

Genetička varijabilnost visina u testovima polusrodnika hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.)

Peles, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:166022>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-13**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ŠUMARSKI ODSJEK

SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ ŠUMARSTVO

UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA S LOVNIM GOSPODARENJEM

IVAN PELES

**GENETIČKA VARIJABILNOST VISINA U TESTOVIMA
POLUSRODNIKA HRASTA LUŽNJAKA (*Quercus robur* L.)**

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2019.

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ŠUMARSKI ODSJEK

**GENETIČKA VARIJABILNOST VISINA U TESTOVIMA
POLUSRODNIKA HRASTA LUŽNJAKA (*Quercus robur* L.)**

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij šumarstvo: smjer Uzgajanje i uređivanje šuma s lovnim gospodarenjem

Predmet: Oplemenjivanje šumskog drveća

Ispitno povjerenstvo: 1. Prof. dr. sc. Davorin Kajba

2. Doc. dr. sc. Ida Katičić Bogdan

3. Prof. dr. sc. Marilena Idžojtić

4. Doc. dr. sc. Igor Poljak (zamjenski član)

Student: Ivan Peles

JMBAG: 0135197814

Broj indeksa: 907/17

Datum odobrenja teme: 25.04.2019.

Datum predaje rada: 27. 09. 2019.

Datum obrane rada: 27. 09. 2019.

Zagreb, rujan 2019.

Dokumentacijska kartica

| | |
|---------------------|---|
| Naslov | Genetička varijabilnost visina u testovima polusrodnika hrasta lužnjaka (<i>Quercus robur</i> L) |
| Title | Genetic variability of total heights in half sib progeny tests of Pedunculate oak (<i>Quercus robur</i> L.) |
| Autor | Ivan Peles, univ. bacc. ing. silv. |
| Adresa autora | Odvojak Vjekoslava Klaića 9 , 10 430 Samobor |
| Rad izrađen | Odvojak V. Klaića 9 Samobor; Šumarski fakultet Zagreb |
| Vrsta objave | Diplomski rad |
| Mentor | Prof. dr. sc. Davorin Kajba |
| Izradu rada pomogao | Prof. dr. sc. Davorin Kajba |
| Godina objave | 2019. |
| Obujam | 32 stranice, 5 slika, 2 grafička prikaza, 17 navoda literature |
| Ključne riječi | Genetička varijabilnost visina, hrast lužnjak, test polusrodnika |
| Keywords | Genetic variability of total heights, Pedunculate oak, half sib progeny tests |
| Sažetak | Analizom kvantitativnog svojstva totalnih visina utvrditi će se varijabilnost polusrodnika iz klonskih sjemenskih plantaža Vinkovci i Čazma. Majčinska stabla su porijeklom iz dviju sjemenskih regija (1.2.1. sjemenska regija donje Posavine) i 1.2.3. sjemenska regija Pokuplja, središnje Hrvatske i gornje Posavine). Izmjere će se izvršiti u dva testa potomstva pri plantažnoj dobi od 2+5 godina, a razmak sadnje iznosi 3×2 metra. U testove je uključena i kontrola koja predstavlja potomstvo iz komercijalnog rasadničkog uzgoja hrasta lužnjaka. Usporedbom oba testova ustanovljene su statistički značajne razlike između polusrodnika. |

| | | |
|---|-------------------------------------|--------------------------|
|  | IZJAVA O IZVORNOSTI RADA | OB ŠF 05 07 |
| | | Revizija: 1 |
| | | Datum: 28.6.2019. |

„Izjavljujem da je moj *diplomski rad* izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam *koristio* drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

vlastoručni potpis

Ivan Peles

U Zagrebu, 27.09.2019.

SADRŽAJ

| | |
|--|---------|
| POPIS SLIKA..... | |
| POPIS TABLICA..... | |
| PREDGOVOR..... | |
| 1. UVOD..... | 1 |
| 2. OPĆE ZNAČAJKE RODA <i>Quercus</i> | 2 |
| 2.1. TAKSONOMSKA KLASIFIKACIJA HRASTA LUŽNJAKA..... | 2 |
| 3. BIOLOŠKA I MORFOLOŠKA SVOJSTVA HRASTA LUŽNJAKA..... | 3-4 |
| 3.1.VARIJABILNOST HRASTA LUŽNJAKA..... | 4 |
| 4. EKOLOŠKE ZNAČAJKE HRASTA LUŽNJAKA..... | 4-5 |
| 5. UZGAJANJE HRASTA LUŽNJAKA..... | 6-9 |
| 6. PRIDOLAZAK HRASTA LUŽNJAKA U HRVATSKOJ..... | 10-11 |
| 7. GENETIKA I OPLEMENJIVANJE HRASTA LUŽNJAKA..... | 12-15 |
| 8. SVRHA, CILJ I PRETPOSTAVKE ISTRAŽIVANJA..... | 16 |
| 9. MATERIJALI I METODE..... | 17-22 |
| 10. REZULTATI..... | 23-28 |
| 11. RASPRAVA..... | 29-30 |
| 12. ZAKLJUČCI..... | 31 - 32 |
| 13. LITERATURA..... | 34 |

POPIS SLIKA

Slika 1. Poplavna šuma hrasta lužnjaka; 9. str.

Slika 2. Sjemenske oblasti i sjemenske zone; 13. str.

Slika 3. Rasprostranjenost hrasta lužnjaka u Hrvatskoj; 15. str.

Slika 4. Shematski prikaz testa potomstva hrasta lužnjaka u KSP – i Petkovac UŠP Vinkovci: Šumarija Vinkovci, površine ~ 0.79 hektara, str. 18

Slika 5. . Shematski prikaz testa potomstva hrasta lužnjaka dobiveno slobodnim oprašivanjem klonova u KSP – i Plešćice , UŠP Bjelovar: Šumarija Čazma površine ~1, 35 ha, str. 21

Graf 1. Prosječne visine testiranih polusrodnika hrasta lužnjaka u dobi od 2+5 godina KSP Vinkovci (2015), 17. str.

Graf 2. Prosječne visine testiranih polusrodnika hrasta lužnjaka u dobi od 2+5 godina KSP Čazma (2016); 20. str.

POPIS TABLICA

Tablica 1. Potomstvo hrasta lužnjaka u dobi 2+5 godina (2015) dobiveno slobodnim oprašivanjem u KSP Petkovac, UŠP Vinkovci , Šumarija Vinkovc

Tablica 2. Potomstvo hrasta lužnjaka u dobi od 2+5 godina (2016) dobiveno slobodnim oprašivanjem u KSP Pleščice, UŠP Bjelovar, Šumarija Čazma

Tablica 3. Deskriptivni statistički parametri za svojstvo visine u dobi od 2+5 godina za polusrodnike hrasta lužnjaka KSP Vinkovci (2015), 18. str

Tablica 4. Analiza varijance (ANOVA) za polusrodnike hrasta lužnjaka u dobi od 2+5 godina KSP Vinkovci (2015), 19. str.

Tablica 5. Deskriptivni statistički parametri za svojstvo visine u dobi od 2+5 godina za polusrodnike hrasta lužnjaka KSP Čazma (2016), 21. str.

Tablica 6.. Analiza varijance (ANOVA) za polusrodnike 2+5 hrasta lužnjaka KSP Čazma (2016), 22. str.

PREDGOVOR

Zahvaljujem ,mentoru Prof. dr. sc. Davorinu Kajbi na izboru teme, statističkoj obradi podataka, savjetima i nesebičnoj pomoći prilikom realizacije ovog rada.

Također zahvaljujem svojoj obitelji koja mi je bila podrška tijekom studiranja.

Ivan Peles

1.UVOD

Hrast lužnjak je jedna od najznačajnijih šumskogospodarskih vrsta u Republici Hrvatskoj. Jedan od zadataka šumarske genetike i genetskog oplemenjivanja u postupcima s hrastom lužnjakom je prepoznati u prirodi one primjerke stabala koji imaju ona obilježja koja se smatraju kvalitetnima (biološka i morfološka obilježja; odlika visine, prsnog promjera, bolja kvaliteta drva, veća otpornost na bolesti i štetnike, itd.) Selekcioniranjem i kontroliranim uzgajanjem primjenom klonskog šumarstva uzgajaju se stabla sa željenim biološkim, morfološkim i drugim kvalitetnim obilježjima u klonskim sjemenskim plantažama sa ciljem dobivanja kvalitetnijeg sjemena koje će imati genetsku predispoziciju za dobivanje tih željenih svojstava.

U ovome radu cilj je analizirati kvantitativna svojstva totalnih visina i utvrditi varijabilnost polusrodnika iz klonskih sjemenskih plantaža Vinkovci i Čazma. Majčinska stabla su porijeklom iz dviju sjemenskih regija (1.2.1. Sjemenska regija donja Posavina i 1. 2. 3. Sjemenska regija gornja Posavina i Pokuplje). Izmjere će se izvršiti u dva testa potomstva pri plantažnoj dobi od 2+5 godina, a razmak sadnje iznosi 3×2 metra. U testove je uključena i kontrola koja predstavlja potomstvo iz komecijalnog rasadničkog uzgoja hrasta lužnjaka.

2. OPĆE ZNAČAJKE RODA *Quercus*

Rod *Quercus* (*hrastovi ili dubovi*) je jedan od značajnijih rodova drveća iz porodice Fagaceae (bukve ili bukovke), kojoj pripada preko 600 priznatih vrsta, a najsvojstvenija im je karakteristika otpornost i čvrstoća.

Vrste roda *Quercus* su rasprostranjene od Sjeverne Amerike do zapadnog dijela tropske južne Amerike, zatim u umjerenoj i suptopskoj zoni Euroazije i sjeverne Afrike, te u tropskom području jedino u planinama. Većinom rastu kao krupno drveće. Muški su im cvjetovi u dugim i rijetkim resama, s 6-10 prašnika. Ženski su cvjetovi pojedinačno u kupuli, plodnicu čine 3 plodna lista. Cvjetovi su jednospolni, jednodomni, anemogamni. Za vrijeme cvatnje, kupula je sitna i nalik na pup. Kasnije se razvije u naboranu, veću ili manju čašicu, koja je obrasla kratkim i većinom prileglim ili duguljastim i čekinjavim ljuskama. Oprašivanje se vrši putem vjetra (anemohorija). U čašici je po jedan plod, žir, koji je jajolikog oblika. (WIKIPEDIA).

