



Sveučilište u Zagrebu

FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE

Sandra Crnković

**VARIJABILNOST MORFOLOŠKIH  
ZNAČAJKI ŽIRA HRASTA LUŽNJAKA  
(*Quercus robur* L.)**

**I NJIHOV UTJECAJ NA NICANJE, RAST I  
RAZVOJ SADNICA U KONTROLIRANIM  
UVJETIMA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2023.



University of Zagreb

FACULTY OF FORESTRY AND WOOD TECHNOLOGY

Sandra Crnković

**VARIABILITY OF MORPHOLOGICAL  
TRAITS OF PEDUNCULATE OAK  
(*Quercus robur* L.) ACORN  
AND THEIR INFLUENCE ON  
GERMINATION, GROWTH AND  
DEVELOPMENT OF SEEDLINGS  
UNDER CONTROLLED CONDITIONS**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2023.



Sveučilište u Zagrebu

FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE

Sandra Crnković

**VARIJABILNOST MORFOLOŠKIH  
ZNAČAJKI ŽIRA HRASTA LUŽNJAKA  
(*Quercus robur* L.)**

**I NJIHOV UTJECAJ NA NICANJE, RAST I  
RAZVOJ SADNICA U KONTROLIRANIM  
UVJETIMA**

DOKTORSKI RAD

Mentor: izv. prof. dr. sc. Damir Drvodelić

Zagreb, 2023.



University of Zagreb

FACULTY OF FORESTRY AND WOOD TECHNOLOGY

Sandra Crnković

**VARIABILITY OF MORPHOLOGICAL  
TRAITS OF PEDUNCULATE OAK  
(*Quercus robur* L.) ACORN  
AND THEIR INFLUENCE ON  
GERMINATION, GROWTH AND  
DEVELOPMENT OF SEEDLINGS  
UNDER CONTROLLED CONDITIONS**

DOCTORAL THESIS

Supervisor: izv. prof. dr. sc. Damir Drvodelić

Zagreb, 2023.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

TI (naslov)	Varijabilnost morfoloških značajki žira hrasta lužnjaka ( <i>Quercus robur</i> L.) i njihov utjecaj na nicanje, rast i razvoj sadnica u kontroliranim uvjetima
AU (autor)	Sandra Crnković
AD (adresa)	Vinka Dvoržaka 7, 43 000 Bjelovar, Hrvatska e-mail: sandra.crnkovic@hrsume.hr
SO (izvor)	Šumarska knjižnica, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Svetošimunska 23, 10000 Zagreb
PY (godina objave)	2023.
LA (izvorni jezik)	hrvatski
DE (ključne riječi)	Šumski reproduksijski materijal, klonska sjemenska plantaža, fenologija listanja, uzgoj sadnica u kontroliranim uvjetima
GE (zemlja objave)	Republika Hrvatska
PT (vrsta objave)	Doktorski rad
VO (obujam)	140 stranica, 89 tablica, 58 slika, 129 navoda literature
AB (sažetak)	<p>Utjecaji sve izraženijih klimatskih promjena na šume hrasta lužnjaka očituju se u smanjenju vitaliteta, sušenju, pojavi štetnika i bolesti i izostanku uroda žira. Budući da je urod žira već nekoliko godina slab ili djelomičan i nema ga dovoljno za potrebe gospodarenja, Hrvatske šume d.o.o. su 2023. godine raspisale natječaj za premještanje šumskog reproduksijskog materijala hrasta lužnjaka, i sjemena i sadnica, iz zemalja Europske unije u Republiku Hrvatsku. Znanstvena istraživanja iz područja šumskog sjemenarstva, kao i uporaba kvalitetnog sjemena, od sve su većeg značaja jer su očuvanje ciklusa prirodne obnove, očuvanje genofonda i biološke raznolikosti izazovi za šumarske stručnjake, kako u znanosti tako i u praksi.</p> <p>U klonskoj sjemenskoj plantaži „Pleščice I“ od 2014. do 2018. godine opažano je vrijeme ulaska klonova u fenofazu produljenja pupova. Prema dobivenim podacima svi klonovi su klaster analizom razvrstani u tri klastera ili grupe: ranolistajući, intermedijarni i kasnolistajući. Prema položaju matičnih, plus stabala u sastojinama, klonovi su podijeljeni u dvije grupe.</p> <p>Iz uroda 2015. godine sakupljeni su uzorci žira svih klonova i uzgojene su sadnice u kontroliranim uvjetima. Žir grupe ranolistajućih klonova imao je najveće prosječne vrijednosti morfoloških značajki koje označavaju krupnoću: širina, volumen i masa jednog žira dok su prosječne vrijednosti duljine žira bile jednake s vrijednostima grupe intermedijarnih klonova. Prosječne vrijednosti ovih značajki grupe kasnolistajućih klonova bile su najmanje, a razlika s ostalim dvjema grupama bila je statistički značajna za duljinu žira, volumen i masu jednog žira. Kod žira kasnolistajućih klonova, koji je imao najmanju krupnoću, nicanje je, u usporedbi s ostalim dvjema grupama, bilo sporije. Iako između prosječnih vrijednosti promjera vrata korijena, mase korijenskog sustava u suhom stanju, i Dicksonovog indeksa kvalitete, koje</p>

ukazuju na kvalitetu sadnice, nije utvrđena statistički značajna razlika između grupa, grupa ranolistajućih klonova imala je veće prosječne vrijednosti ovih varijabli od ostalih dviju grupa. Korelacija između širine, volumena, odnosno mase jednog žira i mase korijenskog sustava u suhom stanju, za sve klonove i za većinu grupa, bila je pozitivna, slaba, ali statistički značajna.

Odvojenom sjetvom žira hrasta lužnjaka različite krupnoće i žira porijeklom od ranolistajućih i intermedijarnih odnosno kasnolistajućih klonova klonske sjemenske plantaže „Plešćice I“, u rasadniku mogu se uz pravilnu gustoću sjetve uzgojiti sadnice željene starosti i sadnice koje će biti prilagođene određenim okolišnim uvjetima. Unos šumskog reprodukcijanskog materijala visoke kakvoće, kategorije kvalificiran, na odgovarajuća staništa, jedan je od važnih preduvjeta uspješne obnove i kvalitete buduće sastojine.

---

**BASIC DOCUMENTATION CARD**

TI (Title)	Variability of morphological traits of pedunculate oak ( <i>Quercus robur</i> L.) acorn and their influence on germination, growth and development of seedlings under controlled conditions
OT (Original title)	Varijabilnost morfoloških značajki žira hrasta lužnjaka ( <i>Quercus robur</i> L.) i njihov utjecaj na nicanje, rast i razvoj sadnica u kontroliranim uvjetima
AU (Author)	Sandra Crnković
AD (Address)	Vinka Dvoržaka 7, 43 000 Bjelovar, Hrvatska e-mail: sandra.crnkovic@hrsume.hr
SO (Source)	Library of Forestry, Faculty of Forestry and Wood Technology Svetošimunska 23, 10000 Zagreb
PY (Publication year)	2023.
LA (Text language)	Croatian
DE (Descriptors)	Forest reproductive material, clonal seed orchard, leafing phenology, growing seedlings under controlled conditions
GE (Geo. headings)	Republic of Croatia
PT (Publication type)	Doctoral Thesis
VO (Volume)	140 pages, 89 tables, 58 figures, 129 bibliographical references
AB (Abstract)	<p>The effects of increasingly pronounced climate changes on pedunculate oak forests are manifested in decreased vitality, dieback, onset of pests and diseases and the absence of acorn yield. For the past several years acorn yield has either been poor or partial, making it insufficient for management needs. For this reason, in 2023 the company Croatian Forests Ltd announced a tender for the transfer of forest reproductive material of pedunculate oak, including seeds and seedlings, from the European Union countries to the Republic of Croatia. Scientific research in the field of forest seed production, as well as the use of quality seeds, are increasingly gaining importance because the preservation of the natural regeneration cycle, as well as the conservation of the gene pool and biological diversity, set challenges to forest experts, both in science and in practice.</p> <p>In the clonal seed orchard “Plešćice I”, the time of entry of clones into the phenophase of bud elongation was monitored from 2014 to 2018. According to the obtained data, all clones were classified into three clusters or groups by cluster analysis: early-flushing, intermediary-flushing and late-flushing. The clones were divided into two groups according to the position of parent plus trees in the stands.</p> <p>Acorn samples of all clones were collected from the 2015 harvest and seedlings were grown under controlled conditions. The acorn from the group of early-flushing clones had the highest average values of the morphological traits that indicate size: width, volume and mass of one acorn, whereas the average values of acorn length were equal to the values of the intermediary clone group. The average values of these traits in the late-flushing clone</p>

group were the lowest, while the difference with the other two groups were statistically significant for acorn length, volume and mass. In the case of acorns of late-flushing clones, which had the smallest size, germination was slower compared to the other two groups. Although no significant difference was found between the groups in terms of average values of the root collar diameter, root system mass in dry condition, and Dicken's quality index, which indicate seedling quality, the group of early-flushing clones attained higher average values of these variables in comparison with the other two groups. A correlation between the width, volume, and mass of one acorn and mass of the root system in dry condition for all clones and for the majority of the groups, was positive and weak, but statistically significant.

By separately sowing pedunculate oak acorns of different sizes and acorns originating from early-flushing and intermediate or late-flushing clones from the clonal seed orchard "Plešćice I", it is possible to grow seedlings of the desired age and seedlings adapted to certain environmental conditions, provided the correct sowing density is applied. The introduction of high-quality forest reproductive material in the qualified category to appropriate sites is one of the important prerequisites for successful regeneration and quality of the future stand.

---



## INFORMACIJE O MENTORU

**Izv. prof. dr. sc. Damir Drvodelić**, rođen je 8. lipnja 1974. godine u Zagrebu, osnovnu i srednju školu završio je u Velikoj Gorici. Na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu diplomirao je 1999. godine. Od 15. ožujka 2002. godine zaposlen je na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu u Zavodu za ekologiju i uzgajanje šuma na radnom mjestu znanstvenog novaka. Doktorski studij *Šumarstvo, smjer Uzgajanje i uređivanje šuma s lovnim gospodarenjem* upisao je 2005. godine na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, a 9. travnja 2010. godine obranio je doktorsku disertaciju pod naslovom *Značajke sjemena i rasadnička proizvodnja nekih vrsta roda Sorbus L.* pod mentorstvom prof. dr. sc. Milana Oršanića. U znanstveno zvanje znanstvenog suradnika u području biotehničkih znanosti i znanstvenom polju šumarstvo izabran je 9. studenog 2010. godine u zvanje višeg znanstvenog suradnika 13. srpnja 2012. godine, a u zvanje znanstvenog savjetnika 12. prosinca 2019. godine. U znanstveno nastavno zvanje docenta izabran je 20. veljače 2013. godine i reizabran 22. veljače 2018. godine. U znanstveno nastavno zvanje izvanrednoga profesora izabran je 3. ožujka 2021. godine.

Danas radi na radnom mjestu izvanrednoga profesora na Zavodu za ekologiju i uzgajanje šuma Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu i sudjeluje u nastavi na preddiplomskom studiju *Šumarstvo* iz predmeta Osnivanje šuma te na diplomskom studiju *Šumarstvo, smjer Uzgajanje i uređivanje šuma s lovnim gospodarenjem* iz predmeta Uzgajanje šuma posebne namjene i Uzgoj stabala izvan šuma. Na preddiplomskom studiju *Urbano šumarstvo, zaštita prirode i okoliša* nastavnik je iz predmeta Uzgajanje šuma posebne namjene i Arborikultura, a na diplomskom studiju smjera *Urbano šumarstvo zaštita prirode i okoliša* iz predmeta Rasadnička proizvodnja ukrasnoga bilja. U okviru izrade novih studijskih programa preddiplomske i diplomske nastave pri prijelazu na Bolonjski sustav sudjelovao je u izradi programa iz obveznih predmeta koje danas predaje. Nastavnik je i dvaju predmeta na doktorskom studiju *Šumarstvo i drvna tehnologija*.

Kao autor ili koautor objavio oko 130 članaka raznih kategorija. Uže znanstveno područje istraživanja izv. prof. dr. sc. Damira Drvodelića su šumske voćkarice (sjemenarstvo i rasadnička proizvodnja) i rasadnička proizvodnja šumskih sadnica i ukrasnoga bilja. Sudjelovao je na brojnim međunarodnim i domaćim znanstvenim skupovima te na znanstvenim ekskurzijama u Republici Sloveniji, Republici Češkoj i Republici Slovačkoj.

Bio je član povjerenstava za obranu triju doktorskih radova i jednog završnog specijalističkog rada te mentor 19 završnih i diplomskih radova, te je objavio sedam znanstvenih radova u koautorstvu sa studentima. Pomagao je pri izradi 46 završnih i diplomskih radova obranjenih na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu te je bio član povjerenstva za obranu mnogih diplomskih radova. Trenutno je mentor dva doktoranda upisana na Fakultet šumarstva i drvne tehnologije.

Obnašao je funkciju voditelja jednog domaćeg znanstvenog i bio je suradnik na osam domaćih znanstvenih i stručnih projekata. Recenzirao je više od 100 znanstvenih radova, znanstvenih i stručnih knjiga te znanstvenih projekata. Na Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije obnaša dužnosti poput voditelja laboratorija za šumsko sjemenarstvo i rasadničarstvo na Zavodu za ekologiju i uzgajanje šuma, tehničkog suradnika časopisa *Glasnik za šumske pokuse*, uredničkog vijeća znanstvenog časopisa *Nova mehanizacija šumarstva*, zamjenika voditelja Nastavno-pokusnog šumskog objekta Zagreb, upravitelja NPŠO Zagreb gdje pripadaju i tri fakultetska rasadnika, člana Fakultetskog vijeća iz reda nastavnika Šumarskoga odsjeka za akad. god. 2016./2017. i 2017./2018., voditelja poslijediplomskog specijalističkog studija *Uzgajanje i osnivanje šuma* i još mnoge druge. U 2019. godini izabran je za člana Uredničkog odbora časopisa *Šumarski list*, u znanstveno-stručnom području Uzgajanje šuma i hortikultura, urednik znanstvene grane sjemenarstvo i rasadničarstvo. Koautor je četiriju nerecenziranih skripti za studente iz triju obveznih predmeta. Od 2003. godine sudjeluje u brojnim aktivnostima popularizacije šumarske znanosti (HRT znanstvene emisije, radijske emisije, stručni i popularni članci, međunarodni sajmovi inovacija, edukacije na svim razinama, tribine, stručna predavanja, popularno-znanstvena predavanja, pozvana predavanja, popularno-znanstveni projekti i dr.).

Koautor je stručnog priručnika pod nazivom *Šumarski priručnik za privatne šumovlasnike* koji je izdan 2010. godine na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, dvije Sveučilišne znanstvene monografije pod nazivima *Oskoruša: važnost, uporaba i uzgoj* (2015.), i *Jarebika: važnost, uzgoj i uporaba* (2019.), znanstvene knjige pod nazivom *Ekologija, obnova i zaštita poplavnih šuma Posavine* (2020.) i autor znanstvene knjige *Slatki pelin (Artemisia annua L.) i ostali pelini: važnost, uzgoj i uporaba* (2022.). Na poseban način promovira oskorušu nizom aktivnosti na njezinoj inventarizaciji na području cijele Republike Hrvatske, uzgoja sadnica u rasadniku, edukacija o sadnji, njezi i održavanju, poticanja sadnje na terenu te pisanjem popularnih članaka u raznim časopisima i stručnim knjigama.

Član je Hrvatskog šumarskog društva, ogranka Zagreb, The International Seed Testing Association (ISTA), Hrvatske udruge za arborikulturu (HUA). U 2017. godini izabran je za člana suradnika Akademije šumarskih znanosti (AŠZ). Bio je osnivač i dopredsjednik Udruge za zaštitu prirode i okoliša „Zasadi stablo, ne budi panj!“ Danas je stručni savjetnik navedene udruge i član Upravnog odbora.

## ZAHVALA

Uloga kvalitetnog šumskog sjemena u obnovi šuma je velika. Tijekom dugogodišnjeg bavljenja šumskim sjemenarstvom ono se utkalo u moj put. Na radovima osnivanja klonske sjemenske plantaže „Pleščice I“ sudjelovala sam od samih početaka, odabirući kandidate plus stabala u česmanskom bazenu lužnjakovih šuma. Tada sam, davne 1997. godine imala prigodu provesti dane na terenu s akademikom Mirkom Vidakovićem i kolegom Zlatkom Perićem. Slušajući i upijajući njihova znanja, postignuća, ciljeve, sve je već tada vodilo prema ovom istraživanju.

Zahvalna sam svima koji su sudjelovali u pojedinim dijelovima izrade ovoga rada.

Izv. prof. dr. sc. Damir Drvodelić svojim dragocjenim savjetima, dajući mi detaljne upute i sugestije poticao je i usmjeravao moja istraživanja. Na tome sam mu neizmjereno zahvalna.

Prof. dr. sc. Milanu Oršaniću zahvalna sam na svim korisnim savjetima kao i na kritičkim osvrtima kojima je poticao izradu ovoga rada.

Matku Mužaru, mag. ing. silv., i Blaženki Molnar, mag. ing. silv., vrijednim i marljivim kolegama, zahvaljujem na predanom radu sa žirom i sadnicama u laboratoriju, na strpljenju, svim postavljenim pitanjima, zapažanjima, zajedničkim zaključcima.

Igoru Sokoloviću, mag. ing. silv., zahvaljujem na pomoći u prikupljanju stručne literature, oblikovanju rada i na crtežima koji su ovaj rad obogatili.

Jovici Bašiću, dipl. ing. šum. zahvalna sam na pomoći u izradi karata koje su sastavni dio rada.

Kolegici dr. sc. Maji Gradečki-Poštenjak zahvaljujem na svim korisnim savjetima, raspravama, usmjeravanju i preporukama. Tijekom naše dugogodišnje suradnje i prijateljstva ukazivala mi je na značaj šumskog sjemena i šumskog sjemenarstva u šumarstvu.

Kolegi mr. sc. Zdravku Brekalu zahvalna sam na svim stručnim raspravama, prijedlozima, sugestijama, na bezrezervnom poticanju i na pomoći u trenucima koji su mi se činili bezizlaznim.

Hrvatske šume d.o.o. manjim, ali značajnim dijelom, financijski su podržale moj poslijediplomski doktorski studij i na tome sam zahvalna.

Zahvaljujem se i svim kolegama iz HŠ d.o.o. koji su mi na izravan ili savjetodavan način pomogli.

Prijateljici Željki Kalabek, profesorici kroatistike i južnoslavenskih filologija, zahvalna sam za strpljivo čitanje i lektoriranje ovog rada.

Posebno sam zahvalna svom suprugu Goranu. Sudjelovao je u sakupljanju uzoraka žira, postavljanju pokusa, pružao mi podršku i davao vjeru tijekom cijelog studija potičući me da pomičem svoje granice.

Zahvalna sam i Svenu, svome sinu. Učeći ga da svaki uloženi trud, rad i ulaganje u obrazovanje imaju vrijednost i smisao, i da uvijek pokažu rezultate, isto to učio je i on mene, i postajala sam svjesnija i sigurnija da radim pravu stvar.

*„Nikad ne treba podcijeniti moć mnoštva malih koraka. (...) sve je moguće. Ako ustrajem. I ako svaki dan radim bar mali korak u pravom smjeru.“ (Ivana Štulić)*

Sandra Crnković

## POPIS SLIKA

**Slika 1:** Stablo hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u gospodarskoj jedinici „Česma“

**Slika 2:** Građa sjemena hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) (autor: Igor Sokolović, mag. ing. silv.)

**Slika 3:** Klijanac hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) (autor: Igor Sokolović, mag. ing. silv.)

**Slika 4:** Sjemenske regije hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj

**Slika 5:** Plus stablo hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) (autor: Željko Gubijan, dipl. ing. šum.)

**Slika 6:** Položaj klonske sjemenske plantaže hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) „Plešćice I“ u UŠP Bjelovar (autor: Jovica Bašić, dipl. ing. šum.)

**Slika 7:** Klonska sjemenska plantaže hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) „Plešćice I“, aerofotogrametrijski snimak (autor: Jovica Bašić, dipl. ing. šum.)

**Slika 8:** Klonska sjemenska plantaža hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) „Plešćice I“

**Slika 9:** Odabrana rameta klona 44

**Slika 10:** Fenofaze listanja hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), prema Liesebahovu praćenju listanja bukve

**Slika 11:** Razlike u početku listanja između ranolistajućih, intermedijarnih i kasnolistajućih klonova hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na klonskoj sjemenskoj plantaži „Plešćice“ I

**Slika 12:** Prostorni raspored plus stabala hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) klonske sjemenske plantaže „Plešćice I“ (autor: Jovica Bašić, dipl. ing. šum.)

**Slika 13:** Utvrđivanje morfoloških značajki žira

**Slika 14:** Sjetva žira hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u multikontejner HIKO V 530

**Slika 15:** Nicanje, odnosno pojavljivanje epikotila na površini supstrata

**Slika 16:** Multikontejneri u komori rasta Kambič

**Slika 17:** Priprema nadzemnog dijela sadnica hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) za sušenje

**Slika 18:** Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredina za tri klastera

**Slika 19:** Ulazak klonova razvrstanih u tri klastera u fenofazu produljenja pupova po godinama

**Slike 20 i 21:** Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu ravna duljina žira za grupe R, I i K, i za grupe G.J.1 i G.J.2

**Slike 22 i 23:** Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu zakrivljena duljina žira za grupe R, I i K, i grupe G.J.1 i G.J.2

**Slike 24 i 25:** Aritmetičke sredine i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredina za varijablu ravna širina žira za grupe R, I i K, i za grupe G.J.1 i G.J.2

**Slike 26 i 27:** Aritmetičke sredine i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredina za varijablu zakrivljena širina žira za grupe R, I i K, i za grupe G.J.1 i G.J.2

**Slike 28 i 29:** Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu zakrivljenost žira za grupe R, I i K, i za grupe G.J.1 i G.J.2

**Slika 30 i 31:** Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu volumen žira, za grupe R, I i K, i za grupe G.J.1 i G.J.2

**Slike 32 i 33:** Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu omjer širine i duljine žira za grupe R, I i K, i G.J.1 i G.J.2

**Slike 34 i 35:** Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu opseg žira za grupe R, I i K, i za grupe G.J.1 i G.J.2

**Slike 36 i 37:** Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu masa jednog žira za grupe R, I i K, i za grupe G.J.1 i G.J.2

**Slika 38:** PCA ordinacijski dijagram analiziranog žira hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) za grupe R, I i K

**Slika 39:** PCA ordinacijski dijagram analiziranog žira hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) za grupe G.J.1 i G.J.2

**Slika 40:** Dinamika nicanja sadnica za sve klonove

**Slika 41:** Dinamika nicanja sadnica za grupe R, I i K

**Slika 42:** Dinamika nicanja sadnica za grupe G.J.1 i G.J.2

**Slike 43 i 44:** Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu visina sadnice za grupe R, I i K, i za grupe G.J.1 i G.J.2

**Slike 45 i 46:** Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu promjer vrata korijena sadnice za grupe R, I i K i za grupe G.J.1 i G.J.2

**Slike 47 i 48:** Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju za grupe R, I i K i za grupe G.J.1 i G.J.2

**Slike 49 i 50:** Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu masa korijena sadnice u suhom stanju za grupe R, I i K i za grupe G.J.1 i G.J.2

**Slike 51 i 52:** Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu ukupna masa sadnice u suhom stanju za grupe R, I i K i za grupe G.J.1 i G.J.2

**Slike 53 i 54:** Sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu koeficijent vitkosti sadnice za grupe R, I i K, i za grupe G.J.1 i G.J.2.

**Slike 55 i 56:** Sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine varijable indeks kvalitete sadnice za grupe R, I i K, G.J.1 i G.J.2

**Slike 57 i 58:** Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu Dicksonov indeks kvalitete sadnice za grupe R, I i K i za grupe G.J.1 i G.J.2



## POPIS TABLICA

**Tablica 1:** Klonske sjemenske plantaže na području Republike Hrvatske

**Tablica 2:** Srednje mjesečne (TS), minimalne mjesečne (Tmin) i apsolutne minimalne mjesečne (Aps.min.) temperature zraka (°C) za meteorološku postaju Čazma za razdoblje (2014. - 2018.)

**Tablica 3:** Tablica 3: Srednje mjesečne (TS), apsolutne maksimalne (Aps.max.) i apsolutne minimalne (Aps. min.) mjesečne temperature zraka za meteorološku postaju Bjelovar za razdoblje 1984. - 2013.

**Tablica 4:** Ulazak klonova u fenofazu produljenja pupova, L2

**Tablica 5:** Deskriptivna statistika ulaska u fenofazu produljenja pupova za tri grupe klonova

**Tablica 6:** Leveneov test o homogenosti varijance

**Tablica 7:** Analiza varijance (ANOVA)

**Tablica 8:** Analiza varijance (ANOVA) za tri predložena klastera po godinama;  $df = 2; 50$

**Tablica 9:** Članovi klastera i njihova udaljenost od odgovarajućeg centra klastera

**Tablica 10:** Deskriptivna analiza za pojedine klastere

**Tablica 11:** Aritmetičke sredine početka ulaska u fenofazu produljenja pupova u danima

**Tablica 12:** Leveneov test o homogenosti varijance za grupe klonova R, I i K

**Tablica 13:** Leveneov test o homogenosti varijance za grupe G.J.1 i G.J.2

**Tablica 14:** Leveneov test o homogenosti varijance za klonove

**Tablica 15:** Deskriptivna statistika za varijablu ravna duljina žira

**Tablica 16:** Kruskal-Wallisov test za varijablu ravna duljina žira između grupa R, I i K:

$H = 46,80619; p = 0,000000$

**Tablica 17:** Višestruka usporedba p-vrijednosti

**Tablica 18:** Analiza varijance (ANOVA) za varijablu ravna duljina žira između grupa G.J.1 i G.J.2:  $F = 13,88; p = 0,000203$

**Tablica 19:** Analiza varijance (ANOVA) za varijablu ravna duljina žira između klonova:  $F = 77,82; p = 0,000000$

**Tablica 20:** Deskriptivna statistika za varijablu zakrivljena duljina žira

**Tablica 21:** Kruskal-Wallisov test za varijablu zakrivljena duljina žira između grupa R, I i K:  $H = 48,59046; p = 0,000000$

**Tablica 22:** Višestruka usporedba p-vrijednosti:  $H = 48,59046; p = 0,000000$

**Tablica 23:** Kruskal-Wallisov test za varijablu zakrivljena duljina žira između grupa G.J.1 i G.J.2:  $H = 5,530840; p = 0,0187$

**Tablica 24:** Analiza varijance (ANOVA) za varijablu zakrivljena duljina žira između klonova:  
 $F = 77,21$ ;  $p = 0,000000$

**Tablica 25:** Deskriptivna statistika za varijablu ravna širina žira

**Tablica 26:** Analiza varijance (ANOVA) za varijablu ravna širina žira između grupa G.J.1 i G.J.2:  $F = 15,03$ ;  $p = 0,000114$

**Tablica 27:** Analiza varijance (ANOVA) za varijablu ravna širina žira između klonova:  
 $F = 76,73$ ;  $p = 0,000000$

**Tablica 28:** Deskriptivna statistika za varijablu zakrivljena širina žira

**Tablica 29:** Analiza varijance (ANOVA) za varijablu zakrivljena širina žira između grupa G.J.1 i G.J.2:  $F = 14,81$ ;  $p = 0,000127$

**Tablica 30:** Analiza varijance (ANOVA) za varijablu zakrivljena širina žira između klonova:  
 $F = 76,83$ ;  $p = 0,000000$

**Tablica 31:** Deskriptivna statistika za varijablu zakrivljenost žira

**Tablica 32:** Analiza varijance (ANOVA) za varijablu zakrivljenost žira između klonova:  
 $F = 10,93$ ;  $p = 0,000000$

**Tablica 33:** Deskriptivna statistika za varijablu volumen žira

**Tablica 34:** Kruskal-Wallisov test za varijablu volumen žira između grupa klonova R, I i K:  
 $H = 28,31639$ ;  $p = 0,000000$

**Tablica 35:** Višestruka usporedba p-vrijednosti:  $H = 28,31639$ ;  $p = 0,000000$

**Tablica 36:** Analiza varijance (ANOVA) za varijablu volumen žira između grupa G.J.1 i G.J.2:  $F = 15,70$ ;  $p = 0,000078$

**Tablica 37:** Analiza varijance (ANOVA) za varijablu volumen žira između klonova:  
 $F = 63,08$ ;  $p = 0,000000$

**Tablica 38:** Deskriptivna statistika za varijablu omjer širine i duljine žira

**Tablica 39:** Kruskal-Wallisov test za varijablu omjer širine i duljine žira između grupa R, I i K:  $H = 53,47257$ ;  $p = 0,000000$

**Tablica 40:** Višestruka usporedba p-vrijednosti:  $H = 53,47257$ ;  $p = 0,000000$

**Tablica 41:** Analiza varijance (ANOVA) za varijablu omjer širine i duljine žira između klonova:  $F = 129,81$ ;  $p = 0,000000$

**Tablica 42:** Deskriptivna statistika za varijablu opseg žira

**Tablica 43:** Kruskal-Wallisov test za varijablu opseg žira između grupa R, I i K:  
 $H = 43,75368$ ;  $p = 0,000000$

**Tablica 44:** Višestruka usporedba p-vrijednosti:  $H = 43,75368$ ;  $p = 0,000000$

**Tablica 45:** Kruskal-Wallisov test za varijablu opseg žira između grupa G.J.1 i G.J.2:

$H = 4,845874$ ;  $p = 0,0277$

**Tablica 46:** Analiza varijance (ANOVA) za varijablu opseg žira između klonova:

$F = 66,31$ ;  $p = 0,000000$

**Tablica 47:** Deskriptivna statistika za varijablu masa jednog žira

**Tablica 48:** Leveneov test o homogenosti varijanci za varijablu masa jednog žira (g) za grupe klonova R, I i K

**Tablica 49:** Kruskal-Wallisov test za varijablu masa žira između grupa R, I i K:

$H = 36,56379$ ;  $p = 0,000000$

**Tablica 50:** Višestruka usporedba p-vrijednosti:  $H = 36,56379$ ;  $p = 0,000000$

**Tablica 51:** Leveneov test o homogenosti varijanci za varijablu masa jednog žira za grupe klonova G.J.1 i G.J.2

**Tablica 52:** Analiza varijance (ANOVA) za varijablu masa jednog žira između grupa G.J.1 i G.J.2:  $F = 26,84$ ;  $p = 0,000000$

**Tablica 53:** Leveneov test o homogenosti varijanci za varijablu masa jednog žira za klonove

**Tablica 54:** Analiza varijance (ANOVA) za varijablu masa jednog žira za sve klonove:

$F = 61,10$ ;  $p = 0,000000$

**Tablica 55:** Svojevrsne vrijednosti glavnih komponenti

**Tablica 56:** Koordinate PCA analize za 10 morfoloških značajki žira hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.)

**Tablica 57:** Deskriptivna statistika za PC1, grupe R, I i K

**Tablica 58:** Deskriptivna statistika za PC2, grupe R, I i K

**Tablica 59:** Deskriptivna statistika za PC1, grupe G.J.1 i G.J.2

**Tablica 60:** Deskriptivna statistika za PC2, grupe G.J.1 i G.J.2

**Tablica 61:** Dinamika nicanja sadnica (%) po danima i po grupama klonova

**Tablica 62:** Leveneov test o homogenosti varijanci za grupe R, I i K

**Tablica 63:** Leveneov test o homogenosti varijanci za grupe G.J.1 i G.J.2

**Tablica 64:** Leveneov test o homogenosti varijanci između klonova

**Tablica 65:** Deskriptivna statistika za varijablu visina sadnice

**Tablica 66:** Analiza varijance (ANOVA) za varijablu visina sadnice između grupa R, I i K:

$F = 3,13$ ;  $p = 0,045484$

**Tablica 67:** Bonferronijev test za varijablu visina sadnice:  $MS = 7116,6$ ;  $df = 242$

**Tablica 68:** Duncanov test za varijablu visina sadnice:  $MS = 7116,6$ ;  $df = 242$

**Tablica 69:** Deskriptivna statistika za varijablu promjer vrata korijena sadnice

**Tablica 70:** Deskriptivna statistika za varijablu masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju

**Tablica 71:** Kruskal-Wallisov test za varijablu masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju između grupa R, I i K:  $H = 11,75055$ ;  $p = 0,0028$

**Tablica 72:** Višestruka usporedba p-vrijednosti:  $H = 11,75055$ ;  $p = 0,028$

**Tablica 73:** Analiza varijance (ANOVA) za varijablu masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju između grupa G.J.1 i G.J.2:  $F = 5,87$ ;  $p = 0,016140$

**Tablica 74:** Deskriptivna statistika za varijablu masa korijena u suhom stanju

**Tablica 75:** Deskriptivna statistika za varijablu ukupna masa sadnice u suhom stanju

**Tablica 76:** Analiza varijance (ANOVA) za varijablu ukupna masa sadnice u suhom stanju između grupa R, I i K:  $F = 4,05$ ;  $p = 0,018546$

**Tablica 77:** Bonferronijev test za varijablu ukupna masa sadnice u suhom stanju između grupa R, I i K:  $MS = 3,1102$ ,  $df = 242$

**Tablica 78:** Deskriptivna statistika za varijablu koeficijent vitkosti sadnice

**Tablica 79:** Deskriptivna statistika za varijablu indeks kvalitete sadnice

**Tablica 80:** Kruskal-Wallisov test za varijablu indeks kvalitete sadnice između grupa R, I i K:  $H = 6,165522$ ;  $p = 0,0458$

**Tablica 81:** Višestruka usporedba p-vrijednosti:  $H = 6,165522$ ;  $p = 0,0458$

**Tablica 82:** Kruskal-Wallisov test za varijablu indeks kvalitete sadnice između grupa G.J.1 i G.J.2:  $H = 8,938267$ ;  $p = 0,0028$

**Tablica 83:** Deskriptivna statistika za varijablu Dicksonov indeks kvalitete

**Tablica 84:** Korelacijski koeficijenti za morfološke značajke žira i sadnica za sve klonove

**Tablica 85:** Korelacijski koeficijenti za morfološke značajke žira i sadnica za grupu R

**Tablica 86:** Korelacijski koeficijenti za morfološke značajke žira i sadnica za grupu I

**Tablica 87:** Korelacijski koeficijenti za morfološke značajke žira i sadnica za grupu K

**Tablica 88:** Korelacijski koeficijenti za morfološke značajke žira i sadnica za grupu G.J.1

**Tablica 89:** Korelacijski koeficijenti za morfološke značajke žira i sadnica za grupu G.J.2

## POPIS KRATICA

ANOVA analiza varijance

DQI - Dicksonov indeks kvalitete

G.J.1 – gospodarske jedinice „Česma“ i „Čazmanske nizinske šume“

G.J.2 – gospodarske jedinice „jedinica „Grđevačka Bilogora“, „Zdenački gaj - Prespinjača“,

„Trupinski - Pašijanski gaj“, „Daruvarske prigorske šume“ i „Međuvođe - Ilovski lug“

H – visina

H/PVK – koeficijent vitkosti

HŠ d.o.o. – „Hrvatske šume“ d.o.o.

$H_0$  – nulta hipoteza

$H_1$  – alternativna hipoteza

I – intermedijarni

K – kasnolistajući

KO – koeficijent projiciranog opsega

L1 – fenofaza mirovanja

L2 – fenofaza produljenja pupova

MN – masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju

MK – masa korijenskog sustava u suhom stanju

MN/MK – indeks kvalitete sadnice

NPŠO – nastavno pokusni šumski objekt

O – opseg

PCA – analiza glavnih komponenata

PC1 – prvi faktor

PC2 – drugi faktor

PP – projicirana površina

PSK – površina regije sjemena s kružnim presjekom

PVK – promjer vrata korijena

R – ranolistajući

RD, RŠ – ravna duljina žira, ravna širina žira

Š/D – omjer širine i duljine

UB – ukupna masa sadnice u suhom stanju

UŠP – Uprava šuma Podružnica

V – volumen

Z – zakrivljenost

ZD, ZŠ – zakrivljena duljina žira, zakrivljena širina žira

## SADRŽAJ

---

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA .....	I
BASIC DOCUMENTATION CARD .....	III
INFORMACIJE O MENTORU .....	V
ZAHVALA.....	VIII
POPIS SLIKA .....	X
POPIS TABLICA.....	XIII
POPIS KRATICA .....	XVII
SADRŽAJ .....	XVIII
<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1. Opće značajke hrasta lužnjaka ( <i>Quercus robur</i> L.).....	3
1.1.1. Taksonomski položaj i rasprostranjenost .....	3
1.1.2. Morfologija hrasta lužnjaka .....	3
1.1.3. Fenologija listanja hrasta lužnjaka .....	6
1.1.4. Plodonošenje hrasta lužnjaka .....	7
1.2. Šumske zajednice, sjemenske jedinice i šumski sjemenski objekti hrasta lužnjaka u Republici Hrvatskoj.....	9
1.2.1. Šumske zajednice hrasta lužnjaka .....	9
1.2.2. Sjemenske jedinice hrasta lužnjaka.....	10
1.2.3. Šumski sjemenski objekti hrasta lužnjaka.....	10
1.3. Dosadašnja istraživanja morfoloških značajki sjemena i sadnica hrasta lužnjaka ....	14
1.3.1. Morfološke značajke žira hrasta lužnjaka .....	14
1.3.2. Morfološke značajke sadnica hrasta lužnjaka .....	17
1.3.3. Korelacije između morfoloških značajki žira i sadnica hrasta lužnjaka .....	20
1.4. Ciljevi i hipoteze istraživanja .....	21
<b>2. MATERIJALI I METODE.....</b>	<b>22</b>
2.1. Područje istraživanja.....	22
2.2. Klimatske prilike područja istraživanja .....	24
2.3. Početak listanja .....	25
2.4. Morfološke značajke žira.....	28
2.5. Morfološke značajke sadnica.....	30
<b>3. REZULTATI .....</b>	<b>34</b>
3.1. Početak listanja .....	34

3.2.	Morfološke značajke žira.....	39
3.2.1.	Ravna duljina žira (mm).....	41
3.2.2.	Zakrivljena duljina žira (mm) .....	43
3.2.3.	Ravna širina žira (mm).....	46
3.2.4.	Zakrivljena širina žira (mm).....	48
3.2.5.	Zakrivljenost žira (%).....	50
3.2.6.	Volumen žira (cm <sup>3</sup> ) .....	51
3.2.7.	Omjer širine i duljine žira.....	54
3.2.8.	Opseg žira (mm).....	56
3.2.9.	Masa jednog žira (g).....	58
3.2.10.	Analiza glavnih komponenata.....	61
3.3.	Nicanje sadnica.....	65
3.4.	Morfološke značajke sadnica.....	67
3.4.1.	Visina sadnice (mm).....	69
3.4.2.	Promjer vrata korijena sadnice (mm) .....	71
3.4.3.	Masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju (g) .....	72
3.4.4.	Masa korijena u suhom stanju (g) .....	75
3.4.5.	Ukupna masa sadnice u suhom stanju (g) .....	76
3.4.6.	Koeficijent vitkosti sadnice (H (cm)/PVK (mm)).....	78
3.4.7.	Indeks kvalitete sadnice (MN/MK).....	79
3.4.8.	Dicksonov indeks kvalitete sadnice (DQI).....	81
3.5.	Korelacije morfoloških značajki žira i morfoloških značajki sadnica.....	82
<b>4.</b>	<b>RASPRAVA</b> .....	<b>90</b>
4.1.	Početak listanja .....	90
4.2.	Morfološke značajke žira.....	91
4.2.1.	Duljina žira (mm).....	92
4.2.2.	Širina žira (mm) .....	93
4.2.3.	Zakrivljenost žira (%).....	95
4.2.4.	Volumen žira (cm <sup>3</sup> ) .....	95
4.2.5.	Omjer širine i duljine žira.....	96
4.2.6.	Opseg žira (mm).....	97
4.2.7.	Masa jednog žira (g).....	97
4.3.	Nicanje sadnica.....	99
4.4.	Morfološke značajke sadnica.....	100
4.4.1.	Visina sadnice .....	100

4.4.2.	Promjer vrata korijena.....	102
4.4.3.	Koeficijent vitkosti.....	103
4.4.4.	Masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju.....	103
4.4.5.	Masa korijena u suhom stanju.....	104
4.4.6.	Ukupna masa sadnica u suhom stanju.....	105
4.4.7.	Indeks kvalitete sadnice .....	106
4.4.8.	Dicksonov indeks kvalitete (DQI).....	106
4.5.	Korelacije morfoloških značajki žira i morfoloških značajki sadnica.....	107
4.5.1.	Korelacije morfoloških značajki žira .....	107
4.5.2.	Korelacije morfoloških značajki sadnica .....	107
4.5.3.	Korelacije morfoloških značajki žira i morfoloških značajki sadnica .....	107
<b>5.</b>	<b>ZAKLJUČCI</b> .....	<b>109</b>
<b>6.</b>	<b>POPIS LITERATURE</b> .....	<b>111</b>
<b>7.</b>	<b>PRILOZI</b> .....	<b>120</b>
<b>8.</b>	<b>ŽIVOTOPIS</b> .....	<b>140</b>



## 1. UVOD

Gospodarenje šumama obuhvaća radove kojima je cilj dobiti stabilne i produktivne sastojine čija stabla redovito plodonose. U Republici Hrvatskoj šume su najvrjednije obnovljivo prirodno bogatstvo i prema podacima *Šumsko gospodarske osnove područja Republike Hrvatske (2016. – 2025.)* zauzimaju površinu od oko dva milijuna hektara. Površina šuma uređajnog razreda hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), jedne od naših najvažnijih i najvrjednijih šumsko gospodarskih vrsta drveća, u Republici Hrvatskoj veća je od 200 000 ha, drvena zaliha veća je od 48 milijuna m<sup>3</sup>, a godišnji tečajni prirast iznosi jedan milijun m<sup>3</sup>. Zbog velike varijabilnosti i morfoloških i fizioloških značajki hrasta lužnjaka znanstvena istraživanja imaju velik značaj za gospodarenje šumama.

