupoljaka jugoslovenskih provenijencija sadnica starosti četiri i pet godina, ali bez podataka o porijeklu polaznog materijala. Langvall (2011) je takođe utvrdio među provenijencijsku razliku u otvaranju pupoljaka u testovima u Švedskoj. Varijabilnost na nivou populacija i linija polusrodnika je utvrđena i u testovima potomstva u BiH, ali sa različitim temperaturnim sumama u odnosu na one koje navodi Prescher (1982).

Kumulante temperatura pri kojima je došlo do otvaranja pupoljaka u Srebrenici su bile značajno manje od kumulanti temperatura u testu potomstva u Srebrenici. Tome idu u prilog rezultati do kojih je došao Beuker (1994), koji tvrdi da suma temperatura nije jedini faktor koji utiče na dinamiku otvaranja pupoljaka, tj. na varijabilnost provenijencija, populacija i individua. Uticaj epigenetičke memorije smrče (Johnsen et al, 2005;Yakovlev et al., 2006; Kvaalen i Johnsen, 2008; Yakovlev et al., 2014), kao i uticaj mikro RNK (Yakovlev et al., 2017), mogu da ubrzaju ili uspore otvaranje

pupoljaka smrče različitog porijekla. Dužina fotoperioda može takođe da utiče na otvaranje pupoljaka, i može biti u pozitivnoj (Heide, 1993; Körner i Basler, 2010; Basler i Körner, 2012; Lee et al., 2014) ili negativnoj korelaciji sa dinamikom otvaranja pupoljaka (Höyhty i Hänninen, 1991; Partanen et al., 1998; Partanen et al., 2001; Partanen et al., 2005).

Partanen et al. (1998) istraživali su otvaranje pupoljaka smrče u kontrolisanim uslovima, te utvrdili da je dinamika otvaranja pupoljaka u pozitivnoj korelaciji sa fotoperiodom. Smanjenje fotoperioda odlaže otvaranje pupoljaka. Isti autori (Partanen et al., 2005) su došli do zaključka da smrča u ranijoj dobi (starost od 15 godina) ima period mirovanja pupoljka i to u vrijeme oko prolječne ravnodnevnice i u periodu kasne jeseni, dok odrasla stabla imaju period mirovanja pupoljaka u kasnu zimu bez obzira na uslove spoljašnje sredine – faktora koji dovode do otvaranja pupoljaka.

Za smrču (Hänninen i Pelkonen, 1989), kao i za neke druge, ekonomski bitne vrste, kao što je bukva, nema konsenzusa da li fotoperiod i vrijeme hlađenja (“chilling period”) utiču na početak i dinamiku otvaranja pupoljaka (Vitasse i Basler, 2012). U istraživanjima se napominje da, ukoliko zimi izostane dugi hladni periodi, neophodni za brže otvaranje pupoljaka, potrebno je više dana za otvaranje pupoljaka, tj. potreban je duži fotoperiod (Menzel, 1997; Sogaard et al., 2008).

Otvorenost pupoljaka zavisi i od hladnog zimskog perioda, tj. njegove dužine i pojave prekida. Granhus et al. (2009) naveli su da pojava toplih vremenskih intervala („mild spells“) tokom dormancije pupoljaka, može da ubrza početak otvaranje pupoljaka. Promjene temperatura tokom faze dormantnosti, dovode do pojave razlika u vremenu otvaranja pupoljaka, koja se reflektuje kroz dormantni period u kojem se javljaju povišena temperatura („mild spells“) i kroz varijabilnost uslovljenu porijeklom reproduktivnog materijala (Hänninen et al., 1994; Olsen et al., 2014). Na grafikonima 16 i 17 prikazane su temperature van vegetacionog perioda toplih intervala, posebno tokom 2013. i 2016. godine, koji su mogli da utiču na dinamiku otvaranja pupoljaka i ubrzaju otvaranje pupoljaka.

Hannerz (1994; 1998) bazira svoje modele na činjenici da tokom zime nije bilo većih temperaturnih oscilacija, tj. da je smrča tokom zime bila podvrgnuta dovoljno hladnoći, bez dužih toplotnih intervala. Testirajući klonove smrče na dva lokaliteta,

utvrdio je da se otvaranje pupoljaka najranije dešavalo 29. aprila, pri temperaturnoj sumi od 90°C, a najkasnije 28. juna, pri temperaturnoj sumi od 334°C. Ukoliko uporedimo podatke koji su dobijeni u testu potomstva u Driniću, sume (kumulante) temperatura tokom 2013. godine su u opsegu koje Hannerz (1998) navodi za rane klonove. Slična situacija je i tokom 2015. godine, dok u 2016. godini, temperaturna suma za testirane populacije je u rangu temperaturnih suma kasnih klonova. Izražena je varijabilnost populacija u pogledu temperaturnih suma.

U testu potomstva u Srebrenici, situacija je dosta nejasna tokom 2013. godine, jer su temperaturne sume daleko ispod onih koje navodi Hannerz et al. (1999), sa vrlo izraženom varijabilnošću (populacije Han Pijesak 1 i Kneževo imaju temperaturne sume od 27°C, a populacija Han Pijesak 2 se odlikuje temperaturnom sumom od 175,8°C), dok su u dvije naredne godine istraživanja, u 2015. i 2016. godini, temperaturne sume nešto manje od onih koje se navode za rane klonove. Vrijeme potrebno za otvaranje pupoljaka varira na nivou populacija i testova potomstva i kreće se od 114 dana, kod populacija Han Pijesak 1 i Kneževo u 2013. godini u testu potomstva u Driniću, do 130 dana, koliko je bilo potrebno pupoljcima iz tri populacije: Han Pijesak 2, Foča i Potoci da počnu sa otvaranjem. Posmatrano na nivou jedne godine, vremenski intervali potrebni za otvaranje pupoljaka su se razlikovali i iznosili od tri dana, koliko iznosi razlika između populacija Han Pijesak 2 i Kneževo u testu potomstva u Srebrenici 2013. godine, do 14 dana, koliko iznosi razlika između populacija Han Pijesak 1 i Han Pijesak 2 u 2013. godini. Prosječno posmatrano za sve tri godine (2013, 2015. i 2016. godinu) u testu potomstva u Driniću razlika je iznosila devet dana, a u testu potomstva u Srebrenici četiri dana.

Na nivou linija polusrodnika, raznolikost vremena početka otvaranja pupoljaka je još drastičnije izražena i kreće se od 114 dana, u testu potomstva u Driniću za 2013. i 2015. godinu, do 130 dana, koliko je potrebno liniji polusrodnika O2 da počne sa otvaranjem pupoljaka. Stoga se može reći da vremenski okvir otvaranja pupoljaka u testu potomstva u Driniću iznosi 16 dana. U testu potomstva u Srebrenici, linija polusrodnika K2 koja najprije otvara pupoljke, počinjala je, prema proračunima za 2016. godinu, sa otvaranjem pupoljaka već 100. dan od početka godine, tj. oko 10. aprila, dok je liniji polusrodnika HP1/9 trebalo 131 dan (11.05.) da počne sa otvaranjem pupoljaka. U ovom slučaju se može govoriti o varijabilnosti linija polusrodnika u

odnosu na početak otvaranja pupoljaka sa vremenskim intervalom od 31 dan. Ovaj podatak ipak treba uzeti sa rezervom, jer se usljed četiri osmatranja ne može definirano definisati funkcija koja bi pri izjednačenju vrijednosti sa nulom dala tačne podatke za vrijednost na osi x koja predstavlja vremensku osu, predstavljenu brojem rednih dana u godini: od 1 do 365.

Takođe, smatra se da još nekoliko parametara može da ubrza ili uspori otvaranje pupoljaka za par dana: tip sadnog materijala može da utiče na vrijeme otvaranja pupoljaka (Langvall, 2011; Johansson et al., 2012). Količina hranljivih materija takođe može da utiče na otvaranje pupoljaka (Pümpel et al. 1975; Fløistad i Kohmann, 2004; Luoranen i Rikkala, 2011), mada su istraživači došli i do drugačijih rezultata (Fløistad, 2002). Klimatske promjene uslovljavaju promjene u metaboličkim procesima (Riikonen, 2012), što dovodi do ranijih pojava fizioloških procesa, kao što je otvaranje pupoljaka (Dhuli et al., 2014).

Otvaranje pupoljaka pokazalo se vrlo varijabilnom osobinom, pogotovo na nivou linija polusrodnika. O varijabilnosti u početku listanja pišu Andrić et al. (2015), koji navode da razlike u početku listanja poljskog jasena u Posavini, među odabranim klonovima, iznose 12-13 dana.

Ballian et al. (2015) navode da je u testu 22 provenijencije bukve iz Srbije, BiH, Njemačke, Hrvatske, Rumunije i Švajcarske, razlika u otvaranju pupoljaka iznosila 12 dana (17. april–29. april), a prosječna dužina perioda otvaranja pupoljaka iznosi 15 dana. Otvaranje pupoljaka je počinjalo nešto ranije u odnosu na smrću u testovima potomstva u Driniću i Srebrenici što se može pripisati položaju provenijeničnog testa, kao i položaja i genetičkih karakteristika polaznih populacija bukve, a u skladu sa fenološkom mapom Evrope (Rötzer i Chmielewski, 2001).

5.2.2. Varijabilnost vrijednosti fotosinteze, transpiracije i stomatalne provodljivosti

Neto fotosinteza, transpiracija i stomatalna provodljivost predstavljaju bitne parametre koje je potrebno izučavati u cilju adekvatnog odabira otpornih genotipova na izazove sa kojima se susreću individue i populacije, pogotovo u svjetlu klimatskih promjena koje se očekuju. Neto fotosinteza istražena je za različite vrste, gdje se utvrđivalo koliko je biljka otporna na stres koji se manifestuje kroz različite oblike na intenzitet neto fotosinteze (Aranda et al., 1996; Uddling i Wallin, 2012) u kombinaciji sa drugim parametrima, kao što su transpiracija i stomatalna provodljivost (Kundu i Tigersted, 1998; Stojnić et al., 2010; Stojinić et al, 2012). Smrča je vrsta vrlo osjetljiva na sušu (Van der Maaten-Theunissen et al. 2013; Kirschbaum, 2004), koja može da utiče na sve fiziološke procese koji se dešavaju u biljkama. Stomatalna provodljivost i transpiracija je u direktnoj vezi sa količinom dostupne vode u zemljištu (Cienciala et al., 1994; Lahti et al. 2002).

Neto fotosinteza (A), evaporacija (E) i stomatalna provodljivost (gs) istražene su na nivou populacija i linija polusrodnika, pri čemu su mjerenja izvršena na po četiri linije polusrodnika u testu potomstva u Driniću, i na po šest sadnica iz svake od populacija u testu potomstva u Srebrenici.

5.2.2.1. Varijabilnost vrijednosti fotosinteze, transpiracije i stomatalne provodljivosti u testu potomstva u Driniću

U testu potomstva u Driniću, snimanje fizioloških parametara smrče izvršeno je sredinom avgusta, dok su mjerenja u testu potomstva u Srebrenici vršena ranije, početkom jula. Imajući u vidu dinamične promjene fizioloških parametara tokom sezone, te različitost uslova u dva testa potomstva, mjereni parametri neće biti poređeni na nivou testova potomstva.

U testu potomstva u Driniću, najveća vrijednost neto fotosinteze zabilježena je kod populacije Olovo i iznosila je $36,69 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, dok je najmanja zabilježena kod populacije Han Pijesak 1 – $28,69\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Kod evapotranspiracije najveća vrijednost je utvrđena za populaciju Foča u iznosu od $3,55\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, dok je najmanja vrijednost utvrđena kod populacije Han Pijesak 2, gdje iznosi $2,13\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Stomatalna provodljivost najveće vrijednosti je dostizala kod populacije Potoci,

($g_s=0,46 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), dok je najmanja vrijednost utvrđena kod populacije Han Pijesak 2, ($g_s=0,19 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) (tabela 70).

Variranje neto fotosinteze, izraženo koeficijentom varijacije, iznosi prosječno 17,88%, dok je najveću vrijednost dostizala populacija Han Pijesak 2 od 20,45%, a najmanju populacija Kneževo od 11,05%. Variranje evapotranspiracije je veće od variranja netofotosinteze i iznosi u prosjeku 32,99%. Najveća vrijednost koeficijenta varijacije utvrđena je za populaciju Han Pijesak 1 u iznosu od 47,59%, dok je najmanja vrijednost utvrđena za populaciju Potoci - 18,79%. Stomatalna provodljivost bila je najvarijabilnija osobina sa prosječnom vrijednošću koeficijenta varijacije od 58,79%, pri čemu je maksimalnu vrijednost koeficijenta dostigla populacija Olovo od 70,30%, a najmanju populacija Kneževo od 26,73% (tabela 70).

Analiza varijanse pokazala je da postoje statistički značajne razlike među populacijama za obilježja “neto fotosinteza” i “evapotranspiracija”, dok za obilježje “stomatalna provodljivost” nije utvrđena statistički značajna razlika među populacijama.

Rezultati Dankan testa ukazuju na postojanje dvije homogene grupe za obilježje “neto fotosinteza (A)”, pri čemu se jedino populacija Olovo izdvaja u posebnu homogenu grupu. Za obilježje “evapotranspiracija”, heterogenost je nešto veća, te je utvrđeno postojanje tri homogene grupe (tabela 70).

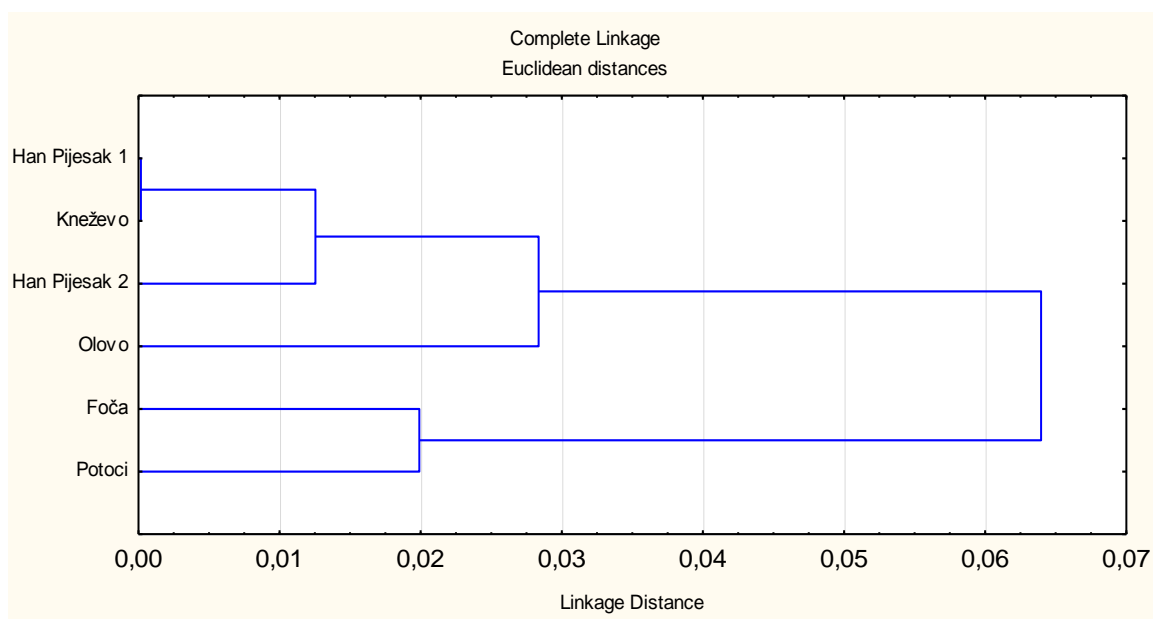
Kada su u pitanju odabrane linije polusrodnika, neto fotositeza je dostizala najveće vrijednosti za linije polusrodnika iz populacije Olovo – O3 i O10 sa iznosima od $37,52 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ i $36,26 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, dok je najmanja vrijednost izmjerena kod linije polusrodnika HP2/8 sa vrijednošću od $24,75 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, a daleko ispod prosječne rezultate postizala je i linija polusrodnika HP1/4 sa iznosom od $26,64 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (tabela 71).

Transpiracija na nivou linija polusrodnika se kretalo u rasponu od $2,03 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, kod linije polusrodnika HP2/1, do $3,56 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, koliko je utvrđeno za liniju polusrodnika F6. Najmanja stomatalna provodljivost utvrđena je kod linije polusrodnika HP2/8 u iznosu od $0,17 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ dok je najveća utvrđena kod linije polusrodnika P8 i iznosi $0,50 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Koeficijenti varijacije na nivou linija polusrodnika kretali su se

od od 7,92%, koliko je utvrđeno za liniju polusrodnika O10, do 26,86%, koliko je zabilježeno kod linije polusrodnika F10.

Veće vrijednosti koeficijenta varijacije utvrđene su za obilježje “evapotranspiracija” sa iznosima od 12,64%, kod linije polusrodnika F6, do 52,45%, kod linije HP1/4. Najveće vrijednosti koeficijenta varijacije, kao što je slučaj i sa rezultatima na nivou populacija utvrđene su za obilježje “stomatalna provodljivost”. Vrijednosti su se kretale od 12,70%, kod linije polusrodnika K11, do čak 89,41%, kod linije polusrodnika O10. Rezultati analize varijanse ukazali su na nepostojanje statistički značajnih razlika između odabranih linija polusrodnika (tabela 71).

Klaster analiza (grafikon 69) ukazuje na postojanje bliskosti između populacija Han Pijesak 1 i Kneževo koje čine klaster zajedno sa populacijama Han Pijesak 2 i Olovo. U poseban klaster svrstane su dvije preostale populacije – Foča i Potoci.



Grafikon 69. Klaster analiza za fiziološke parametre (A, E i gs) sadnica na nivou populacija u testu potomstva u testu potomstva u Driniću

Tabela 70. Deskriptivna statistika na nivou populacija u testu potomstva u Driniću za obilježja „neto fotosinteza, transpiracija i stomatalna provodljivost

Populacija	A [$\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$]	Min	Maks.	Cv [%]	E [$\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$]	Min.	Maks.	Cv [%]	gs [$\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$]	Min.	Maks.	Cv [%]
H. Pijes. 1	28,82 ^a	17,57	33,23	18,56	2,51 ^{ab}	0,94	3,75	47,59	0,30	0,07	0,58	56,92
H. Pijes. 2	28,69^a	21,42	39,27	20,45	2,13^a	1,17	3,79	42,71	0,19	0,09	0,35	46,49
Foča	30,26 ^a	21,43	39,72	21,53	3,55^c	2,61	4,92	20,21	0,44	0,17	0,73	50,33
Potoci	30,64 ^a	24,73	37,15	13,62	3,16 ^{bc}	2,36	4,04	18,79	0,46	0,22	0,75	48,86
Olovo	36,89^b	28,72	43,55	12,36	2,44 ^{ab}	1,28	3,52	31,68	0,40	0,12	1,01	70,30
Kneževo	32,25 ^{ab}	25,87	38,12	11,05	2,78 ^{abc}	1,97	3,59	20,58	0,30	0,21	0,44	26,73
Prosječno	31,26	17,57	43,55	17,88	2,76	0,94	4,92	32,99	0,35	0,07	1,01	58,79
ANOVA	F=2,8582 ^{***} , p= 0,02612				F=3,1716 ^{***} , p= 0,01616				F=2,3114 ^{ns} , p= 0,0608			

Tabela 71. Deskriptivna statistika na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću za obilježja „neto fotosinteza, transpiracija i stomatalna provodljivost

Linija polusrodnika	A [$\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$]	Min	Maks.	Cv [%]	E [$\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$]	Min.	Maks.	Cv [%]	gs [$\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$]	Min.	Maks.	Cv [%]
HP1/4	26,64	17,57	32,81	24,28	2,27	0,96	3,71	52,45	0,26	0,07	0,43	58,69
HP1/7	30,99	25,78	33,23	11,30	2,74	0,94	3,75	48,24	0,33	0,10	0,58	60,66
HP2/1	32,63	27,73	39,27	15,77	2,03	1,17	3,02	44,13	0,22	0,13	0,35	45,31
HP2/8	24,75	21,42	27,94	14,24	2,24	1,52	3,79	47,02	0,17	0,09	0,29	50,71
F6	30,81	25,70	38,48	19,09	3,56	3,07	3,97	12,64	0,45	0,17	0,73	65,93
F10	29,72	21,43	39,72	26,86	3,53	2,61	4,92	28,23	0,44	0,28	0,68	38,82
P8	31,12	28,08	35,52	11,51	3,14	2,55	3,84	17,06	0,50	0,24	0,75	48,80
P9	30,17	24,73	37,15	17,29	3,17	2,36	4,04	23,01	0,43	0,22	0,71	55,54
O3	37,52	28,72	43,55	16,69	2,53	1,61	3,26	28,29	0,35	0,17	0,47	38,33
O10	36,26	32,53	38,64	7,92	2,35	1,28	3,52	39,46	0,45	0,12	1,01	89,41
K2	31,36	25,87	34,81	12,36	2,77	1,97	3,59	24,01	0,34	0,21	0,44	30,26
K11	33,13	30,52	38,12	10,68	2,79	2,05	3,43	20,31	0,27	0,23	0,30	12,70
Prosječno	31,26	17,57	43,55	17,88	2,76	0,94	4,92	32,99	0,35	0,07	1,01	58,79
ANOVA	F=1,952 ^{ns} , p=0,0647				F=1,3355 ^{ns} , p=0,2457				F=1,0510 ^{ns} , p=0,4253			

5.2.2.2. Varijabilnost vrijednosti fotosinteze, transpiracije i stomatalne provodljivosti u testu potomstva u Srebrenici

U testu potomstva u Srebrenici, gdje je snimanje fizioloških parametara obavljeno tokom jula 2015. godine, utvrđeno je da je vrijednost prosječne neto fotosinteze $22,53 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Najveća utvrđena vrijednost fotosinteze je kod populacije Foča - $23,95 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, dok je najmanja utvrđena za populaciju Kneževo i iznosi $21,86 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

Transpiracija se kretala u intervalu od $4,97 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, koliko je zabilježeno kod populacije Han Pijesak 2, do $6,03 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, koliko je utvrđeno kod populacije Foča. Prosječana vrijednost transpiracije smrče u testu potomstva u Srebrenici iznosila je $5,44 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

Najmanja stomatalna provodljivost utvrđena je za populaciju Potoci u iznosu od $0,72 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, dok je najveća vrijednost zabilježena kod populacije Foča u iznosu od $1,25 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Prosječna vrijednost stomatalne provodljivosti u testu potomstva u Srebrenici iznosila je $0,91 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (tabela 72).

Populacija Foča pokazala je najveće vrijednosti za sve posmatrane parametre u testu potomstva u Srebrenici. Takođe, populacija Foča pokazala visok procenat preživljavanja sadnica, a ujedno je bila populacija sa najvećim prosječnim brojem grana.

Analiza varijanse ukazuje da ne postoje statistički značajne razlike za posmatrana obilježja (tabela 72).

Koeficijent varijacije, kao i u slučaju testa potomstva u Driniću, najmanji je za obilježje "neto transpiracija" i u prosjeku iznosi 15,48%. Najmanja vrijednost koeficijenta varijacije utvrđena je za populaciju Han Pijesak 2, svega 9,97%, dok je najveća vrijednost koeficijenta varijacije utvrđena za populaciju Han Pijesak 1 i iznosi 20,69%. Kod transpiracije, vrijednosti koeficijenta varijacije su nešto veće i u prosjeku iznose 27,19%. Minimalna vrijednost koeficijenta varijacije iznosi 20,55 kod populacije Han Pijesak 2, dok maksimalna vrijednost iznosi 30,66% i utvrđena je za populaciju Potoci. Najveću varijabilnost, kao i u slučaju testa potomstva u Driniću, pokazuje stomatalna provodljivost, pri čemu prosječna vrijednost koeficijenta varijacije iznosi 53,00%. Najveću vrijednost postiže populacija Kneževo, sa vrijednošću od 72,87%, dok

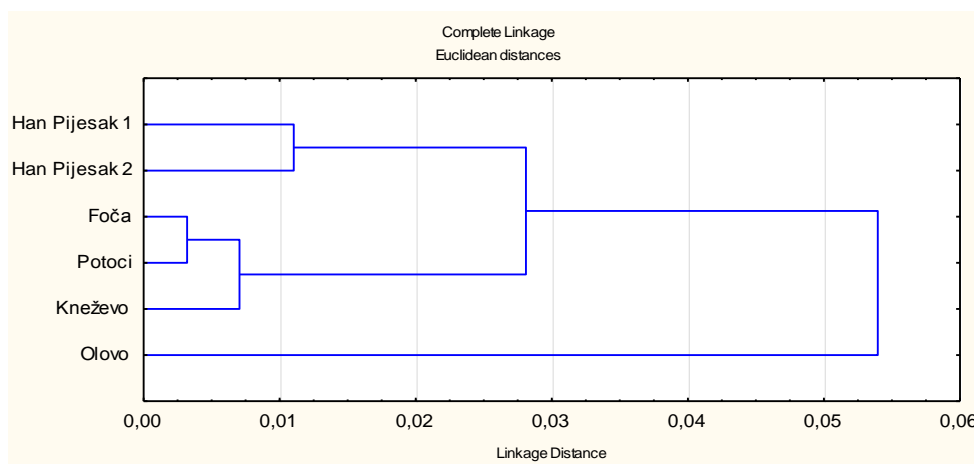
je najmanja vrijednost zabilježena kod populacije Han Pijesak 1 i iznosi 35,77% (tabela 72).

Na nivou odabranih linija polusrodnika, najveća vrijednost neto fotosinteze utvrđena je kod linije pousrodnika HP1/1 u iznosu od $25,11 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, dok je najmanja vrijednost utvrđena kod linije polusrodnika iz iste populacije – HP1/5 u iznosu od $20,21 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Transpiracija se kretala u intervalu od $4,75 \text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, koliko je zabilježeno kod linije polusrodnika P8, do $6,31 \text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, koliko je utvrđeno za liniju pousrodnika F3. Najmanja vrijednost stomatalne provodljivosti utvrđena je kod linije polusrodnika HP1/5 i iznosi $0,62 \text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, dok je najveća utvrđena kod linije polusrodnika F3 – $1,29 \text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Treba napomenuti da je pored linije polusrodnika F3, još jedna linija polusrodnika imala vrijednost stomatalne provodljivosti preko $1,00 \text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. To je linija polusrodnika F1, sa vrijednošću stomatalne provodljivosti od $1,22 \text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, koja takođe pripada istoj populaciji - populaciji Foča (tabela 73).

Koeficijent varijacije za obilježje “neto transpiracija” najmanji je kod linije polusrodnika P8 i iznosi 4,95%, dok je najveća vrijednost zabilježena kod linije polusrodnika K9 i iznosi 21,17%. Kada je u pitanju transpiracija, najmanja vrijednost je utvrđena za liniju polusrodnika P9 u iznosu od 17,22%, dok je najveća vrijednost zabilježena za liniju polusrodnika iz iste populacije – linija polusrodnika P8 u iznosu od 43,12%. Koeficijent varijacije najveće vrijednosti dostiže za obilježje “stomatalna provodljivost” i to za liniju polusrodnika K1 i iznosi 84,87%, dok je najmanja vrijednost utvrđena za liniju polusrodnika HP2/1 i iznosi 34,50% (tabela 73).

Rezultati analize varijanse ukazuju na nepostojanje statistički značajnih razlika između populacija i linija polusrodnika.

Rezultate klaster analize za nivo populacija (grafikon 70) ukazuju na postojanje tri klastera. U prvom se izdvajaju populacije Han Pijesak 1 i Han Pijesak 2, u drugom su populacije Foča, Potoci i Kneževo, a u trećem klasteru populacija Olovo. Ovaj klaster sličan je klasteru kojim je opisana bliskost populacija za mofološke karakteristike smrče, pri čemu se izdvaja klaster koji se sastoji od tri populacije: Foča, Potoci i Kneževo, dok su ostale populacije u drugim klasterima.



Grafikon 70. Klaster analiza bliskosti populacija na osnovu mjerenih fizioloških parametara u testu potomstva u Srebrenici

Tabela 72. Deskriptivna statistika za fiziološke parametre na nivou populacija u testu potomstva u Srebrenici za obilježja „neto fotosinteza, transpiracija i stomatalna provodljivost

Populacija	A	Min.	Maks.	Cv [%]	E	Min.	Maks.	Cv [%]	gs	Min.	Maks.	Cv [%]
H. Pijes. 1	22,66	16,57	32,23	20,69	5,19	3,10	7,71	23,14	0,78	0,31	1,62	51,44
H. Pijes. 2	22,34	18,46	27,53	9,97	4,97	2,90	6,66	20,55	0,79	0,47	1,27	35,77
Foča	23,95	17,25	31,23	17,71	6,03	3,69	8,98	26,85	1,25	0,37	1,82	36,13
Potoci	21,93	19,35	27,29	11,21	5,14	3,14	8,60	30,66	0,72	0,21	1,45	52,73
Olovo	22,41	18,70	27,40	10,91	5,90	4,11	9,96	26,77	0,95	0,44	1,78	49,90
Kneževo	21,86	14,73	31,04	19,59	5,40	2,35	9,18	32,07	0,94	0,24	2,31	72,87
Prosječno	22,53	14,73	32,23	15,48	5,44	2,35	9,96	27,19	0,91	0,21	2,31	53,00
ANOVA	F=0,551 ^{ns} , p=0,7369				F=1,0360 ^{ns} , p=0,40401				F=2,0965 ^{ns} , p= 0,0768			

Tabela 73. Deskriptivna statistika za fiziološke parametre na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici za obilježja „neto fotosinteza, transpiracija” i „stomatalna provodljivost”

Linija polusrodnika	A	Min	Maks.	Cv [%]	E	Min.	Maks.	Cv [%]	gs	Min.	Maks.	Cv [%]
HP1/1	25,11	19,78	32,23	20,06	5,62	4,03	7,71	22,42	0,94	0,38	1,62	51,12
HP1/5	20,21	16,57	23,57	14,51	4,76	3,10	6,06	22,52	0,62	0,31	0,92	40,28
HP2/1	21,47	18,46	24,38	9,64	5,17	4,23	6,66	18,11	0,86	0,52	1,26	34,50
HP2/8	23,21	21,66	27,53	9,47	4,77	2,90	6,49	24,11	0,73	0,47	1,27	38,66
F1	23,31	17,67	31,23	19,50	5,76	3,69	8,27	26,60	1,22	0,37	1,51	34,93
F3	24,58	17,25	29,47	17,23	6,31	4,00	8,98	28,56	1,29	0,43	1,82	40,16
P8	20,44	19,35	21,60	4,59	4,75	3,14	8,60	43,12	0,57	0,21	1,09	68,21
P9	23,42	19,94	27,29	11,40	5,52	3,81	6,67	17,22	0,87	0,47	1,45	38,25
O2	24,08	21,52	27,40	8,05	6,23	4,82	9,96	31,98	0,91	0,44	1,56	56,97
O10	20,74	18,70	23,28	7,96	5,58	4,11	7,39	20,22	0,99	0,48	1,78	47,57
K1	23,03	18,75	31,04	18,38	5,99	4,04	9,18	29,31	0,93	0,24	2,31	84,87
K9	20,70	14,73	25,97	21,17	4,82	2,35	7,38	34,11	0,95	0,31	1,79	67,43
Prosječno	22,53	14,73	32,23	15,48	5,44	2,35	9,96	27,19	0,91	0,21	2,31	53,00
ANOVA	F=1,609 ^{ns} , p=0,1192				F=0,9049 ^{ns} , p=0,5412				F=1,1800 ^{ns} , p=0,3201			

Vrijednosti fizioloških parametara koji su snimljeni na terenu: neto fotosinteze, transpiracije i stomatalne provodljivosti veće su za smrču u oba testa potomstva u BiH nego npr. u istraživanjima u okruženju sprovedenim za bukvu (Stojnić et al., 2010; 2012). Svi mjereni parametri imali su veće vrijednosti u testu potomstva u Driniću, nego u testu potomstva u Srebrenici. Razlike mogu biti posljedica brojnih faktora: uticaja spoljašnje sredine koja je izražena među testovima potomstva, vremenskih uslova tokom mjerenja, kao različitog vremena mjerenja sadnica.

Može se primijetiti da se populacija sa najvećim procentom preživljavanja u testu potomstva u Driniću, populacija Han Pijesak 2, odlikovala najmanjim vrijednostima neto fotosinteze, stomatalne provodljivosti i transpiracije. Populacije sa najmanjim procentima preživjelih sadnica Olovo i Kneževo, imale su najveće vrijednosti neto fotosinteze, a ujedno su postizale i najveće visine, te su u pojedinim godinama dostizale i najveće priraste. Sličan obrazac važi za linije polusrodnika, najmanja neto fotosinteza utvrđena je za liniju polusrodnika HP2/8 koja je imala najveći procenat preživjelih sadnica.

U testu potomstva u Srebrenici situacija je slična rezultatima u testu potomstva u Driniću. Populacija Foča koja je imala najveće vrijednosti neto fotosinteze i transpiracije, postizala je najmanje prosječne visine, prečnike korijenovog vrata i priraste. U pogledu preživljavanja, postizala je prosječne rezultate, osim na kraju 2016. godine kada je imala najveći procenat preživjelih sadnica.

Imajući u vidu obuhvat mjerenja, kao i činjenicu da postoji značajna promjenljivost fizioloških parametara tokom dana kada dolazi do pojave variranja pojedinih parametara kao što je prečnik korijenovog vrata (Zajíčková et al., 2011), procesa ascedentnog i descendentnog transporta materija u biljkama (Gall et al., 2002), promjene stomatalne provodljivosti i prije nego što se može izmjeriti promjena vodnog potencijala (Ditmarová et al., 2009; Kurjak et al., 2012), rezultati se ipak trebaju uzeti sa dozom rezerve i potrebno je sprovesti detaljnija istraživanja sa većim obuhvatom mjerenih individua da bi se mogle testirati korelacije koje se u ovom istraživanju, što je spomenuto kroz raniju diskusiju, nadziru. Uz odgovarajuće analize količine padavina, mogli bi se sačiniti modeli transpiracije (Cienciala et al., 1994).

5.2.3. Varijabilnost sadržaja pigmenata

Sadržaj hlorofila je značajan parametar u izučavanju varijabilnosti kod četinara koji imaju ulogu „sakupljača“ svjetlosti za potrebe vršenja fotosinteze. Istraživanja sadržaja fotosintetičkih pigmenata vršena su na području Bosne i Hercegovine u prethodnom periodu za potrebe istraživanja varijabiliteta. Tako je kod 20 klonova bijelog bora u sjemenskoj plantaži u Doboju utvrđeno postojanje značajne razlike između 20 posmatranih klonova porijeklom iz svih dijelova Bosne i Hercegovine (Daničić et al., 2012). Takođe, Popović (2013) je istraživao sadržaj pigmenata kod taksodijuma, te utvrdio postojanje statistički značajnih razlika na 20 testiranih stabala. Tepić (2014) uočava razlike u sadržaju fotosintetičkih pigmenata brekinje sa područja između Banje Luke i Teslića.

Rezultati istraživanja sadržaja pigmenata u testovima potomstva u Driniću i Srebrenici nisu pokazali značajniji varijabilitet ni na nivou populacija, niti na nivou linija polusrodnika.

5.2.3.1. Varijabilnost sadržaja pigmenata u testu potomstva u Driniću

Za koncentraciju hlorofila *a* u testu potomstva u Driniću utvrđena je prosječna vrijednost od $1,77 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, pri čemu je najmanja koncentracija navedenog hlorofila utvrđena kod populacije Han Pijesak 2 u iznosu od $1,61 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, dok je najveća koncentracija zabilježena kod populacije Potoci i iznosi $1,89 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$. Slijede populacije Potoci sa koncentracijom od $1,88 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ i Olovo sa koncentracijom od $1,87 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$.

Hlorofil *b* u testu potomstva u Driniću imao je prosječnu vrijednost od $0,85 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, pri čemu je najmanja vrijednost zabilježena kod populacije Han Pijesak 2 ($0,72 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$), a najveća kod populacije Olovo ($1,03 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$).

Prosječna vrijednost hlorofila *a+b* imala je vrijednost od $2,62 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, a maksimalna vrijednost je zabilježena kod linije polusrodnika Han Pijesak 2 do $2,90 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, dok je minimalna vrijednost od $2,33 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ utvrđena za populaciju Olovo (tabela 74).

Sadržaj karotenoida na nivou populacija u testu potomstva u Driniću u prosjeku je iznosio $0,70 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, a kretao se od $0,64 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, koliko je utvrđeno kod populacije Han Pijesak 2, do $0,82 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, koliko je utvrđeno za populaciju Han Pijesak 1.

Prosječna vrijednost sadržaja karotenoida iznosila je $0,70 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$. Analiza varijanse nije pokazala statistički značajne razlike (tabela 74).

Koeficijenti varijacije za sadržaj hlorofila *a* kreće se u intervalu od 24,29%, koliko je utvrđeno za populaciju Kneževo, do 39,17%, koliko je utvrđeno za populaciju Potoci. Prosječna vrijednost iznosi 32,26%. Variranje je više izraženo za sadržaj hlorofila *b* gdje se koeficijent varijacije kreće u intervalu od 28,10% (Han Pijesak 2) do 66,14% (Olovo), a prosječna vrijednost iznosi 34,20% (tabela 74).

Za sadržaj hlorofila *a+b*, koeficijent varijacije nalazi se u intervalu od 19,27%, koliko ju zabilježeno kod populacije Han Pijesak 1, do 43,94%, koliko je utvrđeno za populaciju Potoci. Prosječna vrijednost koeficijenta varijacije iznosi 34,20%.

Kod karotenoida, najmanji koeficijent variranja utvrđen je kod populacije Kneževo i iznosi 24,82%, dok je najveća vrijednost zabilježena kod populacije Han Pijesak 1 i iznosi 46,51%. Prosječna vrijednost koeficijenta varijacije iznosi 35,23% (tabela 74).

Posmatrano na nivou odabranih linija polusrodnika, vrijednosti sadržaja hlorofila *a* kretale su se u intervalu od $1,27 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, koliko je zabilježeno kod linije polusrodnika F10, do $2,14 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, koliko je zabilježeno kod linije polusrodnika K11. Visoke vrijednosti postigle su još i linije polusrodnika O10 ($2,12 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) i F6 ($2,08 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$). Sadržaj hlorofila *b* je imao raspon od $0,53 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, koliko je utvrđeno za liniju polusrodnika F10, do $1,32 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, koliko je utvrđeno za liniju polusrodnika O10. Kada je u pitanju sadržaj hlorofil *a + b*, najmanji sadržaj je zabilježen kod linije polusrodnika F10 i iznosio je $2,10 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, dok je najveća vrijednost utvrđena kod linije polusrodnika O10 i iznosila je $3,45 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (tabela 75).

Sadržaj karotenoida kretao se u intervalu od $0,57 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, koliko je utvrđeno za dvije linije polusrodnika F10 i P8, dok je najveći sadržaj pigmenta utvrđen kod linije polusrodnika HP1/4 i iznosio je $0,91 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (tabela 75).

Daničić et al. (2012b) utvrdili su da se sadržaj hlorofila *a* kreće u intervalu od $0,070$ do $0,353 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$. Sadržaj hlorofila *b* kreće se u intervalu od $0,040$ do $0,173 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, a karotenoida $0,292$ - $1,325 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$, što je značajno varijabilnije u odnosu na rezultate iz testa potomstva smrče u Driniću. Istovremeno, rezultati sadržaja pigmentata su veći od

vrijednosti koje je zabilježio Popović (2013), pri čemu je veća i varijabilost na smrči u odnosu na taksodijum.

Rezultati analize varijanse ukazali su na postojanje statistički značajnih razlika jedino za obilježje „hlorofil *b*”, pri čemu je primjenom Dankan testa registrovano postojanje tri homogene grupe (tabela 75).

Koeficijent varijacije za obilježje „hlorofil *a*” u okviru linija polusrodnika iste populacije, populacije Han Pijesak 1, imao je i najvišu i najnižu vrijednost. Najveći koeficijent varijacije utvrđen je za liniju polusrodnika HP1/4 (46,65%), dok je najmanji utvrđen za liniju polusrodnika HP1/7 (13,38%). Linija polusrodnika HP2/1 pokazala je najmanji koeficijent varijacije u iznosu od 18,35% za koncentraciju hlorofila *b* na nivou linija polusrodnika, dok je linija polusrodnika P8 pokazala najveću vrijednost koeficijenta varijacije u iznosu od 62,28%. Kod obilježja „hlorofil *a+b*”, najmanji koeficijent varijacije utvrđen je kod linije polusrodnika HP2/1 od 14,45%, dok je najveća vrijednost zabilježena kod linije polusrodnika P9 (47,17%). Kod sadržaja karotenoida, raspored linija polusrodnika identičan je kao i kod hlorofila *a*, te linija polusrodnika HP1/7 postiže najmanji koeficijent varijacije od 13,70%, dok linija polusrodnika HP1/4 postiže najveću vrijednost od 59,34% (tabela 75).

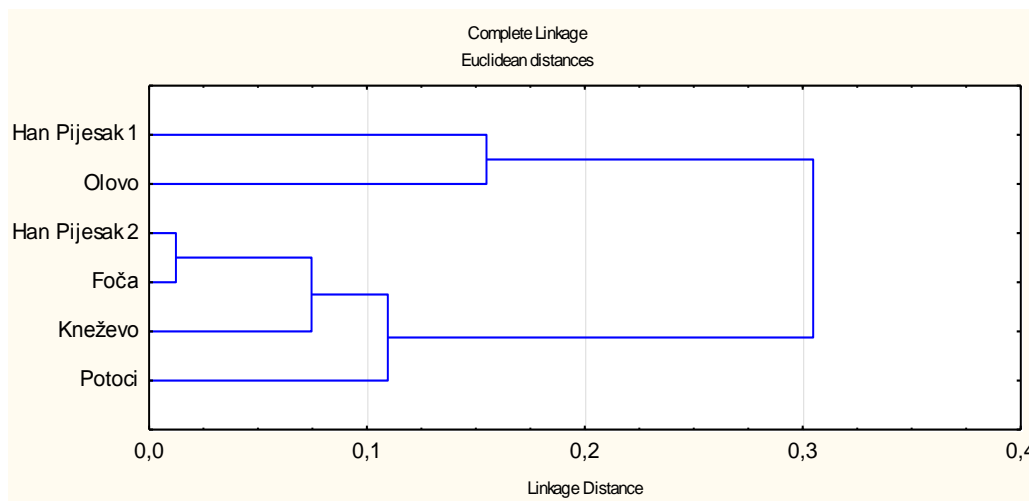
Tabela 74. Deskriptivna statistika za fotosintetičke pigmente na nivou populacija u testu potomstva u Driniću

Populacija	Hlorofil a [mg·g ⁻¹]				Hlorofil b [mg·g ⁻¹]				Hlorofil a+b [mg·g ⁻¹]				Karotenoidi [mg·g ⁻¹]			
	\bar{x}	max	min	Cv [%]	\bar{x}	max	min	Cv [%]	\bar{x}	max	min	Cv [%]	\bar{x}	max	min	Cv [%]
H. Pijesak 1	1,68	2,52	0,33	31,81	0,99	2,11	0,49	43,23	2,67	3,56	0,51	19,27	0,82	1,93	0,38	46,51
H. Pijesak 2	1,61	2,07	0,42	27,82	0,72	0,91	0,28	28,10	2,33	2,91	0,64	27,41	0,64	0,82	0,18	28,28
Foča	1,68	2,87	0,69	35,81	0,76	1,19	0,30	47,19	2,43	4,04	0,92	37,86	0,69	1,13	0,20	29,03
Potoci	1,89	3,04	0,95	39,17	0,84	1,93	0,34	55,63	2,73	4,40	1,16	42,33	0,66	1,15	0,26	39,51
Olovo	1,87	3,13	1,01	34,39	1,03	2,79	0,36	66,14	2,90	5,92	1,27	43,94	0,67	1,18	0,22	33,61
Kneževo	1,88	2,61	1,22	24,29	0,76	1,28	0,44	34,26	2,64	3,74	0,68	25,96	0,72	0,99	0,18	24,82
Prosječno	1,77	3,13	0,33	32,26	0,85	2,79	0,28	50,66	2,62	5,92	0,90	34,20	0,70	1,93	0,25	35,23
ANOVA	F=0,5611 ^{ns} , p=0,729				F=1,1232 ^{ns} , p=0,356				F=0,8472 ^{ns} , p=0,521				F=0,8472 ^{ns} , p=0,521			

Tabela 75. Deskriptivna statistika za fotosintetičke pigmente na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću

Linija polusrod.	Hlorofil a [mg·g ⁻¹]				Hlorofil b [mg·g ⁻¹]				Hlorofil a+b [mg·g ⁻¹]				Karotenoidi [mg·g ⁻¹]			
	\bar{x}	min	max	Cv [%]	\bar{x}	max	min	Cv [%]	\bar{x}	min	max	Cv [%]	\bar{x}	min	max	Cv [%]
HP1/4	1,60	0,33	2,52	46,65	1,17 ^{b,c}	2,11	0,60	45,70	2,77	2,07	3,56	22,02	0,91	0,42	1,93	59,34
HP1/7	1,76	1,36	2,01	13,38	0,81 ^{a,b,c}	1,12	0,49	24,88	2,57	1,84	3,13	16,73	0,73	0,58	0,83	13,70
HP2/1	1,76	1,34	2,07	13,61	0,80 ^{a,b,c}	0,91	0,51	18,35	2,56	1,86	2,91	14,45	0,68	0,40	0,82	25,00
HP2/8	1,46	0,42	1,99	39,29	0,64 ^{a,b}	0,90	0,28	36,25	2,10	0,70	2,89	37,62	0,59	0,21	0,73	32,20
F6	2,08	1,49	2,87	23,61	0,99 ^{a,b,c}	1,19	0,61	29,29	3,07	2,10	4,04	24,10	0,82	0,58	1,13	23,17
F10	1,27	0,69	1,86	31,16	0,53^a	0,88	0,30	51,31	1,80	1,26	2,67	32,22	0,57	0,43	0,80	24,56
P8	1,91	1,02	2,92	36,72	0,89 ^{a,b,c}	1,93	0,35	62,28	2,81	1,37	4,40	41,64	0,57	0,39	0,84	29,82
P9	1,87	0,95	3,04	45,12	0,78 ^{a,b}	1,32	0,34	51,60	2,65	1,30	4,36	47,17	0,75	0,39	1,15	42,67
O3	1,62	1,01	2,22	25,52	0,73 ^{a,b}	1,00	0,36	30,95	2,36	1,37	3,22	26,69	0,69	0,50	0,95	21,74
O10	2,12	1,50	3,13	36,08	1,32^c	2,79	0,52	65,91	3,45	2,02	5,92	45,51	0,65	0,31	1,18	46,15
K2	1,61	1,22	2,14	23,72	0,58 ^a	0,87	0,44	26,72	2,18	1,69	3,01	22,94	0,59	0,46	0,77	18,64
K11	2,14	1,59	2,61	17,49	0,95 ^{a,b,c}	1,28	0,75	21,43	3,09	2,34	3,74	22,02	0,86	0,68	0,99	13,95
Prosječno	1,77	0,33	3,13	32,30	0,85	2,79	0,28	50,68	2,62	0,70	5,92	34,20	0,70	0,21	1,93	35,23
ANOVA	F=1,4664 ^{ns} , p=0,1683				F=2,0651 [*] , p=0,0372				F=1,8301 ^{ns} , p=0,0685				F=1,3969 ^{ns} , p=0,1981			

Rezultati klaster analize ukazuju na postojanje dva klastera: prvog koji se sastoji od populacija Han Pijesak 1 i Olovo i drugog koji se sastoji od populacija Han Pijesak 2, Foča, Kneževo i Potoci (grafikon 71).



Grafikon 71. Klaster analiza bliskosti populacija na osnovu sadržaja pigmenta u testu potomstva u Driniću

5.2.3.2. Varijabilnost sadržaja pigmenta u testu potomstva u Srebrenici

U testu potomstva u Srebrenici najveća koncentracija hlorofila *a* utvrđena je kod populacije Olovo u iznosu od $1,56 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, a vrlo visoke vrijednosti koncentracije hlorofila dostižu i populacije Han Pijesak 2 ($1,54 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) i Foča ($1,50 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$), dok je najniža vrijednost utvrđena kod populacije Potoci u iznosu od $0,92 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$. Prosječna vrijednost koncentracije hlorofila iznosi $1,33 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$.

Koncentracije hlorofila *b* prati obrazac sadržaja hlorofila *a* u pogledu redoslijeda populacija, te je najveća vrijednost hlorofila *b* zabilježena kod populacije Olovo u iznosu od $0,78 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, dok je najmanja utvrđena koncentracija hlorofila *b* kod populacije Potoci i iznosi $0,37 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$. Logično, suma koncentracija hlorofila *a*+*b* prati obrazac rasporeda populacija kao i u slučajevima hlorofila *a* i hlorofila *b*.

Kod karotenoida je situacija nešto malo drugačija: najveće vrijednosti koncentracije hlorofila bilježe populacije Foča ($0,56 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) i Han Pijesak 2 ($0,56 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$), dok je najniža koncentracija utvrđena kod populacije Potoci i iznosi $0,39 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$. Prosječna vrijednost sadržaja karotenoida iznosi $0,49 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ (tabela 76).

Analiza varijanse ukazuje na postojanje statistički značajnih razlika na nivou populacija za sadržaje hlorofila *a*, hlorofila *b* i hlorofila *a+b*, dok za karotenoide nije utvrđeno postojanje statistički značajnih razlika (tabela 76).

Ukoliko uporedimo dobijene podatke sa podacima ranijih istraživanja, dolazimo do skoro iste zakonitosti kao i za test potomstva u Driniću. Varijabilnost fotosintetičkih pigmenata je veća kod bijelog bora u sjemenskoj plantaži u Doboju. Vrijednost sadržaja pigmenata u odnosu na rezultate Popovića (2013) i Tepića (2014) za taksodijum i brekinju veća je kod smrče nego za navedene dvije vrste.