2.1. TAKSONOMSKA KLASIFIKACIJA HRASTA LUŽNJAKA

| | |
|----------|----------------------|
| Carstvo | Plantae |
| Odjeljak | Magnoliophyta |
| Razred | Magnoliopsida |
| Red | Fagales |
| Porodica | Fagaceae |
| Rod | <i>Quercus</i> |
| Vrsta | <i>Quercus robur</i> |

3. BIOLOŠKA I MORFOLOŠKA SVOJSTVA HRASTA LUŽNJAKA

Hrast lužnjak je listopadno stablo visoko do 50 metara i prsnog promjera do 3 metra. Vrlo je dugovječno, može doživjeti starost od 500 do 800 godina. Krošnja mu je široka, nepravilna i dobro razgranata. Kora mu je u mladosti glatka s laganim sivo - zelenkastim sjajem, a u kasnijoj dobi tamna, sivosmeđa uzdužno izbrazdana. U kasnijoj dobi kora može biti do preko 10 cm debela, a uzdužne brazde mogu biti dubine 3-4 cm s poprečnim plitkim brazdama. Korijenov sustav je jako razvijen, s centralnim korijenom koji prodire u dubinu do nekoliko metara, a bočni korijeni se šire znatno u širinu. Do šeste ili do osme godine starosti korijen se u rahlome tlu sastoji isključivo od žile srčanice, koja prodire više od dva metra u dubinu i od manjeg broja bočnih korjenova. U kasnijoj dobi oko tridesete godine starosti, prevladava bočno korijenje koje djelomično dopire na veliku udaljenost od debla, a djelomično prodire koso prema dolje duboko u tlo. Pupovi su mu pokriveni brojnim, golim spiralno raspoređenim ljuskama svjetlosmeđe boje. Vršni pup mu je okružen s više manjih postranih pupova. Listovi su na dosta debelim, poluokruglim, 2- 10 milimetara dugim peteljka, plojka je duga 8 - 15 (20) cm i 3 – 10 centimetara široka. Na osnovi je asimetrična, okruglasta ili ušasta. Cvjetovi su jednospolni, muški su u 2 – 5 centimetara dugim resama, a ženski se javljaju pojedinačno ili u grupicama po pet, također u resama. Ženske rese su smještene u pazušcima listova na ovogodišnjim izbojcima. Ženski cvjetovi su građeni od tučka sa sitnom nerazvijenom plodnicom i s tri lapovite žućkaste ili crvene njuške, te od šesterodjelnog perigona koji obavija plodnicu. Muške rese se razvijaju iz posebnih bočnih pupova na lanjskim izbojcima, ili pak izlaze iz pazušaca listova na ovogodišnjim izbojcima. Muški cvijet je građen od kožastog žutozelenog perigona koji je rascijepljen na 4-7 nepravilnih dijelova i od 4 – 12 žutih prašnika. Cvjetovi cvatu u travnju i svibnju.

Plod hrasta lužnjaka je žir oko 1,5 do 5 centimetara dugačak, 0,7 – 2,7 centimetara širok s površinskim uzdužnim prugama, svjetlosmeđe ili žućkaste

boje. Viri iz kupole 1/2 do 2/3 duljine žira, te visi na 2- 3 centimetara dugoj peteljci. Sazrijeva u rujnu i listopadu.

3.1. VARIJABILNOST HRASTA LUŽNJAKA

Hrast lužnjak, kao i sve vrste roda *Quercus* bilježi veliku varijabilnost unutar vrste izraženu u morfologiji, fenološkim značajkama, te u rastu. Smatra se da je to posljedica vrlo raznolikih okolišnih prilika unutar njegovog širokog areala, a moguće djelomično i zbog mogućnosti križanja lužnjaka s ostalim vrstama hrastova. Genetska varijabilnost između jedinki unutar neke populacije za većinu dosad istraživanih svojstava, kao i za neutralne molekularne biljege jače je izražena nego varijabilnost između samih populacija. Visoka razina varijabilnosti može se pripisati i njegovoj velikoj geografskoj rasprostranjenosti, a uz to i protoku gena na velike udaljenosti (zbog anemofilnog oprašivanja). (GORTAN, 2019)

4. EKOLOŠKE ZNAČAJKE HRASTA LUŽNJAKA

Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) je heliofit. Već od rane mladosti mu je potrebna velika količina svjetla, ali je osjetljiviji u starijoj dobi (HERMAN, 1971). Vrlo je osjetljiv na kasne proljetne mrazeve, ali može izdržati visoke temperature. Zbog dobro razvijenog korijenovog sustava otporan je na vjetroizvale. U Hrvatskoj su najznačajnija područja hrasta lužnjaka Posavina, Podravina, Pokupski bazen, te šire područje Slavonije. Na najvećim kompleksima hrasta lužnjaka u Hrvatskoj (Pokupski bazen, Lonjsko polje, Spačva) dominantno tlo je euglej, a vrlo vrijedne šume koje tamo prevladavaju su šume hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpinus betuli* – *Quercetum roboris*) i šume hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom (*Genista elatae* – *Quercetum roboris*) (PERNAR, 2017).



Slika 1. Poplavna šuma hrasta lužnjaka u Posavini

5. UZGAJANJE HRASTA LUŽNJAKA

Sastojine hrasta lužnjaka uspijevaju na dvije vrste mikroreljefa: na mikrouzvisinama i u mikroudubinama. Na mikrouzvisinama, tzv. gredama nalaze se svježā, ocjedita staništa koja s odlikuju dovoljnom, ali ne prevelikom količinom vlage u tlu. Redovito su izvan dohvata poplavnih voda. U mikroudubinama, tzv. nizama nalazi se vlažnije stanište u kojem su plavljenja redovito periodična, kratkotrajna u tolikoj mjeri da nikada ne dođe do zabarivanja.

Sve se sastojine hrasta lužnjaka prirodno pomlađuju pod zastorom krošanja starih stabala matične sastojine, metodom oplodnih sječa. Najčešće se sastojine na mikrouzvisinama pomlađuju u tri sječa (pripremni, naplodni i dovršni), a sastojine u mikroudubinama u dva sječa (naplodni i dovršni).

Pripremni sijek se izvede nekoliko godina prije nego se očekuje da će sastojina dobro uroditi sjemenom. U pravilu se posiječe do jedne trećine drvene zalihe, međutim koliko će se stvarno posjeći ovisi ponajprije o stanju sastojine glede drvene zalihe, okomite i vertikalne strukture, o stanju tla, postojećem pomlatku i dr. Ako je sastojina tijekom ophodnje normalno njegovana pripremni sijek nije potrebno izvoditi s obzirom na to da su prorjede s vremenom pripremile sastojinu i stanište za dobro prirodno pomlađivanje.

Naplodni sijek se izvodi u godini dobrog uroda hrastovih stabala ili najkasnije godinu do dvije nakon uroda. Intenzitet naplodnog sijekā je oko 50% postojeće drvene zalihe, s tim da je važnije postići da nakon obavljenog sijekā ostala stabla budu ravnomjerno raspoređena po površini.

Dovršni sijek se izvodi u doba kada se na cijeloj pomladnoj površini, ili na njezinom velikom dijelu, javi i razvije pomladak kojemu više nije potrebna zaštita matične sastojine.

Naplodno razdoblje u sastojinama hrasta lužnjaka iznosi 3-5 godina. Pomladno razdoblje u sastojinama hrasta lužnjaka u kojima vladaju normalni sastojinski i stanišni uvjeti iznosi 6 do 8 godina (ANIĆ, 2009).

Oplodne sječe u sastojinama hrasta lužnjaka izvode se na velikim i na malim površinama. Pri sječi na malim površinama, sječine imaju oblik krugova.

Oplodne sječe na malim površinama u obliku krugova imaju prednost u intenzivnom šumskom gospodarenju, u uvjetima današnjeg uroda žira i u zaštiti čovjekova okoliša.

Umjetno pomlađivanje hrasta lužnjaka obavlja se na jedan od sljedećih načina:

- sjetvom žira omaške pod zastorom starih stabala ili na goloj površini sa ili bez pokrivanja posijanog žira, s tim da se sjetva i pokrivanje mogu izvoditi ručno ili mehanizirano
- sadnjom sjemena pod motiku, lopatu, ručno ili mehanizirano
- sadnjom biljaka s golim korijenjem u jame, zasjeke, ručno ili mehanizirano
- sadnjom biljaka s obloženim korijenjem (kontejnerske sadnice) u jame, ručno ili mehanizirano uz upotrebu specijalnih sadnih lopata ili sadilja
- sjetvom ili sadnjom žira na reduciranoj površini (krpe, pruge)

Kod sjetve je potrebno posijati 700 – 1000 kg žira, a za sadnju je potrebno 400-600 kg žira po hektaru. Prilikom pomlađivanja sadnicama hrasta lužnjaka potrebno je posaditi 10 000 – 15 000 komada sadnica po hektaru.

Za uspješno pomlađivanje je potrebno osigurati kvalitetno sjeme i/ili sadni materijal što se može postići pravilnim sakupljanjem i upotrebom sjemena, kao i kvalitetnom rasadničkom proizvodnjom. Zakonska regulativa o prometu šumskim reprodukcijским materijalom zahtijeva da svaka država na svome teritoriju geografski razgraniči zone u kojima treba prikupljati reprodukcijški materijal da bi mogao biti certificiran kao kategorija „poznatog podrijetla“ i da bi zadovoljio kriterij „lokalnog izvora“.