U životu svih šumskih ekosustava sjeme i kvaliteta sjemena imaju važnu ulogu. Žir hrasta lužnjaka je sporedni, ali za život lužnjakovih šuma važan proizvod i o njemu uzgajivači trebaju brinuti tijekom cijele ophodnje (Matić i dr. 1996).

U znanstvenoj literaturi zabilježeno je propadanje hrastovih sastojina u Aziji, Europi i Sjedinjenim Američkim Državama već početkom 20. stoljeća, a kao najčešći stresni čimbenici navode se suša i defolijacija (Gottschalk i Wargo 1997). Sve izraženije klimatske promjene, promjena režima vlaženja i razine podzemne vode, utječu na smanjenje vitaliteta, sušenje hrastovih stabala, na pojavu štetnika i bolesti te na izostanak uroda žira. Narušena je i prirodna obnova, najčešći način pomlađivanja, te ju nadopunjujemo unosom šumskog reprodukcijskog materijala hrasta lužnjaka u sastojine, sjetvom žira omaške ili sadnjom pod motiku i sadnjom sadnica (Matić 1996). Sve ukazuje na to da je kvaliteta šumskog reprodukcijskog materijala jedan od važnih čimbenika koji utječe na uspjeh obnove (Devetaković i dr. 2019). U današnjim uvjetima narušene ekološke ravnoteže očuvanje ciklusa prirodne obnove, očuvanje genofonda i biološke raznolikosti izazovi su za šumarske stručnjake, kako u znanosti tako i u praksi.

U posljednjih nekoliko desetljeća sve je više podataka o otežanoj prirodnoj obnovi gospodarskih lužnjakovih sastojina (Herceg i Telalović, 2011) uzrokovanoj sve slabijim urodima žira čija je kvaliteta sve lošija (Matić i dr. 1996). Podatci o urodu u Republici Hrvatskoj temelje se na sakupljenim količinama žira, ali točni podatci o veličini uroda ne postoje. U godinama dobrog uroda ne sakupi se sav žir, jedan dio ostaje u šumi (Mikloš 1991) i velik broj ponika u godini koja slijedi ukazuje da i nakon završenog sakupljanja na terenu kvalitetan žir otpada sa stabala (Gradečki i dr. 2011). U godinama slabog uroda slab je i odaziv sakupljača te je teško organizirati sakupljanje. Žir napadaju štetni insekti i patogene gljive, a štetne su i

ekstremne temperature. I u godinama dobrog uroda, kao i kad je urod slabiji, velik dio plodova propada tijekom rasta i dozrijevanja (Mikloš 1991).

Problematika uroda žira hrasta lužnjaka trenutno je vrlo aktualna s obzirom na sve izraženije klimatske promjene i nedostatan urod za potrebe gospodarenja. Prema podatcima o sakupljenom žiru hrasta lužnjaka u Hrvatskim šumama d.o.o., 2022. godine ukupno je sakupljeno i preuzeto od sakupljača 1 423 kg, 2021. godine ukupno 345 484 kg, a 2020. godine ukupno 310 850 kg. Budući da je urod žira već nekoliko godina slab ili djelomičan i nema ga dovoljno za potrebe gospodarenja, „Hrvatske šume“ d.o.o. u jesen 2023. godine raspisale su natječaj za premještanje šumskog reprodukcijskog materijala hrasta lužnjaka, i sjemena i sadnica, iz zemalja Europske unije u Republiku Hrvatsku (prema *Zakonu o izmjenama i dopunama Zakona o šumskom reprodukcijskom materijalu*, „Narodne novine“ broj 56/2013). Znanstvena istraživanja iz područja šumskog sjemenarstva, kao i uporaba kvalitetnog sjemena, od sve su većeg značaja jer ono ima svoju gospodarsku vrijednost i mjesto na tržištu (Matić i dr. 1996).

Genetska raznolikost i proizvodnja šumskog reprodukcijskog materijala genetski poboljšanih svojstava povećava vrijednost šuma (Choi i dr. 2022). Važno je i da okolišni uvjeti između provenijencije sjemena i mjesta sadnje budu slični (Neves i Paiva 2003). Šumski reprodukcijski materijal kategorije kvalificiran poboljšane je genetske kakvoće, predstavlja dobit za sutra i dužni smo raditi na unapređenju njegove proizvodnje i uporabe. U poljoprivrednoj proizvodnji velika pažnja pridaje se kvaliteti i podrijetlu sjemena jer se kvaliteta finalnog proizvoda utvrđuje već nakon jedne ili nekoliko vegetacija. U šumarstvu kvaliteta i podrijetlo šumskog reprodukcijskog materijala ima dalekosežniji utjecaj i vrijednost. Svrha ovoga rada je utvrditi varijabilnost morfoloških značajki šumskog reprodukcijskog materijala hrasta lužnjaka kategorije kvalificiran, dopuniti postojeće i utvrditi potencijalne nove spoznaje koje će naći svoju primjenu u praksi.

## 1.1. Opće značajke hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.)

### 1.1.1. Taksonomski položaj i rasprostranjenost

Rod *Quercus* L. iz porodice *Fagaceae*, obuhvaća oko 300 vrsta drveća, i rjeđe grmlja, s arealom najvećim dijelom u umjerenj zoni Sjeverne polutke (Jovanović i Vukićević 1983). Od svih europskih hrastova upravo hrast lužnjak ima najveći areal (Trinajstić 1996), koji se prostire od južnog dijela Skandinavskog poluotoka na sjeveru do sjeverne Afrike na jugu, i od Velike Britanije na zapadu Europe do Urala na istoku (Stojković 1991, Sever 2012). Raste u čistim i u mješovitim sastojinama s običnim grabom, poljskim jasenom i drugim vrstama (Plavec 2018), na plodnim i vlažnim staništima s visokom razinom podzemne vode. Tla su ilovasta i pjeskovito ilovasta s visokim sadržajem humusa, umjereno kisela ili neutralna (Kaliniewicz i Tylek 2018).

U dolinama velikih rijeka i njihovih pritoka uvjeti za rast lužnjakovih šuma u Republici Hrvatskoj optimalni su (Gračan i Perić 2003). Bazeni rijeka Spačve, Kupe, Česme, lipovljanske šume, šuma Repaš, Žutica, našičke, donjomiholjačke i slatinske šume, poplavni dijelovi Ličkog, Imotskog, Sinjskog i Vrličkog polja, porječje rijeke Mirne i na otoku Krku Omišljanski lug područja su rasprostranjenosti šuma hrasta lužnjaka (Trinajstić 1996, Vukelić i Rauš 1998).

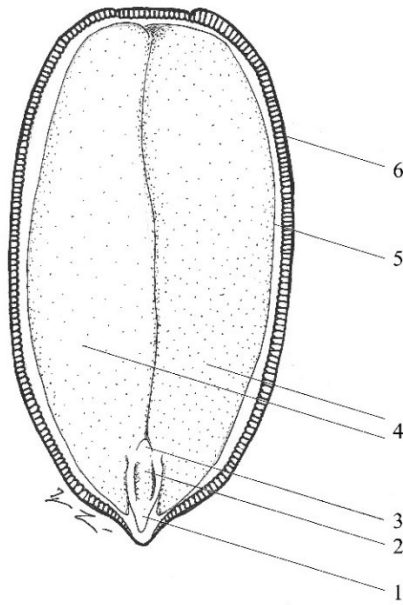
### 1.1.2. Morfologija hrasta lužnjaka

Hrast lužnjak je listopadna, jednodomna i anemofilna vrsta šumskog drveća. Zbog velikog areala morfološka i fiziološka svojstva pokazuju veliku varijabilnost (Krstinić 1996). Stabla su visoka između 30 i 40 m, a ponekad i do 50 m, imaju prsni promjer do 250 cm i drvnu masu jednoga stabla do 65 m<sup>3</sup> (Franjić 1996). U posebnom rezervatu šumske vegetacije Prašnik hrastova stabla stara od 150 do 300 godina imaju prsni promjer od 70 do 200 cm, visinu i do 40 m, a drvna masa pojedinih stabala veća je od 50 m<sup>3</sup> (Vukelić i Španjol 1996). Krošnja lužnjakovih stabala je razgranata, kora debela i grana kod mladih stabala je gotovo glatka, a kasnije uzdužno ispucala i izbrazdana. Pupovi su dugi do 8 mm, jajasti ili duguljasto jajasti. Listovi asimetrične baze imaju kratke peteljke. Plojka duljine od 8 do 15 (nekad do 20) cm, širine od 3 do 10 cm ima četiri do osam parova nejednakih režnjeva. Najveća širina plojke je u gornjoj trećini. Korijenski sustav u početku čini žila srčanica, a kasnije dominira bočno korijenje (Franjić 1996).



Slika 1: Stablo hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u gospodarskoj jedinici „Česma“

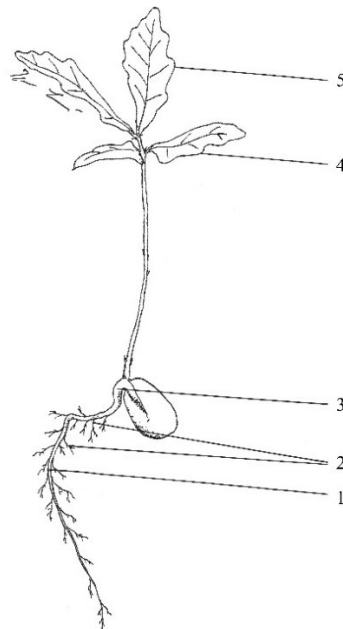
Hrast lužnjak cvjeta u travnju i svibnju, cvjetovi su jednospolni. Muški cvjetovi razvijaju se na dnu proljetnih izbojaka u resama dugim od dva do pet centimetara, a ženski na vrhu proljetnog izbojka, pojedinačno ili do pet u skupini na jednoj stapci (Ducousso i dr. 1993). Budući da kod hrasta lužnjaka u vrijeme oprašivanja jajne stanice nisu potpuno razvijene, njihova tzv. odgođena oplodnja odvija se šest do sedam tjedana nakon oprašivanja (Jovanović i dr. 1971). Plod je žir koji se razvija pojedinačno ili do pet plodova na zajedničkim stapkama duljine do šest, ponekad i do 16 centimetara (Vidaković 1996). Žir hrasta lužnjaka je svjetlosmeđe boje, duljine od 20 do 40 mm, a po obliku izduženo jajast (Jovanović i Vukićević 1983), odnosno duguljast ili elipsoidan, veličine od 15 do 50 mm duljine i od 7 do 27 mm širine, a 1/3 ili 1/2 žira je u kupuli (Franjić 1996). Najveći promjer lužnjakovog žira je na polovici njegove duljine i to ga razlikuje od žira hrasta kitnjaka (Suszka i dr. 1996). Žir sazrijeva tijekom rujna i listopada, a zatim otpada sa stabla. Nakon što morfološki dozrije, u razdoblju naknadnog dozrijevanja koje traje od 15 do 20 dana, žir postiže i fiziološku zrelost koja se odlikuje pojavom klijanja (Matić i dr. 1996). Svježi ili namočeni lužnjakov žir ima vidljive uzdužne tamnosmeđe linije koje se gube nakon isušivanja.



1 = radikula, 2 = hipokotil, 3 = epikotil, 4 = kotiledoni, 5 = unutarnja sjemena ljuska, 6 = perikarp

Slika 2: Građa sjemena hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.)

(autor: Igor Sokolović, mag. ing. silv.)



1 = primarni korijen; 2 = sekundarno korijenje; 3 = hipokotil; 4 = primarni listovi; 5 = pravi listovi

Slika 3: Klijanac hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.)

(autor: Igor Sokolović, mag. ing. silv.)

Statistički značajno veću klijavost ima svježije otpali žir *Quercus leucotrichophora* sakupljan s tla u usporedbi sa žirom ubranim iz krošanja (Singh i Lavania 2010), a žir *Quercus douglasii* i *Quercus lobata* sakupljan sa stabala manje je zaražen patogenim gljivama nego žir sakupljan s tla (Phillips 1992). Žir *Quercus suber* i *Quercus ilex* sakupljen s tla ima veći sadržaj vlage i brže klija dok je klijavost žira sakupljenog u mrežama veća (Belletti i dr. 2003).

Klijanje žira hrasta lužnjaka podzemno je ili hipogeično. Kotiledoni ostaju u tlu, a sjemenski pup ili plumula izlazi iz sjemene ljuske, pojavljuje se na površini tla i stvara prve, primarne listove koji, za razliku od pravih listova, imaju cjelovit rub ili su lagano lapoviti. Kod većine vrsta hrastova žir je više ili manje dormantan (Regent 1972), odnosno ne klije prije nego što vremenski uvjeti postanu pogodni za rast i razvoj mlade biljke (Leadem 1997). Žir bijelih hrastova u jesen nakon dozrijevanja i otpadanja može razviti radikulu, ali dormantnost epikotila sprječava rast nadzemnog dijela prije proljeća (Bonner i Karrfalt 2008, Sun Xi-Qing i dr. 2021). Ukoliko se radikula pojavi u jesen i uslijedi hladna stratifikacija tijekom zime, nicanje epikotila u proljeće je bolje (Baskin i Baskin 2014). Ako se žir čuva do sjetve u proljeće, može izgubiti veću količinu vlage i tada ga je dobro prije sjetve dovesti u stanje naklijalosti vlaženjem, a ako se čuva na otvorenom, pod sastojinom, to nije potrebno.

### 1.1.3. Fenologija listanja hrasta lužnjaka

Proučavanjem vremenskog rasporeda životnih događaja koji se sezonski ponavljaju bavi se fenologija (Andrić i dr. 2018). Pojava ranog i kasnog listanja utvrđena je kod brojnih vrsta drveća, a podatke za hrast lužnjak nalazimo i u testovima provenijencija (Memišević Hodžić i Ballian 2018). Razlike u početku listanja između ranog i kasnog hrasta lužnjaka iznose od sedam dana pa do dva, odnosno četiri tjedna (Krstinić 1996). Prema Mátyásu (Vidaković 1996), početak listanja može se podijeliti u sljedeće kategorije: veoma ranolistajući - *super praecox*, ranolistajući - *praecox*, normalno listajući, kasnolistajući - *tardiflora* i najkasnije listajući *tardissima*. Vremenska razlika između ranog i kasnog listanja populacije Turopoljski lug iznosila je najmanje 24, a najviše 35 dana, dok širina varijabilnosti listanja, odnosno vrijeme od početka prelaska u fenofazu produljenja pupova (L2) do dana kad je cijela populacija ušla u fenofazu potpuno formiranih listova (L7), iznosi 54 dana (Stojković 1991). Gračan i Perić (1993) istraživali su listanje hrasta lužnjaka provenijencije Gajno i utvrdili razliku od 3 do 4 tjedna. Trajanje listanja provenijencija hrasta lužnjaka na lokalitetima Gajno i Slavir istraživali su Gračan i dr. (1995) te utvrdili širinu varijabilnosti od 3 tjedna na lokalitetu Slavir i 4 – 6 tjedana na lokalitetu Gajno. Isti autori navode da je listanje 1994. godine počelo dva tjedna

ranije nego 1993. Istraživanjem varijabilnosti listanja u testu 16 provenijencija hrasta lužnjaka utvrđeno je da raspon varijabilnosti listanja za 1997. godinu iznosi 51 dan, a za 1998. i 1999. godinu 60 dana (Perić i dr. 2000).

Početak listanja hrasta lužnjaka određen je temperaturama zraka u proljeće. Reakcija na proljetne temperature genetski je kontrolirana i korelacija između majki i potomstva statistički je značajna. Rani oblik listanja je poludominantan (Stojković 1991).

Poznavanje vremena početka listanja važno je kod unosa šumskog reprodukcijskog materijala na različita lužnjakova staništa. Budući da provenijencije kasnolistajućeg hrasta lužnjaka u srpnju imaju najveće zahtjeve za vodom, i transpiracija je za 31 % veća u odnosu na ranolistajuće provenijencije (Kleinschmit 1993), preporučuje se unositi šumski reprodukcijski materijal kasnolistajućih formi na vlažna staništa, a ranolistajućih i intermedijarnih na ocjedita (Krstinić 1996).

#### 1.1.4. Plodonošenje hrasta lužnjaka

U razvoju cvjetova i plodova i u veličini plodonošenja hrasta lužnjaka važnu ulogu imaju ekološki uvjeti (Sever i dr. 2013, Jastrzębowski i Ukalska 2019), osobito proljetne temperature i vlaga zraka. Kod anemofilnih vrsta drveća veće temperature, mala količina oborina i mala relativna zračna vlaga u vrijeme cvjetanja povoljno djeluju na oprašivanje (Caignard i dr. 2017, Hanley i dr. 2019) i tako mogu utjecati i na veličinu uroda sjemena (Shibata i dr. 2020). Niske temperature u vrijeme cvjetanja nepovoljno će utjecati na oprašivanje, a kasni proljetni mraz uništiti će cvjetove i oprašivanje će izostati (Garcia-Mozo i dr. 2012, Bogdziewicz i dr. 2018). Ekstremno visoke temperature, jaka suša i tuča tijekom ljetnih mjeseci abiotski su čimbenici koji mogu negativno utjecati na razvoj i dozrijevanje plodova (Cecich i Haenchen 1995).

Izvor hraniva za razvoj plodova ne može se točno definirati (Hoch 2005). U slučaju defolijacije, kad je intenzitet fotosinteze smanjen, plodovi se razvijaju iz rezervnih hraniva, a ako rezervna hraniva nisu dostupna i raspoloživa, koriste se produkti trenutne fotosinteze (Sever i dr. 2013).

Početak plodonošenja lužnjakovih stabala ovisi o njihovoj dobi, genetskoj konstituciji, bonitetu, sklopu sastojine. U sastojini stabla počinju plodonositi u dobi od 60 do 70 godina, a stabla na osami 10 do 20 godina ranije.

Hrast lužnjak odlikuje se pojavom punog uroda, u stranoj literaturi poznatog kao *masting* ili *mast seeding*, odnosno *žirne* ili *žirovne godine* – nazivi koji su se upotrebljavali u domaćoj literaturi (Sever i dr. 2013). Puni urod je obilna produkcija plodova na većem geografskom području u nepravilnim vremenskim intervalima (Brookes i Wigston 1979, Greenberg i Parresol 2002, Drobyshev i dr. 2010, Garcia-Mozo i dr. 2012; Sever i dr., 2013, Pearse i dr. 2016, Bogdziewicz i dr. 2018, Caignard i dr. 2019, Hanley i dr. 2019).

Puni urod, odnosno količina od 20 – 50 kom žira /m<sup>2</sup> (Dobrovolny i dr. 2017) daje kvalitetnije sjeme (Regent 1972), događa se jednom u nekoliko godina, a u ostalim godinama urod je djelomičan ili potpuno izostaje. Urod hrasta lužnjaka pojavljuje se svakih tri do pet godina (Jovanović i Vukičević 1983, Matić i dr. 1996), odnosno djelomičan urod pojavljuje se svake dvije do pet, a obilan svakih pet do osam godina (Petračić 1931). U toplijim dijelovima areala puni urod pojavljuje se svakih pet, a u hladnijim krajevima svakih osam do deset godina (Vidaković 1996).

Žir hrasta lužnjaka ubrajamo u skupinu mikrobiotskog sjemena koje može očuvati vitalitet do tri godine (Regent 1972) jer dvije godine nakon dozrijevanja naglo gubi sposobnost klijanja (Chmielarz i dr. 2022). Žir je vrlo osjetljiv na gubitak vlage i na temperaturu skladištenja (Leadem 1997) te ga ubrajamo u skupinu *recalcitrant* sjemena. Po dozrijevanju sadrži 43 – 50 % vlage koja tijekom skladištenja mora iznositi približno 35 %. Ako se vlaga približi količini od 30 %, dobro je žir navlažiti vodom i promiješati. Kritična razina vlage u žiru hrasta lužnjaka je između 43,7 % i 37,3 % i ispod te granice klijavost žira i sposobnost rasta epikotila počinju se smanjivati. Sadržaj vlage pri kojoj žir gubi sposobnost klijanja iznosi od 25 % do 30 % (Bonner i Karrfalt 2008), 22,6 % (Suska i Tylkowski 1980), odnosno prema Messeru ispod 22 % (Regent 1972) i u tom slučaju postotak klijanja iznosi samo 6,0 % dok je postotak nicanja epikotila 3,0 % (Jastrzębowski 2019).

Bez većeg gubitka klijavosti žir se može skladištiti od 1,5 do 2 godine na temperaturi od -1 °C do -3 °C uz sadržaj vlage od 40 % (Kaliniewicz i Tykek 2018, Kalemba i dr. 2021, Chmielarz i dr. 2022). Dugotrajno skladištenje onemogućeno je razvojem patogenih gljiva. Postupkom termoterapije, odnosno tretiranja žira prije skladištenja vodom temperature od 41 °C u trajanju od 2,5 sata, ograničava se razvoj najštetnijeg gljivičnog patogena koji uzrokuje crnu trulež i mumifikaciju žira *Ciboria batschiana* (Suszka i dr. 1996, Kalemba i dr. 2021). Budući da izlaganje visokim temperaturama negativno djeluje na sposobnost klijanja



(Kaliniewicz i Tylek 2018), temperatura od 48 °C u trajanju od 2,5 sata može se definirati kao granična za termoterapiju bez štetnog učinka na klijanje (Kranjec i dr. 2021).

Lužnjakov žir podnosi niske temperature do -7 °C (Kalemba i dr. 2021), odnosno čak i do -10 °C bez oštećenja, i takav žir može proizvesti kvalitetne sadnice (Chmielarz i dr. 2022). Granična temperatura smrzavanja je -9 °C (Kalemba i dr. 2021), odnosno od -10 °C do -13 °C, nakon koje je životna sposobnost značajno smanjena. Nakon izlaganja žira temperaturi od -18 °C nije utvrđeno ni klijanje ni nicanje (Chmielarz i dr. 2022). Nove mogućnosti za čuvanje genetskih resursa hrasta lužnjaka u banci gena su umjetno smrzavanje plumule tekućim dušikom na temperaturu od -196 °C odnosno -210 °C, uz prethodno sušenje da bi se izbjegla kristalizacija leda (Chmielarz i dr. 2011, Zimnoch-Guzowska i dr. 2022).

Radikula počinje prodirati kroz sjemenu ljusku pri temperaturi od 5 °C, na 15 °C i radikula i epikotil intenzivno rastu, a kao najpovoljnija za njihov rast utvrđena je temperatura od 20 °C (Suska i Tylkowski, 1980).

## 1.2. Šumske zajednice, sjemenske jedinice i šumski sjemenski objekti hrasta lužnjaka u Republici Hrvatskoj

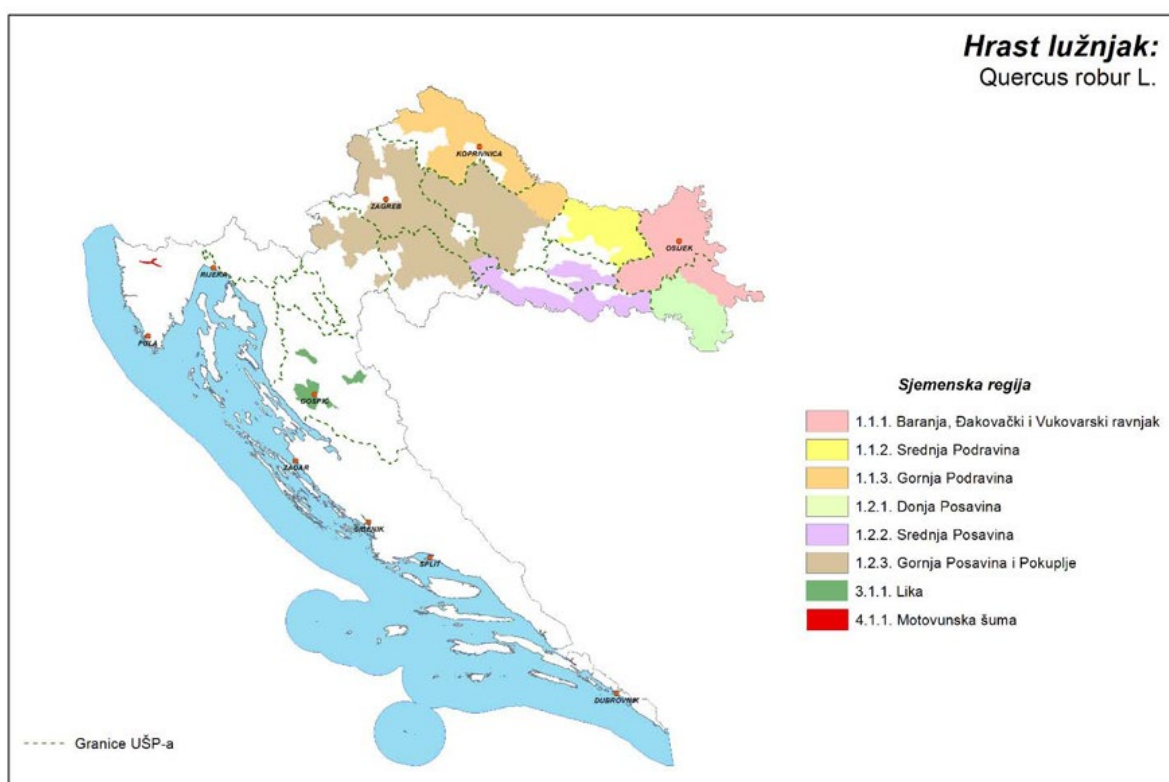
### 1.2.1. Šumske zajednice hrasta lužnjaka

Na najnižim terenima koji su periodično kraće vrijeme poplavljeni, ili su izvan dosega poplavnih voda, ali dovoljno svježi, iznad poplavnih šuma vrba, topola i šuma crne johe i poljskog jasena, raste šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom (*Genisto elatae – Quercetum roboris* Ht. 1938). Tla ove zajednice su mineralno-močvarna, slabije ili jače kisela i pseudoglejna, odnosno podzolasta tla slabo kisela do neutralna (Rauš 1996, Vukelić i Rauš 1998, Vukelić 2012).

Na povišicama ili gredama koje nisu izložene poplavama, ali je tlo zimi zasićeno vodom, razvijena je šuma hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli – Quercetum roboris* / Anić 1959 / Rauš 1969). Tla ove zajednice pseudoglejna su i podzolasta, slabo kisela do neutralna (Rauš 1996, Vukelić i Rauš 1998, Vukelić 2012).

### 1.2.2. Sjemenske jedinice hrasta lužnjaka

Prema *Pravilniku o provenijencijama svojti šumskog drveća* („Narodne novine“ br. 147/2011, 96/2012, 115/2014, 114/2015), i *Pravilniku o izmjenama i dopunama Pravilnika o provenijencijama svojti šumskog drveća* („Narodne novine“ br. NN 114/2015), šume hrasta lužnjaka u Republici Hrvatskoj podijeljene su u četiri sjemenske zone i osam sjemenskih regija: Sjemenska zona nizinskih šuma Podravine i Podunavlja, Sjemenska zona nizinskih šuma Posavine, srednje Hrvatske i Pokuplja, Sjemenska zona šuma hrasta kitnjaka i pitomog kestena i Sjemenska zona jugozapadna Istra. Osnova ove podjele je pretpostavka da različiti ekološki uvjeti uzrokuju genetske razlike unutar vrste (Gračan 1996, Ivanković i dr. 2011).



Slika 4: Sjemenske regije hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj (izvor: „Narodne novine“ 114/15).

### 1.2.3. Šumski sjemenski objekti hrasta lužnjaka

Prema *Zakonu o šumskom reprodukcijskom materijalu* („Narodne novine“ br. 75/09, 61/11, 56/13, 14/14, 32/19, 98/19), šumski reprodukcijski materijal obuhvaća sjemenski materijal, biljne dijelove i sadni materijal šumskih svojti i križanaca, čija je namjena uporaba u šumarstvu i znanstvenoistraživačkom radu u šumarstvu. Dobiva se iz šumskih sjemenskih

objekata, a to su sjemenski izvori, sjemenske sastojine, sjemenske plantaže, roditeljska stabla, klonovi i klonske smjese.

Šumski reprodukcijski materijal razvrstava se u sljedeće kategorije:

- kategorija poznato podrijetlo (PP) odnosi se na šumski reprodukcijski materijal podrijetlom iz sjemenskih izvora unutar određene provenijencije
- kategorija selekcioniran (SE) odnosi se na šumski reprodukcijski materijal podrijetlom iz sjemenskih sastojina unutar određene provenijencije koje se od populacija druge provenijencije fenotipski razlikuju
- kategorija kvalificiran (KV) odnosi se na šumski reprodukcijski materijal podrijetlom iz sjemenskih plantaža, roditeljskih stabala, klonova ili klonskih smjesa, a čiji su sastavni dijelovi pojedinačno fenotipski odabrani
- kategorija testiran obuhvaća šumski reprodukcijski materijal podrijetlom iz sjemenskih sastojina, sjemenskih plantaža, roditeljskih stabala, klonova ili klonskih smjesa, koje na osnovi komparativnih testiranja ili genetske provjere roditeljskih stabala u testovima potomstva pokazuju svoju superiornost.

Sjemenske sastojine hrasta lužnjaka šume su s posebnom namjenom. Cilj gospodarenja, proizvodnja šumskog sjemena poboljšane genetske kakvoće, postiže se selektivnim prorjedama. Njima se iz sastojine uklanjaju fenotipski negativna i nepoželjna stabla kako bi sjemenska i indiferentna stabla, kao nositelji proizvodnje šumskog sjemena, imala bolje uvjete za razvoj krošnji i plodonošenje.

Klonske sjemenske plantaže hrasta lužnjaka osnovane su da bi se umanjio nedostatak sjemena u godinama kad urod izostane ili je slab (Kajba i dr. 2009). Jednako su važne i za očuvanje genetske raznolikosti jer je šumski reprodukcijski materijal kategorije kvalificiran prilagođen promjenjivim klimatskim, stanišnim i gospodarskim uvjetima (Kajba i dr. 2011, Katičić 2012). Plus stabla hrasta lužnjaka odabrana su u sastojinama starosti od 80 godina ili starijima kad su u punoj fiziološkoj snazi i kad plodonose (Vidaković i Krstinić 1985, Kajba 2020). Kriterij za odabir su sljedeće fenotipske značajke: ukupna visina stabla, prsni promjer, visina debla do krošnje, volumen s korom, polumjer krošnje, debljina grana, visina do prve mrtve grane, ravnost debla, usukanost, rašljivost i kvaliteta stabla.

Genetska raznolikost može biti osigurana ako u međusobnom oprašivanju sudjeluje veći broj roditeljskih stabala pa je preporuka da klonska sjemenska plantaža sadrži između 20 i 60 različitih klonova (Franjić i dr. 2011), odnosno oko 60 (Katičić Bogdan i dr. 2019).

U rasadniku „Gajić“ na području Uprave šuma Podružnice (UŠP) Našice 1991. godine osnovana je pokusna klonska sjemenska plantaža hrasta lužnjaka na površini od 1,0 ha. Opažanjima na ovoj plantaži dobiveni su podaci korisni za osnivanje proizvodnih klonskih sjemenskih plantaža kao npr. potreban razmak između cijepova, pomotehnički zahvati, postupci obrade tla, zaštita cijepljenih biljaka. Klonska sjemenska plantaža poslužila je i za opažanje cvjetanja i razvoja plodova hrasta lužnjaka.

Tablica 1: Klonske sjemenske plantaže na području Republike Hrvatske

Šumska svojta	UŠP	Šumarija	GJ	Površina ha
Hrast lužnjak <i>Quercus robur</i> L.	Vinkovci	Otok	Petkovac	26,98
	Bjelovar	Čazma	Plešćice I	37,72
Hrast kitnjak <i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.	Požega	Požega	Novoselci	8,23
Poljski jasen <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	Nova Gradiška	Nova Gradiška	Prvča	3,54
	Bjelovar	Čazma	Plešćice II	28,27
Divlja trešnja <i>Prunus avium</i> L.	Zagreb	Kutina	Kutina	4,16
Crni bor <i>Pinus nigra</i> J. F. Arnold	Senj	Krk	Lug	2,00

Klonska sjemenska plantaža hrasta lužnjaka „Plešćice I“, ukupne površine 37,72 ha, nalazi se na području UŠP Bjelovar, šumarije Čazma. Prema razdjelbi šuma i šumskog zemljišta na provenijencije, plantaža se nalazi u 1. oblasti nizinskih šuma (80 – 200 m n. v.), 1.2. sjemenskoj zoni nizinskih šuma Posavine, srednje Hrvatske i Pokuplja (80 – 200 m n. v.), 1.2.3. sjemenskoj regiji gornja Posavina i Pokuplje.

Radovi na osnivanju plantaže započeli su 1997. godine odabirom plus stabala u gospodarskim i sjemenskim sastojinama hrasta lužnjaka na području UŠP Bjelovar. Iz vrhova krošanja 53 odabrana plus stabla skinute su plemke duljine 20 – 30 cm i cijepljene na dvogodišnje sadnice hrasta lužnjaka uzgojene u rasadniku. Tako dobiveni cijepovi, odnosno ramete posađeni su u kontejnere i smješteni u staklenik s umjetnom klimom, a nakon jedne

godine premješteni su u plastenik na prilagodbu uvjetima u prirodi. Cjepovi su na plantaži posađeni u pravokutnom rasporedu na udaljenosti 8 x 10 m, a redovi su orijentirani u smjeru sjever – jug, s ciljem što boljeg iskorištenja sunčevog svjetla.



Slika 5: Plus stablo hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.)  
(autor: Željko Gubijan, dipl. ing. šum.)

Oko plantaže postavljena je žičana ograda i posađen zaštitni pojas od obične smreke (*Picea abies* (L.) Karsten) kao zaštita od vjetra i neželjenog oprašivanja vanjskim polenom. Iako se vjetrom hrastov polen može raznositi na udaljenost i do 60 – 70 km (Vidaković 1996), klonske sjemenske plantaže osnivaju se na površini koja je najmanje jedan kilometar udaljena od najbližih stabala iste ili kompatibilnih vrsta da bi bile zaštićene od stranog polena (Vidaković i Krstinić 1985, Vidaković 1996, Kajba 2020). Svake godine plantaža se popunjava cjepovima koji zamjenjuju jedinke odumrle uslijed negativnog utjecaja glodavaca, naknadno izražene inkompatibilnosti podloge i plemke kod nekih klonova ili uništenih uslijed prirodnih nepogoda. Pomotehnički zahvati, tj. orezivanje na oblik i orezivanje na rodnost, obustavljeni su 2022. godine dok se znanstvenim metodama ne utvrdi njihova svrhovitost, a izuzetak može biti orezivanje vršnih grana radi zadržavanja ukupne visine stabala. Osim navedenih, godišnji

radovi obuhvaćaju još i fenološka motrenja, evidenciju plodonošenja, košnju, okopavanje, po potrebi prihranu i zaštitu od gljivičnih oboljenja, štetne entomofaune i glodavaca, zalijevanje cisternom te održavanje ograde (Kajba 2020).

### 1.3. Dosadašnja istraživanja morfoloških značajki sjemena i sadnica hrasta lužnjaka

S obzirom na velik areal i veliko gospodarsko i ekonomsko značenje, varijabilnost morfoloških značajki hrasta lužnjaka istraživali su brojni autori.

#### 1.3.1. Morfološke značajke žira hrasta lužnjaka

Barzdajn (1993) je istraživao 36 provenijencija hrasta lužnjaka u Poljskoj. Za mjerene značajke – duljinu i širinu žira sakupljenog u čistim i mješovitim sjemenskim i gospodarskim sastojinama, visinu i promjer vrata korijena sadnica uzgojenih u rasadniku i visinu biljaka u poljskom testu, utvrđene su signifikantne razlike između provenijencija. Utvrđena je statistički značajna korelacija između duljine žira i visine sadnica starosti 2 + 0, između širine žira i visine sadnica u rasadniku dok korelacija s visinom biljaka starih pet godina nije bila signifikantna. Konstatirano je da oblik ploda može biti značajno obilježje određene populacije.

Kvalitativna svojstva uzoraka žira hrasta lužnjaka iz uroda od 1959. do 1992. godine analizirali su Gradečki i dr. (1993). Uočeno je smanjenje postotka klijavosti i vitaliteta žira početkom osamdesetih godina prošlog stoljeća uzrokovano vjerojatno narušenim vitalitetom sastojina. Isti autori istraživali su laboratorijsku i rasadničku klijavost sjemena hrasta lužnjaka iz sjemenskih sastojina te visinski rast sadnica u rasadniku (1996). Utvrđena je povezanost krupnoće sjemena i postotka klijavosti, vrlo nizak koeficijent korelacije između krupnoće sjemena i visine jednogodišnjih sadnica, i pravilan odnos između laboratorijske i rasadničke klijavosti.