Dankan test ukazuje na postojanje dvije homogene grupe za posmatrano obilježje "hlorofil *a*", što je slučaj i sa ostalim obilježjima za koje je utvrđena statistički značajna razlika (tabela 76).

Koeficijenti varijacije su viši u odnosu koeficijente varijacije u testu potomstva u Driniću. Uzrok bi se mogao tražiti u većoj raznolikosti mikrostanišnih uslova u samim testovima potomstva, gdje je u test potomstva u Driniću na nešto jednoličnijem terenu nego što je to slučaj sa testom potomstva u Srebrenici.

Kada je u pitanju variranje iskazano kroz koeficijent varijacije, za hlorofil *a* utvrđena je prosječna vrijednost od 41,35%, pri čemu je najveći koeficijent varijacije utvrđen kod populacije Potoci (64,13%), a najmanji kod populacije Han Pijesak 1 (30,09%). Koeficijent varijacije za hlorofil *b* kreće se u intervalu od 23,73%, kod populacije Han Pijesak 1, do 61,54%, kod populacije Olovo. Prosječna vrijednost iznosi 53,23%. Hlorofil *a+b* ima prosječan koeficijent varijacije 39,49% i najmanji je u poređenju sa koeficijentima varijacije hlorofila *a*, hlorofila *b* i karotenoida. Najmanji koeficijent varijacije utvrđen je kod populacije Han Pijesak 1 u iznosu od 26,16%, dok je najveći koeficijent varijacije utvrđen za populaciju Potoci i iznosi 58,91% (tabela 76).

Kod karotenoida, vrijednost koeficijenta varijacije kreće se od 33,96%, kod populacije Olovo, do 51,28%, kod populacije Potoci, dok prosječna vrijednost iznosi 44,90%. Vrijednosti koeficijenata varijacije su relativno visoke i u budućim istraživanjima treba uzeti u razmatranje više uzoraka i ujednačeniji selekcionni kriterijum pri odabiru individua za istraživanje (tabela 76).

Na nivou odabranih linija polurodnika, najveće vrijednosti koncentracije hlorofila *a*, hlorofila *b* i hlorofila *a+b* su utvrđene za liniju polusrodnika HP2/8 i iznose

1,67 mg·g⁻¹, 0,86 mg·g⁻¹ i 2,53 mg·g⁻¹. Najmanje vrijednosti postigla je linija polusrodnika P8 i to 0,65 mg·g⁻¹ (hlorofil a), 0,32 mg·g⁻¹ (hlorofil b), 0,97 mg·g⁻¹ (hlorofil a+b). Sadržaj karotenoida je u rasponu od 0,30 mg·g⁻¹, kod linija polusrodnika P8, do 0,64 mg·g⁻¹, kod linije polusrodnika O2 (tabela 77).

Koeficijenti varijacije za koncentraciju hlorofila *a* na nivou linija polusrodnika su intervalu od 25,45%, kod linije polusrodnika O2, do 70,77%, kod linije polusrodnika P8. Za koncentracije hlorofila *b* vrijednosti koeficijenta varijacije se kreću od 22,58%, kod linije polusrodnika HP1/1, do čak 89,19%, kod linije polusrodnika O10. Sadržaj hlorofila a+b ima koeficijent varijacije u rasponu od 23,58%, kod linije polusrodnika O2, do 65,98%, kod linije polusrodnika P8. Koeficijent varijacije kod karotenoida ukazuje na liniju polusrodnika O2, kao liniju polusrodnika sa najmanjom vrijednošću ovog koeficijenta (25,00%), dok linija polusrodnika P8 pokazuje najveće vrijednosti koeficijenta varijacije u iznosu od 66,67% (tabela 77).

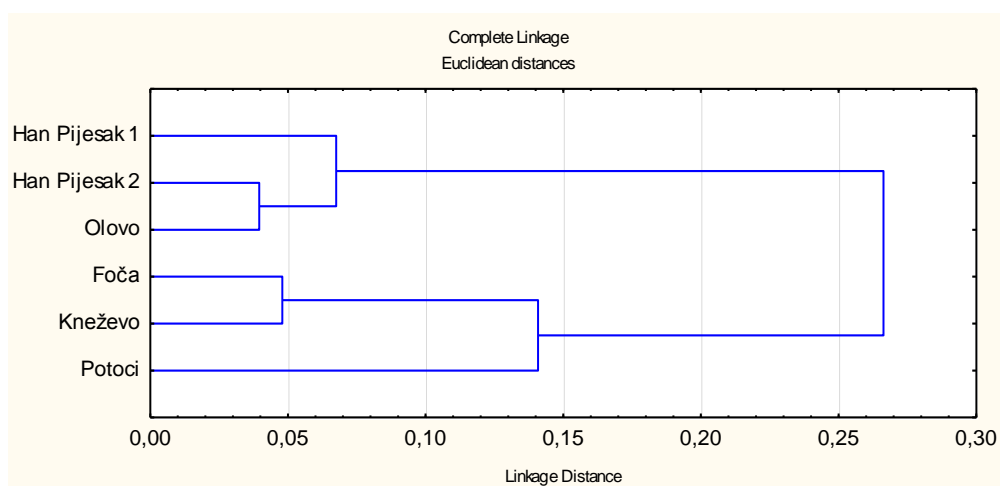
Rezultati klaster analize ukazuju na postojanje dva klastera i to po geografskom principu. Prvi klaster čine populacije Han Pijesak 1, Han Pijesak 2 i Olovo koje su i geografski vrlo bliske, dok drugi klaster čine populacije Foča, Kneževo i Potoci. Drugi klaster se sastoji od populacija koje su geografski udaljene od prve tri navedene (grafikon 72). Primjećuje se djelimična podudarnost sa geografskim obrascem rasporeda populacija, kao što je bio slučaj i sa klasterom dobijenim za visine i prečnike sadnica u testu potomstva u Srebrenici (grafikon 14).

Tabela 76. Deskriptivna statistika za pigmente u testu potomstva u Srebrenici za fotosintetičke pigmente na nivou populacija

Populacija	Hlorofil a [mg·g ⁻¹]				Hlorofil b [mg·g ⁻¹]				Hlorofil a+b [mg·g ⁻¹]				Karotenoidi [mg·g ⁻¹]			
	\bar{x} [mg·g ⁻¹]	Min	Max	Cv [%]	\bar{x} [mg·g ⁻¹]	Min	Max	Cv [%]	\bar{x} [mg·g ⁻¹]	Min	Max	Cv [%]	\bar{x} [mg·g ⁻¹]	Min	Max	Cv [%]
Han Pijesak 1	1,13 ^{a,b}	0,59	1,67	30,09	0,59 ^{a,b}	0,36	0,77	23,73	1,72 ^{a,b}	1,02	2,41	26,16	0,45	0,18	0,89	46,67
Han Pijesak 2	1,54 ^b	0,76	2,43	35,06	0,75 ^b	0,23	1,43	48,00	2,30 ^b	1,03	3,72	37,39	0,55	0,17	1,03	41,82
Foča	1,50 ^b	0,92	2,56	33,33	0,67 ^b	0,02	1,15	49,25	2,17 ^b	1,32	3,71	32,72	0,56	0,02	1,07	51,79
Potoci	0,92^a	0,20	2,26	64,13	0,37^a	0,15	0,65	51,35	1,29^a	0,44	2,90	58,91	0,39	0,07	0,70	51,28
Olovo	1,56^b	0,84	2,75	35,90	0,78^b	0,14	2,02	61,54	2,34^b	1,24	3,77	32,05	0,53	0,27	0,79	33,96
Kneževo	1,34 ^{a,b}	0,79	2,45	38,81	0,56 ^{a,b}	0,30	0,90	39,29	1,90 ^b	1,17	2,93	32,11	0,46	0,03	0,80	43,48
Prosječno	1,33	0,20	2,75	41,35	0,62	0,02	2,02	53,23	1,95	0,44	3,77	39,49	0,49	0,02	1,07	44,90
ANOVA	F=3,0715*, p= 0,0149				F=2,7763*, p=0,0245				F=3,9094**, p=0,0036				F=1,0707 ^{ns} , p=0,3847			

Tabela 77. Deskriptivna statistika za pigmente u testu potomstva u Srebrenici za fotosintetičke pigmente na nivou linija polusrodnika

Linija polusrod.	Hlorofil a [mg·g ⁻¹]				Hlorofil b [mg·g ⁻¹]				Hlorofil a+b [mg·g ⁻¹]				Karotenoidi [mg·g ⁻¹]			
	\bar{x} [mg·g ⁻¹]	Min	Max	Cv [%]	\bar{x} [mg·g ⁻¹]	Min	Max	Cv [%]	\bar{x} [mg·g ⁻¹]	Min	Max	Cv [%]	\bar{x} [mg·g ⁻¹]	Min	Max	Cv [%]
HP1	1,20	0,59	1,67	32,50	0,62	0,43	0,77	22,58	1,82	1,02	2,41	27,47	0,48	0,18	0,89	52,08
HP5	1,07	0,75	1,50	28,04	0,56	0,36	0,73	25,00	1,63	1,19	2,23	25,15	0,43	0,21	0,67	41,86
HP2/1	1,42	0,80	2,04	30,99	0,65	0,23	0,94	41,54	2,07	1,03	2,93	33,82	0,49	0,17	0,81	42,86
HP2/8	1,67	0,76	2,43	37,72	0,86	0,27	1,43	48,84	2,53	1,03	3,72	39,92	0,62	0,35	1,03	40,32
F1	1,57	1,07	2,21	27,39	0,66	0,02	1,13	56,06	2,23	1,48	3,03	25,56	0,54	0,02	0,91	61,11
F3	1,43	0,92	2,56	41,96	0,68	0,40	1,15	45,59	2,11	1,32	3,71	41,71	0,57	0,32	1,07	47,37
P8	0,65	0,20	1,48	70,77	0,32	0,15	0,64	56,25	0,97	0,44	2,12	65,98	0,30	0,07	0,57	66,67
P9	1,18	0,56	2,26	52,54	0,43	0,24	0,65	41,86	1,61	0,80	2,90	49,07	0,48	0,26	0,70	33,33
O2	1,65	1,15	2,13	25,45	0,81	0,48	1,16	34,57	2,46	1,63	3,13	23,58	0,64	0,38	0,79	25,00
O10	1,48	0,84	2,75	47,30	0,74	0,14	2,02	89,19	2,22	1,24	3,77	42,34	0,41	0,27	0,57	26,83
K1	1,42	0,81	2,45	40,14	0,49	0,30	0,68	28,57	1,91	1,20	2,76	28,27	0,42	0,03	0,63	52,38
K9	1,26	0,79	2,03	39,68	0,63	0,33	0,90	42,86	1,89	1,17	2,93	38,62	0,51	0,34	0,80	35,29
Prosječno	1,33	0,20	2,75	41,35	0,62	0,02	2,02	53,23	1,95	0,44	3,77	39,49	0,49	0,02	1,07	44,90
ANOVA	F=1,8004 ^{ns} , p=0,0739				F=1,4269 ^{ns} , p=0,1848				F=2,1178 ^{ns} , p=0,0324				F=1,1485 ^{ns} , p=0,3418			



Grafikon 72. Klaster analiza bliskosti populacija na osnovu sadržaja pigmenata u testu potomstva u Srebrenici

Fotosintetički pigmenti predstavljaju osnovu za proces fotosinteze i njihov sadržaj varira u zavisnosti od doba godine (Linder, 1980; Westin et al., 1995), ali i u zavisnosti od temperature, dostupne vode (Pukacki i Kaminska-Rožek, 2005), pozicije gdje se nalazi smrča (Sedej, 2005; Sedaj i Gaberščik 2008; Sedaj, 2014), kao i porijekla (Gömöry et al., 2010; Miron i Sumalan, 2015).

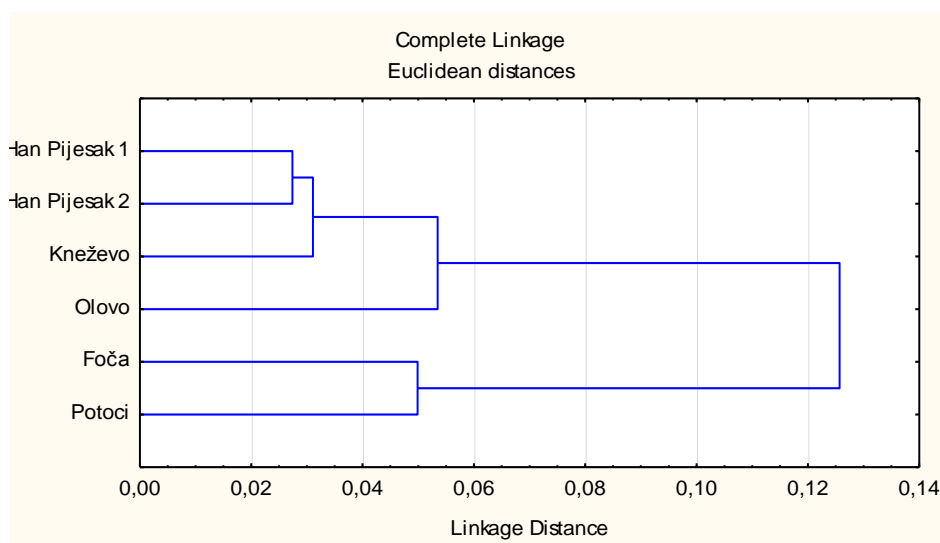
Varijabilnost fotosintetičkih pigmenata koja se pokazala malom u testovima potomstva u Driniću i Srebrenici, treba proučiti na više linija polusrodnika i na više uzoraka po liniji polusrodnika. U poređenju sa rezultatima Mirona i Sumalana (2015), stiče se utisak da je smrča u testovima potomstva u BiH pod jakim stresom, jer je količina pigmenata daleko ispod onih o kojima pišu navedeni autori. Pri tome treba uzeti u obzir drugačiji način uzgoja sadnica u eksperimentu Mirona i Sumalana (2015), koje su gajene u kontrolisanim uslovima, pa izložene stresu.

Vrijednosti koncentracija pigmenata daleko su veće u odnosu na smrču izloženu nepovoljnim uticajima stresa (Ditmarová et al., 2009), industrijskih postrojenja ili kultura u nizijama (Cesar i Lepeduš, 2001), dok se sadržaj hlorofila može povećavati aplikacijom promotorskim kiselinama (Pavlovič et al., 2009). Promjena u koncentraciji hlorofila, kao i u variranju drugih fizičko-hemijskih reakcija u smrči tokom dana (Ač et al., 2012), uz oscilacije dimenzija biljaka (Zajíčková et al., 2011), što uslovljava promjenu unutrašnjeg transporta (Gall et al., 2002), mogu pored porijekla sadnica, da dovedu do pojave značajnih razlika tokom istraživanja, te su dalja istraživanja

fizioloških parametara, kao što je navedeno i za neto fotosintezu, transpiraciju i stomatalnu provodljivost, neophodna da bi se dobila kompletnija slika o ulozi fotosintetičkih pigmenata u diferencijaciji populacija i linija polusrodnika.

5.2.4. Analiza bliskosti populacija u odnosu na posmatrane fiziološke parametre

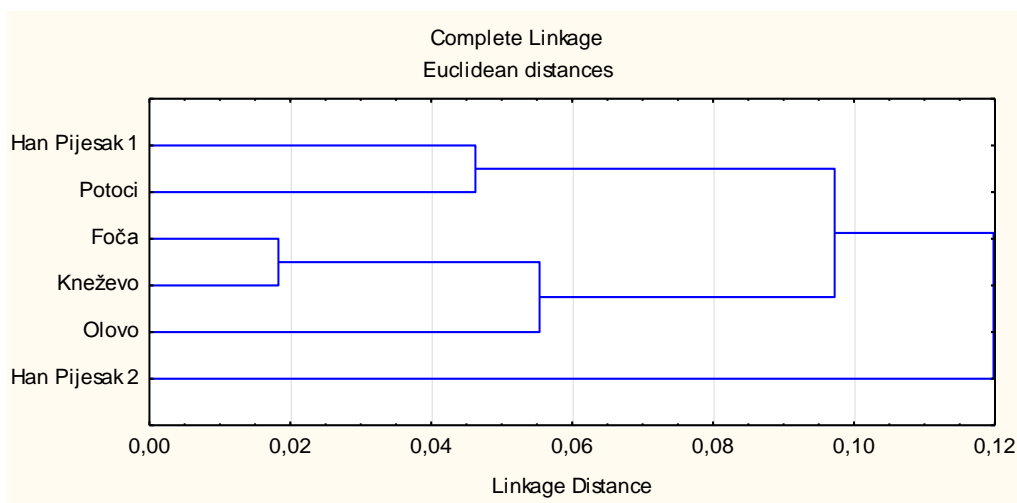
Ukoliko postavimo sve posmatrane fiziološke parametre u jednu ravan (otvranje pupoljaka, sadržaj fotosintetičkih pigmenata i vrijednost fizioloških parametara mjerenih na terenu), možemo analizirati bliskosti testiranih populacija primjenom klaster analize. Klaster analiza, dobijena za test potomstva u Driniću, ukazuje da je najveća bliskost utvrđena za dvije populacije porijeklom iz Han Pijeska. Možemo reći da jedan poseban klaster čine populacije Han Pijesak 1 i 2, te populacija Kneževo (grafikon 73). Sličnost sa ostalim klasterima za druge osobine je mala. Najveća sličnost je sa klasterom za analize visinskih prirasta i visina (grafikon 25), ali takve tvrdnje treba uzeti sa dozom opreza, jer postoje vidljive razlike u pogledu bliskosti ostale tri populacije.



Grafikon 73. Klaster analiza za fiziološke parametre za test potomstva u Driniću na nivou testiranih populacija

Klaster analiza za mjerene i posmatrane fiziološke parametre u testu potomstva u Srebrenici pokazala je postojanje nekoliko klaster grupa, pri čemu se izdvajaju tri klastera. Prvi čine populacije Han Pijesak 1 i Potoci, drugi Foča, Kneževo i Olovo i treći, zaseban, klaster koji se sastoji od jedne populacije – populacije Han Pijesak 2

(grafikon 74). U testu potomstva u Driniću ne može se uočiti sličnost ni sa jednim od prethodnih klastera dobijenih za analizirane parametre.



Grafikon 74. Klaster analiza za fiziološke parametre za test potomstva u Srebrenici na nivou testiranih populacija

5.3. Genetička varijabilnost populacija i linija polusrodnika

Genetička varijabilnost istraжена je sa aspekta alelne varijabilnosti i genetičke varijabilnosti populacija. Rezultati koji su dobijeni istraživanjem nisu podložni uticaju spoljašnje sredine, te imaju veću „težinu” u istraživanjima varijabilnosti.

5.3.1. Alelna varijabilnost

Alelna frekvencije za 11 genskih lokusa, pokazale su da postoji relativno visok stepen polimorfizma za najveći broj ispitivanih genskih lokusa, dok je za neke genske lokuse, kao što su Pa51, utvrđen monomorfizam (tabela 78).

Tabela 78. Alelna frekvencije po populacijama (GenAlex, Peakall i Smouse, 2005)

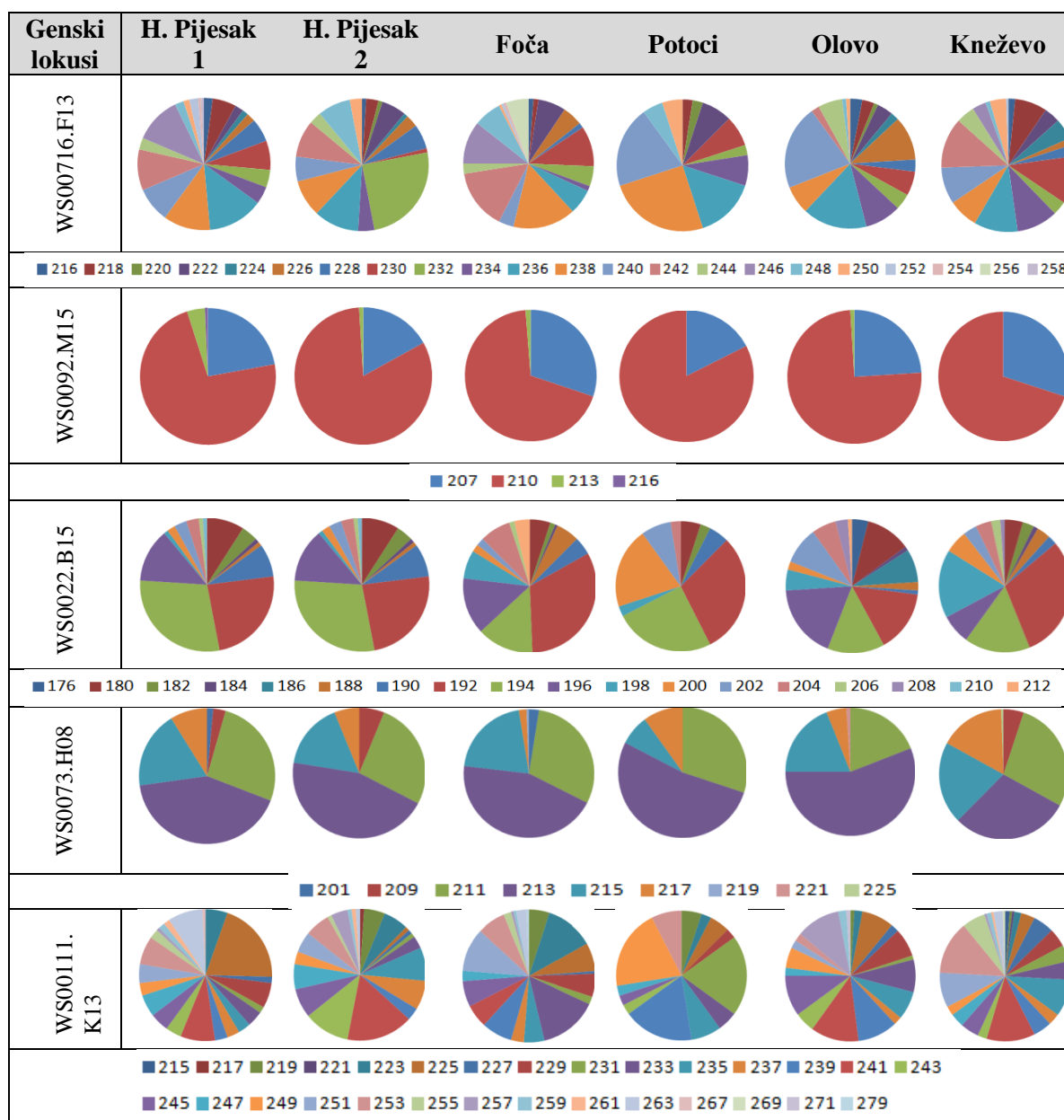
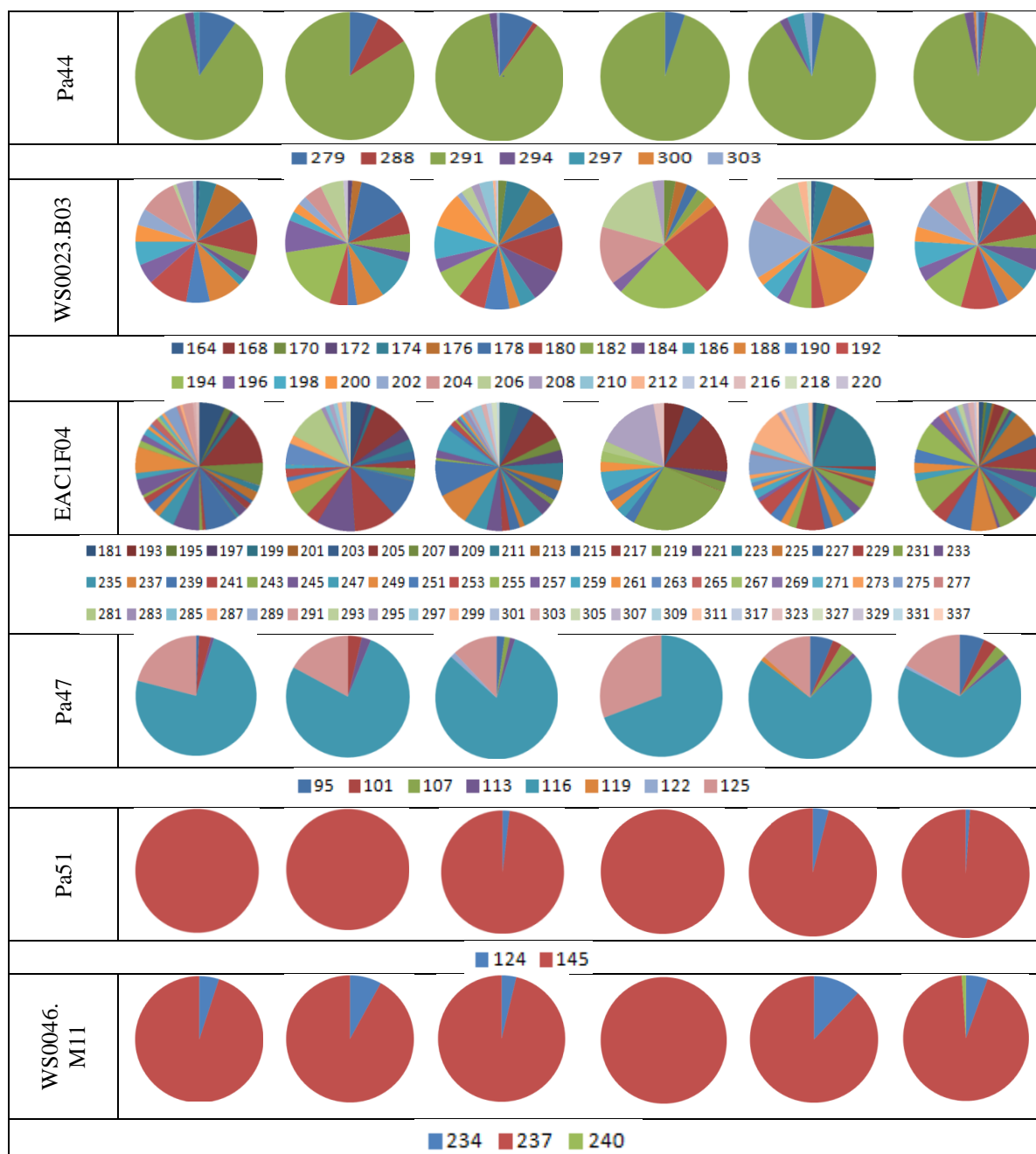


Tabela 79. Alelne frekvencije po populacijama /nastavak/



Za genske lokuse Pa44, Pa47 i Pa51, sagledavanjem repetitivnih motiva u nbci bazi, utvrđena je mogućnost pojave homoplazije, tj. motivi se ponavljaju u sekvenci markera na više lokacija, te je moguće doći do pogrešnih zaključaka primjenom navedenih markera. Za lokus EAC1F04, utvrđeno je da nije dovoljno pouzdan pri genetičkim analizama smrče, te je isključen iz daljih analiza. Najpogodnijim za istraživanje genetičke varijabilnosti smrče u Evropi su se pokazali markeri iz grupe WS

(Fussi et al., 2011), te su isti upotrijebljeni za dalje analize i za smrču iz testova potomstva u BiH.

Ukupan broj utvrđenih alela je 113, dok je prosječan broj alela po lokusu 16,14. Navedeni brojevi alela utvrđeni su na 360 genotipova, odnosno 36 linija polusrodnika iz šest populacija. Najmanju polimorfnost pokazao je lokus WS0046.M11, sa ukupno tri alela, dok je najveću polimorfnost pokazao lokus WS00111.K13, sa 29 alela. Broj alela različit je za populacije, a razlozi se mogu naći i u broju linija polusrodnika koje su uzete u uzorak, što treba imati u vidu pri donošenju zaključaka o varijabilnosti i genetičkoj diferenciranosti istraživanih populacija. Najveći broj alela pronađen je kod populacije Kneževo, gdje je utvrđeno prisustvo 88 alela, dok je najmanji broj alela utvrđen kod populacije Potoci – 51 (tabela 79).

Pri tumačenju treba imati u vidu da je kod populacije Kneževo polazni materijal sakupljen iz dvije odvojene jedinice, što je moglo uticati na iskazani polimorfizam. Razlog za mali broj alela kod populacije Potoci može se tražiti u manjem broju analiziranih uzoraka, ali i na osnovu podataka o polaznoj populaciji koja je jednodobna sastojina nastala tokom požara, te su stabla približno iste starosti (Mataruga et al., 2005). Sastojina je nastala najvjerovatnije pod naletom sjemena sa manjeg broja okolnih stabala. Broj alela u ovom istraživanju po lokusu manji je u odnosu na istraživanja Acheré et al. (2005), koji su na 25 mikrosatelita našli u prosjeku 25 alela, dok su Maghuly et al. (2006) našli 27 alela u šest populacija u Austriji.

Tabela 79. Broj alela po genskom lokusu na nivou populacija

Populacija Gen lokus	Foča	Han Pijesak 1	Han Pijesak 2	Kneževo	Olovo	Potoci	Ukupan broj alela
WS00716.F13	19	20	17	18	17	11	22
WS0092.M15	3	4	3	2	3	2	4
WS0022.B15	14	14	14	14	15	9	18
WS0073.H08	6	6	5	6	5	4	9
WS00111.K13	20	22	22	25	20	13	29
WS0023.B03	20	19	18	20	19	11	28
WS0046.M11	2	2	2	3	2	1	3
Suma	84	87	81	88	81	51	113
Prosjek	12,00	12,43	11,57	12,57	11,57	7,29	16,14

Bogatstvo alela po lokusima i populacijama, dobijeno na osnovu rezultata obradom u genetičkom softveru Fstat 2.9.3.2 (Goudet, 2002), ukazuje da su populacija Kneževo sa 8,313 i Han Pijesak 1 sa 8,398 alela, prve po bogatstvu alela na nivou populacija. Posljednja je populacija Potoci sa 6,345 alela (tabela 80). Prosječna vrijednost bogatstva alela iznosi 7,796 na nivou svih testiranih populacija. Najveće bogatstvo alela utvrđeno je za lokus WS00111.K13 kod populacije Kneževo i iznosi 13,959, dok je najmanje za lokus WS0092.M11 kod populacije Potoci gdje je vrijednost 1,00, odnosno lokus je monomorfan.

Tabela 80. Bogatstvo alela po lokusima i populacijama (Fstat 2.9.3.2., Goudet, 2002)

Populacija Lokus	Han Pijesak 1	Han Pijesak 2	Foča	Potoci	Olovo	Kneževo	Prosječno
WS00716.F13	12,671	11,450	11,663	9,605	11,383	12,314	11,514
WS0092.M15	2,901	2,257	2,306	2,000	2,260	2,000	2,287
WS0022.B15	9,468	8,505	9,272	7,680	10,436	9,301	9,110
WS0073.H08	4,851	4,699	4,087	3,952	4,043	4,911	4,424
WS00111.K13	13,725	13,484	12,626	10,826	13,012	13,959	12,939
WS0023.B03	13,398	12,608	13,431	9,353	12,959	13,633	12,564
WS0046.M11	1,771	1,919	1,661	1,000	1,979	2,074	1,734
Prosječno	8,398	7,846	7,864	6,345	8,010	8,313	7,796

Među populacijama su uočeni aleli koji su karakteristični samo za određene populacije. U tabeli 81 prikazane su populacije i aleli specifični samo za navedene populacije. Prikazana je i alelna frekvencija tih specifičnih, privatnih alela za istraživane populacije. Ukupan broj privatnih alela je 22, najviše ih je na najpolimorfnijem lokusu WS00111.K13, ukupno sedam, od čega je tri kod populacije Kneževo, jedan kod populacije Foča, te po jedan kod populacija Han Pijesak 1, Han Pijesak 2 i Olovo.

Veći broj jedinstvenih alela pronađen je i na lokusu WS0023.B03, pri čemu su u populacijama Han Pijesak 2 i Kneževo evidentirana po dva takva alela, u populacijama Foča i Olovo po jedan alel. U populaciji Foča i Han Pijesak 1 pronađen je po jedan privatni alel na lokusu WS00716.F13. U Foči, Kneževu i Olovu pronađen je po jedan jedinstveni alel na lokusu WS0073.H08. Privatni alel na lokusu WS0046.M11 pronađen je samo u populaciji Kneževo, a takođe jedan privatni alel u populaciji Han Pijesak 1 pronađen je na lokusu WS0092.M15.

Na lokusu WS0022.B15 pronađena su dva privatna alela u populaciji Olovo, što ovu populaciju odvajaju od svih drugih i može se potencijalno u budućnosti koristiti kod marker asistirane selekcije (tabela 81). Kao najvjerojatniji uzrok za izostanak pojave jedinstvenih alela kod populacije Potoci može se navesti mali broj uzoraka uzetih iz populacije.

Tabela 81. Jedinstveni aleli po istraženim populacijama (GenAlex 6.521. Peakall i Smouse, 2005)

Populacija	Lokus	Alel	Frekvencija
Han Pijesak 1	WS00716.F13	258	0,007
Han Pijesak 1	WS0092.M15	216	0,007
Han Pijesak 1	WS00111.K13	267	0,008
Han Pijesak 2	WS00111.K13	217	0,010
Han Pijesak 2	WS0023.B03	172	0,012
Han Pijesak 2	WS0023.B03	220	0,012
Foča	WS00716.F13	256	0,056
Foča	WS0073.H08	219	0,006
Foča	WS00111.K13	279	0,006
Foča	WS0023.B03	214	0,007
Olovo	WS0022.B15	176	0,040
Olovo	WS0022.B15	186	0,080
Olovo	WS0073.H08	221	0,010
Olovo	WS00111.K13	271	0,010
Olovo	WS0023.B03	218	0,012
Kneževo	WS0073.H08	225	0,006
Kneževo	WS00111.K13	215	0,011
Kneževo	WS00111.K13	221	0,006
Kneževo	WS00111.K13	269	0,006
Kneževo	WS0023.B03	168	0,012
Kneževo	WS0023.B03	216	0,025
Kneževo	WS0046.M11	240	0,011

Analiza nultih alela izvršena pomoću softvera Micro Checker (van Oosterhout et al., 2003) ukazala je na postojanje nultih alela (tabela 82) i to na lokusima WS0023.B03 za sve populacije, osim za populaciju Potoci, pri čemu isti rezultati ukazuju da su sve populacije najvjerojatnije u HW ekvilibrijumu.

Nulti aleli mogu da ukažu na pogrešnu sliku o heterozigotnosti, tj. da ukažu na manju procijenjenu vrijednost heterozigotnosti (Milovanović i Šijačić-Nikolić, 2008).

Tabela 82. Rezultati Mikro Checker-a (van Oosterhout et al., 2003) – utvrđivanje prisustva nultih alela

Han Pijesak 1					
Locus	Nulti aleli	Oosterhout	Chakraborty	Brookfield	Brookfield
WS00716.F13	ne	-0.0222	-0.0202	-0.0198	0
WS0092.M15	ne	-0.3046	-0.1296	-0.0878	0
WS0022.B15	ne	0.0265	0.022	0.0198	0
WS0073.H08	ne	-0.1137	-0.077	-0.0586	0.198
WS00111.K13	ne	0.0138	0.0146	0.0138	0.0807
WS0023.B03	da	0.2665	0.3691	0.2598	0.1347
WS0046.M11	ne	-0.0513	-0.0256	-0.0046	0.4967
Han Pijesak 2					
WS00716.F13	ne	-0.0224	-0.0186	-0.0178	0
WS0092.M15	ne	-0.1976	-0.0932	-0.0473	0
WS0022.B15	ne	0.0147	0.0139	0.0124	0.0124
WS0073.H08	ne	-0.0586	-0.0521	-0.0374	0.0735
WS00111.K13	ne	-0.0099	-0.009	-0.0087	0.0404
WS0023.B03	da	0.3257	0.4923	0.3143	0.4993
WS0046.M11	ne	-0.0835	-0.0417	-0.0112	0
Foča					
WS00716.F13	ne	0.0054	0.0041	0.0039	0.0039
WS0092.M15	ne	-0.3825	-0.1777	-0.1318	0.0595
WS0022.B15	ne	-0.0174	-0.0155	-0.0143	0
WS0073.H08	ne	0.0011	-0.0013	-0.0008	0
WS00111.K13	ne	0.0247	0.0254	0.0237	0.0237
WS0023.B03	da	0.222	0.2885	0.2158	0.3533
WS0046.M11	ne	-0.0382	-0.0191	-0.026	0
Potoci					
WS00716.F13	ne	0.0048	0.0007	0.0007	0.0007
WS0092.M15	ne	-0.1938	-0.0959	-0.0475	0
WS0022.B15	ne	0.0012	-0.0031	-0.0028	0
WS0073.H08	ne	-0.1185	-0.0924	-0.0714	0
WS00111.K13	ne	0.0125	0.0102	0.0094	0.0094
WS0023.B03	ne	-0.0305	-0.0303	-0.0284	0.2183
WS0046.M11	ne	0	0	0	0
Olovo					
WS00716.F13	ne	0.0089	0.0062	0.0058	0.0058
WS0092.M15	ne	-0.2889	-0.1366	-0.0871	0
WS0022.B15	ne	-0.0065	-0.006	-0.0057	0
WS0073.H08	ne	-0.049	-0.0259	-0.0152	0
WS00111.K13	ne	-0.0201	-0.0198	-0.0193	0
WS0023.B03	da	0.1196	0.1342	0.113	0.3149
WS0046.M11	ne	0.0944	0.1379	0.0423	0.0423
Kneževo					
WS00716.F13	ne	-0.0137	-0.0131	-0.0128	0
WS0092.M15	ne	-0.3675	-0.1765	0.1268	0
WS0022.B15	ne	0.0061	0.0108	0.0098	0.0098
WS0073.H08	ne	-0.0738	-0.0685	0.056	0.0604
WS00111.K13	ne	-0.007	-0.0064	0.0062	0.0602
WS0023.B03	da	0.2263	0.2968	0.221	0.3575
WS0046.M11	ne	0.0428	0.0612	0.013	0.1019

5.3.2. Genetička varijabilnost populacija

Parametrima genetičkog diverziteta smrče u testovima potomstva u Bosni i Hercegovini bavili su se (Ballian et al., 2007a; 2007b; 2009; 2010; Mataruga et al., 2014; Cvjetković et al., 2017), korišćenjem različitih tipova i broja markera. Utvrdili su da postoji varijabilnost među istraženim populacijama. Varijabilnost smrče u testovima potomstva istražena je upotrebom 7 nSSR markera iz WS grupe (Rungis et al., 2004), te su utvrđeni osnovni parametri varijabilnosti.

Vrijednosti srednjeg broja alela po lokusu (N_a) kreće se u intervalu od 7,286, kod populacije Potoci, do 12,571, kod populacije Kneževo, dok je prosječna vrijednost 11,238. Vrijednosti efektivnog broja alela (N_e) po lokusu iznosile su od 4,296, kod populacije Potoci, do 7,893, kod populacije Kneževo, dok je prosječna vrijednost 6,656. Utvrđena heterozigotnost (H_o) je najmanja kod populacije Han Pijesak 2 i iznosi 0,609, dok je najveća kod populacije Olovo i iznosi 0,674, a slijedi je populacije Kneževo kod koje je vrijednost utvrđene heterozigotnosti 0,673 (tabela 83).

Fiksacioni indeks (F) je negativan kod populacije Potoci, i iznosi -0,052, dok sve ostale populacije imaju pozitivan fiksacioni indeks, pri čemu je maksimalna vrijednost fiksacionog indeksa utvrđena kod populacije Han Pijesak 2 u iznosu od 0,032. Prosječna vrijednost fiksacionog indeksa je približna nuli, tj. ima blago pozitivnu vrijednost od 0,007, što znači da su populacije približno u stanju HW ekvilibrijuma, odnosno da je u populacijama prisutno ukrštanje bez većih ograničenja (panmiksija). Pozitivna vrijednosti ukazuje na pojavu ukrštanja u srodstvu, ali s obzirom na vrlo malu vrijednost ovog parametra i veliku standardnu grešku (SE), može se reći da je smrča u testovima potomstva približno u HW ravnoteži (tabela 83).

U ranijim istraživanjima Cvjetković et al. (2017) naveli su populaciju Han Pijesak 2 kao populaciju sa najmanjom utvrđenom heterozigotnošću, a populaciju Kneževo kao populaciju sa najvećom heterozigotnošću. Isti je slučaj i u rezultatima koji su dobijeni istraživanjem sedam markera. Prosječni fiksacioni indeks, u odnosu na rezultate Cvjetkovića et al. (2017), ima pozitivnu vrijednost, što ukazuje na vrlo malu pojavu ukrštanja u srodstvu.

Rezultati su takođe ukazali na neophodnost uključivanja što većeg broja markera u istraživanja, jer se isključivanjem dva 2 markera u odnosu na prethodno pomenuti rad,

tj. korišćenjem sedam umjesto devet markera, kao i isključivanjem markera EAC1F04 koji se smatra nepouzdanim (Fussi et al., 2011), došlo do promjene u finalnim rezultatima istraživanja.

Takođe, dobijeni rezultati u pogledu očekivane i utvrđene heterozigotnosti su u saglasnosti sa ranijim rezultatima do kojih su došli Ballian et al. (2006; 2007a) koristeći 21 izoenzimski marker iz 13 populacija, gdje je utvrđeno da postoje značajne razlike za zapadni dio areala smrče u BiH, tj. za populaciju Prodac u BiH koja je geografski najbliža polaznoj populaciji Potoci za koju je utvrđeno da se značajno razlikuje od drugih populacija.

U poređenju sa ostalim istraživanjima u Evropi, populacije u Poljskoj su pokazale značajno veću heterozigotnost od rezultata dobijenih za testove potomstva u BiH. Očekivana heterozigotnost iznosila je $H_e=0.853$, a utvrđena $H_o=0.841$ (Nowakowska et al., 2014). Podaci se odnose na 20 populacija sa 298 uzoraka, tj. sa 12, odnosno 19 individua po populaciji istražene sa 3 mikrosatelitna markera (Pfeiffer et al., 1997; Yazdani et al., 2003). Maghuly et al. (2006) su utvrdili da se u šumama u Austriji u okolini Graca, među subpopulacijama različite starosti utvrđena heterozigotnost (H_o) u intervalu od 0,40 do 0,60, dok je očekivana heterozigotnost bila u intervalu od 0,75 do 0,85. Istraživanje je izvršeno na 450 uzoraka, sa pet dinukleotidnih SSR markera (Pfeiffer et al., 1997).

Prosječne vrijednosti heterozigotnosti bile su manje u odnosu na alpske populacije, pri čemu su uvrđene veće očekivane i utvrđene vrijednosti heterozigotnosti (Meloni et al., 2007) od smrče iz BiH. Istraživanje je vršeno na šest populacija, sa sedam SSR markera (Pfeiffer et al., 1997; Scotti et al., 2002).

Di Pierro et al. (2016) utvrdili su, upotrebom 384 SNP prajmera na 24 populacije iz Italije, da je H_o bila u intervalu od 0,237 do 0,275, H_e u intervalu od 0,243 do 0,269, dok je F_{IS} vrijednost bila značajno različita od nule u pet populacija.

Srednje vrijednosti parametara genetičke varijabilnosti po lokusima ukazuju da skoro svi posmatrani parametri imaju najveće vrijednosti za lokus WS00111.K13, koji je jedan od najpolimorfnijih, pri čemu utvrđena heterozigotnost iznosi 0,910, a očekivana 0,924. Najmanje vrijednosti heterozigotnosti utvrđene su za lokus WS0046.M11 i iznose $H_o=0,101$ i $H_e=0,110$. Fiksacioni indeks ima najveću negativnu

vrijednost za lokus WS0092.M15 ($F = -0,315$), dok je najveća vrijednost utvrđena za za lokus WS0023.B03 ($F = 0,380$) (tabela 84).

Tabela 83. Srednje vrijednosti parametara genetičke varijabilnosti po populacijama (GenAlex 6.521. Peakall i Smouse, 2005)

Populacija		Na	Ne	Ho	He	F
Han Pijesak 1	Mean	12,429	7,423	0,647	0,697	0,015
	SE	3,146	2,093	0,116	0,122	0,097
Han Pijesak 2	Mean	11,571	6,320	0,609	0,676	0,032
	SE	3,062	1,771	0,122	0,121	0,109
Foča	Mean	12,000	7,112	0,642	0,687	0,007
	SE	3,078	2,066	0,110	0,123	0,097
Potoci	Mean	7,286	4,296	0,626	0,624	-0,052
	SE	1,835	0,993	0,126	0,131	0,032
Olovo	Mean	11,571	6,891	0,674	0,696	0,016
	SE	2,991	1,871	0,106	0,112	0,072
Kneževo	Mean	12,571	7,893	0,673	0,709	0,014
	SE	3,408	2,256	0,112	0,119	0,098
Total	Mean	11,238	6,656	0,645	0,681	0,007
	SE	1,168	0,744	0,044	0,047	0,034

Tabela 84. Srednje vrijednosti parametara genetičke varijabilnosti po lokusima (GenAlex 6.521. Peakall i Smouse, 2005)

Lokus		Na	Ne	Ho	He	F
WS00716.F13	Mean	17,000	10,062	0,909	0,905	-0,014
	SE	1,291	0,919	0,016	0,008	0,010
WS0092.M15	Mean	2,833	1,611	0,497	0,378	-0,315
	SE	0,307	0,066	0,048	0,026	0,041
WS0022.B15	Mean	13,333	6,435	0,833	0,848	0,007
	SE	0,882	0,577	0,016	0,012	0,011
WS0073.H08	Mean	5,333	3,198	0,710	0,685	-0,046
	SE	0,333	0,251	0,034	0,023	0,026
WS00111.K13	Mean	20,333	12,103	0,910	0,924	0,005
	SE	1,647	0,958	0,018	0,007	0,014
WS0023.B03	Mean	17,833	12,054	0,556	0,919	0,380
	SE	1,400	1,393	0,083	0,013	0,105
WS0046.M11	Mean	2,000	1,128	0,101	0,110	0,036
	SE	0,258	0,037	0,024	0,030	0,057

Genetička diferencijacija (F_{ST}), kao pokazatelj genetičke diferencijacije između populacija u testovima potomstva, ima vrijednost od $F_{ST} = 0,017$ (tabela 85), što prema Wrightu (1987) predstavlja statistički neznačajnu varijabilnost između testiranih populacija. Peakall i Smouse (2005) naglašavaju da se ne može striktno držati skale koju navodi Wright, nego da je bitno utvrditi da li postoji genetička diferencijacija ili

ne, te koliko je ovakva diferencijacija značajna. To se može provjeriti analizom npr. nekih drugih markera (morfoloških i fizioloških). Vrijednost F_{ST} kod smrče u testovima potomstva u BiH manja je nego u Poljskoj, gdje je za 20 provenijencija i tri nSSR markera utvrđen je $F_{ST}=0,088$. Pored Poljske, veće vrijednosti genetičke diferencijacije ($F_{ST}=0,118$) zabilježene su kod osam populacija u Alpima koje je istraživao Scotti et al. (2000).

Tabela 85. Vrijednosti F-statistike (GenAlex 6.521. Peakall i Smouse, 2005)

F-Statistics	Value	P(rand >= data)
F_{ST}	0,017	0,001
Fis	0,086	0,001
Fit	0,101	0,001

Heuertz et al. (2006) je utvrdio prosječan $F_{ST}=0,117$ za sedam populacija koje potiču sa areala smrče u Evropi, pri čemu se vrijednost za pojedine alele kretala od 0 do 0,289, dok su rumunske populacije pokazale najveće vrijednosti genetičke diferencijacije. Baltičko-nordijske provenijencije, zajedno sa populacijama sa zapada Rusije, imale su vrijednosti $F_{ST}=0,026$ (Tollefsrud et al., 2009), što je malo iznad vrijednosti dobijenih za potomstvo smrče u testovima u BiH. De Pierro et al. (2016) utvrdili su da je ukupna genetička diferencijacija za 24 italijanske populacije mala i iznosi $F_{ST}=0,012$, što je manje nego u testovima potomstva u BiH, a pri tome je obuhvat populacija, u geografskom smislu, bio mnogo širi u Italiji. Slični podaci su dobijeni za Sloveniju, gdje je utvrđen F_{ST} 0,013 za izoenzime i 0,009 za nSSR markere iz 15 populacija sa 30, odnosno 70 stabala (Westergren et al., 2018). Tollefsrud et al., (2008) navode da su istraživanjima polena došli do rezultata koji ukazuju na značajno strukturisanje genetičke varijabilnosti smrče. To nije slučaj sa populacijama na sjeveru areala, što može biti jedan od razloga nešto većih vrijednosti F_{ST} kod populacija sa juga areala kojem pripada i BiH.

Utvrđeni broj migranata N_m iznosio je 14,58, što ukazuje na veliko migriranje gena unutar testiranih populacija, ali mnogo manje nego što su utvrdili Maghuly et al. (2006) za sastojine sa različitih nadmorskih visina i sličan broj migranata kao što su Meloni et al (2007) utvrdili za neke od alpskih populacija.

Nei genetička distanca (tabela 86) pokazuje da je najmanja razlika između populacija Han Pijesak 1 i Foča (1,9%), dok je najveća razlika između populacija Foča i

Potoci (7,4%). Rezultati dobijeni PoCA analizom ukazuju na grupisanje rezultata iz populacija Han Pijesak 1, Foča i Kneževo, iako su ove tri populacije geografski jako udaljene (grafikon 75). Navedeni rezultati su dobijeni primjenom softvera PAST.