Šume hrasta lužnjaka su podijeljene na sjemenske oblasti, zone i rajone (GRAČAN, 1996):

I. Oblast nizinskih šuma. Pripada eurosibirsko – sjevernoameričkoj šumskoj regiji, a rasprostire se uz naše velike rijeke i njihove pritoke. Oblast nizinskih šuma hrasta lužnjaka obuhvaća planarni i najniži dio Republike hrvatske do 200 metara nadmorske visine. Glavnina oblasti je smještena između Save, Drave i Dunava, u njihovim dolinama i oko njihovih pritoka. Ova sjemenska oblast se dijeli na dvije sjemenske zone i 6 sjemenskih rajona.

I.1 Sjemenska zona nizinskih šuma u Podravini i Podunavlju (80 do 200 m.n.v.)

I.1.1. Sjemenski rajon Baranja, đakovački i vukovarski ravnjak

I.1.2. Sjemenski rajon srednja Podravina (D.Miholjac, Našice, Slatina, Suhopolje, Virovitica)

I.1.3. Sjemenski rajon gornja Podravina (Repaš)

I.2. Sjemenska zona nizinskih šuma u Posavini, srednjoj Hrvatskoj i

Pokuplju (80 – 200 m. n.v.)

I.2.1. Sjemenski rajon donja Posavina (Spačva)

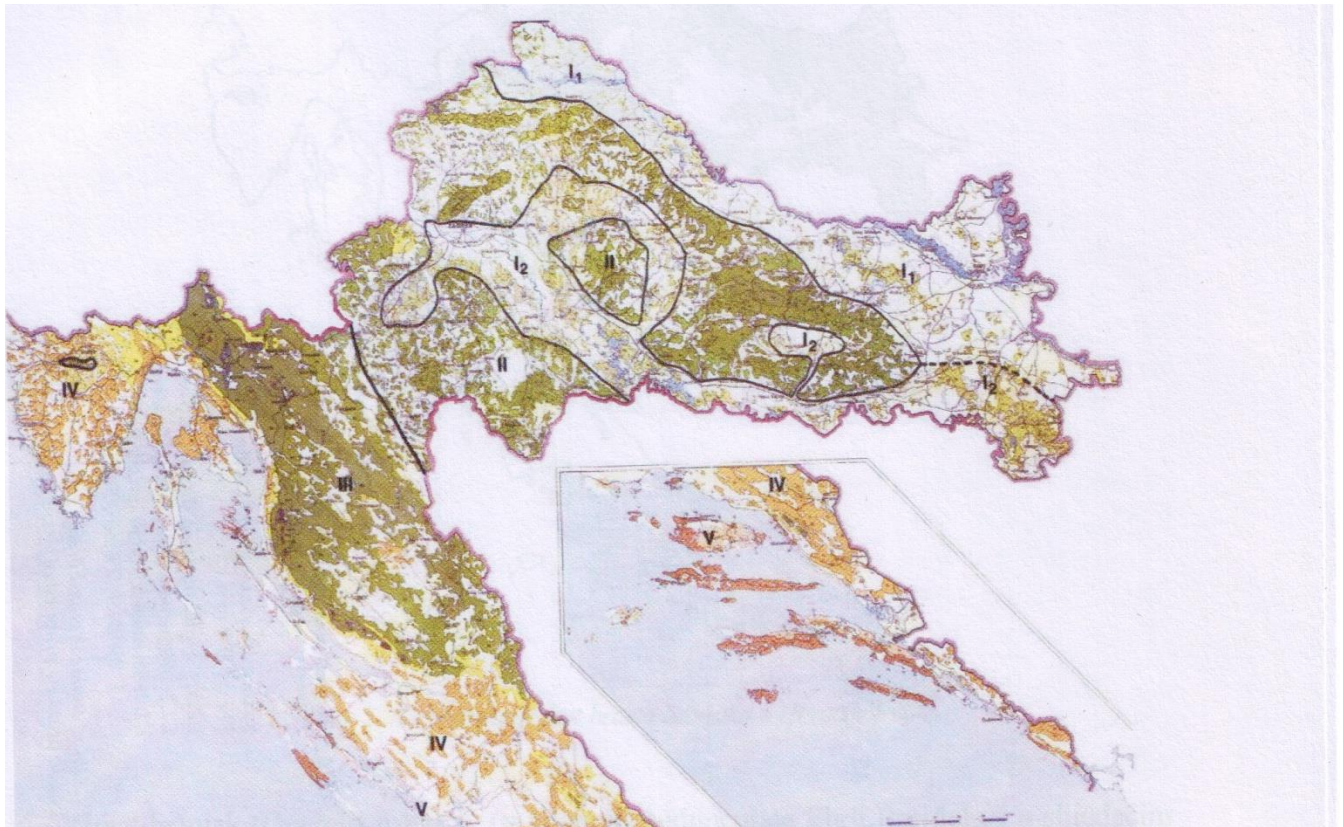
I.2.2. Sjemenski rajon srednja Posavina (Slavonski Brod – Lipovljani)

I.2.3. Sjemenski rajon gornja Posavina i Pokuplje (Kutina, Novoselec, Bjelovar, Zagreb, Pokuplje)

IV. Oblast submediteranskih šuma. Obuhvaća nešto hladniji pojas našeg primorja, koji se pruža na primorskoj strani Dinarida. Ova se oblast dijeli na dvije zone, a hrast lužnjak uspijeva u samo jednoj sjemenskoj zoni i jednom sjemenskom rajonu:

IV.1. Sjemenska zona jugozapadna Istra

IV.1.1. Sjemenski rajon Motovunska šuma



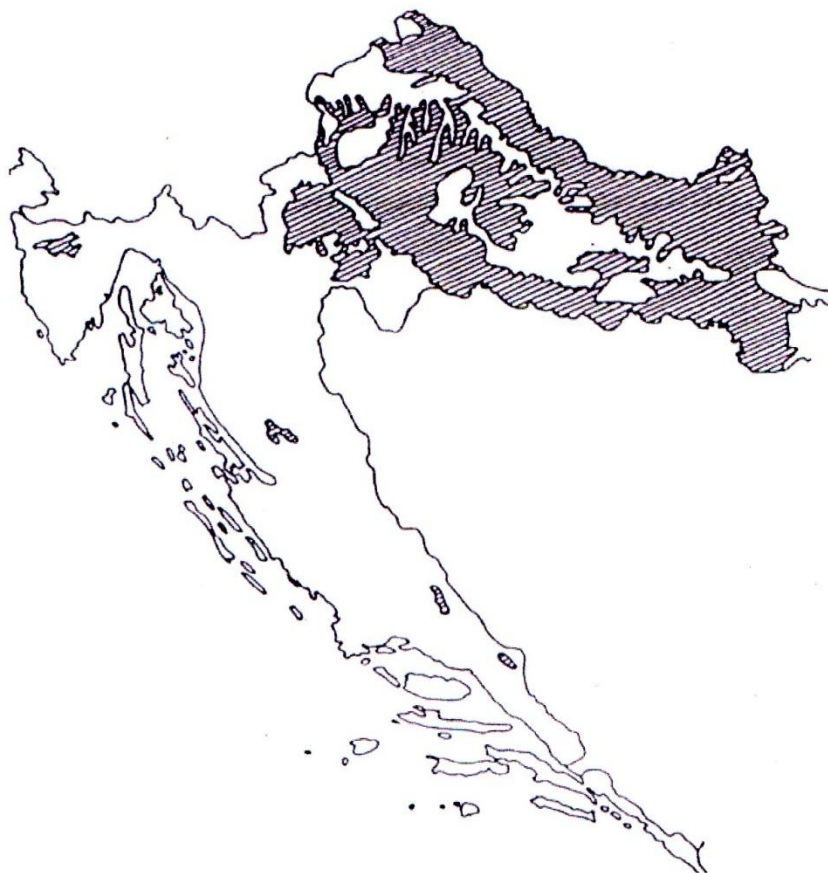
Slika 2. Sjemenske oblasti i sjemenske zone hrasta lužnjaka

6. PRIDOLAZAK HRASTA LUŽNJAKA U HRVATSKOJ

U Republici Hrvatskoj hrast lužnjak raste na površini od više od 215 000 hektara (ANIĆ, 2009) i jedna je od najvažnijih i svakako najvrjednijih šumsko gospodarskih vrsta u Hrvatskoj. Rasprostranjena je u područjima velikih rijeka Save, Drave i Kupe u nizinskom području, te njihovih većih i manjih pritoka. Izvan tog područja lužnjak se razvija u poplavnim dijelovima Ličkog, Imotskog, Sinjskog i Vrličkog polja, u poriječju rijeke Mirne u Istri, te u Omišaljskom lugu na otoku Krku

Biljne zajednice hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj (VUKELIĆ, 2012):

1. Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli* – *Quercetum roboris typicum*)
2. Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba s bukvom (*Carpino betuli* – *Quercetum roboris fagetosum*)
3. Šuma hrasta i običnog graba sa cerom (*Carpino betuli* – *Quercetum roboris quercetosum cerridis*)
4. Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba sa srebrnolisnom lipom (*Carpino betuli* – *Quercetum roboris tilietosum tomentosae*)
5. Šuma hrasta s velikom žutilovkom (*Genisto elatae* – *Quercetum roboris*)
6. Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom subasocija sa drhtavim šašem (*Genisto elatae* – *quercetum roboris caricetosum brizoides*)
7. Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom subasocijacija sa rastavljenim šašem (*Genisto elatae* – *Quercetum roboris caricetosum remotae*)
8. Šuma hrasta lužnjaka s celikom žutilovkom subasocijacija sa žestiljem (*Genisto elatae* - *Quercetum roboris aceretosum tatarici*)
9. Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom subasocijacija s običnim grabom (*Genisto elatae* – *Quercetum roboris carpinetosum betuli*)



Slika 3. Rasprostranjenost hrasta lužnjaka u Hrvatskoj

7. GENETIKA I OPLEMENJIVANJE HRASTA LUŽNJAKA

U Hrvatskoj se dostignuća na oplemenjivanju hrasta lužnjaka odnose na proučavanje rasprostranjenosti i taksonomije lužnjaka, unutarpopulacijske i međupopulacijske varijabilnosti, masovne i individualne selekcije, svih vidova reprodukcije, proizvodnje kultivara, međuvrskog križanja, proizvodnje žira u klonskim sjemenskim plantažama i očuvanju genofonda ove vrste drveća.