Roth (1999) je iz 11 priznatih i tri izabrane sjemenske sastojine hrasta lužnjaka na području Republike Hrvatske sakupio uzorke okularno zdravog, neoštećenog žira. Analizirane su sljedeće značajke: masa 1 000 komada žira, duljina, širina, suha tvar, laboratorijska klijavost i energija klijavosti, udio biogenih elemenata u žiru te zaraženost vrstom *Balaninus* sp. Za neke

od istraživanih značajki utvrđene su razlike šumskog reprodukcijskog materijala između sjemenskih zona Podravine, Posavine i Istre, kao i između sjemenskih jedinica.

Varijabilnost oblika žira porijeklom iz 24 populacije kontinentalnog nizinskog područja Hrvatske istraživali su Franjić i dr. (2001). Mjereni su duljina i širina žira, i izračunat je njihov omjer. Utvrđene su razlike između populacija za svako od navedenih svojstava i sličnost među populacijama jednakih stanišnih uvjeta. Napominje se da posebnu pažnju treba obratiti na ekološka svojstva sastojina u obnovi, tj. da šumski reprodukcijski materijal i sastojina u koju se taj materijal unosi moraju pripadati provenijenciji sa sličnim svojstvima.

Žir s primjernih ploha iz priznatih sjemenskih sastojina nizinskog dijela Hrvatske analizirali su Poštenjak i Gradečki (2001). Utvrđena je klijavost, masa žira, broj komada žira po 1 m<sup>2</sup> krošnje, duljina i širina žira.

Saračević (2002) je istraživala žir sakupljen iz uroda 1998. godine u 24 lužnjakove gospodarske sastojine različite starosti u slivu rijeke Česme. Utvrđeno je da su srednjodobne sastojine imale najveće postotno učešće okularno zdravog žira i žir iz tih sastojina bio je najbolje očuvan u prirodnim uvjetima tijekom zime. Žir iz starijih sastojina imao je najveću krupnoću, najveću laboratorijsku klijavost i uzgojene jednogodišnje sadnice u rasadniku imale su najveće visine. Količina uroda po jedinici površine sastojine, rasadnička klijavost i broj sadnica u rasadniku na kraju prve godine za žir iz starih sastojina imali su najveće vrijednosti. Krupnije sjeme imalo je veću klijavost i uzgojene sadnice bile su većih visina. Do proljetne sjetve u rasadniku nakon čuvanja u prirodnim uvjetima ukupno je 84,03 % žira ostalo okularno zdravo.

Varijabilnost morfoloških značajki žira hrasta lužnjaka istraživali su Nikolić i Orlović (2002). Za žir sakupljen od 17 genotipova na klonskoj sjemenskoj plantaži Banov Brod utvrđene su pozitivne korelacije između duljine i širine žira i između duljine i mase žira. Korelacija između širine i mase žira visoko je signifikantna. Najveću varijabilnost od istraživanih morfoloških značajki imala je masa žira.

Roth i dr. (2009) su za uzorke žira hrasta lužnjaka iz priznate sjemenske sastojine Zdenački gaj - Prespinjača 2a utvrdili da su od uzoraka žira veće krupnoće uzgojene jednogodišnje i dvogodišnje sadnice većih visina i veće mase suhe tvari nadzemnog dijela sadnica.

Ivanković i dr. (2011) istraživali su varijabilnost morfoloških značajki žira i sadnica hrasta lužnjaka iz 16 sjemenskih i jedne gospodarske sastojine u Republici Hrvatskoj. Utvrđeno je da se varijabilnost analiziranih značajki žira, duljine, širine, volumena i mase, i varijabilnost visina jednogodišnjih sadnica u rasadniku, smanjuje s povećanjem područja istraživanja. Između visina jednogodišnjih sadnica i morfoloških značajki žira nije utvrđena statistički značajna povezanost. Za analizirane morfološke značajke između sjemenskih zona razlike nisu bile statistički značajne.

Utjecaj krupnoće žira na razvoj jednogodišnjih sadnica hrasta lužnjaka istraživali su Roth i dr. (2011). Utvrđena je povezanost širine i mase žira. Za sadnice uzgajane u uvjetima punog svjetla od žira veće krupnoće proizvedene sadnice većih visina, većeg promjera vrata korijena i veće ukupne mase u suhom stanju. Na razvoj sadnica u zasjeni više je utjecalo dostupno svjetlo nego krupnoća žira.

Luczaj i dr. (2014) za žir hrasta lužnjaka iz 49 uzoraka porijeklom iz različitih regija u Poljskoj analizirali su duljinu, širinu i masu suhe tvari.

Vukelić (2016) je istraživao rasadničku klijavost žira hrasta lužnjaka inokuliranog sa živim ektomikoriznim micelijima, i morfološke i fiziološke značajke sadnica nakon završenog prvog visinskog prirasta.

Kaliniewicz i Tylek (2018) istraživali su utjecaj djelomičnog uklanjanja ovojnice sjemena na energiju klijavosti žira hrasta lužnjaka. Preporučuje se odvajanje žira prema promjeru i korištenje žira veće krupnoće i većeg postotka klijavosti za proizvodnju sadnica u kontejnerima, a žira manje krupnoće za proizvodnju sadnica golog korijena.

Devetaković i dr. (2019) istraživali su utjecaj krupnoće žira hrasta lužnjaka na kvalitetu jednogodišnjih sadnica. Žir je sakupljen od 10 stabala u gospodarskoj sastojini u Vojvodini i podijeljen u dvije skupine prema krupnoći. Utvrđena je povezanost mase i volumena žira s promjerom i s duljinom žira. Iako je utvrđena mala ukupna klijavost, za žir veće krupnoće utvrđen je veći postotak klijavosti, uzgojene su sadnice većih visina, veće mase korijena u suhom stanju i manjeg omjera mase nadzemnog dijela sadnice i mase korijenskog sustava u suhom stanju.

Prema Drvodelić i Oršanić (2020), žir iz uroda 2014. s područja nastavno-pokusnog šumskog objekta (NPŠO) Lipovljani pri sjetvi je inokuliran močenjem u suspenziju živih ektomikoriznih micelija izoliranih iz plodišta gljiva i korijenja hrasta s područja Hrvatske.



Utvrđena je povezanost između visina i promjera vrata korijena kod inokuliranih sadnica dok je ta povezanost kod kontrolnih sadnica bila umjerena do dobra. Za jednogodišnje sadnice uzgojene iz žira s radikulom i bez, tj. s otkinutom radikulom nisu utvrđene statistički značajne razlike u visini sadnica i u duljini glavnog korijena. Za praksu se preporučuje sjetva žira hrasta lužnjaka u jesen.

### 1.3.2. Morfološke značajke sadnica hrasta lužnjaka

Morfološke značajke sadnica mogu se vizualno utvrditi i lako izmjeriti (Duryea 1984, Ritchie 1984) što ih čini pogodnima za ocjenjivanje kvalitete u praksi (Thompson 1985). U rasadničkoj proizvodnji mogu se koristiti za procjenu učinka primijenjenih postupaka tijekom uzgoja sadnica (Drvodelić i dr. 2013).

Najjednostavnija je izmjera visine sadnice i promjera vrata korijena (Thompson 1985, Davis i Jacobs 2005, Choi i dr. 2022) i te značajke koriste se za određivanje kvalitete sadnica u rasadniku (Bobinec-Mikek 2009) i za razvrstavanje sadnica u kvalitativne klase prilikom vađenja iz rasadnika (Duryea 1984).

Visina nadzemnog dijela sadnice određena je kao udaljenost od ožiljka kotiledona, odnosno od vrata korijena do baze vršnog pupa kod dormantnih sadnica, ili do vrha izbojka kod sadnica u vegetaciji (Thompson 1985, Haase 2007, Drvodelić i Oršanić 2019). Sadnice većih visina mogu biti pogodne za sadnju na zakorovljenim staništima i mogu imati bolja genetska svojstva, ali zbog veće transpiracijske površine mogu biti neprikladne za suha staništa (Haase 2007). Takve sadnice teže je posaditi i one su izloženije štetnom djelovanju vjetra (Ritchie 1984, Drvodelić i Oršanić 2019). Visina pojedine rasadničke sadnice ne mora biti sasvim genetski kontrolirana jer na nju utječu i uvjeti staništa (Puttonen 1989).

Promjer vrata korijena ukazuje na čvrstoću sadnice i veličinu korijenskog sustava, i za brojne vrste sadnica korelacija između promjera vrata korijena i mase sadnice u suhom stanju je jaka (Thompson 1985). Promjer vrata korijena ili promjer stabljike mjeri se na ili blizu ožiljka kotiledona kod vrsta s nadzemnim klijanjem, odnosno pri površni tla kod vrsta s podzemnim klijanjem. Od svih, ova morfološka značajka najbolje ukazuje na preživljenje i budući rast sadnice u sastojini (Thompson 1985, Haase 2007, Drvodelić i Oršanić 2019). U rasadničkoj proizvodnji manjom gustoćom sjetve može se utjecati na veći promjer vrata korijena (Drvodelić i Oršanić 2019). Kao i kod visine, promjer nije uvijek povezan s preživljenjem na terenu, ali utječe na naknadni rast (Thompson 1985).

Koeficijent vitkosti ili omjer čvrstoće omjer je visine sadnice koja se mjeri u centimetrima i promjera vrata korijena koji se mjeri u milimetrima (Thompson 1985, Jaenicke 1999, Haase 2007, Devetaković i dr. 2019, Choi i dr. 2022). To je dobar pokazatelj otpornosti sadnice na fizička oštećenja. Velika vrijednost ovog koeficijenta označava vitku sadnicu koja je manje otporna na abiotičke čimbenike na vjetrovitim i suhim staništima, i ovo može biti nepoželjna značajka kod sadnica uzgajanih u kontejnerima (Thompson 1985). Mala vrijednost koeficijenta označava čvrstu sadnicu s većom mogućnošću preživljenja. Koeficijent veći od šest nepoželjan je (Jaenicke 1999), odnosno kod širokolisnih vrsta drveća sadnice s vrijednosti koeficijenta vitkosti sedam ili manjim označavaju se kao zdrave sadnice (Choi i dr. 2022). Na veličinu ove morfološke značajke utjecaj može imati gustoća sjetve u rasadniku (Ballian i dr. 2011).

U znanstvenim istraživanjima, uz spomenute, utvrđuje se masa sadnice u suhom stanju. Kvaliteta sadnice ovisi o dobro razvijenom korijenskom sustavu, uravnoteženom omjeru nadzemnog dijela sadnice i korijenskog sustava, o brzini kojom se sadnice ukorijene u tlu i počnu asimilirati i rasti nakon sadnje, o sposobnosti brzog stvaranja novih korijena.

Veličina korijena, odnosno masa u suhom stanju, razgranatost, broj postranih korijena ubrajaju se u najvažnije čimbenike koji utječu na preživljenje i uspješan rast nakon sadnje (Duryea 1984, Davis i Jacobs 2005). Korijenski sustav veće mase ima veću apsorpcijsku površinu i takve sadnice bolje podnose sušna razdoblja (Thompson 1985). Nadzemni dio sadnice, odnosno površina transpiracije, i korijenski sustav, ili površina apsorpcije vode i mineralnih tvari, trebaju biti u ravnoteži. Što je vrijednost omjera ove dvije značajke manja, sadnica je kvalitetnija (Thompson 1985, Costa i dr. 2003, Haase 2007, Drvodelić i Oršanić 2019), a kao povoljna vrijednost ističe se omjer od 1 : 1 do 1 : 2 (Jaenicke 1999).

Dicksonov indeks kvalitete (DQI), dobar je pokazatelj kvalitete sadnica (Choi i dr. 2022). Računa se iz omjera čvrstoće i ravnoteže nadzemnog dijela sadnice i korijenskog sustava prema formuli:

$$DQI = \frac{UB \text{ (g)}}{\frac{H \text{ (cm)}}{PVK \text{ (mm)}} + \frac{MN \text{ (g)}}{MK \text{ (g)}}}$$

UB = ukupna masa sadnice u suhom stanju (g), H = visina sadnice (cm), PVK = promjer vrata korijena sadnice (mm), MN = masa nadzemnog dijela sadnice (g), MK = masa korijena (g)

(Thompson 1985, Drvodelić, D., M. Oršanić 2019, Drvodelić, D., M. Oršanić 2020).

Veća vrijednost DQI ukazuje na bolje morfološke značajke (Ritchie 1984, Drvodelić i Oršanić 2019) i takve sadnice se označavaju kao zdrave (Choi i dr. 2022).

Iako ni jedna morfološka značajka sadnice pojedinačno ne može predvidjeti uspjeh sadnje, svaka na određeni način ima utjecaj na preživljenje i rast (Haase 2007). Sadnja sadnica visoke kvalitete svakako će povećati brzinu prevladavanja stresa sadnje i opstanak (Grossnickle 2012).

Ekonomska vrijednost sadnice je najveća prije vađenja iz rasadnika. Nakon vađenja, kod sadnica golog korijena, na sadnicu utječe više stresnih čimbenika, a to su samo vađenje, rukovanje, transport, čuvanje do trenutka sadnje i sadnja (Drvodelić i Oršanić 2019). Stoga je upravo kvaliteta sadnica u rasadniku prvi u nizu čimbenika koji utječu na uspjeh primitka i rasta sadnice nakon presadnje (Colombo 2003). Korijenski sustav sadnica uzgojenih u kontejnerima manje je izložen stresnim čimbenicima i zaštićen je od isušivanja. Sadnja sadnica obloženog korijena lakša je i brža, a vrijeme sadnje uz zadovoljavajući uspjeh produljeno je (Oršanić i dr. 1996), što je od velike važnosti u praksi.

Kvaliteta sadnice treba biti prilagođena uvjetima pojedinog staništa (Drvodelić i dr. 2013) i opstanak i rast sadnice mogu se utvrditi tek nakon određenog perioda rasta na terenu (Ritchie 1984, Puttonen 1989).

Sadnice mogu biti manjih visina u određenim uvjetima rasta zbog svog genotipa, ali ako ih posadimo na teren s boljim uvjetima za rast, u smislu dostupnih hraniva i vode, mogu postići veće visine (Campbell i Sorensen 1984). Upravo da bi se uklonio utjecaj okolišnih čimbenika na nicanje i rast, u znanstvenim istraživanjima sadnice se uzgajaju u kontroliranim uvjetima (Hanson i dr. 1986).

Temperatura od 20 °C potiče klijanje, pojavljivanje i rast epikotila (Suszka i dr. 1996). Reich i dr. (1980) uzgajali su sadnice *Quercus alba*, *Q. velutina*, *Q. marilandica*, ukupno 160 dana bez prihrane na konstantnoj temperaturi u stakleniku od 20 °C. Prema Ritchie (1984), standardna metoda za poticanje rasta korijena je temperatura od 20 °C i osvjetljenje u trajanju od 16 sati dnevno. Hanson i dr. (1986) uzgajali su sadnice *Quercus rubra* na temperaturi od 20 °C (noć) i 26 °C (dan), osvjetljenju od 16 sati dnevno i relativnoj zračnoj vlazi od 79 – 90 %. Kühne i Bartsch (2007), istražujući klijanje žira i razvoj sadnica hrasta lužnjaka nakon plavljenja, posijali su žir u kontejnere volumena 270 cm<sup>3</sup> i bilježili klijanje i razvoj nadzemnog dijela sadnica svakih sedam dana tijekom 24 tjedna. Choi (2022) je u istraživanju

kljanja i rasta sadnica *Quercus myrsinifolia* za sjetvu koristio kontejner volumena 320 ml, temperaturu od 25 °C i svjetlo jačine 2000 luxa 16 sati dnevno.

Ocvirek (1997) je istraživao utjecaj vremena sjetve žira hrasta lužnjaka na razvoj sadnica u različitim kontejnerima. Utvrdio je da na razvijenost jednogodišnjih sadnica nije značajno utjecalo vrijeme sjetve dok su dvogodišnje sadnice iz ranije sjetve imale veći promjer vrata korijena, veću ukupnu masu u suhom stanju i povoljniji omjer nadzemnog dijela sadnice i korijenskog sustava. Veličina kontejnera pozitivno je utjecala na razvoj nadzemnog dijela sadnice i na razvoj korijena i kod jednogodišnjih i kod dvogodišnjih sadnica.

Brekalo (2005) je utvrdio da podrezivanje korijena sadnica pozitivno utječe na strukturu korijenskog sustava, iskoristivost korijena pri presadnji i na visinski prirast sadnica nakon sadnje.

Orešković i dr. (2006) uzgojem lužnjakovih sadnica u različitim vrstama kontejnera utvrdili su da volumen kontejnera utječe na masu nadzemnog dijela sadnice i na masu korijena u suhom stanju, ali da vrsta i tip kontejnera ne utječu značajno na visinu nadzemnog dijela i na promjer vrata korijena. Postrano korijenje pravilnije se razvija i ima veću ukupnu duljinu u kontejnerima većeg volumena. Kontejneri volumena jednog otvora od 240 ml i 265 ml ili veći preporučuju se kao prikladni za uzgoj jednogodišnjih sadnica hrasta lužnjaka.

Ballian i dr. (2011) istraživali su rast jednogodišnjih sadnica u rasadniku i preživljenje dvogodišnjih sadnica iz 29 provenijencija hrasta lužnjaka u Bosni i Hercegovini. Za istraživana svojstva, visina sadnica, promjer vrata korijena, vitkost jednogodišnjih sadnica u rasadniku te preživljenje dvogodišnjih sadnica nakon sadnje na terenu, utvrđene su statistički značajne razlike između provenijencija.

### 1.3.3. Korelacije između morfoloških značajki žira i sadnica hrasta lužnjaka

Krupnoća sjemena utječe na početni rast sadnica (Kleinschmit 1993), na kljavost i na veličinu biljaka, jer sjeme veće krupnoće ima više rezervnih hraniva u kotiledonima (Nikolić i dr. 2010). Zato se preporučuje sakupljanje žira veće krupnoće (Matić i dr. 1996) kako bi se sjetvom u rasadniku proizveo veći broj biljaka koje brže rastu (Vidaković i Krstinić 1985). U pokusu s crvenim hrastom (*Quercus rubra* L.) kod žira manje krupnoće epikotil se počeo izduživati kasnije, visine sadnica bile su manjih vrijednosti, a korijenski sustav slabije razvijen nego kod žira veće krupnoće. Odvajanje i sjetva žira po krupnoći nije utjecalo na jednolik rast sadnica (Komarnik i dr. 1998).

## 1.4. Ciljevi i hipoteze istraživanja

Ciljevi ovog istraživanja su utvrditi za klonove hrasta lužnjaka klonske sjemenske plantaže „Plešćice I“:

1. početak listanja klonova (fenofaze)
2. morfološke značajke žira (duljinu, širinu, masu jednog žira, opseg, volumen)
3. morfološke značajke sadnica (visinu, promjer vrata korijena, koeficijent vitkosti, masu sadnica u suhom stanju, indeks kvalitete i Dicksonov indeks kvalitete) uzgojenih u kontroliranim uvjetima
4. utjecaj morfoloških značajki žira na morfološke značajke sadnica

Postavljene hipoteze:

1. S obzirom na početak listanja klonovi hrasta lužnjaka klonske sjemenske plantaže „Plešćice I“ mogu se razvrstati u tri grupe: ranolistajućí, intermedijarni i kasnolistajućí.
2. Postoje razlike u morfološkim značajkama žira hrasta lužnjaka i sadnica između klonova i između grupa klonova.
3. Morfološke značajke žira hrasta lužnjaka utječu na brzinu nicanja i kvalitetu sadnica.

## 2. MATERIJALI I METODE

### 2.1. Područje istraživanja

Klonska sjemenska plantaža hrasta lužnjaka „Pleščice I“ prema geografskom položaju nalazi se između  $45^{\circ} 44' 47''$  i  $45^{\circ} 45' 45''$  sjeverne geografske širine i  $16^{\circ} 35' 06''$  i  $16^{\circ} 35' 32''$  istočne geografske dužine, na nadmorskoj visini od 100 m. Tlo u plantaži je antropogeni luvisol na karbonatnom supstratu, pseudoglejni (Kajba 2020).

Prema inventurnom stanju od 30. 9. 2022. godine, na klonskoj sjemenskoj plantaži nalazi se ukupno 2 406 cjepova porijeklom od ukupno 53 klona, na površini od 26,23 ha.



Slika 6: Položaj klonske sjemenske plantaže hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) „Pleščice I“ u UŠP Bjelovar (autor: Jovica Bašić, dipl. ing. šum.)



Slika 7: Klonska sjemenska plantaža hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), „Plešćice I“, aerofotogrametrijski snimak (autor: Jovica Bašić, dipl. ing. šum.)



Slika 8: Klonska sjemenska plantaža hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) „Plešćice I“

## 2.2. Klimatske prilike područja istraživanja

Prema Köppenovoj klasifikaciji, klonska sjemenska plantaža „Plešćice I“ nalazi se u području umjereno tople kišne klime, oznake Cfwbx“. Godišnja količina oborina od 900 mm jednoliko je raspodijeljena tijekom godine, a najsušniji dio godine je u hladno godišnje doba. Između maksimuma oborina u kasno proljeće i u jesen pojavljuje se sušnije razdoblje. Najhladniji mjesec je siječanj sa srednjom temperaturom jednakom ili većom od  $-0,4$  °C, a najtopliji mjesec, srpanj, sa srednjom temperaturom do  $22,2$  °C. Za razdoblje od 1983. do 1992. srednja godišnja količina oborina za meteorološku postaju Čazma iznosi 767 mm, od čega 418 mm, ili 54,5 %, padne tijekom vegetacijskog razdoblja. Srednja godišnja relativna vlaga zraka iznosi 91 % (Seletković 1996, *Šumskogospodarska osnova područja Republike Hrvatske 2016. – 2025.*). U sljedećim tablicama prikazane su srednje mjesečne, minimalne mjesečne i apsolutne minimalne mjesečne temperature zraka za godine motrenja (2014. – 2018.) za meteorološku postaju Čazma (prema podacima Državnog hidrometeorološkog zavoda) i srednje mjesečne, apsolutne maksimalne i apsolutne minimalne mjesečne temperature zraka za meteorološku postaju Bjelovar za period od 1985. do 2013. (izvor: *Šumskogospodarska osnova područja Republike Hrvatske 2016. – 2025.*).

Tablica 2: Srednje mjesečne (TS), minimalne mjesečne (Tmin) i apsolutne minimalne mjesečne (Aps.min.) temperature zraka (°C) za meteorološku postaju Čazma za razdoblje (2014. - 2018.)

2014	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD
TS	5,1	5,3	10,3	12,9	15,3	19,8	21,2	19,7	15,8	13,2	8,8	4,4	12,7
Tmin	0,7	1,2	3,8	7,2	9,6	13,6	15,8	14,6	12,0	8,7	5,2	1,0	7,8
Aps.min	-11,4	-5,0	-1,2	0,6	2,4	9,2	11,5	10,3	6,7	-0,3	-1,1	-14,6	-14,6
2015	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD
TS	3,6	2,2	7,8	11,9	16,9	20,2	23,6	22,8	16,9	10,5	7,8	2,9	12,3
Tmin	-0,3	-1,7	2,2	5,3	11,2	13,4	16,5	16,9	12,3	7,0	2,5	-0,1	7,1
Aps.min	-16,9	-9,5	-2,8	-1,5	5,0	8,1	10,5	11,0	5,6	1,0	-3,4	-7,0	-16,9
2016	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD
TS	1,5	7,2	7,8	12,8	15,8	20,8	22,8	20,0	17,8	10,0	7,1	-0,4	11,9
Tmin	-2,5	3,5	3,5	6,9	10,6	15,0	16,9	13,9	12,0	6,0	2,4	-3,7	7,0
Aps.min	-9,6	-2,5	-2,0	-2,0	3,7	10,2	12,9	5,9	4,1	-0,4	-6,3	-8,5	-9,6
2017	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD
TS	-3,9	5,2	10,4	11,8	17,2	22,0	23,0	22,8	15,1	11,7	7,2	4,2	12,2
Tmin	-8,2	0,8	3,9	5,9	10,9	15,0	15,5	15,4	10,9	6,3	3,6	0,1	6,7
Aps.min	-15,9	-5,0	-2,0	-1,5	5,8	8,1	9,5	8,1	5,4	-1,0	-3,1	-5,8	-15,9
2018	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD
TS	5,3	-0,2	5,2	16,1	19,2	20,6	21,9	22,6	17,2	13,4	7,6	2,3	12,6
Tmin	1,7	-1,8	1,3	9,4	13,0	15,4	16,2	16,2	11,0	7,5	4,4	-1,4	7,7
Aps.min	-3,3	-13,0	-17,5	2,0	8,5	8,0	13,0	9,0	0,5	0,5	-6,0	-6,4	-17,5



Tablica 3: Srednje mjesečne (TS), apsolutne maksimalne (Aps.max.) i apsolutne minimalne (Aps. min.) mjesečne temperature zraka za meteorološku postaju Bjelovar za razdoblje 1984. - 2013.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD
TS	0,2	2,0	6,7	11,9	16,8	20,1	22,0	21,4	16,3	11,1	5,7	1,2	11,3
Aps.max.	17,6	21,3	27,4	30,3	34,1	36,7	38,5	38,5	33,6	28,2	25,4	22,5	38,5
Aps.min	-22,5	-23,0	-15,5	-3,7	0,4	3,7	6,4	4,6	1,8	-5,0	-16,4	-18,8	-23,0

### 2.3. Početak listanja

Na klonskoj sjemenskoj plantaži „Plešćice I“ u periodu od 2014. do 2018. godine opažana je fenološka faza početka listanja. Od svakog klona odabrano je šest odraslih, dobro razvijenih, zdravih stabala, ili rameta, dobrog vitaliteta koja plodonose. Odabrana stabla označena su na terenu oznakom koja je ostala na stablu tijekom cijelog pokusa.

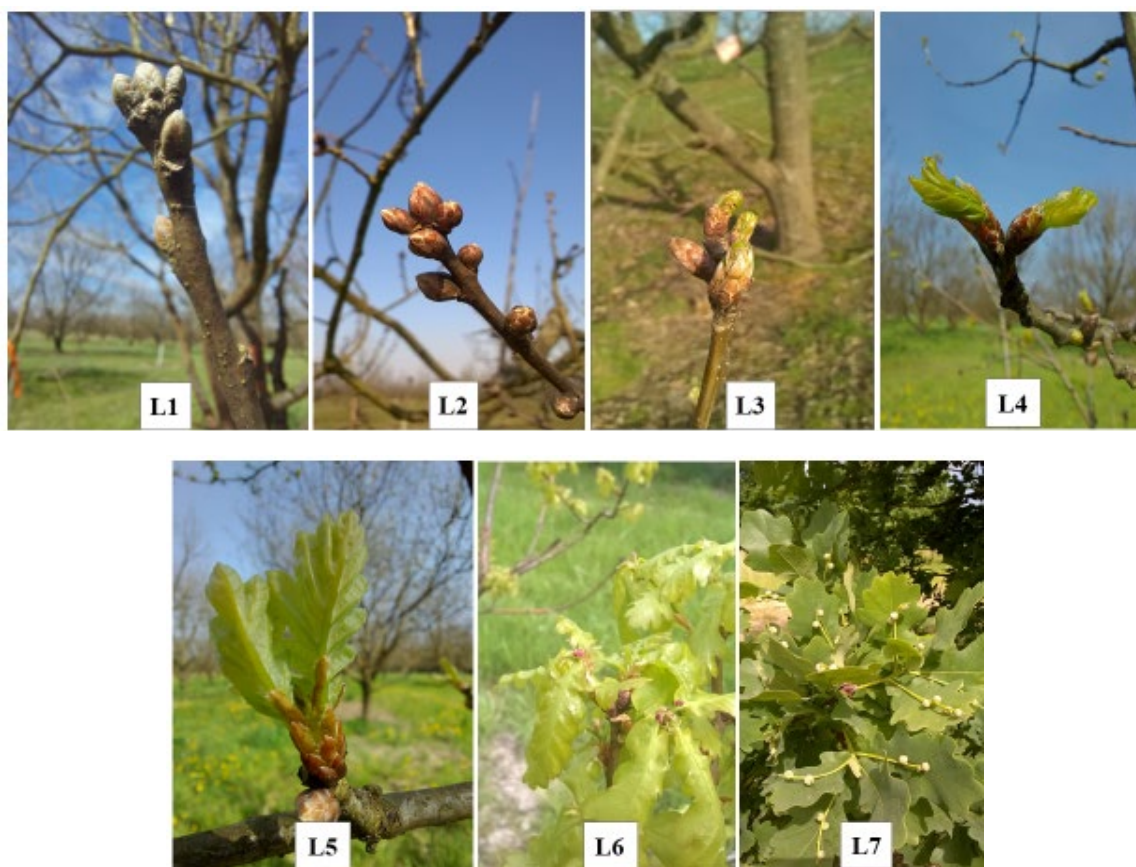


Slika 9: Odabrana rameta klona 44

U slučaju da se je odabrano stablo osušilo ili mu je trajno narušen vitalitet tijekom pokusa, zamijenjeno je drugim zdravim stablom istog klona. Opažano je ukupno 318 stabala.

Završetak fenofaze L1 (faza mirovanja, spavajući pupovi) i početak fenofaze L2 (pupovi su još uvijek zatvoreni, ali produljeni), prema Liesebachovu praćenju listanja bukve (1999), označava ulazak u proces listanja (Perić 2001). Opažanja su svake godine započela 24. veljače (55. dan u godini), i obavljena su svakih sedam dana, sve do dana dok svi klonovi, odnosno ramete, nisu ušli u fenofazu L2. Prilikom opažanja smatrano je da je stablo ušlo u fenofazu onog trenutka kad je više od 50 % pupova bilo u fenofazi L2.

Ukupno je, tijekom pet godina, provedeno 47 opažanja, i prikupljeno je 14 946 podataka.



L1 = faza mirovanja, spavajući pupovi, L2 - pupovi su još uvijek zatvoreni, ali produženi, L3 = pupovi se počinju otvarati i vide se prvi začetci zelenih listića, L4 = pojava prvih listića koji se još uvijek većim dijelom nalaze u pupu, L5 = faza formiranja prvih vidljivih listova, L6 = listovi su formirani, ali još uvijek uzdužno savijeni, L7 - listovi su potpuno formirani i glatki.

Slika 10: Fenofaze listanja hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), prema Liesebahovu praćenju listanja bukve

Statističke analize provedene su programskim paketom Statistica 12, a rezultati svih analiza detaljno su dokumentirani u tablicama i grafički prikazani na slikama u poglavlju Rezultati (Bahovec, V. i Erjavec, N. 2009. *Uvod u ekonometrijsku analizu*. Element. Zagreb., Bahovec, V. i Erjavec, N. 2015. *Statistika*. Element. Zagreb., Dumičić, K.; Bahovec, V. (urednice). 2011. *Poslovna statistika*. Element. Zagreb.).

Za prikaz početka ulaska klonova u fenofazu produljenja pupova provedena je deskriptivna statistika (aritmetička sredina, standardna devijacija, standardna pogreška, minimalna i maksimalna vrijednost i koeficijent varijacije) po klonovima.

Prema broju dana (od 1. siječnja svake godine) potrebnim svakom klonu za ulazak u fenofazu produljenja pupova, za pet opažanih godina, klaster analizom svi klonovi razvrstani su u tri klastera, odnosno u grupe ranolistajući, intermedijarni i kasnolistajući klonovi. Korištena je *k-means* metoda, kod koje je prvo odabran broj članova *k*, u ovom slučaju tri, kao početne jedinice i koja dozvoljava pomicanje članova iz jednog klastera u drugi, što u hijerarhijskim metodama nije dozvoljeno. Analizom varijance, uz razinu signifikantnosti 0,05, ispitane su razlike između klastera, tj. ispitano je može li se prihvatiti tvrdnja da je prosječni broj dana za ulazak u fenofazu L2 jednak za sve tri grupe klonova. Hipoteza o jednakosti sredina *k* populacija testirana je F-testom. U sklopu analize varijance proveden je Leveneov test o homogenosti varijanci, tj. test hipoteze o jednakosti varijanci svih populacija, poznat kao pretpostavka o homogenosti varijance ili homoskedastičnosti.

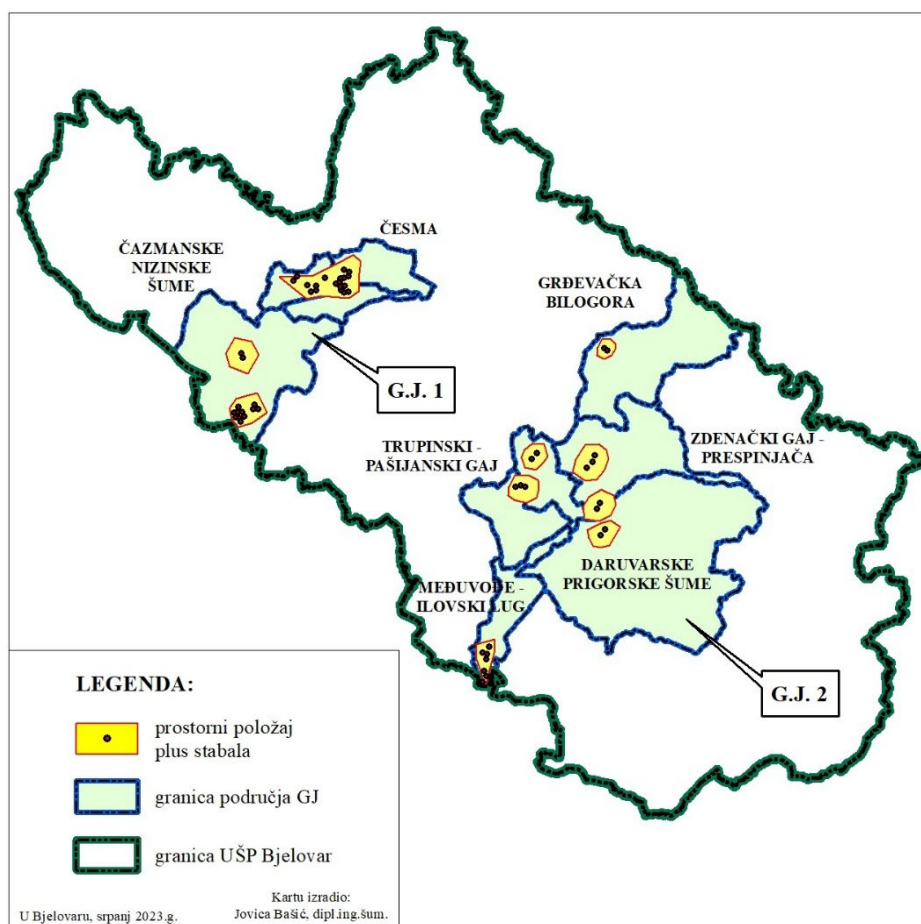
U slučaju kad je *p*-vrijednost  $> 0,05$ , zaključeno je se da se uz razinu značajnosti 5 % ne može odbaciti nulta hipoteza o jednakosti varijanci, a ako je test veličina (F-omjer) statistički značajna, uz određenu razinu signifikantnosti, nulta hipoteza o jednakosti varijanci se odbacuje.



Slika 11: Razlike u početku listanja između ranolistajućih, intermedijarnih i kasnolistajućih klonova hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na klonskoj sjemenskoj plantaži „Pleščice“ I

Prema prostornom rasporedu plus stabala hrasta lužnjaka na istraživanom području, svi klonovi su razvrstani u dvije odvojene grupe: G.J.1 i G.J.2. Grupu G.J.1 čine klonovi porijeklom iz gospodarskih jedinica „Česma“ i „Čazmanske nizinske šume“ koji se prema geografskom

položaju nalaze između  $45^{\circ} 52' 27''$  i  $45^{\circ} 42' 32''$  sjeverne geografske širine i  $16^{\circ} 33' 44''$  i  $16^{\circ} 44' 34''$  istočne geografske dužine, na nadmorskoj visini od 100 do 107 m. Klonovi ove grupe su sljedeći: 1 – 19, 28, 41 – 50, 52 i 53. Grupi G.J.2 čine klonovi porijeklom iz gospodarskih jedinica „Grđevačka Bilogora“, „Zdenački gaj - Prespinjača“, „Trupinski - Pašijanski gaj“, „Daruvarske prigorske šume“ i „Međuvođe - Ilovski lug“ koji se prema geografskom položaju nalaze između  $45^{\circ} 47' 51''$  i  $45^{\circ} 28' 09''$  sjeverne geografske širine i  $16^{\circ} 54' 24''$  i  $17^{\circ} 05' 56''$  istočne geografske dužine, na nadmorskoj visini od 105 do 145 m. Klonovi ove grupe su: 20 – 27, 29 – 40 i klon 51.



Slika 12: Prostorni raspored plus stabala hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) klonske sjemenske plantaže „Plešćice I“ (autor: Jovica Bašić, dipl. ing. šum.)

#### 2.4. Morfološke značajke žira

Godine 2014. na klonskoj sjemenskoj plantaži „Plešćice I“ urod žira je izostao te su svi planirani radovi odgođeni za sljedeću godinu. Krajem rujna 2015., nakon utvrđenog dobrog uroda, sakupljeni su uzorci od 100 komada žira od ukupno 49 klonova. Klonovi broj 10, 19, 35

i 50 nisu imali urod 2015. godine. Svježe otpao žir sakupljan je s tla, od rameta na kojima je opažan početak ulaska u fenofazu L2. Uzorci svakog klona pohranjeni su u prozračnu vreću.

Vagom Sartorius BP 210 S (maksimalna težina vaganja 210 g; minimalna težina vaganja 50 mg; očitavanje 0,1 mg) u Laboratoriju za šumsko sjemenarstvo i rasadničarstvo Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije u Zagrebu izmjerena je masa jednog žira za svaki uzorak.

Morfološke značajke žira utvrđene su WinSEEDLE paketom (2011) koji sadrži Skener STD4800 i WinSEEDLE računalni softver (Regent Instruments Inc.2010).



Slika 13: Utvrđivanje morfoloških značajki žira

Analizirane su sljedeće morfološke značajke: ravna duljina, zakrivljena duljina, ravna širina, zakrivljena širina, zakrivljenost, omjer širine i duljine, volumen i opseg.

Za prikaz morfoloških značajki žira provedena je deskriptivna statistika. Navedene su veličine uzoraka, prosječne, minimalne i maksimalne vrijednosti, standardne devijacije, standardne pogreške i koeficijent varijacije, po klonovima i po grupama R, I i K, odnosno G.J.1 i G.J.2. Prosječne vrijednosti iz svake tablice prikazane su na grafikonima. Svaka vertikalna dužina na grafikonu prikazuje 95 % interval pouzdanosti procjene sredine određene populacije.