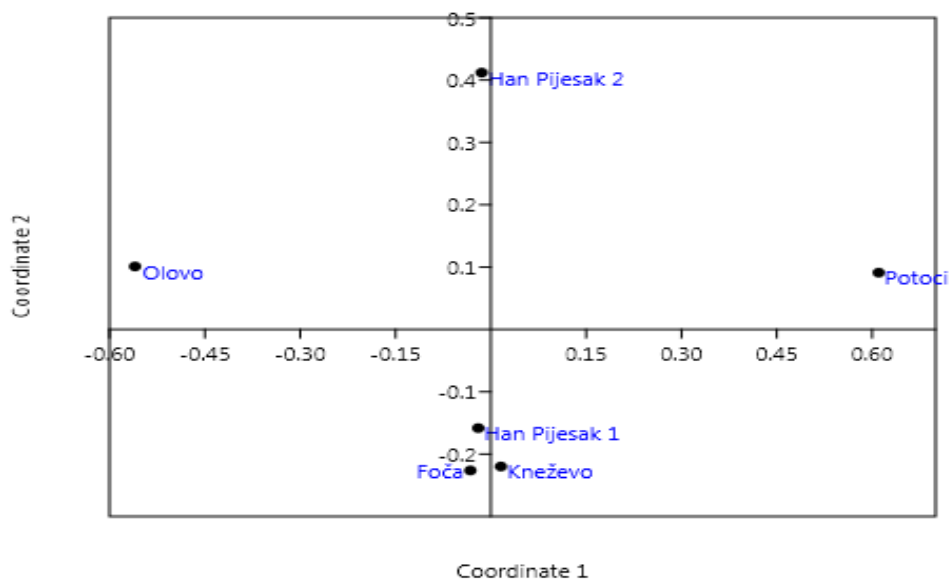
Tabela 86. Nei genetička distanca među populacijama (GenAlex 6.521. Peakall i Smouse, 2005)

Populacije	Foča	H. Pijesak 1	H. Pijesak 2	Kneževo	Olovo	Potoci
Foča	0,000					
H. Pijesak 1	0,019	0,000				
H. Pijesak 2	0,048	0,044	0,000			
Kneževo	0,028	0,022	0,041	0,000		
Olovo	0,056	0,041	0,046	0,059	0,000	
Potoci	0,074	0,057	0,057	0,060	0,065	0,000

Cvjetković et al. (2017) navode da se potomstvo smrče iz populacija Potoci i Olovo odvajaju od ostalih populacija. Slična situacija dobijena je kod istraživanja sedam markera. Populacije Potoci, Olovo i Han Pijesak izdvajaju se od ostalih populacija. Podaci su dobijeni obradom podataka u statističkom paketu Arlquin (Excoffier i Lischer) i PAST (Hammer et al., 2001).

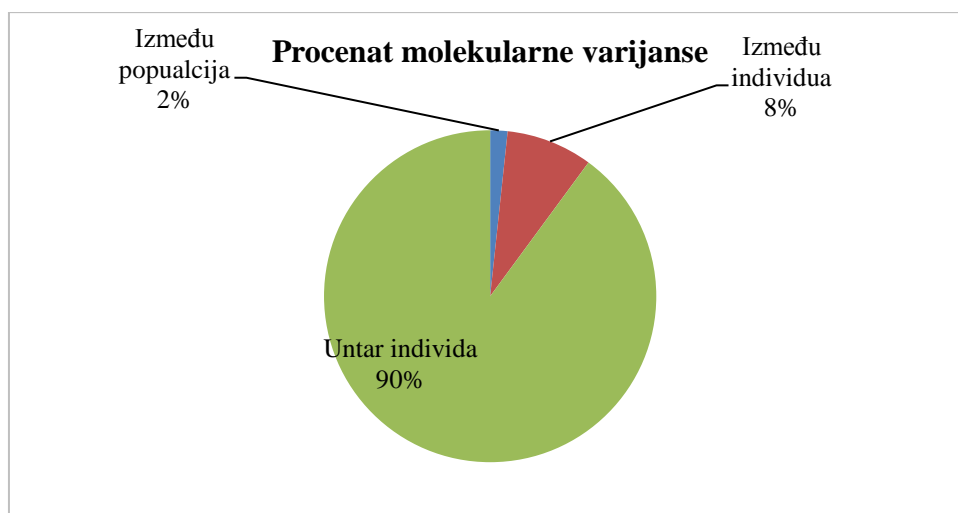
Ukoliko uporedimo dobijene podatke sa rezultatima istraživanja morfoloških parametara i preživljavanja sadnica, mogla bi se povući paralela između rezultata molekularnih markera i nekih od parametara koji su istraženi, mada za donošenje konkretnih zaključaka treba sprovesti detaljnija istraživanja na nivou molekularnih markera i praćenih osobina. Populacije Potoci i Olovo postižu najveće visine sadnica, kao i priraste sadnica u testu potomstva u Driniću, dok se populacija Han Pijesak 2 odlikuje najvećim procentom preživjelih sadnica.

U testu potomstva u Srebrenici situacija je obrnuta u pogledu populacije Han Pijesak 2. Navedena populacija je, skoro čitav period praćenja preživljavanja, imala najmanji procenat preživjelih sadnica. Sadnice koje pripadaju populaciji Potoci postizale su najveće visine i priraste skoro u svim godinama posmatranog perioda.



Grafikon 75. Raspored populacija na osnovu rezultata softvera PAST (Hammer et al., 2001)

Rezultati AMOVA analiza ukazuju da je varijabilnost između populacija svega 2%, 8% između individua, dok je ostatak variranja od 90% na unutarpopulacionom nivou (grafikon 76, tabela 87).



Grafikon 76. Varijabilnost unutar i između populacija smrče u testovima potomstva u BiH

Tabela 87. Rezultati AMOVA analize za smrču u testovima potomstva u BiH (GenAlex 6.521. Peakall i Smouse, 2005)

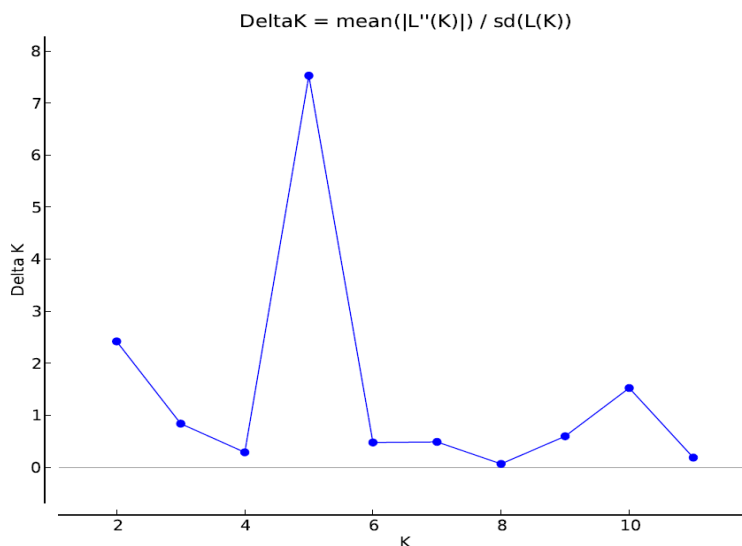
Izvor variranja	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Sredina kvadrata	Procijenjena variabilnost	%
Između populacija	5	37,423	7,485	0,042	2%
Između individua	354	933,188	2,636	0,208	8%
Unutar individua	360	799,500	2,221	2,221	90%
Total	719	1770,111		2,470	100%

5.3.3. Procjena genetičke strukture populacija primjenom *STRUCTURE* programskog paketa

Pored rezultata dobijenih primjenom GenAlex-a, rezultati su obrađeni u softveru Structure 2.3.4. (Pritchard et al., 2000). Structure je softverski paket koji omogućava izučavanje strukture populacija koristeći multi-lokusne genotipske podatke. *STRUCTURE* koristi sistematski Bajezijski klusterski pristup primjenom *Markov Chain Monte Carlo* (MCMC) procjene (Porrás-Hurtado et al., 2013), pri čemu se izdvajaju genetički homogene grupe (Evano et al., 2005). Podešeni su ulazni parametri za softver pri čemu je dužina “burn” perioda podešena na 10.000, a broj ponavljanja Markov chain Monte Carlo (MCMC) podešena je takođe na 10.000. Upotrebljen je “admixture ancestry” model u kombinaciji sa “correlated allele frequency” modelom. Vrijednost K podešena je na 1-15, dok je broj iteracija podešen na 20 prema Evano et al. (2005), pri čemu su dobijene vrijednosti “ ΔK ” za svaku iteraciju.

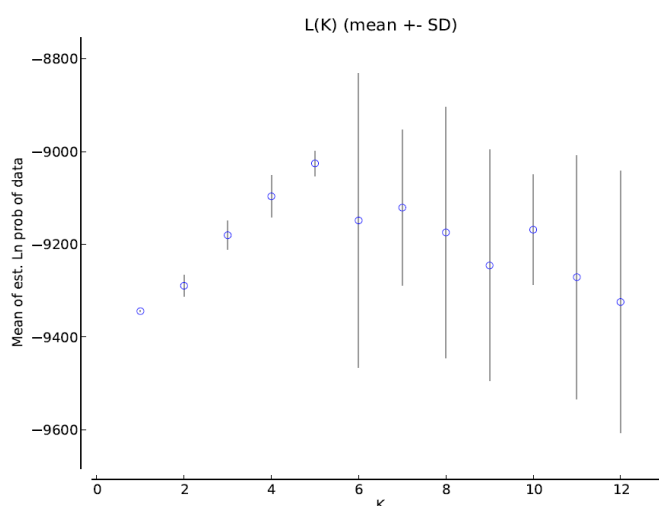
Nakon određivanja vrijednosti “ ΔK ”, neophodno je utvrditi koja od dobijenih vrijednosti “ ΔK ” je najreprezentativnija, a bazirana je na modelu drugog izvoda varijanse maksimalne vjerovatnoće procjene. Za određivanje najvjerovatnijeg broja klastera (K) u ispitivanom setu podataka, upotrijebljen je softver “Structure Harvester” (Earl i vonHoldt, 2012). Primijenjena su dva *ad hoc* metoda: ΔK metod (Evano et al., 2005), baziran na stopi promjene između dvije K vrijednosti i metod po Pritchardu et al. (2000), baziran na određivanju K vrednosti prema $\ln P(D)$ vrijednostima (log probability of data). Smatra se da iako nismo uvijek u stanju da znamo pravu vrijednost K, treba da tražimo što manju vrijednost K koja obuhvata najveći dio podataka u strukturi (Pritchard et al., 2000).

Analizirani rezultati dobijeni za populacije smrče iz testova potomstva, prema ΔK metodu (Evanno et al., 2005), primjenom softvera "Structure harvester" (Earl i vonHoldt, 2012), ukazuju na postojanje primarnog pika na $\Delta K=5$, odnosno da je to najvjerojatniji broj klastera koji će ukazati na diferencijaciju populacija (grafikon 77).



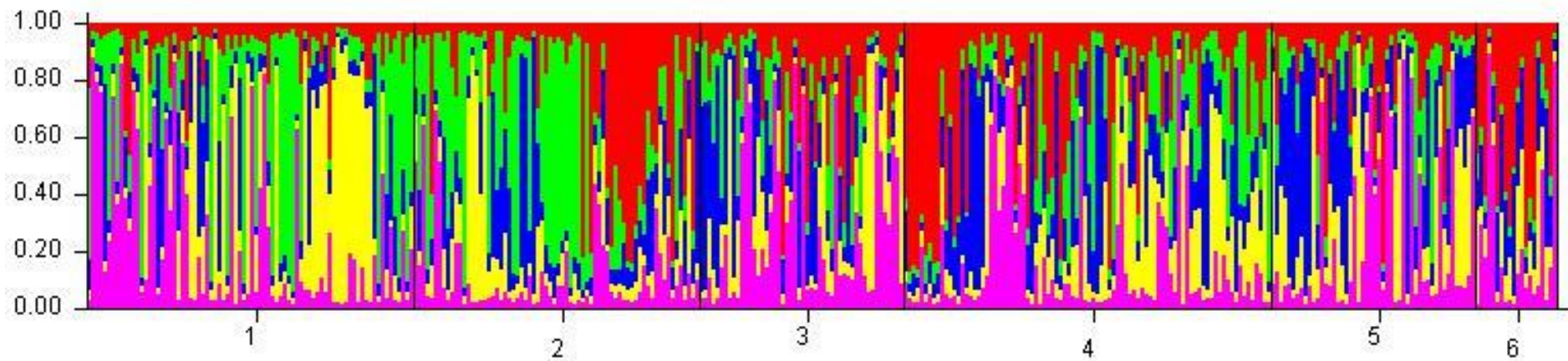
Grafikon 77. ΔK baziran na veličini promjene između dvije vrijednosti (prema Evanno et al. 2005)

Prema modelu Pritchard et al. (2000), model broj 5 se izdvojio kao najinformativniji usljed male devijacije podataka, kao i zbog opadanja vrijednosti ΔK nakon $\Delta K=5$ (grafikon 78).



Grafikon 78. Određivanje K vrijednosti bazirano je na $\ln P(D)$ vrijednostima (log probability of data) (Metod po Pritchardu et al., 2000)

Primjenom Structure harvestera, utvrđeno je da je rezultat dobijen analizom u Structure-u najinformativniji za $\Delta K=5$, odnosno da smrča iz testova potomstva potiče iz 5 “genpool”-ova. Rezultati dobijeni kao rezultat softvera Structure su prikazani na grafikonu 79. Najveće razlike se uočavaju kod populacija Foča i Han Pijesak 1, dok se populacije Han Pijesak 2 i Kneževo karakterišu većim stepenom sličnosti u odnosu na druge populacije. Populacije Olovo i Potoci takođe pokazuju određen nivo razlika u odnosu na ostale populacije. Generalno, mogu se uočiti razlike između populacija, ali su i sličnosti nastale usljed protoka gena. Ukoliko bi se posmatrali rezultati za individue koje čine populacije, moglo bi se konstatovati da postoji veliki varijabilitet unutar samih populacija nego između njih (Prilog 3).



Grafikon 79. Klaster dobijen nakon analiza podataka primjenom softvera Structure (Pritchard et al., 2000) za $\Delta K=5$

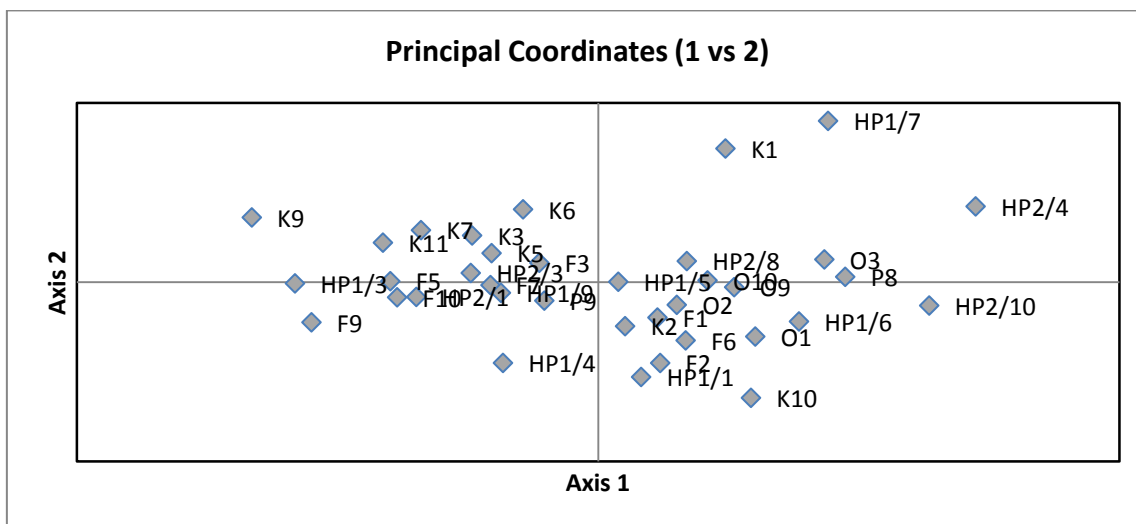
1-Foča, 2 - Han Pijesak 1, 3 -Han Pijesak 2, 4 -Kneževo, 5 -Olovo i 6 -Potoci

Pored određivanja varijabilnosti na nivou populacija, analize su sprovedene i za nivo linija polusrodnika. Obrada podataka je izvršena u GenAlex-u, pri čemu se za linije polusrodnika nije moglo ići u detalje s obzirom na veliki broj podataka, ali i na manji broj uzoraka koji reprezentuju jednu liniju polusrodnika u odnosu na populacije.

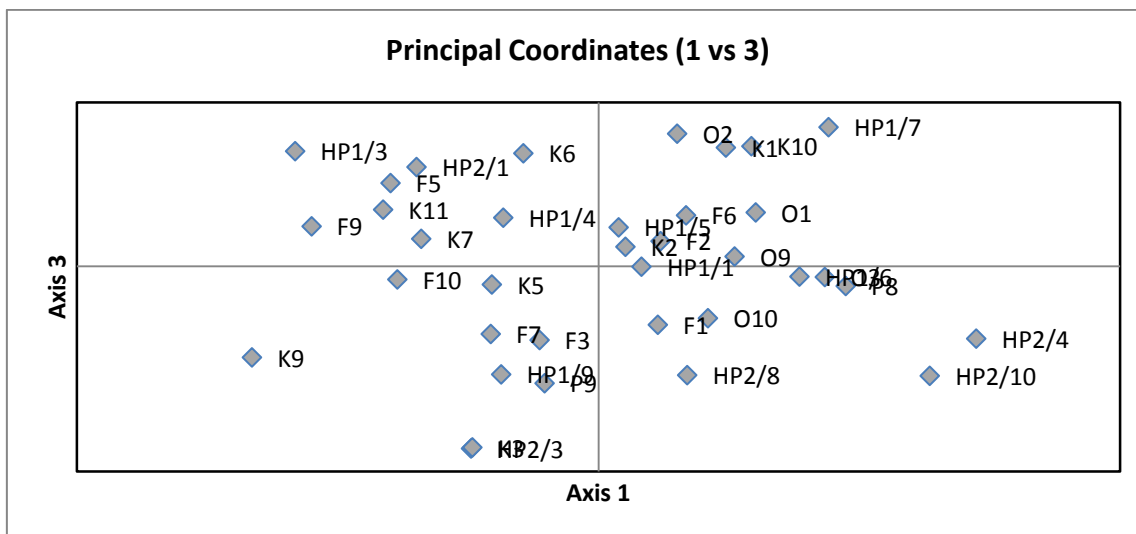
Uočljivo je da postoji prilično velika disperznost podataka za linije polusrodnika na koordinatama. Posebno se izdvaja dio grafikona gdje su prikazani rezultati ukrštanja ose 1 i 3 koji ima najveću disperznost podataka. Par linija polusrodnika se izdvaja od ostalih: HP1/7, HP2/4, HP2/10 i K1.

Ukoliko uporedimo podatke dobijene genetičkim analizama i podatke morfometrijskih analiza, moguće je uočiti obrazac gdje se npr. linija polusrodnika HP1/7 izdvaja po nekoliko morfometrijskih parametara. Linije polusrodnika HP2/4 i HP2/10 pokazuju viši procenat preživjelih sadnica u testu potomstva u Driniću, dok je situacija u testu potomstva u Srebrenici za liniju polusrodnika HP2/4 obrnuta - navedena linija polusrodnika ima skoro najmanji procenat preživjelih sadnica (grafikoni 80 i 81).

Interesantno je da se ne uočava obrazac između rezultata dobijenih molekularnim markerima i broja grana, osobinu za koju se tvrdi da je pod direktnom genetičkom kontrolom.



Grafikon 80. "Princial coordinates" grafikoni za linije polusrodnika u testovima potomstva u BiH 1 vs 2 coordinate



Grafikon 81. "Princial coordinates" grafikoni za linije polusrodnika u testovima potomstva u BiH 1 vs 3 coordinate

Osim PoCA analize, za analize na nivou linija polusrodnika, uočava se postojanje privatnih alela koji bi se mogli dovesti u vezu sa nekim od istraženih osobina sadnica smrče u testu potomstva u BiH.

Tako, linija polusrodnika K2 je linija polusrodnika koja najbrže otvara svoje pupoljke, ima za tri istraživana uzorka sa jedinstvenim alelima, što čini 33% od ukupnog broja istraženih uzoraka. Pri tome je kod prvog uzorka pronađeno dva jedinstvena alela WS0023.B03 i WS0046.M11 (tabela 88).

Linija polusrodnika HP2/8 pokazala je najveću varijabilnost u pogledu preživljavanja u testu potomstva u Driniću, a ujedno je linija polusrodnika koja ima dva jedinstvena alela na lokusima WS00111.K13; WS0023.B03 na jednom od uzetih uzoraka za analize. Linije polusrodnika HP2/4 koja se izdvaja PoCA analizom u testu potomstva u Driniću imala je najveći procenat preživjelih sadnica, dok je u testu potomstva Srebrenica situacija obrnuta: to je jedna od populacija koja je imala najmanji procenat preživjelih sadnica, a ujedno linija polusrodnika koja je imala najmanje vrijednosti visinskog prirasta u testu potomstva u Srebrenici. Navedena linija polusrodnika se izdvaja na grafikonima po sve tri ose.

Linija polusrodnika HP1/7 izdvaja se po prirastu u ranoj fazi istraživanja rasta sadnica, karakterišući se najvišim vrijednostima visinskog prirasta i prečnikom korijenovog vrata u 2014. i 2016. godini.

Najveći broj privatnih alela nađen je kod dvije linije polusrodnika iz populacije Olovo: O1 i O2. Kod linije polusrodnika O1 pronađeno je šest privatnih alela (na šest uzoraka) na lokusu WS0022.B15, dok je kod linije polusrodnika O2 takođe pronađeno šest privatnih alela na istom lokusu kao i kod linije polusrodnika O1, sa izuzetkom linije polusrodnika 2 – uzorka 3, gdje je privatni alel pronađen na lokusu WS00111.

Takođe, za liniju polusrodnika K2 za koju je na jednom od uzoraka utvrđeno prisustvo dva jedinstvena alela, utvrđeno je da najranije otvara pupoljke kod iste linije polusrodnika na druga dva uzorka po jedan jedinstveni alel (tabela 88).

Poznato je da su mnoge osobine uslovljene direktno ekspresijom odgovarajućih gena. Ti geni mogu uticati na vrlo bitne fiziološke procese kao što je početak vegetacije. Ostaje zadatak da se istraži zašto je sadnica prikazana na slici 24 (linija polusrodnika K2) ranije otvorila svoje pupoljke i da li su molekularni markeri dovoljno jasno odvojili ovu liniju polusrodnika u odnosu na sve ostale linije polusrodnika, odnosno da li su oni odgovarajući za buduću marker asistiranu selekciju.

Ukoliko se uzmu u obzir rezultati dobijeni za pojedinačne linije polusrodnika, odnosno po 10 uzoraka koji ih čine, situacija postaje nešto jasnija u pogledu samih linija polusrodnika, ali kompleksnija u pogledu diferencijacije na nivou populacija. Na primjer, najveća udaljenost na osnovu Nei distance utvrđena je za linije polusrodnika HP1/1 i HP1/7 i HP1/4 i HP1/7. Sve to ukazuje na veliki protok gena kroz istoriju smrče u Bosni i Hercegovini, te na značajan nivo inter i intra populacione varijabilnosti. Varijabilnost je preduslov za adaptaciju, te se stoga može reći da smrča vjerovatno ima sposobnost da se prilagodi promjenama koje se dešavaju u klimi BiH i šire, ali treba oprezno pristupiti selekciji budućih izvora polaznog materijala, ne samo na nivou populacije, nego i na nivou materinskih stabala.

Tabela 88. Lista jedinstvenih (privatnih) alela po linijama polusrodnika i uzorcima

Linija polu. uzorak	Populacija	Broj jedinstvenih alela	Lokus sa jedinstvenim alelima
H1/4_05	Han Pijesak 1	1	WS0092.M15
H1/6_08	Han Pijesak 1	1	WS00716.F13
H1/9_02	Han Pijesak 1	1	WS00111.K13
H2/4_05	Han Pijesak 2	1	WS0023.B03
H2/8_03	Han Pijesak 2	2	WS00111.K13; WS0023.B03
F1_04	Foča	1	WS00111.K13
F1_09	Foča	1	WS0023.B03
F2_05	Foča	1	WS00716.F13
F3_04	Foča	1	WS0073.H08
F5_02	Foča	1	WS00716.F13
F5_10	Foča	1	WS00716.F13
F6_07	Foča	1	WS00716.F13
F7_04	Foča	1	WS00716.F13
F9_02	Foča	1	WS00716.F13
F9_03	Foča	1	WS00716.F13
F9_04	Foča	1	WS00716.F13
F9_06	Foča	1	WS00716.F13
O1_03	Olovo	1	WS0022.B15
O1_05	Olovo	1	WS0022.B15
O1_07	Olovo	1	WS0022.B15
O1_08	Olovo	1	WS0022.B15
O1_09	Olovo	1	WS0022.B15
O1_10	Olovo	1	WS0022.B15
O2_01	Olovo	1	WS0022.B15
O2_03	Olovo	1	WS00111.K13
O2_05	Olovo	1	WS0022.B15
O2_06	Olovo	1	WS0022.B15
O2_09	Olovo	1	WS0022.B15
O2_10	Olovo	1	WS0022.B15
O3_01	Olovo	1	WS0023.B03
O9_04	Olovo	1	WS0022.B15
O9_09	Olovo	1	WS0073.H08
K1_10	Kneževo	1	WS00111.K13
K2_01	Kneževo	2	WS0023.B03; WS0046.M11
K2_04	Kneževo	1	WS0023.B03
K2_06	Kneževo	1	WS0023.B03
K3_03	Kneževo	1	WS0073.H08
K5_08	Kneževo	1	WS00111.K13
K7_06	Kneževo	1	WS00111.K13
K9_09	Kneževo	1	WS00111.K13
K11_05	Kneževo	1	WS0046.M11
K11_10	Kneževo	1	WS0023.B03



Slika 24. Otvorenost pupoljaka kod različitih linija polusrodnika – prikaz sadnice na kojoj su pupoljci otvoreni i ostalih sadnica oko nje kod kojih su pupoljci zatvoreni (foto: Cvjetković, 2016)

6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Istraživanje varijabiliteta morfoloških, fizioloških i genetičkih karakteristika smrče, kao i njenog preživljavanja u testovima potomstva u Bosni i Hercegovini, u cilju definisanja stepena varijabiliteta smrče iz šest najkvalitetnijih populacija, tema je ovog istraživanja. Rezultati su bazirani na četvorogodišnjem praćenju stanja i mjerenjima morfometrijskih i fizioloških parametara, kao i na analizi varijabilnosti, baziranoj na molekularnim markerima u dva testa potomstva u Bosni i Hercegovini.

Istraživanje je obuhvatilo stanje sadnica sa više aspekata u dva testa potomstva: testu potomstva u Driniću i testu potomstva u Srebrenici, koji su osnovani 2009. godine sadnim materijalom tipa 2+1n (trogodišnji sadni materijal koji je treću godinu proveo u Nisula rolnama). Testovi potomstva su podignuti na dva lokaliteta, jedan na zapadu Bosne i Hercegovine (test potomstva u Driniću) i jedan na istoku (test potomstva u Srebrenici). Uslovi u testovima potomstva se razlikuju po orografskim, klimatskim i pedološkim uslovima. Testirano je potomstvo pet populacija koje su ujedno i sjemenski objekti: Han Pijesak 1 (lokalni naziv „Kusače”), Han Pijesak 2 (lokalni naziv „Pjenovac”), Foča, Potoci i Kneževo, te potomstvo jedne populacije koja nije sjemenski objekat – populacije Olovo. To ukupno čini šest populacija koje su bile testirane u testovima potomstva. Pored testiranja na nivou populacija, testiranja su obavljena i na nivou linija polusrodnika. Istraživanja su usmjerena u nekoliko pravaca:

- istraživanje morfometrijskih karakteristika sadnica koje je obuhvatilo analize visina u periodu 2011-2016. godine i prečnika korijenovog vrata u 2014. i 2016. godini, kao i analizu broja grana u pršljenovima. Na osnovu mjerenja visina, izvedeni su prirasti koji su analizirani,

- istraživanje preživljavanja sadnica,

- istraživanje dinamike otvaranja pupoljaka, odnosno vremena početka otvaranja pupoljaka,

- istraživanje fizioloških parametara na odabranim linijama polusrodnika: neto fotosinteze, transpiracije i stomatalne provodljivosti,

- istraživanje sadržaja fotosintetičkih pigmenata,

- istraživanje varijabilnosti upotrebom kodominantnih nSSR markera.

Širokim spektrom analiziranih svojstava, nastojala se snimiti reakcija testiranog potomstva različitog porijekla na uslove izmijenjene sredine, te utvrditi da li postoji korelacija između posmatranih svojstava koja bi se mogla iskoristiti pri budućem procesu oplemenjivanja i transfera šumskog reproduktivnog materijala.

Istraživanja morfometrijskih parametara sadnica

Rezultati istraživanja visina i prečnika korijenovog vrata sadnica smrče iz testiranih populacija i linija polusrodnika ukazali su na postojanje značajnih razlika između populacija i linija polusrodnika, ali istovremeno i na populacije koje su postigle najveće visine i prečnike korijenovog vrata u oba testa potomstva. Izdvajaju se sadnice iz populacije Potoci koje su u oba testa potomstva postigle nadprosječne rezultate visina.

U testu potomstva u Driniću, sadnice iz populacije Foča postižu najmanje visine, dok je u testu potomstva u Srebrenici to slučaj sa sadnicama iz populacije Kneževo. Sadnice iz populacije Kneževo postižu dobre rezultate u testu potomstva u Driniću, te su rangirane odmah iza sadnica iz populacije Potoci, dok je u testu potomstva u Srebrenici to slučaj sa sadnicama iz populacije Olovo koje, pored velike visine, imaju i najveći prosječni prečnik korijenovog vrata. Na nivou linija polusrodnika u testu potomstva se izdvajaju linije polusrodnika O9 i F10, a u testu potomstva u Srebrenici izdvajaju se linije polusrodnika P8 i P9, a vrijedna pažnje je i linija polusrodnika K11.

Visinski prirast i prirast prečnika korijenovog vrata

Ukoliko posmatramo visinske priraste sadnica, najveći visinski prirast u testu potomstva u Drinići dostizale su populacije: Olovo, Potoci i Foča. Razlika u visinskim prirastima je iznosila svega nekoliko milimetara, te su se tri navedene populacije, tokom perioda praćenja rasta, smjenjivale na prvom mjestu. Slična situacija je i u testu potomstva u Srebrenici, osim što je umjesto populacije Foča, dobar prirast pokazala populacija Kneževo, naročito u 2015. i 2016. godini. Ista populacija postigla je i najveći debljinski prirast. Visinski prirast je bio veći u testu potomstva u Srebrenici za sve

godine, osim za 2013. godinu kada je prirast visina bio veći u Driniću nego u Srebrenici.

Na nivou linija polusrodnika, u testu potomstva u Driniću najveći visinski prirast postizale su linije polusrodnika F10 i F5, a u testu potomstva u Srebrenici situacija je dosta nejasnija jer je svake godine posmatranja druga linija polusrodnika imala najveći prirast. Može se reći da do 2013. godine linije polusrodnika iz populacije Olovo imaju najveći prirast, a nakon toga linije polusrodnika iz populacije Kneževo preuzimaju primat.

Broj grana

Broj grana se pokazao kao najstabilnije svojstvo, jer su vrijednosti u oba testa potomstva vrlo slične. To je još jedan dokaz da je ovo svojstvo pod jakom genetičkom kontrolom (Ilstedt i Eriksson, 1986; Karlsson i Högberg, 1998; Steffenrem et al., 2008). Prosječan broj grana u oba testa potomstva je skoro identičan (Drinić - 5,13; Srebrenica – 5,12). Najveći broj grana je zabilježen kod populacije Foča, dok je najmanji broj grana bio zabilježen za populacija Han Pijesak 1 i Kneževo.

Preživljavanje sadnica

Preživljavanje sadnica u oba testa potomstva je relativno mali i iznosi ispod 50% i za populacije sa najvećim procentom preživjelih sadnica. U testu potomstva u Driniću, do 2016. godine, najveći procenat preživjelih sadnica je zabiljžen za populacije Han Pijesak 1 i Han Pijesak 2, dok je populacija Kneževo bila populacija sa najmanjim procentom preživjelih sadnica i populacija sa najlošjim rezultatima u pogledu visina u testu potomstva u Driniću.

U testu potomstva u Srebrenici, sadnice iz populacije Foča imaju najveće preživljavanje. Prati je populacija Kneževo koja je u testu potomstva u Srebrenici pokazala kao populacija sa solidnim visinama, a zatim slijedi populacija Potoci. Nema korelacije između preživljavanja sadnica i rasta, što je u saglasnosti sa istraživanjima Pacalaja et al. (2002), ili je korelacija negativna (Budenau et al., 2012), što je slučaj sa npr. populacijom Kneževo.

Kada su u pitanju linije polusrodnika u testu potomstva u Driniću, izdvajaju se dvije: HP2/8 i HP2/4 koje bilježe najveći procenat preživjelih sadnica od preko 60%. U testu potomstva u Srebrenici to su linije polusrodnika K11 sa preživljavanjem sadnica preko 55% pri posljednjem mjerenju, dok linije polusrodnika F7 bilježi procenat preživjelih sadnica od 50%. Posebno je specifičan visok procenat preživljavanja sadnica linije polusrodnika K2, koja najranije otvara pupoljke početkom vegetacionog perioda.

Otvaranje pupoljaka

Smrča se u testovima potomstva odlikuje značajnom varijabilnošću u dinamici otvaranja pupoljaka. Otvaranje pupoljaka počinje ranije u testu potomstva u Srebrenici, iako je taj test na višoj nadmorskoj visini za oko 300 m. Očekivano je bilo da visinski gradijent temeprature od $+0,56^{\circ}\text{C}\cdot 100\text{m}^{-1}$ treba da snizi temperature u testu potomstvu u Srebrenici, te da se pupoljci kasnije otvaraju u ovom testu potomstva. Možemo pretpostaviti da je usljed eksponiranosti testa potomstva u Driniću sjeveru i nešto većeg nagiba terena, temperatura u testu potomstva nešto niža, te stoga kasnije kreće otvaranje pupoljaka u odnosu na test potomstva u Srebrenici.

Dinamika otvaranja pupoljaka je različita i po godinama osmatranja. Tokom 2013. godine došlo je do ranijeg otvaranja pupoljaka, već krajem aprila i početkom maja, dok je 2015. i 2016. godine otvarenje pupoljaka počelo kasnije, u prvoj ili drugoj sedmici mjeseca maja. Otvaranje pupoljaka najranije je počelo aproksimativno 114. dana od početka godine (krajem treće i početkom četvrte sedmice aprila) u testu potomstva u Srebrenici tokom 2013. godine. Otvaranje pupoljaka je zabilježeno kod populacija Han Pijesak 1 i Kneževo. Najkasnije otvaranje pupoljaka počelo je aproksimativno 131. dana (sredinom druge sedmice maja) u testu potomstva u Driniću tokom 2015. godine.

Najveća razlika između dvije populacije u početku otvaranja pupoljaka zabilježena je 2013. godine u testu potomstva u Srebrenici, kada je ta razlika iznosila 13 dana. Najmanja razlika je utvrđena takođe 2013. godine u testu potomstva u Driniću, kada je procijenjena razlika iznosila svega tri dana. U ostalim godinama razlika u početku otvaranja pupoljaka kretala se između četiri i šest dana.

Najranije otvaranje pupoljaka zabilježeno je kod populacije Kneževo prvenstveno zahvaljujući pojedinim linijama polusrodnika koje su znatno doprinijele da se prosječan broj dana za otvaranje pupoljaka produži. To su linije polusrodnika K2, koja daleko najranije počinje sa otvaranjem pupoljaka, a zatim slijede linije polusrodnika K10 i K5.

Najkasnije otvaranje pupoljaka utvrđeno je kod populacije Han Pijesak 2. Ostale populacije pokazuju približno slične rezultate vremena početka otvaranja pupoljka. Kasnije otvaranje pupoljaka variralo je po linijama polusrodnika tokom godina. Neke od njih koje su najkasnije otvarale pupoljke su: HP2/3, F10, F3, O3, F5, F7, itd.

Suma temperatura prema Hannerzu (1994) potrebnih da bi se pupoljci otvorili bila je vrlo varijabilna. Najniža temperaturna suma iznosila je 27°C i utvrđena je 2013. godine u testu potomstva u Srebrenici za populacije Han Pijesak 1 i Kneževo. Iste godine, suma temperatura za populaciju Han Pijesak 2, u istom testu potomstva, iznosila je 175,80°C. Najviša suma temperatura za sve tri godine osmatranja u oba testa potomstva iznosila je 242,80°C. Temperature sume su uglavnom komparativne sa istraživanjima u Evropi, pogotovo ako se tome doda i uticaj klimatskih promjena.

To što je došlo do većih odstupanja tokom 2013. godine, može da ukaže na činjenicu da temperaturna suma nije jedini i dovoljan parametar koji treba pratiti da bi se mogao predvidjeti početak otvaranja pupoljaka, te da treba imati u vidu i druge parametre kao što je pojava toplih perioda tokom zimske dormancije pupoljaka i dužina fotoperioda. Cilj istraživanja je bio ukazati na varijabilnost među populacijama i linijama polusrodnika koji su bili pod uticajem istih vremenskih uslova tokom godine u svakom od testova potomstva, što je i dokazano.

Kada je u pitanju dinamika otvaranja pupoljaka u odnosu na druge parametre kao što je visinski prirast, u testu potomstva u Driniću nije utvrđeno postojanje korelacije, tj. potomstvo koje je ranije otvaralo pupoljke nije imalo i najveće priraste. U testu potomstva u Srebrenici je utvrđena drugačija situacija. Rezultate treba provjeravati u smislu praćenja vremena zatvaranja pupoljaka da bi se dobila adekvatna informacija o povezanosti početka otvaranja pupoljaka i visinskog prirasta sadnica. Kod preživljavanja sadnica, situacija je obrnuta u odnosu na prirast. Ranije otvaranja

pupoljaka u testu potomstva u Driniću uslovaljavao je i manji preživljavanje sadnica, a u testu potomstva u Srebrenici nije utvrđena korelacije između posmatranih veličina.

Neto fotosinteza, transpiracija, stomatalna provodljivost i pigmenti

Vrijednosti neto fotosinteze, transpiracije i stomatalne provodljivosti pokazuju različit karakter u dva testa potomstva. Sadnice iz odabranih linija polusrodnika populacije Foča pokazale su najveću vrijednost neto fotosinteze, transpiracije i stomatalne provodljivosti u testu potomstva u Srebrenici, dok je najveća vrijednost fotosinteze u testu potomstva u Driniću utvrđena kod populacije Olovo, najveća transpiracija utvrđena je kod populacije Foča, a najveća stomatalna provodljivost kod sadnica iz populacije Potoci.

Najveća varijabilnost zabilježena je za obilježje "transpiracija" u testu potomstva u Driniću, zatim za obilježje „neto fotosinteza“, dok nisu utvrđene statistički značajne razlike za stomatalnu provodljivost, kao ni za jedno posmatrano obilježje u testu potomstva u Srebrenici. Nisu utvrđene razlike ni između prosječnih vrijednosti za odabrane linije polusrodnika.

Sadržaj fotosintetičkih pigmenta razlikovao se na nivou dva testa potomstva. Vrijednosti sva tri istražena pigmenta: hlorofila *a*, hlorofila *b*, njihove sume i karotenoida je imao veće vrijednosti u testu potomstva u Driniću nego u Srebrenici. Varijabilnost na nivou svakog od dva testa potomstva nije se pokazala velikom. Da bi se dobili validniji rezultati, potrebno bi bilo testirati više uzoraka iz oba testa potomstva i tek nakon toga bi se koncentracije pigmenta mogle dovoditi u vezu sa ostalim istraživanim parametrima.

Varijabilnost utvrđena SSR markerima

Interakcija genetičke osnove sa faktorima spoljašnje sredine dovodi do pojave razlika u fenotipskoj ekspresiji posmatrane individue. Često kvantitativne i kvalitativne karakteristike proisteknu iz navedene interakcije, te „maskiraju“ varijabilnost koja je produkt genetičke osnove. U istraživanjima morfometrijskih i fizioloških parametara, odnosno markera, javljali su se različiti nivoi varijabilnosti na nivou testova potomstva i blokova koji su uslovljeni uticajima spoljašnje sredine.

Jedino broj grana, kao svojstvo pod jakom genetičkom kontrolom, nije pokazalo značajnija odstupanja ni na nivou testova potomstva, niti na nivou blokova. Ipak, kao morfometrijski parametar, i on može podleći promjenama uslovljenim različitim abiotičkim i biotičkim faktorima, kao i subjektivnom greškom procjene. Stoga, noviji pristup naučnim istaživanjima varijabiliteta zahtijeva istraživanje varijabilnosti na nivou molekularnih markera, što je i urađeno u ovom radu. Upotrijebljeni su nSSR markeri na ukupno 360 uzoraka, pri čemu je svaka od linija polusrodnika bila zastupljena sa po 10 uzoraka, i to po pet iz svakog od dva testa potomstva.

Rezultati analize molekularnih markera ukazali su na neke bitne rezultate i u pogledu samih upotrijebljenih markera, i u pogledu varijabilnosti istraženih populacija i linija polusrodnika.

Utvrđeno je da od 11 upotrijebljenih markera, četiri markera nisu bili dovoljno informativni, te je u analizu uključeno sedam markera iz WS grupe nSSR markera (Rungis et al., 2004), dok su ostali EST-SSR markeri (Flush et al., 2011) isključeni, kao i marker EAC grupe (Scotti et al., 2002) usljed homoplazije i neefikasnosti. To je utvrđeno tokom pripreme podataka za obradu, te nije detaljnije obrazloženo u ovom radu.

Najmanja polimorfnost utvrđena je za lokus WS0046.M11, a najveća za lokus WS00111.K13, dok je najveći broj alela je utvrđen kod populacije Kneževo, ukupno 88, a slijedi populacija Han Pijesak 1 sa 87 alela. Dvije navedene populacije su najbogatije i po broju alela.

Utvrđeni broj privatnih alela na nivou populacija je 22, a najviše ih je na najpolimorfnijem lokusu WS00111.K13. Od ostalih lokusa, specifičan je WS0022.B15 koji se javljao jedino kod populacije Olovo na dva uzorka, WS0046.M11 koji se javljao samo kod populacije Kneževo i WS0092.M15 kod populacije Han Pijesak na po jednom uzorku.

Rezultati istraživanja pojave nultih alela ukazali su na postojanje nultih alela na lokusu WS0023.B03, što bi moglo ukazati na manju heterozigotnost nego što ona zaista jeste. Za sve ostale lokuse utvrđeno je da su populacije u HW ekvilibrijumu.

Genetička varijabilnost populacija je mala i iznosi $F_{ST}=0,017$ što je u rangu sa većinom evropskih istraživanja, jer je smrča poznata kao vrsta sa malim genetičkim diferenciranjem. Nei genetička distanca ukazuje da su najveće razlike između populacija Foča i Potoci, a najmanja između populacija Foča i Han Pijesak 1, Kneževa i Han Pijeska 1 i Foče i Kneževa.

Rezultati AMOVA testa ukazuju da je varijabilnost unutar individua 90%, između individua 8% i između populacija svega 2%. Varijabilnost na nivou linija polusrodnika je velika i pojedine linije polusrodnika, u okviru iste populacije, više su udaljene Nei genetičkoj distanci od ostalih linija polusrodnika iz drugih populacija.

Analizom podataka u genetičkom programu STURCURE utvrđena je vrijednost $\Delta K=5$ što pretpostavlja činjenicu da je smrča ugrađena u testove potomstva u Driniću i Srebrenici porijeklom iz pet manjih "genpool"-ova.

7. ZAKLJUČCI

Na osnovu četvorogodišnjeg istraživanja smrče u periodu 2013-2016. godine u testovima potomstva u dva testa potomstva u Bosni i Hercegovini: Driniću i Srebrenici, mogu se donijeti sljedeći zaključci:

1. Postoji značajna varijabilnost u pogledu visina i prečnika korijenovog vrata sadnica smrče na nivou testova potomstva, što ukazuje na činjenicu da različiti ekološki uslovi staništa utiču na rast i razvoj smrče u juvenilnoj fazi. Potomstvo nekih populacija pokazuje bolje rezultate (veću adaptibilnost) u oba testa potomstva (Potoci) u odnosu na druge populacije, dok potomstvo nekih od populacija pokazuje bolje rezultate samo u jednom od testova potomstva. To je slučaj sa potomstvom populacije Olovo u testu potomstva u Driniću i Kneževa u testu potomstva u Srebrenici. Potomstvo porijeklom iz populacije Potoci pokazuje najveći stepen adaptibilnosti u odnosu na potomstvo ostalih testiranih populacija.

2. Može se uslovno reći da postoje "univerzalna" populacija koje pokazuju dobre rezultate na testiranim staništima, tj. odlikuju se dobrim kvantitativnim karakteristikama, što je slučaj sa potomstvom iz sjemenske sastojine „Vršak-Uvala” u Potocima. Potomstvo navedene populacije pokazalo je superiornost u rastu u oba testa potomstva. Materinska sastojina i na prirodnom staništu pokazuje odlične rezultate, a prema ranijim rezultatima mjerenja dostignutih visina stabala materinske sastojina, utvrđeno je da ona nadilazi za jedan cio bonitetni razred najbolje sastojine smrče u Bosni i Hercegovini. Postoji vjerovatnoća da je dobar rast nasljedna osobina smrče populacije Potoci.

3. Preživljavanje sadnica je malo u oba testa potomstva, ali je izražena varijabilnost tokom posmatranih godina na nivou populacija i na nivou linija polusrodnika. Rezultati dobijeni za preživljavanje sadnica u testovima potomstva ukazuju da postoje značajne razlike u preživljavanju sadnica nivou populacija i linija polusrodnika.

4. Istraživanje potvrđuje sličnost smrče iz Bosne i Hercegovine sa smrčom u drugim evropskim istraživanjima provenijeničnih testova (Pacalaj-a et al., 2002; Budenau et al., 2010) u pogledu varijabilnosti korelacije preživljavanja smrče i rasta. Preživljavanje smrče i rast su varijabilni i nisu međusobno u korelaciji, ili su pak u negativnoj korelaciji.

5. Nije moguće utvrditi jasnu vezu između geografskog rasporeda polaznih populacija i rezultata dobijenih istraživanjima. Iako nije sprovedena regresiona analiza prostornog rasporeda i rezultata posmatranih obilježja, na osnovu rezultata analize bliskosti, tj. klaster analize, može se reći da ne postoji jasan geografski obrazac rasporeda populacija koji bi bio kompatibilan vrijednostima dobijenim mjerenjima i osmatranjem. Jedino u testu potomstva u Srebrenici u jedan klaster grupišu se rezultati iz geografski bliskih populacija: Han Pijesak 1, Han Pijesak 2 i Olovo, ali se ostale populacije ne diferenciraju u više klastera.

6. Broj grana je pod jakom genetičkom kontrolom. Nisu utvrđene statistički značajne razlike na nivoima testova potomstva i blokova. Prosječan broj grana se kreće oko pet, a najviše grana je zabilježeno kod populacije Foča. Rezultate treba imati u vidu pri eventualnim kasnijim istraživanjima uticaja broja grana na kvalitet drveta u cilju njegove mehaničke prerade.

7. Otvaranje pupoljaka se pokazalo kao vrlo varijabilna osobina, pogotovo na nivou linija polusrodnika. Izdvaja se populacija Kneževo, kao populacija čije potomstvo je u oba testa, i u Driniću i u Srebrenici, najranije počinjalo sa otvaranjem pupoljaka. Populacija Han Pijesak 2 je bila populacija koja je najkasnije počela sa otvaranjem pupoljaka. Izdvaja se linija polusrodnika K2, koja je daleko najranije otvarala pupoljke u odnosu na sve ostale linije polusrodnika.

8. Rezultati mjerenja neto fotosinteze, transpiracije i stomatalne provodljivosti nisu ukazali na značajnije diferenciranje potomstva populacija. Diferenciranje je uočeno samo u testu potomstva u Driniću za obilježja “neto fotosinteza” i “transpiracija”. Takođe, istraživanje sadržaja pigmenta nije pokazalo rezultate čije razlike bi bile statistički značajne. Da bi se donosili adekvatni zaključci bazirani na vrlo važnim rezultatima mjerenja fizioloških parametara, neophodno bi bilo pratiti veći broj sadnica u okviru linija polusrodnika i populacija u oba testa potomstva.

9. Genetička varijabilnost smrče je relativno mala usljed velikog protoka gena među populacijama i iznosi $F_{ST}=0,017$, što ukazuje na malu diferencijaciju smrče unutar areala. Iako je areal smrče disjunktan, postoji izražen transfer gena među populacijama, a u prilog tome govori i podatak o velikom broju migranata. S obzirom na sličnost rezultata genetičke diferencijacije populacija sa podacima iz Evrope, može se konstatovati da potomstvo smrče u testovima potomstva u Bosni i Hercegovini nije

izgubilo puno od svog diverziteta imajući u vidu da je prošlo proces selekcije pri odabiru populacija i materinskih stabala.

10. Na osnovu rezultata genetičkih analiza, može se reći da potomstvo smrče u testovima potomstva u Bosni i Hercegovini potiče iz pet "genpool"-ova. To je, kao što je ranije navedeno, posljedica nesmetanog protoka gena smrče u Bosni i Hercegovini.

11. Pojava privatnih alela ukazuje na činjenicu da postoje specifični aleli iako je protok gena nesmetan i vrijednost F_{ST} mala i da pojavu takvih alela treba uzeti u razmatranje pri transferu šumskog reproduktivnog materijala i pri daljem oplemenjivanju smrče u testovima potomstva.

12. Uzimajući sumarno u obzir sve rezultate dobijene istraživanjem potomstva smrče u dva testa: Driniću i Srebrenici, može se utvrditi da je smrča pokazala bolje rezultate u testu potomstva u Srebrenici nego u Driniću. Test potomstva u Srebrenici se nalazi u pojasu smrčevih šuma, te je potomstvo smrče na tom lokalitetu bliže svom optimumu nego što je to slučaj sa smrčom u testu potomstva u Driniću. Na to ukazuju šumske zajednice koje se nalaze u okruženju testova potomstva. Test potomstva u Srebrenici okružen je šumom smrče, sa jedne strane, i bukve, sa druge strane. U šumama koje okružuju test potomstva u Driniću dominira bukva vrlo dobrog kvaliteta, uz jelu. Stoga, pri transferu reproduktivnog materijala smrče, treba proučiti uslove sredine u koju se unosi, koji izvor polaznog materijala će dati potomstva (sadnice) koje će postići najbolje rezultate u novom zasadu, tj. da li njen potencijal može da bude adekvatno iskorišten.