U našim rasadnicima najviše se uzgaja kultivar '*Fastigiata*' koji se koristi za sadnju u urbanim sredinama. *Quercus robur 'Fastigiata'* nije pravi kultivar u klonskom smislu, jer svi primjerci nisu istoga genotipa, odnosno ramete. Nisu vegetativno razmnoženi primjerci jedne selekcionirane biljke, već se iz žireva sakupljenih sa čunjolikih hrastova primjenjuje mogućnost uspijevanja biljaka u rasponu od 25 -35 % koje svoj čunjoliki habitus očituju u prvoj ili drugoj godini.

Hrast lužnjak je monoecijska vrsta koja ima jednospolne cvjetove smještene u resama. Postotak zrelih žireva nije visok u odnosu na količinu oformljenih cvjetova. Sazrijevanje muških i ženskih cvjetova nije simultano, što u određenoj mjeri omogućuje strano – oprašivanje. Uvjeti za dobru cvatnju su povoljno fiziološko stanje stabla, povoljno stanje cvjetnih pupova za vrijeme njihova razvoja, vrijeme odmora nakon punog uroda, dovoljan broj muških i ženskih cvjetova, te povoljan odnos muških i ženskih cvjetova. Na urod žira utječe dob stabla, njegova genetska konstitucija, zdravstveno stanje i razvijenost krošnje, te količina svjetla koja prodire u krošnju. Na razvoj uroda žira utječe veliki broj zdravih ženskih cvjetova, velika količina za klijanje sposobnog polena, suho i toplo vrijeme za oprašivanje, a nakon toga razmjerno visoka zračna vlaga i dovoljno oborina. Prognoza uroda žira je veoma važna kako bismo mogli organizirati sakupljanje, skladištenje žira, te uzgoj biljaka u rasadniku. Periodičnost punog uroda žira varira, ovisno o klimatskim uvjetima, a najčešće se očekuje barem jedan puni urod u 10 godina.

Vegetativno se lužnjak može razmnožavati na nekoliko načina. Najčešće reznicama, kulturom tkiva i cijepljenjem. U prirodi je moguće i zakorjenjivanje povaljenicama.

Najjednostavnija metoda razmnožavanja drvenastih vrsta je pomoću reznica. Kulturom tkiva su postignuti određeni rezultati i puno se lakše razmnožavaju juvenilni primjerci, a kod adultnih se javljaju određene teškoće, a sama metoda se još ne primjenjuje s velikom pouzdanošću u praksi.

Poznata je činjenica da lužnjak tjera iz panja do dobi od pedesetak godina, te starija stabla imaju manju izbojnu moć iz panja.

Cijepljenjem hrasta lužnjaka u rasadničkim uvjetima na otvorenom, rijetko se postižu veći uspjesi od 5 do 7 % što nije zadovoljavajući rezultat za masovnu primjenu u proizvodnji kultivara za potrebe urbanog šumarstva. Dobri su se rezultati cijepljenja postigli u stakleniku, gdje su se mogli kontrolirati odgovarajući uvjeti, te se povećao postotak primljenih cjepova (BORZAN, 1996).

Mnogi autori navode činjenicu da je spontana hibridizacija hrasta lužnjaka s drugim srodnim vrstama hrastova, u prvom redu s hrastom kitnjakom, također uvjetovala vrlo izraženu unutarpopulacijsku i međupopulacijsku varijabilnost. Hrast lužnjak je posebno osjetljiv na promjenu vodnog režima, te u tom smislu postoje izdiferencirane lokalne rase, što pokazuju dobiveni rezultati istraživanja građe puči između različitih vrsta hrastova (BAČIĆ, 1981), te genetska izdiferenciranost lokalnih populacija hrasta lužnjaka u Hrvatskoj na osnovi broja i veličine puči (KRSTINIĆ i dr., 1995).

Što se tiče razlika u početku listanja u testovima provenijencija, između ranog i kasnog hrasta lužnjaka, u literaturi postoje različiti podaci iz kojih izlazi da se razlike kreću od 7 dana (HEINRICH, 1973) do 2 – 4 tjedna (ŠAFAR, 1966). Kasne forme se preporučuju za sadnju na vlažnim staništima, dok se rane i intermedijarne forme preporučuju za sadnju na ocjeditim zemljištima. Također je utvrđena vrlo velika varijabilnost oblika krošnje i na unutar – populacijskoj i međupopulacijskoj razini, te je opisano više kultivara, npr. '*Pendula*', '*Fastigiata*', '*Pyramidalis*' i dr. Oblik krošnje kod hrasta visoko je nasljedan. U testovima provenijencija također je utvrđena izrazita varijabilnost oblika krošnje odnosno pravnosti debla. Odnos dužine i širine žira kod hrasta lužnjaka veći je od 1,6. S obzirom na to svojstvo veće su razlike utvrđene na razini provenijencija nego na razini vrsta (*Quercus robur* i *Quercus petraea*). Za većinu istraživanih svojstava

hrasta lužnjaka utvrđena je češća ekotipska nego klinalna varijabilnost. Međutim osim specifične adaptacije lokalnih populacija hrasta lužnjaka, u smislu tvorbe ekotipskih rasa, eksperimenti su pokazali da pojedine provenijencije, kao što je slavonska pokazuju tendenciju k općoj adaptabilnosti (GRAČAN, 1996). Masovna selekcija je odabir boljih stabala u populaciji i uzgoj potomstva iz sjemena dobivenog slobodnim oprašivanjem s time da sjeme odnosno biljke nisu klasirane prema roditeljima, tj. bez testova potomstva (VIDAKOVIĆ I KRSTINIĆ, 1985). U praksi se zapravo radi o sakupljanju sjemena (žira) od fenotipski boljih stabala u sjemenskim sastojinama, te o njegovoj upotrebi u uzgoju biljaka sljedeće generacije (GRAČAN, 1996).

Rad na odabiru sjemenskih sastojina hrasta lužnjaka započeo je sredinom pedesetih godina njihovom genetskom inventarizacijom, koja se sastoji u utvrđivanju proizvodnje i kvalitete drva. Pod sjemenskom sastojinom hrasta lužnjaka smatra se plus sastojina koja je prorjeđivana i tretirana kako bi proizvela velike količine žira visoke kvalitete. Preporučuje se da sjemenska sastojina ne bude manja od 5 do 8 ha, odnosno da u priznatoj sjemenskoj sastojini ne ostane manje od 40 % sjemenskih stabala nakon obavljene genetske melioracije. Površina sastojina hrasta lužnjaka iznosi 13,54% u odnosu na ukupnu površinu listača. 60 priznatih sjemenskih sastojina na području 10 uprava šuma na 2812 ha čini samo 1,30 % površine šuma hrasta lužnjaka, ali čak 76, 08% površine priznatih sjemenskih sastojina listača (GRAČAN, 1996).

Istraživanjima genetske varijabilnosti hrasta lužnjaka pristupilo se u Europi posljednjih 150 godina. U Hrvatskoj su prvi provenijencijski pokusi osnovani 1988. godine, u koje su uključene isključivo lokalne populacije. Varijabilnost morfoloških i fizioloških svojstava hrasta lužnjaka (listanje, morfologija lista, broj i veličina puči lista, veličina žira, itd.) istražuje se posljednjih dvadesetak godina, a pokazala su da postoji vrlo izražena varijabilnost spomenutih svojstava među lokalnim populacijama i unutar svake pojedine populacije. S obzirom na dobivene podatke, koji se odnose na genetsku diferenciranost lokalnih populacija na osnovu testova potomstva, za upotrebu sjemena i reprodukcijaskog materijala u Hrvatskoj, preporuča se u prirodnim populacijama selekcija primjeraka kasnog

hrasta lužnjaka, čija je frekvencija u prirodnim populacijama između 1 i 2 %. Sjeme i sadnice možemo koristiti samo u jednostavnoj biološkoj reprodukciji šuma, umjetnoj obnovi i popunjavanju. Pritom je dopuštena upotreba sjemena ili sadnica samo unutar postojećeg sjemenskog rajona (GRAČAN, 1996).

U posljednjih nekoliko desetljeća postoje problemi prirodne obnove lužnjakovih sastojina zbog toga što urod žira nije više regularan, tj. nije periodičan kao što je bio nekada svakih 5 ili 6 godina puni urod s dva ili tri manja uroda. Danas se očekuje jedan puni urod unutar 10 godina. To je jedan od razloga problema ne samo uspješne prirodne obnove, već i kod popunjavanja nedovoljno prirodno pomlađenih površina. Da se takav problem izbjegne ili da se umani, moguće je proizvoditi žir u sjemenskim plantažama, gdje se može kontrolirati proizvodnja s obzirom na genetsku kvalitetu i na urod žira. Prednost ovakve proizvodnje je kvalitetnije sjeme i dobivanje biljaka sa kvalitetnijim, željenim svojstvima. Pri izboru plus stabala uzima se u obzir 11 svojstava: totalna visina, prsni promjer, visina debla do krošnje, debljina grana, visina do prve mrtve grane, pravost debla, usukanost debla, rašljivost i kvaliteta stabala. Također stablo mora biti zdravo i neoštećeno. (BEDENIKOVIĆ, 2007).

Što se tiče genetske raznolikosti moguće ju je očuvati osnivanjem kulture ove vrste na staništima koja su manje podložna ekološkim promjenama, i to u formi komparativnih nasada, testovima provenijencija, klonskih arhiva i sjemenskih plantaža (KRSTINIĆ I KAJBA, 1994).