S ciljem utvrđivanja razlika između klonova pojedinačno i između grupa R, I i K, odnosno G.J.1 i G.J.2 provedena je analiza varijance (ANOVA). U slučaju kad pretpostavka o homogenosti varijanci nije potvrđena, korišten je Kruskal-Wallisov test, neparametarski ekvivalent jednofaktorskoj analizi varijance. Nulta hipoteza glasila je da ne postoji razlika u morfološkim značajkama žira između sredina klonova i grupa klonova, odnosno pretpostavljeno je da svi uzorci pripadaju populacijama s jednakim medijanima kada se očekuje da približno 50% vrijednosti bude ispod (ili iznad) zajedničkog medijana. Ako je p-vrijednost bila manja od  $\alpha$ ,  $H_0$  je odbačena. U slučaju da je utvrđeno da su uzorci izabrani iz populacija s nejednakim sredinama, Bonferronijevim post-hoc testom testirano je koja se sredina razlikuje.

Zavisne varijable bile su morfološke značajke žira, a faktor su bili klonovi i grupe klonova R, I i K odnosno G.J.1 i G.J.2.

Analizom glavnih komponenta utvrđena je povezanost među izvornim varijablama. Dijagrami rasipanja napravljeni su u programu Statistica 12. Svojevrsne vrijednosti (*Eigenvalue*) korelacijske matrice glavnih komponenta su varijance glavnih komponenta. Njihov zbroj iznosi 10 jer je zbroj varijanci glavnih komponenta jednak zbroju varijanci polaznih varijabli (polaznih varijabli je 10, a svaka ima varijancu jednaku jedan). Analiza je provedena na osnovi korelacijske matrice, izračunate koordinate uz faktore mogu se protumačiti kao koeficijenti korelacije između odabrane ulazne varijable i pojedinog faktora.

Rezultati analiza detaljno su prikazani u tablicama i grafički na slikama u poglavlju Rezultati.

## 2.5. Morfološke značajke sadnica

Do sjetve žir je čuvan na temperaturi od 3 °C do 4 °C, a neposredno prije sjetve, tijekom 24 sata močen je u vodi kako bi bio doveden u stanje povećanja turgora.

Prema Orešković (2006) za uzgoj sadnica hrasta lužnjaka i hrasta kitnjaka mogu se preporučiti kontejneri HIKO V265 (volumen jednog otvora 265 ml) i QPD 60T/17 (volumen jednog otvora 240 ml). Za ovo istraživanje odabrani su kontejneri tipa HIKO V530 (duljina multikontejnera 352 mm, širina 200 mm, visina 216 mm, volumen jednog otvora 530 ml). Kontejneri su prije sjetve tretirani vrućom vodom (cca 88 °C) kako bi se odstranili potencijalno prisutni patogeni organizmi. Otvori multikontejnera napunjeni do 3 cm od ruba supstratom proizvođača Dupreta koji se koristi u rasadničkoj proizvodnji HŠ d.o.o. Supstrat je proizveden od ekološki čistog treseta, ne sadrži uzročnike biljnih bolesti i štetočine, porozan je i dobro upija

i zadržava vlagu. Supstrat posjeduje određenu količinu gnojiva i mikroelemenata koji se lako apsorbiraju i zadovoljavaju potrebe biljaka za hranivima. Osnovna supstrata su mahovine iz roda *Sphagnum* H3 – H7, a dodatne tvari su vapno, gnojivo s mikroelementima i okvašivači za lakše ponovno vlaženje. Količina organskog materijala iznosi 92 – 96 %, pH (CaCl) 5,2 – 6,0, električna provodljivost 0,9 – 1,5 mS/cm.

Po dva okularno zdrava žira posijana su u svaki otvor multikontejnera na način da su im mikropile, odnosno mjesta na kojem sjemena ljuska puca pri klijanju i iz kojeg izlazi radikula, bile okrenute na suprotne strane (slika: 14) kako bi se moglo pratiti nicanje svakog žira i rast sadnica. Žir je prekriven supstratom debljine 2 cm i u svaki otvor multikontejnera dodan je 1 dcl vode, do trenutka otjecanja kroz drenažne otvore. Ukupno je posijano 1 470 komada žira.



Slika 14: Sjetva žira hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u multikontejner HIKO V 530

U Laboratoriju za šumsko sjemenarstvo i rasadničarstvo Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije multikontejneri su smješteni u komoru rasta (Kambič RK-980 CHCO<sub>2</sub>, Semič, Slovenija), na kontrolirane uvjete. Temperatura je bila konstantna i iznosila je 20 °C, zračna vlaga 80 %, osvjetljenje 12 sati dnevno intenziteta 13 400 – 14 000 luxa (mjereno lux metrom model LX-101 LUX METER Lutron). U otvore multikontejnera svakih sedam dana dodavano je po 0,5 dcl vode, a nakon 21 dan po 0,25 dcl. Svakih sedam dana utvrđivano je nicanje i rast sadnica. Kriterij za utvrđivanje nicanja bio je pojavljivanje epikotila na površini supstrata.



Slika 15: Nicanje, odnosno pojavljivanje epikotila na površini supstrata



Slika 16: Multikontejneri u komori rasta Kambič

Nakon 63 dana multikontejneri su premješteni u staklenik Hrvatskog šumarskog instituta. Definirani su kontrolirani uvjeti: srednja temperatura 21,3 °C i relativna zračna vlaga 70,3 % (mjereno termohigrometrom TFA, Germany, raspon mjerenja temperature od -39,9 °C do +59,9 °C i točnost +/- 1 °C, raspon mjerenja vlage od 20 % do 99 % i točnost +/- 4 %, interval mjerenja 7 minuta).

Nakon 176 dana od sjetve od svakog klona slučajnim odabirom uzorkovano je po pet sadnica. Mjernom vrpcom izmjerene su visine sadnica (točnost izmjere 1 mm), a digitalnim



pomičnim mjerilom (49-900-150BH digital caliper, 6", raspon mjerenja 150 mm, točnost izmjere 0,01 mm) izmjeren je promjer vrata korijena.

Sve izmjerene sadnice isprane su vodom kako bi se čestice supstrata odstranile. Sadnice su odrezane na mjestu vrata korijena i odložene u papirnate vrećice, posebno nadzemni dio sadnice, a posebno korijenski sustav. Masa nadzemnog dijela i masa korijenskog sustava svake sadnice (analitička vaga GF - 300, raspon izmjere 0,001 g – 310,084 g, točnost = 0,001 g). utvrđena je nakon sušenja na zraku do konstantne mase.



Slika 17: Priprema nadzemnog dijela sadnica hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) za sušenje

U tablicama deskriptivne statistike za svaku pojedinu varijablu za sve klonove i za sve grupe klonova navedene su veličine uzoraka, srednj vrijednosti, minimalne i maksimalne vrijednosti, standardne devijacije, standardne pogreške i koeficijenti varijabilnosti. Srednje vrijednosti iz svake tablice prikazane su na grafikonima. Svaka vertikalna dužina prikazuje 95 % interval pouzdanosti procjene sredine određene populacije.

S ciljem utvrđivanja razlika morfoloških značajki sadnica između klonova i između grupa provedena je analiza varijance, odnosno Kruskal-Wallisov test. Nulta hipoteza glasila je da ne postoji razlika u morfološkim značajkama sadnica između sredina triju grupa klonova prema vremenu početka listanja (R, I i K), između dviju grupa klonova prema prostornom smještaju plus stabla (G.J.1 i G.J.2), odnosno između klonova pojedinačno.

Pearsonove korelacijske analize izvedene su pomoću paketa Hmisc u R statističkom software-u (Harrell et al. 2019.) kako bi se utvrdila statistička značajnost povezanosti između prosječnih vrijednosti analiziranih značajki.

### 3. REZULTATI

#### 3.1. Početak listanja

Početak ulaska u fenofazu produljenja pupova klonova hrasta lužnjaka za svih pet godina motrenja (2014. - 2018.) prikazan je u tablici 4.

Tablica 4: Ulazak klonova u fenofazu produljenja pupova, L2

Broj dana od 1. 1.	Godina opažanja									
	2014.		2015.		2016.		2017.		2018.	
	Broj klonova									
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
69	8	15,09	-	-	-	-	-	-	-	-
76	17	32,08	3	5,66	1	1,89	2	3,77	-	-
83	7	13,21	21	39,62	15	28,3	16	30,19	1	1,89
90	6	11,32	7	13,22	18	33,97	13	24,53	25	47,17
97	4	7,55	8	15,09	8	15,09	5	9,43	10	18,87
104	8	15,09	6	11,32	8	15,09	4	7,55	11	20,75
111	3	5,66	8	15,09	2	3,77	12	22,64	6	11,32
118	-	-	-	-	1	1,89	1	1,89	-	-

Godine 2014. ukupno je bilo potrebno 111 dana (od 1. 1. 2014.) da svi klonovi uđu u fenofazu produljenja pupova (L2). Početak prijelaza bio je 69. dan (klonovi broj 1, 16, 22, 27, 31, 34, 36 i 37), a završetak 111. dan (klonovi broj 13, 43 i 45). Najviše klonova, ukupno 17, ili 32,08 %, u fenofazu L2 ušlo je 76. dan.

Za ulazak u fenofazu produljenja pupova 2015. godine bilo je potrebno ukupno 111 dana (od 1. 1. 2015.). Početak prijelaza bio je 76. dan (klonovi broj 1, 8 i 25), a 111. dan u fenofazu L2 ušli su klonovi broj 9, 10, 13, 14, 42, 43, 45 i 46. Najviše klonova, ukupno 21 odnosno 39,62 %, u fenofazu L2 ušlo je 83. dan.

U 2016. godini bilo je potrebno 118 dana (od 1. 1. 2016.) da svi klonovi uđu u fenofazu produljenja pupova. Početak prijelaza bio je 76. dan (klon broj 1), a završetak 118. dan (klon broj 13). Najviše klonova u fenofazu L2 ušlo je 90. dan, ukupno 18 klonova, odnosno 33,97 %.

Za ulazak svih klonova u fenofazu produljenja pupova 2017. godine ukupno je bilo potrebno 118 dana (od 1. 1. 2017.). Početak prijelaza bio je 76. dan (klonovi broj 1 i 8), završetak 118. dan (klon broj 13), a najveći prijelaz bio je 83. dan, kad je ukupno 16 klonova (30,19 %) ušlo u fenofazu L2.

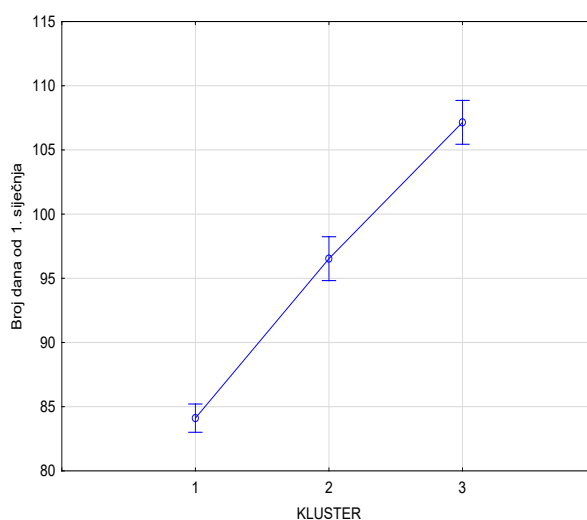
Početak prijelaza u fenofazu produljenja pupova u 2018. godini bio je 83. dan (klon broj 44), završetak 111. dan (klonovi broj 9, 10, 13, 14, 42 i 43), a 90. dan najviše je klonova, ukupno 25 ili 47,17 %, ušlo u fenofazu L2.

Prosječan broj dana koji je bio potreban za ulazak svih klonova u fenofazu produljenja pupova u 2014. godini je iznosio 85, u 2015. i 2016. godini 92 dana, 2017. godine 94 dana i 2018. godine 96. Prema broju dana potrebnim svakom klonu da uđe u fenofazu produljenja pupova u pet opažanih godina, klaster analizom svi klonovi razvrstani su u tri klastera: ranolistajuće, intermedijarne i kasnolistajuće klonove.

Tablica 5: Deskriptivna statistika ulaska u fenofazu produljenja pupova za tri grupe klonova (klastera)

Grupa klonova	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	St.greška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
SVI	53	92,14	77,40	113,80	10,04	1,38	10,89
R	29	84,11	69,00	97,00	2,63	0,49	3,13
I	12	96,53	83,00	111,00	3,12	0,90	3,23
K	12	107,15	97,00	118,00	3,49	1,01	3,25

Vrijednosti iz tablice 5 prikazane su na slici 18. Svaka vertikalna dužina prikazuje 95 % interval pouzdanosti procjene sredine određene populacije. Slika pruža uvid u rastući trend aritmetičkih sredina uzoraka, te upućuje na opravdanost testiranja razlike sredina promatranih populacija.



Slika 18: Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredina za tri klastera

Analizom varijance ispitano je može li se, uz razinu signifikantnosti od 0,05 prihvatiti tvrdnja da je prosječan broj dana za ulazak u fenofazu produljenja pupova jednak za sve tri grupe klonova. U tablici 5 su za tri grupe klonova navedene veličine uzoraka, srednje vrijednosti, standardne devijacije, standardne pogreške, koeficijenti varijacije. Nulta hipoteza glasi da su sredine u sve tri populacije međusobno jednake, a alternativna hipoteza da postoji barem jedna različita sredina.

Testiranje hipoteze o jednakosti sredina k populacija provedeno je F-testom. Nulta se hipoteza odbacuje uz razinu signifikantnosti  $\alpha$  ako je:

$$F = \frac{SSB / (k - 1)}{SSW / (n - k)} > F_{(k-1; n-k)}^{\alpha}$$

Tablica 6: Leveneov test o homogenosti varijance

Broj stupnjeva slobode: 2, 50				
	MS između grupa	MS unutar grupa	F	P
Sredine	2,25	2,69	0,83	0,440211

S obzirom da je p-vrijednost  $> 0,05$  uz razinu značajnosti od 5 % nulta hipoteza se održala, varijance su homogene.

Tablica 7: Analiza varijance (ANOVA)

Izvor varijabiliteta	Stupnjevi slobode	SS	MS	F	p
Između klastera	1	411759,60	411759,60	47384,94	0,000000
Unutar klastera	2	4805,00	2402,50	276,48	0,000000
Pogreška	50	434,50	8,70		
Ukupno	52	5239,50			

S obzirom da je p-vrijednost  $< 0,05$  nulta hipoteza odbačena je kao lažna i prihvaćena je hipoteza  $H_1$  da se sredine triju grupa klonova statistički signifikantno razlikuju.

Tablica 8: Analiza varijance (ANOVA) za tri predložena klastera po godinama

Izvor varijabiliteta	SS	MS	F	p
2014.	7 853,12	1 238,80	158,48	0,000000
2015.	5 195,49	1 364,96	95,16	0,000000
2016.	3 242,79	1 047,02	77,43	0,000000
2017.	6 111,99	1 162,20	131,47	0,000000
2018.	2 642,05	479,16	137,85	0,000000

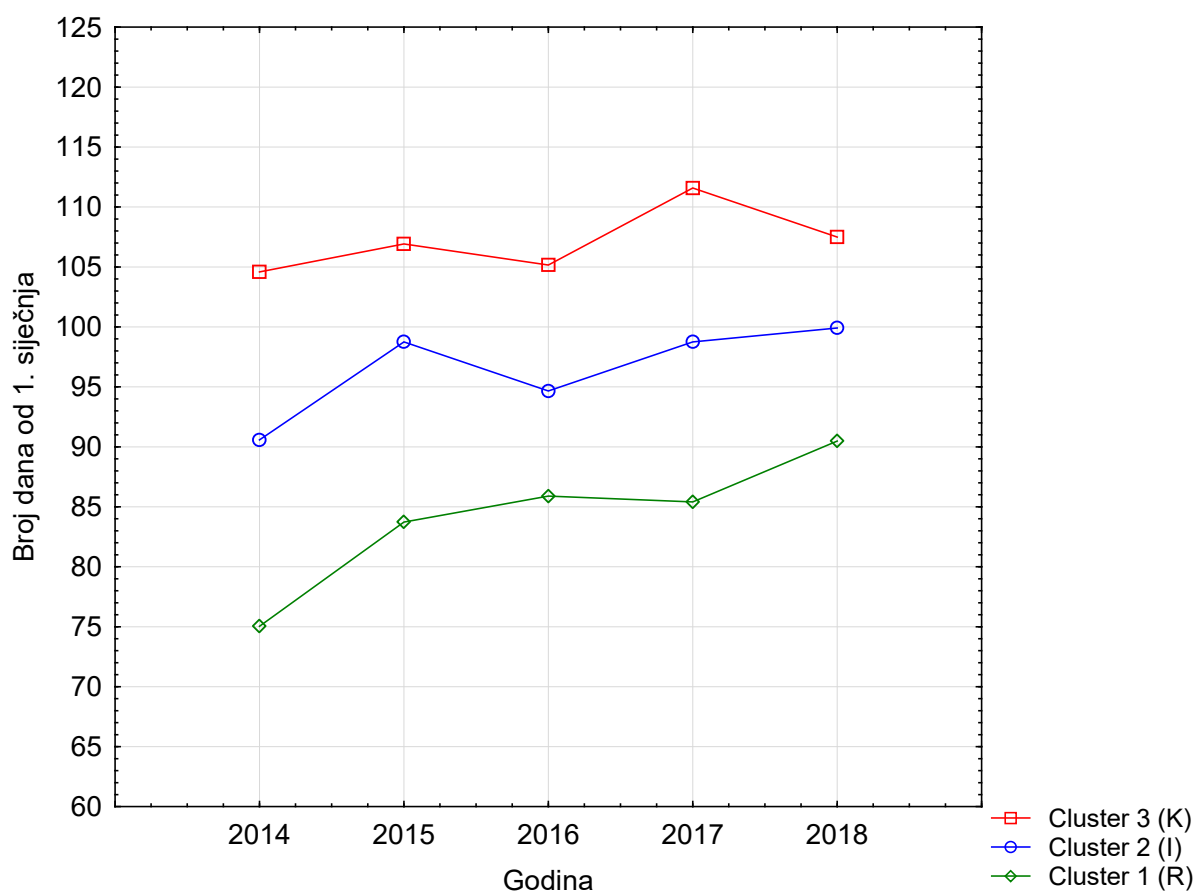
Sredine tri klastera signifikantno se razlikuju jer je za svaku varijablu (godinu)  $p = 0,000000$ .

Tablica 9: Članovi klastera i njihova udaljenost od odgovarajućeg centra klastera

Klaster 1		Klaster 2		Klaster 3	
Klon broj	Udaljenost	Klon broj	Udaljenost	Klon broj	Udaljenost
1	7,52	2	6,20	9	2,49
3	5,53	5	3,26	10	3,57
4	4,33	6	2,39	11	5,83
8	5,62	7	3,00	12	4,75
15	1,78	17	6,82	13	7,43
16	3,21	20	10,34	14	2,49
19	3,96	21	4,70	18	4,20
22	3,46	35	5,79	28	2,14
23	2,81	46	8,03	42	2,49
24	2,81	47	4,87	43	4,57
25	5,40	48	3,00	45	3,79
26	2,81	49	3,50	52	5,39
27	3,46				
29	3,96				
30	1,78				
31	3,65				
32	2,21				
33	1,78				
34	3,21				
36	3,21				
37	3,21				
38	4,91				
39	4,40				
40	5,31				
41	2,49				
44	3,79				
50	5,08				
51	3,31				
53	1,78				

Tablica 10: Deskriptivna analiza za pojedine klustere

Godina	Klaster 1; 29 članova		Klaster 2; 12 članova		Klaster 3; 12 članova	
	Aritmetička sredina	Standardna devijacija	Aritmetička sredina	Standardna devijacija	Aritmetička sredina	Standardna devijacija
2014.	75,03	4,48	90,58	6,30	104,58	4,68
2015.	83,72	3,90	98,75	7,39	106,92	5,55
2016.	85,90	3,98	94,67	4,56	105,17	5,84
2017.	85,41	4,69	98,75	6,76	111,58	2,02
2018.	90,48	2,60	99,92	3,60	107,50	3,66



Slika 19: Ulazak klonova razvrstanih u tri klastera u fenofazu produljenja pupova po godinama

Klaster 2 (intermedijarni klonovi) i klaster 3 (kasnolistajući klonovi) međusobno su manje udaljeni u odnosu na njihovu udaljenost od klastera 1 (ranolistajući klonovi).

Tablica 11: Aritmetičke sredine početka ulaska u fenofazu produljenja pupova u danima

Godina	Svi klonovi	Ranolistajući	Intermedijarni	Kasnostajući
2014.	85	75	91	105
2015.	92	84	99	107
2016.	92	86	95	105
2017.	94	85	99	112
2018.	96	90	100	108

### 3.2. Morfološke značajke žira

U radu je ispitano jesu li za sve klonove, za tri grupe klonova (ranolistajući, intermedijarni i kasnostajući), te za dvije grupe klonova hrasta lužnjaka, prema položaju plus stabla, aritmetičke sredine jednake za sljedeće mjerene varijable: ravna duljina (RD), zakrivljena duljina (ZD), ravna širina (RŠ), zakrivljena širina (ZŠ), zakrivljenost (Z), volumen (V), omjer širine i duljine (Š/D), opseg (O) i masa jednog žira (M).

Tablica 12: Leveneov test o homogenosti varijance za grupe klonova R, I i K

Varijable	Broj stupnjeva slobode: 2, 1467			
	Sredina kvadrata odstupanja između grupa	Sredina kvadrata odstupanja unutar grupa	F	P
RD (mm)	2,46E+10	4,10E+08	59,93	0,000000
ZD (mm)	2,51E+10	4,14E+08	60,68	0,000000
RŠ (mm)	9,59E+07	1,10E+08	0,87	0,418539
ZŠ (mm)	8,86E+07	1,08E+08	0,82	0,442260
Z (%)	4,40E-04	8,37E-05	5,26	0,005316
V (cm <sup>3</sup> )	4,69E+14	6,46E+13	7,26	0,000728
Š/D	6,12E-03	1,27E-03	4,84	0,008066
O (mm)	1,45E+11	2,74E+09	52,73	0,000000

Za zadanu teorijsku razinu signifikantnosti  $\alpha = 0,05$ , nulta hipoteza se održala za varijable za koje je p-vrijednost  $> 0,05$ , a to su ravna širina i zakrivljena širina.

Tablica 13: Leveneov test o homogenosti varijance za grupe G.J.1 i G.J.2

Varijable	Broj stupnjeva slobode: 1, 1468			
	Sredina kvadrata odstupanja između grupa	Sredina kvadrata odstupanja unutar grupa	F	P
RD (mm)	1,34E+09	4,86E+08	2,77	0,096522
ZD (mm)	2,04E+09	4,92E+08	4,15	0,041696
RŠ (mm)	5,89E+07	1,09E+08	0,54	0,463483
ZŠ (mm)	9,67E+07	1,08E+08	0,90	0,343795
Z (%)	1,10E-03	8,37E-05	13,15	0,000297
V (cm <sup>3</sup> )	1,53E+14	6,64E+13	2,31	0,128666
Š/D	3,99E-03	1,31E-03	3,03	0,081828
O (mm)	5,50E+10	3,22E+09	17,07	0,000038

Varijance unutar dviju grupa uz razinu značajnosti 5% bile su jednake za sljedeće varijable: ravna duljina, ravna širina, zakrivljena širina, volumen i omjer širine i duljine.

Tablica 14: Leveneov test o homogenosti varijance za klonove

Varijable	Broj stupnjeva slobode: 48, 1421			
	Sredina kvadrata odstupanja između grupa	Sredina kvadrata odstupanja unutar grupa	F	P
RD (mm)	4,75E+08	1,27E+08	3,74	0,000000
ZD (mm)	4,88E+08	1,30E+08	3,75	0,000000
RŠ (mm)	8,12E+07	3,31E+07	2,45	0,000000
ZŠ (mm)	7,64E+07	3,25E+07	2,35	0,000001
Z (%)	3,08E-04	5,49E-05	5,61	0,000000
V (cm <sup>3</sup> )	1,16E+14	2,29E+13	5,06	0,000000
Š/D	8,16E-04	2,64E-04	3,09	0,000000
O (mm)	3,05E+09	1,04E+09	2,92	0,000000

Za svaku pojedinu varijablu odbačena je nulta hipoteza kojom se tvrdi da su varijance za sve klonove međusobno jednake. Faktor „klon“ dijeli populaciju zavisnih varijabli na grupe jednakih veličina  $n_i = 30$ . Dok su grupe izbalansirane F-test nije osjetljiv na heteroskedastičnost, ali efekti su ozbiljni kod neizbalansiranih grupa.



## 3.2.1. Ravna duljina žira (mm)

Prosječna vrijednost ravne duljine žira za sve klonove iznosila je 32,61 mm, od najmanje vrijednosti 19,51 mm (klon 43) do najveće vrijednosti 43,52 mm (klon 22).

U grupi R prosječna vrijednost ravne duljine žira iznosila je 33,07 mm, od najmanje vrijednosti 25,53 mm (klon 29) do najveće vrijednosti 43,52 mm (klon 22).

U grupi I prosječna vrijednost ravne duljine žira iznosila je 33,07 mm, od najmanje vrijednosti 24,22 mm (klon 48) do najveće vrijednosti 43,38 mm (klon 47).

U grupi K prosječna vrijednost ravne duljine žira iznosila je 31,02 mm, od najmanje vrijednosti 19,51 mm (klon 43) do najveće vrijednosti 41,00 mm (klon 18).

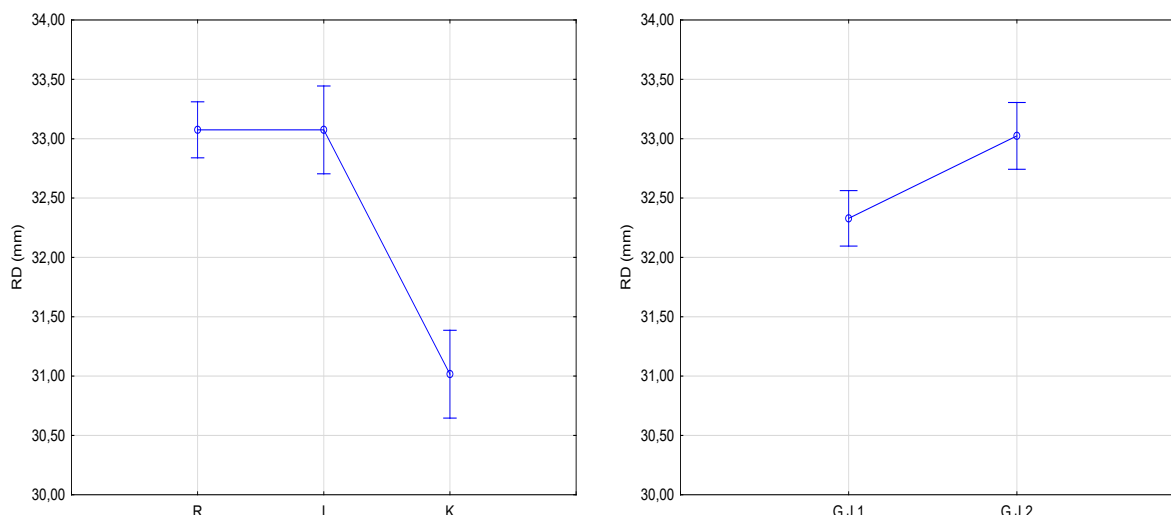
Prosječna vrijednost ravne duljine žira u grupi G.J.1 iznosila je 32,33 mm, od najmanje vrijednosti 19,51 mm (klon 43) do najveće vrijednosti 43,38 mm (klon 47).

Prosječna vrijednost ravne duljine žira u grupi G.J.2 iznosila je 33,02 mm, od najmanje vrijednosti 25,53 mm (klon 29) do najveće vrijednosti 43,52 mm (klon 22).

Najveća varijabilnost utvrđena je u grupi K (koeficijent varijacije = 14,59), a najmanja u grupi R (koeficijent varijacije = 8,90).

Tablica 15: Deskriptivna statistika za varijablu ravna duljina žira

Grupa klonova	N	Aritmetička sredina mm	Minimum mm	Maksimum mm	Standardna devijacija	St.pogreška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
SVI	1470	32,61	19,51	43,52	3,53	0,09	10,82
R	810	33,07	25,53	43,52	2,94	0,10	8,90
I	330	33,07	24,22	43,38	3,25	0,18	9,83
K	330	31,02	19,51	41,00	4,53	0,25	14,59
G.J.1	870	32,33	19,51	43,38	3,67	0,12	11,35
G.J.2	600	33,02	25,53	43,52	3,28	0,13	9,93



Slike 20 i 21: Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu ravna duljina žira za grupe R, I i K, i za grupe G.J.1 i G.J.2

Hipoteze glase:	Empirijski F omjer:	Kritična vrijednost:	Empirijska razina sign.
$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu$ $H_1 : \exists \mu_j \neq \mu \quad j = 1,2$	$F = \frac{SS / (k - 1)}{MS / n - k}$	$F_{(k-1, n-k)}^{0,05}$	<p>P</p> <p><math>p &lt; \alpha \rightarrow H_1</math></p>

Tablica 16: Kruskal-Wallisov test za varijablu ravna duljina žira između grupa R, I i K:

H = 46,80619; p = 0,000000

RD	N	Suma pozicija	Srednja vrijednost
R	810	630282,5	778,1265
I	330	254619,5	771,5742
K	330	196283,0	594,7970

Tablica 17: Višestruka usporedba p-vrijednosti

RD	R	I	K
	R: 778,13	R: 771,57	R: 594,80
R		1,000000	0,000000
I	1,000000		0,000000
K	0,000000	0,000000	

Kruskal-Wallisov test rezultirao je odbacivanjem nulte hipoteze da su medijani tri grupe jednaki. Razlika između očekivanih vrijednosti medijana grupa R i I statistički je bila nesigifikantna dok se očekivana vrijednost medijana K statistički sigifikantno razlikovala od medijana grupe R i grupe I.

Tablica 18: Analiza varijance (ANOVA) za varijablu ravna duljina žira između grupa G.J.1 i G.J.2:  $F = 13,88$ ;  $p = 0,000203$ 

Izvor varijabiliteta	Stupnjevi slobode	SS	MS	F	p
Između grupa	1	1516628	1516628	122761,92	0,000000
Unutar grupe	1	171,44	171,44	13,88	0,000203
Pogreška	1468	18136,01	12,35		
Ukupno	1469	18307,45			

Analizom varijance utvrđena je signifikantna razlika varijable ravna duljina žira između grupa G.J.1 i G.J.2.

Tablica 19: Analiza varijance (ANOVA) za varijablu ravna duljina žira između klonova:  $F = 77,82$ ;  $p = 0,000000$ 

Izvor varijabiliteta	Stupnjevi slobode	SS	MS	F	p
Između klonova	1	1563455	1563455	440163,63	0,000000
Unutar klonova	48	13260,07	276,25	77,82	0,000000
Pogreška	1421	5047,37	3,55		
Ukupno	1469	18307,45			

Za razinu signifikantnosti 0,05 utvrđena je statistički značajna razlika za varijablu ravna duljina žira između klonova.

### 3.2.2. Zakrivljena duljina žira (mm)

Prosječna vrijednost zakrivljene duljine žira za sve klonove iznosila je 32,78 mm, od najmanje vrijednosti 19,64 mm (klon 43) do najveće vrijednosti 43,65 mm (klon 47).

U grupi R prosječna vrijednost zakrivljene duljine žira iznosila je 33,25 mm, od najmanje vrijednosti 25,87 mm (klon 29) do najveće vrijednosti 43,58 mm (klon 22).

U grupi I prosječna vrijednost zakrivljene duljine žira iznosila je 33,25 mm, od najmanje vrijednosti 24,37 mm (klon 48) do najveće vrijednosti 43,65 mm (klon 47).

U grupi K prosječna vrijednost zakrivljene duljine žira iznosila je 31,15 mm, od najmanje vrijednosti 19,64 mm (klon 43) do najveće vrijednosti 41,07 mm (klon 18).

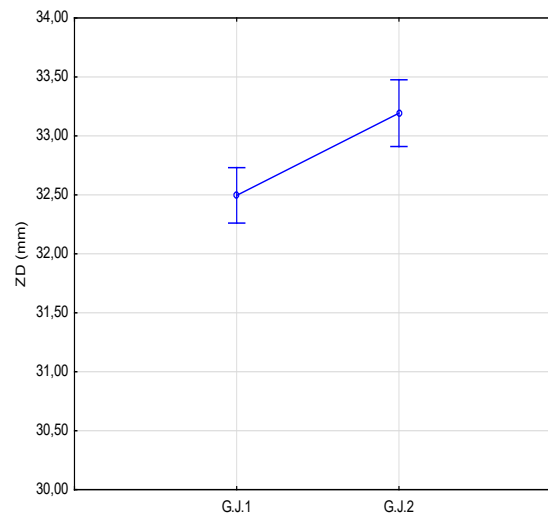
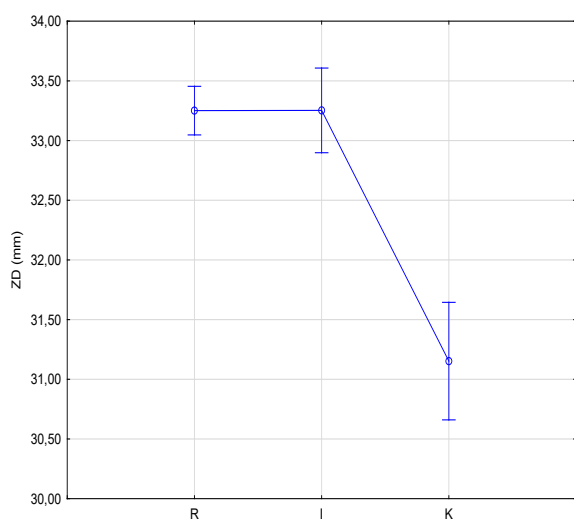
Prosječna vrijednost zakrivljene duljine žira u grupi G.J.1 iznosila je 32,50 mm, od najmanje vrijednosti 19,64 mm (klon 43) do najveće vrijednosti 43,65 mm (klon 47).

Prosječna vrijednost zakrivljene duljine žira u grupi G.J.2 iznosila je 33,19 mm, od najmanje vrijednosti 25,87 mm (klon 29) do najveće vrijednosti 43,58 mm (klon 22).

Najveća varijabilnost utvrđena je u grupi K (koeficijent varijacije = 14,59), a najmanja u grupi R (koeficijent varijacije = 8,88).

Tablica 20: Deskriptivna statistika za varijablu zakrivljena duljina žira

Grupa klonova	N	Aritmetička sredina mm	Minimum mm	Maksimum mm	Standardna devijacija	St.pogreška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
SVI	1470	32,78	19,64	43,65	3,55	0,09	10,83
R	810	33,25	25,87	43,58	2,95	0,10	8,88
I	330	33,25	24,37	43,65	3,28	0,18	9,85
K	330	31,15	19,64	41,07	4,54	0,25	14,59
G.J.1	870	32,50	19,64	43,65	3,70	0,13	11,39
G.J.2	600	33,19	25,87	43,58	3,28	0,13	9,87



Slike 22 i 23: Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu zakrivljena duljina žira za grupe R, I i K, i grupe G.J.1 i G.J.2

Tablica 21: Kruskal-Wallisov test za varijablu zakrivljena duljina između grupa R, I i K:  $H = 48,59046$ ;  $p = 0,000000$

ZD	N	Suma pozicija	Srednja vrijednost
R	810	631044,5	779,07
I	330	254730,0	771,91
K	330	195410,5	592,15

Tablica 22: Višestruka usporedba p-vrijednosti:  $H = 48,59046$ ;  $p = 0,000000$ 

ZD	R R: 779,07	I R: 771,91	K R: 592,15
R		1,000000	0,000000
I	1,000000		0,000000
K	0,000000	0,000000	

Kruskal-Wallisov test rezultirao je odbacivanjem nulte hipoteze da su medijani u tri distribucije jednaki. Razlika između očekivanih vrijednosti medijana grupe R i grupe I bila je statistički nesignifikantna, a očekivana vrijednost medijana grupe K statistički signifikantno razlikovala se od medijana prethodne dvije grupe.

Tablica 23: Kruskal-Wallisov test za varijablu zakrivljena duljina žira između grupa G.J.1 i G.J.2:  $H = 5,530840$ ;  $p = 0,0187$ 

ZD	N	Suma pozicija	Srednja vrijednost
G.J.1	870	621072,5	713,88
G.J.2	600	460112,5	766,85

Kruskal-Wallisov test rezultirao je odbacivanjem nulte hipoteze da su medijani u dvije distribucije jednaki.

Tablica 24: Analiza varijance (ANOVA) za varijablu zakrivljena duljina žira između klonova:  $F = 77,21$ ;  $p = 0,000000$ 

Izvor varijabiliteta	Stupnjevi slobode	SS	MS	F	p
Između klonova	1	1579579	1579579	437820,54	0,000000
Unutar klonova	48	13372,46	278,59	77,21	0,000000
Pogreška	1421	5126,72	3,61		
Ukupno	1469	18499,18			

Nulta hipoteza o jednakosti sredina između klonova odbačena je na razini signifikantnosti 0,05.

## 3.2.3. Ravna širina žira (mm)

Prosječna vrijednost ravne širine žira za sve klonove iznosila je 16,11 mm, od najmanje vrijednosti 11,00 mm (klonovi 11 i 53) do najveće vrijednosti 21,88 mm (klon 32).

U grupi R prosječna vrijednost ravne širine žira iznosila je 16,19 mm, od najmanje vrijednosti 11,00 mm (klon 53) do najveće vrijednosti 21,88 mm (klon 32).

U grupi I prosječna vrijednost ravne širine žira iznosila je 16,09 mm, od najmanje vrijednosti 12,58 mm (klon 48) do najveće vrijednosti 21,61 mm (klon 20).

U grupi K prosječna vrijednost ravne širine žira iznosila je 15,91 mm, od najmanje vrijednosti 11,00 mm (klon 11) do najveće vrijednosti 19,59 mm (klon 9).

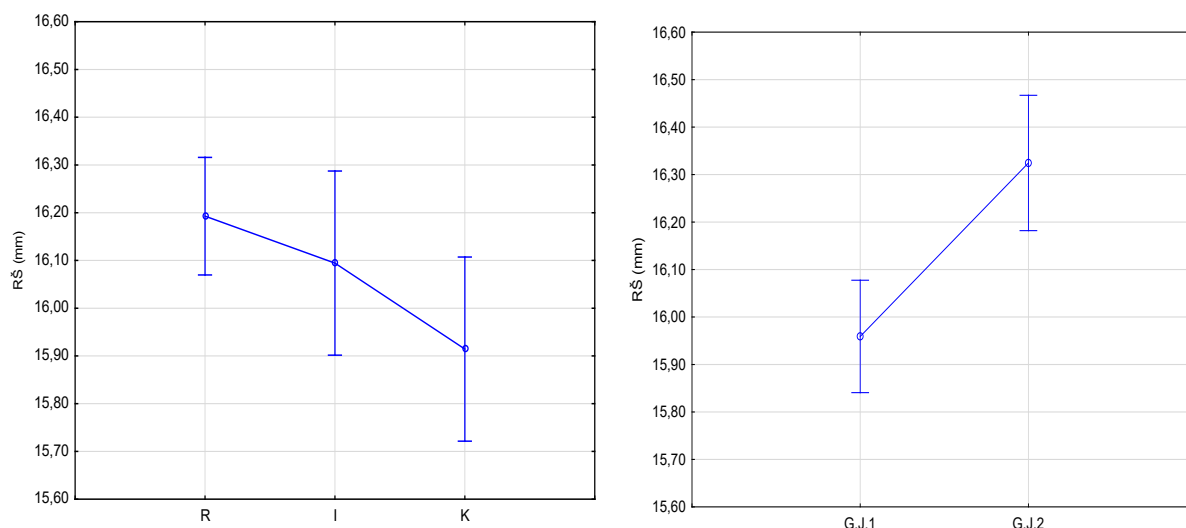
Prosječna vrijednost ravne širine žira u grupi G.J.1 iznosila je 15,96 mm, od najmanje vrijednosti 11,00 mm (klonovi 11 i 53) do najveće vrijednosti 21,37 mm (klon 46).