13. Rezultati istraživanja mogu da budu aplikativni i u nauci i u praksi. U praksi bi se rezultati mogli koristiti u svrhu definisanja potencijala izvora reproduktivnog materijala, te pravaca transfera reproduktivnog materijala na nova staništa. Sa naučnog aspekta dalje aktivnosti u radu sa smrčom u testovima potomstva treba usmjeriti na selekciju linija polusrodnika koje imaju visok procenat preživljavanja i na linije polusrodnika koje se odlikuju dobrim rastom. Jedna od opcija je njihovo ukrštanje, te dalje praćenje potomstva u očekivanju pozitivnog heterozisa. Druga opcija je sakupljanje vegetativnog reproduktivnog materijala sa linija polusrodnika poželjnih osobina, te vegetativna propagacija u cilju podizanja klonske sjemenske plantaže.

14. Svi rezultati dobijeni su u juvenilnoj fazi ontogeneze smrče. Da bi se mogla analizirati adaptibilnost smrče i dobiti rezultati na kojima bi se mogli bazirati dugoročni

planovi transfera reproduktivnog materijala, neophodno je nastaviti mjerenja morfoloških parametara sadnica i pratiti fiziološke parametre u dva testa potomstva, te u komparaciji sa dobijenim rezultatima u ovom radu, praviti buduće planove za rad sa smrčom u BiH. Budući planovi treba da se odnose na podizanje *ex situ* zasada smrče, ali i jasnije definisanje *in situ* mjera zaštite genfonda smrče.

8. LITERATURA

1. Aarrestad, P.A., Myking, T., Stabbetorp, O.E. Tollefsrud, M.M. (2014). Foreign Norway spruce (*Picea abies*) provenances in Norway and effects on biodiversity. *NINA Report* 1075, 1- 39.
2. Abrams, M. D. (1994). Genotypic and phenotypic variation as stress adaptations in temperate tree species, a review of several case studies. *Tree Physiology* 14, 833-842.
3. Ač, A., Malenovský, Z., Urban, O., Hanuš, J., Zitová, M., Navrátil, M., Vráblová, M., Olejníčková, J., Špunda, V., Marek, M. (2012). Relation of chlorophyll fluorescence sensitive reflectance ratios to carbon flux Measurements of Montanne Grassland and Norway Spruce Forest Ecosystems in the Temperate Zone. *The Scientific World Journal* Volume 2012, Article ID 705872, 13 pages doi: 10.1100/2012/705872.
4. Achere, V.F., Favre, J.M., Besnard, G., Jeandroz, S. (2005). Genomic organization of molecular differentiation in Norway spruce (*Picea abies*). *Molecular Ecology* 14, 3191–3201.
5. Alberto, F.J., Aitken, S.N., Santiago, R.A., González-Martínez, S.C., Hänninen, H., Kremer, A., Lefèvre, F., Lenormand, T., Yeaman, S., Whetten, R., Savolainen, O. (2013). Potential for evolutionary responses to climate change – evidence from tree populations. *Global Change Biology* 19, 1645–1661.
6. Andrić, I., Poljak, I., Milotić, M., Idžojić, M., Kajba, D. (2016). Leaf phenology characteristics of narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) in clonal seed orchard. *Šumarski list* 3–4, CXXXX, 117–126.
7. Androsiuk, P., Shimono, A., Westin, J., Lindgren, D., Fries, A., Wang, X.-R. (2012). Genetic status of Norway spruce (*Picea abies*) breeding populations for northern Sweden. *Silvae Genetica* 62 (3), 127-136.
8. Aranda, I., Gil, L., Pardos, J. (1996). Seasonal water relations of three broadleaved species (*Fagus sylvatica* L., *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl. and *Quercus pyrenaica* Willd.) in a mixed stand in the centre of the Iberian Peninsula. *Forest Ecology and Management* 84 (1-3), 219–229.
9. Aubin, I., Garbe, C.M., Colombo, S., Drever, C.R., McKenney, D.W., Messier, C., Pedlar, J., Sander, M.A., Venier, L., Wellstead, A.M., Winder, R., Witten, E., Ste-Marie, C. (2011). Why we disagree about assisted migration: Ethical implications of a key debate regarding the future of Canada's forests. *The Forestry Chronicle* 87, 755-765.
10. Augspurger, C.K. (2009). Spring 2007 warmth and frost, phenology, damage and refoliation in a temperate deciduous forest. *Functional Ecology* 23, 1031–1039.
11. Azeez, A., Sane, A.P. (2015). Photoperiodic growth control in perennial trees. *Plant Signaling & Behavior*, Vol 10, Issue 12, e108763, 1-4.

12. Badeck, F.W., Bondeau, A., Böttcher, K., Doktor, D., Lucht, W., Schaber, J., Sitch, S. (2004). Responses of spring phenology to climate change. *New Phytologist* 162, 295–309.
13. Bajić, D., Trbić, G. (2016). Klimatski atlas Bosne i Hercegovine. Temperature i padavine (1961-1990, A1B 2001-2030, A1B 2071-2100, A2 2071-2100). Univerzitet u Banjoj Luci, Prirodno-matematički fakultet Banja Luka, online izdanje [Preuzeto 22.01.2018 sa http://www.unfccc.ba/klimatski_atlas].
14. Ballian, D. (2000). Kvaliteta sadnog materijala u rasadnicima u Federaciji Bosne i Hercegovine. Seminar „Sjemensko-rasadnička proizvodnja u BiH – Aktuelno stanje i perspektive“, Brčko, *Zbornik radova*, 76-78.
15. Ballian, D., Bogunić, F., Božič, G. (2006). Smreka u Bosni i Hercegovini. *Radovi šumarskog fakulteta u Sarajevu* No. 1, 77-85.
16. Ballian, D., Bogunić, F., Božič, G. (2007a). Genetička varijabilnost obične smreke *Picea abies* /L./ Karst. u Bosanskom dijelu Dinarida. *Šumarski list* br. 5–6, CXXXI, 237-246.
17. Ballian, D., Bogunić, F., Konnert, M., Kraigher, H., Pučko, M., Božič, G. (2007b). Genetička diferenciranost subpoulacija obične smrče (*Picea abies* (L.) Karst.) na planini Igman. *Šumarski list* br. 1-2, CXXI, 13-24.
18. Ballian, D., Bogunić, B., Božič, G. (2009). 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.
19. Ballian, D. (2010). Genetic diversity of forests in Bosnia and Herzegovina. *Works of the Faculty of Forestry University of Sarajevo* No. 2, 1-9.
20. Ballian, D., B. Jukić, B. Balić, D. Kajba, von Wuehlisch, G. (2015). Fenološka varijabilnost obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u međunarodnom pokusu provenijencija. *Šumarski list* 11-12, 521-533.
21. Ballian, D., Božič, G. (2017). Biokemijska varijabilnost smreke (*Picea abies* Karst.) u Bosni i Hercegovini. Udruženje inženjera i tehničara šumarstva Federacije Bosne i Hercegovine (UŠIT FBiH), 1-220.
22. Ballian, D., Kvesić, S. (2017). Značaj smreke (*Picea abies* Karst.) u kontekstu njene varijabilnosti. *Naše Šume* 46, Udruženje inženjera i tehničara Federacije FBiH i Hrvatsko šumarsko društvo, 24-38.
23. Basler, D., Körner, C. (2012). Photoperiod sensitivity of bud burst in 14 temperate forest tree species. *Agricultural and Forest Meteorology* 165, 73–81.
24. Basler, D. (2016). Evaluating phenological models for the prediction of leaf-out dates in six temperate tree species across central Europe. *Agricultural and Forest Meteorology* 217, 10–21.
25. Bergmann, F. (1991). Causes and consequences of species-specific genetic variation patterns in European forest tree species, examples with Norway spruce and Silver Fir. In: Müller-Starck, G., Ziehe, M. (eds.) Genetic variation in

- European populations of forest trees, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main, 192-204.
26. Berlin, M., Jansson, G., Högberg, K.A. (2015). Genotype by environment interaction in the southern Swedish breeding population of *Picea abies* using new climatic indices. *Scandinavian Journal of Forest Research* Vol. 30, No. 2, 112–121.
 27. Besnard, G., Acheré, V., Jeandroz, S., Johnsen, Ø., Rampant, P.F., Baumann, R., Müller-Starck, G., Skrøppa, T., Favre, J.-M. (2008). Does maternal environmental condition during reproductive development induce genotypic selection in *Picea abies*? *Annals of Forest Science* 65(1), 109.
 28. Beuker, E. (1994). Adaptation to climatic changes of the timing of bud burst in populations of *Pinus sylvestris* L. and *Picea abies* (L.) Karst. *Tree Physiology* 14, 961-970.
 29. Beuker, E., Valtonen, E., Repo, T. (1998). Seasonal variation in the frost hardiness of Scots pine and Norway spruce in old provenance experiments in Finland. *Forest Ecology and Management* 10, 87–98.
 30. Beus, V. (1984). Vertikalno raščlanjenje šuma u svjetlu odnosa realne i primarne vegetacije u Jugoslaviji. *Radovi ANUBiH* 76, Odjeljenje Prirodno-Matematičkih nauka 23, 23-32.
 31. Bobrov, E.G. (1972). Die introgressive Hibridization in der Gattung *Picea* A. Dietr. *Symposium Biologica Hungarica*, 12: 141-148.
 32. Bohn, U., Gollub, G., Hettwer, H., Neuhäuslová, Y., Raus, T., Schlüter, H., Weber, H. (2004). Map of natural vegetation of Europe. Federal Agency for *Nature Conservation*, 1-512.
 33. Bošel'a, M., Sedmák, R., Sedmáková, D., Marušák, R., Kulla, L. (2014). Temporal shifts of climate–growth relationships of Norway spruce as an indicator of health decline in the Beskids, Slovakia. *Forest Ecology and Management* 325, 108–117.
 34. Brunner, A.M., Evans, L.M., Hsu, C.Y., Sheng, X. (2014). Vernalization and the chilling requirement to exit bud dormancy, shared or separate regulation? *Frontiers in Plant Science* 5, 732.
 35. Bucalo, V. (1999). Šumske fitocenoze planine Jadovnik. Šumarski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, 141-283.
 36. Bucci, G., Vendramin, G.G. (2000). Delineation of genetic zones in the European Norway spruce natural range: preliminary evidence. *Molecular Ecology* 9, 923–934.
 37. Budeanu, M., Șofletea, N., Pârnută, G. (2012). Testing Romanian seed sources of Norway spruce (*Picea abies*): results on growth traits and survival at age 30. *Annals of Forest Research* 55(1): 43-52.
 38. Burczyk, J., Giertych, M. (1991). Response of Norway spruce to drought for various provenances and locations. *Silvae Genetica* 40, ³/₄, 146-152.

39. Busov, V., Yordanov, Y., Gou, J., Meilan, R., Ma, C., Regan, S., et al. (2010). Activation tagging is an effective gene tagging system in *Populus*. *Tree Genetics and Genomes*, DOI, 10.1007/s11295-010-0317-7.
40. Busov, V., Carneros, E., Yakovlev, I. (2015). EARLY BUD-BREAK1 (EBB1) defines a conserved mechanism for control of bud-break in woody perennials, *Plant Signaling & Behavior*, Vol 11, Issue 2, e1073873, 1-4.
41. Butulija, S., Nenad, B. (1980). Neke karakteristike sistemskih rješenja za pošumljvanje u Bosni i Hercegovini. *Šumarstvo i prerada drveta*, Vol. 7-9, XXXIV, 217-225.
42. Carneros, E., Yakovlev, I., Viejo, M., Olsen, J.E., Fossdal, C.G. (2017). The epigenetic memory of temperature during embryogenesis modifies the expression of bud burst-related genes in Norway spruce ecotypes. *Planta* 246, 553–566.
43. Čengić, M., Đozić, A. (2014). Konačni izvještaj revizije učinka „Nedovoljna obnova šuma u Federaciji BiH kao posljedica neefikasnog sistema upravljanja šumama“. Bosna i Hercegovina, Federacija Bosne i Hercegovine, Ured za reviziju institucija u FBiH, Sarajevo, 19-21.
44. Cesar, V., Lepeduš, H. (2001). Peroxidase activity, soluble proteins and chlorophyll content in spruce (*Picea abies* L. Karst.) needles affected by cement dust. *Acta Bot. Croat.* 60 (2), 227-235.
45. Chen, J., Källman, T., Ma, X., Gyllenstrand, N., Zaina, G., Morgante, M., Bousquet, J., Eckert, A., Wegrzyn, J., Neale, D., Lagercrantz, U., Lascoux, M. (2012). Disentangling the Roles of History and Local Selection in Shaping Clinal Variation of Allele Frequencies and Gene Expression in Norway Spruce (*Picea abies*). *Genetics*, Vol. 191, 865–881.
46. Chevarria, M.V. (2005). Genetic characterisation of populations from the European natural range of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) by means of EST markers, Technischen Universität München, *Die Dissertation*, 1-69.
47. Chmura, D.J. (2006). Phenology differs among Norway spruce populations in relation to local variation in altitude of maternal stands in the Beskidy Mountains. *New Forests* 32, 21–31.
48. Cienciala, E., Lindroth, A., Čermak, J., Hällgren, J.-E., Kučera, J. (1994). The effect of availability of transpiration, water potential and growth of *Picea abies* during growth season. *Journal of Hydrology* 155, 57-71.
49. Čolić, D. (1953). Staništa Pančičeve omorike na desnoj strani Drine. *Zaštita prirode* 4-5, 425-659.
50. Collignon, A. M., Favre, J.M. (2000). Contribution to the postglacial history at the Western Margin of *Picea abies* natural area using RAPD Markers. *Annals of Botany* 85, 713-722.
51. Collignon, A. M., Van de Sype, H., Favre, J.M. (2002). Geographical variation in random amplified polymorphic DNA and quantitative traits in Norway spruce. *Canadian Journal of Forest Research* 32(2), 266-282.

52. Cooke, J.E.K., Eriksson, M.E., Junttila, O. (2012). The dynamic nature of bud dormancy in trees, environmental control and molecular mechanisms. *Plant Cell Environment* 35, 1707-1728.
53. Coumou, D., Rahmstorf, S. (2012), A decade of weather extremes. *Nature Climate Change*, 491-496.
54. Cvjetković, B., Mataruga, M., Šijačić-Nikolić, M., Daničić V., Lučić A. (2015a). Bud burst and height increment of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) in progeny tests in Bosnia and Herzegovina. International Conference "Reforestation Challenges", *Proceedings*, 251-259.
55. Cvjetković, B., Mataruga, M., Šijačić-Nikolić, M., Ivetić, V., Daničić, V., Stojnić, S., Stojanović, M. (2015b). Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) Seedlings survival in progeny test "Drinić". *Bulletin of Faculty of Forestry Banja Luka* 22, 5-14.
56. Cvjetković, B., Mataruga, M., Šijačić-Nikolić, M., Daničić, V., Stojnić, S. (2016a). Survival of Norway spruce seedlings (*Picea abies* (L.) Karst.) in progeny test "Srebrenica" in purpose of transfer of forest reproductive material of this species. The third Republic of Srpska Biologist and Ecologist Symposium, *Proceedings*: 75-86.
57. Cvjetković, B., Mataruga, M., Šijačić-Nikolić, M., Dukić, V., Popović, V. (2016b). Variability of Norway spruce morphometric characteristics in progeny tests in Bosnia and Herzegovina, *Bulletin of Faculty of Forestry Belgrade* 113, 11-35.
58. Cvjetković B., Konnerth, M. Fussi, B. Mataruga, M., Šijačić-Nikolić, M, Daničić, V., Lučić, A (2017). Norway spruce (*Picea abies* Karst.) variability in progeny tests in Bosnia and Herzegovina. *Genetika* Vol 49, No 1, 259- 272.
59. Čelik, Dž., Mehić, F. (2016). Statistički godišnjak/ljetopis Federacije BiH /Šumarstvo/. Federalni zavod za statistiku BiH, 19-38.
60. Dai, A. (2011): Drought under global warming: a review. *Advanced Review*, Volume 2, 45-65.
61. Dai, A. (2013): Increasing drought under global warming in observations and models. *Nat. Clim. Change* 3, 52–58.
62. Danell, Ö. (1991a). Survey of past, current and future Swedish forest tree breeding. *Silva Fennica* 25, 241-247.
63. Danell, Ö. (1991b). Possible gains in initial stages for a national tree breeding program using different techniques. *Forest Tree Improvement* 23, 11-30.
64. Daničić, V., Isajev, V., Mataruga, M., Cvjetković, B., Milijević, I. (2012). Variability of photosynthetic pigments content of Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) in the seed orchard "Stanovi" near Doboj. 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*, 687-697.

65. Danusevičius, D., Persson, B. (1998). Phenology of natural Swedish populations of *Picea abies* as compared with introduced seed sources. *Forest Genetics* 5(4), 211–220.
66. Danusevičius, J., Gabrilavičius, R., Danusevičius, D. (2009). Gene conservation and breeding programs for *Picea abies* in Lithuania, present-day achievements. *Dendrobiology*, vol. 61, *Supplement*, 83–86.
67. De Reaumur, R.A.F. (1735). Comparees avec celles qui ont ete faites sous la ligne, a l'isle de France, a Alger et quelques unes de nos isles de l'Amerique. *Memoires de l'Academie des Sciences de Paris, France*.
68. Dhuli, P., Rohloff, J., Strimbeck, G.R. (2014). Metabolite changes in conifer buds and needles during forced bud break in Norway spruce (*Picea abies*) and European silver fir (*Abies alba*). *Frontiers in Plant Science*, Vol 5, Article 706, 1-13.
69. Di Pierro, E.A., Mosca¹, E., Rocchini, D., Binelli, G., Neale, D.B., La Porta, N. (2016). Climate-related adaptive genetic variation and population structure in natural stands of Norway spruce in the South-Eastern Alps. *Tree Genetics & Genomes*, 12:16, 1-16.
70. Ditmarová, Ľ., Kurjak, D., Palmroth, S., Kmet', J. i Střelcová, K. (2009). Physiological responses of Norway spruce (*Picea abies*) seedlings to drought stress. *Tree Physiology*, 1-9.
71. Dizdarević, H., Prolić, N., Pintarić, K., Luteršek, D., Uščuplić, M., Vukorep, I., Stefanović, V. (1987). Revizija postojećih i izdvajanjne novih sjemenskih sastojina i proučavanje bioloških karakteristika smrče, jele, bijelog i crnog bora u funkciji proizvodnje kvalitetnog sjemena za potrebe šumarstva SR BiH. Šumarski fakultet u Sarajevu, Sarajevo, 2-14.
72. Domerling, I. (1982). Frost resistance during bud flashing and shoot elongation of in *Picea abies*. *Silva Fennica*, Vol 16, No 2, 167-177.
73. Dormling, I. (1973). Photoperiodic control of growth and growth cessation in Norway spruce seedlings. - Symposium on Dormancy in Trees, Kornik, Poland, 16.
74. Drešković, N., Đug, S., Stupar, V., Hamzić, L., Lelo, S., Muratović, E, et al. (2011). Natura 2000 – Bosna i Hercegovina. Sarajevo, Centar za okolišno održivi razvoj.
75. Drugi nacionalni izvještaj Bosne i Hercegovine za UNFCCC (2013). Strategija prilagođavanja na klimatske promjene i niskoemisionog razvoja za Bosnu i Hercegovinu, 33-169.
76. Dumolin, S., B., Demesure, Petit, R. J. (1995). Inheritance of chloroplast and mitochondrial genomes in pedunculate oak investigated with an efficient PCR method. *Theoretical and Applied Genetics* 91, 1253–1256.
77. Earl, D. A., von Holdt, M. (2012). STRUCTURE HARVESTER: A website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method. *Conservation Genetics Resources* vol. 4 (2): 359-361.

78. Ekberg I., Eriksson G., Weng, Y. (1985). Between and within-population variation in growth rhythm and plant height in four *Picea abies* populations. *Studia Forestalia Suecica* 167, 3-14.
79. Erefur, C., Bergsten, U., Lundmark, T., de Chantal, M. (2011). Establishment of planted Norway spruce and Scots pine seedlings, effects of light environment, fertilization, and orientation and distance with respect to shelter trees. *New Forests* 41, 263–276.
80. Eriksson, G. (2010). *Picea abies* - Recent Genetic Research. Genetic Center Department of Plant Biology and Forest Genetics, SLU, 6-196.
81. Evanno, G., Regnaut, S., Goudet, J. (2005). Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. *Molecular Ecology* 14, 2611–2620.
82. Excoffier, L., Lischer, H.E.L. (2010). Arlequin suite ver 3.5: A new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows. *Molecular Ecology Resources*. 10, 564-567.
83. Falk, W., Hempelmann, N. (2013). Species favourability shift in Europe due to climate change: A case study for *Fagus sylvatica* L. and *Picea abies* (L.) Karst. based on an ensemble of climate models. *Journal of Climatology*, Volume 2013, Article ID 787250, 1-18.
84. Falkenhagen, E.R. (1990). Pine Provenance Research in South Africa: Promises and Problems. *South African Forestry Journal* 153, 72-76.
85. Fløistad, I.S. (2002). Effects of excessive nutrient supply and short day treatment on autumn frost hardiness and time of bud break in *Picea abies* seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17, 295–303.
86. Fløistad, I.S., Kohmann, K. (2004). Influence of nutrient supply on spring frost hardiness and time of bud break in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seedlings. *New Forests* 27, 1–11.
87. Fluch, S., Burg, A., Kopecky, D., Homolka, A., Spiess, N., Vendramin, G.G. (2011). Characterization of variable EST SSR markers for Norway spruce (*Picea abies* L.). *BMC Research Notes* 4, 401.
88. Frank, A., Sperisen, C., Howe, G.T., Brang, P., Walthert, L. (2017). Distinct genecological patterns in seedlings of Norway spruce and silver fir from a mountainous landscape. *Ecology*, Vol. 98(1), 211-227
89. Frewen, B.E., Chem, T.H.H., Howe, G.T., Davis, J., Rohde, A., Boerjan, W., et al. (2000). Quantitative trait loci and candidate gene mapping of bud set and bud flush in *Populus*. *Genetics* 154, 837-845.
90. Fukarek P. (1951). Staništa omorike nakon šumskih požara u 1946/47., *Šumarski list*, godište LXXV, Zagreb, 61-75.
91. Fukarek, P. (1957). Neke starije i novije rasprave o Pančičevoj omorici, *Šumarstvo* br. 3- 4, Beograd, 254-257.

92. Fukarek, P. (1970). Areali rasprostranjenosti bukve, jele i smrče na području Bosne i Hercegovine. Akademija Nauka i Umjetnosti Bosne i Hercegovine, *Knjiga 11*, 235-256.
93. Fussi, B., Belle, C., Blanc-Jolivet, C., Liesebach, H., Buiteveld, J., Piotti, A., Spanu, I., Vendramin, G.G., Guichoux, E., Tröber, U., Jahn, D., Mengl, M., Heinze, B. (2011). Designing Trees for the Future. D7.2 – *Report on cross-validation of molecular marker identification protocols*. Trees4Future, Project No. 284181.
94. Gall, R., Landolt, W., Schleppei, P., Michellod, V., Bucher, B. (2002). Water content and bark thickness of Norway spruce (*Picea abies*) stems: phloem water capacitance and xylem sap flow. *Tree Physiology* 22, 613–623.
95. Galović, V., Šijačić-Nikolić, M., Šafhauzer, R., Čortan, D., Orlović, S. (2015). Genetic differentiation of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) trees with different crown types from the mountain Golija. *Genetika*, Vol. 47, No. 3, 849-861.
96. Gartner, K., Leitgeba, E., Nadezhdinab, N., Englischa, M., Cermakb, J. (2009). Sap flow of birch and Norway spruce during the European heat and drought in summer. *Forest Ecology and Management* 258, 590–599.
97. Ge, Z.-M., Kellomäki, S., Peltola, H., Zhou, X., Väisänen, H. (2013). Adaptive management to climate change for Norway spruce forests along a regional gradient in Finland. *Climatic Change* 118, 275–289.
98. Geburek, T. (1999). Genetic variation of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) populations in Austria. Macrospatial allozyme patterns of high elevation populations. *Forest Genetics* 6 (3), 201-211.
99. Geburek, T., Robitschek, K., Milasowszky, N. (2008). A tree of many faces, Why are there different crown types in Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.). *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, Volume 203, Issue 2, 126–133.
100. Genys, J.B., Harman, D.M., Fuller, K.B. (1984). Growth rates of Norway spruce (*Picea abies*) from 46 diverse seed sources studied in Maryland's Appalachian region. *Proceedings of the Pennsylvania Academy of Science* Vol. 58, No. 1, 67-69.
101. Giagli, K., Gričar, J., Vavrčik, H., Gryc, V. (2016). Nine-year monitoring of cambial seasonality and cell production in Norway spruce. *iForest* 9, 375-382.
102. Giertych, M., (1976). Summary results of the IUFRO 1938 Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) provenance experiment. Height growth. *Silvae Genetica* 25, 287-331.
103. Gilman, E.F., Watson, D.G. (1994). *Picea abies* - Norway Spruce. Fact Sheet ST-448, University of Florida, 1-3.

104. Gömöry, D., Foffová, E., Longauer, R., Krajmerova, D. (2015). Memory effects associated with early-growth environment in Norway spruce and European larch European Journal of Forest Research 134:89–97.
105. Gömöry, D., Foffová, E., Kmet, J., Longauer, R., Romšáková, I. (2010). Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) provenance variation in autumn cold hardiness, adaptation or acclimation? *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica* 52/2, 42–49.
106. Gori, Y., Wehrens, R., La Porta, N., Camin, F. (2015). Oxygen and Hydrogen Stable Isotope Ratios of Bulk Needles Reveal the Geographic Origin of Norway spruce in the European Alps. *PLoS ONE* 10(3), doi: 10.1371/14 [Preuzeto 04.04.2017.]<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0118941>].
107. Goudet, J. (2001). FSTAT, version 2.9.3, a program to estimate and test gene diversities and fixation indices. Lausanne University, Lausanne, Switzerland.
108. Gračan, J. (1987). Varijabilnost provenijencija obične smreke (*Picea abies* L. Karst.) u dijelu prirodnog rasprostanjenja. *Šumarski list Zagreb CXI*, 623-628.
109. Granhus, A., Fløistad, I.S., Søgaard, G. (2009). Bud burst timing in *Picea abies* seedlings as affected by temperature during dormancy induction and mild spells during chilling. *Tree Physiology* 29 (4), 497-503.
110. Gray, L.K., Gylander, T., Mbogga, M.S., Chen, P.-Y., Hamann, A. (2011). Assisted migration to address climate change, recommendations for aspen reforestation in western Canada. *Ecological Applications* 21, 1591–1603.
111. Gu, L., Hanson, P.J., Post, W.M., Kaiser, D.P., Yang, B., Nemani, R., Pallardy, S.P., Meyersthe, T. (2007). Eastern US spring freeze, increased cold damage in a warming world? *Bioscience*, Vol. 58, No. 3, 253-262.
112. Guan, R., Zhao, Y., Zhang, H., Fan, G., Liu, X., Zhou, W., Shi, C., Wang, J., Liu, W., Liang, X., Fu, Y., Ma, K., Zhao, L., Zhang, F., Lu, Z., Ming-Yuen Lee, S., Xu, X., Wang, J., Yang, H., Fu, C., Ge, S., Chen, W. (2016). Draft genome of the living fossil *Ginkgo biloba*. *Giga Science* 5, 49.
113. Gugerli, F., Sperisen, C., Büchler, U., Magni, F., Geburek, T., Jeandroz, S., Senn, J. (2001). Haplotype variation in a mitochondrial tandem repeat of Norway spruce (*Picea abies*) populations suggests a serious founder effect during postglacial recolonization of the western Alps. *Molecular Ecology* 10, 1255–1263.
114. Günzl, L. (1969). Ergebnisse aus einer Fichten Provenanz-Forschung. Forst. Bundesvers Aust., *Information dienst*, 120.
115. Gyllenstrand, N., Clapham, D., Källman, T., Lagercrantz, U. (2007). A Norway Spruce FLOWERING LOCUS T Homolog Is Implicated in Control of Growth Rhythm in Conifers. *Plant Physiology*, Vol. 144, 248–257.
116. Hadživuković, S. (1991). Statistički metodi sa primjenom u poljoprivrednim i biološkim istraživanjima, Poljoprivredni fakultet, Institut za ekonomiku poljoprivrede i sociologiju sela, Novi Sad, 144-176.

117. Hagmen, M. (1980). Experiences with Norway spruce provenances in Finland. *Silva Fennica*, vol. 14, No. 1, 32-39.
118. Hammer, Ø. (2018). PAST ver. 3.15. Natural History Museum, University of Oslo.
119. Hannerz, M. (1994). Predicting the risk of frost occurrence after bud burst of Norway spruce in Sweden. *Silva Fennica* 28(4), 243-249.
120. Hannerz, M. (1998). Genetic and seasonal variation in hardiness and growth rhythm in boreal and temperate conifers – a review and annotated bibliography. *Skogforsk Report* No. 2.
121. Hannerz, M., Sonesson, J., Ekberg, I. (1999). Genetic correlations between growth and growth rhythm observed in a short-term test and performance in long-term field trials of Norway spruce. *Canadian Journal of Forest Research* 29, 768–778.
122. Hannerz, M., Westin, J. (2000). Growth cessation and autumn-frost hardiness in one-year-old *Picea abies* progenies from seed orchards and natural stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15, 309–317.
123. Hänninen, H., Pelkonen, P. (1989). Dormancy release in *Pinus sylvestris* L. and *Picea abies* (L.) Karst. seedlings: effects of intermittent warm periods during chilling. *Trees* 3:179-184.
124. Hänninen, H. (1990). Modelin bud burst release in trees from cool and temperate regions. *Acta forestalia fennica* 213, 5-47.
125. Hänninen, H., Backman, R. (1994). Rest break in Norway spruce seedlings, test of a dynamic temperature response hypothesis. *Canadian Journal of Forest Research* 24, 558-563.
126. Hänninen, H. (2006). Climate warming and the risk of frost damage to boreal forest trees, identification of critical ecophysiological traits. *Tree Physiology* 26, 889–898.
127. Hänninen, H., Slaney, M., Linder, S. (2007). Dormancy release of Norway spruce under climatic warming: testing ecophysiological models of bud burst with a whole-tree chamber experiment. *Tree Physiology* 27, 291–300.
128. Hänninen, H., Tanino, K. (2011). Tree seasonality in a warming climate. *Trends in Plant Science* 16(8), 412–416.
129. Hartl, D.L., Clark, A.G. (1997). Principles of Population Genetics, 3rd ed. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA.
130. Hartl-Meier, C., Zang, C., Dittmar, C., Esper, J., Göttlein, A., Rothe, A. (2014). Vulnerability of Norway spruce to climate change in mountain forests of the European Alps. *Climate research* Vol. 60, 119–132.
131. Hartmann, H., Ziegler, W., Kolle, O., Trumbore, S. (2013). Thirst beats hunger – declining hydration during drought prevents carbon starvation in Norway spruce saplings. *New Phytologist* 200, 340–349.
132. Heer, K., Ullrich, K.K., Liepelt, S., Rensing, S.A., Zhou, J., Ziegenhagen, B., Opgenoort, L. (2016). Detection of SNPs based on transcriptome sequencing in

- Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst). *Conservation Genetic Recourses*, Vol 8, Issue 2, 105-107.
133. Heide, O.M. (1974). Growth and dormancy in Norway spruce. Interaction of photoperiod and temperature. *Physiol. Plant.* 30: 1-12.
 134. Heide, O.M. (1985). Physiological aspects of climatic adaptation in plants with special reference to high-latitude environments. *In: Kaurin, Å., Junttila, O., Nilsen, J. (Eds.). Plant Production in the North.* Norwegian University Press, Tromsø, 1-22.
 135. Heide, O.M., (1993). Daylength and thermal time responses of budburst during dormancy release in some northern deciduous trees. *Physiologia Plantarum* 88, 531-540.
 136. Heide, O. M. (2003). High autumn temperature delays spring bud burst in boreal trees, counterbalancing the effect of climatic warming. *Tree Physiology* 23, 931–936.
 137. Hein, S., Mäkinen, H., Yue, C., Kohnle, U. (2007): Modelling branch characteristics of Norway spruce from wide spacings in Germany. *Forest ecology and management*, 155-164.
 138. Heuertz, M., De Paoli, E., Källman, T. et al. (2006). Multilocus patterns of nucleotide diversity, linkage disequilibrium and demographic history of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst). *Genetics* 174, 2095–2105.
 139. Hoegh-Guldberg, O., Hughes, L., McIntyre, S., Lindenmayer, D.B., Parmesan, C., Possingham, H.P., Thomas, D.D. (2008). Assisted Colonization and Rapid Climate Change Science, Vol. 321, 345-346.
 140. Hökkä, H., Mäkelä, H. (2014). Post-harvest height growth of Norway spruce seedlings in northern Finland peatland forest canopy gaps and comparison to partial and complete canopy removals and plantations. *Silva Fennica*, vol. 48 no. 5 article id 1192. 16 p.
 141. Holm, G. (1954). Chlorophyll mutations in barley. *Acta Agriculturae Scandinavica* 4, 457-471.
 142. Holzer, K. (1984). Die Seehohengliederung der Fichte in den österreichischen Alpen. In "Forstsamengewinnung und Pflanzenanzucht für das Hochgebirge". BLV München, 66-73.
 143. Horvath, D.P., Anderson, J.V., Chao, W.S., Foley, M.E. (2003). Knowing when to grow, signals regulating bud dormancy. *Trends in Plant Science* 8, 534-40.
 144. Howe, G.T., Aitken, S., Neale, D.B., Jermstad, K.D., Wheeler, N., Chen, T.H. (2003). From genotype to phenotype, unraveling the complexities of cold adaptation in forest trees. *Canadian Journal of Botany* 81, 1247-66.
 145. Höyhtyä, R., Hänninen, H. (1991). Effect of photon flux density on bud dormancy release in Norway spruce seedlings. *Silva Fennica* 25, No. 3, 177-180.
 146. Hubert, J., Cottrell, J. (2007). The role of forest genetic resources in helping British forests respond to climate change. Information Note, Forestry Commission, Edinburgh, UK.

147. Hufkens, K., Friedl, M.A., Keenan, T.F., Sonnentag, O., Bailey, A., O’Heefe, J., Richardson, A.D. (2012). Ecological impacts of a widespread frost event following early spring leaf-out. *Global Change Biology*, 18, 2365–2377.
148. Huntley, B., Birks, H.J.B. (1983). An atlas of past and present pollen maps for Europe, 0-13.000 years ago. Cambridge University Press, 1-650.
149. Hytönen, J., Jylhä, P. (2008). Fifteen-year response of weed control intensity and seedling type on Norway spruce survival and growth on arable land. *Silva Fennica* 42(3), 355–368.
150. Ibrahimspahić, A., Ballian, D., Gurda, S. (2006). Analiza uspijevanja 6 vrsta četinarara na području Gostovičke rijeke. *Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, No. 1, 57-67.
151. Ilstedt, B., Eriksson, G. (1986). Quality of intra- and interprovenance families of *Picea abies* (L.) Karst. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 1:1-4, 153-166.
152. IPCC (2012). Summary for policymakers. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation (ed. by Field, C.B., Barros, V., Stocker, T.F., Qin, D., Dokken, D.J., Ebi, K.L., Mastrandrea, M., Mach, K., Plattner, G.-K., Allen, S., Tignor, M. & Midgley, P.), Cambridge University Press, Cambridge, 1 – 19.
153. Isajev, V. (1988). Primena hibridizacije kao strategija daljeg oplemenjivanja omorike. U: Milovan Gajić (eds.) “Flora Nacionalnog Parka “Tara”. Šumarski fakultet Beograd, 551-557.
154. Ivanković, M., Popović, M., Katičić, I., von Wuehlisch, G., Bogdan, S. (2011): Kvantitativna genetska varijabilnost provenijencija obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) iz jugoistočne Evrope. *Šumarski list* 135(13), 25-37.
155. Ivetić, V., Devetaković, J. (2017): Concerns and evidence on genetic diversity in planted forests. *Reforesta* 3: 196-207.
156. Ivetić, V., Isajev, V., Šijačić-Nikolić, M. (2005). Results of fourteen years old Norway spruce provenance test in Serbia. Proceedings of the Symposium “Forest and Sustainable Development” Transylvania University of Brasov, Faculty of Silviculture and engineering, *Proceedings*, 65-71.
157. Ivetić, V., Devetaković, J., Nonić, M., Stanković, D., Šijačić-Nikolić, M. (2016). Genetic diversity and forest reproductive material – from seed source selection to planting. *iForests*, Vol. 9, 801-812.
158. Jalili, A., Jamzad, Z., Thompson, K., Araghi, M.K., Ashrafi, S., Hasaninejad, M., Panahi, P., Hooshang, N., Azadi, R., Tavakol, M.S., Palizdar, M., Rahmanpour, A., Farghadan, F., Mirhossaini, S.G., Parvaneh, K. (2010). Climate change, unpredictable cold waves and possible brakes on plant migration. *Global Ecology and Biogeography* 19, 642–648.
159. Jansson, G., Danusevičius, D., Grotehusman, H., Kowalczyk, J., Krajmerova, D., Skrøppa, T., Wolf, H. (2013). Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.), Forest Tree Breeding in Europe. *Managing Forest Ecosystems*, Volume 25, 123-176.

160. Johansson, K., Langvall, O., Bergh, J. (2012). Optimization of environmental factors affecting initial growth of Norway spruce seedlings. *Silva Fennica* 46(1), 27–38.
161. Johnsen, Ø., Dæhlen, O.G., Østreng, G., Skrøppa, T. (2005). Daylength and temperature during seed production interactively affect adaptive performance of *Picea abies* progenies. *New Phytologist* 168, 589–596.
162. Junttila, O., Hänninen, H. (2012). The minimum temperature for budburst in *Betula* depends on the state of dormancy. *Tree physiology* 32(3), 337-45.
163. Jurásek, A., Leugner, J., Martincová, J. (2009). Effect of initial height of seedlings on the growth of planting material of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) in mountain conditions. *Journal of Forest Science*, 55 (3): 112–118.
164. Jylhä, P., Hytönen, J. (2006). Effect of vegetation control on the survival and growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) planted on former agricultural land. *Canadian Journal of Forest Research* 36, 2400–2411.
165. Kapeller, S., Lexer, M.J., Geburek, T., Hiebl, J., Schueler, S. (2012). Intraspecific variation in climate response of Norway spruce in the eastern Alpine range, selecting appropriate provenances for future climate. *Forest Ecology and Management* 271, 46–57.
166. Kapeller, S., Schuler, S. (2012). Alternative, Adapted Seed Sources Handbook & Map of trans-alpine provenance regions. Federal Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape Vienna, 1-9.
167. Kapeller, S., Schuler, S., Huber, G., Božič, G., Wohlgemuth, T., Klumpp, R. (2013). Provenance Trials in Alpine Range – Review and Perspectives for Applications in Climate Change. In: Cerbu, G.A., Hanewinkel, M., Gerosa G., Jandl, R. (eds.). Management Strategies to Adapt Alpine Space Forests to Climate Change Risks, *In tech*, 233-256.
168. Karadžić, D., Ljubojević, S., Medarević, M., Todorović, Z., Govedar, Z. (2012). Strategija razvoja šumarstva Republike Srpske 2011-2021. Vlada Republike Srpske, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, 7-73.
169. Karlsson, B., Högberg, K. A. (1998). Genotypic parameters and clone x site interaction in clone tests of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Forest Genetics* 5, 21-30.
170. Keren, S., Motta, R., Govedar, Z., Lučić, R., Medarević, M. Diaci, J. (2014). Comparative Structural Dynamics of the Janj Mixed Old-Growth Mountain Forest in Bosnia and Herzegovina, Are Conifers in a Long-Term Decline? *Forests* 5, 1243-1266.
171. Kienitz, M., (1879). Vergleichende Kiemuntersuchungen mit Waldbaum-Samen aus klimatisch verschiedenen Orten Mitteleuropas. *Bot. Untersuch.* 2, 1-54.
172. Kirschbaum, M. U. F. (2004). Direct and indirect climate change effects on photosynthesis and transpiration. *Plant Biology* 6, 242 – 253.

173. Kivimäenpää, M., Riikonen, J., Sutinen, S., Holopainen, T. (2014). Cell structural changes in the mesophyll of Norway spruce needles by elevated ozone and elevated temperature in open-field exposure during cold acclimation. *Tree Physiology* 34, 389–403.
174. Klapště, J., Lstiburek, M., Kobliha, J. (2007). Initial evaluation of half-sib progenies of Norway spruce using the best linear unbiased prediction. *Journal of forest science* 53 (2), 41–46.
175. Kļavina, D., Zaluma, A., Pennanen, T., Velmala, S., Gaitnieks, T., Gailis, A., Menkis, A. (2015). Seed provenance impacts growth and ectomycorrhizal colonisation of *Picea abies* seedlings. *Baltic forestry* Vol. 21, No 2 (41), 184-191.
176. Kodra, E., Steinhäuser, K. i Ganguly, A.R. (2011). Persisting cold extremes under 21st century warming scenarios. *Geophysical Research Letters* 38, doi.10.1029/2011GL047103.
177. Komlenović, N., Orlić, S., Rastovski, P. (1995). Uspijevanje šest vrsta četinjača u području bujadnica i vriština. *Šumarski list* br. 5—6, CXIX (1995), 169—178.
178. König, A.O. (2005). Provenance research, evaluating the spatial pattern of genetic variation. In: (eds.) Geburek T, Turok J. Conservation and Management of Forest Genetic Resources in Europe. Zvolen, Arbora Publishers, 275-333.
179. Konnert, M. (2009). Genetic variation of *Picea abies* in southern Germany as determined using isozyme and STS markers. *Dendrobiology* 61, 131-136.
180. Konnert, M., Fady, B., Gömöry, D., A'Hara, S., Wolter, F., Ducci, F., Koskela, J., Bozzano, M., Maaten, T., Kowalczyk, J. (2015). European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN). Use and transfer of forest reproductive material in Europe in the context of climate change. European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN), Bioversity International, Rome, Italy, 1-63.
181. Konôpka, B., Pajtk, J. Bošel'a, M., Hlásny, T., Sitková, Z. (2014). Inter- and intra-annual dynamics of height increment in young beech and spruce stands in relation to tree size and weather conditions. *Lesníckí Časopis* 60, 52–60.
182. Körner, C., Basler, D. (2010). Phenology under global warming. *Science* 327, 1461-1462.
183. Körner, C., Basler, D. (2014). Photoperiod and temperature responses of bud swelling and bud burst in four temperate forest tree species. *Tree Physiology* 34, 377–388.
184. Koski, V., Skrøppa, T., Paule, L., Wolf, H., Turok, J. (1997). Technical guidelines for genetic conservation of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Euforgen technical guidelines*, 1-46.
185. Kowalczyk, J., Markiewicz, P., Matras, J. (2009). Intra-population variability of *Picea abies* from Zwierzyniec Lubelski and Bliżyn (Poland). *Dendrobiology* vol. 61, Supplement 69–77.

186. Krajmerová, D., Longauer, R., Pacalaj, M., Gömöry, D. (2009). Influence of provenance transfer on the growth and survival of *Picea abies* provenances. *Dendrobiology* vol. 61, *Supplement* 17–23.
187. Kreft, S., Eckstein, D., Dorsch, L., Fischer, L. (2015). Global Climate Risk Index 2016. Who Suffers Most From Extreme Weather Events? Weather-related Loss Events in 2013 and 1995 to 2014. *Germanwatch e. V.*, 3-23.
188. Kreyling, J., Bittner, T., Jaeschke, A., Jentsch, A., Steinbauer, M.J., Thiel, D., Beierkuhnlein, C. (2011). Assisted colonization, a question of focal units and recipient localities. *Restoration Ecology* 19, 433–440.
189. Krutzsch, P. (1973). Norway spruce development of buds. IUFRO S2.02.11. International Union of Forest Research Organization, Vienna.
190. Krutzsch, P. (1992). IUFRO's role in conifer tree improvement, Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst). *Silvae Genetica* 41 (3), 143-149.
191. Krutzsch, P., (1974). The IUFRO 1964/68 provenance test with Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Silvae Genetica* 23, 58-62.
192. Kundu, S. K., Tigerstedt, M. A. (1998). Variation in net photosynthesis, stomatal characteristics, leaf area and whole-plant phytomass production among ten provenances of neem (*Azadirachta indica*). *Tree Physiology* 19, 47–52.
193. Kuneš, I., Baláš, M., Linda, R., Gallo, J., Nováková, O. (2016). Effects of brassinosteroid application on seed germination of Norway spruce, Scots pine, Douglas fir and English oak. *iForest Biogeosciences and Forestry* 10(1), 121-127.
194. Kurjak, D., Střelcová, K., Ditmarová, L., Priwitzer, T., Kmet', J., Homolák, M., Pichler, W. (2012). Physiological response of irrigated and non-irrigated Norway spruce trees as a consequence of drought in field conditions. *European Journal of Forest Research*, 131,1737–1746.
195. Kvaalen, H., Johnsen, Ø. (2008). Timing of bud set in *Picea abies* is regulated by a memory of temperature during zygotic and somatic embryogenesis. *New Phytologist* 177, 49–59.
196. Kvičala, M., Lacková, E., Urbancová, L. (2014). Photosynthetic Active Pigments Changes in Norway Spruce (*Picea abies*) under the Different Acclimation Irradiation and Elevated CO₂ Content. Hindawi Publishing Corporation ISRN Environmental Chemistry Volume 2014, Article ID 572576, 1-4.
197. Lagercrantz U., Ryman, N. (1990). Genetic structure of Norway spruce (*Picea abies*), concordance of morphological and allozymic variation. *Evolution* 44, 38-53.
198. Lahti, M., Aphalo, P. J., Finér, L., Lehto, T., Leinonen, I., Mannerkoski, H., Ryyppö, A. (2002). Soil temperature, gas exchange and nitrogen status of 5-year-old Norway spruce seedlings. *Tree Physiology* 22, 1311–1316.
199. Lange, M., Schaber, J., Marx, A., Jäckel, G., Badeck, F.W. Seppelt, R., Doktor, D. (2016). Simulation of forest tree species' bud burst dates for different climate scenarios, chilling requirements and photo-period may limit bud burst advancement. *International Journal of Biometeorology* 60(11):1711-1726

200. Langvall, O., Nilssonb, U., Örlander, G. (1999): Frost damage to planted Norway spruce seedlings - influence of site preparation and seedling type. *Forest Ecology and Management* 141: 223- 235.
201. Langvall, O., Nilsson, U., Örlander, G. (2001). Frost damage to planted Norway spruce seedlings – influence of site preparation and seedling type. *Forest Ecology and Management* 141, 223-235.
202. Langvall, O. (2011). Impact of climate change, seedling type and provenance on the risk of damage to Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seedlings in Sweden due to early summer frosts. *Scandinavian Journal of Forest Research* 26 (Suppl 11), 56-63.
203. Lee, Y.K. Alexander, D., Wulff, J., Olsen, J.E. (2014). Changes in metabolite profiles in Norway spruce shoot tips during short-day induced winter bud development and long-day induced bud flush. *Metabolomics* 10, 842–858.
204. Leinonen, I., Hänninen, H. (2002). Adaptation of the timing of bud burst of Norway spruce to temperate boreal climate. *Silva Fennica* 36, 695–701.
205. Lewandowski, A., Burczyk, J., Chalupka, W. (1997). Preliminary results of allozyme diversity and differentiation of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Poland based on plus tree investigation. *Acta Sociates Botanicorum Poloniae* Vol. 66, No. 2, 197-200.
206. Linder, S. (1980). Chlorophyll as an indicator of nitrogen status of coniferous seedlings. *New Zealand Journal of Forestry Science*, Vol. 10, 166 -175.
207. Lindgren, D., Werner, M. (1989). Gain generating efficiency of different Norway spruce seed orchard designs. In: Stener L.G., Werner M. (eds.), *Norway Spruce, Provenances, Breeding and Genetic Conservation*. Institutet for skogsförbättring, *Rapport* 11, Malme, 189–206.
208. Linkosalo, T., Häkkinen, R., Hänninen, H. (2006). Models of the spring phenology of boreal and temperate trees, is there something missing? *Tree Physiology* 26, 1165–1172
209. Linkosalo, T., Heikkinen, J., Pulkkinen, P., Mäkipää, R. (2014). Fluorescence measurements show stronger cold inhibition of photosynthetic lighter actions in Scots pine compared to Norway spruce as well as during spring compared to autumn. *Frontiers in plant science*, Vol. 5, Article 264, 1-8.
210. Lockwood, J.D., Aleksić, J.M., Zou, J., Wang, J., Liu, J., Renner, S.S. (2013). A new phylogeny for the genus *Picea* from plastid, mitochondrial, and nuclear sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 69: 717–727.
211. Lojo, A., Balić, B. (2011). Prikaz površina šuma i šumskih zemljišta. U: Lojo, A., Balić, B., Hočevar, M., Vojniković, S. Višnjić, Č., Musić, J., Deliće, S., Trešćić, T., Čabaravdić, A., Gurda, S., Ibrahimspahić A., Dautbašić, M., Mujezinović, O.: Stanje šuma i šumskih zemljišta u Bosni i Hercegovini nakon provedene druge inventure šuma na velikim površinama u periodu 2006. do 2009. godine. (u štampi).