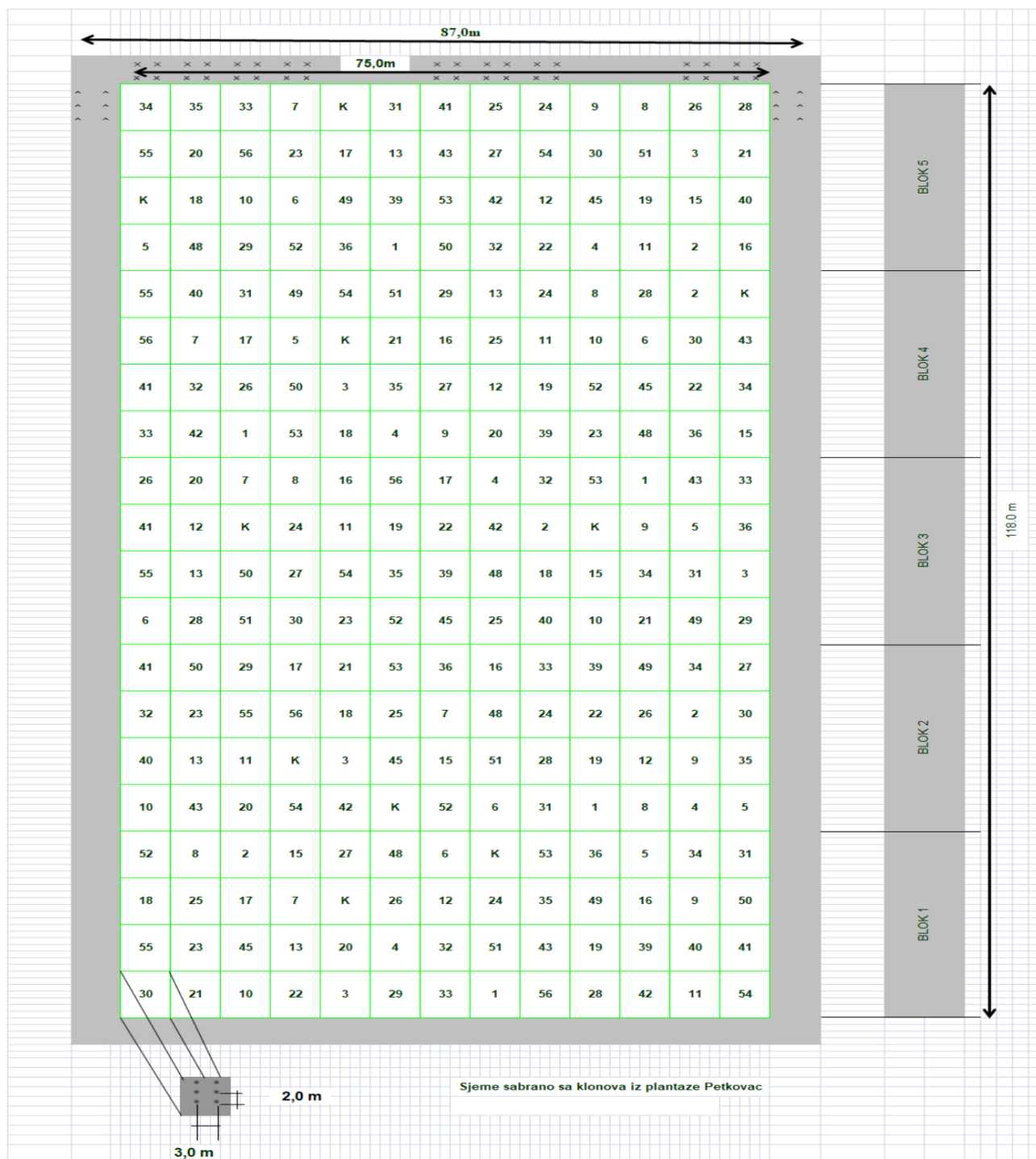
8. SVRHA, CILJ I PRETPOSTAVKE ISTRAŽIVANJA

U klonskim sjemenskim plantažama Vinkovci i Čazma testirano je ukupno 109 familija, (Vinkovci – 56 familija i Čazma 53 familije), te analizom totalnih visina zadatak je utvrditi varijabilnost polusrodnika iz tih dviju klonskih sjemenskih plantaža. Majčinska stabla su porijeklom iz dviju sjemenskih regija (1.2.1. Sjemenska regija donje Posavine i 1.2.3. Sjemenska regija gornja Posavina i Pokuplje). Izmjere su izvršene u dva testa potomstva pri plantažnoj dobi od 2 + 5 godina, a razmak sadnje iznosi 3×2 metra. U testove je uključena i kontrola koja predstavlja potomstvo iz komercijalnog rasadničkog uzgoja hrasta lužnjaka. Cilj istraživanja je utvrditi trend genetskih parametara, nasljednosti i genetske dobiti za svojstvo visine hrasta lužnjaka.

9. MATERIJALI I METODE

Potomstvo KSP Vinkovci

Potomstvo je dobiveno slobodnim oprašivanjem klonova u klonskoj sjemenskoj plantaži Petkovac, UŠP Vinkovci: Šumarija Vinkovci. Površina testa potomstva je približno 0,79 hektara .Potomstvo je starosti 2 + 5 godina, a razmak sadnje je 3x2 metra. (**tablica1.**) Testirano 50 familija + kontrola. Test ima ukupno pet ponavljanja (Blokova), te se 6 biljaka/ familija se ponavljaju u u testu. Također postoje dva zaštitna rubna reda sa svake strane (**slika 4.**) U testu je izvršena izmjera totalnih visina biljaka u plantažnoj dobi 2+5 godina, 2015. godine.



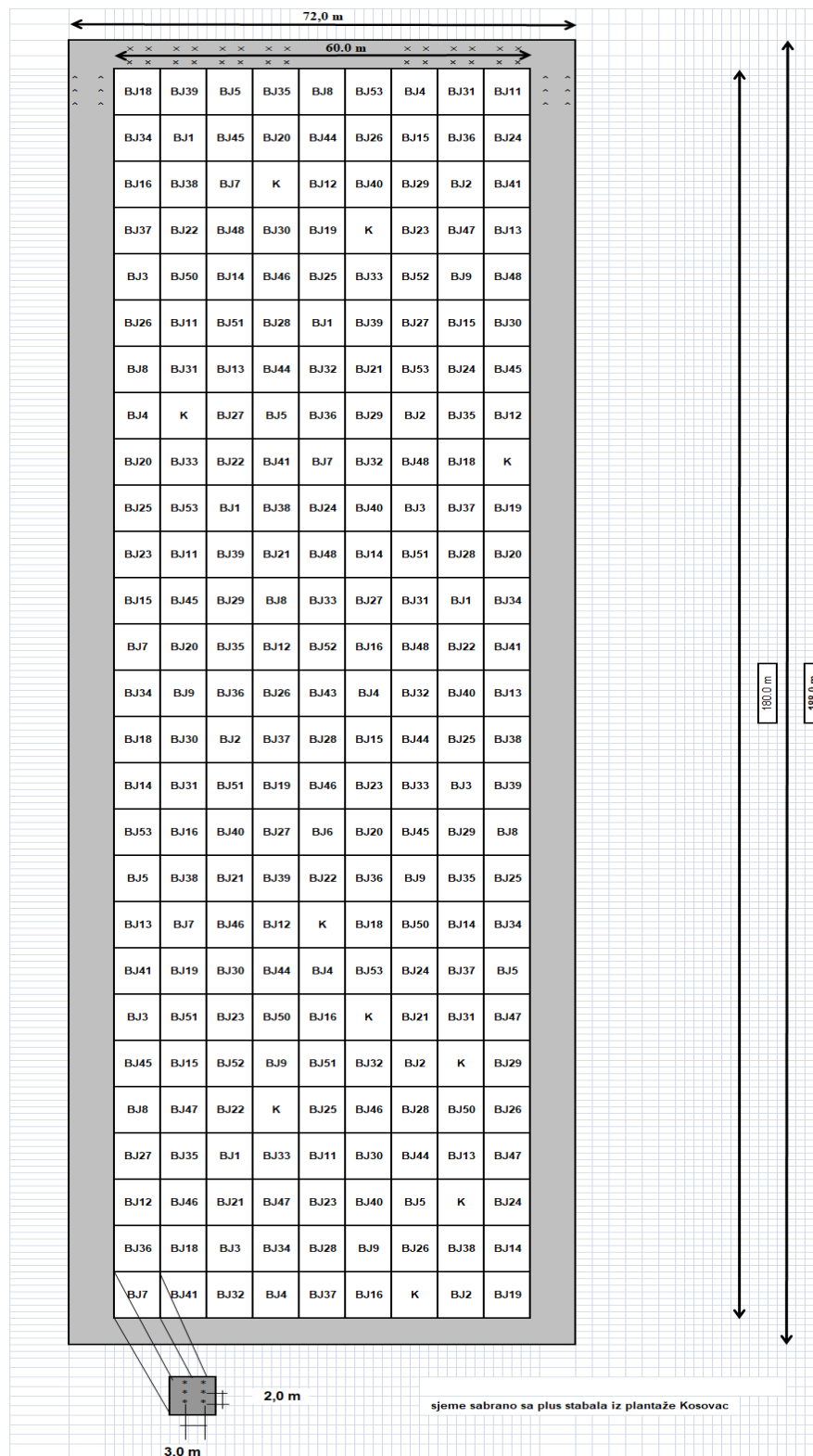
Slika 4. Shematski prikaz testa potomstva hrasta lužnjaka dobiveno slobodnim oprašivanjem u KSP – i Petkovac UŠP Vinkovci: Šumarija Vinkovci Površine ~ 0,79 hektara