Prosječna vrijednost ravne širine žira u grupi G.J.2 iznosila je 16,32 mm, od najmanje vrijednosti 12,01 mm (klon 27) do najveće vrijednosti 21,88 mm (klon 32).

Najveća varijabilnost utvrđena je u grupi R (koeficijent varijacije = 11,34), a najmanja u grupi I (koeficijent varijacije = 10,67).

Tablica 25: Deskriptivna statistika za varijablu ravna širina žira

Grupa klonova	N	Aritmetička sredina mm	Minimum mm	Maksimum mm	Standardna devijacija	St.pogreška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
SVI	1470	16,11	11,00	21,88	1,79	0,05	11,10
R	810	16,19	11,00	21,88	1,84	0,06	11,34
I	330	16,09	12,58	21,61	1,72	0,09	10,67
K	330	15,91	11,00	19,59	1,73	0,10	10,86
G.J.1	870	15,96	11,00	21,37	1,80	0,06	11,26
G.J.2	600	16,32	12,01	21,88	1,76	0,07	10,75



Slike 24 i 25: Aritmetičke sredine i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredina za varijablu ravna širina žira za grupe R, I i K, i za grupe G.J.1 i G.J.2

Analizom varijance za varijablu ravna širina žira utvrđeno je da su prosječne vrijednosti varijable između grupa R, I i K uz zadanu razinu signifikantnosti međusobno jednake ( $F = 2,86$ ;  $p = 0,057520$ ), nulta hipoteza se održala.

Tablica 26: Analiza varijance (ANOVA) za varijablu ravna širina žira između grupa G.J.1 i G.J.2:  $F = 15,03$ ;  $p = 0,000114$

Izvor varijabiliteta	Stupnjevi slobode	SS	MS	F	p
Između grupa	1	370097	370097	116818,71	0,000000
Unutar grupe	1	47,42	47,42	15,03	0,000114
Pogreška	1468	4650,82	3,17		
Ukupno	1469	4698,23			

Uz razinu signifikantnosti od 0,05 odbačena je nulta hipoteza o jednakosti sredina između grupe G.J.1 i grupe G.J.2 za varijablu ravna širina.

Tablica 27: Analiza varijance (ANOVA) za varijablu ravna širina žira između klonova:  $F = 76,73$ ;  $p = 0,000000$

Izvor varijabiliteta	Stupnjevi slobode	SS	MS	F	p
Između klonova	1	381428	381428	414263,44	0,000000
Unutar klonova	48	3389,87	70,62	76,73	0,000000
Pogreška	1421	1308,37	0,92		
Ukupno	1469	4698,23			

Uz razinu signifikantnosti 0,05 odbačena je nulta hipoteza o jednakosti sredina između klonova.

#### 3.2.4. Zakrivljena širina žira (mm)

Prosječna vrijednost zakrivljene širine žira za sve klonove iznosila je 16,08 mm, od najmanje vrijednosti 10,94 mm (klon 53) do najveće vrijednosti 21,61 mm (klon 20).

U grupi R prosječna vrijednost zakrivljene širine žira iznosila je 16,16 mm, od najmanje vrijednosti 10,94 mm (klon 53) do najveće vrijednosti 21,48 mm (klon 32).

U grupi I prosječna vrijednost zakrivljene širine žira iznosila je 16,06 mm, od najmanje vrijednosti 12,57 mm (klon 48) do najveće vrijednosti 21,61 mm (klon 20).

U grupi K prosječna vrijednost zakrivljene širine žira iznosila je 15,89 mm, od najmanje vrijednosti 10,99 mm (klon 11) do najveće vrijednosti 19,57 mm (klon 9).

Prosječna vrijednost zakrivljene širine žira u grupi G.J.1 iznosila je 15,93 mm, od najmanje vrijednosti 10,94 mm (klon 53) do najveće vrijednosti 21,29 mm (klon 46).

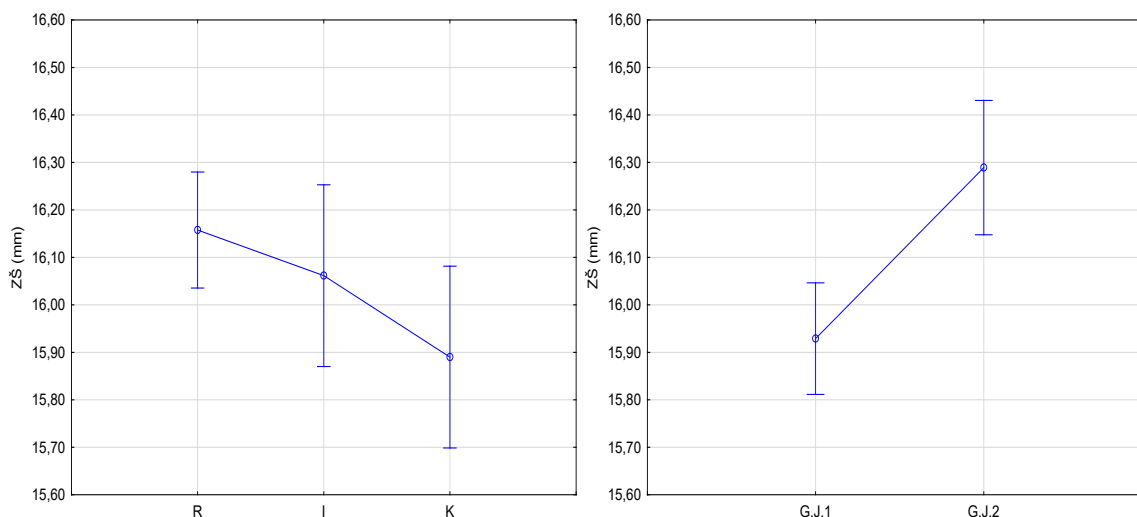
Prosječna vrijednost zakrivljene širine žira u grupi G.J.2 iznosila je 16,29 mm, od najmanje vrijednosti 12,00 mm (klon 27) do najveće vrijednosti 21,61 mm (klon 20).

Najveća varijabilnost utvrđena je u grupi R (koeficijent varijacije = 11,26), a najmanja u grupi I (koeficijent varijacije = 10,59).

Tablica 28: Deskriptivna statistika za varijablu zakrivljena širina žira

Grupa klonova	N	Aritmetička sredina mm	Minimum mm	Maksimum mm	Standardna devijacija	St.pogreška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
SVI	1470	16,08	10,94	21,61	1,77	0,05	11,04
R	810	16,16	10,94	21,48	1,82	0,06	11,26
I	330	16,06	12,57	21,61	1,70	0,09	10,59
K	330	15,89	10,99	19,57	1,73	0,09	10,86
G.J.1	870	15,93	10,94	21,29	1,79	0,06	11,22
G.J.2	600	16,29	12,00	21,61	1,74	0,07	10,66





Slike 26 i 27: Aritmetičke sredine i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredina za varijablu zakrivljena širina žira za grupe R, I i K, i za grupe G.J.1 i G.J.2

Analizom varijance utvrđeno je da su prosječne vrijednosti varijable zakrivljena širina žira za grupe R, I i K, međusobno jednake ( $F = 2,70$ ;  $p = 0,068539$ ).

Tablica 29: Analiza varijance (ANOVA) za varijablu zakrivljena širina žira između grupa G.J.1 i G.J.2:  $F = 14,81$ ;  $p = 0,000127$

Izvor varijabiliteta	Stupnjevi slobode	SS	MS	F	p
Između grupa	1	368598	368598	118109,11	0,000000
Unutar grupe	1	46,10	46,10	14,81	0,000127
Pogreška	1468	4581,37	3,12		
Ukupno	1469	4627,47			

Uz razinu signifikantnosti 0,05 odbačena je nulta hipoteza o jednakosti sredina između grupa G.J.1 i G.J.2

Tablica 30: Analiza varijance (ANOVA) za varijablu zakrivljena širina žira između klonova:  $F = 76,83$ ;  $p = 0,000000$

Izvor varijabiliteta	Stupnjevi slobode	SS	MS	F	p
Između klonova	1	379901	379901	419402,62	0,000000
Unutar klonova	48	3340,31	69,59	76,83	0,000000
Pogreška	1421	1287,16	0,91		
Ukupno	1469	4627,47			

Uz razinu signifikantnosti 0,05 odbačena je nulta hipoteza o jednakosti sredina između klonova.

## 3.2.5. Zakrivljenost žira (%)

Prosječna vrijednost zakrivljenosti žira za sve klonove iznosila je 2,12 %, od najmanje vrijednosti 0,00 % (klon 31) do najveće vrijednosti 8,34 % (klon 34).

U grupi R prosječna vrijednost zakrivljenosti žira iznosila je 2,14 %, od najmanje vrijednosti 0,00 % (klon 31) do najveće vrijednosti 8,34 % (klon 34).

U grupi I prosječna vrijednost zakrivljenosti žira iznosila je 2,15 %, od najmanje vrijednosti 0,17 % (klonovi 46 i 47) do najveće vrijednosti 7,23 % (klon 20).

U grupi K prosječna vrijednost zakrivljenosti žira iznosila je 2,01 %, od najmanje vrijednosti 0,17 % (klonovi 11 i 12) do najveće vrijednosti 6,25 % (klon 28).

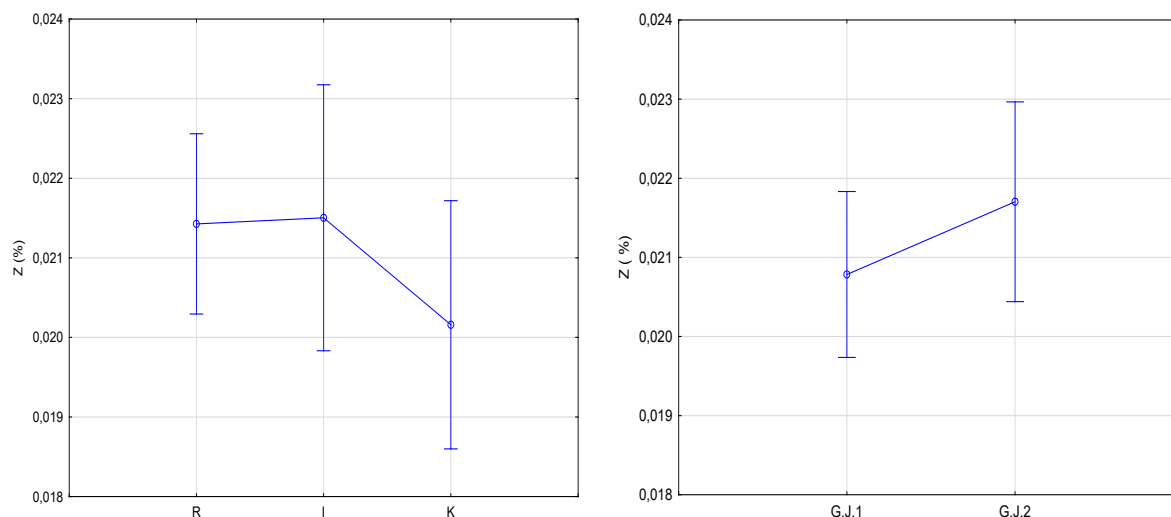
Prosječna vrijednost zakrivljenosti žira u grupi G.J.1 iznosila je 2,08 %, od najmanje vrijednosti 0,17 % (klonovi 3, 11, 12, 46 i 47) do najveće vrijednosti 7,82 % (klon 44).

Prosječna vrijednost zakrivljenosti žira u grupi G.J.2 iznosila je 2,17 %, od najmanje vrijednosti 0,00 % (klon 31) do najveće vrijednosti 8,34 % (klon 34).

Najveća varijabilnost utvrđena je u grupi G.J.2 (koeficijent varijacije = 78,23), a najmanja varijabilnost je u grupi kasnolistajućih klonova (koeficijent varijacije = 71,43).

Tablica 31: Deskriptivna statistika za varijablu zakrivljenost žira

Grupa klonova	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	St.pogreška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
SVI	1470	0,0212	0,0000	0,0834	0,016	0,000	74,50
R	810	0,0214	0,0000	0,0834	0,016	0,001	76,62
I	330	0,0215	0,0017	0,0723	0,015	0,001	71,76
K	330	0,0201	0,0017	0,0625	0,014	0,001	71,43
G.J.1	870	0,0208	0,0017	0,0782	0,015	0,001	71,53
G.J.2	600	0,0217	0,0000	0,0834	0,017	0,001	78,23



Slike 28 i 29: Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu zakrivljenost žira za grupe R, I i K, i za grupe G.J.1 i G.J.2

Prema Kruskal-Wallisovu testu uz razinu signifikantnosti 0,05 nulta hipoteza o jednakosti medijana između grupa R, I i K se održala ( $H = 0,8420131$ ;  $p = 0,6564$ ).

Prema Kruskal-Wallisovu testu za varijablu zakrivljenost između grupa G.J.1 i G.J.2 uz razinu signifikantnosti 0,05 nulta hipoteza o jednakosti medijana se održala ( $H = 0,0015311$ ;  $p = 0,9688$ ).

Tablica 32: Analiza varijance (ANOVA) za varijablu zakrivljenost žira između klonova:  $F = 10,93$ ;  $p = 0,000000$

Izvor varijabiliteta	Stupnjevi slobode	SS	MS	F	p
Između klonova	1	0,658	0,658	3508,26	0,000000
Unutar klonova	48	0,09845	0,002051	10,93	0,000000
Pogreška	1421	0,26657	0,000188		
Ukupno	1469	0,36503			

Uz razinu signifikantnosti 0,05 odbačena je nulta hipoteza o jednakosti sredina između klonova.

### 3.2.6. Volumen žira ( $\text{cm}^3$ )

Prosječna vrijednost volumena jednog žira za sve klonove iznosila je  $4,69 \text{ cm}^3$ , od najmanje vrijednosti  $1,57 \text{ cm}^3$  (klon 43) do najveće vrijednosti  $11,03 \text{ cm}^3$  (klon 20).

U grupi R prosječna vrijednost volumena jednog žira iznosila je  $4,81 \text{ cm}^3$ , od najmanje vrijednosti  $1,85 \text{ cm}^3$  (klon 53) do najveće vrijednosti  $9,59 \text{ cm}^3$  (klon 8).

U grupi I prosječna vrijednost volumena jednog žira iznosila je 4,76 cm<sup>3</sup>, od najmanje vrijednosti 2,10 cm<sup>3</sup> (klon 48) do najveće vrijednosti 11,03 cm<sup>3</sup> (klon 20).

U grupi K prosječna vrijednost volumena jednog žira iznosila je 4,32 cm<sup>3</sup>, od najmanje vrijednosti 1,57 cm<sup>3</sup> (klon 43) do najveće vrijednosti 8,20 cm<sup>3</sup> (klon 18).

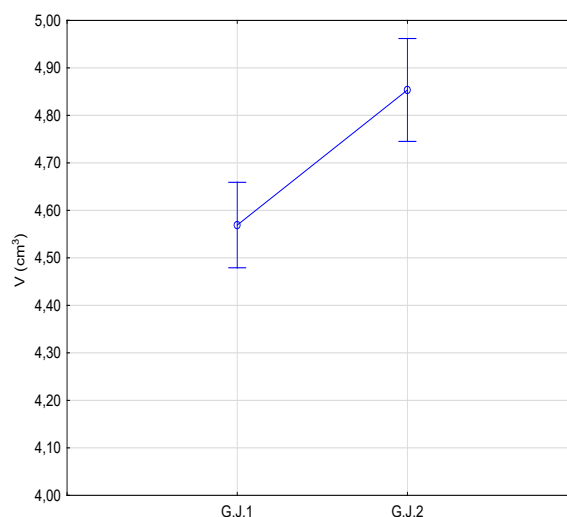
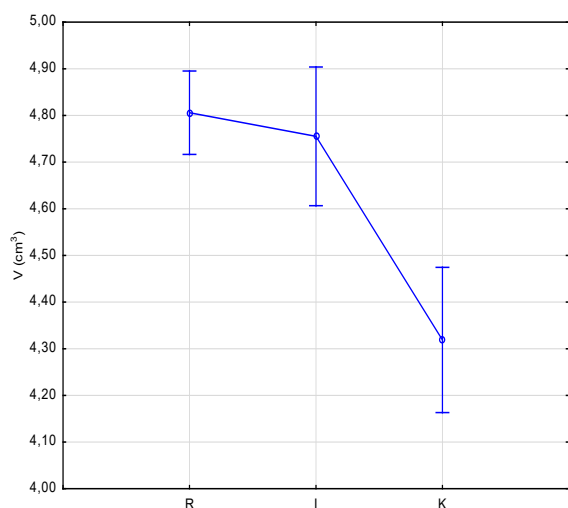
Prosječna vrijednost volumena jednog žira u grupi G.J.1 iznosila je 4,57 cm<sup>3</sup>, od najmanje vrijednosti 1,57 cm<sup>3</sup> (klon 43) do najveće vrijednosti 10,18 cm<sup>3</sup> (klon 46).

Prosječna vrijednost volumena jednog žira u grupi G.J.2 iznosila je 4,85 cm<sup>3</sup>, od najmanje vrijednosti 2,24 cm<sup>3</sup> (klon 36) do najveće vrijednosti 11,03 cm<sup>3</sup> (klon 20).

Najveća varijabilnost utvrđena je u grupi K (koeficijent varijacije = 33,28), a najmanja u grupi R (koeficijent varijacije = 26,96).

Tablica 33: Deskriptivna statistika za varijablu volumen žira

Grupa klonova	N	Aritmetička sredina cm <sup>3</sup>	Minimum cm <sup>3</sup>	Maksimum cm <sup>3</sup>	Standardna devijacija	St.pogreška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
SVI	1470	4,69	1,57	11,03	1,36	0,04	29,02
R	810	4,81	1,85	9,59	1,30	0,05	26,96
I	330	4,76	2,10	11,03	1,37	0,08	28,86
K	330	4,32	1,57	8,20	1,44	0,08	33,28
G.J.1	870	4,57	1,57	10,18	1,38	0,05	30,23
G.J.2	600	4,85	2,24	11,03	1,31	0,05	26,99



Slika 30 i 31: Arithmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu volumen žira, za grupe R, I i K, i za grupe G.J.1 i G.J.2

Tablica 34: Kruskal-Wallisov test za varijablu volumen žira između grupa klonova R, I i K:  $H = 28,31639$ ;  $p = 0,000000$

V	N	Suma pozicija	Srednja vrijednost
R	810	629534,0	777,20
I	330	243832,0	738,88
K	330	207819,0	629,75

Tablica 35: Višestruka usporedba p-vrijednosti:  $H = 28,31639$ ;  $p = 0,000000$

V	R	I	K
	R: 777,20	R: 738,88	R: 629,75
R		0,500730	0,000000
I	0,500730		0,002877
K	0,000000	0,002877	

Kruskal-Wallisov test rezultirao je odbacivanjem nulte hipoteze da su medijani u tri distribucije jednaki. Razlika između očekivanih vrijednosti medijana grupe R i grupe I bila je statistički nesigifikantna, a očekivana vrijednost medijana grupe K se statistički sigifikantno se razlikovala od medijana u prethodne dvije grupe.

Tablica 36: Analiza varijance (ANOVA) za varijablu volumen žira između grupa G.J.1 i G.J.2:  $F = 15,70$ ;  $p = 0,000078$

Izvor varijabiliteta	Stupnjevi slobode	SS	MS	F	p
Između grupa	1	3,15	3,15	17228,94	0,000000
Unutar grupe	1	0,00287	0,00287	15,70	0,000078
Pogreška	1468	0,26863	0,00018		
Ukupno	1469	0,27151			

Uz razinu sigifikantnosti 0,05 odbačena je nulta hipoteza o jednakosti sredina između grupa G.J.1 i G.J.2 za varijablu volumen žira.

Tablica 37: Analiza varijance (ANOVA) za varijablu volumen žira između klonova:  $F = 63,08$ ;  $p = 0,000000$

Izvor varijabiliteta	Stupnjevi slobode	SS	MS	F	p
Između klonova	1	3,22676	3,22676	52874,46	0,000000
Unutar klonova	48	0,18479	0,00385	63,08	0,000000
Pogreška	1421	0,08672	0,00006		
Ukupno	1469	0,27151			

Uz razinu signifikantnosti 0,05 odbačena je nulta hipoteza o jednakosti sredina između klonova.

### 3.2.7. Omjer širine i duljine žira

Prosječna vrijednost omjera širine i duljine žira za sve klonove iznosila je 0,50, od najmanje vrijednosti 0,34 (klonovi 11 i 53) do najveće vrijednosti 0,70 (klon 28).

U grupi R prosječna vrijednost omjera širine i duljine žira iznosila je 0,49, od najmanje vrijednosti 0,34 (klon 53) do najveće vrijednosti 0,68 (klon 34).

U grupi I prosječna vrijednost omjera širine i duljine žira iznosila je 0,49, od najmanje vrijednosti 0,36 (klon 47) do najveće vrijednosti 0,63 (klon 21).

U grupi K prosječna vrijednost omjera širine i duljine žira iznosila je 0,52, od najmanje vrijednosti 0,34 (klon 11) do najveće vrijednosti 0,70 (klon 28).

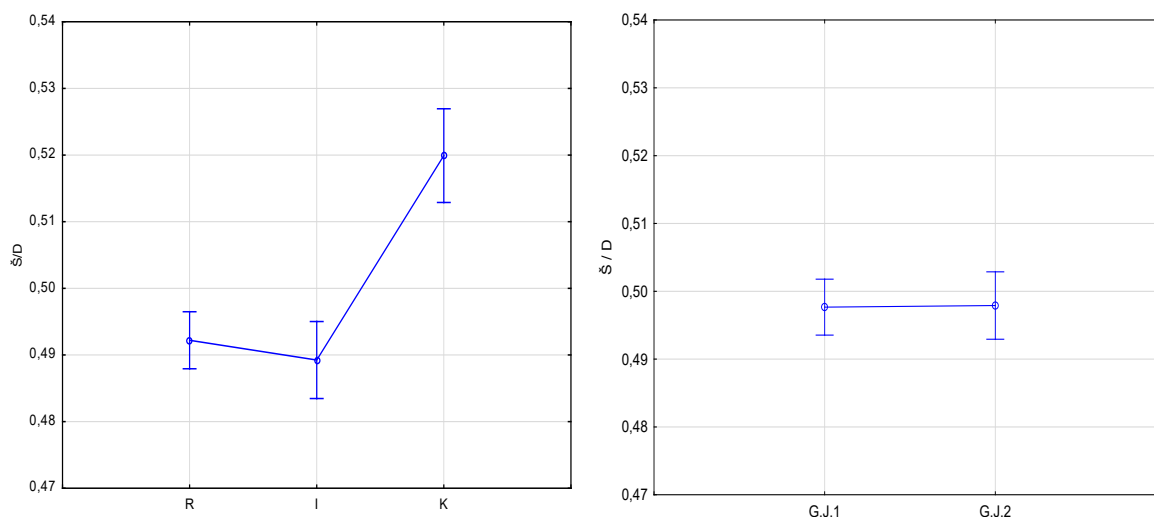
Prosječna vrijednost omjera širine i duljine žira u grupi G.J.1 iznosila je 0,50, od najmanje vrijednosti 0,34 (klonovi 11 i 53), do najveće vrijednosti 0,70 (klon 28).

Prosječna vrijednost omjera širine i duljine žira u grupi G.J.2 iznosila je 0,50, od najmanje vrijednosti 0,36 (klon 22) do najveće vrijednosti 0,68 (klon 34).

Najveća varijabilnost utvrđena je u grupi G.J.2 (koeficijent varijacije = 12,75), a najmanja u grupi I (koeficijent varijacije = 10,90).

Tablica 38: Deskriptivna statistika za varijablu omjer širine i duljine žira

Grupa klonova	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	St.pogreška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
SVI	1470	0,50	0,34	0,70	0,06	0,002	12,45
R	810	0,49	0,34	0,68	0,06	0,002	12,60
I	330	0,49	0,36	0,63	0,05	0,003	10,90
K	330	0,52	0,34	0,70	0,06	0,004	12,48
G.J.1	870	0,50	0,34	0,70	0,06	0,002	12,25
G.J.2	600	0,50	0,36	0,68	0,06	0,003	12,75



Slike 32 i 33: Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu omjer širine i duljine žira za grupe R, I i K, i G.J.1 i G.J.2

Tablica 39: Kruskal-Wallisov test za varijablu omjer širine i duljine žira između grupa R, I i K:  $H = 53,47257$ ;  $p = 0,000000$

Š / D	N	Suma pozicija	Srednja vrijednost
R	810	561970,5	693,79
I	330	226865,5	687,47
K	330	292349,0	885,91

Tablica 40: Višestruka usporedba p-vrijednosti:  $H = 53,47257$ ;  $p = 0,000000$

Š / D	R	I	K
	R: 693,79	R: 687,47	R: 885,91
R		1,000000	0,000000
I	1,000000		0,000000
K	0,000000	0,000000	

Kruskal-Wallisov test rezultirao je odbacivanjem nulte hipoteze da su medijani u tri distribucije jednaki. Razlika između očekivanih vrijednosti medijana grupe R i grupe I bila je statistički nesigifikantna, a očekivana vrijednost medijana grupe K statistički sigifikantno razlikovala se od medijana u prethodne dvije grupe.

Analizom varijance uz razinu sigifikantnosti 0,05, nulta hipoteza o jednakosti sredina varijable između grupa G.J.1 i G.J.2 se održala ( $F = 0,01$ ;  $p = 0,941998$ ).

Tablica 41: Analiza varijance (ANOVA) za varijablu omjer širine i duljine žira između klonova:  $F = 129,81$ ;  $p = 0,000000$

Izvor varijabiliteta	Stupnjevi slobode	SS	MS	F	p
Između klonova	1	364,22	364,22	493705,34	0,000000
Unutar klonova	48	4,60	0,10	129,81	0,000000
Pogreška	1421	1,05	0,00		
Ukupno	1469	5,64			

Uz razinu signifikantnosti 0,05 odbacuje se nulta hipoteza o jednakosti sredina između klonova.

### 3.2.8. Opseg žira (mm)

Prosječna vrijednost opsega žira za sve klonove iznosila je 86,22 mm, od najmanje vrijednosti 56,17 mm (klon 43) do najveće vrijednosti 120,00 mm (klon 3).

U grupi R prosječna vrijednost opsega žira iznosila je 87,31 mm, od najmanje vrijednosti 67,59 mm (klon 36), do najveće vrijednosti 120,00 mm (klon 3).

U grupi I prosječna vrijednost opsega žira iznosila je 87,49 mm, od najmanje vrijednosti 66,22 mm (klon 48), do najveće vrijednosti 119,35 mm (klon 20).

U grupi K prosječna vrijednost opsega žira iznosila je 82,28 mm, od najmanje vrijednosti 56,17 mm (klon 43), do najveće vrijednosti 110,03 mm (klon 45).

Prosječna vrijednost opsega žira u grupi G.J.1 iznosila je 85,62 mm, od najmanje vrijednosti 56,17 mm (klon 43), do najveće vrijednosti 120,00 mm (klon 3).

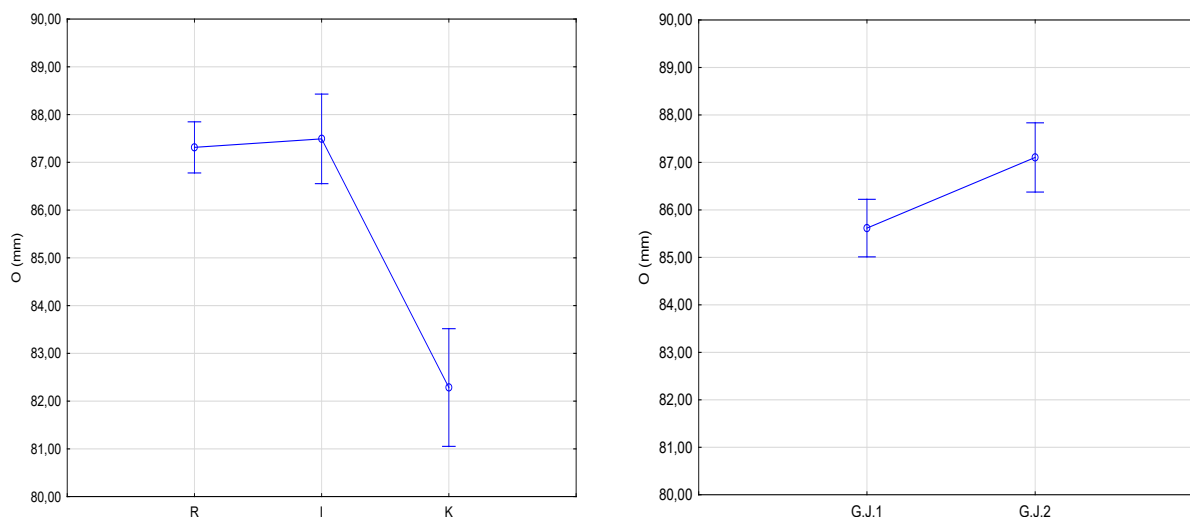
Prosječna vrijednost opsega žira u grupi G.J.2 iznosila je 87,11 mm, od najmanje vrijednosti 67,59 mm (klon 36), do najveće vrijednosti 119,35 mm (klon 20).

Najveća varijabilnost utvrđena je u grupi K (koeficijent varijacije = 13,83), a najmanja u grupi R (koeficijent varijacije = 8,90).

Tablica 42: Deskriptivna statistika za varijablu opseg žira

Grupa klonova	N	Aritmetička sredina mm	Minimum mm	Maksimum mm	Standardna devijacija	St.pogreška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
SVI	1470	86,22	56,17	120,00	9,14	0,24	10,60
R	810	87,31	67,59	120,00	7,77	0,27	8,90
I	330	87,49	66,22	119,35	8,66	0,48	9,90
K	330	82,28	56,17	110,03	11,38	0,63	13,83
G.J.1	870	85,62	56,17	120,00	9,69	0,33	11,32
G.J.2	600	87,11	67,59	119,35	8,20	0,33	9,41





Slike 34 i 35: Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu opseg žira za grupe R, I i K, i za grupe G.J.1 i G.J.2

Tablica 43: Kruskal-Wallisov test za varijablu opseg žira između grupa R, I i K:  
 $H = 43,75368$ ;  $p = 0,000000$

O	N	Suma pozicija	Srednja vrijednost
R	810	627673,5	774,91
I	330	255715,5	774,90
K	330	197796,0	599,38

Tablica 44: Višestruka usporedba p-vrijednosti:  $H = 43,75368$ ;  $p = 0,000000$

O	R	I	K
	R: 774,91	R: 774,90	R: 599,38
R		1,000000	0,000000
I	1,000000		0,000000
K	0,000000	0,000000	

Kruskal-Wallisov test rezultirao je odbacivanjem nulte hipoteze da su medijani u tri distribucije jednaki. Razlika između očekivanih vrijednosti medijana grupe R i grupe I bila je statistički nesigificantna dok se je očekivana vrijednost medijana grupe K statistički sigificantno razlikovala od medijana u prethodne dvije grupe.

Tablica 45: Kruskal-Wallisov test za varijablu opseg žira između grupa G.J.1 i G.J.2:  
 $H = 4,845874$ ;  $p = 0,0277$

O	N	Suma pozicija	Srednji rang
G.J.1	870	622276,0	715,26
G.J.2	600	458909,0	764,85

Kruskal-Wallisov test rezultirao je odbacivanjem nulte hipoteze da su medijani u dvije distribucije jednaki.

Tablica 46: Analiza varijance (ANOVA) za varijablu opseg žira između klonova:  
F = 66,31; p = 0,000000

Izvor varijabiliteta	Stupnjevi slobode	SS	MS	F	p
Između klonova	1	109,29	109,29	409837,82	0,000000
Unutar klonova	48	0,85	0,02	66,31	0,000000
Pogreška	1421	0,38	0,00		
Ukupno	1469	1,23			

Uz razinu signifikantnosti 0,05 odbačena je nulta hipoteza o jednakosti sredina između klonova.

### 3.2.9. Masa jednog žira (g)

Prosječna vrijednost mase jednog žira (g) za sve klonove iznosila je 5,82 g, od najmanje vrijednosti 1,66 g (klon 43), do najveće vrijednosti 13,69 g (klon 20).

U grupi R prosječna vrijednost mase jednog žira (g) iznosila je 6,02 g, od najmanje vrijednosti 2,28 g (klon 53), do najveće vrijednosti 11,48 g (klon 16).

U grupi I prosječna vrijednost mase jednog žira (g) iznosila je 5,84 g, od najmanje vrijednosti 2,62 g (klon 48), do najveće vrijednosti 13,69 g (klon 20).

U grupi K prosječna vrijednost mase jednog žira (g) iznosila je 5,31 g, od najmanje vrijednosti 1,66 g (klon 43), do najveće vrijednosti 10,05 g (klon 18).

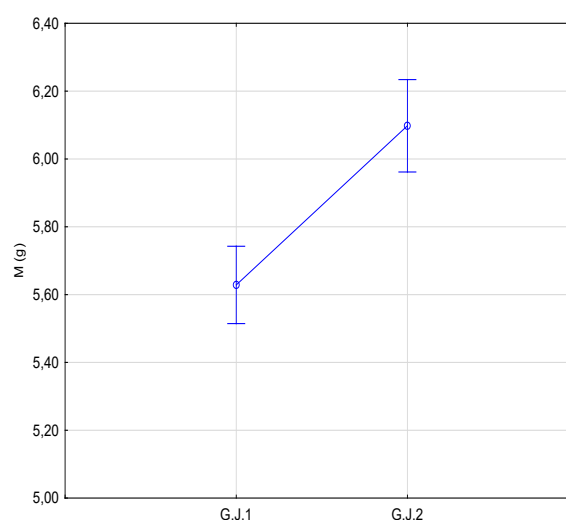
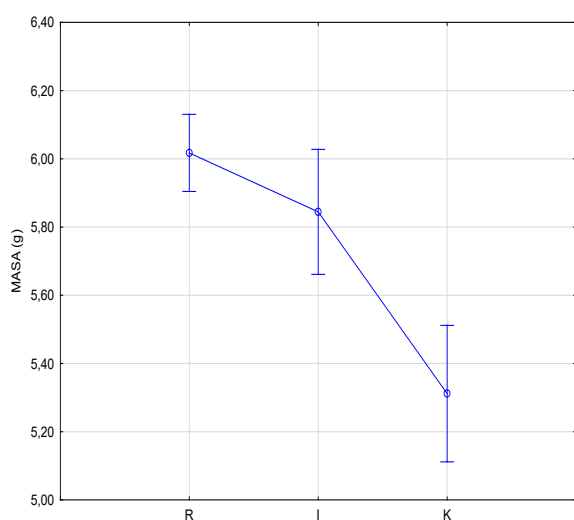
Prosječna vrijednost mase jednog žira (g) u grupi G.J.1 iznosila je 5,63 g, od najmanje vrijednosti 1,66 (klon 43), do najveće vrijednosti 11,55 g (klon 46).

Prosječna vrijednost mase jednog žira (g) u grupi G.J.2 iznosila je 6,10 g, od najmanje vrijednosti 2,49 g (klon 36), do najveće vrijednosti 13,69 g (klon 20).

Najveća varijabilnost utvrđena je u grupi kasnolistajućih klonova (koeficijent varijacije = 34,79), a najmanja u grupi ranolistajućih klonova (koeficijent varijacije = 27,23).

Tablica 47: Deskriptivna statistika za varijablu masa jednog žira

Grupa klonova	N	Aritmetička sredina g	Minimum g	Maksimum g	Standardna devijacija	St.pogreška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
SVI	1470	5,82	1,66	13,69	1,72	0,045	29,58
R	810	6,02	2,28	11,48	1,64	0,058	27,23
I	330	5,84	2,62	13,69	1,69	0,093	28,97
K	330	5,31	1,66	10,05	1,85	0,102	34,79
G.J.1	870	5,63	1,66	11,55	1,71	0,058	30,42
G.J.2	600	6,10	2,49	13,69	1,70	0,069	27,84



Slike 36 i 37: Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu masa jednog žira za grupe R, I i K, i za grupe G.J.1 i G.J.2

Tablica 48: Leveneov test o homogenosti varijanci za varijablu masa jednog žira (g) za grupe klonova R, I i K

Varijabla	Broj stupnjeva slobode: 2, 1467			
	MS između grupa	MS unutar grupa	F	P
Masa jednog žira (g)	11,69	1,01	11,56	0,000010

Prema Laveneovu testu varijabla masa za grupe klonova R, I i K ne ispunjava pretpostavku o homoskedastičnosti varijanci.

Tablica 49: Kruskal-Wallisov test za varijablu masa žira između grupa R, I i K:  
 $H = 36,56379$ ;  $p = 0,000000$

M	N	Suma pozicija	Srednja vrijednost
R	810	638277,0	788,00
I	330	237787,5	720,57
K	330	205120,5	621,58

Tablica 50: Višestruka usporedba p-vrijednosti:  $H = 36,56379$ ;  $p = 0,000000$

M	R	I	K
	R: 788,00	R: 720,57	R: 621,58
R		0,045012	0,000000
I	0,045012		0,008221
K	0,000000	0,008221	

S obzirom na to da su sve p-vrijednosti bile manje od 0,05, uz razinu značajnosti 0,05 zaključeno je da su za svaki par grupa prosječni rangovi signifikantno različiti.

Tablica 51: Leveneov test o homogenosti varijanci za varijablu masa jednog žira za grupe klonova G.J.1 i G.J.2

Varijabla	Broj stupnjeva slobode: 1, 1468			
	MS između grupa	MS unutar grupa	F	P
Masa jednog žira (g)	0,89	1,03	0,86	0,354743

Prema Laveneovom testu zavisna varijabla masa, za grupe G.J.1 i G.J.2 ispunjava pretpostavku o homoskedastičnosti varijanci

Tablica 52: Analiza varijance (ANOVA) za varijablu masa jednog žira između grupa G.J.1 i G.J.2:  $F = 26,84$ ;  $p = 0,000000$

Izvor varijabiliteta	Stupnjevi slobode	SS	MS	F	p
Između grupa	1	48829,84	48829,84	16762,34	0,000000
Unutar grupe	1	78,20	78,20	26,84	0,000000
Pogreška	1468	4276,38	2,91		
Ukupno	1469	4354,58			

Sredine dviju grupa za varijablu masa jednog žira bile su signifikantno različite.

Tablica 53: Leveneov test o homogenosti varijanci za varijablu masa jednog žira za klonove

Varijabla	Broj stupnjeva slobode: 48, 1421			
	MS između grupa	MS unutar grupa	F	P
Masa jednog žira (g)	1,91	0,37	5,15	0,000000

Prema Laveneovu testu zavisna varijabla masa jednog žira nije ispunila pretpostavku o homoskedastičnosti varijanci, ali grupe su izbalansirane pa F-test nije osjetljiv na heteroskedastičnost.