212. Lu, P., Biron, P., Bréda, N., Granier, A. (1995). Water relation of adult Norway spruce (*Picea abies* (L.)Karst.) under soil drought in the Vosges mountains, water potential, stomatal conductance and transpiration. *Annals of Forest Sciences* 52, 117-129.
213. Luoranen, J., Rikkala, R. (2011). Nutrient loading of Norway spruce seedlings hastens bud burst and enhances root growth after outplanting. *Silva Fennica* 45(3), 319–329.
214. Luterbacher, J., Dietrich, D., Xoplaki, E., Grosjean, M., Wanner, H. (2004). European seasonal and annual temperature variability, trends, and extremes since 1500. *Science* 303, 1499-1503.
215. Maghuly, F. Pinsker, W., Praznik, W., Fluch, S. (2006). Genetic diversity in managed subpopulations of Norway spruce [*Picea abies* (L.)Karst.]. *Forest Ecology and Management Volume 222*, Issues 1–3, 266–271.
216. Mäkinen, H., Ojansuu, R., Sairanen, R., Yli-Kojola, H. (2003). Predicting branch characteristics of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) from simple stand and tree measurements. *Forestry*, Vol. 76, No. 525-546.
217. Marshall, J.D. and Linder, S. (2013). Mineral nutrition and elevated [CO₂] interact to modify $\delta^{13}\text{C}$, an index of gas exchange in Norway spruce. *Tree Physiology* 33, 1132–1144.
218. Masternak, K., Sabor, J., Majerczyk, K. (2009). Effect of provenance on the survival of *Picea abies* trees on the IPTNS-IUFRO 1964/68 site in Krynica (Poland). *Dendrobiology*, vol. 61, Supplement 53–61.
219. Masternak, K. (2017). Effect of seed collection and site altitude on the growth and genetic variability of early and late flushing provenances of Norway spruce tested in the IPTNS-IUFRO 1964/68 site in Poland. *Folia Forestalia Polonica, series A – Forestry*, Vol. 59 (2), 123–133.
220. Mataruga, M., (1997). Međuzavisnost osobina i razvoja sadnica crnog bora (*Pinus nigra* Arn.) u semenskoj plantaži na Jelovoj Gori. *Magistarski rad*, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, 1-122.
221. Mataruga, M., Isajev, V., Lazarev, V., Balotić, P., Daničić, V. (2005). Registar šumskih sjemenskih objekata Republike Srpske-osnova unapređenja sjemenske proizvodnje, Šumarski fakultet Univerziteta u Banja Luci, 1-222.
222. Mataruga, M., Isajev, V., Balotić, P., Burlica, Č., Cvjetković, B. (2010a). Progeny tests of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) in Bosnia and Herzegovina – contribution to the Europe *ex situ* conservation. First Serbian Congress Future with Forests, *Proceedings*, 378-389.
223. Mataruga, M., Haase, D., Isajev, V., (2010b). Dynamics of seed imbibition and germination of Austrian pine (*Pinus nigra* Arnold) from extreme habitat conditions within five Balkan provenances. *New Forests* 40, 229-242.
224. Mataruga, M., Haase, D.L. Isajev, V. (2012a). Dynamics of seed imbibition and germination of Austrian pine (*Pinus nigra* Arnold) from extreme habitat conditions within five Balkan provenances. *New Forests* 40(2), 229-242.

225. Mataruga, M., Isajev, V., Balotić, P., Rose, R., Wu, S. (2012b). 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.
226. Mataruga, M., Isajev, V., Orlović, S., Đurić, G., Daničić, V., Cvjetković, B., Balotić, P., Čopić, M. (2013). Program očuvanja šumskih genetičkih resursa Republike Srpske 2013-2025 godine. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srpske, 36-145.
227. Mataruga, M., Galović, V., Isajev, V., Orlović, S., Cvjetković, B., Daničić, V., Balotić, P. (2014). Genetic characterization of Norway spruce (*Picea abies* /L./ Karst.) in Bosnia and Herzegovina. Fifth Congress of the Serbian Genetic Society, Belgrade, 28.09-02.10.2014., *Book of abstracts*, 248.
228. Matić, S. (2011). Utjecaj stanišnih promjena i načina gospodarenja na sušenje obične smreke (*Picea abies* Karst.) u Hrvatskoj. *Croatina Journal of Forest Engeenierig*, Vol. 31, No 1, 7-17.
229. Matić, V., Drinić, P., Stefanović, V., Čirić, M. (1971). Stanje šuma u Bosni i Hercegovini prema in
230. venturi šuma na velikim površinama u 1964-1968. godini. Šumarski fakultet i Institut za šumarstvo u Sarajevu, *Posebna izdanja* br. 7, 639p.
231. Matović, B. (2013). Analize i projekcije uticaja klimatskih promena korišćenjem regionalnog klimatskog modela na buduće rasprostranjenje i rast glavnih vrsta drveća u Crnoj Gori, Ref. No. UNDP MNE 13-026, *Finalni izveštaj*, 5-45.
232. Matras, J. (2009). Growth and development of Polish provenances of *Picea abies* in the IUFRO 1972 experiment. *Dendrobiology* vol. 61, *Supplement*, 145–158.
233. Mátyás, C. (2016). Guidelines for the choice of forest reproductive material in the face of climate change. FORGER Guidelines, Bioversity International, Rome, *Technical Report*, 8.
234. Maunaga, Z. (1996). Kvalitetna struktura jednodobnih sastojina smrče s uzgojnog aspekta. *Šumarstvo*, broj 6, Beograd, 59-71.
235. Maunaga, Z. (1997). Kvalitetna struktura jednodobnih sastojina smrče s tehničkog aspekta. *Šumarstvo*, broj 1, Beograd, 79-93.
236. Maunaga, Z. (2004). Visinski i debljinski rast jednodobnih sastojina smrče u Bosni. *Glasnik šumarskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci*, broj 1, 37 – 51.
237. Maunaga, Z. et al. (2005): Prašume Janj i Lom, Šumarski fakultet Banja Luka, 1-143.
238. Meloni, M., Perini, D., Binelli, G. (2007). The distribution of genetic variation in Norway spruce (*Picea abies* Karst.) populations in the western Alps. *Journal of Biogeography* 34, 929–938.

239. Mengl, M., Geburek, T., Schueler, S. (2009). Geographical pattern of haplotypic variation in Austrian native stands of *Picea abies*. *Dendrobiology*, vol. 61, Supplement 117–118.
240. Menzel, A. (1997). Phänologie von waldbäumen unter sich ändernden klimabedingungen. *Forstl. Forschungsberic* (München), 164.
241. Menzel, A., Fabian, P. (1999). Growing season extend in Europe. *Nature*, Vol. 397, 659p.
242. Migliavacca, M., Sonnentag, O., Keenan, T. F., Cescatti, A., O’Keefe, J., Richardson, A.D. (2012): On the uncertainty of phenological responses to climate change, and implications for a terrestrial biosphere model. *Biogeosciences*, 9, 2063–2083.
243. Milanović, B. (2011). Sprovođenje genetičkih melioracija u funkciji uređenja sjemenske sastojine smrče na području ŠG “Maglić” Foča – S.S.030.1214.022., *Diplomski rad*, Šumarski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci.
244. Milanović, Đ., Brujić, J., Đug, S., Muratović, E., Lukić-Bilela, L. (2015). Vodič kroz tipove staništa BiH prema direktivi o staništima EU. Brussels, Prospect C&S s.a., 126-139.
245. Milovanović J., Šijačić-Nikolić M. (2008). Molecular markers applying in forest trees gene pool conservation. *Bulletin of the Faculty of Forestry* 98: 101-113.
246. Mioduszewski, S., Rzońca, M. (2015). Variability of morphological features, bud burst and flowering of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) in the seed orchard of the Bielsk Forest District. *Leśne Prace Badawcze*, Vol. 76 (4), 388–400.
247. Mirković, M. (2016). Debljinski prirast bijelog bora (*Pinus sylvestris* L.) i crnog bora (*Pinus nigra* Arnold) u teslićkom šumskoprivrednom području. *Magistarska teza*, Univerzitet u Banjoj Luci, Šumarski fakultet, 124-127.
248. Miron, M.S., Sumalan, R. L. (2015). Physiological responses of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) seedlings to drought and overheating stress conditions. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, Volume 19(2), 146-151.
249. Modrzyński, J. (1995). Altitudinal adaptation of Norway spruce (*Picea abies* (L.)Karst.) progenies indicates a small role of introduced populations in the Karkonosze Mountains. *Silvae Genetica* 44(23), 70–75.
250. Modrzyński, J., Eriksson, G. (2002). Response of *Picea abies* populations from elevation transects in the Polish Sudety and Carpathian mountains to simulated drought stress. *Forest Ecology and Management*, Volume 165, Issues 1–3, 105–116.
251. Morgenstern, E. (1996). Geographic variation in forest trees, genetic basis and application of knowledge in silviculture. Vancouver, UBC Press.
252. Mucina, L., Bültmann, H., Dierßen, K., Theurillat, J.-P., Raus, T., Čarni, A., Šumberová, K., Willner, W., Dengler, J., Gavilán-García, R., Chytrý, M., Hájek, M., Di Pietro, R., Iakushenko, D., Pallas, J., Daniels, F., Bergmeier, E., Guerra, A.S., Ermakov, N., Valachovič, M., Schaminee, J., Lysenko, T., Didukh, Y.,

- Pignatti, S., Rodwell, J., Capelo, J., Weber, H., Solomeshch, A., Dimopoulos, P., Aguiar, C., Hennekens, S., Tichy L. (2016). Vegetation of Europe, hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen and algal communities. *Applied Vegetation Science* 19, 3-264.
253. Müller-Starck, G., Baradat, P., Bergmann, F. (1992). Genetic variation within European tree species. *New Forests* 6, 23–47.
254. Müller-Stark, G. (1995). Genetic variation in high elevated population of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Silvae Genetica* 44, 356-362.
255. Myburg, A.A., Grattapaglia, D., Tuskan, G.A., Hellsten, U., Hayes, R.D., Grimwood, J. et al. (2014). The genome of *Eucalyptus grandis*. *Nature* 510:356–362.
256. Nagel, T.A., Firm, D., Rozenbergar, D., Kobal, M. (2016). Patterns and drivers of ice storm damage in temperate forests of Central Europe. *European Journal of Forest Research* 135, 519–530.
257. Neimane, U., Katrevics, J., Sisenis, L., Purins, M., Luguza, S., Adamovics, A. (2016). Intra-annual dynamics of height growth of Norway spruce in Latvia. *Agronomy Research* 14(3), 853–861.
258. Neuner, S., Albrecht, A., Cullmann, D., Engels, F., Griess, V.C., Hahn, W.A., Hanewinkel, M., Härtl, F., Kölling, C., Staupendahl, K., Knoke, T. (2015). Survival of Norway spruce remains higher in mixed stands under a dryer and warmer climate. *Global Change Biology* 21, 935–946.
259. NOAA, National Centers for Environmental Information, State of the Climate (2016). Global Analysis for Annual 2013 Preuzeto 15.06.2015. sa <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201313>.
260. Nowakowska, J.A. (2009). Mitochondrial and nuclear DNA differentiation of *Picea abies* populations in Poland *Dendrobiology*, vol. 61, Supplement ,119–129.
261. Nowakowska, J.A., Zachara, T., Konecka, A. (2014). Genetic variability of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) natural regeneration compared with their maternal stands. *Forest Research Papers*, Vol. 75 (1), 47–54.
262. Nožička, J. (1972). Original occurrence of Norway spruce in Czech lands. SZN, Praha, 177.
263. Nystedt, B., Street, N.R., Wetterbom, A., Zuccolo, A., Lin, Y-C, Scofield, D.G., Vezzi, F., Delhomme, N., Giacomello, S, Alexeyenko, A., et al. (2013), The Norway spruce genome sequence and conifer genome evolution. *Nature* 497, 579–584.
264. Ocvirek, M. Orlić, S., Perić, S. (2002). Utjecaj različitih načina uzgoja sadnica obične smreke (*Picea abies* Karst.) na njihov rast. *Radovi šumarskog instituta Jastrebarsko*, 37 (1), 5–18.
265. Oljača, R., Srdić, M. (2005). Fiziologija biljaka – praktikum. Univerzitet u Banja Luci, Šumarski fakultet, 37-41.

266. Olsen, J.E., Lee, Y.K., Junttila, O. (2014). Effect of alternating day and night temperature on short day-induced bud set and subsequent bud burst in long days in Norway spruce. *Frontiers in Plant Science*, Vol. 5, Article 691. doi, 10.3389/fpls.2014.00691.
267. Olsson, C., Jönsson, A.M. (2015). Budburst model performance, The effect of the spatial resolution of temperature data sets. *Agricultural and Forest Meteorology* 200, 302–312.
268. Orlić, S. (1979): Prvi rezultati komparativnog pokusa uzgajanja nekih domaćih i stranih vrsta četinjača. *Šumarski list* 9-10: 433-443.
269. Ostonen, I., Lõhmus, K., Lasn, R. (1999). The role of soil conditions in fine root ecomorphology in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Plant and Soil* 208, 283–292.
270. Pacalaj, M., Longauer, R., Krajmerová, D. Gömöry, D. (2002). Effect of site altitude on the growth and survival of Norway spruce (*Picea abies* L.) provenances on the Slovak plots of IUFRO 1972. *Journal of Forest Science* 48, 16-26.
271. Partanen J., Häkkinen R., Hänninen H. (2016). Significance of the root connection on the dormancy release and vegetative bud burst of Norway spruce (*Picea abies*) seedlings in relation to accumulated chilling. *Silva Fennica*, vol. 50, no. 1, article id 1443, 9p.
272. Partanen, J., Koski, V., Hänninen, H. (1998). Effects of photoperiod and temperature on the timing of bud burst in Norway spruce (*Picea abies*). *Tree Physiology* 18, 811-816.
273. Partanen, J., Leinonen, I., Repo, T. (2001). Effect of accumulated duration of the light period on bud burst in Norway spruce (*Picea abies*) of varying ages. *Silva Fennica* 35(1), 111–117.
274. Partanen, J. Hänninen, H., Häkkinen, R. (2005). Bud burst in Norway spruce (*Picea abies*): preliminary evidence for age-specific rest patterns. *Trees* 19: 66–72.
275. Pavlovič, A., Demko, V., Durčan, M., Hudák, J. (2009). Feeding with aminolevulinic acid increased chlorophyll content in Norway spruce (*Picea abies*) in the dark. *Photosynthetica* 47 (4): 631-634.
276. Peakall, R., P. Smouse (2005). GenAlex Ver. 6.521, Population genetics software for teaching and research, The Australian National University, Canberra, Australia.
277. Persson, B., Persson, A. (1992). Survival and quality of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) provenances at the three Swedish sites of the IUFRO 1964/68 *Picea abies* provenance experiment. *Report 29*, Department For Yield Research, SLU, Sweden. 1-67.
278. Pfeiffer, A., Olivieri, A.M., Morgante, M. (1997). Identification and characterization of microsatellites in Norway spruce (*Picea abies* K.). *Genome* 40, 411–419.

279. Pintarić, K. (1998): Forestry and Forest Reserves in Bosnia and Herzegovina. In Diaci, J. (Eds.) Virgin forests and forest reserves in Central and East European countries - history, present status and future development. Proceedings of the invited lecturers' reports presented at the cost E4 management committee and working groups meeting in Ljubljana, Slovenia, 25-28. april 1998, 1-15.
280. Pintarić, K. (2002). Šumsko-uzgojna svojstva i život važnijih vrsta šumskog drveća. Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Federacije Bosne i Hercegovine, 111–116.
281. Plomion, C., Aury, J. M., Amselem, J., Alaeitabar, T., Barbe, V., Belser, C., Bergès, H., Bodénès, C., Boudet, N., Boury, C., Canaguier, A., Couloux, A. et al. (2015). Decoding the oak genome, public release of sequence data, assembly, annotation and publication strategies. *Molecular Ecology Recourses*, Vol. 16, Issue 1, 254-265.
282. Popov, P.P. (2003). Structure and differentiation of spruce populations in Eastern Europe and Western Siberia. *Russian Journal of Ecology*, Vol. 34, No. 1, 27–33.
283. Popović, V. (2013). Procena genetskog potencijala taksodijuma (*Taxodium distichum* (L.) Rich) u semenskoj sastojini kod Bačke Palanke. *Doktorska disertacija*, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, 148-160.
284. Porras-Hurtado, L., Ruiz, Y., Santos, C., Phillips, C., Carracedo, A., Lareu, M.V. (2013) An overview of STRUCTURE: applications, parameter settings, and supporting software. *Frontiers in genetics* Vol. 4, Article 98, doi: 10.3389/fgene.2013.00098.
285. Prescher, F. (1982). Testing av tillväxt rytm och tillväxt förmåga för brukspovenienser av gran. Sverige lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsproduktion, *Rapport* 10, 97.
286. Priehäuseser, G. (1956). Über den Formenkreis der Fichte in ursprünglichen Beständen des Bayrischen Waldes nach den Zapfen- und Zapfenschuppenformen. *Z. Fortgenet.* 5. 14-22.
287. Priehäuseser, G. (1958). Fir Fichten-Variationen und –Kombinationen des Bayerischen Waldes nach phänotypischen Merkmalen mit Bestimmungsschlüssel. *Fortwiss. Clb.* 77, 151-171.
288. Pritchard, J.K, Wen, X., Falush, D. (2010). Structure software: Version 2.3.4. Department of Human Genetics, University of Chicago and Department of Statistics University of Oxford.
289. Pukacki, P.M., Kamińska-Rożek, E. (2005). Effect of drought stress on chlorophyll *a* fluorescence and electrical admittance of shoots in Norway spruce seedlings. *Trees* 19, 539-544.
290. Pumpanen, J., Heinonsalo, J., Rasilo, T., Villemot, J., Ilvesniemi, H. (2012). The effects of soil and air temperature on CO₂ exchange and net biomass accumulation in Norway spruce, Scots pine and silver birch seedlings. *Tree Physiology* 32, 724–736.

291. Pümpel, B., Göbl, F., Tranquillini, W. (1975). Wachstum, Mykorrhiza und Frostresistenz von Fichtenjungpflanzen bei Düngung mit verschiedenen Stickstoffgaben. *Eur. J. For. Path.* 5, 83-97.
292. Pyhäjärvi, T., Garcia-Gil, M.R., Knürr, T., Mikkonen, M., Wachowiak, W., Savolainen, O. (2007). Demographic history has influenced nucleotide diversity in European *Pinus sylvestris* populations. *Genetics* 177, 1713–1724.
293. Radu, R. G., Curtu, L.A., Spârchez, G., Șofletea, N. (2014). Genetic diversity of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] in Romanian Carpathians. *Annals of Forest Research* 57(1), 19-29.
294. Räisanen, M., Repo, T., Rikala, R., Lehto, T. (2006a). Does ice crystal formation in buds explain growth disturbances in boron-deficient Norway spruce? *Trees* 20: 441–448.
295. Rasband, W. (2004). ImageJ, National Institutes of Health US.
296. Ravazzi, C. (2002). Late Quaternary history of spruce in southern Europe. *Review of Palaeobotany and Palynology* 120, 131-177.
297. Rehfeldt, G. E. (1994). Evolutionary genetics, the biological species, and the ecology of the interior cedar-hemlock forests. In: Baumgartner, D. M., Lotan, J. E., Tonn, J.R. (eds). Proceedings of the interior cedar-hemlock-white pine forests, ecology and management, Spokane, WA. Washington State University Extension, Pullman, WA, USA.
298. Rehfeldt, G.E., Jaquish, B.C., Saenz-Romero, C., Joyce, D.G., Leites, L.P. St Clair, J.B., Lopez-Upton, J. (2014). Comparative genetic responses to climate in the varieties of *Pinus ponderosa* and *Pseudotsuga menziesii*, reforestation. *Forest Ecology and Management* 324, 147–157.
299. Repáč, I., Tučeková, I., Sarvašová, J., Vencurik. (2011). Survival and growth of outplanted seedlings of selected tree species on the High Tatra Mts. windthrow area after the first growing season. *Journal of forest science* 57, (8), 349–358.
300. Repo, T., Leinonen, I., Ryyppö, A., Finér, L. (2004). The effect of soil temperature on the bud phenology, chlorophyll fluorescence, carbohydrate content and cold hardiness of Norway spruce seedlings. *Physiologia Plantarum* 121, 93–100.
301. Republički Komitet za poljoprivredu, šumarstvo i vodoprivredu Sarajevo (1986). Dugoročni program razvoja šumarstva u BiH za period 1986.do 2000. godine.
302. Republički zavod za statistiku Republike Srpske (2016). Statistički godišnjak Republike Srpske, 272-289.
303. Riikonen, J., Kontunen-Soppela, S., Ossipov, V., Tervahauta, A., Tuomainen, M., Oksanen, E. et al. (2012). Needle metabolome, freezing tolerance and gas exchange in Norway spruce seedlings exposed to elevated temperature and ozone concentration. *Tree Physiology* 32, 1102–1112.
304. Roberntz, P., Stockfors, J., (1998). Net photosynthesis, stomatal conductance and respiration of mature Norway spruce foliage under CO₂ enrichment and different nutrient regimes. *Tree Physiol.* 18, 233–241.

305. Rohde, A., Bhalerao, R.P. (2007). Plant dormancy in the perennial context. *Trends in Plant Science* 12, 217-23.
306. Rohde, A., Storme, V., Jorge, V., Gaudet, M., Vitacolonna, N., Fabbrini, F., et al. (2011). Bud set in poplar - genetic dissection of a complex trait in natural and hybrid populations. *New Phytologist* 189, 106-21.
307. Rossi, S., Bousquet, J. (2014). The bud break process and its variation among local populations of boreal black spruce, *Frontiers in plant science*, volume 5, article 574, doi: 10.3389/fpls.2014.00574.
308. Rötzer, T., Chmielewski, F.-M. (2001). Phenological maps of Europe. *Climate Research* Vol. 18, 249–257.
309. Rötzer, T., Grote, R., Pretzsch, H. (2004). The timing of bud burst and its effect on tree growth. *International Journal of Biometeorology*, 109-118.
310. Rungis, D., Bérubé, Y., Zhang, J., Ralph, S., Ritland, C. E., Ellis, B.E., Douglas, C., Bohlmann, J., Ritland, K. (2004). Robust simple sequence repeat markers for spruce (*Picea spp.*) from expressed sequence tags. *Theoretical and Applied Genetics* 109, 1283–1294.
311. Ruotsalainen, S. (2014). Increased forest production through forest tree breeding. *Scandinavian Journal of Forest Research*, Vol. 29, No. 4, 333–344.
312. Sabor, J., Stanuch, H. (2009). Assessment of the height growth of *Picea abies* as related to the geographical regions of Krutzsch (IPTNS-IUFRO 1964/68, years 1969–1988). *Dendrobiology* vol. 61, *Supplement*, 39–52.
313. Sakai, A., W. Larcher (1987). Frost survival of plants. Responses and adaptation to freezing stress. *Ecol. Stud.* 62, Springer-Verlag, Berlin, 321.
314. Sandak, J., Sandak, A., Cantini, C., Autino, A. (2015). Differences in wood properties of *Picea abies* L. Karst. in relation to site of provenance and population genetics. *Holzforschung* 69(4), 385–397.
315. Sarić, M.R. (1997). Vegetacija Srbije II – Šumske zajdenice 1. Beograd, Srpska akademija nauka i umetnosti, Odjeljenje prirodno-matematičkih nauka.
316. Schlyter, P., Stjernquist, I., Barring, L., Jönsson, A.M., Nilsson, C. (2006). Assessment of the impacts of climate change and weather extremes on boreal forests in northern Europe, focusing on Norway spruce. *Climate Research* Vol. 31: 75–84.
317. Schmidt-Vogt, H. (1977). Die Fichte. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin.
318. Schmidt-Vogt, H. (1978). Genetics of *Picea abies* (L.) Karst. - *Annales Forestales* 7/5, 147-186.
319. Schmidt-Vogt, H. (1986). Die Fichte, Band II/1, Wachstum-Züchtung-Boden-Umwelt-Holz. Paul Paray Verlag Hamburg – Berlin.
320. Schueler, S., Kapeller, S., Konrad, H., Geburek, T., Mengl, M., Bozzano, M., Koskela, J., Lefèvre, F., Hubert, J., Kraigher, H., Longauer, R., Olrik, D. (2012). Adaptive genetic diversity of trees for forest conservation in a future climate: a case study on Norway spruce in Austria. *Biodivers. Conserv.* 22, 1151–1166.

321. Scotti, I., Magni, F., Fink, R., Powell, W., Binelli, G., Hedley, P.E. (2000). Microsatellite repeats are not randomly distributed within Norway spruce (*Picea abies* K.) expressed sequences. *Genome* 43, 41–46.
322. Sedej, T.T. (2005). Učinek ultravijoličnega sevanja na smreko (*Picea abies* (L.) Karst.) in posledice za gorski gozdni ekosistem. *Zbornik gozdarstva in lesarstva* 78, 5 – 27.
323. Sedaj, T.T., Gaberščik, A. (2008). The effects of enhanced UV-B radiation on physiological activity and growth of Norway spruce planted outdoors over 5 years. *Trees* 22, 423-435.
324. Sedej, T.T. (2014). Broadleaf and conifer tree responses to long-term enhanced UV-B radiation in outdoor experiments, a review. *Acta Biologica Slovenica* Vol. 57, No. 2, 13–23.
325. Shim, D., Ko, J.-H., Kim, W.C, Wang, Q., Keathley, D. E., Han, K-H. (2014). A molecular framework for seasonal growth-dormancy regulation in perennial plants. *Horticulture Research* 59. doi,10.1038/hortres.2014.59.
326. Šijačić-Nikolić, M. (1995). Procena genetskog potencijala osam provenijencija smrče (*Picea abies* /L./Karst.) iz test kultura kod Ivanjice. *Magistarski rad*, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, 1-134.
327. Šijačić-Nikolić, Isajev, V., Mataruga, M. (2000). Evaluation of morphometric properties of several spruce (*Picea abies* /L./ Karst.) provenances in monocultures in Serbia. In: Klimo, E., Hager, H., Kulhavý (eds.), Spruce monocultures in Central Europe – Problems and Prospects. *EFI proceedings* No. 33, 145-153.
328. Šijačić-Nikolić, M., Milovanović, J. (2007): Konzervacija i usmereno korišćenje šumskih genetičkih resursa. *Glasnik Šumarskog fakulteta, Beograd*, br. 95, 7-21.
329. Šilić, Č. (1990). Atlas drveća i grmlja. SP “Svjetlost” Sarajevo, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva Sarajevo, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva Beograd, 14
330. Sitch S., Huntingford C., Gedney N., et al. (2008). Evaluation of the terrestrial carbon cycle, future plant geography and climate carbon cycle feedbacks using five Dynamic Global Vegetation Models DGVMs. *Global Change Biology* 14, 2015–2039.
331. Skrøppa, T. (1982). Genetic variation in growth rhythm characteristics within and between natural populations of Norway spruce. *Silva Fennica*, Vol. 16, No 2, 156-159.
332. Skrøppa, T., Magnussen, S. (1993). Provenance variation in shoot growth components of Norway spruce. *Silvae Genetica* 42(2–3), 111–120.
333. Skrøppa, T. (2003). EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for Norway spruce (*Picea abies*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 1-6.
334. Skrøppa, T., Kohmann, K., Johnsen, Ø., Steffernem, A., Edvardsen, Ø.M. (2007). Field performance and early test results of offspring from two Norway spruce

- seed orchards containing clones transfer to warmer climates. *Canadian Journal of Forest Research* 37: 512-522.
335. Skrøppa, T., Tollefsrud, M.M., Sperisen, C., Johnsen, Ø (2010). Rapid change in adaptive performance from one generation to the next in *Picea abies*—Central European trees in a Nordic environment. *Tree Genetics & Genomes* 6, 93–99.
 336. Skrøppa, T., Steffenrem, A. (2015). Selection in a provenance trial of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) produced a land race with desirable properties. *Scandinavian Journal of Forest Research* Vol. 31, Issue 5, 439-449.
 337. Slaney, M., Wallin, G., Medhurst, J., Linder, S. (2006). Impact of elevated carbon dioxide concentration and temperature on bud burst and shoot growth of boreal Norway spruce. *Tree Physiology* 27, 301–312.
 338. Slugeňová, K., Ditmarová, E., Kurjak, D., Váľka, J. (2011). Drought and aluminum as stress factors in Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst) seedlings. *Journal of Forest Science* 57 (12), 547–554.
 339. Sjøgaard, G., Johnsen, Ø., Nilsen, J., Junttila, O. (2008). Climatic control of bud burst in young seedlings of nine provenances of Norway spruce. *Tree Physiology* 28, 311–320.
 340. Sjøgaard, G., Granhus, A., Johnsen, Ø. (2009). Effect of frost nights and day and night temperature during dormancy induction on frost hardiness, tolerance to cold storage and bud burst in seedlings of Norway spruce. *Trees*, Vol. 23, Issue 6, 1295-1307.
 341. South, D.B., VanderSchaaf, C.L. (2017). Should forest regeneration studies have more replications? *Reforesta*, Vol. 3, 19-30.
 342. Sparks, T., Estrella, N. (2014). Does humidity trigger tree phenology? Proposal for an air humidity based framework for bud development in spring. *New Phytologist* 202, 350–355.
 343. Speicker (2000). Growth of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst) under changing environmental conditions in Europe. In: Klimo, E., Hager, H., Kulhavý (eds.), Spruce monocultures in Central Europe – Problems and Prospects. *EFI proceedings* No. 33, 13-26.
 344. Sperisen, C., Büchler, U., Gugerli, F., Mátyás, G., Geburek, T. (2001). Tandem repeats in plant mitochondrial genomes, application to the analysis of population differentiation in the conifer Norway spruce. *Molecular Ecology* 10, 257-263.
 345. Spinoni, J., Naumann, G., Vogt, J., Barbosa, P. (2015): European drought climatologies and trends based on a multi-indicator approach. *Global and Planetary Change* 127, 50–57.
 346. St. Clair, J.B., Howe, G.T. (2007). Genetic maladaptation of coastal Douglas-fir seedlings to future climates. *Global Change Biology* 13, 1441–1454.
 347. Stefanović, V., Beus, V., Burlica, Č., Dizdarević, H., Vukorep, I. (1983). Ekološko-vegetacijska rejonizacija Bosne i Hercegovine, Šumarski fakultet Sarajevo, *Posebna izdanja* br. 17, Sarajevo.

348. Steffenrem, A., Lindland, F., Skrøppa, T. (2008). Genetic and environmental variation of internodal and whorl branch formation in a progeny trial of *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 23, 290-298.
349. Stojnić, S., Orlović, S., Pilipović, A., Kebert, M., Šijačić-Nikolić, M., Vilotić, D. (2010). Variability of physiological parameters of different European beech provenances in international provenance trials in Serbia. *Acta Silv. Lign. Hung.* 6, 135-142.
350. Stojnić, S., Orlović, S., Pilipović, A., Vilotić, D., Šijačić-Nikolić, M., Miljković, D. (2012). Variation in leaf physiology among three provenances of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in provenance trial in Serbia. *Genetika*, Vol. 44, No.2, 341-353.
351. Stupar, V., Čarni, A. (2016). Ecological, floristic and functional analysis of zonal forest vegetation in Bosnia and Herzegovina. *Acta Botanica Croatica*, 1-28.
352. Surina, B., Dakskobler, I. (2013). Phytosociology and ecology of the Dinaric fir-beech forests (*Omphalodo-Fagetum*) at the north-western part of the iliryan floral province (NW Dinaric Alps). *Hecquetia* 12(1), 11-85.
353. Susmel, L. (1953). Saggio su polimorfismo della *Picea* nell' alto Cadae. *Accademia Italiana di Scienze Forestali*.
354. Sutinen, S., Partanen, J., Viherä-Aarnio, A., Häkkinen, R. (2009). Anatomy and morphology in developing vegetative buds on detached Norway spruce branches in controlled conditions before bud burst. *Tree Physiology* 29, 1457–1465.
355. Sutinen, S., Partanen, J., Viherä-Aarnio, A., Häkkinen, R. (2012). Development and growth of primordial shoots in Norway spruce buds before visible bud burst in relation to time and temperature in the field. *Tree Physiology*, Volume 32, Issue 8, 987–997.
356. Tepić, M. (2014). Individualna varijabilnost sadržaja fotosintetičkih pigmenta brekinje (*Sorbus torminalis* L. Crantz). *Završni rad drugog ciklusa studija*, Šumarski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, 1-41.
357. Tollefsrud, M.M., Kissling, R., Gugerli, F., Johnsen, Ø., Skrøppa, T., Cheddadi, R., Van der Knaap, W.O., Latafowa, M., Terhürne-Berson, R., Litt, T., Geburek, T., Brochmann, C., Sperisen, C. (2008). Genetic consequences of glacial survival and postglacial colonization in Norway spruce: combined analysis of mitochondrial DNA and fossil pollen. *Molecular Ecology* 17, 4134–4150.
358. Tollefsrud, M., Kissling, R., Gugerli, F., Johnsen, Ø., Skrøppa, T., Cheddadi, R., van der Knaap, W.O., Latafowa, M., Terhürne-Berson, R., Litt, T., Geburek, T., Brochmann, C., Sperisen, C. (2009). Genetic consequences of glacial survival and postglacial colonization in Norway spruce, combined analysis of mitochondrial DNA and fossil pollen. *Molecular Ecology* 17, 4134–4150.
359. Tomić, Z., Rakonjac, L. (2013). Šumske fitocenoze Srbije, priručnik za šumare, ekološke i biologe. Univerzitet Singidunum. Fakultet za primenjenu ekologiju Futura i Instituta za šumarstvo.

360. Török, K., Podani, J., Borhidi, A. (1989). Numerical revision of *Fagion illiricum* alliance. *Vegetatia* 81, 169-180.
361. Tsuda, Y., Chen, J., Stocks, M., Källman, T., Sønstebø, J.H., Parducci, L., Semerikov, V., Sperisen, C., Politov, D., Ronkainen, T., Väliiranta, M., Vendramin, G.G., Tollefsrud, M.M., Lascoux, M. (2016). The extent and meaning of hybridization and introgression between Siberian spruce (*Picea obovata*) and Norway spruce (*Picea abies*): cryptic refugia as stepping stones to the west? *Molecular Ecology*, Volume 25, Issue 12, 2773-2789.
362. Tyszkiewicz, S. (1968). Population Studies of Norway Spruce in Poland. Forest Research Institute, Warsaw, 1-180.
363. Uddling, J., Wallin, G. (2012). Interacting effects of elevated CO₂ and weather variability on photosynthesis of mature boreal Norway spruce agree with biochemical model predictions. *Tree Physiology* 32, 1509–1521.
364. Ulbrichová, I., Podrázský, V., Beran, F., Zahradník, D., Fulín, M., Procházka, J., Kubeček, J. (2015). *Picea abies* provenance test in the Czech Republic after 36 years – Central European provenances. *Journal of Forest Science*, 61(11), 465–477.
365. Van der Maaten-Theunissen, M., Kahle, H.P., van der Maaten, E. (2013). Drought sensitivity of Norway spruce is higher than that of silver fir along an altitudinal gradient in southwestern Germany. *Annals of Forest Science* 70, 185–193.
366. van Oosterhout, C., Hutchinson, W.F., Wills, D.P.M., Shipley, P. (2003): MICRO-CHECKER: Software for identifying and correcting genotyping errors in microsatellite data. *Molecular Ecology Resources* 4: 535-538.
367. Vancura, K. (1995). Conservation of Norway spruce genetic resources in the Czech Republic. In: Turok et al. (eds.), *Picea abies* Network. - Report of the first meeting, 16-18 March 1995, Tatra National Park, Stara Lesna, Slovakia. IPGRI, Rome, Italy, 82-90.
368. Vendramin G.G., Anzidei, M., Madaghiele, A., Sperisen, C., Bucci, G. (1999). Chloroplast microsatellite analysis reveals the presence of population subdivision in Norway spruce (*Picea abies* K.). *Genome* 42, 1-11.
369. Viherä-Aarnio, A., Sutinen, S., Partanen, J., Häkkinen, R. (2014). Internal development of vegetative buds of Norway spruce trees in relation to accumulated chilling and forcing temperatures, *Tree Physiology* 34, 547–556.
370. Vilotić, D., Tošić, M. (1998). Morphological Characteristics and Anatomic Structure of Three Spontaneous Mutants of Spruce (*Picea abies* Karst.) in Serbia. *Progress in Botanical Research*: 447-450.
371. Vitasse, Y., Basler, D. (2012). What role for photoperiod in the bud burst phenology of European beech. *European Journal of Forest Research*, Vol. 132, Issue 1, 1-8.

372. Vitasse, Y., François, C., Delpierre, N., Dufrêne, E., Kremer, A., Chuine, I., Delzon, S. (2011). Assessing the effects of climate change on the phenology of European temperate trees. *Agricultural and Forest Meteorology* 151, 969–980.
373. Vukelić, J. (2012). Šumska vegetacija Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, 54-273.
374. Westergren, M., Bozic, G., Kraigher, H. (2018). Genetic diversity of core vs. peripheral Norway spruce native populations at a local scale in Slovenia. *iForest* 11: 104-110.
375. Westin, J., Sundblad, L.-G., Hällgren, J.-E. (1995). Seasonal variation in photochemical activity and hardiness in clones of Norway spruce (*Picea abies*). *Tree Physiology* 15, 685-689.
376. Wettstein, D. (1957). Chlorophyll letale und der submikroskopische Formwechsel der Plastiden. *Exp. Cell Res.* 12: 427– 434.
377. Wojnicka-Półtorak, A., Prus-Głowacki, W., Celiński, K., Korczyk, A. (2013). Genetic aspects of age dynamics of a natural *Picea abies* (L.) Karst. population in the Białowieża Primeval Forest, Poland. *New Forests* 44, 811–825.
378. Worrall, J. (1972). Seasonal, daily, and hourly growth of height and radius in Norway spruce. *Canadian Journal of Forest Research*, 3(4): 501-511.
379. Wright, S., 1978: Evolution and the Genetics of Populations. Volume 4: Variability Within and Among Natural Populations. University of Chicago Press.
380. Yakovlev, I.A., Fossdal, C.G., Johnsen, Ø., Junttila, O., Skrøppa, T. (2006). Analysis of gene expression during bud burst initiation in Norway spruce via ESTs from subtracted cDNA libraries. *Tree Genetics & Genomes* 2, 39–52.
381. Yakovlev, I.A., Asante, D.K.A., Fossdal C.G., Partanen, J., Junttila, O., Johnsen, Ø. (2008). Dehydrins expression related to timing of bud burst in Norway spruce. *Planta* 228, 459–472.
382. Yakovlev, I., Fossdal, C.G., Skrøppa, T., Olsen, J.E., Jahren, A.H., Johnsen, Ø. (2012). An adaptive epigenetic memory in conifers with important implications for seed production. *Seed Science Research* 22, 63-76.
383. Yakovlev, I.A., Lee, K.Y., Rotter, B., Olsen, J.E., Skrøppa, T., Johnsen, Ø., Fossdal, C.G. (2014). Temperature-dependent differential transcriptomes during formation of an epigenetic memory in Norway spruce embryogenesis. *Tree Genetics & Genomes* 10, 355–366.
384. Yakovlev I, Carneros E, Lee YY, Olsen JE, Fossdal CG. (2016). Transcriptional profiling of epigenetic regulators in somatic embryos during temperature induced formation of an epigenetic memory in Norway spruce. *Planta* 243(5), 1237–1249.
385. Yakovlev, I.A., Fossdal, C.G. (2017). In Silico Analysis of Small RNAs Suggest Roles for Novel and Conserved miRNAs in the Formation of Epigenetic Memory in Somatic Embryos of Norway Spruce. *Frontiers in Physiology*, doi: 10.3389/fphys.2017.00674.

386. Yazdani R., Scotti I., Jansson G., Plomion C., Mathur G. (2003). Inheritance and diversity of simple sequence repeat (SSR) microsatellite markers in various families of *Picea abies*. *Hereditas* 138: 219–227.
387. Yongshuo H. F., Campioli, M., Demarée, G., Deckmyn, A., Hamdi, R., Janssens, I.A., Deckmyn, G. (2012). Bayesian calibration of the Unified budburst model in six temperate tree species. *Int. J. Biometeorol.*56:153–164.
388. Yordanov, Y.S., Ma, C., Strauss, S.H., Busov, V.B. (2014). Early Bud-Break 1 (EBB1) is a regulator of release from seasonal dormancy in poplar trees. *Proceedings of National Academy of Science USA* 111,10001-6.
389. Zajíčková, L., Nádraská, M., Matoušek, P. (2011). The effect of drought on stem volume changes of Norway spruce. *Scientia agriculturae bohémica* 42 (3), 119–126.

9. PRILOZI

Prilog 1 - PODACI O POLAZNIM POPULACIJAMA

Tabela 1. Podaci o polaznoj populaciji Han Pijesak 1

HAN PIJESAK 1 – lok. RADOJEVAC			
Opšti podaci i položaj			
<i>Registarski broj sjemenskog objekta</i>	S.S.010-030.1210.06		
<i>Vrsta drveća (narodni i naučni naziv)</i>	Abies alba-jela; Picea abies-smrča		
<i>Vrsta sjemenskog objekta</i>	Sjemenska sastojina		
<i>Naziv organizacije ili vlasnika objekta</i>	ŠG „Visočnik“-Han Pijesak		
<i>Naziv gazdinske jedinice</i>	Gornja Stupčanica		
<i>Broj odjeljenja</i>	23, 50, 51		
<i>Broj odsjeka</i>	a,-,a		
<i>Gazdinska klasa</i>	1210,1214		
<i>Lokalni naziv</i>	Radojevac		
Površina, položaj i orografski uslovi			
<i>Ukupna površ. /ha/</i>	50,3	<i>Redukovana povr. /ha/</i>	16,5+18,51
<i>Geografska širina</i>	44° 8' 13.3"	<i>Geografska dužina</i>	18° 50' 1.0"
<i>Nadmorska visina</i>	1000-1100	<i>Nagib [°]</i>	12
<i>Ekspozicija</i>	sjevero-istok		
Stanišni uslovi (podaci uzeti sa karata ekološko-vegetacijske rejonizacije)			
<i>Oblast</i>	Oblast Unutrašnjih Dinarida		
<i>Područje</i>	Područje istočnobosanske visoravni		
<i>Rejon</i>	Romanijski rejon		
<i>Geološka podloga</i>	Pješčari, glinci, rožnjaci + laporovito pjeskoviti krečnjaci		
<i>Tip zemljišta</i>	Mozaici kalkomelanosol - kalkokambisol		
<i>Realna vegetacija</i>	Piceo - Abieti - Fagetum / Abieti - Piceetum		
<i>Potencijalna vegetacija</i>	Piceo - Abieti - Fagetum		
Opis sjemenskog objekta			
<i>Prirodni ili vještački</i>	Prirodni		
<i>Ako je vještački odakle potiče sjeme -</i>	-		
<i>Uzgojni oblik sastojine</i>	Raznodobna		
<i>Zastupljenost drugih vrsta u %</i>	13% (bukva i ostali lišćari)		
<i>Sklop</i>	0,80		
<i>Opis stanja podmlatka tretirane vrste</i>	Dobro		
Starost bonitiranih stabala			
<i>od jel-50; smrča-70 god. do jel-140;smrča-170 god.</i>	<i>Preovlađuju stabla starosti jel -105; cm -103 god.</i>		
Visina bonitiranih stabala			
<i>od jel-16; smr.-22,5 m do jela-32,5;smr.-3,5m</i>	<i>Preovlađuju stabla visine jela -27; smrča -29m</i>		
Prečnik bonitiranih stabala			
<i>Od jela-22; smr.-22 cm do jela-65;smr.-57 cm</i>	<i>Preovlađuju stabla prečnika: jela -35; smr. - 40 cm</i>		

Tabela 2. Podaci o polaznoj populaciji Han Pijesak 2

HAN PIJESAK 2 – lok. KUSAČE			
Opšti podaci i položaj			
<i>Registarski broj sjemenskog objekta</i>	S.S.010-030.1213-1212.06		
<i>Vrsta drveća (narodni i naučni naziv)</i>	<i>Abies alba</i> -jela; <i>Picea abies</i> -smrča		
<i>Vrsta sjemenskog objekta</i>	Sjemenska sastojina		
<i>Naziv organizacije ili vlasnika objekta</i>	ŠG „Visočnik“-Han Pijesak		
<i>Naziv gazdinske jedinice</i>	Javor		
<i>Broj odjeljenja</i>	40/1, 40/2, 41		
<i>Broj odsjeka</i>	a,b		
<i>Gazdinska klasa</i>	1213,1212		
<i>Lokalni naziv</i>	Kusače		
Površina, položaj i orografski uslovi			
<i>Ukupna površ. /ha/</i>	88,6	<i>Redukovana povr. /ha/</i>	26,93+41,82
<i>Geografska širina</i>	44° 2' 8.8"	<i>Geografska dužina</i>	19° 0' 11.4"
<i>Nadmorska visina</i>	960-1040	<i>Nagib [°]</i>	5
<i>Ekspozicija</i>	Raznostrana		
Stanišni uslovi (podaci uzeti sa karata ekološko-vegetacijske rejonizacije)			
<i>Oblast</i>	Oblast Unutrašnjih Dinarida		
<i>Područje</i>	Područje istočnobosanske visoravni		
<i>Rejon</i>	Romanijski rejon		
<i>Geološka podloga</i>	Pješčari, glinci, rožnjaci + laporovito pjeskoviti krečnjaci		
<i>Tip zemljišta</i>	Mozaici kalkomelanosol - kalkokambisol		
<i>Realna vegetacija</i>	<i>Piceo - Abieti - Fagetum</i>		
<i>Potencijalna vegetacija</i>	<i>Piceo - Abieti - Fagetum</i>		
Opis sjemenskog objekta			
<i>Prirodni ili vještački</i>	Prirodni		
<i>Ako je vještački odakle potiče sjeme -</i>	-		
<i>Uzgojni oblik sastojine</i>	Raznodobna		
<i>Zastupljenost drugih vrsta u %</i>	3% (bukva i ostali lišćari)		
<i>Sklop</i>	0,80		
<i>Opis stanja podmlatka tretirane vrste</i>	Odlično		
Starost bonitiranih stabala			
<i>od jela-40;sm-50 god. do jel-110;sm-140 god.</i>	<i>preovlađuju stabla starosti jel-70;sm-90 god.</i>		
Visina bonitiranih stabala			
<i>od jela-11,5;sm-21,5 m do jela-33;sm-39,5 m</i>	<i>preovlađuju stabla visine jela-24;sm-29 m</i>		
Prečnik bonitiranih stabala			
<i>od jela-17;smrča-23 cm do jela-54;smrča -60 cm</i>	<i>preovlađuju stabla prečnika jela-34; smrča - 40 cm</i>		

Tabela 3. Podaci o polaznoj populaciji - Potoci

POTOCI			
Opšti podaci i položaj			
<i>Registarski broj sjemenskog objekta</i>	S.S.030.1261.17		
<i>Vrsta drveća (narodni i naučni naziv)</i>	<i>Picea abies</i> (L.) Karst - smrča		
<i>Vsta sjemenskog objekta</i>	Sjemenska sastojina		
<i>Naziv organizacije ili vlasnika objekta</i>	ŠG „Klekovača“ - Istočni Drvar		
<i>Naziv gazdinske jedinice</i>	Potoci-Resanovača		
<i>Broj odjeljenja</i>	57, 58		
<i>Broj odsjeka</i>	b, b		
<i>Gazdinska klasa</i>	1213,1212		
<i>Lokalni naziv</i>	Vršak-Uvala		
Površina, položaj i orografski uslovi			
<i>Ukupna površ. /ha/</i>	22,8	<i>Redukovana povr. /ha/</i>	19,93
<i>Geografska širina</i>	44° 23' 12.4"	<i>Geografska dužina</i>	16° 39' 39.5"
<i>Nadmorska visina</i>	850-950	<i>Nagib [°]</i>	5
<i>Ekspozicija</i>	jugo-zapad		
Stanišni uslovi (podaci uzeti sa karata ekološko-vegetacijske rejonizacije)			
<i>Oblast</i>	Oblast Unutrašnjih Dinarida		
<i>Područje</i>	Zapadnobosansko krečnjačko - dolomitno područje		
<i>Rejon</i>	Glamočko - kupreški rejon		
<i>Geološka podloga</i>	Svijetlosivi i sivi mikrokristalasti, rjeđe oolitični krečnjaci sa algama		
<i>Tip zemljišta</i>	Mozaici kalkokambisol - distrični kambisol		
<i>Realna vegetacija</i>	<i>Piceo - Abieti - Fagetum</i>		
<i>Potencijalna vegetacija</i>	<i>Piceo - Abieti - Fagetum</i>		
Opis sjemenskog objekta			
<i>Prirodni ili vještački</i>	Prirodni		
<i>Ako je vještački odakle potiče sjeme -</i>	-		
<i>Uzgojni oblik sastojine</i>	Raznodobna		
<i>Zastupljenost drugih vrsta u %</i>	9,3% (bukva, jela i druge vrste)		
<i>Sklop</i>	0,80		
<i>Opis stanja podmlatka tretirane vrste</i>	loš-odličan-dobar(1;1;1)		
Starost bonitiranih stabala			
<i>Od 100 god. do 120 god.</i>	<i>Preovlađuju stabla starosti 115 god.</i>		
Visina bonitiranih stabala			
<i>Od 25,5 m do 49 m</i>	<i>Preovlađuju stabla visine 40 m</i>		
Prečnik bonitiranih stabala			
<i>Od 27,1 cm do 78 cm</i>	<i>Preovlađuju stabla prečnika 45 cm</i>		