Tablica 1. Potomstvo hrasta lužnjaka u dobi 2+5 godina (2015) dobiveno slobodnim oprašivanjem u KSP Petkovac, UŠP Vinkovci : Šumarija Vinkovci

| Redni broj | Oznaka familije | Broj biljaka |
|------------|-----------------|--------------|
| 1 | 1 | 30 |
| 2 | 2 | 30 |
| 3 | 3 | 30 |
| 4 | 4 | 30 |
| 5 | 5 | 30 |
| 6 | 6 | 30 |
| 7 | 7 | 30 |
| 8 | 8 | 30 |
| 9 | 9 | 30 |
| 10 | 10 | 30 |
| 11 | 11 | 30 |
| 12 | 12 | 30 |
| 13 | 13 | 30 |
| 14 | 15 | 30 |
| 15 | 16 | 30 |
| 16 | 17 | 30 |
| 17 | 18 | 30 |
| 18 | 19 | 30 |
| 19 | 20 | 30 |
| 20 | 21 | 30 |
| 21 | 22 | 30 |
| 22 | 23 | 30 |
| 23 | 24 | 30 |
| 24 | 25 | 30 |
| 25 | 26 | 30 |
| 26 | 27 | 30 |
| 27 | 28 | 30 |
| 28 | 29 | 30 |
| 29 | 30 | 30 |
| 30 | 31 | 30 |
| 31 | 32 | 30 |
| 32 | 33 | 30 |
| 33 | 34 | 30 |
| 34 | 35 | 30 |
| 35 | 36 | 30 |
| 36 | 39 | 30 |
| 37 | 40 | 30 |
| 38 | 41 | 30 |
| 39 | 42 | 30 |
| 40 | 43 | 30 |
| 41 | 45 | 30 |
| 42 | 48 | 30 |
| 43 | 49 | 30 |
| 44 | 50 | 30 |
| 45 | 51 | 30 |
| 46 | 52 | 30 |
| 47 | 53 | 30 |
| 48 | 54 | 30 |
| 49 | 55 | 30 |
| 50 | 56 | 30 |
| 51 | kontrola | 60 |
| | ukupno | 1560 |

Potomstvo KSP Čazma

Potomstvo je dobiveno slobodnim oprašivanjem klonova u KSP- i Pleščice, UŠP Bjelovar; Šumarija Čazma. Površina testa potomstva je približno 1,35 ha. Potomstvo je starosti 2+5 godina, te je razmak sadnje 3 × 2 m). (**tablica 2.**). Ukupno je testirano 50 familija + 2 kontrole. Test ima 5 ponavljanja (blokova)., 6 biljaka/ familija se ponavljaju, te postoje dva zaštitna rubna reda sa svake strane (**slika 5.**). U testu je izvršena izmjera totalnih visina biljaka u plantažnoj dobi 2+5 godina, 2016. godine.



Slika 5. Shematski prikaz testa potomstva hrasta lužnjaka dobiveno slobodnim oprašivanjem klonova u KSP – i Plešćice , UŠP Bjelovar: Šumarija Čazma površine ~1, 35 ha

Tablica 2. Potomstvo hrasta lužnjaka u dobi od 2+5 godina (2016) dobiveno slobodnim oprašivanjem u KSP Plešćice, UŠP Bjelovar: Šumarija Čazma

| Oznaka | Broj | | Broj |
|----------|---------|----------|-------------|
| familije | sadnica | Opaska | ponavljanja |
| BJ1 | 30 | | 5 |
| BJ2 | 30 | | 5 |
| BJ3 | 30 | | 5 |
| BJ4 | 30 | | 5 |
| BJ5 | 30 | | 5 |
| BJ6 | 6 | | 1 |
| BJ7 | 30 | | 5 |
| BJ8 | 30 | | 5 |
| BJ9 | 30 | | 5 |
| BJ11 | 24 | | 4 |
| BJ12 | 30 | | 5 |
| BJ13 | 30 | | 5 |
| BJ14 | 30 | | 5 |
| BJ15 | 30 | | 5 |
| BJ16 | 30 | | 5 |
| BJ18 | 30 | | 5 |
| BJ19 | 30 | | 5 |
| BJ20 | 30 | | 5 |
| BJ21 | 30 | | 5 |
| BJ22 | 30 | | 5 |
| BJ23 | 30 | | 5 |
| BJ24 | 30 | | 5 |
| BJ25 | 30 | | 5 |
| BJ26 | 30 | | 5 |
| BJ27 | 30 | | 5 |
| BJ28 | 30 | | 5 |
| BJ29 | 30 | | 5 |
| BJ30 | 30 | | 5 |
| BJ31 | 30 | | 5 |
| BJ32 | 30 | | 5 |
| BJ33 | 30 | | 5 |
| BJ34 | 30 | | 5 |
| BJ35 | 30 | | 5 |
| BJ36 | 30 | | 5 |
| BJ37 | 30 | | 5 |
| BJ38 | 30 | | 5 |
| BJ39 | 30 | | 5 |
| BJ40 | 30 | | 5 |
| BJ41 | 30 | | 5 |
| BJ43 | 6 | | 1 |
| BJ44 | 30 | | 5 |
| BJ45 | 30 | | 5 |
| BJ46 | 30 | | 5 |
| BJ47 | 30 | | 5 |
| BJ48 | 30 | | 5 |
| BJ50 | 24 | | 4 |
| BJ51 | 30 | | 5 |
| BJ52 | 18 | | 3 |
| BJ53 | 30 | | 5 |
| K1 | 30 | kontrola | 5 |
| K2 | 30 | kontrola | 5 |

10. REZULTATI

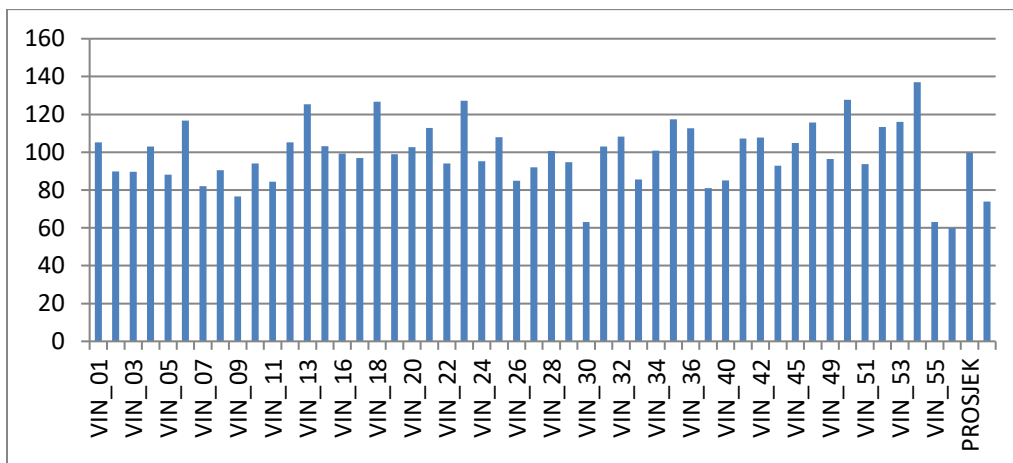
Analiza visina testiranih polusrodnika hrasta lužnjaka izvršena je u klonskim sjemenskim plantažama Vinkovci i Čazma s ciljem utvrđivanja varijabilnosti polusrodnika tih dviju sjemenskih plantaža. Sve testirane biljke u obje klonske sjemenske plantaže su jednake starosti 2 + 5 godina.

Potomstvo KSP Vinkovci

Najmanja prosječna visina testiranih polusrodnika u KSP Vinkovci je 59,81 cm ustanovljena je u familiji 56 , a najveća prosječna visina 137, 07 cm u familiji 54 (**graf 1.**).

Preživljavanje je bilo na vrlo visokoj razini, prosječno 91%. Najmanje preživljavanje od 73% ustanovljeno je u familiji 04, a najviše preživljavanje u vrijednosti 100% imale su familije 08, 24, 36, 43, 51 i 55 (**Tablica 3.**).

Analiza varijance ukazuje na statistički značajne razlike između polusrodnika, kao i između repeticija, što ukazuje da je svojstvo pod jakim utjecajem okoliša (**Tablica 4.**)



Graf 1. Prosječne visine testiranih polusrodnika hrasta lužnjaka u dobi od 2+5 godina KSP Vinkovci (2015)

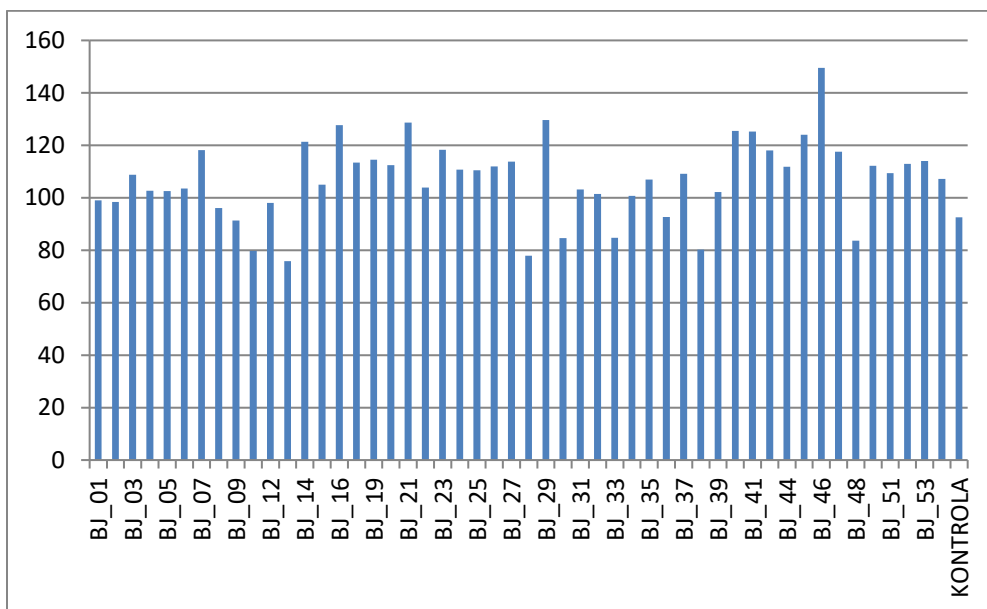
Tablica 3. Deskriptivni statistički parametri za svojstvo visine u dobi od 2 + 5 godina za polusrodnike hrasta lužnjaka KSP Vinkovci (2015)