Tablica 54: Analiza varijance (ANOVA) za varijablu masa jednog žira za sve klonove: F = 61,10; p = 0,000000

Izvor varijabiliteta	Stupnjevi slobode	SS	MS	F	p
Između klonova	1	49794,52	49794,52	49787,01	0,000000
Unutar klonova	48	29,33,36	61,11	61,10	0,000000
Pogreška	1421	1421,21	1,00		
Ukupno	1469	4354,58			

Uz razinu signifikantnosti 0,05 odbacuje se nulta hipoteza o jednakosti sredina između klonova.

### 3.2.10. Analiza glavnih komponentata

S ciljem utvrđivanja varijabilnosti podataka provedena je analiza glavnih komponentata. Rezultirala je dvjema funkcijama koje su imale svojstvene vrijednosti (*eigen* vrijednosti) veće od 1,00 i koje su objasnile 97,61 % ukupne varijabilnosti u morfološkim značajkama. Prva os objasnila je 65,35 %, a druga 32,26 % ukupne varijabilnosti. S obzirom da je postotak odstupanja protumačen s prve dvije glavne komponente velik, skup od 10 ulaznih varijabli može se opisati s prve dvije glavne komponente bez značajnijeg gubitka informacija. Ta odluka je u skladu s *Kaiserovim* kriterijem, prema kojem treba zadržati samo one komponente čije su svojstvene vrijednosti (varijance) veće od 1.

Tablica 55: Svojevredne vrijednosti glavnih komponenti

Faktor	Svojevredne vrijednosti glavnih komponenti			
	Svojevredna vrijednost	% ukupne varijance	kumulativna svojevredna vrijednost	kumulativno %
PC 1	6,54	65,35	6,54	65,35
PC 2	3,23	32,26	9,76	97,61

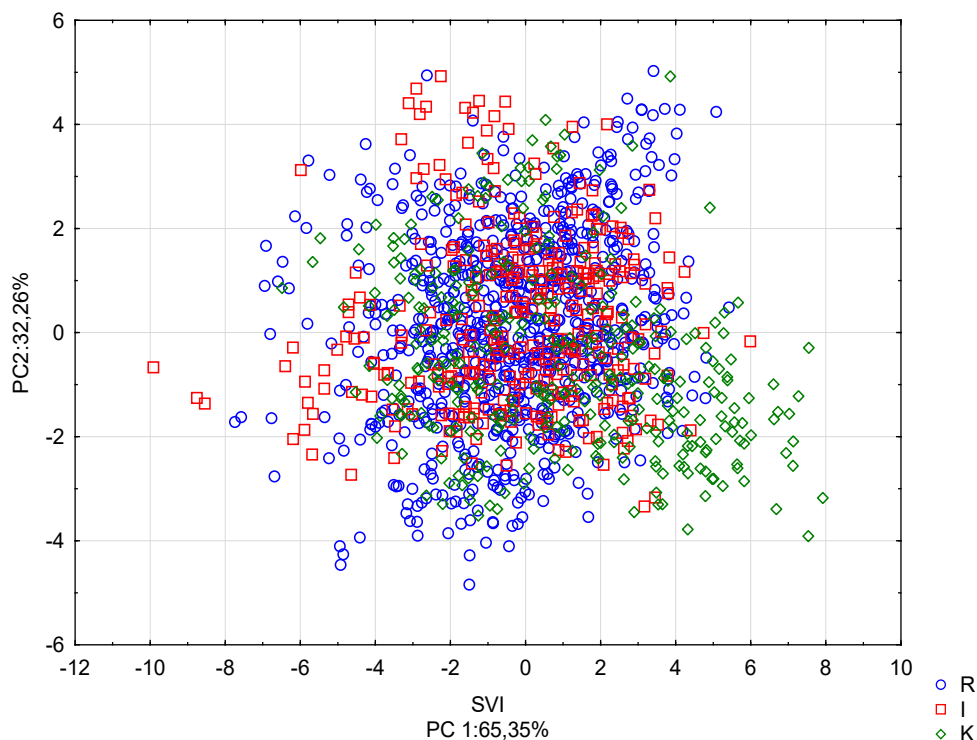
Tablica 56: Koordinate PCA analize za 10 morfoloških značajki žira hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.)

Varijabla	Faktorska opterećenja glavne komponente (označena opterećenja > 0,70000)	
	PC 1	PC 2
PP	0,99	-0,12
RD	0,76	-0,64
ZD	0,77	-0,63
RŠ	0,88	0,47
ZŠ	0,88	0,46
V	0,99	0,10
PSK	0,99	-0,12
Š/D	0,10	0,98
O	0,88	-0,45
KO	0,02	0,94
Objašnjena varijanca	6,44	3,33
Proporcionalna varijanca	0,64	0,33

PP = projicirana površina, RD = ravna duljina, ZD = zakrivljena duljina, RŠ = ravna širina, ZŠ = zakrivljena širina, V = volumen, PSK = površina regije sjemena s kružnim presjekom, Š/D = omjer širine i duljine, O = opseg, M = masa jednog žira, KO = koeficijent projiciranog opsega

Signifikantno opterećenje na prvom faktoru (opterećenje veće od 0,70) imaju varijable: PP, RD, ZD, RŠ, ZŠ, V, O i PSK. Sve navedene varijable pozitivno su korelirane s prvim faktorom.

Varijable Š/D i KO imaju signifikantno pozitivno opterećenje na drugom faktoru.



Slika 38: PCA ordinacijski dijagram analiziranog žira hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) za grupe R, I i K

Tablica 57: Deskriptivna statistika za PC1, grupe R, I i K

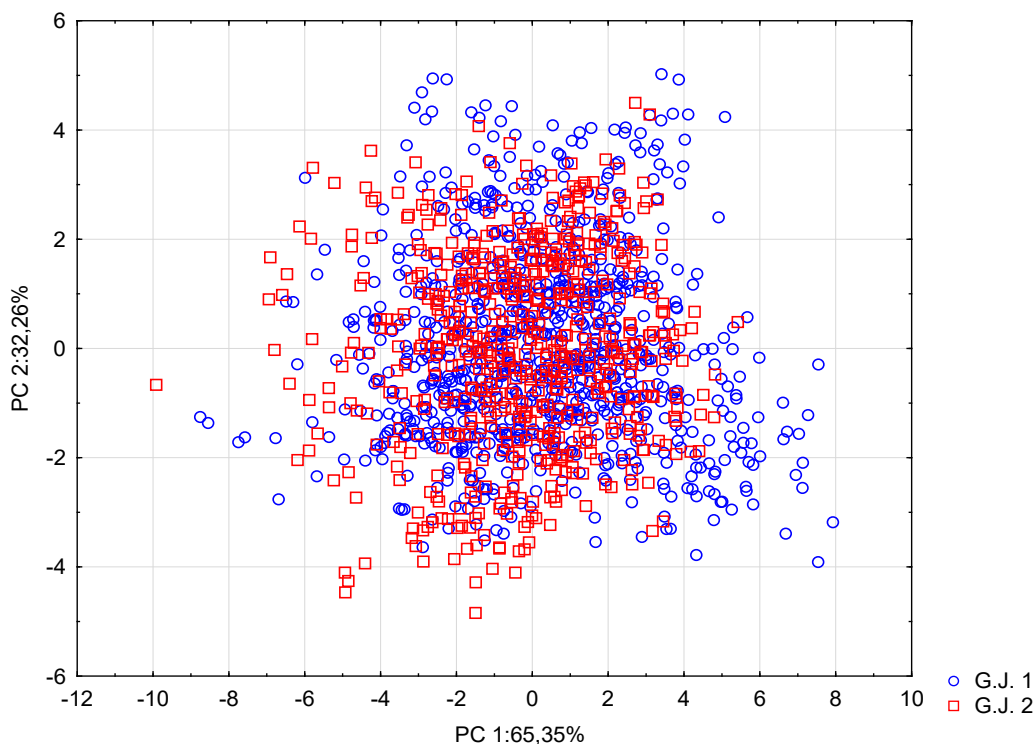
Varijabla PC1	N	Srednja vrijednost	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija
SVI KLONOVI	1470	0,00	-9,91	7,92	2,56
R	810	-0,28	-7,74	5,42	2,27
I	330	-0,24	-9,91	5,99	2,46
K	330	0,93	-6,49	7,92	3,05

Na prvom faktoru najveću disperziju ima grupa kasnolistajućih klonova (standardna devijacija iznosi 3,05). U toj se grupi doseže najveća vrijednost (maksimum = 7,92) dok je najmanja vrijednost na prvom faktoru ostvarena u grupi intermedijarnih klonova (minimum = -9,91).

Tablica 58: Deskriptivna statistika za PC2, grupe R, I i K

Varijabla PC2	N	Srednja vrijednost	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija
SVI KLONOVI	1470	0,00	-4,85	5,02	1,80
R	810	0,13	-4,85	5,02	1,83
I	330	0,24	-3,34	4,93	1,66
K	330	-0,55	-3,92	4,92	1,74

Na drugom faktoru najveću disperziju ima grupa R (standardna devijacija iznosi 1,83), te se u toj grupi doseže i najmanja i najveća vrijednost (minimum= -4,85, a maximum = 5,02).



Slika 39: PCA ordinacijski dijagram analiziranog žira hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) za grupe G.J.1 i G.J.2

Tablica 59: Deskriptivna statistika za PC1, grupe G.J.1 i G.J.2

Varijabla PC1	N	Srednja vrijednost	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija
SVI KLONOVI	1470	0	-9,91	7,92	2,56
G.J.1	870	0,23	-8,75	7,92	2,67
G.J.2	600	-0,33	-9,91	5,42	2,35

Na prvom faktoru grupa G.J.1 ima veću disperziju (standardna devijacija iznosi 2,67). U toj se grupi doseže najveća vrijednost (maksimum = 7,92) dok je najmanja vrijednost na prvom faktoru ostvarena u grupi G.J.2 (minimum = -9,91).

Tablica 60: Deskriptivna statistika za PC2, grupe G.J.1 i G.J.2

Varijabla PC2	N	Srednja vrijednost	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija
SVI KLONOVI	1470	0,00	-4,85	5,02	1,80
G.J.1	870	0,04	-3,92	5,02	0,79
G.J.2	600	-0,05	-4,85	4,50	1,81



Na drugom faktoru veću disperziju ima grupa G.J.2 (standardna devijacija iznosi 1,81), i u toj grupi doseže se najmanja vrijednost (minimum = -4,85) dok se u grupi G.J.1 dostiže najveća vrijednost (maximum = 5,02).

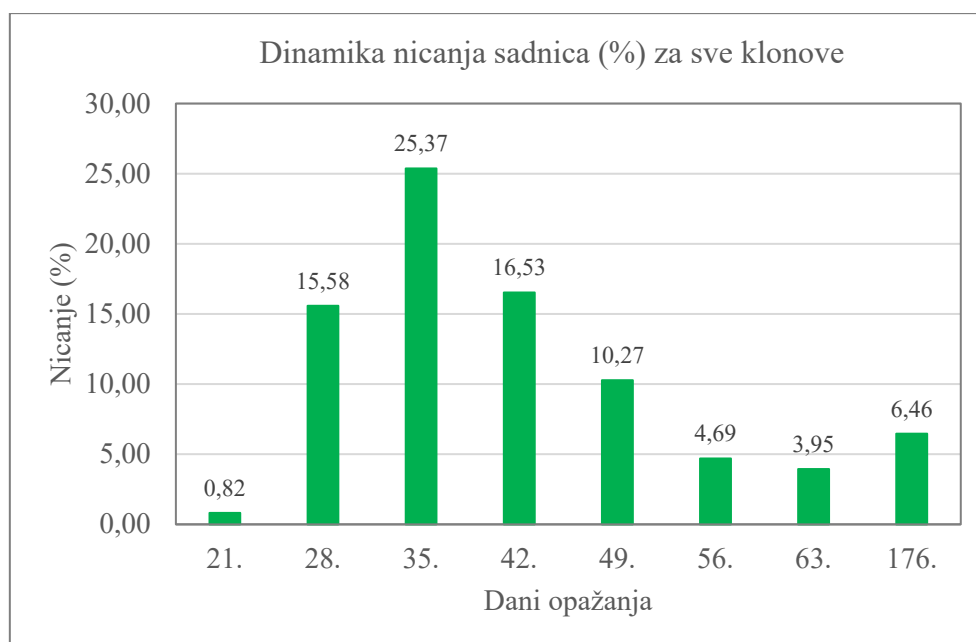
### 3.3. Nicanje sadnica

Nicanje ili rasadnička klijavost označava vidljivo pojavljivanje nadzemnog dijela sadnice iznad površine tla (Kader i dr. 2005). U ovom radu nicanje je započelo 21. dan od dana sjetve i tada je utvrđeno 0,82 % niknulih sadnica prema broju posijanog žira.

Tablica 61: Dinamika nicanja sadnica (%) po danima i po grupama klonova

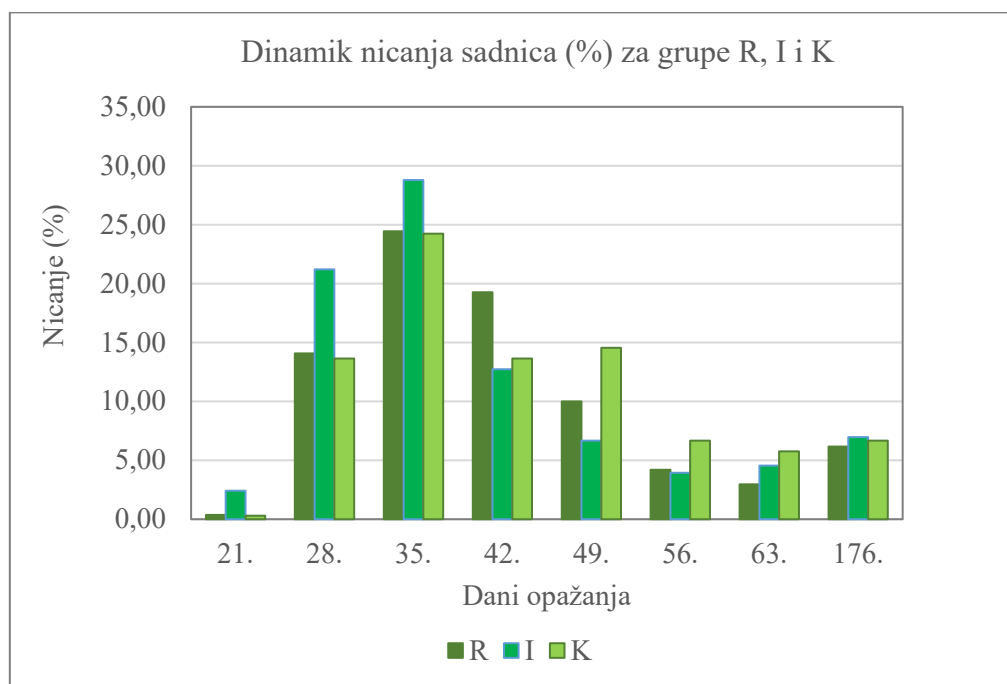
Dan	Broj niknulih biljaka (%)					
	SVI	R	I	K	G.J.1	G.J.2
21.	0,82	0,37	2,42	0,30	1,03	0,50
28.	16,39	14,44	23,64	13,98	18,62	13,17
35.	41,77	38,89	52,42	38,18	43,79	38,83
42.	58,30	58,15	65,15	51,82	59,17	57,70
49.	68,57	68,15	71,82	66,36	69,43	67,33
56.	73,27	72,35	75,76	73,03	73,79	72,50
63.	77,21	75,31	80,30	78,79	77,59	76,67
176.	83,67	81,48	87,27	85,45	84,02	83,17

Ukupno je za vrijeme trajanja pokusa od 176 dana niknulo 83,67 % sadnica. Najviše niknulih sadnica utvrđeno je za grupu I (87,27 %), a najmanje za grupu R (81,48 %). U grupi G.J.1 utvrđeno je 84,02 % sadnica, a u grupi G.J.2 83,17 %.



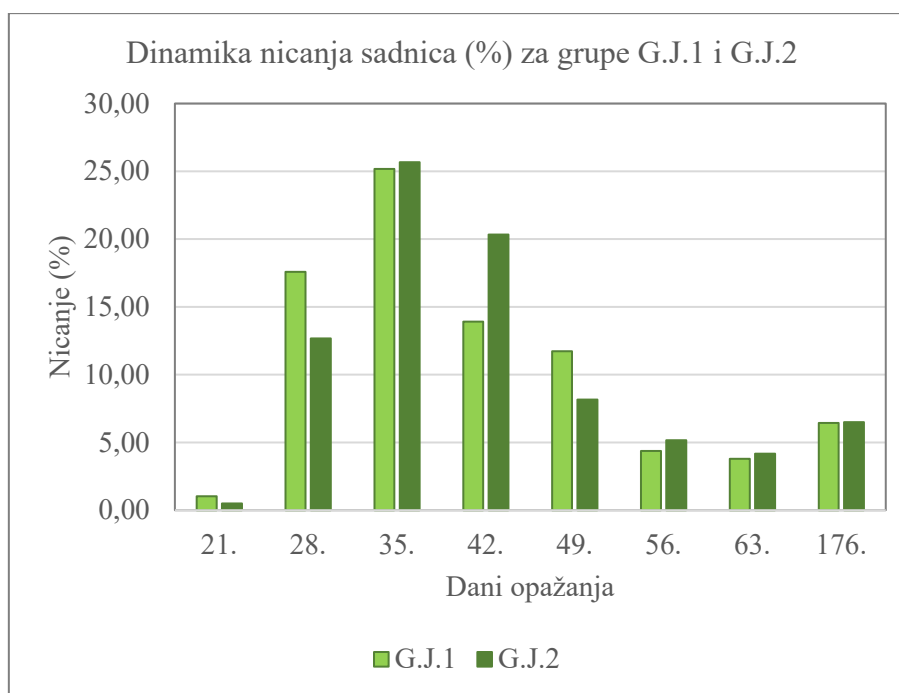
Slika 40: Dinamika nicanja sadnica za sve klonove

Najveće povećanje broja nikhulih sadnica za sve klonove bilo je 35. dan kada je utvrđeno 25,37 % novih sadnica i 42. dan sa 16,53 % novih sadnica.



Slika 41: Dinamika nicanja sadnica za grupe R, I i K

Najveće povećanje broja nikhulih sadnica za sve tri grupe utvrđeno je 35. dan.



Slika 42: Dinamika nicanja sadnica za grupe G.J.1 i G.J.2

Najveće povećanje broja nikanulih sadnica za obje grupe, G.J.1 i G.J.2, utvrđeno je 35. dan.

### 3.4. Morfološke značajke sadnica

U radu je ispitano jesu li za tri grupe klonova hrasta lužnjaka (ranolistajući, intermedijarni, kasnolistajući), za dvije grupe klonova (prema položaju matičnog stabla G.J.1 i G.J.2) kao i za sve klonove pojedinačno srednje vrijednosti jednake za sljedeće mjerene morfološke značajke: visina sadnice (H), promjer vrata korijena sadnice (PVK), masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju (MN), masa korijena u suhom stanju (MK), ukupna masa sadnice u suhom stanju (UB), koeficijent vitkosti  $H / PVK$ , indeks kvalitete  $(MN / MK)$ , Dicksonov indeks kvalitete (DQI).

Tablica 62: Leveneov test o homogenosti varijanci za grupe R, I i K

Varijabla	Broj stupnjeva slobode: 2, 242			
	Sredina kvadrata odstupanja između grupa	Sredina kvadrata odstupanja unutar grupa	F	P
H (mm)	9271,19	3798,29	2,44	0,089225
PVK (mm)	0,04	0,29	0,15	0,865087
MN (g)	2,06	0,51	4,02	0,019107
MK (g)	0,99	0,53	1,87	0,156142
UB (g)	2,87	1,47	1,95	0,144100
H (cm) / PVK (mm)	2,19	1,03	2,13	0,120976
MN (g) / MK (g)	0,44	0,07	6,78	0,001370
DQI	0,13	0,08	1,62	0,199875

Za zadanu teorijsku razinu signifikantnosti  $\alpha=0,05$ , nulta hipoteza se održala za varijable za koje je p-vrijednost  $> 0,05$ , a to su H, PVK, MK, UB, H/PVK, DQI.

Tablica 63: Leveneov test o homogenosti varijanci za grupe G.J.1 i G.J.2

Varijabla	Broj stupnjeva slobode: 1, 243			
	Sredina kvadrata odstupanja između grupa	Sredina kvadrata odstupanja unutar grupa	F	P
H (mm)	8761,96	3948,80	2,22	0,137628
PVK (mm)	0,86	0,28	3,07	0,081232
MN (g)	1,75	0,53	3,32	0,069641
MK (g)	0,29	0,52	0,55	0,457146
UB (g)	1,46	1,47	0,99	0,320537
H (cm) / PVK (mm)	0,51	1,09	0,47	0,494903
MN (g) / MK (g)	0,32	0,07	4,59	0,033182
DQI	0,1	0,08	1,22	0,269638

Varijance unutar ove dvije grupe klonova uz razinu značajnosti 0,05 jednake su za sljedeće varijable: visina sadnice, promjer vrata korijena sadnice, masa nadzemnog dijela sadnice, masa korijena sadnice, ukupna biomasa sadnice, koeficijent vitkosti, Dicksonov indeks kvalitete.

Tablica 64: Leveneov test o homogenosti varijanci između klonova

Varijabla	Broj stupnjeva slobode: 48, 196			
	Sredina kvadrata odstupanja između grupa	Sredina kvadrata odstupanja unutar grupa	F	P
H (mm)	6675,24	2081,16	3,21	0,000000
PVK (mm)	0,18	0,22	0,84	0,757782
MN (g)	0,86	0,26	3,36	0,000000
MK (g)	0,78	0,31	2,56	0,000003
UB (g)	2,15	0,84	2,56	0,000003
H (cm) / PVK (mm)	1,63	0,68	2,39	0,000015
MN (g) / MK (g)	0,11	0,03	3,26	0,000000
DQI	0,10	0,05	2,09	0,000223

Za zadanu teorijsku razinu signifikantnosti  $\alpha=0,05$ , nulta hipoteza održala se samo za varijablu PVK.

#### 3.4.1. Visina sadnice (mm)

Prosječna vrijednost visine sadnice (mm) za sve klonove iznosila je 177,00 mm, od najmanje vrijednosti 62 mm (klon 3), do najveće vrijednosti 754 mm (klon 27). Oba klona pripadaju grupi R u kojoj je prosječna vrijednost varijable iznosila 188,88 mm.

U grupi I prosječna vrijednost visine sadnice iznosila je 166,79 mm, od najmanje vrijednosti 75 mm (klon 21) do najveće vrijednosti 391 mm (klon 49).

U grupi K prosječna vrijednost visine sadnice iznosila je 158,04 mm, od najmanje vrijednosti 79 mm (klon 18) do najveće vrijednosti 417 mm (klon 45).

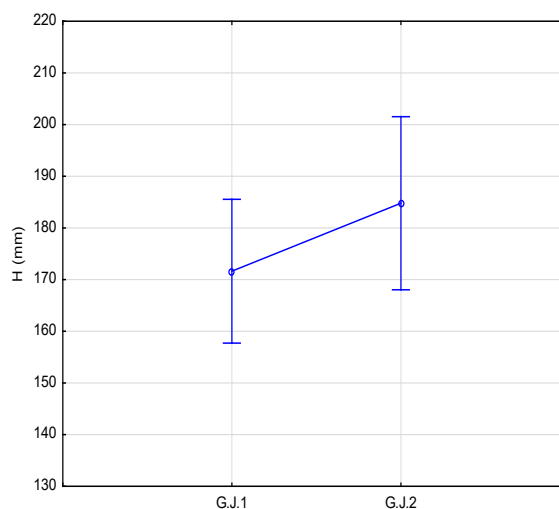
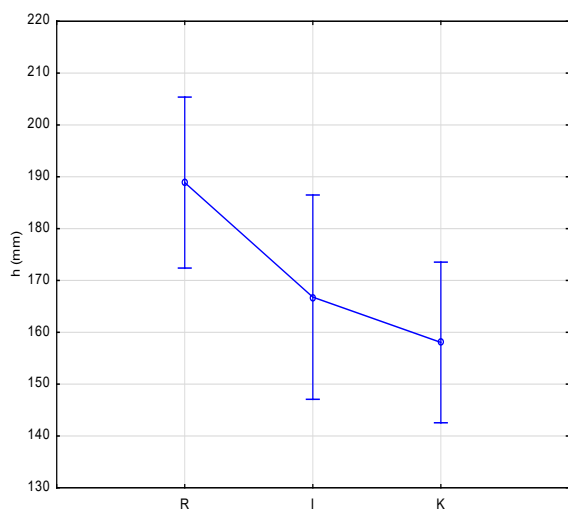
Prosječna vrijednost visine sadnice u grupi G.J.1 iznosila je 171,63 mm, od najmanje vrijednosti 62 mm (klon 3) do najveće vrijednosti 605 mm (klon 53).

Prosječna vrijednost visine sadnice u grupi G.J.2 iznosila je 184,78 mm, od najmanje vrijednosti 75 mm (klon 21) do najveće vrijednosti 754 mm (klon 27).

Najveća varijabilnost utvrđena je u grupi G.J.2 (koeficijent varijacije = 52,69), a najmanja u grupi K (koeficijent varijacije = 36,28).

Tablica 65: Deskriptivna statistika za varijablu visina sadnice

Grupa klonova	N	Aritmetička sredina mm	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	St.pogreška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
SVI	245	177,00	62	754	85,09	5,44	48,08
R	135	188,88	62	754	96,89	8,34	51,29
I	55	166,79	75	391	72,89	9,83	43,70
K	55	158,04	79	417	57,33	7,73	36,28
G.J.1	145	171,63	62	605	75,37	6,26	43,91
G.J.2	100	184,78	75	754	97,37	9,74	52,69



Slike 43 i 44: Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu visina sadnice za grupe R, I i K, i za grupe G.J.1 i G.J.2

Tablica 66: Analiza varijance (ANOVA) za varijablu visina sadnice između grupa R, I i K:  $F = 3,13$ ;  $p = 0,045484$ 

Izvor varijabiliteta	Stupnjevi slobode	SS	MS	F	p
Između grupa	1	6029014	6029014	847,18	0,000000
Unutar grupe	2	44553	22276	3,13	0,045484
Pogreška	242	1722211,00	7117,00		
Ukupno	244	1766763,00			

Analizom varijance uz razinu signifikantnosti 0,05, utvrđena je signifikantna razlika između sredina grupa R, I i K za varijablu visina sadnice.

Tablica 67: Bonferronijev test za varijablu visina sadnice: MS = 7116,6; df = 242

	R	I	K
	188,88	166,79	158,04
R		0,308789	0,069518
I	0,308789		1,000000
K	0,069518	1,000000	

Tablica 68: Duncanov test za varijablu visina sadnice: MS = 7116,6; df = 242

	R	I	K
	188,88	166,79	158,04
R		0,125296	0,041857
I	0,125296		0,543916
K	0,041857	0,543916	

Prema Duncanovu testu, uz razinu signifikantnosti 0,05 utvrđena je signifikantna razlika između sredina grupa R i K.

Analizom varijance uz razinu signifikantnosti 0,05 nije utvrđena signifikantna razlika za varijablu visina sadnice između sredina grupa G.J.1 i G.J.2 ( $F = 1,42$ ;  $p = 0,235096$ ).

Kruskal-Wallisovim testom ( $H = 65,09511$ ;  $p = 0,050700$ ), nije utvrđena signifikantna razlika medijana između klonova.

#### 3.4.2. Promjer vrata korijena sadnice (mm)

Prosječna vrijednost promjera vrata korijena sadnice iznosila je 4,10 mm, od najmanje vrijednosti 2,34 mm (klon 17) do najveće vrijednosti 7,28 mm (klon 27).

U grupi R prosječna vrijednost promjera vrata korijena sadnice iznosila je 4,20 mm, od najmanje vrijednosti 2,38 mm (klon 36) do najveće vrijednosti 7,28 mm (klon 27). Oba klona pripadaju grupi G.J.2 za koju je prosječna vrijednost iznosila 4,22 mm.

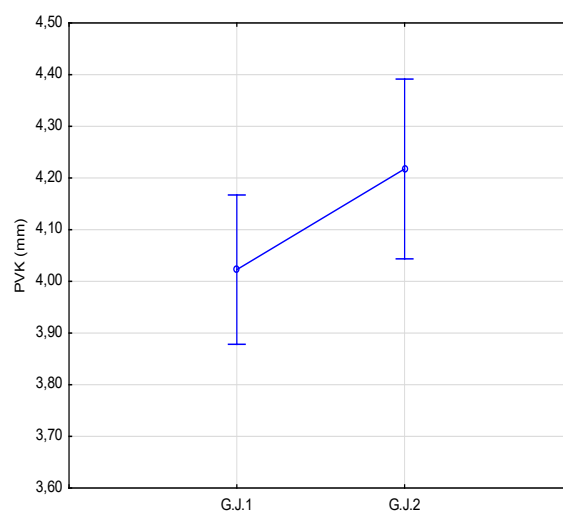
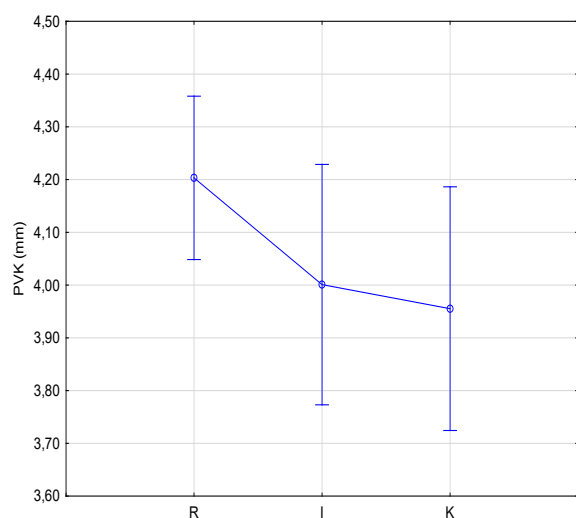
U grupi I prosječna vrijednost promjera vrata korijena sadnice iznosila je 4,00 mm, od najmanje vrijednosti 2,34 mm (klon 17) do najveće vrijednosti 6,21 mm (klon 46). Oba klona pripadaju grupi G.J.1 za koju je prosječna vrijednost iznosila 4,02 mm.

U grupi K prosječna vrijednost promjera vrata korijena sadnice iznosila je 3,96 mm, od najmanje vrijednosti 2,40 mm (klon 42) do najveće vrijednosti 6,20 mm (klon 42).

Najveća varijabilnost utvrđena je u grupi G.J.2 (koeficijent varijacije = 23,17), a najmanja u grupi G.J.1 (koeficijent varijacije = 20,19).

Tablica 69: Deskriptivna statistika za varijablu promjer vrata korijena sadnice

Grupa klonova	N	Aritmetička sredina mm	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	St.pogreška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
SVI	245	4,10	2,34	7,28	0,89	0,06	21,61
R	135	4,20	2,38	7,28	0,91	0,08	21,64
I	55	4,00	2,34	6,21	0,84	0,11	21,07
K	55	3,96	2,40	6,20	0,85	0,12	21,60
G.J.1	145	4,02	2,34	6,21	0,81	0,07	20,19
G.J.2	100	4,22	2,38	7,28	0,98	0,10	23,17



Slike 45 i 46: Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu promjer vrata korijena sadnice za grupe R, I i K i za grupe G.J.1 i G.J.2

Analizom varijance uz razinu signifikantnosti 0,05 utvrđeno je da za varijablu promjer vrata korijena sadnice ne postoji signifikantna razlika između sredina grupa R, I i K ( $F = 2,01$ ;  $p = 0,136611$ ), između sredina grupa G.J.1 i G.J.2 ( $F = 2,88$ ;  $p = 0,090860$ ) ni između klonova pojedinačno ( $F = 0,05$ ;  $p = 1,000000$ ).

### 3.4.3. Masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju (g)

Prosječna vrijednost mase nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju (g) iznosila je 1,24 g, od najmanje vrijednosti 0,22 g (klon 3) do najveće vrijednosti 8,25 g (klon 27). Oba klona pripadaju grupi R u kojoj je prosječna vrijednost iznosila 1,41 g.

U grupi I prosječna vrijednost mase nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju iznosila je 1,06 g, od najmanje vrijednosti 0,27 g (klon 6) do najveće vrijednosti 3,38 g (klon 46).



U grupi K prosječna vrijednost mase nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju iznosila je 1,01 g, od najmanje vrijednosti 0,28 g (klon 12) do najveće vrijednosti 4,21 g (klon 45).

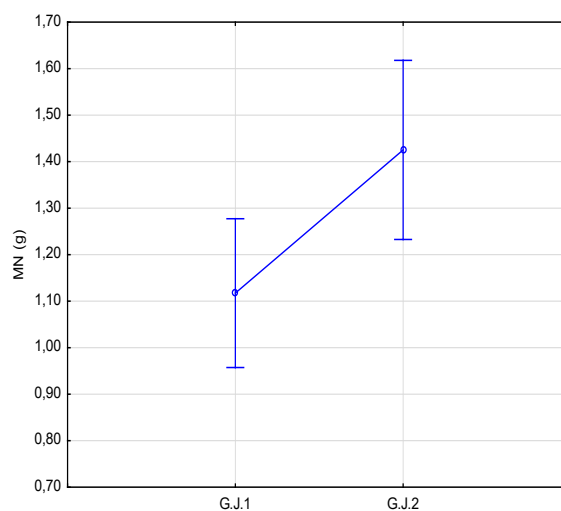
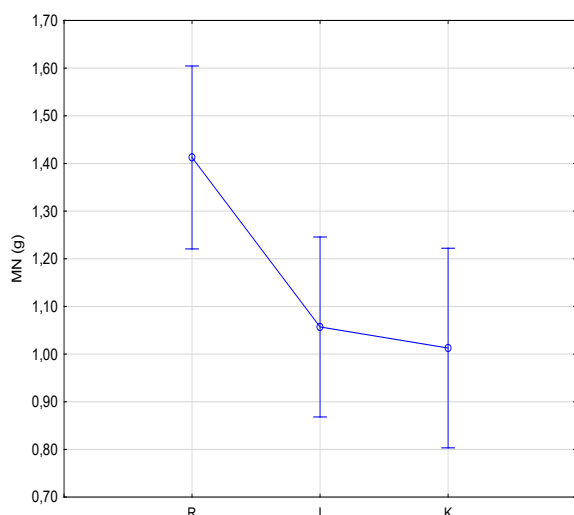
Prosječna vrijednost mase nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju u grupi G.J.1 iznosila je 1,12 g, od najmanje vrijednosti 0,22 g (klon 3) do najveće vrijednosti 5,29 g (klon 41).

Prosječna vrijednost mase nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju u grupi G.J.2 iznosila je 1,43 g, od najmanje vrijednosti 0,24 g (klon 25) do najveće vrijednosti 8,25 g (klon 27).

Najveća varijabilnost utvrđena je u grupi R (koeficijent varijacije = 79,84), a najmanja u grupi I (koeficijent varijacije = 66,06).

Tablica 70: Deskriptivna statistika za varijablu masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju

Grupa klonova	N	Aritmetička sredina g	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	St.pogreška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
SVI	245	1,24	0,22	8,25	0,99	0,06	79,44
R	135	1,41	0,22	8,25	1,13	0,10	79,84
I	55	1,06	0,27	3,38	0,70	0,09	66,06
K	55	1,01	0,28	4,21	0,77	0,10	76,50
G.J.1	145	1,12	0,22	5,29	0,86	0,07	77,07
G.J.2	100	1,43	0,24	8,25	1,13	0,11	79,00



Slike 47 i 48: Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju za grupe R, I i K i za grupe G.J.1 i G.J.2

Tablica 71: Kruskal-Wallisov test za varijablu masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju između grupa R, I i K:  $H = 11,75055$ ;  $p = 0,0028$

MN	N	Suma pozicija	Srednji rang
R	135	18481,00	136,90
I	55	5988,50	108,88
K	55	5665,50	103,01

Tablica 72: Višestruka usporedba p-vrijednosti:  $H = 11,75055$ ;  $p = 0,028$

MN	R	I	K
	R:136,90	R:108,88	R:103,01
R		0,040407	0,008393
I	0,040407		1,000000
K	0,008393	1,000000	

Uz razinu signifikantnosti 0,05 utvrđena je signifikantna razlika medijana u varijabli masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju između grupa R i I i R i K dok razlika medijana između grupa I i K nije bila signifikantna.

Tablica 73: Analiza varijance (ANOVA) za varijablu masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju između grupa G.J.1 i G.J.2:  $F = 5,87$ ;  $p = 0,016140$

Izvor varijabiliteta	Stupnjevi slobode	SS	MS	F	p
Između klonova	1	383	383	400,24	0,000000
Unutar klonova	1	5,61	5,61	5,87	0,016140
Pogreška	243	232,28	0,96		
Ukupno	244	237,89			

Uz razinu signifikantnosti 0,05, odbačena je nulta hipoteza da su sredine varijable jednake u dvije grupe klonova.

Za sve klonove Kruskal-Wallisovim testom ( $H = 115,3501$ ;  $p = 0,000000$ ) utvrđeno je da uz razinu signifikantnosti od 0,05 postoji signifikantna razlika između medijana, nulta hipoteza je odbačena.

## 3.4.4. Masa korijena u suhom stanju (g)

Prosječna vrijednost mase korijena u suhom stanju (g) iznosila je 2,80 g, od najmanje vrijednosti 0,60 g (klonovi 40 i 41) do najveće vrijednosti 7,82 g (klon 45).

U grupi R prosječna vrijednost mase korijena u suhom stanju (g) iznosila je 2,92 g, od najmanje vrijednosti 0,60 g (klonovi 40 i 41) do najveće vrijednosti 6,73 g (klon 41).

U grupi I prosječna vrijednost mase korijena u suhom stanju (g) iznosila je 2,68 g, od najmanje vrijednosti 0,82 g (klon 48) do najveće vrijednosti 7,34 g (klon 46).

U grupi K prosječna vrijednost mase korijena u suhom stanju (g) iznosila je 2,63 g, od najmanje vrijednosti 0,71 g (klon 42) do najveće vrijednosti 7,82 g (klon 45).