Tabela 4. Podaci o polaznoj populaciji - Foča

FOČA			
Opšti podaci i položaj			
<i>Registarski broj sjemenskog objekta</i>	S.S.030.1214.22		
<i>Vrsta drveća (narodni i naučni naziv)</i>	<i>Picea abies (L.) Karst - smrča</i>		
<i>Vsta sjemenskog objekta</i>	Sjemenska sastojina		
<i>Naziv organizacije ili vlasnika objekta</i>	ŠG „Maglič“ - Foča		
<i>Naziv gazdinske jedinice</i>	Srbinje-Toholji		
<i>Broj odjeljenja</i>	60		
<i>Broj odsjeka</i>	a		
<i>Gazdinska klasa</i>	1214		
<i>Lokalni naziv</i>	Navijalo		
Površina, položaj i orografski uslovi			
<i>Ukupna površ. /ha/</i>	14,80	<i>Redukovana povr. /ha/</i>	12,37
<i>Geografska širina</i>	43° 24' 58.4"	<i>Geografska dužina</i>	18° 52' 38.7"
<i>Nadmorska visina</i>	1000-1126	<i>Nagib [°]</i>	20-30
<i>Ekspozicija</i>	Sjevero-istok		
Stanišni uslovi (podaci uzeti sa karata ekološko-vegetacijske rejonizacije)			
<i>Oblast</i>	Prelazno ilirsko - mezijska oblast		
<i>Područje</i>	Gornjedrinsko područje		
<i>Rejon</i>	Čajničko - meštovački rejon		
<i>Geološka podloga</i>	Laporci, pješčari i krečnjaci, dioriti i kvarcdioriti		
<i>Tip zemljišta</i>	Distrični kambisol		
<i>Realna vegetacija</i>	<i>Abieti - Piceetum</i>		
<i>Potencijalna vegetacija</i>	<i>Piceo - Abieti - Fagetum</i>		
Opis sjemenskog objekta			
<i>Prirodni ili vještački</i>	Prirodni		
<i>Ako je vještački odakle potiče sjeme -</i>	-		
<i>Uzgojni oblik sastojine</i>	Raznodobna		
<i>Zastupljenost drugih vrsta u %</i>	5% (jela)		
<i>Sklop</i>	0,88		
<i>Opis stanja podmlatka tretirane vrste</i>	Dobar		
Starost bonitiranih stabala			
<i>Od 80 god. do 100 god.</i>	<i>Preovlađuju stabla starosti 90 god.</i>		
Visina bonitiranih stabala			
<i>Od 30 m do 35 m</i>	<i>Preovlađuju stabla visine 32 m</i>		
Prečnik bonitiranih stabala			
<i>Od 40 cm do 60 cm</i>	<i>Preovlađuju stabla prečnika 50 cm</i>		

Tabela 5. Podaci o polaznoj populaciji - Kneževo¹

KNEŽEVO - 1			
Opšti podaci i položaj			
<i>Registarski broj sjemenskog objekta</i>	S.S.030.1213.42		
<i>Vrsta drveća (narodni i naučni naziv)</i>	<i>Picea abies (L.) Karst - smrča</i>		
<i>Vrsta sjemenskog objekta</i>	Sjemenska sastojina		
<i>Naziv organizacije ili vlasnika objekta</i>	ŠG „Čemernica“-Kneževo		
<i>Naziv gazdinske jedinice</i>	Cvrcka		
<i>Broj odjeljenja</i>	181/1		
<i>Broj odsjeka</i>			
<i>Gazdinska klasa</i>	1213		
<i>Lokalni naziv</i>			
Površina, položaj i orografski uslovi			
<i>Ukupna površ. /ha/</i>	33,50	<i>Redukovana povr. /ha/</i>	24,46
<i>Geografska širina</i>	44° 29' 58.5"	<i>Geografska dužina</i>	17° 22' 32.9"
<i>Nadmorska visina</i>	830-910	<i>Nagib [°]</i>	5
<i>Ekspozicija</i>	Sjevero-istok		
Stanišni uslovi (podaci uzeti sa karata ekološko-vegetacijske rejonizacije)			
<i>Oblast</i>	Oblast unutrašnjih Dinarida		
<i>Područje</i>	Zapadnobosansko krečnjačko - dolomitno područje		
<i>Rejon</i>	Skendervakufski rejon		
<i>Geološka podloga</i>	Fliš: konglomerati, kalkreniti, laporoviti mikriti i laporci		
<i>Tip zemljišta</i>	Mozaici kalkmelanosol - luvisol		
<i>Realna vegetacija</i>	<i>Abieti - Piceetum</i>		
<i>Potencijalna vegetacija</i>	<i>Piceo - Abieti - Fagetum</i>		
Opis sjemenskog objekta			
<i>Prirodni ili vještački</i>	Prirodni		
<i>Ako je vještački odakle potiče sjeme -</i>	-		
<i>Uzgojni oblik sastojine</i>	Raznodobna		
<i>Zastupljenost drugih vrsta u %</i>	-		
<i>Sklop</i>	0,73		
<i>Opis stanja podmlatka tretirane vrste</i>	Dobar		
Starost bonitiranih stabala			
<i>Nije utvđivana</i>			
Visina bonitiranih stabala			
<i>Od 28 m do 35 m</i>	<i>Preovlađuju stabla visine 33 m</i>		
Prečnik bonitiranih stabala			
<i>Od 32 cm do 84 cm</i>	<i>Preovlađuju stabla prečnika 58 cm</i>		

¹ Polazni materijal iz populacije Kneževo sakuljen je u dva sjemenska objekta koja su geografski i ekobioekološki bliska. Podaci o oba objekta su data u tabelama 5 i 6

Tabela 6. Podaci o polaznoj populaciji - Kneževo 2

KNEŽEVO - 2			
Opšti podaci i položaj			
<i>Registarski broj sjemenskog objekta</i>	S.S.010-030.1214.42		
<i>Vrsta drveća (narodni i naučni naziv)</i>	<i>Picea abies</i> Karst. –smrča, <i>Abies alba</i> L.- jela		
<i>Vrsta sjemenskog objekta</i>	Sjemenska sastojina		
<i>Naziv organizacije ili vlasnika objekta</i>	ŠG „Čemernica“-Kneževo		
<i>Naziv gazdinske jedinice</i>	Cvrcka		
<i>Broj odjeljenja</i>	167/1		
<i>Broj odsjeka</i>	-		
<i>Gazdinska klasa</i>	1214		
<i>Lokalni naziv</i>	Paljike		
Površina, položaj i orografski uslovi			
<i>Ukupna površ. /ha/</i>	45,20	<i>Redukovana povr. /ha/</i>	17,88+20,99
<i>Geografska širina</i>	44° 28' 47.4"	<i>Geografska dužina</i>	17° 25' 31.3"
<i>Nadmorska visina</i>	1020-1100	<i>Nagib [°]</i>	10
<i>Ekspozicija</i>	Sjevero-istok		
Stanišni uslovi (podaci uzeti sa karata ekološko-vegetacijske rejonizacije)			
<i>Oblast</i>	Oblast unutrašnjih Dinarida		
<i>Područje</i>	Srednjobosansko područje		
<i>Rejon</i>	Vrandučki rejon		
<i>Geološka podloga</i>	Fliš: konglomerati, kalkreniti, laporoviti mikriti i laporci		
<i>Tip zemljišta</i>	Distrični kambisol		
<i>Realna vegetacija</i>	<i>Abieti - Piceetum</i>		
<i>Potencijalna vegetacija</i>	<i>Piceo - Abieti - Fagetum</i>		
Opis sjemenskog objekta			
<i>Prirodni ili vještački</i>	Prirodni		
<i>Ako je vještački odakle potiče sjeme -</i>	-		
<i>Uzgojni oblik sastojine</i>	Preborna		
<i>Zastupljenost drugih vrsta u %</i>	-		
<i>Sklop</i>	0,86		
<i>Opis stanja podmlatka tretirane vrste</i>	Dobar		
Starost bonitiranih stabala			
<i>Nije utvđivana</i>			
Visina bonitiranih stabala			
<i>Od smrča-25; jela-25 m do smrča-33; jela-31 m</i>		<i>Preovlađuju stabla visine smrča-30; jela-30 m</i>	
Prečnik bonitiranih stabala			
<i>Od smrča-33; jela-35 cm do smrča-65; jela-64 cm</i>		<i>Preovlađuju stabla prečnika smrča-43; jela-53 cm</i>	

Tabela 7. Podaci o polaznoj populaciji - Olovo

OLOVO			
Opšti podaci i položaj			
<i>Registarski broj sjemenskog objekta</i>	UP-1-07-26-195-6/09		
<i>Vrsta drveća (narodni i naučni naziv)</i>	<i>Picea abies</i> Karst. –smrča, <i>Abies alba</i> L.- jela		
<i>Vrsta sjemenskog objekta</i>	Sjemenska sastojina		
<i>Naziv organizacije ili vlasnika objekta</i>	ŠPP „Olovo“, Šumarstvo Olovo, FBiH		
<i>Naziv gazdinske jedinice</i>	G.J.„Donja Stupčanica“		
<i>Broj odjeljenja</i>	128		
<i>Broj odsjeka</i>	-		
<i>Gazdinska klasa</i>	-		
<i>Lokalni naziv</i>	Grab		
Površina, položaj i orografski uslovi			
<i>Ukupna površ. /ha/</i>	11,0	<i>Redukovana povr. /ha/</i>	8,8ha
<i>Geografska širina</i>	44° 04'	<i>Geografska dužina</i>	18° 34'
<i>Nadmorska visina</i>	920m	<i>Nagib [°]</i>	-
<i>Ekspozicija</i>	Sjeverna		
Stanišni uslovi (podaci uzeti sa karata ekološko-vegetacijske rejonizacije)			
<i>Oblast</i>	Oblast unutrašnjih Dinarida		
<i>Područje</i>	Istočno-bosanske visoravani		
<i>Rejon</i>	Ozrensko-okruglički		
<i>Geološka podloga</i>	Krečnjak-verfen		
<i>Tip zemljišta</i>	Smeđe krečnjačko		
<i>Realna vegetacija</i>	<i>Picetum montanum</i>		
<i>Potencijalna vegetacija</i>			
Opis sjemenskog objekta			
<i>Prirodni ili vještački</i>	Prirodan		
<i>Ako je vještački odakle potiče sjeme</i>	-		
<i>Uzgojni oblik sastojine</i>	Raznodobna		
<i>Zastupljenost drugih vrsta u %</i>	Jela 35%, bijeli bor 1%		
<i>Sklop</i>	0,8		
<i>Opis stanja podmlatka tretirane vrste</i>	Dobar		
Starost bonitiranih stabala			
<i>Oko 40 godina</i>	<i>Preovlađuju stabla starosti od 100-170 godina</i>		
Visina bonitiranih stabala			
<i>Od 20 m do 32m</i>	<i>Preovlađuju stabla visine 27 m</i>		
Prečnik bonitiranih stabala			
<i>Od 21 do 59 cm</i>	<i>Preovlađuju stabla prečnika 30c m</i>		

¹ Podaci o polaznim populacijama za sjemenske objekte: Han Pijesak 1, Han Pijesak 2, Foču, Potoke i Kneževo preuzeti su iz Registra šumskih sjemenskih objekata Republike Srpske (Mataruga i sar., 2005). Podaci o populaciji Olovo preuzeti su iz Obrasca za izradu privremenog registra sjemenskih objekata FBiH.

**Prilog 2 – VISINE, PREČNICI KORIJEVOG VRATA I OPSTANAK
SADNICA NA NIVOU LINIJA POLUSRODNIKA**

/Rezultati Dankan testova i interakcije/

Tabela 8. Rezultati Dankan testa za obilježje „visine sadnica” i „prečnik korijenovog vrata” na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću /nastavak/

Linija polusr.	h 2015 [cm]	Homogene grupe										Linija polusr.	h 2016 [cm]	Homogene grupe										Linija polusr.	D _{KV} 2014 [mm]	H. grupe			Linija polusr.	D _{KV} 2016 [mm]	H. grupe						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			11	1	2	3	4	5	6	7	8	9			1	2	3			1	2	3	4			
K1	77,16	a										K1	93,12	a									F6	21,76	a			HP2/8	35,46	a							
HP2/1	77,80	a	b									K2	97,65	a	b									HP2/8	22,10	a	b	HP2/4	36,69	a	b						
K2	79,70	a	b	c								HP1/5	99,20	a	b	c								F7	23,00	a	b	c	HP1/4	36,80	a	b					
HP1/4	79,96	a	b	c								HP1/4	99,75	a	b	c								HP1/4	23,47	a	b	c	HP2/3	37,15	a	b	c				
HP1/5	81,45	a	b	c	d							HP2/1	99,93	a	b	c								K10	23,54	a	b	c	F7	38,70	a	b	c	d			
K10	81,91	a	b	c	d							HP1/1	100,38	a	b	c								F5	23,64	a	b	c	O9	38,81	a	b	c	d			
HP1/1	82,35	a	b	c	d							HP1/3	101,39	a	b	c	d							F1	23,68	a	b	c	HP1/9	38,88	a	b	c	d			
F6	83,00	a	b	c	d	e						K10	101,82	a	b	c	d							F9	23,76	a	b	c	F6	39,18	a	b	c	d			
K6	83,78	a	b	c	d	e	f					F6	104,50	a	b	c	d	e						F2	23,79	a	b	c	HP1/5	39,35	a	b	c	d			
HP1/3	84,64	a	b	c	d	e	e	f				K6	106,41	a	b	c	d	e	f					HP2/1	23,86	a	b	c	HP1/1	39,52	a	b	c	d			
K5	86,41	a	b	c	d	e	e	f	g			K9	108,86	a	b	c	d	e	f					K1	23,97	a	b	c	F1	39,59	a	b	c	d			
K9	88,52	a	b	c	d	e	e	f	g	h		K5	108,95	a	b	c	d	e	f					K3	24,02	a	b	c	HP1/6	40,42	a	b	c	d			
F1	89,22	a	b	c	d	e	e	f	g	h		K3	110,69	a	b	c	d	e	f	g				O9	24,10	a	b	c	F2	40,42	a	b	c	d			
K3	90,25	a	b	c	d	e	e	f	g	h		F1	111,72	a	b	c	d	e	f	g	h			HP1/9	24,10	a	b	c	F5	40,78	a	b	c	d			
HP1/6	91,23	a	b	c	d	e	e	f	g	h		HP1/6	111,80	a	b	c	d	e	f	g	h			HP1/5	24,26	a	b	c	O10	41,06	a	b	c	d			
HP2/3	92,23	a	b	c	d	e	e	f	g	h	i	K7	112,76	a	b	c	d	e	f	g	h	i		HP2/4	24,40	a	b	c	O2	41,14	a	b	c	d			
K7	92,41	a	b	c	d	e	e	f	g	h	i	HP2/3	113,00	a	b	c	d	e	f	g	h	i		F3	24,41	a	b	c	HP1/7	41,37	a	b	c	d			
HP2/10	93,67	a	b	c	d	e	e	f	g	h	i	HP2/10	117,44		b	c	d	e	f	g	h	i		HP1/6	24,57	a	b	c	O1	41,97	a	b	c	d			
HP2/8	93,95	a	b	c	d	e	e	f	g	h	i	HP2/4	117,70		b	c	d	e	f	g	h	i		O2	24,67	a	b	c	O3	42,00	a	b	c	d			
HP2/4	95,11		b	c	d	e	e	f	g	h	i	HP2/8	118,42		b	c	d	e	f	g	h	i		HP1/3	24,78	a	b	c	F9	42,15	a	b	c	d			
K11	95,76			c	d	e	e	f	g	h	i	K11	120,03		b	c	d	e	f	g	h	i		HP2/3	24,95	a	b	c	F10	42,16	a	b	c	d			
F3	96,35			c	d	e	e	f	g	h	i	F3	120,13		b	c	d	e	f	g	h	i		P8	25,02	a	b	c	HP1/3	42,36	a	b	c	d			
HP1/9	96,97			c	d	e	e	f	g	h	i	F7	121,27			c	d	e	f	g	h	i		K11	25,07	a	b	c	HP2/1	42,50	a	b	c	d			
F7	98,44				d	e	e	f	g	h	i	HP1/9	122,30			c	d	e	f	g	h	i		K7	25,08	a	b	c	K10	42,79		b	c	d			
O10	100,18					e	e	f	g	h	i	O10	124,24				d	e	f	g	h	i		HP1/1	25,13	a	b	c	K7	42,91		b	c	d			
O1	100,95						e	f	g	h	i	F9	125,74					e	f	g	h	i		O3	25,27	a	b	c	K3	43,07		b	c	d			
O2	101,70							f	g	h	i	O1	126,18						e	f	g	h	i		K2	25,33	a	b	c	K9	43,38		b	c	d		
F9	101,93								f	g	h	O2	126,28						e	f	g	h	i		F10	25,40	a	b	c	P8	43,54		b	c	d		
F5	102,78									g	h	F2	128,35							f	g	h	i		O10	25,43	a	b	c	F3	43,84		b	c	d		
F2	103,11										g	P8	128,90							f	g	h	i		K9	25,79	a	b	c	P9	43,86		b	c	d		
HP1/7	103,62											P9	129,39								f	g	h	i		K5	25,88	a	b	c	HP2/8	35,46			c	d	
P8	103,95											F5	129,54								f	g	h	i		P9	25,99		b	c	HP2/4	36,69			c	d	
P9	104,12											HP1/7	129,65								f	g	h	i		K6	26,11		b	c	HP1/4	36,80				d	
O3	106,73											O3	133,32									g	h	i		HP1/7	26,18		b	c	HP2/3	37,15				d	
O9	109,14											O9	134,75										h	i		HP2/10	26,48			c	F7	38,70				d	
F10	110,17											F10	137,63											i		O1	27,16			c	O9	38,81					

Tabela 9. Rezultati Dankan testa za obilježje „visine sadnica” i „prečnik korijenovog vrata” na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici

Linija polusr.	h 2011 [cm]	Homogene grupe								Linija polusr.	h 2012 [cm]	Homogene grupe							Linija polusr.	h 2013 [cm]	H. grupe				Linija polusr.	h 2014 [cm]	H. grupe								
		1	2	3	4	5	6	7	8			1	2	3	4	5	6	7			1	2	3	4			1	2	3	4	5				
HP1/4	34,05	a								F1	47,34	a								F7	55,85	a					F7	70,34	a						
F1	34,44	a	b							F7	48,00	a	b							F1	55,93	a					F1	71,41	a						
F7	35,81	a	b	c						HP1/4	48,05	a	b	c						F6	56,98	a					F2	73,57	a	b					
F2	36,10	a	b	c						F2	48,83	a	b	c	d					HP1/4	57,55	a	b				F6	74,20	a	b					
HP1/6	36,21	a	b	c						F6	49,09	a	b	c	d	e				F2	58,48	a	b	c			HP2/8	74,54	a	b					
F6	36,41	a	b	c	d					HP1/6	49,67	a	b	c	d	e	f			K3	58,77	a	b	c			F10	75,38	a	b	c				
O10	36,47	a	b	c	d					O10	50,08	a	b	c	d	e	f			F10	58,84	a	b	c			K1	75,59	a	b	c				
HP2/8	37,27	a	b	c	d	e				HP1/5	50,50	a	b	c	d	e	f			HP2/8	59,08	a	b	c			HP1/5	75,80	a	b	c				
O2	37,52	a	b	c	d	e	f			F10	50,89	a	b	c	d	e	f			K1	59,16	a	b	c			F9	76,50	a	b	c				
HP1/5	38,00	a	b	c	d	e	f			HP2/8	51,00	a	b	c	d	e	f			HP1/5	59,80	a	b	c	d		F3	76,67	a	b	c				
HP1/7	38,26	a	b	c	d	e	f			K3	51,07	a	b	c	d	e	f			F9	59,80	a	b	c	d		HP1/6	76,92	a	b	c	d			
HP1/3	38,32	a	b	c	d	e	f			HP1/3	52,00	a	b	c	d	e	f	g		F3	59,81	a	b	c	d		F5	78,04	a	b	c	d	e		
F10	39,18	a	b	c	d	e	f			F5	52,09	a	b	c	d	e	f	g		O10	59,97	a	b	c	d		K10	78,21	a	b	c	d	e		
HP1/9	39,33	a	b	c	d	e	f			F3	52,14	a	b	c	d	e	f	g	g	HP1/6	60,13	a	b	c	d		O10	78,28	a	b	c	d	e		
F5	39,60	a	b	c	d	e	f			O2	52,26	a	b	c	d	e	f	g	g	F5	60,68	a	b	c	d		HP1/3	78,86	a	b	c	d	e		
K3	39,67	a	b	c	d	e	f			K1	52,38	a	b	c	d	e	f	g	g	HP1/3	61,04	a	b	c	d		HP2/4	79,23	a	b	c	d	e		
F3	39,93	a	b	c	d	e	f			F9	52,47	a	b	c	d	e	f	g	g	K10	61,25	a	b	c	d		HP1/4	79,40	a	b	c	d	e		
O9	40,21	a	b	c	d	e	f			K5	53,24	a	b	c	d	e	f	g	g	K5	61,82	a	b	c	d		HP1/7	79,68	a	b	c	d	e		
K5	40,27	a	b	c	d	e	f			HP1/9	53,67	a	b	c	d	e	f	g	g	HP1/9	62,50	a	b	c	d		K3	79,80	a	b	c	d	e		
F9	40,80	a	b	c	d	e	f	g		O9	53,94	a	b	c	d	e	f	g	g	O2	63,14	a	b	c	d		HP1/9	80,42	a	b	c	d	e		
O1	41,26	a	b	c	d	e	f	g		K10	54,04	a	b	c	d	e	f	g	g	O9	63,60	a	b	c	d		HP1/1	80,76	a	b	c	d	e		
HP2/3	41,46	a	b	c	d	e	f	g		HP2/3	55,31	a	b	c	d	e	f	g	g	HP1/7	64,47	a	b	c	d		O9	81,58	a	b	c	d	e		
K1	41,53	a	b	c	d	e	f	g		HP1/7	55,53	a	b	c	d	e	f	g	g	HP2/4	65,23	a	b	c	d		K5	82,42	a	b	c	d	e		
HP2/10	42,41		b	c	d	e	f	g	h	O1	55,79	a	b	c	d	e	f	g	g	K6	65,68	a	b	c	d		HP2/3	82,46	a	b	c	d	e		
HP2/1	42,65		c	d	e	f	g	g	h	K6	55,87	a	b	c	d	e	f	g	g	HP2/3	65,69	a	b	c	d		K6	84,18	a	b	c	d	e		
O3	43,24		c	d	e	f	g	g	h	HP1/1	57,38		b	c	d	e	f	g	g	HP1/1	65,86	a	b	c	d		O2	85,90		b	c	d	e		
HP1/1	43,29		c	d	e	f	g	g	h	O3	57,47		b	c	d	e	f	g	g	K7	65,89	a	b	c	d		K7	85,91		b	c	d	e		
K10	43,32		c	d	e	f	g	g	h	HP2/4	57,62			c	d	e	f	g	g	O1	66,21	a	b	c	d		HP2/10	86,23		b	c	d	e		
K6	43,37		c	d	e	f	g	g	h	K7	58,00				d	e	f	g	g	HP2/10	67,50		b	c	d		HP2/1	86,50		b	c	d	e		
K2	44,41		d	e	f	g	g	h		P8	58,02				d	e	f	g	g	HP2/1	67,85		b	c	d		O1	86,51		b	c	d	e		
HP2/4	44,54			e	f	g	g	h		HP2/10	58,45					e	f	g	g	K2	67,87		b	c	d		O3	86,71		b	c	d	e		
P8	44,54			e	f	g	g	h		HP2/1	58,50					e	f	g	g	O3	67,92		b	c	d		K11	86,96		b	c	d	e		
K9	45,07			e	f	g	g	h		K2	58,79						f	g	g	K9	68,41		c	d		K2	87,72		b	c	d	e			
K7	45,54				f	g	g	h		K9	59,10						f	g	g	P8	68,67			c	d		K9	88,83			c	d	e		
P9	48,19					g	g	h		P9	60,75							f	g	g	K11	68,93			c	d		P9	90,97			d	e		
K11	49,37						g	h		K11	61,35							g	g	P9	69,87			d		P8	91,15				e				

Tabela 9. Rezultati Dankan testa za obilježje “visine sadnica” i „prečnik korijenovog vrata” na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici /nastavak/

Linija polusr.	h 2015 [cm]	Homog. grupe					Linija polusr.	h 2016 [cm]	Homogene grupe								Linija polusr.	D _{kv} 2016 [cm]	H. grupe					
		1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	6	7	8			1	2	3	4		
HP1/4	34,05	a					F7	122,09	a									HP2/8	35,46	a				
F1	34,44	a	b				HP2/4	122,31	a									HP2/4	36,69	a	b			
F7	35,81	a	b	c			HP1/9	126,00	a	b								HP1/4	36,80	a	b			
F2	36,10	a	b	c			HP1/6	126,21	a	b								HP2/3	37,15	a	b	c		
HP1/6	36,21	a	b	c			HP1/5	126,65	a	b								F7	38,70	a	b	c	d	
F6	36,41	a	b	c	d		HP2/8	128,12	a	b	c							O9	38,81	a	b	c	d	
O10	36,47	a	b	c	d		F1	128,17	a	b	c							HP1/9	38,88	a	b	c	d	
HP2/8	37,27	a	b	c	d	e	HP1/7	129,16	a	b	c							F6	39,18	a	b	c	d	
O2	37,52	a	b	c	d	e	O10	130,89	a	b	c	d						HP1/5	39,35	a	b	c	d	
HP1/5	38,00	a	b	c	d	e	HP2/3	131,85	a	b	c	d						HP1/1	39,52	a	b	c	d	
HP1/7	38,26	a	b	c	d	e	HP1/1	132,00	a	b	c	d						F1	39,59	a	b	c	d	
HP1/3	38,32	a	b	c	d	e	HP1/3	132,39	a	b	c	d						HP1/6	40,42	a	b	c	d	
F10	39,18	a	b	c	d	e	F6	132,52	a	b	c	d						F2	40,42	a	b	c	d	
HP1/9	39,33	a	b	c	d	e	F2	132,53	a	b	c	d						F5	40,78	a	b	c	d	
F5	39,60	a	b	c	d	e	F10	132,89	a	b	c	d	e					O10	41,06	a	b	c	d	
K3	39,67	a	b	c	d	e	HP1/4	134,65	a	b	c	d	e	f				O2	41,14	a	b	c	d	
F3	39,93	a	b	c	d	e	F3	135,95	a	b	c	d	e	f	g			HP1/7	41,37	a	b	c	d	
O9	40,21	a	b	c	d	e	F9	136,20	a	b	c	d	e	f	g			O1	41,97	a	b	c	d	
K5	40,27	a	b	c	d	e	O9	136,74	a	b	c	d	e	f	g			O3	42,00	a	b	c	d	
F9	40,80	a	b	c	d	e	F5	139,47	a	b	c	d	e	f	g			F9	42,15	a	b	c	d	
O1	41,26	a	b	c	d	e	K1	142,19	a	b	c	d	e	f	g	h		F10	42,16	a	b	c	d	
HP2/3	41,46	a	b	c	d	e	K6	148,29	a	b	c	d	e	f	g	h		HP1/3	42,36	a	b	c	d	
K1	41,53	a	b	c	d	e	K10	149,11	a	b	c	d	e	f	g	h		HP2/1	42,50	a	b	c	d	
HP2/10	42,41		b	c	d	e	HP2/10	149,27	a	b	c	d	e	f	g	h		K10	42,79		b	c	d	
HP2/1	42,65			c	d	e	HP2/1	150,50	a	b	c	d	e	f	g	h		K7	42,91		b	c	d	
O3	43,24			c	d	e	O3	151,45	a	b	c	d	e	f	g	h		K3	43,07		b	c	d	
HP1/1	43,29			c	d	e	O2	152,12	a	b	c	d	e	f	g	h		K9	43,38		b	c	d	
K10	43,32			c	d	e	K7	152,37	a	b	c	d	e	f	g	h		P8	43,54		b	c	d	
K6	43,37			c	d	e	K5	156,15		b	c	d	e	f	g	h		F3	43,84		b	c	d	
K2	44,41			d	e		O1	157,03			c	d	e	f	g	h		P9	43,86		b	c	d	
HP2/4	44,54				e		K11	160,04				d	e	f	g	h		K6	44,13			c	d	
P8	44,54				e		K3	160,43				d	e	f	g	h		K5	44,33			c	d	
K9	45,07				e		P8	162,39				e	f	g	h		K1	44,56				d		
K7	45,54						P9	164,24					f	g	h		HP2/10	44,82				d		
P9	48,19						K2	165,56						g	h		K11	44,98				d		
K11	49,37						K9	170,52							h		K2	45,62				d		

Tabela 10. Rezultati Dankan testa za obilježje „visinski prirast sadnica“ u testu potomstva u u Driniću

Linija polusr.	I _h 2013 [cm]	Homogene grupe							Linija polusr.	I _h 2014 [cm]	Homogene grupe							Linija polusr.	I _h 2015 [cm]	Homogene grupe							Linija polusr.	I _h 2016 [cm]	Hom. grupe						
		1	2	3	4	5	6	7			1	2	3	4	5	6	7			1	2	3	4	5	6	7			1	2	3	4	5		
HP1/5	8,00	a							HP2/1	9,53	a							K1	14,52	a								K1	15,96	a					
HP1/4	8,46	a	b						HP1/1	10,04	a	b						K10	15,27	a	b							HP1/3	16,75	a	b				
HP2/1	9,07	a	b	c					K1	10,40	a	b						HP1/3	16,86	a	b	c						HP1/5	17,75	a	b	c			
HP1/1	9,19	a	b	c					K10	11,05	a	b	c					K2	17,96	a	b	c	d					K2	17,96	a	b	c	d		
HP1/3	9,21	a	b	c	d				K5	11,41	a	b	c	d				K6	18,30	a	b	c	d					HP1/1	18,04	a	b	c	d		
K1	9,36	a	b	c	d	e			HP1/5	12,20	a	b	c	d				HP1/5	18,30	a	b	c	d					HP1/4	19,79	a	b	c	d	e	
K6	9,48	a	b	c	d	e			K6	12,41	a	b	c	d				HP1/4	18,42	a	b	c	d					K10	19,91	a	b	c	d	e	
F6	9,61	a	b	c	d	e			HP1/3	12,71	a	b	c	d	e				HP2/3	18,86	a	b	c	d	e			K9	20,33	a	b	c	d	e	
F1	9,92	a	b	c	d	e	f		K2	13,26	a	b	c	d	e				HP2/1	18,87	a	b	c	d	e			K7	20,35	a	b	c	d	e	
K9	10,05	a	b	c	d	e	f		K3	13,28	a	b	c	d	e				K9	19,00	a	b	c	d	e			K3	20,44	a	b	c	d	e	
HP2/8	10,05	a	b	c	d	e	f		K9	13,29	a	b	c	d	e				K3	19,03	a	b	c	d	e			HP1/6	20,57	a	b	c	d	e	
K5	10,14	a	b	c	d	e	f		HP1/4	13,75	a	b	c	d	e	f			F6	19,11	a	b	c	d	e			HP2/3	20,77	a	b	c	d	e	
HP2/10	10,22	a	b	c	d	e	f		F6	13,89	a	b	c	d	e	f			K5	19,27	a	b	c	d	e	f		F6	21,50	a	b	c	d	e	
K2	10,30	a	b	c	d	e	f		HP1/6	14,20	a	b	c	d	e	f			HP1/1	19,81	a	b	c	d	e	f	g	HP2/1	22,13	a	b	c	d	e	
F3	10,38	a	b	c	d	e	f		K11	14,41	a	b	c	d	e	f			K7	20,21	a	b	c	d	e	f	g	F1	22,50	a	b	c	d	e	
K11	10,56	a	b	c	d	e	f		HP2/8	14,58	a	b	c	d	e	f			HP1/6	20,40	a	b	c	d	e	f	g	K5	22,55	a	b	c	d	e	
HP2/4	10,57	a	b	c	d	e	f		F1	14,61	a	b	c	d	e	f			K11	21,18	a	b	c	d	e	f	g	HP2/4	22,59	a	b	c	d	e	
K3	10,59	a	b	c	d	e	f		HP2/10	14,81	a	b	c	d	e	f			HP1/7	21,77	b	c	d	e	f	g	g	K6	22,63	a	b	c	d	e	
K10	10,64	a	b	c	d	e	f		HP2/4	14,92	a	b	c	d	e	f			HP2/8	21,82	b	c	d	e	f	g	g	F7	22,82	a	b	c	d	e	
K7	10,82	a	b	c	d	e	f		HP1/9	14,94	a	b	c	d	e	f			HP1/9	22,52	c	d	e	f	g	g	g	F3	23,78	b	c	d	e		
HP1/9	10,88	a	b	c	d	e	f		HP2/3	15,68	b	c	d	e	f			HP2/10	22,63	c	d	e	f	g	g	g	HP2/10	23,78	b	c	d	e			
F7	10,93	a	b	c	d	e	f	g	O10	16,51	c	d	e	f	g	g		F1	22,72	c	d	e	f	g	g	g	F9	23,81	b	c	d	e			
HP1/6	11,13	b	c	d	e	f	g	g	F3	16,65	c	d	e	f	g	g		HP2/4	22,95	c	d	e	f	g	g	g	O10	24,05	b	c	d	e			
O3	11,70	c	d	e	f	g	g	g	K7	16,79	c	d	e	f	g	g		O1	23,10	c	d	e	f	g	g	g	K11	24,26	b	c	d	e			
P8	11,75	c	d	e	f	g	g	g	O2	16,83	c	d	e	f	g	g		F3	23,42	c	d	e	f	g	g	g	HP2/8	24,47	c	d	e				
P9	11,79	c	d	e	f	g	g	g	F7	16,87	c	d	e	f	g	g		O2	23,57	c	d	e	f	g	g	g	O2	24,58	c	d	e				
HP1/7	11,92	c	d	e	f	g	g	g	O1	17,00	d	e	f	g	g	g		O10	23,73	c	d	e	f	g	g	g	P8	24,95	c	d	e				
O2	11,94	c	d	e	f	g	g	g	F9	17,14	d	e	f	g	g	g		F9	23,79	c	d	e	f	g	g	g	O1	25,23	c	d	e				
F5	12,05	c	d	e	f	g	g	g	P8	18,26	e	f	g	g	g	g		P8	24,14	d	e	f	g	g	g	g	F2	25,24	c	d	e				
F9	12,21	d	e	f	g	g	g	g	HP1/7	18,35	e	f	g	g	g	g		O9	24,29	d	e	f	g	g	g	g	P9	25,27	c	d	e				
O9	12,22	d	e	f	g	g	g	g	F2	19,19	f	g	g	g	g	g		P9	24,42	d	e	f	g	g	g	g	HP1/9	25,33	c	d	e				
O1	12,23	e	f	g	g	g	g	g	O3	19,27	f	g	g	g	g	g		F7	25,58	e	f	g	g	g	g	O9	25,60	d	e						
F2	12,35	e	f	g	g	g	g	g	P9	19,30	f	g	g	g	g	g		F10	25,80	e	f	g	g	g	g	g	HP1/7	26,04	e						
O10	12,75	f	g	g	g	g	g	g	F5	19,32	f	g	g	g	g	g		F2	26,24	f	g	g	g	g	g	g	O3	26,59	e						
F10	12,91	f	g	g	g	g	g	g	O9	19,40	f	g	g	g	g	g		O3	26,70	f	g	g	g	g	g	g	F5	26,76	e						
HP2/3	13,82	g	g	g	g	g	g	g	F10	22,00	g	g	g	g	g	g		F5	26,73	g	g	g	g	g	g	g	F10	27,46	e						

Tabela 11. Rezultati Dankan testa za obilježje „visinski prirast sadnica“ i „prirast prečnika korijenovog vrata 2014-2016“ u testu potomstva u Srebrenici /nastavak/

Linija polusr.	I _h 2015 [cm]	Homogene grupe							Linija polusr.	I _h 2016 [cm]	Homogene grupe										Linija polusr.	I _d 2014-2016 [mm]	Homogene grupe								
		1	2	3	4	5	6	7			8	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10	1	2	3	4	5	6	7	
HP2/4	20,15	a							HP2/4	22,92	a									HP2/3	12,21	a									
HP1/9	22,00	a	b						HP1/9	23,58	a									HP2/4	12,29	a									
HP1/6	22,79	a	b	c					HP2/3	24,08	a								HP1/4	13,34	a	b									
HP1/7	23,42	a	b	c	d				O10	24,58	a	b							HP2/8	13,36	a	b									
F7	24,45	a	b	c	d	e			HP1/1	25,29	a	b							HP1/1	14,39	a	b	c								
HP2/3	25,31	a	b	c	d	e			HP1/5	25,40	a	b							O9	14,72	a	b	c	d							
HP2/8	25,31	a	b	c	d	e			HP1/7	26,05	a	b	c						HP1/9	14,77	a	b	c	d	e						
HP1/5	25,45	a	b	c	d	e			HP1/3	26,11	a	b	c						O1	14,81	a	b	c	d	e						
HP1/1	25,95	a	b	c	d	e	f		HP1/6	26,50	a	b	c						HP1/5	15,09	a	b	c	d	e						
HP1/4	26,60	a	b	c	d	e	f	gg	F7	27,30	a	b	c	d					HP1/7	15,19	a	b	c	d	e						
F6	26,64	a	b	c	d	e	f	gg	O9	27,51	a	b	c	d					O10	15,62	a	b	c	d	e	f					
HP2/1	26,85	a	b	c	d	e	f	gg	HP2/8	28,27	a	b	c	d	e				F7	15,70	a	b	c	d	e	f					
F1	27,32	a	b	c	d	e	f	gg	HP1/4	28,65	a	b	c	d	e				HP1/6	15,85	a	b	c	d	e	f					
HP1/3	27,43	a	b	c	d	e	f	gg	F10	29,02	a	b	c	d	e	f			F1	15,91	a	b	c	d	e	f					
HP2/10	27,45	a	b	c	d	e	f	gg	F1	29,44	a	b	c	d	e	f			O2	16,47	a	b	c	d	e	f	gg				
O9	27,64	a	b	c	d	e	f	gg	F9	29,50	a	b	c	d	e	f			F2	16,64	a	b	c	d	e	f	gg	gg			
O10	28,03	a	b	c	d	e	f	gg	F2	30,85	a	b	c	d	e	f	gg		O3	16,73	a	b	c	d	e	f	gg	gg			
F2	28,10	a	b	c	d	e	f	gg	F3	31,02	a	b	c	d	e	f	gg	h		F10	16,75	a	b	c	d	e	f	gg	gg		
F3	28,26	a	b	c	d	e	f	gg	F6	31,68	a	b	c	d	e	f	gg	h	i	F5	17,14		b	c	d	e	f	gg	gg		
F10	28,49	a	b	c	d	e	f	gg	O2	32,20	a	b	c	d	e	f	gg	h	i	F6	17,42		b	c	d	e	f	gg	gg		
F5	28,98	a	b	c	d	e	f	gg	F5	32,45	a	b	c	d	e	f	gg	h	i	HP1/3	17,58		b	c	d	e	f	gg	gg		
K10	29,54	a	b	c	d	e	f	gg	O3	33,13	a	b	c	d	e	f	gg	h	i	K9	17,59		b	c	d	e	f	gg	gg		
K6	30,08		b	c	d	e	f	gg	K1	33,91	a	b	c	d	e	f	gg	h	i	K7	17,84		b	c	d	e	f	gg	gg		
F9	30,20		b	c	d	e	f	gg	K6	34,03	a	b	c	d	e	f	gg	h	i	P9	17,87		b	c	d	e	f	gg	gg		
K7	30,89		b	c	d	e	f	gg	K7	35,57		b	c	d	e	f	gg	h	i	K6	18,03			c	d	e	f	gg	gg		
O3	31,61		b	c	d	e	f	gg	HP2/10	35,59		b	c	d	e	f	gg	h	i	HP2/10	18,34				c	d	e	f	gg	gg	
O1	32,38			c	d	e	f	gg	HP2/1	37,15			c	d	e	f	gg	h	i	F9	18,39				c	d	e	f	gg	gg	
K1	32,69			c	d	e	f	gg	P8	37,38			c	d	e	f	gg	h	i	K5	18,45				c	d	e	f	gg	gg	
K11	33,09				d	e	f	gg	O1	38,13				d	e	f	gg	h	i	P8	18,53				c	d	e	f	gg	gg	
P8	33,86					e	f	gg	P9	39,23					e	f	gg	h	i	HP2/1	18,65				c	d	e	f	gg	gg	
O2	34,02					e	f	gg	K5	39,42					e	f	gg	h	i	K3	19,05				c	d	e	f	gg	gg	
P9	34,04					e	f	gg	K11	40,00					f	gg	h	i	K10	19,25					d	e	f	gg	gg		
K5	34,30					e	f	gg	K10	41,36						gg	h	i	F3	19,42						e	f	gg	gg		
K2	35,62						f	gg	K2	42,23							h	i	K11	19,91							f	gg	gg		
K9	35,90							gg	K3	43,10								i	K2	20,28								f	gg	gg	
K3	37,53							h	K9	45,79									K1	20,59									f	gg	gg

Tabela 12. Rezultati Dankan testova za obilježje “opstanak sadnica” na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću za 2013-2016/2. godinu

Linija polusr.	Opst. 2013 [%]	Homogene grupe							Linija polusr.	Opst. 2014 [%]	Homogene grupe							Linija polusr.	Opst. 2015 [%]	Homogene grupe										
		1	2	3	4	5	6	7			8	1	2	3	4	5	6			7	1	2	3	4	5	6	7			
K9	39,53	a							K9	26,74	a							K9	26,74	a										
K5	41,86	a	b						K5	30,23	a	b						HP2/1	27,78	a	b									
K1	43,02	a	b	c					F6	31,58	a	b					K5	27,91	a	b										
K6	43,02	a	b	c					K1	34,88	a	b	c				F6	29,47	a	b	c									
O3	43,59	a	b	c					K10	34,88	a	b	c				K10	31,40	a	b	c	d								
K7	45,35	a	b	c	d				O3	35,04	a	b	c				K6	31,40	a	b	c	d								
K3	46,51	a	b	c	d	e			HP2/1	35,19	a	b	c				HP1/5	32,81	a	b	c	d								
O10	47,47	a	b	c	d	e	f		K6	36,05	a	b	c	d			O3	33,33	a	b	c	d								
O2	48,43	a	b	c	d	e	f		O2	37,11	a	b	c	d			O2	33,96	a	b	c	d								
K2	48,84	a	b	c	d	e	f		K2	37,21	a	b	c	d			K1	34,88	a	b	c	d	e							
K10	48,84	a	b	c	d	e	f		HP1/5	37,50	a	b	c	d			K2	36,05	a	b	c	d	e							
HP1/5	50,00	a	b	c	d	e	f		O10	39,24	a	b	c	d	e		O10	36,71	a	b	c	d	e							
O1	50,00	a	b	c	d	e	f		K3	40,70	a	b	c	d	e		F10	38,54	a	b	c	d	e							
F6	50,53	a	b	c	d	e	f		F1	42,27	a	b	c	d	e		F1	39,18	a	b	c	d	e							
O9	51,27	a	b	c	d	e	f		F10	42,71	a	b	c	d	e		K3	39,53	a	b	c	d	e							
HP1/7	53,13	a	b	c	d	e	f		K7	43,02	a	b	c	d	e		HP2/3	39,68	a	b	c	d	e							
HP1/4	53,13	a	b	c	d	e	f		F3	43,30	a	b	c	d	e		F2	40,63	a	b	c	d	e							
F10	53,13	a	b	c	d	e	f		HP1/4	43,75	a	b	c	d	e	f		HP1/4	40,63	a	b	c	d	e						
K11	53,57	a	b	c	d	e	f		O1	43,75	a	b	c	d	e	f		K7	40,70	a	b	c	d	e						
HP2/1	53,70	a	b	c	d	e	f		HP1/1	44,62	a	b	c	d	e	f		P9	40,92	a	b	c	d	e						
P9	54,30	a	b	c	d	e	f		F2	44,79	a	b	c	d	e	f		HP1/1	41,54	a	b	c	d	e						
HP1/1	55,38	a	b	c	d	e	f		P9	45,21	a	b	c	d	e	f		F3	42,27	a	b	c	d	e						
P8	56,44	a	b	c	d	e	f		K11	45,24	a	b	c	d	e	f		P8	42,31	a	b	c	d	e						
F3	56,70	a	b	c	d	e	f	g	HP1/7	45,31	a	b	c	d	e	f		O9	42,41	a	b	c	d	e						
HP2/3	57,14	a	b	c	d	e	f	g	O9	45,57		b	c	d	e	f		O1	42,71	a	b	c	d	e						
F9	57,29	a	b	c	d	e	f	g	HP2/3	46,03		b	c	d	e	f	g	K11	42,86	a	b	c	d	e						
F1	58,76		b	c	d	e	f	g	P8	46,15		b	c	d	e	f	g	HP1/7	43,75	a	b	c	d	e	f					
F5	58,76		b	c	d	e	f	g	F9	47,92		b	c	d	e	f	g	F5	44,33	a	b	c	d	e	f					
F2	59,38		b	c	d	e	f	g	F5	50,52			c	d	e	f	g	HP2/10	44,44	a	b	c	d	e	f					
HP2/10	61,90			c	d	e	f	g	HP2/10	50,79			c	d	e	f	g	F9	45,83		b	c	d	e	f	g				
HP1/9	64,06			d	e	f	g	h	F7	51,04			c	d	e	f	g	F7	47,92			c	d	e	f	g				
HP1/6	64,06			d	e	f	g	h	HP1/9	54,69				d	e	f	g	HP1/6	50,00				d	e	f	g				
F7	64,58				e	f	g	h	HP1/6	54,69				d	e	f	g	HP1/9	53,13					e	f	g				
HP1/3	65,63					f	g	h	HP1/3	56,25					e	f	g	HP1/3	53,13						e	f	g			
HP2/4	74,60						g	h	HP2/4	61,90						f	g	HP2/8	60,32							f	g			
HP2/8	77,78							h	HP2/8	63,49							g	HP2/4	61,90									g		

Tabela 12. Rezultati Dankan testova za obilježje “opstanak sadnica” na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Driniću za 2013-2016/2. godinu /nastavak/

Linija polusr.	Opstanak 2016/1 [%]	Homogene grupe						Linija polusr.	Opstanak 2016/2 [%]	Homogene grupe						
		1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6	
K9	25,58	a						K9	24,42	a						
K5	26,74	a	b					K10	25,58	a	b					
HP2/1	27,78	a	b					K5	25,58	a	b					
K10	27,91	a	b					K2	26,74	a	b					
F6	29,47	a	b	c				HP2/1	27,78	a	b					
K6	31,40	a	b	c	d			K1	29,07	a	b	c				
O3	32,48	a	b	c	d			F6	29,47	a	b	c				
HP1/5	32,81	a	b	c	d			HP1/5	31,25	a	b	c				
O2	33,33	a	b	c	d			K6	31,40	a	b	c				
K1	33,72	a	b	c	d			O3	31,62	a	b	c				
K2	34,88	a	b	c	d	e		O2	33,33	a	b	c	d			
HP2/3	36,51	a	b	c	d	e		O10	34,81	a	b	c	d			
O10	36,71	a	b	c	d	e		HP2/3	34,92	a	b	c	d			
F1	37,11	a	b	c	d	e		F10	36,46	a	b	c	d			
F10	37,50	a	b	c	d	e		F1	37,11	a	b	c	d			
HP1/4	37,50	a	b	c	d	e		K3	37,21	a	b	c	d			
K3	38,37	a	b	c	d	e		HP1/4	37,50	a	b	c	d			
F2	39,58	a	b	c	d	e		F2	38,54	a	b	c	d			
HP1/1	40,00	a	b	c	d	e		P9	39,40	a	b	c	d			
O9	40,51	a	b	c	d	e		K7	39,53	a	b	c	d			
K7	40,70	a	b	c	d	e		O9	39,87	a	b	c	d			
P9	40,73	a	b	c	d	e		HP1/1	40,00	a	b	c	d			
P8	41,10	a	b	c	d	e		K11	40,48	a	b	c	d			
F3	41,24	a	b	c	d	e		HP1/7	40,63	a	b	c	d			
O1	41,67	a	b	c	d	e		O1	40,63	a	b	c	d			
K11	41,67	a	b	c	d	e		P8	40,82	a	b	c	d			
HP1/7	42,19	a	b	c	d	e		F3	41,24	a	b	c	d			
F5	42,27	a	b	c	d	e		F5	42,27	a	b	c	d	e		
HP2/10	42,86	a	b	c	d	e		HP2/10	42,86	a	b	c	d	e		
F9	44,79		b	c	d	e	f	F9	43,75		b	c	d	e		
F7	47,92			c	d	e	f	HP1/3	43,75		b	c	d	e		
HP1/3	48,44				d	e	f	HP1/6	46,88			c	d	e	f	
HP1/6	48,44					d	e	F7	46,88				c	d	e	f
HP1/9	53,13						e	HP1/9	51,56					d	e	f
HP2/4	60,32							HP2/4	58,73						e	f
HP2/8	60,32							HP2/8	60,32							f

Tabela 13. Rezultati Dankan testova za obilježje “opstanak sadnica” na nivou linija polusrodnika u testu potomstva u Srebrenici

/nastavak/

Linija polusr.	Opstanak 2016/1 [%]	Homogene grupe							Linija polusr.	Opstanak 2016/2[%]	Homogene grupe						
		1	2	3	4	5	6	7			1	2	3	4	5	6	7
HP2/3	20,63	a							HP2/4	20,63	a						
HP2/4	22,22	a							HP2/3	20,63	a						
O10	26,35	a	b						O10	24,32	a	b					
O1	26,67	a	b						O3	25,33	a	b	c				
O3	29,33	a	b	c					O1	26,00	a	b	c	d			
HP1/7	30,16	a	b	c					HP1/7	30,16	a	b	c	d	e		
HP1/5	31,75	a	b	c	d				P8	30,61	a	b	c	d	e		
HP1/1	32,81	a	b	c	d				HP1/4	31,25	a	b	c	d	e	f	
P8	32,98	a	b	c	d				HP1/5	31,75	a	b	c	d	e	f	
HP1/4	34,38	a	b	c	d	e			HP2/1	31,75	a	b	c	d	e	f	
O2	34,67	a	b	c	d	e			HP1/1	32,81	a	b	c	d	e	f	g
K10	35,71	a	b	c	d	e	f		K10	33,33	a	b	c	d	e	f	g
K9	35,71	a	b	c	d	e	f		O2	33,33	a	b	c	d	e	f	g
HP2/1	36,51	a	b	c	d	e	f		K9	34,52	a	b	c	d	e	f	g
K3	36,90	a	b	c	d	e	f		HP2/10	34,92	a	b	c	d	e	f	g
HP2/10	38,10	a	b	c	d	e	f	g	O9	35,57	a	b	c	d	e	f	g
HP1/6	38,10	a	b	c	d	e	f	g	K3	35,71	a	b	c	d	e	f	g
HP1/9	38,10	a	b	c	d	e	f	g	P9	37,67	a	b	c	d	e	f	g
O9	38,26	a	b	c	d	e	f	g	K1	38,10	a	b	c	d	e	f	g
P9	38,46	a	b	c	d	e	f	g	HP1/6	38,10	a	b	c	d	e	f	g
K5	40,48		b	c	d	e	f	g	HP1/9	38,10	a	b	c	d	e	f	g
K1	41,67		b	c	d	e	f	g	K5	39,29		b	c	d	e	f	g
HP2/8	42,86		b	c	d	e	f	g	HP2/8	41,27		b	c	d	e	f	g
F1	44,79			c	d	e	f	g	K7	41,67		b	c	d	e	f	g
HP1/3	45,31			c	d	e	f	g	F2	41,67		b	c	d	e	f	g
F9	45,74			c	d	e	f	g	F9	42,55			c	d	e	f	g
F2	45,83			c	d	e	f	g	F1	42,71			c	d	e	f	g
K7	46,43			c	d	e	f	g	HP1/3	43,75				d	e	f	g
K6	48,81				d	e	f	g	F3	44,79					e	f	g
F10	48,94				d	e	f	g	K6	45,24					e	f	g
F3	48,96				d	e	f	g	K2	46,43					e	f	g
F6	50,00				d	e	f	g	F6	46,81					e	f	g
F5	50,00				d	e	f	g	F10	47,87					e	f	g
K2	52,38					e	f	g	F5	48,96						f	g
F7	53,19						f	g	F7	50,00							g
K11	55,42							g	K11	55,42							g