| FAMILIJA | AVERAGE | MIN | MAX | N | SD | SP | PREŽIV. (%) |
|-----------------|----------------|------------|------------|-----------|--------------|-------------|--------------------|
| VIN_01 | 105,22 | 53 | 192 | 27 | 30,55 | 5,88 | 90 |
| VIN_02 | 89,80 | 25 | 212 | 25 | 43,94 | 8,79 | 83 |
| VIN_03 | 89,61 | 24 | 143 | 28 | 29,41 | 5,56 | 93 |
| VIN_04 | 103,00 | 22 | 250 | 22 | 70,95 | 15,13 | 73 |
| VIN_05 | 88,04 | 30 | 162 | 25 | 38,29 | 7,66 | 83 |
| VIN_06 | 116,71 | 46 | 214 | 28 | 44,14 | 8,34 | 93 |
| VIN_07 | 82,04 | 34 | 146 | 25 | 32,14 | 6,43 | 83 |
| VIN_08 | 90,53 | 27 | 167 | 30 | 38,15 | 6,97 | 100 |
| VIN_09 | 76,67 | 34 | 163 | 24 | 39,34 | 8,03 | 80 |
| VIN_10 | 94,07 | 20 | 166 | 28 | 40,93 | 7,74 | 93 |
| VIN_11 | 84,38 | 25 | 160 | 29 | 37,91 | 7,04 | 97 |
| VIN_12 | 105,24 | 20 | 178 | 29 | 43,01 | 7,99 | 97 |
| VIN_13 | 125,28 | 50 | 231 | 29 | 44,52 | 8,27 | 97 |
| VIN_15 | 103,23 | 35 | 170 | 26 | 41,06 | 8,05 | 87 |
| VIN_16 | 99,37 | 37 | 170 | 27 | 31,50 | 6,06 | 90 |
| VIN_17 | 96,89 | 18 | 208 | 28 | 40,75 | 7,70 | 93 |
| VIN_18 | 126,77 | 28 | 218 | 26 | 51,22 | 10,04 | 87 |
| VIN_19 | 98,96 | 12 | 194 | 27 | 43,80 | 8,43 | 90 |
| VIN_20 | 102,61 | 12 | 228 | 28 | 56,22 | 10,62 | 93 |
| VIN_21 | 112,85 | 30 | 212 | 27 | 51,53 | 9,92 | 90 |
| VIN_22 | 94,11 | 30 | 190 | 27 | 48,45 | 9,32 | 90 |
| VIN_23 | 127,28 | 54 | 196 | 25 | 40,41 | 8,08 | 83 |
| VIN_24 | 95,17 | 17 | 190 | 30 | 42,63 | 7,78 | 100 |
| VIN_25 | 107,85 | 38 | 186 | 27 | 42,89 | 8,25 | 90 |
| VIN_26 | 84,96 | 33 | 167 | 27 | 31,44 | 6,05 | 90 |
| VIN_27 | 92,07 | 13 | 200 | 28 | 42,28 | 7,99 | 93 |
| VIN_28 | 100,68 | 26 | 185 | 28 | 50,68 | 9,58 | 93 |
| VIN_29 | 94,69 | 45 | 163 | 26 | 32,36 | 6,35 | 87 |
| VIN_30 | 63,04 | 13 | 120 | 23 | 27,38 | 5,71 | 77 |
| VIN_31 | 103,00 | 34 | 165 | 29 | 35,24 | 6,54 | 97 |
| VIN_32 | 108,32 | 30 | 182 | 28 | 45,01 | 8,51 | 93 |
| VIN_33 | 85,66 | 33 | 156 | 29 | 32,41 | 6,02 | 97 |
| VIN_34 | 100,86 | 15 | 156 | 28 | 38,69 | 7,31 | 93 |
| VIN_35 | 117,39 | 45 | 187 | 28 | 41,04 | 7,76 | 93 |
| VIN_36 | 112,63 | 62 | 220 | 30 | 37,06 | 6,77 | 100 |
| VIN_39 | 81,07 | 10 | 155 | 28 | 35,36 | 6,68 | 93 |
| VIN_40 | 85,00 | 12 | 153 | 27 | 35,21 | 6,78 | 90 |
| VIN_41 | 107,26 | 20 | 153 | 27 | 33,16 | 6,38 | 90 |
| VIN_42 | 107,74 | 30 | 218 | 27 | 45,75 | 8,80 | 90 |
| VIN_43 | 92,80 | 16 | 217 | 30 | 49,53 | 9,04 | 100 |
| VIN_45 | 104,79 | 40 | 200 | 28 | 42,02 | 7,94 | 93 |
| VIN_48 | 115,70 | 20 | 212 | 23 | 50,55 | 10,54 | 77 |
| VIN_49 | 96,34 | 26 | 210 | 29 | 40,45 | 7,51 | 97 |
| VIN_50 | 127,71 | 46 | 192 | 28 | 33,46 | 6,32 | 93 |
| VIN_51 | 93,77 | 30 | 200 | 30 | 42,66 | 7,79 | 100 |
| VIN_52 | 113,31 | 49 | 189 | 26 | 37,06 | 7,27 | 87 |
| VIN_53 | 116,04 | 30 | 191 | 24 | 38,95 | 7,95 | 80 |
| VIN_54 | 137,07 | 43 | 217 | 28 | 42,29 | 7,99 | 93 |
| VIN_55 | 63,10 | 13 | 128 | 30 | 30,45 | 5,56 | 100 |
| VIN_56 | 59,81 | 11 | 96 | 27 | 20,55 | 3,95 | 90 |
| ΣX | 99,61 | | | | | | 91 |
| KONTROLA | 73,86 | 17 | 182 | 51 | 35,73 | 5,00 | 85 |

Potomstvo KSP Čazma

U KSP Čazma najmanja prosječna visina testiranih polusrodnika je iznosila 75,88 cm u familiji 13, a najveća prosječna visina je 149,48 cm u familiji 46. (graf 2.). Preživljavanje testiranih polusrodnika je bilo vrlo zadovoljavajuće i na vrlo visokoj razini, prosječno 90%. Najmanje preživljavanje od 20% je bilo u familijama 6 i 43, a najveće u familijama 07, 16, 18, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 32 i 47. (**Tablica 5.**).

Analiza varijance ukazuje na statistički značajne razlike između polusrodnika, kao i između repeticija, što ukazuje da je svojstvo pod jakim utjecajem okoliša (**Tablica 6.**).



Graf 2. Prosječne visine testiranih polusrodnika hrasta lužnjaka u dobi od 2+5 godina KSP Čazma (2016)

Tablica 5. Deskriptivni statistički parametri za svojstvo visine u dobi od 2+5 godina za polusrodnike hrasta lužnjaka KSP Čazma (2016)

| Čazma 2016. | | | | | | | |
|------------------------|---------------|-----|-----|----|-------|-------|------------------|
| DEKRIPTIVNA STATISTIKA | | | | | | | Starost 2+5 god. |
| FAMILIJA | AVERAGE | MIN | MAX | N | SD | SP | PREŽIV. (%) |
| BJ_01 | 99,03 | 36 | 163 | 29 | 29,45 | 5,47 | 97 |
| BJ_02 | 98,37 | 40 | 224 | 27 | 49,96 | 9,62 | 90 |
| BJ_03 | 108,75 | 28 | 213 | 28 | 48,66 | 9,20 | 93 |
| BJ_04 | 102,74 | 56 | 182 | 27 | 33,73 | 6,49 | 90 |
| BJ_05 | 102,50 | 24 | 192 | 28 | 43,44 | 8,21 | 93 |
| BJ_06 | 103,50 | 60 | 162 | 6 | 43,04 | 17,57 | 20 |
| BJ_07 | 118,17 | 57 | 213 | 30 | 50,97 | 9,31 | 100 |
| BJ_08 | 96,07 | 27 | 161 | 29 | 34,98 | 6,49 | 97 |
| BJ_09 | 91,29 | 24 | 210 | 28 | 44,99 | 8,50 | 93 |
| BJ_11 | 79,70 | 14 | 151 | 20 | 32,89 | 7,36 | 67 |
| BJ_12 | 98,07 | 38 | 176 | 29 | 36,33 | 6,75 | 97 |
| BJ_13 | 75,88 | 24 | 146 | 26 | 30,70 | 6,02 | 87 |
| BJ_14 | 121,35 | 37 | 237 | 26 | 55,80 | 10,94 | 87 |
| BJ_15 | 105,04 | 24 | 194 | 28 | 44,61 | 8,43 | 93 |
| BJ_16 | 127,73 | 56 | 242 | 30 | 54,36 | 9,93 | 100 |
| BJ_18 | 113,43 | 59 | 167 | 30 | 34,91 | 6,37 | 100 |
| BJ_19 | 114,57 | 45 | 230 | 28 | 50,56 | 9,55 | 93 |
| BJ_20 | 112,48 | 38 | 185 | 27 | 38,93 | 7,49 | 90 |
| BJ_21 | 128,72 | 47 | 230 | 29 | 52,34 | 9,72 | 97 |
| BJ_22 | 103,90 | 45 | 263 | 29 | 46,35 | 8,61 | 97 |
| BJ_23 | 118,33 | 70 | 202 | 30 | 31,29 | 5,71 | 100 |
| BJ_24 | 110,73 | 35 | 196 | 30 | 43,56 | 7,95 | 100 |
| BJ_25 | 110,50 | 24 | 208 | 30 | 51,55 | 9,41 | 100 |
| BJ_26 | 111,90 | 29 | 243 | 30 | 42,26 | 7,72 | 100 |
| BJ_27 | 113,73 | 41 | 272 | 30 | 61,67 | 11,26 | 100 |
| BJ_28 | 77,96 | 28 | 154 | 28 | 29,75 | 5,62 | 93 |
| BJ_29 | 129,63 | 23 | 213 | 30 | 49,57 | 9,05 | 100 |
| BJ_30 | 84,62 | 41 | 200 | 29 | 41,84 | 7,77 | 97 |
| BJ_31 | 103,22 | 37 | 250 | 27 | 39,57 | 7,61 | 90 |
| BJ_32 | 101,40 | 28 | 214 | 30 | 42,17 | 7,70 | 100 |
| BJ_33 | 84,77 | 23 | 223 | 26 | 44,93 | 8,81 | 87 |
| BJ_34 | 100,67 | 22 | 184 | 27 | 50,05 | 9,63 | 90 |
| BJ_35 | 106,93 | 30 | 187 | 29 | 38,43 | 7,14 | 97 |
| BJ_36 | 92,62 | 14 | 170 | 29 | 41,87 | 7,78 | 97 |
| BJ_37 | 109,17 | 28 | 198 | 29 | 41,09 | 7,63 | 97 |
| BJ_38 | 80,27 | 15 | 116 | 26 | 25,07 | 4,92 | 87 |
| BJ_39 | 102,17 | 37 | 155 | 29 | 31,37 | 5,83 | 97 |
| BJ_40 | 125,54 | 54 | 200 | 28 | 46,54 | 8,79 | 93 |
| BJ_41 | 125,29 | 45 | 210 | 28 | 47,13 | 8,91 | 93 |
| BJ_43 | 118,00 | 87 | 143 | 6 | 22,65 | 9,25 | 20 |
| BJ_44 | 111,81 | 40 | 211 | 27 | 38,79 | 7,47 | 90 |
| BJ_45 | 124,07 | 39 | 190 | 29 | 43,44 | 8,07 | 97 |
| BJ_46 | 149,48 | 71 | 255 | 29 | 37,55 | 6,97 | 97 |
| BJ_47 | 117,57 | 38 | 200 | 30 | 48,95 | 8,94 | 100 |
| BJ_48 | 83,64 | 39 | 153 | 28 | 30,97 | 5,85 | 93 |
| BJ_50 | 112,25 | 28 | 195 | 20 | 48,64 | 10,88 | 67 |
| BJ_51 | 109,43 | 34 | 175 | 28 | 38,12 | 7,20 | 93 |
| BJ_52 | 112,93 | 42 | 213 | 15 | 59,68 | 15,41 | 50 |
| BJ_53 | 114,04 | 32 | 235 | 28 | 49,17 | 9,29 | 93 |
| ΣX | 107,23 | | | | | | 90 |
| KONTROLA | 92,60 | 17 | 193 | 55 | 46,42 | 6,26 | 92 |