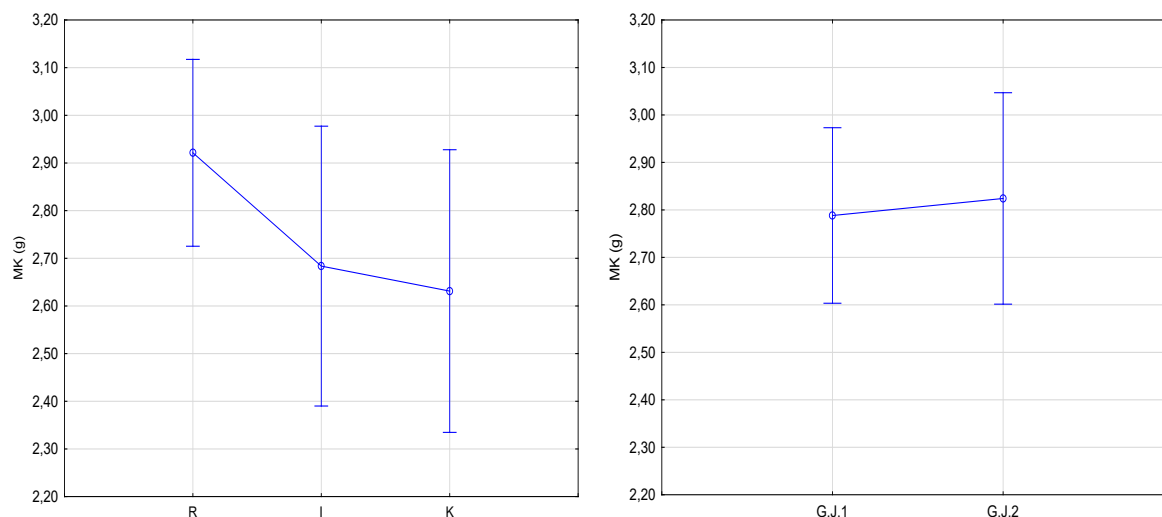
Prosječna vrijednost mase korijena u suhom stanju (g) u grupi G.J.1 iznosila je 2,79 g, od najmanje vrijednosti 0,60 g (klon 41) do najveće vrijednosti 7,82 g (klon 45).

Prosječna vrijednost mase korijena u suhom stanju (g) u grupi G.J.2 iznosila je 2,82 g, od najmanje vrijednosti 0,60 g (klon 40) do najveće vrijednosti 5,48 g (klon 30).

Najveća varijabilnost utvrđena je u grupi K (koeficijent varijacije = 41,68), a najmanja u grupi G.J.2 (koeficijent varijacije = 38,46).

Tablica 74: Deskriptivna statistika za varijablu masa korijena u suhom stanju

Grupa klonova	N	Aritmetička sredina g	Minimum g	Maksimum g	Standardna devijacija	St.pogreška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
SVI	245	2,80	0,60	7,82	1,13	0,07	40,25
R	135	2,92	0,60	6,73	1,15	0,10	39,42
I	55	2,68	0,82	7,34	1,09	0,15	40,47
K	55	2,63	0,71	7,82	1,10	0,15	41,68
G.J.1	145	2,79	0,60	7,82	1,16	0,10	41,60
G.J.2	100	2,82	0,60	5,48	1,09	0,11	38,46



Slike 49 i 50: Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu masa korijena sadnice u suhom stanju za grupe R, I i K i za grupe G.J.1 i G.J.2

Analizom varijance uz razinu signifikantnosti 0,05 utvrđeno je da ne postoji signifikantna razlika između sredina grupa R, I i K za varijablu masa korijena u suhom stanju ( $F = 1,70$ ;  $p = 0,185248$ ), kao ni između sredina grupa G.J.1 i G.J.2 ( $F = 0,06$ ;  $p = 0,807599$ ).

Usporedbom svih klonova Kruskal-Wallisovim testom ( $H = 80,79792$ ;  $p = 0,002100$ ) utvrđeno je da uz razinu signifikantnosti od 0,05 postoji signifikantna razlika između medijana, odbacuje se nulta hipoteza.

#### 3.4.5. Ukupna masa sadnice u suhom stanju (g)

Prosječna vrijednost ukupne mase sadnice u suhom stanju (g) iznosila je 4,05 g, od najmanje vrijednosti 1,21 g (klon 40), do najveće vrijednosti 12,02 g (klon 41). Oba klona su iz grupe R u kojoj je prosječna vrijednost ukupne mase sadnice u suhom stanju iznosila 4,33 g.

U grupi I prosječna vrijednost ukupne mase sadnice u suhom stanju (g) iznosila je 3,74 g, od najmanje vrijednosti 1,50 g (klon 48), do najveće vrijednosti 10,72 g (klon 46).

U grupi K prosječna vrijednost ukupne mase sadnice u suhom stanju (g) iznosila je 3,64 g, od najmanje vrijednosti 1,24 g (klon 42), do najveće vrijednosti 10,97 g (klon 45).

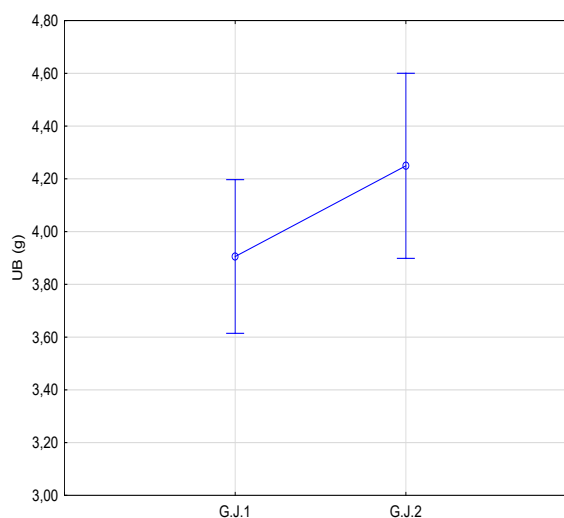
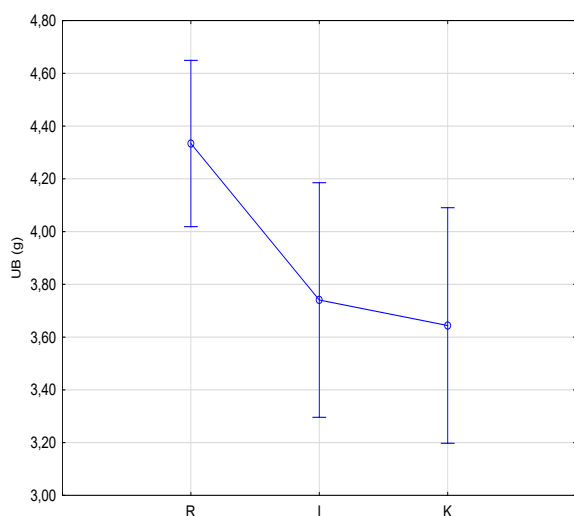
Prosječna vrijednost ukupne mase sadnice u suhom stanju (g) u grupi G.J.1 iznosila je 3,91 g, od najmanje vrijednosti 1,24 g (klon 42), do najveće vrijednosti 12,02 g (klon 41).

Prosječna vrijednost ukupne mase sadnice u suhom stanju (g) u grupi G.J.2 iznosila je 4,25 g, od najmanje vrijednosti 1,21 g (klon 40), do najveće vrijednosti 11,57 g (klon 27).

Najveća varijabilnost utvrđena je u grupi K (koeficijent varijacije = 45,32), a najmanja u grupi G.J.2 (koeficijent varijacije = 42,33).

Tablica 75: Deskriptivna statistika za varijablu ukupna masa sadnice u suhom stanju

Grupa klonova	N	Aritmetička sredina g	Minimum g	Maksimum g	Standardna devijacija	St.pogreška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
SVI	245	4,05	1,21	12,02	1,79	0,11	44,13
R	135	4,33	1,21	12,02	1,85	0,16	42,71
I	55	3,74	1,50	10,72	1,65	0,22	43,98
K	55	3,64	1,24	10,97	1,65	0,22	45,32
G.J.1	145	3,91	1,24	12,02	1,77	0,15	45,29
G.J.2	100	4,25	1,21	11,57	1,80	0,18	42,33



Slike 51 i 52: Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu ukupna masa sadnice u suhom stanju za grupe R, I i K i za grupe G.J.1 i G.J.2

Tablica 76: Analiza varijance (ANOVA) za varijablu ukupna masa sadnice u suhom stanju između grupa R, I i K:  $F = 4,05$ ;  $p = 0,018546$ 

Izvor varijabiliteta	Stupnjevi slobode	SS	MS	F	p
Između klonova	1	3137,33	3137,33	1008,71	0,000000
Unutar klonova	2	25,22	12,61	4,05	0,018546
Pogreška	242	752,68	3,11		
Ukupno	244	777,90			

Analizom varijance utvrđena je signifikantna razlika između sredina triju grupa klonova za varijablu ukupna masa sadnice u suhom stanju.

Tablica 77: Bonferronijev test za varijablu ukupna masa sadnice u suhom stanju između grupa R, I i K: MS = 3,1102, df = 242

	R	I	K
	4,3340	3,7405	3,644
R		0,109338	0,045497
I	0,109338		1,000000
K	0,045497	1,000000	

Signifikantno su se razlikovale sredine između grupa R i K.

Analizom varijance utvrđeno je da ne postoji signifikantna razlika između sredina grupa G.J.1 i G.J.2 za varijablu ukupna masa sadnice u suhom stanju ( $F = 2,20$ ;  $p = 0,138953$ ).

Kruskal-Wallisovim testom za sve klonove ( $H = 84,40719$ ;  $p = 0,000900$ ), utvrđeno je da uz razinu signifikantnosti od 0,05 postoji signifikantna razlika između medijana, odbačena je nulta hipoteza.

#### 3.4.6. Koeficijent vitkosti sadnice (H (cm)/PVK (mm))

Prosječna vrijednost koeficijenta vitkosti sadnice iznosila je 4,26, od najmanje vrijednosti 1,97 (klon 3) do najveće vrijednosti 12,16 (klon 53). Oba klona pripadaju grupi R u kojoj je prosječna vrijednost varijable iznosila 4,43, i grupi G.J.1 u kojoj je prosječna vrijednost iznosila 4,23.

U grupi I prosječna vrijednost koeficijenta vitkosti sadnice iznosila je 4,09 od najmanje vrijednosti 2,20 (klon 21), do najveće vrijednosti 7,38 (klon 49).

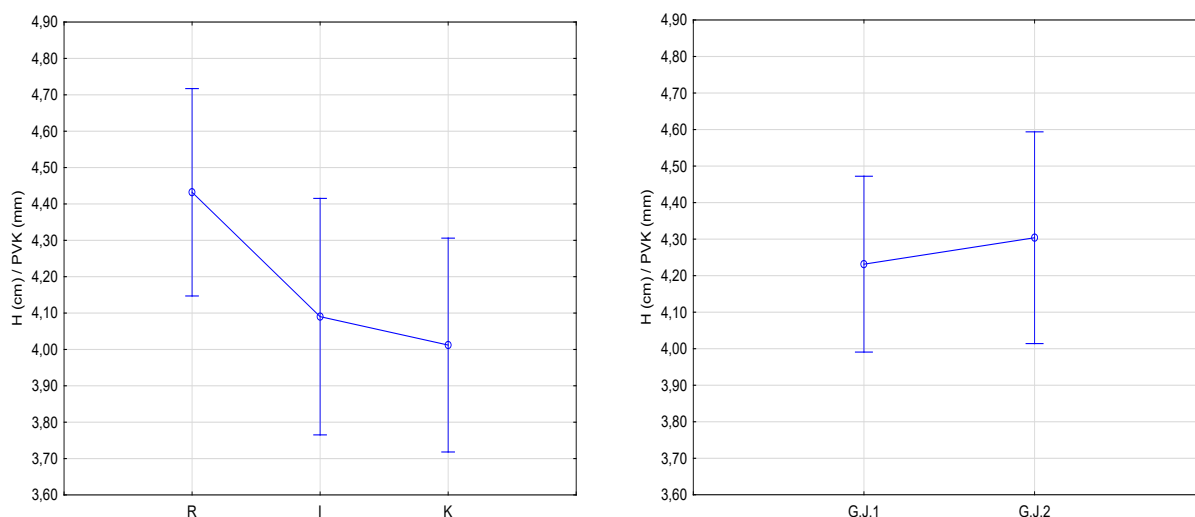
U grupi K prosječna vrijednost koeficijenta vitkosti sadnice iznosila je 4,01 od najmanje vrijednosti 2,09 (klon 12), do najveće vrijednosti 7,30 (klon 45).

Prosječna vrijednost koeficijenta vitkosti sadnice u grupi G.J. 2 iznosila je 4,30, od najmanje vrijednosti 2,20 g (klon 21), do najveće vrijednosti 11,75 (klon 33).

Najveća varijabilnost utvrđena je u grupi R (koeficijent varijacije = 37,78), a najmanja u grupi K (koeficijent varijacije = 27,09).

Tablica 78: Deskriptivna statistika za varijablu koeficijent vitkosti sadnice

Grupa klonova	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	St.pogreška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
SVI	245	4,26	1,97	12,16	1,47	0,09	34,48
R	135	4,43	1,97	12,16	1,67	0,14	37,78
I	55	4,09	2,20	7,38	1,20	0,16	29,40
K	55	4,01	2,09	7,30	1,09	0,15	27,09
G.J.1	145	4,23	1,97	12,16	1,37	0,11	32,32
G.J.2	100	4,30	2,20	11,75	1,61	0,16	37,43



Slike 53 i 54: Sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu koeficijent vitkosti sadnice za grupe R, I i K, i za grupe G.J.1 i G.J.2.

Analizom varijance uz razinu signifikantnosti 0,05 za varijablu koeficijent vitkosti sadnice nije utvrđena signifikantna razlika između sredina grupa R, I i K ( $F = 2,10$ ;  $p = 0,125258$ ), kao ni između grupa G.J.1 i G.J.2 ( $F = 0,14$ ;  $p = 0,705380$ ).

Između klonova Kruskal-Wallisovim testom ( $H = 55,12028$ ;  $p = 0,223400$ ), nije utvrđena signifikantna razlika između medijana, nulta hipoteza je prihvaćena.

### 3.4.7. Indeks kvalitete sadnice (MN/MK)

Prosječna vrijednost indeksa kvalitete sadnice iznosila je 0,47, od najmanje vrijednosti 0,05 (klon 25) do najveće vrijednosti 2,54 (klon 31). Oba navedena klona pripadaju grupi R, u kojoj je prosječna vrijednost indeksa kvalitete sadnice iznosila 0,53, i grupi G.J.2, u kojoj je prosječna vrijednost iznosila 0,55.

U grupi I prosječna vrijednost indeksa kvalitete sadnice iznosila je 0,40, od najmanje vrijednosti 0,11 (klon 20) do najveće vrijednosti 0,84 (klon 47).

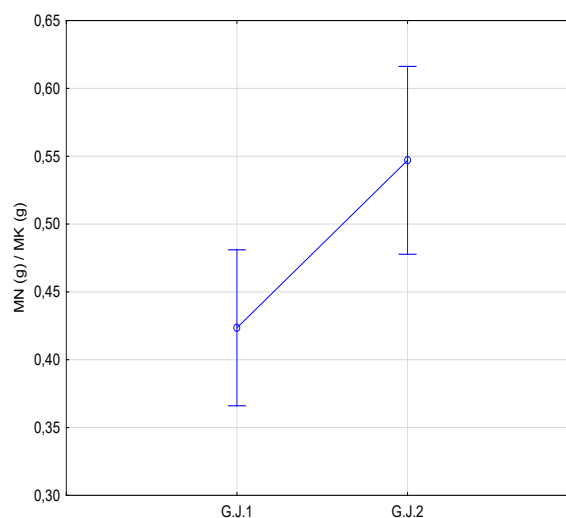
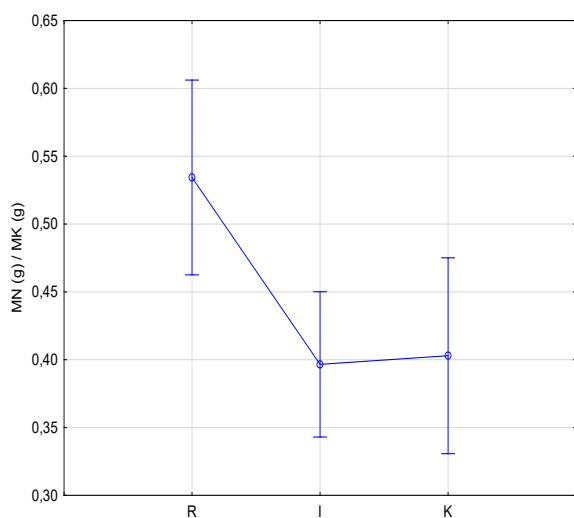
U grupi K prosječna vrijednost indeksa kvalitete sadnice iznosila je 0,40, od najmanje vrijednosti 0,12 (klon 12) do najveće vrijednosti 1,80 (klon 45).

Prosječna vrijednost indeksa kvalitete sadnice u grupi G.J.1 iznosila je 0,42, od najmanje vrijednosti 0,07 (klon 3) do najveće vrijednosti 2,51 (klon 53).

Najveća varijabilnost utvrđena je u grupi R (koeficijent varijacije = 78,95), a najmanja u grupi I (koeficijent varijacije = 49,94).

Tablica 79: Deskriptivna statistika za varijablu indeks kvalitete sadnice

Grupa klonova	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	St.pogreška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
SVI	245	0,47	0,05	2,54	0,36	0,02	75,11
R	135	0,53	0,05	2,54	0,42	0,04	78,95
I	55	0,40	0,11	0,84	0,20	0,03	49,94
K	55	0,40	0,12	1,80	0,27	0,04	66,27
G.J.1	145	0,42	0,07	2,51	0,31	0,03	72,24
G.J.2	100	0,55	0,05	2,54	0,41	0,04	74,71



Slike 55 i 56: Sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine varijable indeks kvalitete sadnice za grupe R, I i K, G.J.1 i G.J.2

Tablica 80: Kruskal-Wallisov test za varijablu indeks kvalitete sadnice između grupa R, I i K:  $H = 6,165522$ ;  $p = 0,0458$ 

MN/MK	N	Suma pozicija	Srednja vrijednost
R	135	17963,00	133,06
I	55	6208,00	112,87
K	55	5964,00	108,44

Tablica 81: Višestruka usporedba p-vrijednosti:  $H = 6,165522$ ;  $p = 0,0458$ 

MN/MK	R	I	K
	R: 133,06	R: 112,87	R: 108,44
R		0,224920	0,089577
I	0,224920		1,000000
K	0,089577	1,000000	



Za jednosmjerne testove iz prethodne tablice promatrali bismo p-vrijednosti podijeljene s 2. Jedino je  $0,089577 / 2 < 0,05$ . Zaključuje se da postoji signifikantna razlika između medijana grupa R i K.

Tablica 82: Kruskal-Wallisov test za varijablu indeks kvalitete sadnice između grupa G.J.1 i G.J.2:  $H = 8,938267$ ;  $p = 0,0028$

MN/MK	N	Suma pozicija	Srednja vrijednost
G.J.1	145	16205,00	111,76
G.J.2	100	13930,00	139,30

Uz razinu signifikantnosti 0,05 medijani grupa G.J.1 i G.J.2 za varijablu indeks kvalitete sadnice signifikantno su se razlikovali.

Kruskal-Wallisovim testom za sve klonove ( $H = 131,5817$ ;  $p = 0,000000$ ) utvrđeno je da uz razinu signifikantnosti od 0,05 postoji signifikantna razlika između medijana, nulta hipoteza je odbačena.

Najmanje prosječne vrijednosti indeksa kvalitete imali su klonovi 25, 12 i 17, a najveće klonovi 53, 31 i 27.

#### 3.4.8. Dicksonov indeks kvalitete sadnice (DQI)

Prosječna vrijednost Dicksonova indeksa kvalitete sadnice iznosila je 0,91, od najmanje vrijednosti 0,17 (klon 31) do najveće vrijednosti 2,99 (klon 46).

U grupi R prosječna vrijednost varijable DQI iznosila je 0,95, od najmanje vrijednosti 0,17 (klon 31) do najveće vrijednosti 2,33 (klon 30). Oba klona pripadaju grupi G.J.2 u kojoj je prosječna vrijednost iznosila 0,94.

U grupi I prosječna vrijednost varijable DQI iznosila je 0,88 od najmanje vrijednosti 0,28 (klon 48) do najveće vrijednosti 2,99 (klon 46).

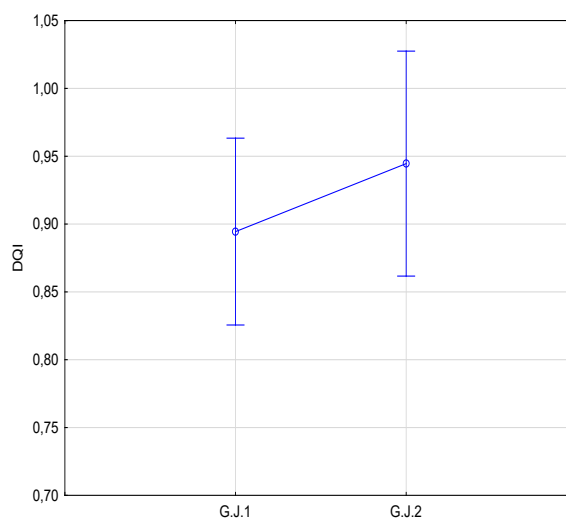
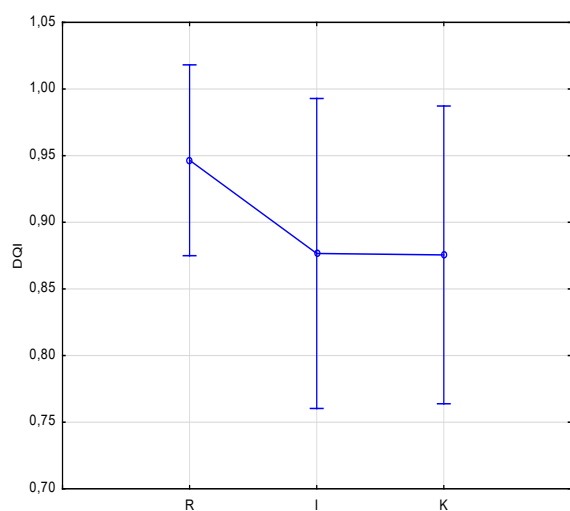
U grupi K prosječna vrijednost varijable DQI iznosila je 0,88 od najmanje vrijednosti 0,25 (klon 42) do najveće vrijednosti 2,20 (klon 45).

Prosječna vrijednost varijable DQI u grupi G.J.1 iznosila je 0,89, od najmanje vrijednosti 0,19 (klon 41), do najveće vrijednosti 2,99 (klon 46).

Najveća varijabilnost utvrđena je u grupi I (koeficijent varijacije = 49,06), a najmanja u grupi R (koeficijent varijacije = 44,43).

Tablica 83: Deskriptivna statistika za varijablu Dicksonov indeks kvalitete

Grupa klonova	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	St.pogreška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
SVI	245	0,91	0,17	2,99	0,42	0,03	46,00
R	135	0,95	0,17	2,33	0,42	0,04	44,43
I	55	0,88	0,28	2,99	0,43	0,06	49,06
K	55	0,88	0,25	2,20	0,41	0,06	47,20
G.J.1	145	0,89	0,19	2,99	0,42	0,03	46,95
G.J.2	100	0,94	0,17	2,33	0,42	0,04	44,73



Slike 57 i 58: Aritmetičke sredine uzoraka i 95 % intervali pouzdanosti procjene sredine za varijablu Dicksonov indeks kvalitete sadnice za grupe R, I i K i za grupe G.J.1 i G.J.2

Analizom varijance uz razinu signifikantnosti 0,05, utvrđeno je da za varijablu Dicksonov indeks kvalitete sadnice ne postoji signifikantna razlika između sredina grupa R, I i K ( $F = 0,85$ ;  $p = 0,429155$ ), niti između sredina grupa G.J.1 i G.J.2 ( $F = 0,84$ ;  $p = 0,360754$ ).

Kruskal-Wallisovim testom ( $H = 54,09609$ ;  $p = 0,253000$ ), utvrđeno je da uz razinu signifikantnosti od 0,05 između klonova ne postoji signifikantna razlika između medijana, i nulta hipoteza se prihvaća.

### 3.5. Korelacije morfoloških značajki žira i morfoloških značajki sadnica

U ovom radu analizirane su sljedeće morfološke značajke žira hrasta lužnjaka: ravna duljina (mm), zakrivljena duljina (mm), ravna širina (mm), zakrivljena širina (mm), volumen ( $\text{cm}^3$ ), opseg (mm) i masa jednog žira (g). Analizirane su sljedeće morfološke značajke sadnica: visina (mm), promjer vrata korijena (mm), masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju (g),

masa korijena u suhom stanju (g), ukupna masa sadnica u suhom stanju (g), koeficijent vitkosti, indeks kvalitete i Dicksonov indeks kvalitete.

Međusobna povezanost mjerenih varijabli žira i sadnica, tj u kojoj mjeri promjene vrijednosti jedne varijable utječu na promjene druge, ispitana je korelacijskim analizama.

Prema Romel-Orphelovoj skali između većine morfoloških značajki žira za sve klonove utvrđena je pozitivna potpuna ( $r = > 90$ ), vrlo jaka ( $r = 75 - 90$ ) ili jaka ( $r = 50 - 75$ ) korelacija.

Posebno se ističu pozitivna, potpuna i statistički značajna korelacija utvrđena između širine žira i volumena, širine i mase jednog žira, između mase jednog žira i volumena, te između duljine i opsega žira. Pozitivna, vrlo jaka i statistički značajna korelacija utvrđena je između volumena žira i opsega te između opsega i mase jednog žira. Između duljine žira i volumena, duljine i mase jednog žira, te između širine žira i opsega utvrđena je pozitivna, jaka i statistički značajna korelacija.

Morfološke značajke sadnica između kojih je utvrđena pozitivna, vrlo jaka i statistički značajna korelacija za sve klonove su: visina sadnice i masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju, visina sadnice i koeficijent vitkosti, promjer vrata korijena i masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju, promjer vrata korijena i ukupna masa sadnice u suhom stanju, masa nadzemnog dijela i ukupna masa sadnice u suhom stanju, masa korijena i ukupna masa sadnice u suhom stanju te masa korijena u suhom stanju i DQI.

Tablica 84: Korelacijski koeficijenti za morfološke značajke žira i sadnica za sve klonove

SVI	RD	ZD	RS	ZS	V	O	M	H	PVK	MN	MK	UB	H/PVK	MN/MK	DQI
RD	1	<b>1.00</b>	<b>0.36</b>	<b>0.36</b>	<b>0.68</b>	<b>0.94</b>	<b>0.66</b>	0,09	0,12	0,01	<b>0.22</b>	<b>0.14</b>	0,05	-0,09	<b>0.17</b>
ZD		1	<b>0.38</b>	<b>0.38</b>	<b>0.69</b>	<b>0.95</b>	<b>0.67</b>	0,09	0,12	0,01	<b>0.22</b>	<b>0.15</b>	0,05	-0,09	<b>0.17</b>
RS			1	<b>1.00</b>	<b>0.91</b>	<b>0.57</b>	<b>0.91</b>	0,02	0,09	0,06	<b>0.31</b>	<b>0.23</b>	-0,01	-0,15	<b>0.22</b>
ZS				1	<b>0.91</b>	<b>0.57</b>	<b>0.91</b>	0,02	0,10	0,06	<b>0.31</b>	<b>0.23</b>	-0,01	-0,15	<b>0.22</b>
V					1	<b>0.83</b>	<b>0.99</b>	0,06	0,12	0,05	<b>0.32</b>	<b>0.23</b>	0,02	-0,14	<b>0.22</b>
O						1	<b>0.81</b>	0,08	0,12	0,02	<b>0.24</b>	<b>0.16</b>	0,05	-0,11	<b>0.17</b>
M							1	0,06	0,12	0,05	<b>0.32</b>	<b>0.22</b>	0,03	-0,14	<b>0.22</b>
H								1	<b>0.61</b>	<b>0.80</b>	<b>0.20</b>	<b>0.57</b>	<b>0.86</b>	<b>0.71</b>	-0,07
PVK									1	<b>0.78</b>	<b>0.53</b>	<b>0.76</b>	<b>0.17</b>	<b>0.40</b>	<b>0.53</b>
MN										1	<b>0.42</b>	<b>0.82</b>	<b>0.49</b>	<b>0.71</b>	<b>0.33</b>
MK											1	<b>0.87</b>	-0,05	-0,21	<b>0.85</b>
UB												1	<b>0.24</b>	<b>0.26</b>	<b>0.72</b>
H/PVK													1	<b>0.64</b>	<b>-0.41</b>
MN/MK														1	-0,21
DQI															1

RD = ravna duljina, ZD = zakrivljena duljina, RŠ = ravna širina, ZŠ = zakrivljena širina, V = volumen, O = opseg, M = masa jednog žira, H = visina sadnice, PVK = promjer vrata korijena, MN = masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju, MK = masa korijena u suhom stanju, H/PVK = koeficijent vitkosti, MN/MK = indeks kvalitete, DQI = Dicksonov indeks kvalitete

Podebljani koeficijenti = korelacija je veća od 0,25.

Podertani koeficijenti = korelacija je statistički značajna.

Pozitivna, jaka i statistički značajna korelacija utvrđena je između visine sadnice i promjera vrata korijena, ukupne mase sadnice u suhom stanju i indeksa kvalitete. Ista veličina korelacije utvrđena je i između promjera vrata korijena i mase korijena u suhom stanju, između promjera vrata korijena i DQI, između mase nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju i indeksa kvalitete, između ukupne mase sadnice u suhom stanju i DQI te između koeficijenta vitkosti i indeksa kvalitete.

Između morfoloških značajki žira i morfoloških značajki sadnica utvrđena je pozitivna, slaba ( $r = 25 - 40$ ), ali statistički značajna korelacija između mase korijena u suhom stanju i širine žira, volumena žira i mase jednog žira.

Tablica 85: Korelacijski koeficijenti za morfološke značajke žira i sadnica za grupu R

R	RD	ZD	RS	ZS	V	O	M	H	PVK	MN	MK	UB	H/PVK	MN/MK	DQI
RD	1	<u>1,00</u>	<u>0,25</u>	<u>0,25</u>	<u>0,58</u>	<u>0,91</u>	<u>0,57</u>	0,01	0,02	-0,12	0,07	-0,03	0,02	-0,14	0,06
ZD		1	<u>0,27</u>	<u>0,27</u>	<u>0,59</u>	<u>0,92</u>	<u>0,58</u>	0,00	0,01	-0,13	0,08	-0,02	0,01	-0,15	0,06
RS			1	<u>1,00</u>	<u>0,92</u>	<u>0,54</u>	<u>0,92</u>	-0,05	0,06	0,01	<u>0,36</u>	<u>0,23</u>	-0,07	<u>-0,24</u>	<u>0,25</u>
ZS				1	<u>0,92</u>	<u>0,54</u>	<u>0,92</u>	-0,05	0,06	0,01	<u>0,37</u>	<u>0,23</u>	-0,07	<u>-0,24</u>	<u>0,26</u>
V					1	<u>0,80</u>	<u>0,99</u>	-0,04	0,04	-0,05	<u>0,30</u>	0,16	-0,05	<u>-0,25</u>	<u>0,21</u>
O						1	<u>0,79</u>	-0,02	0,01	-0,11	0,14	0,02	0,00	<u>-0,20</u>	0,09
M							1	-0,04	0,03	-0,05	<u>0,30</u>	0,16	-0,04	<u>-0,25</u>	<u>0,20</u>
H								1	<u>0,59</u>	<u>0,83</u>	0,12	<u>0,58</u>	<u>0,87</u>	<u>0,74</u>	-0,14
PVK									1	<u>0,79</u>	<u>0,46</u>	<u>0,76</u>	<u>0,17</u>	<u>0,39</u>	<u>0,48</u>
MN										1	<u>0,32</u>	<u>0,81</u>	<u>0,52</u>	<u>0,70</u>	<u>0,24</u>
MK											1	<u>0,82</u>	-0,11	<u>-0,31</u>	<u>0,84</u>
UB												1	<u>0,25</u>	<u>0,24</u>	<u>0,67</u>
H/PVK													1	<u>0,69</u>	<u>-0,45</u>
MN/MK														1	<u>-0,29</u>
DQI															1

U grupi R između morfoloških značajki žira utvrđene su pozitivne i statistički značajne korelacije sličnih vrijednosti kao i za sve klonove pojedinačno.

Morfološke značajke sadnica između kojih su utvrđene pozitivne, vrlo jake i statistički značajne korelacija sličnih su vrijednosti kao i za sve klonove pojedinačno. Pozitivna, jaka i

statistički značajna korelacija u grupi R utvrđena je između visine sadnice i promjera vrata korijena, između visine sadnice i ukupne mase sadnice u suhom stanju, između visine sadnice i indeksa kvalitete, između mase nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju i koeficijenta vitkosti, odnosno indeksa kvalitete, između ukupne mase sadnice i DQI te između koeficijenta vitkosti i indeksa kvalitete.

Korelacije između morfoloških značajki žira i morfoloških značajki sadnica sličnih su vrijednosti kao i za sve klonove pojedinačno. Utvrđena je i pozitivna, slaba i statistički značajna korelacija između širine žira i DQI, i negativna, slaba i statistički značajna korelacija između volumena odnosno mase žira i indeksa kvalitete sadnice.

U grupi I između morfoloških značajki žira utvrđene su pozitivne i statistički značajne korelacije sličnih vrijednosti kao i u grupi R, te kao i za sve klonove pojedinačno. Razlika je u korelaciji između opsega i mase jednog žira koja je u grupi I pozitivna, jaka i statistički značajna.

Tablica 86: Korelacijski koeficijenti za morfološke značajke žira i sadnica za grupu I

I	RD	ZD	RS	ZS	V	O	M	H	PVK	MN	MK	UB	H/PVK	MN/MK	DQI
RD	1	<b>1.00</b>	<b>0.40</b>	<b>0.41</b>	<b>0.70</b>	<b>0.95</b>	<b>0.63</b>	0,21	<b>0.41</b>	<b>0.41</b>	<b>0.38</b>	<b>0.43</b>	0,03	0,19	<b>0.38</b>
ZD		1	<b>0.42</b>	<b>0.42</b>	<b>0.71</b>	<b>0.95</b>	<b>0.64</b>	0,22	<b>0.41</b>	<b>0.41</b>	<b>0.38</b>	<b>0.42</b>	0,05	0,20	<b>0.37</b>
RS			1	<b>1.00</b>	<b>0.92</b>	<b>0.56</b>	<b>0.93</b>	0,04	0,22	0,14	0,15	0,16	-0,10	0,06	0,24
ZS				1	<b>0.92</b>	<b>0.56</b>	<b>0.93</b>	0,04	0,22	0,14	0,15	0,16	-0,10	0,06	0,24
V					1	<b>0.81</b>	<b>0.97</b>	0,12	<b>0.34</b>	<b>0.28</b>	<b>0.26</b>	<b>0.29</b>	-0,06	0,16	<b>0.33</b>
O						1	<b>0.73</b>	0,17	<b>0.40</b>	<b>0.37</b>	<b>0.33</b>	<b>0.38</b>	-0,01	0,20	<b>0.36</b>
M							1	0,12	<b>0.32</b>	<b>0.25</b>	0,23	<b>0.26</b>	-0,04	0,15	<b>0.30</b>
H								1	<b>0.71</b>	<b>0.69</b>	<b>0.35</b>	<b>0.52</b>	<b>0.88</b>	<b>0.58</b>	-0,04
PVK									1	<b>0.83</b>	<b>0.63</b>	<b>0.77</b>	<b>0.32</b>	<b>0.53</b>	<b>0.52</b>
MN										1	<b>0.69</b>	<b>0.88</b>	<b>0.41</b>	<b>0.66</b>	<b>0.52</b>
MK											1	<b>0.95</b>	0,09	-0,03	<b>0.86</b>
UB												1	0,24	0,26	<b>0.79</b>
H/PVK													1	<b>0.45</b>	<b>-0.36</b>
MN/MK														1	-0,09
DQI															1

Pozitivna, potpuna i statistički značajna korelacija u grupi I utvrđena je između mase korijena u suhom stanju i ukupne mase sadnice u suhom stanju. Pozitivna, vrlo jaka i statistički značajna korelacija utvrđena je između visine sadnice i koeficijenta vitkosti, između promjera vrata korijena i mase nadzemnog dijela odnosno ukupne mase sadnice u suhom stanju, između

mase nadzemnog dijela sadnice i ukupne mase sadnice u suhom stanju, te između mase korijena u suhom stanju i DQI i ukupne mase sadnice u suhom stanju i DQI.

Pozitivna, jaka i statistički značajna korelacija za grupu I utvrđena je između visine sadnice i promjera vrata korijena, mase nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju, ukupne mase sadnice u suhom stanju i indeksa kvalitete. Ista veličina korelacije utvrđena je i između promjera vrata korijena i mase korijena u suhom stanju, indeksa kvalitete i DQI, te između mase nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju i mase korijena u suhom stanju, indeksa kvalitete i DQI.

Korelacije između duljine žira i promjera vrata korijena, mase nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju i ukupne mase sadnice, te između opsega žira i promjera vrata korijena su pozitivne, srednje ( $r = 40 - 50$ ) i statistički značajne. Pozitivne, slabe i statistički značajne korelacije utvrđene su između duljine žira i mase korijena u suhom stanju, duljine žira i DQI. Ista veličina korelacije utvrđena je i između volumena žira i promjera vrata korijena, mase nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju, ukupne mase sadnice u suhom stanju i DQI. Pozitivne, slabe i statistički značajne korelacije utvrđene su i između opsega žira i mase nadzemnog dijela sadnice, mase korijena, ukupne mase sadnice u suhom stanju i DQI, kao i korelacije između mase jednog žira i promjera vrata korijena i između mase jednog žira i DQI.

Tablica 87: Korelacijski koeficijenti za morfološke značajke žira i sadnica za grupu K

K	RD	ZD	RS	ZS	V	O	M	H	PVK	MN	MK	UB	H/PVK	MN/MK	DQI
RD	1	<b>1,00</b>	<b>0,54</b>	<b>0,54</b>	<b>0,81</b>	<b>0,97</b>	<b>0,81</b>	0,08	0,01	-0,11	<b>0,31</b>	0,15	0,03	<b>-0,33</b>	0,16
ZD		1	<b>0,55</b>	<b>0,55</b>	<b>0,82</b>	<b>0,97</b>	<b>0,81</b>	0,08	0,01	-0,11	<b>0,31</b>	0,15	0,03	<b>-0,33</b>	0,16
RS			1	<b>1,00</b>	<b>0,91</b>	<b>0,67</b>	<b>0,91</b>	<b>0,32</b>	0,06	0,18	<b>0,30</b>	<b>0,29</b>	<b>0,33</b>	0,01	0,08
ZS				1	<b>0,91</b>	<b>0,67</b>	<b>0,91</b>	<b>0,33</b>	0,06	0,19	<b>0,30</b>	<b>0,29</b>	<b>0,34</b>	0,02	0,08
V					1	<b>0,90</b>	<b>0,99</b>	<b>0,31</b>	0,07	0,13	<b>0,37</b>	<b>0,31</b>	<b>0,28</b>	-0,09	0,13
O						1	<b>0,89</b>	0,18	0,03	-0,03	<b>0,31</b>	0,19	0,15	-0,23	0,12
M							1	<b>0,29</b>	0,07	0,09	<b>0,37</b>	<b>0,29</b>	<b>0,26</b>	-0,13	0,14
H								1	<b>0,58</b>	<b>0,75</b>	<b>0,29</b>	<b>0,55</b>	<b>0,75</b>	<b>0,66</b>	0,03
PVK									1	<b>0,73</b>	<b>0,59</b>	<b>0,73</b>	-0,07	<b>0,34</b>	<b>0,66</b>
MN										1	<b>0,54</b>	<b>0,83</b>	<b>0,31</b>	<b>0,70</b>	<b>0,50</b>
MK											1	<b>0,92</b>	-0,09	-0,17	<b>0,86</b>
UB												1	0,09	0,22	<b>0,80</b>
H/PVK													1	<b>0,49</b>	<b>-0,47</b>
MN/MK														1	-0,13
DQI															1

Između morfoloških značajki žira u grupi K utvrđene su pozitivne, potpune i statistički značajne korelacije sličnih vrijednosti kao u već navedenim grupama. Ista korelacija utvrđena je između volumena i opsega žira. Pozitivna, vrlo jaka i statistički značajna korelacija utvrđena je između duljine žira i volumena, duljine i mase jednog žira i između opsega i mase jednog žira. Pozitivna, jaka i statistički značajna korelacija utvrđena je između duljine i širine žira i između širine žira i opsega.