Tabela 14. Rezultati Dankan testa za obilježje “otvaranje pupoljaka” na nivou linija polusrodnika u testu potmstva u Driniću

Linija polusr.	Pup 1 2013 [%]	Homogene grupe					Linija polusr.	Pup 2 2013 [%]	Homogene grupe					Linija polusr.	Pup 1 2015 [%]	Homogene grupe				Linija polusr.	Pup 2 2015 [%]	Homogene grupe																			
		1	2	3	4	5			6	1	2	3	4			5	6	1	2			3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9									
F3	0,00	a					HP2/10	11,11	a					F10	0,00	a						HP2/1	0,00	a																	
HP2/1	0,00	a					F3	15,00	a	b				HP1/3	0,00	a						HP2/8	2,63	a	b																
HP2/10	0,00	a					HP2/4	18,92	a	b	c			HP2/3	0,00	a						O3	5,41	a	b	c															
F2	2,70	a	b				HP1/3	21,43	a	b	c	d		O3	0,00	a						HP2/4	5,41	a	b	c															
F10	2,86	a	b				F10	25,71	a	b	c	d	e	HP2/1	0,00	a						HP1/1	7,69	a	b	c															
HP1/3	3,57	a	b				HP2/8	26,32	a	b	c	d	e	HP2/8	0,00	a						HP2/3	9,09	a	b	c															
F5	4,88	a	b	c			HP2/3	27,27	a	b	c	d	e	O10	1,82	a						O10	9,09	a	b	c															
HP1/5	5,00	a	b	c			F6	28,57	a	b	c	d	e	P8	2,01	a						P8	11,41	a	b	c															
K3	6,25	a	b	c			F2	29,73	a	b	c	d	e	F9	2,38	a						HP1/7	11,54	a	b	c															
F7	6,67	a	b	c			K11	32,35	a	b	c	d	e	F5	2,44	a						F5	12,20	a	b	c															
F9	7,14	a	b	c			O1	33,33	a	b	c	d	e	HP2/4	2,70	a						F10	14,29	a	b	c	d														
F6	7,14	a	b	c			P9	34,45	a	b	c	d	e	F1	2,78	a						F9	14,29	a	b	c	d														
O3	8,11	a	b	c	d		F5	36,59	a	b	c	d	e	HP1/1	3,85	a						K7	14,71	a	b	c	d	e													
HP2/4	8,11	a	b	c	d		O2	37,74	a	b	c	d	e	HP1/7	3,85	a						K3	15,63	a	b	c	d	e													
P9	8,40	a	b	c	d		F9	38,10	a	b	c	d	e	K1	4,00	a						P9	15,97	a	b	c	d	e													
O10	9,09	a	b	c	d		K9	38,10	a	b	c	d	e	P9	4,20	a						K1	16,00	a	b	c	d	e													
P8	10,07	a	b	c	d		HP1/9	39,39	a	b	c	d	e	F3	5,00	a	b					HP1/6	16,67	a	b	c	d	e													
O1	10,26	a	b	c	d		P8	39,60	a	b	c	d	e	K11	5,88	a	b					HP1/3	17,86	a	b	c	d	e	f												
O2	11,32	a	b	c	d	e	HP1/5	40,00	a	b	c	d	e	K7	5,88	a	b					HP2/10	18,52	a	b	c	d	e	f												
HP1/7	11,54	a	b	c	d	e	HP2/1	40,00	a	b	c	d	e	K3	6,25	a	b					O2	18,87	a	b	c	d	e	f												
K11	11,76	a	b	c	d	e	K1	40,00	a	b	c	d	e	O9	6,35	a	b					F2	18,92	a	b	c	d	e	f												
K1	12,00	a	b	c	d	e	O10	40,00	a	b	c	d	e	F7	6,67	a	b					F3	20,00	a	b	c	d	e	f												
HP1/4	12,50	a	b	c	d	e	K3	40,63	a	b	c	d	e	F6	7,14	a	b					HP1/4	20,83	a	b	c	d	e	f												
HP2/3	13,64	a	b	c	d	e	O3	43,24		b	c	d	e	HP2/10	7,41	a	b					F6	21,43	a	b	c	d	e	f												
K7	14,71	a	b	c	d	e	K7	44,12		b	c	d	e	O2	7,55	a	b					F7	22,22	a	b	c	d	e	f	g											
HP1/1	15,38	a	b	c	d	e	K6	44,44		b	c	d	e	O1	7,69	a	b					O1	23,08	a	b	c	d	e	f	g											
HP2/8	15,79	a	b	c	d	e	F1	44,44		b	c	d	e	F2	8,11	a	b					HP1/5	25,00		b	c	d	e	f	g											
O9	15,87	a	b	c	d	e	O9	46,03			c	d	e	K5	9,09	a	b					K11	26,47		b	c	d	e	f	g											
K5	18,18	a	b	c	d	e	HP1/7	46,15			c	d	e	HP1/9	9,09	a	b					F1	27,78			c	d	e	f	g											
K9	19,05	a	b	c	d	e	HP1/1	46,15			c	d	e	K9	9,52	a	b					O9	28,57			c	d	e	f	g											
F1	19,44	a	b	c	d	e	HP1/6	46,67			c	d	e	HP1/5	10,00	a	b					HP1/9	36,36				d	e	f	g											
K6	22,22		b	c	d	e	F7	51,11			d	e	f	HP1/6	10,00	a	b					K9	38,10				e	f	g												
HP1/6	23,33			c	d	e	HP1/4	54,17				e	f	HP1/4	12,50	a	b					K5	40,91					f	g												
HP1/9	27,27				d	e	K5	54,55				e	f	K6	18,52		b					K6	44,44						g												
K2	30,43					e	K2	73,91					f	K10	36,36			c				K10	59,09																		
K10	45,45						K10	77,27					f	K2	56,52				d				K2	78,26																	

Tabela 14. Rezultati Dankan testa za obilježje “otvaranje pupoljaka” na nivou linija polusrodnika u testu potmstva u Driniću

/nastavak/

Linija polusr.	Pup 3 2015 [%]	Homogene grupe								Linija polusr.	Pup 4 2015 [%]	Homog. grupe				Linija polusr.	Pup 1 2016 [%]	Homogene grupe						Linija polusr.	Pup 2 2016 [%]	Homogene grupe										
		1	2	3	4	5	6	7	8			1	2	3	4			1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6	7	8			
HP2/4	40,54	a								O2	71,70	a					F10	0,00	a							F10	11,43	a								
HP2/3	45,45	a	b							HP2/1	73,33	a					HP2/8	0,00	a							HP1/1	11,54	a								
HP2/8	47,37	a	b	c						HP1/3	75,00	a	b				F5	0,00	a							F5	12,20	a	b							
O10	50,91	a	b	c	d					O10	76,36	a	b	c			HP1/1	0,00	a							K7	14,71	a	b							
HP2/10	51,85	a	b	c	d					HP2/3	77,27	a	b	c			F9	2,38	a	b						F9	16,67	a	b							
K7	52,94	a	b	c	d					HP2/10	77,78	a	b	c			O10	3,64	a	b	c					F3	17,50	a	b							
O1	53,85	a	b	c	d					O1	79,49	a	b	c	d		HP1/7	3,85	a	b	c					HP2/10	18,52	a	b	c						
HP1/7	53,85	a	b	c	d					HP1/5	80,00	a	b	c	d		K1	4,00	a	b	c					HP2/4	24,32	a	b	c						
O3	54,05	a	b	c	d					HP1/7	80,77	a	b	c	d		HP1/5	5,00	a	b	c	d				P9	24,37	a	b	c						
F10	54,29	a	b	c	d					HP2/4	81,08	a	b	c	d		P8	5,37	a	b	c	d				P8	24,83	a	b	c						
HP1/5	55,00	a	b	c	d					HP1/9	81,82	a	b	c	d		F2	5,41	a	b	c	d				O1	25,64	a	b	c						
O2	56,60	a	b	c	d					F6	82,14	a	b	c	d		O3	5,41	a	b	c	d				HP2/8	26,32	a	b	c	d					
HP1/3	57,14	a	b	c	d	e				F7	82,22	a	b	c	d		F1	5,56	a	b	c	d				F2	27,03	a	b	c	d	e				
HP2/1	60,00	a	b	c	d	e	f			K7	82,35	a	b	c	d		P9	5,88	a	b	c	d				K3	28,12	a	b	c	d	e				
F5	60,98	a	b	c	d	e	f			F5	82,93	a	b	c	d		K7	5,88	a	b	c	d				F7	28,89	a	b	c	d	e				
F7	62,22	a	b	c	d	e	f			K3	84,38	a	b	c	d		F7	6,67	a	b	c	d				O3	29,73	a	b	c	d	e	f			
F6	64,29	a	b	c	d	e	f			O9	85,71	a	b	c	d		HP2/1	6,67	a	b	c	d				HP1/7	30,77	a	b	c	d	e	f			
HP1/1	65,38	a	b	c	d	e	f			P9	86,55	a	b	c	d		F6	7,14	a	b	c	d				HP2/3	31,82	a	b	c	d	e	f			
K3	65,63	a	b	c	d	e	f			P8	86,58	a	b	c	d		F3	7,50	a	b	c	d				K1	32,00	a	b	c	d	e	f			
P8	65,77	a	b	c	d	e	f			HP2/8	86,84	a	b	c	d		HP2/4	8,11	a	b	c	d				F6	32,14	a	b	c	d	e	f			
P9	66,39	a	b	c	d	e	f			F3	87,50	a	b	c	d		K11	8,82	a	b	c	d				K11	32,35	a	b	c	d	e	f			
F1	69,44	a	b	c	d	e	f	ng		F9	88,10	a	b	c	d		HP2/3	9,09	a	b	c	d				HP2/1	33,33	a	b	c	d	e	f			
HP1/9	69,70	a	b	c	d	e	f	ng		F10	88,57	a	b	c	d		K3	9,38	a	b	c	d				HP1/5	35,00	a	b	c	d	e	f			
O9	69,84	a	b	c	d	e	f	ng		O3	89,19	a	b	c	d		HP1/3	10,71	a	b	c	d				HP1/3	35,71	a	b	c	d	e	f			
HP1/6	70,00	a	b	c	d	e	f	ng		K11	91,18	a	b	c	d		HP2/10	11,11	a	b	c	d				O2	35,85	a	b	c	d	e	f			
F3	70,00	a	b	c	d	e	f	ng		HP1/4	91,67	a	b	c	d		HP1/4	12,50	a	b	c	d				F1	36,11	a	b	c	d	e	f			
F9	71,43		b	c	d	e	f	ng		HP1/1	92,31	a	b	c	d		O1	12,82	a	b	c	d				HP1/9	36,36	a	b	c	d	e	f			
K1	72,00		b	c	d	e	f	ng		HP1/6	93,33	a	b	c	d		O2	13,21	a	b	c	d				O10	36,36	a	b	c	d	e	f			
F2	72,97		b	c	d	e	f	ng	h	K5	95,45		b	c	d		K9	14,29	a	b	c	d				K6	37,04	a	b	c	d	e	f			
K9	76,19			c	d	e	f	ng	h	K2	95,65		b	c	d		HP1/9	15,15	a	b	c	d				HP1/6	40,00		b	c	d	e	f			
K6	77,78				d	e	f	ng	h	K1	96,00		b	c	d		K5	18,18		b	c	d	e				O9	46,03			c	d	e	f	ng	
HP1/4	79,17				d	e	f	ng	h	K6	96,30		b	c	d		HP1/6	20,00			c	d	e				HP1/4	54,17			d	e	f	ng	h	
K5	86,36					e	f	ng	h	F1	97,22			c	d		O9	20,63			c	d	e				K5	54,55				e	f	ng	h	
K11	88,24						f	ng	h	F2	97,30			c	d		K6	22,22				d	e				K9	57,14					f	ng	h	
K2	95,65							ng	h	K10	100,00			d			K10	31,82				e				K10	68,18						ng	h		
K10	100,00								h	K9	100,00			d			K2	65,22				f				K2	82,61							h		

Tabela 14. Rezultati Dankan testa za obilježje “otvaranje pupoljaka” na nivou linija polusrodnika u testu potmstva u Driniću /nastavak/

Linija polusr.	Pup 3 2016 [%]	Homogene grupe										Linija polusr.	Pup 4 2016 [%]	Hom. grupe				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			1	2	3	4	
HP2/1	34,15	a										F10	71,43	a				
HP2/8	34,29	a										HP2/3	72,73	a				
O3	37,04	a	b									O3	72,97	a	b			
HP2/4	38,46	a	b	c								HP1/7	73,08	a	b			
HP1/1	40,54	a	b	c	d							O2	75,47	a	b	c		
HP2/3	45,95	a	b	c	d	d						F1	77,78	a	b	c		
O10	47,06	a	b	c	d	d	e					HP2/10	77,78	a	b	c		
P8	47,50	a	b	c	d	d	e					F5	78,05	a	b	c		
HP1/7	52,94	a	b	c	d	d	e	f				HP1/3	78,57	a	b	c		
F5	53,69	a	b	c	d	d	e	f				K3	81,25	a	b	c	d	
F10	54,05	a	b	c	d	d	e	f				O9	84,13	a	b	c	d	
F9	54,55	a	b	c	d	d	e	f				HP1/1	84,62	a	b	c	d	
K7	55,00	a	b	c	d	d	e	f				F3	85,00	a	b	c	d	
K3	56,36	a	b	c	d	d	e	f	g			P9	85,71	a	b	c	d	
P9	56,60	a	b	c	d	d	e	f	g	h		F2	86,49	a	b	c	d	
K1	57,89	a	b	c	d	d	e	f	g	h		HP2/1	86,67	a	b	c	d	
HP1/6	58,97	a	b	c	d	d	e	f	g	h		F7	86,67	a	b	c	d	
HP1/3	60,71	a	b	c	d	d	e	f	g	h		O1	87,18	a	b	c	d	
HP2/10	62,22	a	b	c	d	d	e	f	g	h	i	HP1/9	87,88	a	b	c	d	
O2	63,49	a	b	c	d	d	e	f	g	h	i	K1	88,00	a	b	c	d	
F2	63,89	a	b	c	d	d	e	f	g	h	i	HP2/4	89,19	a	b	c	d	
F3	65,38		b	c	d	d	e	f	g	h	i	P8	89,26	a	b	c	d	
HP1/4	66,67		b	c	d	d	e	f	g	h	i	HP1/5	90,00	a	b	c	d	
F6	66,67		b	c	d	d	e	f	g	h	i	K9	90,48	a	b	c	d	
F7	67,65			c	d	d	e	f	g	h	i	K11	91,18	a	b	c	d	
O1	67,86			c	d	d	e	f	g	h	i	HP2/8	92,11	a	b	c	d	
HP1/5	68,00			c	d	d	e	f	g	h	i	O10	92,73	a	b	c	d	
K11	68,75				d	d	e	f	g	h	i	K7	94,12		b	c	d	
F1	69,05				d	d	e	f	g	h	i	F9	95,24			c	d	
O9	74,07					d	e	f	g	h	i	K5	95,45			c	d	
HP1/9	76,67						e	f	g	h	i	K2	95,65			c	d	
K9	79,17							f	g	h	i	HP1/4	95,83			c	d	
K5	85,71								g	h	i	F6	96,43			c	d	
K6	86,36									h	i	HP1/6	96,67			c	d	
K10	90,91										i	K10	100,00				d	
K2	91,30										i	K6	100,00				d	

Tabela 1514. Rezultati Dankan testova za obilježje „otvorenost pupoljaka” za nivo populacija u testu potomstva u Srebrenici

Linija polusr.	Pup 3 2013 [%]	H. grupe				Linija polusr.	Pup 1 2015 [%]	H. grupe				Linija polusr.	Pup 2 2015 [%]	H. grupe							Linija polusr.	Pup 3 2015 [%]	H. grupe						
		1	2	3	4			1	2	3	4			1	2	3	4	5	6	7			1	2	3	4	5	6	
HP2/3	46,15	a				HP2/4	0,00	a				HP1/9	0,00	a								HP1/9	12,50	a					
F1	63,41	a	b			HP1/4	0,00	a				F3	2,33	a	b							HP2/3	15,38	a	b				
F3	65,12	a	b			HP1/5	0,00	a				O3	2,63	a	b							F6	25,00	a	b	c			
F10	66,67	a	b	c		HP2/1	0,00	a				HP1/5	5,00	a	b							K7	28,57	a	b	c			
HP1/1	66,67	a	b	c		HP1/9	0,00	a				HP2/1	5,00	a	b							F10	28,89	a	b	c			
F2	67,50	a	b	c		F7	2,13	a				HP2/4	7,69	a	b							O2	30,00	a	b	c			
F6	68,18	a	b	c		F5	2,13	a				K7	8,57	a	b	c						HP2/1	30,00	a	b	c			
F9	70,00	a	b	c	d	F10	2,22	a				F10	8,89	a	b	c						HP1/4	30,00	a	b	c			
HP2/1	70,00	a	b	c	d	F3	2,33	a				F6	9,09	a	b	c						HP1/5	30,00	a	b	c			
HP1/9	70,83	a	b	c	d	O3	2,63	a				F5	10,64	a	b	c						K6	31,58	a	b	c			
K5	72,73		b	c	d	P8	3,45	a				O2	12,00	a	b	c	d					F5	31,91	a	b	c			
K2	74,36		b	c	d	HP2/8	3,85	a				HP1/6	12,50	a	b	c	d	e				F9	32,50	a	b	c			
F5	74,47		b	c	d	O2	4,00	a				P9	14,79	a	b	c	d	e				HP1/6	33,33	a	b	c			
K10	75,00		b	c	d	HP1/6	4,17	a				HP2/8	15,38	a	b	c	d	e				HP1/1	33,33	a	b	c			
HP1/3	75,00		b	c	d	HP2/10	4,55	a	b			HP2/3	15,38	a	b	c	d	e				O3	34,21	a	b	c			
K1	75,00		b	c	d	F6	4,55	a	b			O1	15,38	a	b	c	d	e				K1	34,38	a	b	c			
K9	75,86		b	c	d	P9	5,63	a	b			K1	15,63	a	b	c	d	e				HP2/8	34,62	a	b	c			
K11	76,09		b	c	d	K7	5,71	a	b			K6	15,79	a	b	c	d	e				HP1/7	36,84	a	b	c			
HP2/8	76,92		b	c	d	K1	6,25	a	b			P8	16,38	a	b	c	d	e				O9	37,74	a	b	c			
P8	78,45		b	c	d	F2	7,50	a	b			F7	17,02	a	b	c	d	e				P9	38,03	a	b	c			
HP1/7	78,95		b	c	d	F9	7,50	a	b			F9	17,50	a	b	c	d	e				O1	38,46	a	b	c			
K3	80,00		b	c	d	O1	7,69	a	b			HP1/1	19,05	a	b	c	d	e				HP2/4	38,46	a	b	c			
K7	80,00		b	c	d	HP2/3	7,69	a	b			O10	19,44	a	b	c	d	e				P8	39,66	a	b	c			
HP1/4	80,00		b	c	d	F1	9,76	a	b			HP1/4	20,00	a	b	c	d	e				K11	41,30	a	b	c			
K6	81,58		b	c	d	K3	10,00	a	b			O9	20,75	a	b	c	d	e				K3	43,33		b	c			
F7	82,98		b	c	d	K11	10,87	a	b			K11	21,74	a	b	c	d	e				F3	46,51			c			
O10	83,33		b	c	d	O10	11,11	a	b			F2	22,50	a	b	c	d	e				F2	47,50				c		
P9	84,51		b	c	d	O9	11,32	a	b			HP2/10	22,73	a	b	c	d	e				K9	48,28				c	d	
O9	84,91		b	c	d	K6	13,16	a	b			K3	23,33	a	b	c	d	e				HP1/3	50,00				c	d	
HP1/5	85,00		b	c	d	HP1/1	14,29	a	b			F1	24,39		b	c	d	e				O10	50,00				c	d	
O2	86,00		b	c	d	HP1/7	15,79	a	b			HP1/7	31,58			c	d	e	f			F7	51,06				c	d	
HP2/10	86,36		b	c	d	HP1/3	21,43		b	c		K9	34,48				d	e	f			F1	51,22				c	d	
O3	86,84		b	c	d	K9	31,03			c		HP1/3	35,71				e	f				HP2/10	54,55				c	d	e
O1	92,31			c	d	K5	33,33				c	K5	48,48					f				K5	75,76				d	e	f
HP2/4	92,31			c	d	K10	53,57				d	K10	71,43									K10	78,57					e	f
HP1/6	95,83				d	K2	64,10				d	K2	74,36									K2	84,62						f

Tabela 15. Rezultati Dankan testova za obilježje „otvorenost pupoljaka” za nivo populacija u testu potomstva u Srebrenici /nastavak/

Linija polusr.	Pup 3 2016 [%]	Homogene grupe								Linija polusr.	Pup 4 2016 [%]	Homogene grupe							
		1	2	3	4	5	6	7	8			1	2	3	4	5			
F10	31,11	a									F10	66,67	a						
F6	34,09	a	b								O3	68,42	a	b					
O3	34,21	a	b								F6	72,73	a	b	c				
K11	45,65	a	b	c							K11	73,91	a	b	c	d			
F3	48,84	a	b	c	d						O2	76,00	a	b	c	d	e		
O2	50,00	a	b	c	d	e					F3	76,74	a	b	c	d	e		
F5	51,06	a	b	c	d	e	f				HP1/5	80,00	a	b	c	d	e		
P9	52,82	a	b	c	d	e	f				HP2/8	80,77	a	b	c	d	e		
K3	53,33	a	b	c	d	e	f				HP2/10	81,82	a	b	c	d	e		
K7	54,29	a	b	c	d	e	f				P9	82,39	a	b	c	d	e		
HP2/10	54,55	a	b	c	d	e	f				O9	83,02	a	b	c	d	e		
O9	54,72	a	b	c	d	e	f				K6	84,21	a	b	c	d	e		
HP1/5	55,00	a	b	c	d	e	f				HP2/4	84,62	a	b	c	d	e		
K1	56,25	a	b	c	d	e	f				O1	84,62	a	b	c	d	e		
O1	56,41	a	b	c	d	e	f				F5	85,11	a	b	c	d	e		
HP2/8	57,69	a	b	c	d	e	f				O10	86,11	a	b	c	d	e		
HP1/9	58,33	a	b	c	d	e	f				K3	86,67	a	b	c	d	e		
O10	58,33	a	b	c	d	e	f				F9	87,50	a	b	c	d	e		
HP2/4	61,54		b	c	d	e	f	g			HP1/6	87,50	a	b	c	d	e		
HP2/3	61,54		b	c	d	e	f	g			HP1/9	87,50	a	b	c	d	e		
HP1/1	61,90		b	c	d	e	f	g			HP1/3	89,29		b	c	d	e		
HP1/6	62,50		b	c	d	e	f	g			HP1/7	89,47		b	c	d	e		
F9	62,50		b	c	d	e	f	g			K9	89,66		b	c	d	e		
K6	63,16		b	c	d	e	f	g			HP1/4	90,00		b	c	d	e		
F1	68,29			c	d	e	f	g	h		F1	90,24		b	c	d	e		
HP1/7	68,42			c	d	e	f	g	h		HP1/1	90,48		b	c	d	e		
P8	68,97			c	d	e	f	g	h		K1	90,62		b	c	d	e		
F2	70,00			c	d	e	f	g	h		K7	91,43			c	d	e		
HP2/1	70,00			c	d	e	f	g	h		F7	91,49			c	d	e		
HP1/3	71,43			c	d	e	f	g	h		HP2/3	92,31			c	d	e		
K9	72,41			c	d	e	f	g	h		F2	92,50			c	d	e		
K5	78,79				d	e	f	g	h		K5	93,94			c	d	e		
HP1/4	80,00					e	f	g	h		P8	94,83			c	d	e		
F7	80,85						f	g	h		HP2/1	95,00			c	d	e		
K2	89,74							g	h		K10	96,43				d	e		
K10	96,43								h		K2	97,44					e		

**Prilog 2.2. Interkacije „Test potom. x linija polusrodnika” za posmatrana
obilježja: visine, prečnik korijenovog vrata i opstanak sadnica**

Tabela 17. Rezultati Dankan testa za obilježje “visina sadnica 2012” u interakciji “test potomstva x linija polusrodnika”

Test pot.	Linija polusr.	H 2012 [cm]	Homogene grupe																									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				
1	K2	30.09	a																									
1	HP1/4	31.92	a	b																								
1	F6	32.64	a	b	c																							
1	HP2/1	32.67	a	b	c																							
1	HP2/3	33.00	a	b	c	d																						
1	F1	33.61	a	b	c	d	e																					
2	HP1/4	34.05	a	b	c	d	e																					
1	HP1/1	34.42	a	b	c	d	e	f																				
2	F1	34.44	a	b	c	d	e	f	g																			
1	K1	34.60	a	b	c	d	e	f	g																			
1	HP1/5	34.65	a	b	c	d	e	f	g	h																		
1	F2	35.57	a	b	c	d	e	f	g	h	i																	
1	K6	35.63	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j																
2	F7	35.81	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k															
2	F2	36.10	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k															
2	HP1/6	36.21	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k															
1	F5	36.29	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k															
2	F6	36.41	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k															
2	O10	36.47	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k															
1	K7	36.59	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k															
1	K10	36.59	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k															
1	K5	36.59	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l														
1	HP2/10	36.81	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m														
1	O10	36.89	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m														
1	HP1/3	36.89	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m														
1	HP1/6	36.97	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m														
1	HP2/4	37.11	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m														
1	F7	37.27	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m														
2	HP2/8	37.27	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n													
1	F3	37.40	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n													
2	O2	37.52	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n														
2	HP1/5	38.00	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o													
2	HP1/7	38.26	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o													
2	HP1/3	38.32	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o													
1	HP1/9	38.39	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o													
1	K9	38.67	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p													
1	K3	38.75	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p													
1	HP2/8	39.05	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r												
2	F10	39.18	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r												
2	HP1/9	39.33	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s											
1	P9	39.34	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t										
2	F5	39.60	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u									
1	O1	39.62	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u									
1	F10	39.63	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u									
2	K3	39.67	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u										
1	F9	39.71	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u										
1	F3	39.93	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v									
2	O2	40.04	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v										
2	O9	40.21	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v										
1	K5	40.27	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v										
2	O3	40.32	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v										
1	P8	40.53	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v										
2	F9	40.80	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z										
1	HP1/7	40.88	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z											
2	O1	41.26	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z											
2	HP2/3	41.46	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z											
1	K11	41.50	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z														
2	K1	41.53	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z														
2	HP2/10	42.41	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z															
2	HP2/1	42.65	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z															
1	O9	42.98	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z																
2	O3	43.24	n	o	p	r	s	t	u	v	z																	
2	HP1/1	43.29	n	o	p	r	s	t	u	v	z																	
2	K10	43.32	o	p	r	s	t	u	v	z																		
2	K6	43.37	p	r	s	t	u	v	z																			
2	K2	44.41	p	r	s	t	u	v	z																			
2	HP2/4	44.54	p	r	s	t	u	v	z																			
2	P8	44.54	r	s	t	u	v	z																				
2	K9	45.07	r	s	t	u	v	z																				
2	K7	45.54	s	t	u	v	z																					
2	P9	48.19	t	u	v	z																						
2	K11		u	v	z																							

Tabela 18. Rezultati Dankan testa za obilježje “visina sadnica 2013” u interakciji “test potomstva x linija polusrodnika”

Test pot.	Linija polusr.	H 2013 [cm]	Homogene grupe																		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
1	HP1/4	47.79	a																		
1	K2	48.48	a	b																	
1	HP2/1	49.40	a	b	c																
1	F6	5.0	a	b	c	d															
1	HP1/5	50.95	a	b	c	d	e														
1	F1	51.89	a	b	c	d	e	f													
1	K1	52.24	a	b	c	d	e	f	ne												
1	HP1/1	52.50	a	b	c	d	e	f	ne	ne											
1	K6	53.07	a	b	c	d	e	f	ne	ne	h										
1	HP1/3	55.07	a	b	c	d	e	f	ne	ne	h	i									
1	K7	55.41	a	b	c	d	e	f	ne	ne	h	i	j								
1	K10	55.59	a	b	c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k							
1	K5	55.73	a	b	c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k							
2	F7	55.85	a	b	c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l						
2	F1	55.93	a	b	c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l						
1	F7	56.00	a	b	c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l						
1	HP2/10	56.22	a	b	c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l						
1	K9	56.24	a	b	c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l						
1	F3	56.27	a	b	c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l						
1	HP1/6	56.63	a	b	c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l						
1	F5	56.73	a	b	c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l						
2	F6	56.98	a	b	c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l						
1	HP2/4	57.24	a	b	c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m					
2	HP1/4	57.55	a	b	c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m					
1	HP2/8	57.55	a	b	c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m					
1	F2	57.68	a	b	c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n				
1	HP2/3	57.68	a	b	c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n				
1	K3	57.94		b	c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n				
2	F2	58.48		b	c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o			
2	K3	58.77			c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
2	F10	58.84			c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
2	HP2/8	59.08			c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
2	K1	59.16			c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
1	HP1/9	59.52			c	d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
2	HP1/5	59.80				d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
2	F9	59.80				d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
2	F3	59.81				d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
1	O10	59.95				d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
2	O10	59.97				d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
2	HP1/6	60.13				d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
1	K11	60.18				d	e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
1	P9	60.39					e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
2	F5	60.68					e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
1	O3	60.76					e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
1	O1	60.85					e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
1	F9	61.00					e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
2	HP1/3	61.04					e	f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
2	K10	61.25						f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
1	O2	61.30						f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
1	P8	61.55						f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
2	K5	61.82						f	ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
1	F10	62.37							ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
2	HP1/9	62.50							ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
2	O2	63.14							ne	ne	h	i	j	k	l	m	n	o	p		
1	HP1/7	63.50								h	i	j	k	l	m	n	o	p	r		
2	O9	63.60									i	j	k	l	m	n	o	p	r		
2	HP1/7	64.47									i	j	k	l	m	n	o	p	r		
2	HP2/4	65.23									i	j	k	l	m	n	o	p	r		
1	O9	65.46										j	k	l	m	n	o	p	r		
2	K6	65.68											j	k	l	m	n	o	p	r	
2	HP2/3	65.69											j	k	l	m	n	o	p	r	
2	HP1/1	65.86												k	l	m	n	o	p	r	
2	K7	65.89													k	l	m	n	o	p	r
2	O1	66.21																			r
2	HP2/10	67.50																			r
2	HP2/1	67.85																			r
2	K2	67.87																			r
2	O3	67.92																			r
2	K9	68.41																			r
2	P8	68.67																			r
2	K11	68.93																			r
2	P9	69.87																			r

Tabela 20. Rezultati Dankan testa za obilježje “visina sadnica 2015” u interakciji “test potomstva x linija polusrodnika”

Test pot.	Linija polusr.	H 2015 [cm]	Homogene grupe																										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
1	K1	77.16	a																										
1	HP2/1	77.80	a	b																									
1	K2	79.70	a	b	c																								
1	HP1/4	79.96	a	b	c																								
1	HP1/5	81.45	a	b	c	d																							
1	K10	81.91	a	b	c	d	e																						
1	HP1/1	82.35	a	b	c	d	e	f																					
1	F6	83.00	a	b	c	d	e	f	g																				
1	K6	83.78	a	b	c	d	e	f	g	h																			
1	HP1/3	84.64	a	b	c	d	e	f	g	h	i																		
1	K5	86.41	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j																	
1	K9	88.52	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k																
1	F1	89.22	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l															
1	K3	90.25	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m														
1	HP1/6	91.23	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m														
1	HP2/3	92.23	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m														
1	K7	92.41	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m														
1	HP2/10	93.67	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n													
1	HP2/8	93.95	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o												
2	F7	94.79	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p											
1	HP2/4	95.11	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p											
1	K11	95.76	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p											
1	F3	96.35	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p											
1	HP1/9	96.97		b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r										
1	F7	98.44			c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s									
2	F1	98.73			c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s									
2	HP2/4	99.38				d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t								
2	HP1/6	99.71				d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t								
2	HP2/8	99.85				d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t								
1	O10	100.18				d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u							
2	F6	100.84				d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v						
1	O1	100.95				d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v						
2	HP1/5	101.25				d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v						
2	F2	101.68					e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v						
1	O2	101.70						f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v						
1	F9	101.93							g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v						
2	HP1/9	102.42								g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v					
1	F5	102.78									h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v					
2	HP1/7	103.11									h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v					
1	F2	103.11									h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v					
1	HP1/7	103.62										i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v					
2	F10	103.87											i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z			
1	P8	103.95												i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z		
1	P9	104.12													i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	
2	F3	104.93														j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	
2	HP1/4	106.00														j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w
2	HP1/3	106.29															k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w
2	O10	106.31															k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w
2	F9	106.70															k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w
2	HP1/1	106.71															k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w
1	O3	106.73															k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w
2	F5	107.02															k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w
2	K10	107.75															k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w
2	HP2/3	107.77															k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w
2	K1	108.28															k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w
1	O9	109.14															l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	
2	O9	109.23																m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	
1	F10	110.17																m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	
2	HP2/1	113.35																n	o	p	r	s	t	u	v	z	w		
2	HP2/10	113.68																o	p	r	s	t	u	v	z	w			
2	K6	114.26																	p	r	s	t	u	v	z	w			
2	K5	116.73																		r	s	t	u	v	z	w			
2	K7	116.80																			r	s	t	u	v	z	w		
2	K3	117.33																				s	t	u	v	z	w		
2	O3	118.32																					s	t	u	v	z	w	
2	O1	118.90																						t	u	v	z	w	
2	O2	119.92																							u	v	z	w	
2	K11	120.04																								v	z	w	
2	K2	123.33																										w	
2	K9	124.72																										w	
2	P8	125.01																										w	
2	P9	125.01																										w	

Tabela 152. Rezultati Dankan testa za obilježje “prečnik korijenovog vrata 2014. godine” za interakciju “test potomstva x linija polusrodnika”

Test pot.	Linija polusr.	D _{kv} 2014 [mm]	Homogene grupe																										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
1	K1	16.45	a																										
1	F6	17.14	a	b																									
1	HP1/4	17.16	a	b																									
1	HP2/1	17.31	a	b																									
1	HP1/5	18.02	a	b	c																								
1	K2	18.03	a	b	c																								
1	F1	18.44	a	b	c	d																							
1	K9	18.74	a	b	c	d	e																						
1	K7	19.00	a	b	c	d	e	f																					
1	HP1/1	19.11	a	b	c	d	e	f																					
1	K5	19.17	a	b	c	d	e	f																					
1	K11	19.35	a	b	c	d	e	f																					
1	K10	19.41	a	b	c	d	e	f																					
1	K6	19.51	a	b	c	d	e	f	g																				
1	K3	19.54	a	b	c	d	e	f	g	g																			
1	HP2/4	19.77	a	b	c	d	e	f	g	g	h																		
1	HP1/3	19.79	a	b	c	d	e	f	g	g	h	i																	
1	P9	19.92	a	b	c	d	e	f	g	g	h	i	j																
1	F7	20.13	a	b	c	d	e	f	g	g	h	i	j	k															
1	HP1/6	20.37	a	b	c	d	e	f	g	g	h	i	j	j	k														
1	P8	20.42	b	b	c	d	e	f	g	g	h	i	j	j	k														
1	F3	20.45	b	b	c	d	e	f	g	g	h	i	j	j	k														
1	HP2/8	20.48	b	b	c	d	e	f	g	g	h	i	j	j	k														
1	HP1/9	20.49	b	b	c	d	e	f	g	g	h	i	j	j	k														
1	O10	20.62	b	b	c	d	e	f	g	g	h	i	j	j	k	l													
1	O2	20.75	b	b	c	d	e	f	g	g	h	i	j	j	k	l	m												
1	O3	20.81	b	b	c	d	e	f	g	g	h	i	j	j	k	l	m												
1	O1	20.91	b	b	c	d	e	f	g	g	h	i	j	j	k	l	m												
1	HP2/3	20.99	b	b	c	d	e	f	g	g	h	i	j	j	k	l	m	n											
1	F5	21.04	b	b	c	d	e	f	g	g	h	i	j	j	k	l	m	n	o										
1	HP2/10	21.33	c	c	c	d	e	f	g	g	h	i	j	j	k	l	m	n	o	p									
1	F2	21.43	c	c	c	d	e	f	g	g	h	i	j	j	k	l	m	n	o	p	r								
2	F6	21.76	c	c	c	d	e	f	g	g	h	i	j	j	k	l	m	n	o	p	r	s							
2	HP2/8	22.10	c	c	c	d	e	f	g	g	h	i	j	j	k	l	m	n	o	p	r	t							
1	O9	22.16	c	c	c	d	e	f	g	g	h	i	j	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u						
1	F10	22.66	d	d	d	d	e	f	g	g	h	i	j	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v					
2	F7	23.00	d	d	d	d	e	f	g	g	h	i	j	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z				
1	F9	23.02	e	e	e	e	f	f	g	g	h	i	j	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z				
2	HP1/4	23.47	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	K10	23.54	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	F5	23.64	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	F1	23.68	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	F9	23.76	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	F2	23.79	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	HP2/1	23.86	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	K1	23.97	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	K3	24.02	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	O9	24.10	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	HP1/9	24.10	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	HP1/5	24.26	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	HP2/4	24.40	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	F3	24.41	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	HP1/6	24.57	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	O2	24.67	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	HP1/3	24.78	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	HP2/3	24.95	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	P8	25.02	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	K11	25.07	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	K7	25.08	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	HP1/1	25.13	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	O3	25.27	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	K2	25.33	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	F10	25.40	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	O10	25.43	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	K9	25.79	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	K5	25.88	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	P9	25.99	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	K6	26.11	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	HP1/7	26.18	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	HP2/10	26.48	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
1	HP1/7	26.75	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		
2	O1	27.16	e	e	e	e	f	f	f	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	t	u	v	z	w		

Tabela 163. Rezultati Dankan testa za interakciju “test potomstva x linija polusrodnika” za obilježje “prečnik korijenovog vrata 2016. godine”

Test pot.	Linija polusr.	D _{kv} 2016 [mm]	Homogene grupe																											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
1	K2	26.65	a																											
1	HP1/4	26.83	a																											
1	K1	27.24	a	b																										
1	HP2/1	29.07	a	b	c																									
1	K9	29.95	a	b	c	d																								
1	K10	29.95	a	b	c	d																								
1	HP1/3	30.07	a	b	c	d																								
1	HP1/1	30.08	a	b	c	d																								
1	HP2/4	31.54	a	b	c	d	e																							
1	F1	31.64	a	b	c	d	e																							
1	HP1/5	31.75	a	b	c	d	e	f																						
1	K3	31.97	a	b	c	d	e	f	g																					
1	F6	32.00	a	b	c	d	e	f	g																					
1	HP2/3	32.09	a	b	c	d	e	f	g	h																				
1	K5	32.27	a	b	c	d	e	f	g	h	i																			
1	HP1/6	32.30	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j																		
1	K6	32.70	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k																	
1	HP1/9	33.52	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l																
1	K11	33.62	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l																
1	HP2/8	33.79	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m															
1	K7	34.26		b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n														
1	O2	34.57			c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o													
1	HP2/10	34.85			c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p												
1	P9	35.14			c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r											
2	HP2/8	35.46			c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s										
1	O3	35.68			c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t									
1	P8	35.94			c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u								
1	F3	36.15			c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v							
1	O1	36.26			c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v							
2	HP2/4	36.69			d	e	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z						
1	O10	36.71			d	e	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z						
2	HP1/4	36.80			d	e	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z						
1	F5	37.07			d	e	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w					
2	HP2/3	37.15			d	e	f	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w					
1	O9	37.89			e	f	g	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	y				
1	F7	37.91			e	f	g	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	y				
1	F9	38.00			e	f	g	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	y				
2	F7	38.70			e	f	g	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	y	x			
1	F2	38.78			e	f	g	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	y	x			
2	O9	38.81			e	f	g	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	y	x			
2	HP1/9	38.88			e	f	g	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	y	x			
2	F6	39.18			e	f	g	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	y	x			
2	HP1/5	39.35					f	g	g	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	y	x		
2	HP1/1	39.52								h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	y	x			
2	F1	39.59								i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	y	x				
1	F10	4.0									j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	y	x				
2	HP1/6	40.42										k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	y	x				
2	F2	40.42										k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	y	x				
1	HP1/7	40.73										k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	y	x				
2	F5	40.78										k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	y	x				
2	O10	41.06										k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	y	x				
2	O2	41.14											l	m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	y	x				
2	HP1/7	41.37												m	n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	y	x				
2	O1	41.97													n	o	p	r	s	t	u	v	z	w	y	x				
2	O3	42.00														o	p	r	s	t	u	v	z	w	y	x				
2	F9	42.15															p	r	s	t	u	v	z	w	y	x				
2	F10	42.16															p	r	s	t	u	v	z	w	y	x				
2	HP1/3	42.36																p	r	s	t	u	v	z	w	y	x			
2	HP2/1	42.50																	r	s	t	u	v	z	w	y	x			
2	K10	42.79																		s	t	u	v	z	w	y	x			
2	K7	42.91																		s	t	u	v	z	w	y	x			
2	K3	43.07																			t	u	v	z	w	y	x			
2	K9	43.38																				u	v	z	w	y	x			
2	P8	43.54																					v	z	w	y	x			
2	F3	43.84																						z	w	y	x			
2	P9	43.86																						z	w	y	x			
2	K6	44.13																						z	w	y	x			
2	K5	44.33																							w	y	x			
2	K1	44.56																							w	y	x			
2	HP2/10	44.82																								y	x			
2	K11	44.98																									x			

Tabela 207. Rezultati Dankan testa za obilježje “visinski prirast sadnica 2015” za interakciju “test potomstva x linija polusrodnika”

Test pot.	Linija polusr.	I _n 2015 [cm]	Homogene grupe																					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1	K1	14,52	a																					
1	K10	15,27	a	b																				
1	HP1/3	16,86	a	b	c																			
1	K2	17,96	a	b	c	d																		
1	K6	18,30	a	b	c	d	e																	
1	HP1/5	18,30	a	b	c	d	e																	
1	HP1/4	18,42	a	b	c	d	e																	
1	HP2/3	18,86	a	b	c	d	e	f																
1	HP2/1	18,87	a	b	c	d	e	f																
1	K9	19,00	a	b	c	d	e	f																
1	K3	19,03	a	b	c	d	e	f																
1	F6	19,11	a	b	c	d	e	f																
1	K5	19,27	a	b	c	d	e	f	g															
1	HP1/1	19,81	a	b	c	d	e	f	g	h														
2	HP2/4	20,15	a	b	c	d	e	f	g	h														
1	K7	20,21	a	b	c	d	e	f	g	h	i													
1	HP1/6	20,40	a	b	c	d	e	f	g	h	i													
1	K11	21,18	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j												
1	HP1/7	21,77	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k											
1	HP2/8	21,82	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k											
2	HP1/9	22,00	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k											
1	HP1/9	22,52	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l										
1	HP2/10	22,63	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l										
1	F1	22,72	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l										
2	HP1/6	22,79	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l										
1	HP2/4	22,95	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m									
1	O1	23,10	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m									
2	HP1/7	23,42		b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m									
1	F3	23,42		b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m									
1	O2	23,57		b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m									
1	O10	23,73		b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n								
1	F9	23,79		b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n								
1	P8	24,14		b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o							
1	O9	24,29			c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o							
1	P9	24,42			c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o							
2	F7	24,45			c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o							
2	HP2/3	25,31			c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p						
2	HP2/8	25,31			c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p						
2	HP1/5	25,45			c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r					
1	F7	25,58			c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r					
1	F10	25,80				d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s				
2	HP1/1	25,95				d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s				
1	F2	26,24				d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s				
2	HP1/4	26,60				d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s				
2	F6	26,64				d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s				
1	O3	26,70				d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s				
1	F5	26,73				d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s				
2	HP2/1	26,85				d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s				
2	F1	27,32					e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t			
2	HP1/3	27,43						f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u		
2	HP2/10	27,45						f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u		
2	O9	27,64							f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	
2	O10	28,03								g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	
2	F2	28,10									h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	
2	F3	28,26									h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	
2	F10	28,49									h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	
2	F5	28,98										i	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	
2	K10	29,54											j	k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v
2	K6	30,08												k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v
2	F9	30,20												k	l	m	n	o	p	r	s	t	u	v
2	K7	30,89													l	m	n	o	p	r	s	t	u	v
2	O3	31,61														m	n	o	p	r	s	t	u	v
2	O1	32,38															n	o	p	r	s	t	u	v
2	K1	32,69																o	p	r	s	t	u	v
2	K11	33,09																	p	r	s	t	u	v
2	P8	33,86																	p	r	s	t	u	v
2	O2	34,02																	p	r	s	t	u	v
2	P9	34,04																	r	s	t	u	v	
2	K5	34,30																		s	t	u	v	
2	K2	35,62																			t	u	v	
2	K9	35,90																				u	v	
2	K3	37,53																					v	

Tabela 218. Rezultati Dankan testa za obilježje “visinski prirast sadnica 2016” za interakciju “test potomstva x linija polusrodnika”

Test potom.	Linija polusr.	I _h 2016 [cm]	Homogene grupe																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	K1	15,96	a																	
1	HP1/3	16,75	a	b																
1	HP1/5	17,75	a	b	c															
1	K2	17,96	a	b	c															
1	HP1/1	18,04	a	b	c															
1	HP1/4	19,79	a	b	c	d														
1	K10	19,91	a	b	c	d														
1	K9	20,33	a	b	c	d														
1	K7	20,35	a	b	c	d														
1	K3	20,44	a	b	c	d														
1	HP1/6	20,57	a	b	c	d														
1	HP2/3	20,77	a	b	c	d														
1	F6	21,50	a	b	c	d	e													
1	HP2/1	22,13	a	b	c	d	e	f												
1	F1	22,50	a	b	c	d	e	f	g											
1	K5	22,55	a	b	c	d	e	f	g	h										
1	HP2/4	22,59	a	b	c	d	e	f	g	h										
1	K6	22,63	a	b	c	d	e	f	g	h										
1	F7	22,82	a	b	c	d	e	f	g	h										
2	HP2/4	22,92	a	b	c	d	e	f	g	h										
2	HP1/9	23,58	a	b	c	d	e	f	g	h	i									
1	F3	23,78	a	b	c	d	e	f	g	h	i									
1	HP2/10	23,78	a	b	c	d	e	f	g	h	i									
1	F9	23,81	a	b	c	d	e	f	g	h	i									
1	O10	24,05	a	b	c	d	e	f	g	h	i									
2	HP2/3	24,08	a	b	c	d	e	f	g	h	i									
1	K11	24,26	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j								
1	HP2/8	24,47	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j								
2	O10	24,58	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j								
1	O2	24,58	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j								
1	P8	24,95	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j								
1	O1	25,23	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j								
1	F2	25,24	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j								
1	P9	25,27	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j								
2	HP1/1	25,29	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j								
1	HP1/9	25,33	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j								
2	HP1/5	25,40	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j								
1	O9	25,60	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j								
1	HP1/7	26,04	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k								
2	HP1/7	26,05	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k								
2	HP1/3	26,11	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k								
2	HP1/6	26,50	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k								
1	O3	26,59	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k								
1	F5	26,76	c	d	e	f	g	h	i	j	k									
2	F7	27,30	c	d	e	f	g	h	i	j	k									
1	F10	27,46	c	d	e	f	g	h	i	j	k									
2	O9	27,51	c	d	e	f	g	h	i	j	k									
2	HP2/8	28,27	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l								
2	HP1/4	28,65	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l								
2	F10	29,02	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m								
2	F1	29,44	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m								
2	F9	29,50	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m								
2	F2	30,85	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n								
2	F3	31,02	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n								
2	F6	31,68	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n								
2	O2	32,20	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o							
2	F5	32,45	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o							
2	O3	33,13	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p						
2	K1	33,91	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r					
2	K6	34,03	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r					
2	K7	35,57	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r					
2	HP2/10	35,59	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r					
2	HP2/1	37,15	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s				
2	P8	37,38	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s				
2	O1	38,13	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s				
2	P9	39,23	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s				
2	K5	39,42	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s				
2	K11	40,00	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s				
2	K10	41,36	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s				
2	K2	42,23	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s				
2	K3	43,10	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s				
2	K9	45,79	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	r	s				

Tabela 233. Rezultati Dankan testa za interakciju “test potomstva x linija polusrodnika” za opstanak sadnica u 2016/1. godini