11. RASPRAVA

Hrast lužnjak u Hrvatskoj zauzima znatne površine (više od 215 000 ha), te je jedna od najvažnijih šumskogospodarskih vrsta drveća. Sredinom pedesetih godina prošlog stoljeća započeli su radovi na oplemenjivanju ove vrste u Hrvatskoj. Oplemenjivanje šumskog drveća temelji se na selekciji jedinki koje pokazuju superiorna obilježja gospodarskih svojstava, te uporabi sjemena sa takvih stabala, bilo izravno iz prirodnih sastojina ili iz formiranih klonskih sjemenskih plantaža. Ocjena superiornosti svojstava selekcioniranih stabala temelji se na odabiru njihova fenotipa. Budući da je fenotip reuzultanta djelovanja gena koji utječu na promatrano svojstvo i okoliša u kojem jedinka živi, bitno je razlučiti ta dva skupa čimbenika i utvrditi genetsku vrijednost stabla (selekcija po genotipu). Fenotipskom selekcijom plus stabala hrasta lužnjaka utvrđeno je da se može ostvariti genetska dobit do 4,2 % za visinu, odnosno 3,2 % za prsni promjer u dobi potomstva do trinaest godina. Testiranjem potomstva i selekcijom po genotipu putem poboljšane klonske sjemenske plantaže očekivana se genetska dobit kreće do 22,3 % za visinu, odnosno 17,3 % za debljinski prirast u dobi od pet do trinaest godina. Utvrđena je statistički značajna varijabilnost unutar istraživanih populacija, a procjene genetskih parametara i genetske dobiti upućuju na značajnu mogućnost oplemenjivanja individualnom selekcijom plus stabala, osnivanjem klonskih sjemenskih plantaža i testiranjem potomstva.

Poznavanje veličine i tipa genetske varijabilnosti hrasta lužnjaka ograničeno je, a testovi potomstva su se počeli primjenjivati tek sredinom 90-ih godina prošlog stoljeća. (KAJBA i dr., 1996).

Svojstvo rasta pripada ekonomski važnim svojstvima koja se nazivaju metričkima ili kvantitativnim svojstvima. Takva svojstva odlikuje da su pod utjecajem mnogo gena, od kojih svaki ima relativno mali efekt na fenotip, te su pod znatnim utjecajem okoliša. Razdvajanje genetske i okolišne komponente fenotipske varijabilnosti kvantitativnih svojstava i što preciznija procjena tzv. kvantitativnih genetskih parametara temeljni je cilj genetičkih testova. Nasljednosti, genetske dobiti i koeficijenti aditivne genetske varijabilnosti, važni su genetski parametri

čije je poznavanje nužno za planiranje oplemenjivanja i očuvanja genetske raznolikosti hrasta lužnjaka, kao i drugih vrsta drveća.

Nasljednost je udio aditivne genetske varijance u fenotipskoj varijabilnosti nekog svojstva tj. Indicira stupanj mogućnost prijenosa osobina roditelja na potomstvo, dok je koeficijent aditivne genetske varijabilnosti temeljni kriterij za usporedbu genetske raznolikosti između različitih svojstava i populacija. Genetska dobit ovisi o varijabilnosti svojstva u populaciji, njegovoj nasljednosti i primjenjenom intenzitetu selekcije (JANNSON, 2005). Genetski parametri su procijenjeni za ona svojstva za koja je utvrđena statistički značajna genetska komponenta fenotipske varijabilnosti (statistički značajna varijabilnost uzrokovana efektom familija).

12. ZAKLJUČCI

1. POTOMSTVO KSP HRAST LUŽNJAK VINKOVCI

U dobi od 2+5 godina (2015) prosječna vrijednost visina testiranih polusrodnika iznosila je 99,61 cm u odnosu na kontrolu od 73,86 cm, odnosno testirani polusrodnici bili su u prosjeku 34,9% višji od kontrole.

2. POTOMSTVO KSP HRAST LUŽNJAK ČAZMA

U dobi od 2+5 godina (2016) prosječna vrijednost visina testiranih polusrodnika iznosila je 107,23 cm, a kontrole 92,60 cm, odnosno testirani polusrodnici su bili 16% višji od kontrole.

3. USPOREDBA TESTOVA POLUSRODNIKA

Analizom visina polusrodnika starosti 2+5 godina za obje plantaže utvrđene su statistički značajne razlike između polusrodnika, kao i između repeticija što ukazuje da je svojstvo pod jakim utjecajem okoliša, te da je greška eksperimenta u ovoj juvenilnoj dobi relativno velika (**tablice 4. i 6.** analize varijance ANOVA).

Usporedbom oba testa polusrodnika pri istoj starosti 2+5 godina utvrđena je mala razlika u visinama. Sadnice KSP Čazma su prosječne visine 107,23 cm, a sadnice KSP Vinkovci 99,61 cm, te je prosječno preživljavanje sadnica gotovo identično 90 i 91 %.

U oba testa polusrodnika tijekom dvije godine izmjera pojavljuju se po 3 klona u svakoj plantaži sa ispod prosječnim visinama. U Vinkovcima to je potomstvo klonova br. 30, 55, 56, a u Čazmi polusrodnici klonova br. 9, 33

i 48. Budući se radi o juvenilnim primjercima ne donosimo zaključke, već će se pratiti trend testiranja uključujući i debljinski prirast pri slijedećoj izmjeri.

13.LITERATURA

ANIĆ, I., 2009: Uzgajanje šuma II – Predavanja, vježbe i terenska nastava, Poglavlje Šumskouzgojni postupci u šumama Republike Hrvatske, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 10 – 12 str.

BAČIĆ, T., 1981: Investigation of stomata of three oak species with light and scanning electron microscope , Acta Bot.. Croat. Vol. 40, Zagreb, 85 -90 str.

BEDENIKOVIĆ, D. : 2007 : Procjena genetskih parametara u testu familija dobivenih slobodnim oprašivanjem plus stabla hrasta lužnjaka, Diplomski rad Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu , 4 – 13 str.

BORZAN, Ž 1996: Vegetativno razmnožavanje hrasta lužnjaka, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, J.P. Hrvatske šume , 108 – 111 str.

GORTAN, D.; 2019: Zimska retencija lišća u pokusnom nasadu hrasta lužnjaka (*Quercus robur*), Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 5

GRAČAN, J., 1996: Masovna selekcija, 118 str., Sjemenske sastojine hrasta lužnjaka, 118-121 str, Podjela šuma hrasta lužnjaka na sjemenske oblasti, zone i rajone, 121-126, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, J.P Hrvatske šume

HERMAN, J., 1971 Šumarska Dendrologija. Stanbiro. Zagreb, 242-252

JANSSON, G., 2005: Quantitative genetics. U: Th. Geburek, J.Turok, ur. Conservation and Management of Forest Genetic Resources in Europe, Zvolen. Arbora Publishers, 213 – 235 str.

KAJBA, D., BOGDAN S., KATIČIĆ, I., 2006: Procjena genetskog poboljšanja bujnosti rasta putem klonskih sjemenskih plantaža hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), Glas. Šum. Pokuse, pos. izd. 5, 251- 252. str.

KRSTINIĆ, A., KAJBA, D., 1994: Conservation of poplar and arborvitae willow genetic resources in Croatia. *Populus nigra* Network (EUFORGEN), 29 – 36 str.

KRSTINIĆ, A., TRINAJSTIĆ, I., GRAČAN, J., FRANJIĆ, J., KAJBA, D.,
BRITVEC, M., 1995: Genetska izdiferenciranost lokalnih populacija hrasta
lužnjaka (*Quercus robur*, L.) na području Hrvatske

PERNAR, N.; 2017 :Tlo, nastanak, značajke, gospodarenje, Udžbenici
Sveučilišta u Zagrebu, 612 str.

ŠAFAR, J., 1966: Problem fizioloških, ekoloških I ekonomskih karakteristika I
ranog listanja hrasta lužnjaka, Šumarski list XC/11-12; Zagreb, 503 – 515 str

VUKELIĆ, J.; 2012: Šumska vegetacija Hrvatske, Udžbenici Sveučilišta u
Zagrebu , 81 – 103 str

WIKIPEDIA: https://hr.wikipedia.org/wiki/Hrast_lu%C5%BEnjak