Test potomstva	Linija polusrodnika	Opstanak [%]	Homogene grupe																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
2	HP2/3	20.63	a																	
2	HP2/4	22.22	a	b																
1	K9	25.58	a	b	c															
2	O10	26.35	a	b	c	d														
2	O1	26.67	a	b	c	d	e													
1	K5	26.74	a	b	c	d	e													
1	HP2/1	27.78	a	b	c	d	e	f												
1	K10	27.91	a	b	c	d	e	f												
2	O3	29.33	a	b	c	d	e	f	ge											
1	F6	29.47	a	b	c	d	e	f	ge	h										
2	HP1/7	30.16	a	b	c	d	e	f	ge	h	i									
1	K6	31.40	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j								
2	HP1/5	31.75	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j								
1	O3	32.48	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j								
2	HP1/1	32.81	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j								
1	HP1/5	32.81	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j								
2	P8	32.98	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j								
1	O2	33.33	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k							
1	K1	33.72	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k							
2	HP1/4	34.38	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l						
2	O2	34.67	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l						
1	K2	34.88	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l						
2	K10	35.71	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l						
2	K9	35.71	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l						
1	HP2/3	36.51	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m					
2	HP2/1	36.51	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m					
1	O10	36.71	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m					
2	K3	36.90	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m					
1	F1	37.11	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m					
1	F10	37.50	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m					
1	HP1/4	37.50	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m					
2	HP1/6	38.10	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m					
2	HP2/10	38.10	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m					
2	HP1/9	38.10	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m					
2	O9	38.26	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m					
1	K3	38.37	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m					
2	P9	38.46	a	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m					
1	F2	39.58	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m						
1	HP1/1	40.00	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m						
2	K5	40.48	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m						
1	O9	40.51	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m						
1	K7	40.70	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m						
1	P9	40.73	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m						
1	P8	41.10	b	c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m						
1	F3	41.24		c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m						
1	O1	41.67		c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m						
2	K1	41.67		c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m						
1	K11	41.67		c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m						
1	HP1/7	42.19		c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n					
1	F5	42.27		c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n					
1	HP2/10	42.86		c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n					
2	HP2/8	42.86		c	d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n					
1	F9	44.79		d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n						
2	F1	44.79		d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n						
2	HP1/3	45.31		d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n						
2	F9	45.74		d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n						
2	F2	45.83		d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n						
2	K7	46.43		d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n						
1	F7	47.92		d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n						
1	HP1/3	48.44		d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n						
1	HP1/6	48.44		d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n						
2	K6	48.81		d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n						
2	F10	48.94		d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n						
2	F3	48.96		d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n						
2	F6	50.00		d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n						
2	F5	50.00		d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n						
2	K2	52.38		d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n						
1	HP1/9	53.13		d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n						
2	F7	53.19		d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n						
2	K11	55.42		d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n						
1	HP2/4	60.32		d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n						
1	HP2/8	60.32		d	e	f	ge	h	i	j	k	l	m	n						

Tabela 35. Rezultati Dankan testa za obilježje “otvorenost pupoljaka” za interakciju “test potomstva x linija polusrodnika” pupoljak 1 2013

Test potomstva	Linija polusrodnika	Pup 1 2013	Homogene grupe							
			1	2	3	4	5	6	7	
2	HP2/1	0,00	a							
2	F3	0,00	a							
2	HP2/3	0,00	a							
2	F10	0,00	a							
1	F3	0,00	a							
2	K6	0,00	a							
2	K5	0,00	a							
1	HP2/1	0,00	a							
1	HP2/10	0,00	a							
2	HP2/10	0,00	a							
2	O2	2,00	a	b						
2	F1	2,44	a	b						
2	F9	2,50	a	b						
2	O1	2,56	a	b						
1	F2	2,70	a	b						
1	F10	2,86	a	b						
2	K7	2,86	a	b						
2	K1	3,13	a	b						
2	P9	3,52	a	b						
1	HP1/3	3,57	a	b						
2	HP1/3	3,57	a	b						
2	HP2/8	3,85	a	b						
2	F5	4,26	a	b						
1	F5	4,88	a	b	c					
2	F2	5,00	a	b	c					
2	HP1/4	5,00	a	b	c					
1	HP1/5	5,00	a	b	c					
2	K2	5,13	a	b	c					
2	P8	6,03	a	b	c	d				
1	K3	6,25	a	b	c	d				
2	K11	6,52	a	b	c	d				
1	F7	6,67	a	b	c	d				
2	K3	6,67	a	b	c	d				
2	K9	6,90	a	b	c	d				
1	F9	7,14	a	b	c	d				
1	F6	7,14	a	b	c	d				
2	O9	7,55	a	b	c	d				
2	HP2/4	7,69	a	b	c	d				
1	O3	8,11	a	b	c	d				
1	HP2/4	8,11	a	b	c	d				
2	O10	8,33	a	b	c	d				
1	P9	8,40	a	b	c	d				
1	O10	9,09	a	b	c	d				
2	HP1/1	9,52	a	b	c	d				
2	HP1/5	10,00	a	b	c	d				
1	P8	10,07	a	b	c	d				
1	O1	10,26	a	b	c	d	e			
2	F7	10,64	a	b	c	d	e			
2	K10	10,71	a	b	c	d	e			
1	O2	11,32	a	b	c	d	e			
2	F6	11,36	a	b	c	d	e			
1	HP1/7	11,54	a	b	c	d	e			
1	K11	11,76	a	b	c	d	e			
1	K1	12,00	a	b	c	d	e			
2	HP1/6	12,50	a	b	c	d	e			
1	HP1/4	12,50	a	b	c	d	e			
2	HP1/9	12,50	a	b	c	d	e			
2	O3	13,16	a	b	c	d	e			
1	HP2/3	13,64	a	b	c	d	e			
1	K7	14,71	a	b	c	d	e	f		
1	HP1/1	15,38	a	b	c	d	e	f		
1	HP2/8	15,79	a	b	c	d	e	f		
2	HP1/7	15,79	a	b	c	d	e	f		
1	O9	15,87	a	b	c	d	e	f		
1	K5	18,18		b	c	d	e	f		
1	K9	19,05		b	c	d	e	f		
1	F1	19,44		b	c	d	e	f		
1	K6	22,22			c	d	e	f		
1	HP1/6	23,33				d	e	f		
1	HP1/9	27,27					e	f		
1	K2	30,43						f		
1	K10	45,45							g	

Tabela 36. Rezultati Dankan testa za obilježje “otvorenost pupoljaka” za interakciju “test potomstva x linija polusrodnika” pupoljak 1 2015

Test potomstva	Linija polusrodnika	Pup 1 2015	Homogene grupe							
			1	2	3	4	5	6	7	
2	2	HP2/1	a							
2	1	HP1/3	a							
2	2	HP2/4	a							
2	2	HP1/9	a							
1	1	HP2/8	a							
2	2	HP1/4	a							
2	2	HP1/5	a							
1	1	HP2/1	a							
1	1	HP2/3	a							
2	1	O3	a							
2	1	F10	a							
2	1	O10	a							
2	1	P8	a	b						
2	2	F7	a	b						
1	2	F5	a	b						
1	2	F10	a	b						
2	2	F3	a	b						
2	1	F9	a	b						
2	1	F5	a	b						
1	2	O3	a	b						
2	1	HP2/4	a	b						
2	1	F1	a	b						
2	2	P8	a	b						
1	2	HP2/8	a	b						
2	1	HP1/1	a	b						
2	1	HP1/7	a	b						
1	1	K1	a	b						
2	2	O2	a	b						
2	2	HP1/6	a	b						
1	1	P9	a	b						
2	2	HP2/10	a	b						
1	2	F6	a	b						
2	1	F3	a	b						
2	2	P9	a	b	c					
1	2	K7	a	b	c					
1	1	K11	a	b	c					
2	1	K7	a	b	c					
2	1	K3	a	b	c					
1	2	K1	a	b	c					
1	1	O9	a	b	c					
2	1	F7	a	b	c					
1	1	F6	a	b	c					
1	1	HP2/10	a	b	c					
2	2	F9	a	b	c					
2	2	F2	a	b	c					
1	1	O2	a	b	c					
1	1	O1	a	b	c					
2	2	HP2/3	a	b	c					
2	2	O1	a	b	c					
1	1	F2	a	b	c					
2	1	K5	a	b	c					
1	1	HP1/9	a	b	c					
1	1	K9	a	b	c					
1	2	F1	a	b	c					
2	1	HP1/5	a	b	c					
1	1	HP1/6	a	b	c					
2	2	K3	a	b	c					
2	2	K11	a	b	c					
1	2	O10	a	b	c					
1	2	O9	a	b	c					
1	1	HP1/4	a	b	c					
1	2	K6	a	b	c					
2	2	HP1/1	a	b	c					
1	2	HP1/7	a	b	c					
1	1	K6	a	b	c	d				
1	2	HP1/3			c	d				
1	2	K9			d	c	e			
1	2	K5			c	c	e			
1	1	K10					e			
1	2	K10						f		
1	1	K2							f	
1	2	K2								f

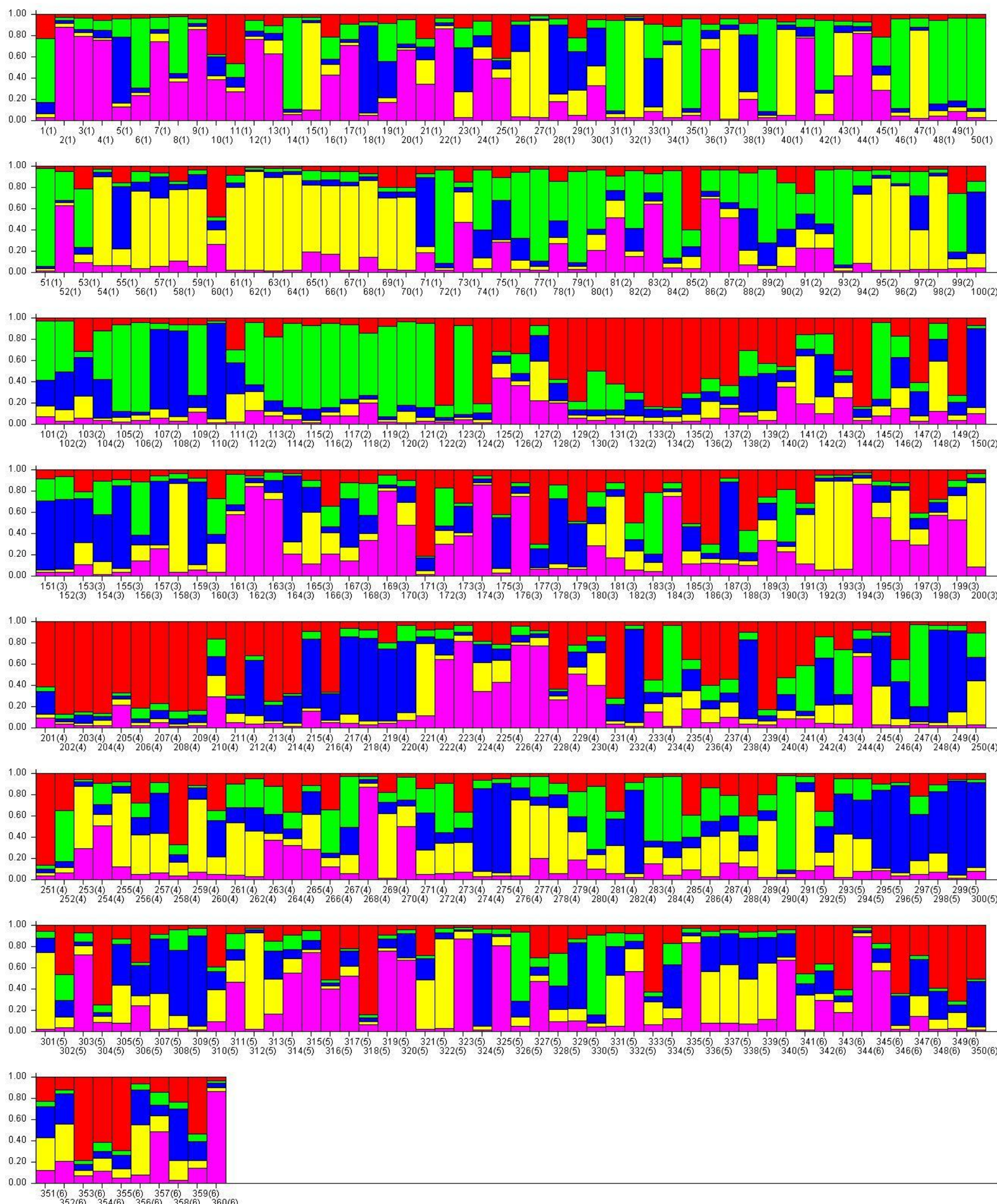
Tabela 37. Rezultati Dankan testa za obilježje “otvorenost pupoljaka” za interakciju “test potomstva x linija polusrodnika” pupoljak 2 2015

Test potomstva	Linija polusrodnika	Pup 2 2015	Homogene grupe																					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13									
1	HP2/1	0,00	a																					
2	HP1/9	0,00	a																					
2	F3	2,33	a	b																				
1	HP2/8	2,63	a	b																				
2	O3	2,63	a	b																				
2	HP1/5	5,00	a	b	c																			
2	HP2/1	5,00	a	b	c																			
1	HP2/4	5,41	a	b	c																			
1	O3	5,41	a	b	c																			
1	HP1/1	7,69	a	b	c	d																		
2	HP2/4	7,69	a	b	c	d																		
2	K7	8,57	a	b	c	d																		
2	F10	8,89	a	b	c	d																		
1	O10	9,09	a	b	c	d																		
1	HP2/3	9,09	a	b	c	d																		
2	F6	9,09	a	b	c	d																		
2	F5	10,64	a	b	c	d	e																	
1	P8	11,41	a	b	c	d	e	f																
1	HP1/7	11,54	a	b	c	d	e	f																
2	O2	12,00	a	b	c	d	e	f	g															
1	F5	12,20	a	b	c	d	e	f	g															
2	HP1/6	12,50	a	b	c	d	e	f	g															
1	F10	14,29	a	b	c	d	e	f	g	h														
1	F9	14,29	a	b	c	d	e	f	g	h														
1	K7	14,71	a	b	c	d	e	f	g	h														
2	P9	14,79	a	b	c	d	e	f	g	h														
2	HP2/8	15,38	a	b	c	d	e	f	g	h														
2	O1	15,38	a	b	c	d	e	f	g	h														
2	HP2/3	15,38	a	b	c	d	e	f	g	h														
1	K3	15,63	a	b	c	d	e	f	g	h														
2	K1	15,63	a	b	c	d	e	f	g	h														
2	K6	15,79	a	b	c	d	e	f	g	h														
1	P9	15,97	a	b	c	d	e	f	g	h														
1	K1	16,00	a	b	c	d	e	f	g	h														
2	P8	16,38	a	b	c	d	e	f	g	h														
1	HP1/6	16,67	a	b	c	d	e	f	g	h														
2	F7	17,02	a	b	c	d	e	f	g	h	i													
2	F9	17,50	a	b	c	d	e	f	g	h	i													
1	HP1/3	17,86	a	b	c	d	e	f	g	h	i													
1	HP2/10	18,52	a	b	c	d	e	f	g	h	i													
1	O2	18,87	a	b	c	d	e	f	g	h	i													
1	F2	18,92	a	b	c	d	e	f	g	h	i													
2	HP1/1	19,05	a	b	c	d	e	f	g	h	i													
2	O10	19,44	a	b	c	d	e	f	g	h	i													
2	HP1/4	20,00	a	b	c	d	e	f	g	h	i													
1	F3	20,00	a	b	c	d	e	f	g	h	i													
2	O9	20,75	a	b	c	d	e	f	g	h	i													
1	HP1/4	20,83	a	b	c	d	e	f	g	h	i													
1	F6	21,43	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j												
2	K11	21,74	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j												
1	F7	22,22	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j												
2	F2	22,50	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j												
2	HP2/10	22,73	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j												
1	O1	23,08	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j												
2	K3	23,33	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j												
2	F1	24,39	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j												
1	HP1/5	25,00	b	c	d	e	f	g	h	i	j													
1	K11	26,47		b	c	d	e	f	g	h	i	j	k											
1	F1	27,78			c	d	e	f	g	h	i	j	k											
1	O9	28,57			c	d	e	f	g	h	i	j	k											
2	HP1/7	31,58				d	e	f	g	h	i	j	k											
2	K9	34,48					e	f	g	h	i	j	k											
2	HP1/3	35,71						f	g	h	i	j	k											
1	HP1/9	36,36							g	h	i	j	k											
1	K9	38,10								h	i	j	k											
1	K5	40,91									i	j	k	l										
1	K6	44,44										j	k	l										
2	K5	48,48											k	l										
1	K10	59,09												m	n									
2	K10	71,43													n									
2	K2	74,36																						
1	K2	78,26																						

Tabela 38. Rezultati Dankan testa za obilježje “otvorenost pupoljaka” za interakciju “test potomstva x linija polusrodnika” pupoljak 1 2016

Test potomstva	Linija polusrodnika	Pup 1 2016	Homogene grupe							
			1	2	3	4	5	6	7	
1	HP1/1	0,00	a							
2	F3	0,00	a							
1	F10	0,00	a							
1	F5	0,00	a							
1	HP2/8	0,00	a							
2	F10	2,22	a	b						
1	F9	2,38	a	b						
2	O1	2,56	a	b						
1	O10	3,64	a	b						
1	HP1/7	3,85	a	b						
1	K1	4,00	a	b						
2	HP1/4	5,00	a	b						
2	HP2/1	5,00	a	b						
1	HP1/5	5,00	a	b						
2	O3	5,26	a	b						
1	P8	5,37	a	b						
1	F2	5,41	a	b						
1	O3	5,41	a	b						
1	F1	5,56	a	b						
1	P9	5,88	a	b						
1	K7	5,88	a	b						
2	F5	6,38	a	b						
1	F7	6,67	a	b						
1	HP2/1	6,67	a	b						
2	F6	6,82	a	b						
1	F6	7,14	a	b						
1	F3	7,50	a	b						
2	HP2/8	7,69	a	b						
2	HP2/4	7,69	a	b						
2	O2	8,00	a	b	c					
1	HP2/4	8,11	a	b	c					
2	HP1/9	8,33	a	b	c					
2	HP1/6	8,33	a	b	c					
1	K11	8,82	a	b	c					
1	HP2/3	9,09	a	b	c					
1	K3	9,38	a	b	c					
2	HP1/5	10,00	a	b	c					
1	HP1/3	10,71	a	b	c					
2	K11	10,87	a	b	c					
1	HP2/10	11,11	a	b	c					
2	F9	12,50	a	b	c	d				
1	HP1/4	12,50	a	b	c	d				
2	F7	12,77	a	b	c	d				
1	O1	12,82	a	b	c	d				
2	O9	13,21	a	b	c	d				
1	O2	13,21	a	b	c	d				
2	K3	13,33	a	b	c	d				
2	P9	13,38	a	b	c	d				
1	K9	14,29	a	b	c	d				
2	HP1/1	14,29	a	b	c	d				
1	HP1/9	15,15	a	b	c	d				
2	HP2/3	15,38	a	b	c	d				
2	K6	15,79	a	b	c	d				
2	HP1/7	15,79	a	b	c	d				
2	O10	16,67	a	b	c	d	e			
2	K7	17,14	a	b	c	d	e			
2	HP2/10	18,18	a	b	c	d	e			
1	K5	18,18	a	b	c	d	e			
2	F1	19,51	a	b	c	d	e			
2	P8	19,83	a	b	c	d	e			
2	F2	20,00	a	b	c	d	e			
1	HP1/6	20,00	a	b	c	d	e			
1	O9	20,63	a	b	c	d	e			
2	K9	20,69	a	b	c	d	e			
1	K6	22,22		b	c	d	e	f		
2	K1	28,12			c	d	e	f		
1	K10	31,82				d	e	f		
2	HP1/3	35,71					e	f		
2	K5	39,39						f		
2	K2	61,54							g	
2	K10	64,29							g	
1	K2	65,22							g	

PRILOG 3 – Rezultati genetičke varijabilnosti na nivou testiranih uzoraka iz linija polusrodnika



Legenda:

Populacije:

Foča: 1-70

Han Pijesak 1: 71-150

Han Pijesak 2: 151-200

Kneževo: 201-290

Olovo: 291-340

Potoci: 341-360

Linije polusrodnika

F1: 1-10; **F2:** 11-20; **F3:** 21-30; **F5:** 31-40; **F6:** 41-50; **F7:** 51-60; **F9:** 61-70; **F10:** 71-80;

HP1/1: 81-90; **HP1/3:** 91-100; **HP1/4:** 101-110; **HP1/5:** 111-120; **HP1/6:** 121-130; **HP1/7:** 131-140; **HP1/9:** 141-150;

HP2/1: 151-160; **HP2/3:** 161-170; **HP2/4:** 171-180; **HP2/8:** 181-190; **HP2/10:** 191-200;

K1: 201-210; **K2:** 211-220; **K3:** 221-230; **K5:** 231-240; **K6:** 241-250; **K7:** 251-260; **K9:** 261-270; **K10:** 271-280; **K11:** 281-290;

O1: 291-300; **O2:** 301-310; **O3:** 311-320; **O9:** 321-330; **O10:** 331-340;

P8: 341-350; **P9:** 351-360

BIOGRAFIJA

Branislav (Novak) Cvjetković rođen je 24.04.1983. godine u Srebreniku, Bosna i Hercegovina. Osnovnu školu završio je 1998. godine u Janji, a srednju Tehničku školu „Mihajlo Pupin“, završio je 2002. godine u Bijeljini.

Šumarski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci upisao je 2003. godine, a diplomirao je 2008. godine sa prosječnom ocjenom 9,05. Bio je stipendista Ministarstva prosvjete i kulture Republike Srpske u 2005. i 2006. godini i Fonda „Dr Milan Jelić“ u 2007. godini. Dobitnik je Zlatne plakete Univerziteta u Banja Luci za uspjeh ostvaren tokom osnovnog studija.

Master studije je završio 2011. godine na Šumarskom fakultetu Univerziteta u Beogradu na Katedri za semenarstvo, rasadničarstvo i pošumljavanje sa prosječnom ocjenom 9,89. Tokom master studija bio je stipendista Ministarstva nauke i tehnologije Republike Srpske.

Od 2009. godine zaposlen je na Šumarskom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci na Katedri za šumarsku genetiku i osnivanje šuma na predmetima Šumsko sjemenarstvo i rasadničarstvo i Osnivanja šuma i plantaža na osnovnom studiju, te na predmetima: Sistemi antierozionog pošumljavanja, Plantažno šumarstvo i Proizvodnja sadnog materijala na drugom ciklusu studija. Od 2012. godine, radi kao viši asistent na istom fakultetu.

Učestvovao je u realizaciji 26 projekata, od čega su 4 međunarodna.

Usavršavao se na Institutu za kukuruz u Zemunu u laboratoriji za biotehnologiju, te prisustvovao usavršavanju o molekularnim markerima na Biotehničkom institutu u Podgorici.

Proveo je 5 mjeseci na usavršavanju na Svjetskom šumarskom institutu (*World Forestry Institute*) u Portlandu, Oregon, SAD, i Oregonskom državanom univerzitetu (*Oregon State University*), Corvallis, Oregon, SAD, gdje je radio na projektu pod naslovom „Transfer šumskih genetičkih resursa u svjetlu klimatskih promjena“.

Na Bavarskom institutu za sjemenarstvo i pošumljvanje (*Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht*) boravio je 6 sedmica radeći na projektu TA „Trees

4 Future“ sa podprojektom pod naslovom „Genetic variability of Norway spruce in progeny tests in Bosnia and Herzegovina“. Na istom institutu proveo je mjesec dana radeći na problematici molekularnih markera za sitkansku smrču (*Picea sitchensis*) i crveni hrast (*Quercus rubra*) kroz kratkoročni istraživački boravak (*STSM*) u okviru COST akcije FP1403.

Bio je član *Management Committee*-a u COST akciji FP1202 – Strengthening conservation: a key issue for adaptation of marginal/peripheral populations of forest tree to climate change in Europe (MaP-FGR) u periodu trajanja akcije (2012-2016.), a trenutno je član *Management Committee*-a u COST akciji FP1403 - Non-native tree species for European forests - experiences, risks and opportunities (NNEXT).

Učestvovao je na 3 trening škole u okviru COST akcija.

Kao autor ili koautor objavio je 21 rad u referentnim domaćim i inostranim časopisima, od čega je 11 u časopisima na SCI listi. Objavio je 18 radova na domaćim i međunarodnim skupovima, od čega 13 u zbornicima radova i 5 u zbornicima apstrakata. Autor je poglavlja u jednoj monografiji međunarodnog značaja i jednoj nacionalnog značaja. Napisao je dva teksta za stručne časopise u Sjedinjenim Američkim Državama i Njemačkoj. Bio je recenzent dva rada u međunarodnim indeksiranim časopisima.

Član je udruženja građana CEFOR – Centar za šume i društva za zaštitu prirodnog nasljeđa „*Arbor Magna*“.

BIBLIOGRAFIJA

Radovi objavljeni u međunarodnim indeksiranim časopisima:

1. Mataruga, M., Isajev, V., Daničić, V., **Cvjetković, B.** (2011): 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.
2. **Cvjetković, B.**, Mataruga, M., Isajev, V., Lević, J., Lučić, A., Trkulja, V., Kremenović, Ž. (2013): Variability in germination and germination dynamics of differently treated seeds of Serbian spruce (*Picea omorika* Pančić/Purkyně). *Genetika*, Vol 45, No. 1: 109-119.
3. Ballian, D., Isajev, V., Daničić, V., **Cvjetković, B.**, Bogunić, F., Mataruga, M. (2013): Genetic differentiation in seed stands of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in part of Bosnia and Herzegovina. *Genetika*, vol. 45, No 3: 895-906.
4. Orlović, S., Stojnić, S., Pilipović, A., Pekeč, S., Mataruga, M., **Cvjetković, B.**, Miljković, D. (2014): Variation in leaf photosynthetic traits of wild cherry (*Prunus avium* L.) families in a nursery trail. *Šumarski list*, 7-8: 381-386.
5. Popović, V., Lučić, A., Šijačić-Nikolić, M., Ćirković-Mitrović, T., Rakonjac, Lj., **Cvjetković, B.**, Mladenović-Drinić, S. (2014): Analysis of inter-line variability of Bald cypress (*Taxodium distichum* L. Rich.) juvenile seedlings using morphometric markers. *Genetika*, Vol. 46, No 1: 117-128.
6. Stojnić, S., Orlović, S., Ballian, D., Ivanković, M., Šijačić-Nikolić, M., Pilipović, A., Bogdan, S., Kvesić, S., Mataruga, M., Daničić, V., **Cvjetković, B.**, Miljković, D., von Wuehlisch, G. (2015): Provenance by site interaction and stability analysis of European beech (*Fagus sylvatica* L.) provenances growth in common garden experiment. *Silvae Genetica*, Vol. 64, No. 4: 133-147.
7. Fady, B., Aravanopoulos, F.A., Alizoti, P., Mátyás, von Wühlisch, Westergren, M., Belletti, P., **Cvjetković, B.**, Ducci, F., Hubber, G., Kelleher, C.T., Khaldi, A., Bou Dagher Kharrt, M., Kreiger, H., Kramer, K., Mühlethaler, Z., Perić, S., Perry S., Rousi, M., Sbay, H., Stojnić, S., Tijardović, M., Tsvetkov, I., Varela, M.C., Vendramin, G.G., Zlatanov, T. (2016): Evolution-based approach needed for the conservation for the conservation and silviculture of peripheral forest tree populations. *Forest ecology and management* 375: 66-75.
8. Bolte, A., Czajkowski, T., Coccozza, C., Tognetti, R., De Miguel, M., Pšidová, E., Ditmarova, L., Dinka, L., Delzon, S., Cochard, H., Ræbild, A., De Luis, M., **Cvjetkovic, B.**, Heiri, C., Müller, J. (2016): Desiccation and mortality dynamics in seedlings of different European beech (*Fagus sylvatica* L.) populations under extreme drought conditions. *Frontiers in Plant Science*, doi: 10.3389/fpls.2016.00751.
9. **Cvjetković B.**, M. Konner, B. Fussi, M. Mataruga, M. Šijačić-Nikolić, V. Daničić, A. Lučić (2017): Norway spruce (*Picea abies* Karst.) variability in progeny tests in Bosnia and Herzegovina. *Genetika* Vol 49, No 1: 259- 272.

10. Stojnić, S., Suchocka, M., Marta, B., Torres Ruiz, J.M., Cochard, H., Bolte, A., Cocozza, C., **Cvjetković, B.**, de Luis, M., Martinez-Vilalta, J., Rabild, A., Tognetti, R., Delzon, S. (2017): Variation in xylem vulnerability to embolism in European beech from geographically marginal populations. *Tree Physiology*, Vol. 37, No. 11, pp. 1-13.
11. Popović, V., Lučić, A., Rakonjac, Lj., **Cvjetković, B.**, Mladenović-Drinić, M., Ristić, D. (2017). Assessment of genetic diversity of silver fir (*Abies alba* Mill.) in Serbia using SSR Markers, *Genetika*, Vol. 49, No. 3: 981-988.

Radovi objavljeni u časopisima nacionalnog značaja:

1. Mataruga, M., Daničić, V., **Cvjetković, B.** (2010): Teorijske osnove značaja sprovođenja genetskih melioracija u funkciji uređenja sjemenskih sastojina. *Šumarstvo* 3-4: 101-110.
2. Lukić, Z., Govedar, Z. Dukić, V., **Cvjetković, B.**, Tubin, G. (2010): The need for the formation of interest groups in the private forestry sector on the example of Novi Grad. *Defendology*, vol. XIII, N° 27-28, Banja Luka: 27-39.
3. Mataruga, M. Isajev, V., Ilić, B., Cvjetković, B. (2010): Značaj genetičkih melioracija u sjemenskim sastojinama hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* /Matt./Liebl.) u svjetlu klimatskih promjena. *Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, No 2: 71-86.
4. Daničić, V., Isajev, V., Mataruga, M., **Cvjetković, B.** (2012): Morfološke karakteristike polena klonova bijelog bora (*Pinus sylvestris* L.) iz sjemenske plantaže u Stanovima. *Glasnik Šumarskog fakulteta u Banja Luci*, br. 16: 31-44.
5. Dukić, V., Maunaga, Z., **Cvjetković, B.** (2012): Razvojne karakteristike sastojina crne johe u Republici Srpskoj. *Glasnik Šumarskog fakulteta u Banja Luci*, br. 16: 61-76.
6. Dukić, V., Maunaga, Z., **Cvjetković, B.** (2012): Struktura krošanja i obrast sastojina crne johe. *Glasnik Šumarskog fakulteta u Banja Luci*, br. 17: 33-50.
7. Daničić, V., Isajev, V., Mataruga, M., **Cvjetković, B.** (2015): The influence of climate factors on flower dynamics of the 20 close Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Šumarstvo* 3: 25-31.
8. **Cvjetković, B.**, Mataruga, M., Šijačić-Nikolić, M., Ivetić, V., Daničić, V., Stojnić, S., Stojanović, M. (2015): Norway spruce (*Picea abies* Karst.) seedlings survival in progeny test „Drinić“. *Bulletin of Faculty of Forestry Banja Luka* N° 22: 5-14.
9. **Cvjetković, B.**, Mataruga, M., Šijačić-Nikolić, M., Dukić, V., Popović, V. (2016): Variability of Norway spruce morphometric characteristics in progeny tests in Bosna and Hercegovina. *Bulletin of Faculty of forestry Belgrade* 113: 11-34.
10. Keren, S., Dukić, V., Govedar, Z., Kapović-Solomun, M., **Cvjetković, B.** (2016): Productivity of European beech coppice stands in the Forest Management Area “Donjevrasko”, Bosnia and Herzegovina, *Bulletin of the Forestry Faculty, University of Banja Luka*: 19-28.

Radovi objavljeni na naučnim skupovima:

1. Mataruga, M. Isajev, V., Orlović, S., Daničić, V., **Cvjetković, B.** (2010): The conservation program of forest genetic resources in the Republic of Srpska - an entity in Bosnia and Herzegovina. Biennial International Symposium "Forest and Sustainable Development", Brasov-Romania, October 15th -16th 2010, Proceedings: 65-70.
2. Mataruga, M. Isajev, V., Burlica, Č., Balotić, P., **Cvjetković, B.** (2010): Progeny tests of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) in Bosnia and Herzegovina - European contribution to the *ex-situ* conservation. First Serbian Forestry Congress, Belgrade, November 11th - 13th 2010, Proceedings: 378-389.
3. Mataruga, M. Isajev, V., Ilić, B., **Cvjetković, B.** (2010): The importance of genetic melioration of oak seed stands (*Quercus petraea* Matt. / Liebl.) in the light of climate changes. International Scientific Conference "Forest Ecosystems and Climate Changes", Belgrade, March 9th-10th 2010, Proceedings: 49-58.
4. Maunaga, Z. Dukić, V., **Cvjetković, B.** (2011): The structure of the trees and the production of seed material in seed stands of beech, Fourth International Congress "Environmental, health, work, sport", September 8th – 10th 2011, Banja Luka, Proceedings: 145-151.
5. Dukić, V., Mataruga, M., Maunaga, Z., Petrović, D., **Cvjetković, B.** (2012): Growth models of Serbian spruce (*Picea omorika* Pančić/Purkyne) trees in different biological position in the seed culture "Zanožje Vitez". International Scientific Conference "Forests in the future – sustainable use, risks and challenges", October, 4th – 5th 2012, Institute of Forestry Belgrade, Proceedings: 73-80.
6. Daničić, V., Isajev, V., Mataruga, M., **Cvjetković, B.** (2012): Variability of flowering and seed crop in a clonal seed orchard of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). International Scientific Conference "Forests in the future – sustainable use, risks and challenges", October, 4th – 5th 2012, Institute of Forestry Belgrade, Proceedings: 441-450.
7. Daničić, V., Isajev, V., Mataruga, M., **Cvjetković, B.**, Milijević, I. (2012): Variability of photosynthetic pigments content of scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) in the seed orchard. International Conference "Forestry science and practice for the purpose of sustainable development of forestry", Banjaluka, Republic of Srpska/BiH, November, 1st - 4th 2012, Proceedings: 687-697.
8. Milijević, I., Isajev, V., Mataruga, M., Daničić, V., **Cvjetković, B.** (2012): Application of herbicides for weed control in transplant bed of spruce seedlings (*Picea abies* L. Karst.) International Conference "Forestry science and practice for the purpose of sustainable development of forestry", Banjaluka, Republic of Srpska/BiH, November, 1st - 4th 2012, Proceedings: 647-661.
9. **Cvjetković, B.**, Mataruga, M., Šijačić-Nikolić, M., Daničić, V., Lučić, A. (2014): Bud burst and height increment of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) in progeny tests in Bosnia and Herzegovina, International Conference "Reforestation challenges", June 3rd-6th 2014, Belgrade, Serbia. Proceedings: 251-259.

10. Jović, G., Dukić, V., Maunaga, Z., Stajić, B., **Cvjetković, B.**, Subotić, J. (2014): Perspectives of Austrian pine planted forest in the forest management area "Teslić". International Conference "Reforestation challenges", June 3rd-6th 2014, Belgrade, Serbia, Proceedings: 185-193.
11. **Cvjetković, B.**, Mataruga, M., Dukić, V., Daničić, V., Lučić, A. (2015): The variability of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the provenance test in Bosnia and Herzegovina. Proceedings of the Biennial International Symposium "Forest and sustainable development", Transylvania University press: 79-88.
12. Mataruga, M., Topić, Z., **Cvjetković, B.** (2015): Variability of morphophysiological traits of checker tree (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz.) fruits and seeds in the Republic of Srpska (B&H). Proceedings of the Biennial International Symposium "Forest and sustainable development", Transylvania University press: 44-49.
13. **Cvjetković, B.**, Mataruga, M., Šijačić-Nikolić, M., Daničić, V., Stojnić, S. (2015): Survival of Norway spruce seedlings (*Picea abies* (L.) Karst.) in progeny test "Srebrenica" in purpose of transfer of forest reproductive material of this species. Third Symposium of biologists and ecologist of Republic of Srpska (SBERS 2015), Faculty of Science Banja Luka, Proceedings: 75-86.
14. Govedar, Z., Mataruga, M., Daničić, V., Keren, S., **Cvjetković, B.** (2016): Regeneration of silver fir by artificial seeding in a beech stand within management unit „Kozaracko“, Republic of Srpska, International Symposium "Forest and Sustainable Development", Brasov, Romania, Book of abstracts, p:25.
15. Daničić, V., Kapović, M., Mataruga, M., Govedar, Z., **Cvjetković, B.**, Keren, S. (2016): Characteristics of Soils Under Chestnut Forests (*Castanea sativa*) in Bosnia and Herzegovina, International Symposium "Forests and Sustainable Development", Braşov, Romania, Book of abstracts, p:24.
16. Mataruga, M., **Cvjetković, B.**, Daničić, V., Gačić, A. (2017). Variability of morphological and physiological traits of checker tree (*Sorbus torminalis* /L./ Crantz.) in Republic of Srpska (B&H), International scientific conference "Sustainable Forestry: Fact or Fiction?" Ss. Cyril and Methodius" University in Skopje, BYR Macedonia, Book of abstracts, p:6.
17. **Cvjetković, B.**, Mataruga, M., Šijačić-Nikolić, M., Daničić, v. (2017). Assessment of vulnerability of genetic diversity of Serbian spruce using ForGRAS software (*Picea omorika* Panč. / Purkyne) in Bosnia and Herzegovina, International scientific conference "Sustainable Forestry: Fact or Fiction?" Ss. Cyril and Methodius" University in Skopje, BYR Macedonia, Book of abstracts, p:51.
18. Cvjetković, B., Mataruga, S., Djurić, G., Bumbić-Damjanović, S. (2018). Substrate influence on the quality of seedlings of ornamental trees produced in pots. International scientific conference "Reforestation challenges" Belgrade June 20th – 22nd 2018. Book of abstracts, p:13.

Poglavlje u monografiji međunarodnog značaja

1. **Cvjetković, B.**, Višnjić, Ć., Keren, S. (2016): Non-native tree species in Bosna and Herzegovina In: Non-Native Tree Species for European forests, Experiences, Risks and Opportunities (eds.) Hasenauer, H., Gazda, A, Konnert, M., Lapin, K., Mohren, G.M.J., Speicker, H., Van Loo, M., Pötzelsberger, Insitutue for Silviculture, University of fatiral resouses and Life Sciences, Vienna.

Poglavlje u monografiji nacionalnog značaja

1. Mataruga, M., Isajev, V., Orlović, S., Đurić, G., Brujić, J., Daničić, V., **Cvjetković, B.**, Ćopić, M., Balotić, P. (2014): Program očuvanja šumskih genetičkih resursa Republike Srpske, 2013—2025. godina, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede u Vladi Republike Srpske, Banja Luka, 2014.

Ostale publikacije

1. **Cvjetković, B.** (2013): Climate Changes and its Impact on Forests in Bosnia and Herzegovina. The Forestry Source, Society of American Foresters, Vol. 18, No 11: 8.
2. Konnet, M., **Cvjetković, B.** (2016): P. omorika im Fokus des ASP – ASP intensiviert Zusammen mit Bosnien und Herzegwina, LWF aktuel/2, **Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft**, Freising: 27.

Izjava o autorstvu

Ime i prezime autora: Branislav Cvjetković

Broj indeksa: 5/2013

Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom

**Genetičko-fiziološka varijabilnost smrče (*Picea abies* Karst.) u testovima
potomstva u Bosni i Hercegovini**

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada;
- da disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za sticanje druge diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova;
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

Potpis autora

U Beogradu, 29.06.2018. godine



Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora: **Branislav Cvjetković**

Broj indeksa: **5/2013**

Studijski program: **Šumarstvo**

Naslov rada: **Genetičko-fiziološka varijabilnost smrče (*Picea abies* Karst.) u testovima potomstva u Bosni i Hercegovini**

Mentor: Prof. dr Mirjana Šijačić-Nikolić

Prof. dr Milan Mataruga

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao radi pohranjena u **Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu**.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog naziva doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

Potpis autora

U Beogradu, 29.06.2018. godine



Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

Genetičko-fiziološka varijabilnost smrče (*Picea abies* Karst.) u testovima potomstva u Bosni i Hercegovini

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim prilogima predao/la sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.


Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu i dostupnu u otvorenom pristupu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio/la.

1. Autorstvo (CC BY)
2. Autorstvo – nekomercijalno (CC BY-NC)
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada (CC BY-NC-ND)
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima (CC BY-NC-SA)
5. Autorstvo – bez prerada (CC BY-ND)
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima (CC BY-SA)

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci.
Kratak opis licenci je sastavni deo ove izjave).

Potpis autora

U Beogradu, 29.06.2018. god.



1. **Autorstvo.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.
2. **Autorstvo – nekomercijalno.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.
3. **Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.
4. **Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.
5. **Autorstvo – bez prerada.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.
6. **Autorstvo – deliti pod istim uslovima.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.

↑
N R 1:500

PRILOG 4. Test potomstva Drinić

Legenda:

- H1-H9 - linije polusrodnika iz populacije Han Pijesak 1
- H2/1-H2/8 - linije polusrodnika iz populacije Han Pijesak 2
- F1-F10 - linije polusrodnika iz populacije Foča
- P8-P9 - linije polusrodnika iz populacije Potoci
- O1-O10 - linije polusrodnika iz populacije Olovo
- K1-K11 - linije polusrodnika iz populacije Kneževo

□ Blok koji je izostavljen iz istraživanja

▨ Prostor ostao između sadnica u polju

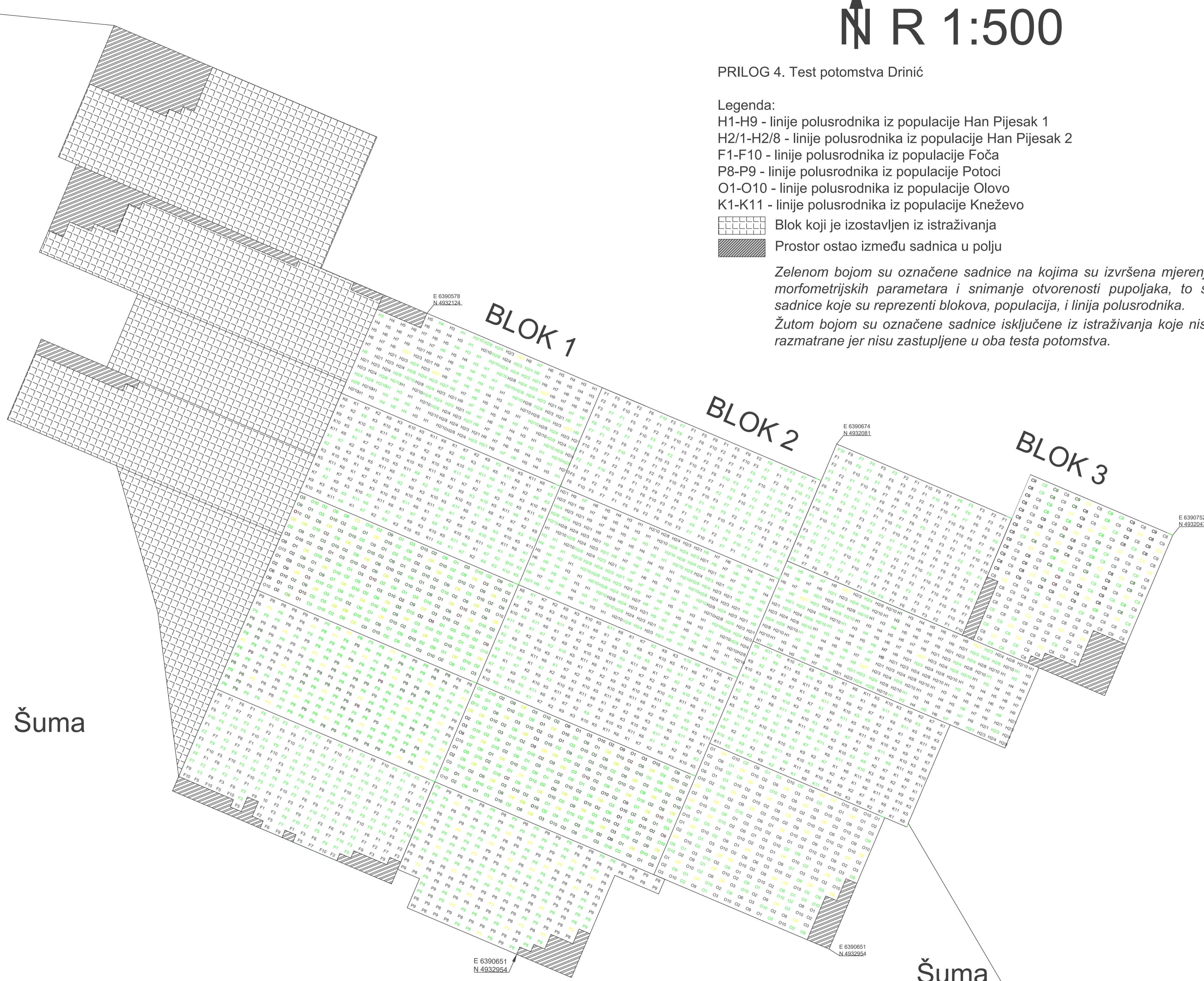
Zelenom bojom su označene sadnice na kojima su izvršena mjerenja morfometrijskih parametara i snimanje otvorenosti pupoljaka, to su sadnice koje su reprezentivne blokova, populacija, i linija polusrodnika. Žutom bojom su označene sadnice isključene iz istraživanja koje nisu razmatrane jer nisu zastupljene u oba testa potomstva.

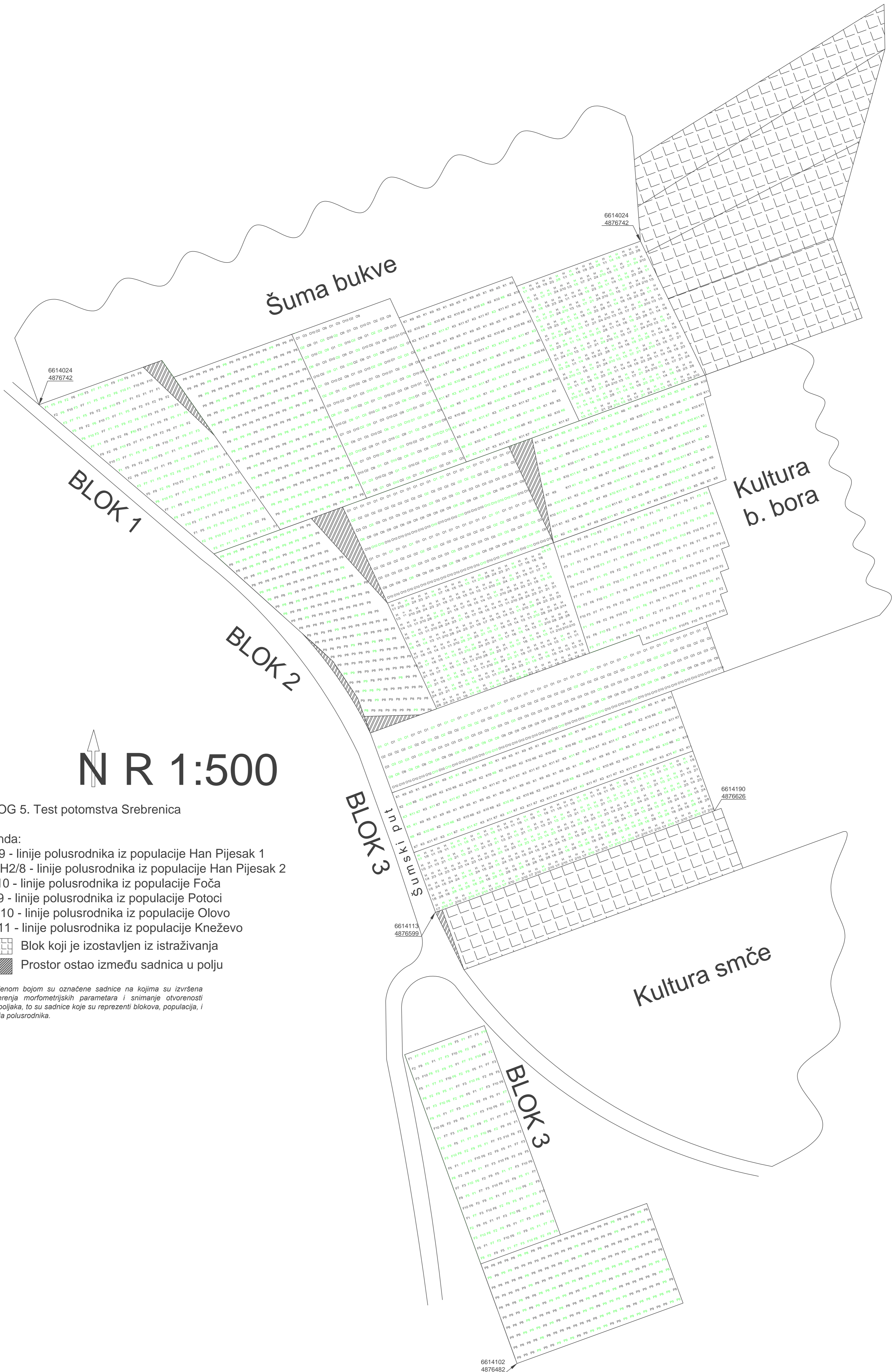
Šuma

Šuma

Šuma

Šuma

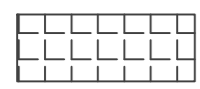





PRILOG 5. Test potomstva Srebrenica

Legenda:

- H1-H9 - linije polusrodnika iz populacije Han Pijesak 1
- H2/1-H2/8 - linije polusrodnika iz populacije Han Pijesak 2
- F1-F10 - linije polusrodnika iz populacije Foča
- P8-P9 - linije polusrodnika iz populacije Potoci
- O1-O10 - linije polusrodnika iz populacije Olovo
- K1-K11 - linije polusrodnika iz populacije Kneževo

-  Blok koji je izostavljen iz istraživanja
-  Prostor ostao između sadnica u polju

Zelenom bojom su označene sadnice na kojima su izvršena mjerenja morfometrijskih parametara i snimanje otvorenosti pupoljaka, to su sadnice koje su reprezentivne blokova, populacija, i linija polusrodnika.