Pozitivna, potpuna i statistički značajna korelacija u grupi K utvrđena je između mase korijena i ukupne mase sadnice. Pozitivna, vrlo jaka i statistički značajna korelacija utvrđena je između visine sadnice i mase nadzemnog dijela sadnice, između visine sadnice i koeficijenta vitkosti, između mase nadzemnog dijela sadnice i ukupne mase, između mase korijena i DQI i između ukupne mase i DQI.

Pozitivna, jaka i statistički značajna korelacija za grupu K utvrđena je između visine sadnice i promjera vrata korijena, ukupne mase sadnice i indeksa kvalitete. Ista veličina korelacije utvrđena je i između promjera vrata korijena i mase nadzemnog dijela sadnice, mase korijena, ukupne mase i DQI, te između mase nadzemnog dijela i mase korijena, indeksa kvalitete i DQI.

Pozitivna, slaba i statistički značajna korelacija ( $r = 25 - 40$ ) utvrđena je između svih morfoloških značajki žira i mase korijena sadnice u suhom stanju. Ista korelacija utvrđena je i između širine žira i visine sadnice, ukupne mase sadnice i koeficijenta vitkosti. Također i između volumena, odnosno mase žira i visine sadnice, ukupne mase i koeficijenta vitkosti. Negativna, slaba i statistički značajna korelacija utvrđena je između duljine žira i indeksa kvalitete.

U grupi G.J.1 između morfoloških značajki žira utvrđene su pozitivne i statistički značajne korelacije sličnih vrijednosti kao za grupu R i za sve klonove.

Korelacije između morfoloških značajki sadnica sličnih su vrijednosti kao kod grupe K. Između koeficijenta vitkosti i indeksa kvalitete i između ukupne mase sadnice u suhom stanju i DQI korelacija je pozitivna, jaka i statistički značajna.

Utvrđena je pozitivna, slaba i statistički značajna korelacija između svih morfoloških značajki žira i mase korijena, te između volumena žira i ukupne mase sadnice.

Tablica 88: Korelacijski koeficijenti za morfološke značajke žira i sadnica za grupu G.J.1

G.J.1	RD	ZD	RS	ZS	V	O	M	H	PVK	MN	MK	UB	H/P VK	MN/M K	DQI
RD	1	<b>1.00</b>	<b>0.42</b>	<b>0.43</b>	<b>0.72</b>	<b>0.95</b>	<b>0.70</b>	0,06	0,12	0,03	<b>0.27</b>	<u>0.19</u>	0,00	-0,13	<u>0.21</u>
ZD		1	<b>0.43</b>	<b>0.43</b>	<b>0.73</b>	<b>0.95</b>	<b>0.71</b>	0,06	0,12	0,02	<b>0.27</b>	<u>0.19</u>	0,00	-0,14	<u>0.21</u>
RS			1	<b>1.00</b>	<b>0.91</b>	<b>0.58</b>	<b>0.91</b>	-0,01	0,04	0,03	<b>0.31</b>	<u>0.22</u>	-0,02	-0,21	<u>0.21</u>
ZS				1	<b>0.91</b>	<b>0.58</b>	<b>0.91</b>	-0,01	0,04	0,03	<b>0.32</b>	<u>0.22</u>	-0,02	-0,20	<u>0.21</u>
V					1	<b>0.83</b>	<b>0.99</b>	0,03	0,09	0,05	<b>0.34</b>	<b>0.25</b>	-0,01	-0,18	<u>0.24</u>
O						1	<b>0.81</b>	0,05	0,10	0,02	<b>0.26</b>	<u>0.18</u>	0,00	-0,14	<u>0.19</u>
M							1	0,03	0,07	0,03	<b>0.35</b>	<u>0.24</u>	0,00	-0,20	<u>0.23</u>
H								1	<b>0.59</b>	<b>0.77</b>	<u>0.28</u>	<b>0.55</b>	<b>0.87</b>	<b>0.66</b>	-0,06
PVK									1	<b>0.73</b>	<b>0.57</b>	<b>0.73</b>	0,13	<b>0.34</b>	<b>0.56</b>
MN										1	<b>0.52</b>	<b>0.83</b>	<b>0.49</b>	<b>0.68</b>	<b>0.39</b>
MK											1	<b>0.91</b>	0,00	-0,18	<b>0.84</b>
UB												1	<u>0.24</u>	<u>0.21</u>	<b>0.74</b>
H/PVK													1	<b>0.60</b>	<b>-0.41</b>
MN/MK														1	<b>-0.19</b>
DQI															1

Tablica 89: Korelacijski koeficijenti za morfološke značajke žira i sadnica za grupu G.J.2

G.J.2	RD	ZD	RS	ZS	V	O	M	H	PVK	MN	MK	UB	H/P VK	MN/M K	DQI
RD	1	<b>1.00</b>	0,24	0,24	<b>0.60</b>	<b>0.92</b>	<b>0.59</b>	0,11	0,10	-0,05	0,13	0,05	0,11	-0,10	0,08
ZD		1	<b>0.26</b>	<b>0.27</b>	<b>0.62</b>	<b>0.93</b>	<b>0.61</b>	0,11	0,09	-0,05	0,14	0,05	0,11	-0,10	0,09
RS			1	<b>1.00</b>	<b>0.91</b>	<b>0.54</b>	<b>0.90</b>	0,04	0,14	0,07	<b>0.30</b>	<u>0.23</u>	0,00	-0,14	<u>0.23</u>
ZS				1	<b>0.91</b>	<b>0.54</b>	<b>0.90</b>	0,04	0,14	0,07	<b>0.31</b>	<u>0.23</u>	0,00	-0,14	<u>0.23</u>
V					1	<b>0.82</b>	<b>0.99</b>	0,08	0,15	0,03	<b>0.28</b>	0,19	0,06	-0,14	0,19
O						1	<b>0.81</b>	0,11	0,11	-0,01	<u>0.20</u>	0,12	0,12	-0,12	0,12
M							1	0,08	0,14	0,03	<b>0.27</b>	0,18	0,06	-0,14	0,18
H								1	<b>0.63</b>	<b>0.83</b>	0,12	<b>0.59</b>	<b>0.86</b>	<b>0.76</b>	-0,10
PVK									1	<b>0.81</b>	<b>0.48</b>	<b>0.80</b>	0,21	<b>0.44</b>	<b>0.49</b>
MN										1	<b>0.32</b>	<b>0.82</b>	<b>0.50</b>	<b>0.72</b>	<u>0.26</u>
MK											1	<b>0.81</b>	-0,12	<b>-0.27</b>	<b>0.87</b>
UB												1	<u>0.24</u>	<b>0.28</b>	<b>0.69</b>
H_PVK													1	<b>0.69</b>	<b>-0.43</b>
MN/MK														1	<b>-0.26</b>
MN/MK															0,01
DQI															1

U grupi G.J.2 između morfoloških značajki žira utvrđene su pozitivne i statistički značajne korelacije sličnih vrijednosti kao kod grupa R, G.J.1 i za sve klonove pojedinačno.

Morfološke značajke sadnica između kojih su utvrđene pozitivne, vrlo jake i pozitivne, jake i statistički značajne korelacije sličnih su vrijednosti kao i kod grupe R. Korelacija između



visine sadnice i indeksa kvalitete je pozitivna, vrlo jaka i statistički značajna. Pozitivna, slaba, i statistički značajna korelacija utvrđena je, kao i kod svih klonova, između mase korijena sadnice i širine žira, volumena i mase jednog žira.

## 4. RASPRAVA

### 4.1. Početak listanja

Između temperatura u proljeće i početka bubrenja pupova i listanja postoji pozitivna i jaka povezanost (Askeyev i dr. 2005). Početak fenofaze produljenja pupova za svaki klon prikazan je prosječnom vrijednosti za šest opažanih rameta tijekom pet uzastopnih godina motrenja (2014. - 2018.). Najraniji početak ulaska u fenofazu L2 zabilježen je 2014. godine, 10. ožujka, najkasniji 2018. godine, 24. ožujka, a 2015., 2016. i 2017. ulazak u fenofazu L2 započeo je 17. ožujka.

Srednja mjesečna temperatura 2014. godine od 1. siječnja bila je kontinuirano u porastu, (tablica 2: Srednje mjesečne temperature zraka, prilog 1: Klimadijagrami za meteorološku postaju Čazma za godine 2014., 2015., 2016., 2017. i 2018.), a srednja dnevna temperatura nakon 10. ožujka nije se spuštala ispod 6,8 °C. To može objasniti raniji ulazak klonova u fenofazu produljenja pupova u odnosu na ostale opažane godine. Kasniji početak fenofaze produljenja pupova u 2018. godini posljedica je naglog pada temperature u veljači 2018. godine. Te godine srednja dnevna temperatura nakon 24. ožujka nije se spuštala ispod 4,0 °C. Vrijednosti srednje mjesečne i minimalne mjesečne temperature, a pogotovo apsolutni minimum, u ožujku 2018. godine bile su znatno niže dok su u travnju bile osjetno više u usporedbi s ostalim godinama opažanja (tablica 2: Srednje mjesečne temperature zraka). Svi klonovi 2014. godine ušli su u fenofazu produljenja pupova 42 dana od početka ulaska prvog klona dok su u 2018. godini svi klonovi ušli u fenofazu L2 nakon 28 dana od ulaska prvog klona. Za obje godine završetak ulaska u fenofazu produljenja pupova za sve klonove bio je 111. dan u godini, odnosno 21. travnja.

Jedna od temeljnih značajki svih živih bića je varijabilnost (Vidaković i Žufa 1966). U području šumskog sjemenarstva i u očuvanju genofonda hrasta lužnjaka istraživanja varijabilnosti imaju velik značaj (Vidaković 1996). Početak listanja visoko je nasljedno svojstvo (Krstinić 1996, Askeyev i dr. 2005), i između stabala unutar populacije može postojati razlika od mjesec dana u vremenu cvjetanja i rasta vegetativnih izbojaka (Suszka i dr. 1996).

Za svih pet godina opažanja prosječna vrijednost ulaska svih klonova u fenofazu produljenja pupova (L2) iznosila je 92 dana (tablica 5: Deskriptivna statistika ulaska u fenofazu produljenja pupova za tri grupe klonova). Prosječna vrijednost ulaska svih ranolistajućih klonova u fenofazu L2 iznosila je 84 dana, intermedijarnih 96 dana, a kasnolistajućih 107 dana.

Razlika između ranolistajućih i kasnolistajućih klonova prosječno je iznosila 23 dana, tj. 3,29 tjedna, a po godinama: 2014. = 30 dana, 2015. = 23 dana, 2016. = 19 dana, 2017. = 27 dana, 2018. = 18 dana (tablica 11: Aritmetičke sredine početka ulaska u fenofazu produljenja pupova u danima).

Opažanja i analiza podataka o ulasku klonova u fenofazu produljenja pupova ukazuju na postojanje statistički značajne razlike između triju grupa klonova. Statističkom obradom podataka, *k-means* metodom klasteriranja, prosječan broj dana potreban za ulazak u fenofazu L2 po veličini podijeljen je na male, srednje i velike vrijednosti, a pripadni klonovi su grupirani u ranolistajuće, intermedijarne i kasnolistajuće. Analizom varijance (tablica 7: Analiza varijance) odbačena je nul-hipoteza, po kojoj se sredine triju kategorija klonova signifikantno ne razlikuju. Ovi podatci u skladu su s radom Franjić i dr. (2011) u kojem je utvrđena visoka fenološka neujednačenost klonova na klonskoj sjemenskoj plantaži hrasta lužnjaka „Plešćice I“. Svi kasnolistajući i većina intermedijarnih klonova potječu iz gospodarskih jedinica „Česma“ i „Čazmanske nizinske šume“, odnosno grupe G.J.1. Većina klonova grupe G.J.2 su ranolistajući, osim klonova 20, 21 i 35.

Kasni hrast lužnjak ima obilježja koje ga čine vrijednim pažnje u gospodarenju šumama. To su manja duljina krošnje, cilindrično i pravno deblo (Stojković 1991), manja podložnost rašljanju i živićima, trajnije drvo (Vidaković i Krstinić 1985). Budući da se pupovi počinju otvarati kasnije, manje je osjetljiv na štete od kasnih proljetnih mrazova, razvoj listova nije usklađen s vremenom napada gusjenica defolijatora (Andrić i dr. 2018), ali je izložen jačem napadu pepelnice (Vidaković i Krstinić 1985).

#### 4.2. Morfološke značajke žira

Najvažnije morfološke značajke sjemena odnose se na krupnoću. Sjeme veće krupnoće ima veću količinu hraniva, veća je mogućnost da će preživjeti zarazu insektima (Bonal i dr. 2007), može pozitivno utjecati na početni rast i razvoj kao i na preživljenje sadnica (Vidaković i Krstinić, 1985, Kleinschmit 1993, García-Cebrián i dr. 2003, Nikolić i dr. 2010) i na njihovu uspješnu borbu s korovnom vegetacijom. Krupnoća žira može imati utjecaj na sadnice do šeste godine starosti (Ballian i dr. 2011).

#### 4.2.1. Duljina žira (mm)

Prosječna vrijednost ravne duljine žira za sve klonove iznosila je 32,61 mm, od najmanje prosječne vrijednosti 24,04 mm (klon 28), do najveće prosječne vrijednosti 38,80 (klon 33). Prosječna vrijednost zakrivljene duljine žira za sve klonove iznosila je 32,78 mm, od najmanje prosječne vrijednosti 24,21 mm (klon 28) do najveće prosječne vrijednosti 39,13 mm (klon 33). Prema Barzdajn (1993), prosječna vrijednost duljine žira hrasta lužnjaka iznosi 26,93 mm, od najmanje prosječne vrijednosti 19,9 mm do najveće prosječne vrijednosti 33,4 mm.

Prema Roth (1999), najmanja prosječna vrijednost duljine žira iznosi 30,5 mm, najveća 37,0 mm, najmanja izmjerena duljina iznosi 20,4 mm, a najveća 49,8 mm. Prosječna vrijednost duljine žira za uzorke iz Posavine iznosi 32,2 mm, od najmanje prosječne vrijednosti 30,5 mm do najveće prosječne vrijednosti 33,2 mm. Najmanja izmjerena duljina iznosi 20,4 mm, najveća 41,7 mm. Franjić i dr. (2001) navode da najmanja prosječna vrijednost duljine žira iznosi 26,2 mm, a najveća 31,9 mm dok najmanja izmjerena duljina iznosi 15,1 mm, a najveća 41,6 mm. Prosječna vrijednost duljine žira prema Poštenjak i Gradečki (2001) iznosi 29,99 mm, od najmanje prosječne vrijednosti 26,10 mm do najveće prosječne vrijednosti 34,10 mm. Saračević (2002) navodi da prosječna vrijednost duljine žira iznosi 31,5 mm, od najmanje prosječne vrijednosti 29,9 mm do najveće prosječne vrijednosti 34,2 mm. Najmanja izmjerena duljina je 19,5 mm, a najveća 45,9 mm. Prema Nikolić i Orlović (2002), prosječna vrijednost duljine žira iznosi 27,2 mm, od najmanje prosječne vrijednosti 23,8 mm do najveće prosječne vrijednosti 32,3 mm. Najmanja izmjerena vrijednost duljine žira je 20,7 mm, a najveća 35,0 mm. Prema Roth i dr. (2009), najmanja prosječna vrijednost duljine žira iznosi 26,5 mm, a najveća 37,6 mm. Ivanković i dr. (2011) navode da je najmanja prosječna vrijednost duljine žira 26,8 mm, najveća 32,4 mm, najmanja izmjerena vrijednost je 15,0 mm, a najveća 45,0 mm. Prema Łuczaj i dr. (2014), prosječna vrijednost duljine žira iznosi 2,71 cm, od najmanje prosječne vrijednosti 2,26 cm do najveće 3,66 cm. Najmanja izmjerena duljina iznosi 1,5 cm, a najveća 4,0 cm. Prema Vukelić (2016), prosječna vrijednost duljine žira iznosi 34,70 mm, od najmanje izmjerene duljine 28,80 mm do najveće 39,89 mm. Prosječna vrijednost zakrivljene duljine iznosi 34,79 mm, od najmanje izmjerene duljine 28,82 mm do najveće izmjerene duljine 39,96 mm. Kaliniewicz i Tylek (2018) navode da najmanja prosječna vrijednost duljine žira iznosi 28,10 mm, a najveća 28,82 mm. Prema Devetaković i dr. (2019), najmanja prosječna vrijednost duljine žira iznosi 25,41 mm, najveća 34,15 mm, a prosječna vrijednost za istraživanje iznosi 29,78 mm.

Podatci u ovom radu u usporedbi s podacima drugih autora pokazuju veću prosječnu vrijednost duljine žira, osim podataka koje navodi Vukelić (2016). Razlike se mogu objasniti porijeklom sjemena i načinom uzimanja uzoraka. Približno jednake podatke navodi Roth (1999), koji je sakupljao žir u sjemenskim sastojinama, ali nije sakupljao sitan žir.

Pri osnivanju klonske sjemenske plantaže plus stabla, odnosno fenotipski najbolja stabla, odabrana su prema mjerenim varijablama dobre i poželjne kvalitete. Žir iz klonske sjemenske plantaže i sadnice uzgojene iz tog žira ubrajamo u kategoriju kvalificiranog šumskog reprodukcijskog materijala koji je genetski superioran prema žiru i sadnicama iz sjemenskih i gospodarskih sastojina (Vidaković 1996).

Kod obje mjerene varijable žir klonova grupe K imao je najmanju prosječnu vrijednost duljine koja se je statistički značajno razlikovala od prosječnih vrijednosti grupa R i I. Razlika između očekivanih vrijednosti medijana klonova grupa R i I statistički je bila nesignifikantna.

Za razliku od podataka u ovom radu, Ivanković i dr. (2011) navode da najveću prosječnu vrijednost duljine ima žir iz priznate sjemenske sastojine kasnog hrasta lužnjaka.

Razlika između klonova za varijable ravna i zakrivljena duljina žira (mm) bila je statistički značajna. Najmanje prosječne vrijednosti ravne i zakrivljene duljine žira imali su klonovi 28, 43, 52 i 42 iz grupe K, klonovi 29 i 51 iz grupe R i klon 21 iz grupe I. Najveće prosječne vrijednosti imali su klonovi 33 i 22 iz grupe R, klonovi 47 i 20 iz grupe I, klonovi 12 i 18 iz grupe K.

#### 4.2.2. Širina žira (mm)

Prosječna vrijednost varijable ravna širina žira za sve klonove iznosila je 16,11 mm, od najmanje prosječne vrijednosti širine žira 12,34 mm (klon 53) do najveće prosječne vrijednosti 19,21 mm (klon 32). Prosječna vrijednost zakrivljene širine žira za sve klonove iznosila je 16,08 mm, od najmanje prosječne vrijednosti 12,33 mm (klon 53) do najveće prosječne vrijednosti 19,14 mm (klon 32).

Promjer je dobar pokazatelj krupnoće, odnosno količine hraniva u žiru, i može se koristiti kao osnova za odvajanje sjemena po krupnoći (Roth i dr. 2011).

Prosječna vrijednost širine žira hrasta lužnjaka prema Barzdajn (1993) iznosi 15,39 mm, od najmanje prosječne vrijednosti 13,6 mm do najveće prosječne vrijednosti 17,7 mm, prema Franjić (1996) od 0,7 do 2,7 cm, od najmanje prosječne vrijednosti 16,6 mm do najveće

prosječne vrijednosti 18,4 mm. Roth (1999) navodi da najmanja izmjerena širina iznosi 10,4 mm, a najveća 29,5 mm. Prosječna vrijednost širine žira iz Posavine iznosi 17,4 mm, od najmanje prosječne vrijednosti 16,6 mm do najveće prosječne vrijednosti 17,8 mm. Najmanja izmjerena širina iznosi 10,4 mm, najveća 29,3 mm. Franjić i dr. (2001) navode da najmanja prosječna vrijednost širine žira iznosi 13,0 mm, a najveća 17,8 mm dok najmanja izmjerena širina iznosi 9,8 mm, a najveća 21,5 mm. Prema Poštenjak i Gradečki (2001) prosječna vrijednost širine žira iznosi 16,24 mm, od najmanje prosječne vrijednosti 14,40 mm do najveće prosječne vrijednosti 17,10 mm. Saračević (2002) navodi da prosječna vrijednost širine žira iznosi 15,6 mm, od najmanje prosječne vrijednosti 12,8 mm do najveće prosječne vrijednosti 16,8 mm dok najmanja izmjerena širina iznosi 9,4 mm, a najveća 22,8 mm. Prosječna vrijednost širine žira prema Nikolić i Orlović (2002) iznosi 15,9 mm, od najmanje prosječne vrijednosti 13,9 mm do najveće prosječne vrijednosti 18,0 mm dok najmanja izmjerena širina iznosi 12,4 mm, a najveća 19,6 mm. Roth i dr. (2009) navode da najmanja prosječna vrijednost širine žira iznosi 15,4 mm, a najveća 20,6 mm. Prema Ivanković i dr. (2011), najmanja prosječna vrijednost širine žira iznosi 14,1 mm, a najveća 17,5 mm, a najmanja izmjerena širina iznosi 7,0 mm, i najveća 29,00 mm. Łuczaj i dr. (2014) navode da prosječna vrijednost širine žira iznosi 1,48 cm, od najmanje prosječne vrijednosti 1,16 cm do najveće prosječne vrijednosti 1,73 cm. Najmanja izmjerena širina iznosi 1,0 cm, a najveća iznosi 2,0 cm. Prosječna vrijednost širine žira prema Vukelić (2016) iznosi 18,26 mm, od najmanje izmjerene širine 14,64 mm do najveće 21,29 mm. Prosječna vrijednost zakrivljene širine iznosi 18,24 mm, od najmanje izmjerene zakrivljene širine 14,66 mm do najveće 21,30 mm. Prema Kaliniewicz i Tylek (2018), najmanja prosječna vrijednost širine žira iznosi 16,25 mm, a najveća 16,54 mm, dok Devetaković i dr. (2019) navode da prosječna vrijednost širine žira iznosi 16,17 mm, od najmanje prosječne vrijednosti 15,05 mm do najveće prosječne vrijednosti 17,28 mm.

U usporedbi s podacima drugih autora podatci u ovom radu imaju nešto veće prosječne vrijednosti širine žira. Kao i kod varijable duljina žira veće vrijednosti navodi Roth (1999), koji je sakupljao žir u sjemenskim sastojinama, i nije sakupljao sitan žir, i Vukelić (2016). Vrijednosti varijable širina žira kod Devetaković i dr. (2019) gotovo su jednake rezultatima dobivenim u ovome radu, a malu varijabilnost u tom radu možemo tumačiti sakupljanjem uzoraka od 10 stabala u jednoj gospodarskoj sastojini.

Prosječne vrijednosti ravne i zakrivljene širine žira između grupa R, I i K, uz zadanu razinu signifikantnosti, jednake su. Najmanja prosječna vrijednost širine žira utvrđena je za grupu K, a najveća za grupu R. Žir grupe G.J.1 imao je manju prosječnu vrijednost širine žira

od žira grupe G.J.2, a razlika je bila statistički značajna. Klonovi 53, 31 i 36 iz grupe R, i klonovi 43 i 11 iz grupe K imali su najmanje prosječne vrijednosti širine žira dok su klonovi 32, 34, 16 i 8 iz grupe R, klon 20 iz grupe I i klon 9 iz grupe K imali najveće prosječne vrijednosti širine žira.

#### 4.2.3. Zakrivljenost žira (%)

Prosječna vrijednost zakrivljenosti žira za sve klonove iznosila je 2,12 %, od najmanje prosječne vrijednosti 0,80 % (klon 52) do najveće prosječne vrijednosti 5,50 % (klon 34). Prosječna vrijednost zakrivljenosti lužnjakovog žira sakupljenog na području UŠP Nova Gradiška iznosi 0,02, od najmanje prosječne vrijednosti 0,00 do najveće 0,05 Vukelić (2016).

Nije utvrđena statistički značajna razlika u varijabli zakrivljenost žira između grupa R, I i K ni između grupa G.J.1 i G.J.2. Uz razinu signifikantnosti 0,05 odbačena je nulta hipoteza o jednakosti sredina između klonova.

#### 4.2.4. Volumen žira (cm<sup>3</sup>)

Prosječna vrijednost volumena jednog žira za sve klonove iznosila je 4,69 cm<sup>3</sup>, od najmanje prosječne vrijednosti 2,40 cm<sup>3</sup> (klon 43) do najveće prosječne vrijednosti 7,02 cm<sup>3</sup> (klon 20).

Roth i dr. (2009) računali su volumen žira hrasta lužnjaka po formuli za volumen stošca i dobili rezultat od najmanje prosječne vrijednosti 1,70 cm<sup>3</sup> do najveće prosječne vrijednosti 4,20 cm<sup>3</sup>. Prema Ivanković i dr. (2011), prema formuli za volumen valjka, prosječna vrijednost volumena žira iznosi 5,86 cm<sup>3</sup>, od najmanje prosječne vrijednosti 4,40 cm<sup>3</sup> do najveće prosječne vrijednosti 7,85 cm<sup>3</sup>. Devetaković i dr. navode prosječnu vrijednost volumena žira 6,33 cm<sup>3</sup>, od najmanje prosječne vrijednosti 4,60 cm<sup>3</sup> do najveće prosječne vrijednosti 8,07 cm<sup>3</sup>.

U ovom radu volumen žira procijenjen je iz projektirane površine i trodimenzionalnih modela. Prema podacima drugih autora koji su određivali volumen žira prema formuli za volumen valjka, podatci u ovom radu imaju manje vrijednosti. Veću varijabilnost podataka u ovom radu, a prema podacima ostalih autora, možemo objasniti većim brojem uzoraka, jer su Ivanković i dr. u istraživanju radili sa 17 uzoraka, a Devetaković i dr. s deset.

Očekivana vrijednost medijana grupe K statistički se značajno razlikovala od medijana ostalih dviju grupa dok između očekivanih vrijednosti medijana grupe R i grupe I razlika nije

bila statistički značajna. Najmanju prosječnu vrijednost imao je žir grupe K, a najveću prosječnu vrijednost žir grupe R. Za žir grupe G.J.2 utvrđena je veća prosječna vrijednost volumena od žira grupe G.J.1, a razlika je bila statistički značajna. Između klonova utvrđena je statistički značajna razlika. Klonovi 43, 28 i 52 iz grupe K i klonovi 53 i 51 iz grupe R imali su najmanje prosječne vrijednosti volumena žira. Najveće prosječne vrijednosti volumena žira imali su klonovi 20 i 46 iz grupe I i klonovi 16, 32, 8 i 33 iz grupe R.

#### 4.2.5. Omjer širine i duljine žira

Prosječna vrijednost omjera širine i duljine žira za sve klonove iznosila je 0,50, od najmanje prosječne vrijednosti 0,38 (klon 53) do najveće prosječne vrijednosti 0,62 (klonovi 28 i 34).

Najveća prosječna vrijednost varijable utvrđena je za grupu K, a najmanja za grupu I. Razlika između očekivane vrijednosti medijana grupe K statistički se značajno razlikovala od medijana grupa R i I dok razlika između očekivanih vrijednosti medijana grupe R i grupe I nije bila statistički značajna. Između grupa G.J.1 i G.J.2 nije utvrđena signifikantna razlika dok je između klonova razlika bila statistički značajna. Klonovi 53 i 47 imali su najmanje prosječne vrijednosti omjera širine i duljine žira, a klonovi 28 i 34 najveće.

Da bismo podatke ovog rada mogli usporediti s podacima drugih autora, prikazat ćemo varijablu omjer duljine i širine žira. Prosječna vrijednost varijable za sve klonove iznosila je 2,00, od najmanje vrijednosti 1,43 (klon 28), do najveće vrijednosti 2,94 (klon 53), odnosno od najmanje prosječne vrijednosti 1,61 (klonovi 28 i 34) do najveće prosječne vrijednosti 2,63 (klon 53). Podatci dobiveni u ovom radu odgovaraju podacima drugih autora.

Kod žira hrasta lužnjaka omjer duljine i širine, prema Krstinić (1996), veći je od 1,6. Prema Roth (1999), najmanja prosječna vrijednost omjera je 1,7, a najveća 2,2. Prosječna vrijednost omjera duljine i širine žira iznosi 1,8, od najmanje prosječne vrijednosti 1,7 do najveće prosječne vrijednosti 1,9. Franjić (2001) navodi da najmanji omjer duljine i širine žira iznosi 1,09, a najveći 2,85, najmanja prosječna vrijednost iznosi 1,68, a najveća 2,35. Poštenjak i Gradečki (2001) navode da prosječna vrijednost omjera širine i duljine žira iznosi 0,54, od najmanje prosječne vrijednosti 0,48 do najveće prosječne vrijednosti 0,62. Prema Saračević (2002), prosječna vrijednost omjera duljine i širine žira iznosi 2,0, od najmanje prosječne vrijednosti 1,9 do najveće prosječne vrijednosti 2,6. Ivanković i dr. (2011) navode da prosječna vrijednost omjera duljine i širine žira iznosi 1,89, od najmanje prosječne vrijednosti 1,74 do



najveće prosječne vrijednosti 2,12, najmanji izmjereni omjer iznosi 1,07, a najveći 3,69. Prema Łuczaj i dr. (2014), prosječna vrijednost omjera duljine i širine žira iznosi 1,83, od najmanje prosječne vrijednosti 1,48 do najveće prosječne vrijednosti 2,33. Vukelić (2016) navodi prosječnu vrijednost omjera širine i duljine žira 0,53, od najmanje vrijednosti 0,39, do najveće vrijednosti 0,64. Prema Devetaković i dr. (2019), prosječna vrijednost omjera duljine i širine žira iznosi 1,84, od najmanje prosječne vrijednosti 1,70 do najveće prosječne vrijednosti 1,98.

#### 4.2.6. Opseg žira (mm)

Prosječna vrijednost opsega žira za sve klonove iznosila je 86,22 mm, od najmanje prosječne vrijednosti 66,40 mm (klon 43) do najveće prosječne vrijednosti 102,14 mm (klon 33). Najveću prosječnu vrijednost opsega imala je grupa I, a najmanju grupa K. Utvrđena je statistički značajna razlika između očekivane vrijednosti medijana grupe K i medijana grupa R i I dok razlika između očekivanih vrijednosti medijana grupe R i grupe I nije bila statistički značajna. Veću prosječnu vrijednost opsega žira imala je grupa G.J.2, a razlika s grupom G.J.1 bila je statistički značajna.

Uz razinu signifikantnosti 0,05 odbačena je nulta hipoteza o jednakosti sredina između klonova. Klonovi 43, 28 i 52 iz grupe K i klonovi 29 i 51 iz grupe R imali su najmanje prosječne vrijednosti opsega žira. Najveće prosječne vrijednosti opsega žira imali su klonovi 33 i 22 iz grupe R i klonovi 47, 46 i 20 iz grupe I.

#### 4.2.7. Masa jednog žira (g)

Prosječna vrijednost mase jednog žira (g) za sve klonove iznosila je 5,82 g, od najmanje prosječne vrijednosti 2,85 g (klon 43) do najveće prosječne vrijednosti 9,11 g (klon 20).

Prema Nikolić i Orlović (2002), prosječna vrijednost mase jednog žira iznosi 4,4 g, od najmanje prosječne vrijednosti 2,8 g do najveće prosječne vrijednosti 6,1 g. Isti autori utvrdili su pozitivne korelacije između duljine i širine i duljine i mase žira, kao i pozitivnu i vrlo visoku korelaciju između širine i mase žira. Prosječna vrijednost mase jednog žira, prema Saračević (2002), iznosi 4,99 g, od najmanje prosječne vrijednosti 3,56 g do najveće prosječne vrijednosti 5,99 g. Ivanković i dr. (2011) navode da prosječna vrijednost mase jednog žira iznosi 4,84 g, od najmanje prosječne vrijednosti 3,89 g do najveće prosječne vrijednosti 6,11 g. Prema Łuczaj i dr. (2014), najmanja izmjerena masa jednog žira iznosi 2,00 g, a najveća 6,90 g, a prema Vukelić (2016), prosječna vrijednost mase jednog žira iznosi 8,15 g, od najmanje 4,77 g do

najveće 12,11 g. Kaliniewicz i Tylek (2018) navode da najmanja prosječna vrijednost mase jednog žira iznosi 4,35 g, a najveća 4,87 g, a prema Devetaković i dr. (2019), prosječna vrijednost mase jednog žira iznosi 4,62 g, od najmanje prosječne vrijednosti 3,28 g do najveće prosječne vrijednosti 6,01 g.

Vrijednosti mase jednog žira u ovom radu veće su, osim podataka koje navodi Vukelić (2016), u usporedbi s podacima drugih autora, kao i varijable duljina i širina žira. Varijabilnost podataka mase jednog žira u ovom istraživanju bila je velika (za sve klonove koeficijent varijabilnosti = 29,58), što možemo objasniti porijeklom žira od 49 klonova hrasta lužnjaka, različitih genotipova, koji potječu iz različitih sastojina na području UŠP Bjelovar.

Najveću prosječnu vrijednost mase jednog žira imao je žir grupe R, a najmanju žir grupe K. Između medijana svih grupa utvrđena je statistički značajna razlika. Žir grupe G.J.2 imao je veću prosječnu vrijednost varijable, i razlika između grupa G.J.1 i G.J.2 bila je signifikantna. Uz razinu signifikantnosti 0,05 odbačena je nulta hipoteza o jednakosti sredina između klonova. Klonovi 43, 28 i 52 iz grupe K i klonovi 53 i 51 iz grupe R imali su najmanje prosječne vrijednosti mase jednog žira. Najveće prosječne vrijednosti mase jednog žira imali su klon 20 iz grupe I i klonovi 16, 32, 8 i 33 iz grupe R.

Iz podataka prosječne mase jednog žira izračunata je masa 1 000 komada žira i prosječan broj komada žira u 1 kg. Prosječna vrijednost mase 1 000 komada žira za sve klonove iznosila je 5 820 g, od najmanje prosječne vrijednosti 2 850 g (klon 43) do najveće prosječne vrijednosti 9 110 g (klon 20).

Prema Kleinschmit (1993), najmanja prosječna vrijednost mase 1 000 komada žira iznosi 3 000 g, a najveća 5 450 g. Suszka i dr. (1996) navode da prosječna vrijednost mase 1 000 komada žira iznosi 4 kg, od 2 kg do 7 kg, a Vidaković (1996) da masa iznosi 3 500 – 4 000 g. Prema Gradečki i dr. (1996), prosječna vrijednost mase 1 000 komada žira iznosi 6 361 g, od najmanje prosječne vrijednosti 5 000 g do najveće prosječne vrijednosti 8 250 g, a prema Matić (1996), masa 1 000 komada žira iznosi 4 405 g. Prema Roth (1999), najmanja prosječna vrijednost mase 1 000 komada žira iznosi 4 425 g, a najveća 7 633 g. Za uzorke iz Posavine prosječna vrijednost iznosi 5 589 g, od najmanje prosječne vrijednosti 5 000 g do najveće prosječne vrijednosti 5 988 g. Poštenjak i Gradečki (2001) navode da prosječna vrijednost varijable iznosi 5 479 g, od najmanje prosječne vrijednosti 4 000 g do najveće prosječne vrijednosti 6 447 g. Prema Saračević (2002), prosječna vrijednost mase 1 000 komada žira iznosi 4 985 g, od najmanje prosječne vrijednosti 3 556 g do najveće prosječne

vrijednosti 5 976 g. Roth i dr. (2009) navode da najmanja prosječna vrijednost varijable iznosi 4 902 g, a najveća 11 236 g, dok prema Roth i dr. (2011), prosječna vrijednost mase 1 000 komada žira iznosi 5 347 g. Martinik i dr. (2014) navode da najmanja prosječna vrijednost iznosi 2 357 g, a najveća 4 528 g za urod iz 2009. godine, odnosno najmanja prosječna vrijednost iznosi 1 147 g, a najveća 2 760 g za urod iz 2011. godine. Prema Vukelić (2016), prosječna vrijednost mase 1 000 komada žira iznosi 8 416 g, a prema Devetaković i dr. (2019), prosječna vrijednost iznosi 4 645 g, od najmanje prosječne vrijednosti 3 284 g do najveće prosječne vrijednosti 6 006 g.

Podatci o masi jednog žira u ovom istraživanju imali su veće prosječne vrijednosti od podataka ostalih autora što je u skladu s većim izmjerenim dimenzijama žira. Iznimka su podatci koje navode Gradečki i dr. (1996), a koji se odnose na prosječne uzorke žira iz priznatih i izabраниh sjemenskih sastojina iz uroda 1993. godine, i Vukelić (2016).

Prosječna vrijednost broja komada žira u 1 kg prema Regent (1972) iznosi 180, od najmanje 130 kom do najviše 290 kom. Ostali autori navode da u jednom kg ima žira: od 150 do 200 kom (Gradečki i dr. 1993), 159 kom, od 121 do 200 (Gradečki i dr. 1996), od 145 do 500 komada žira, prosječno 250 kom (Suszka i dr. 1996), 227 kom (Matić 1996), od 89 kom do 204 kom (Roth i dr. 2009). Prema Roth (1999), najmanja prosječna vrijednost broja komada žira u 1 kg iznosi 131, a najveća 226, a za uzorke iz Posavine prosječna vrijednost iznosi 180 kom, od najmanje prosječne vrijednosti 167 kom do najveće prosječne vrijednosti 200 kom. Prema Poštenjak i Gradečki (2001), prosječan broj žirova u 1 kg iznosi 187, a prema Saračević (2002), 221 kom, od najmanje prosječne vrijednosti 184 kom do najveće 286 kom. Roth (2009) navodi najmanju prosječnu vrijednost 89 kom i najveću 204 kom. Prema Ivanković i dr. (2011), prosječna vrijednost je 207 kom, od najmanje prosječne vrijednosti 164 kom do najveće prosječne vrijednosti 257 kom, a Roth i dr. (2011) 187 kom.

Prosječna vrijednost broja komada žira u 1 kg u ovom istraživanju za sve klonove iznosila je 172 kom, od najmanje prosječne vrijednosti 110 kom (klon 20) do najveće prosječne vrijednosti 351 kom (klon 43).

### 4.3. Nicanje sadnica

Nicanje, odnosno vidljivo pojavljivanje epikotila na površini supstrata (Kader 2005), počelo je 21. dana od dana sjetve. Pri svakom opažanju grupa I imala je najveći ukupni postotak nikhulih sadnica. Prosječna vrijednost mase jednog žira ove grupe statistički se je značajno

razlikovala od mase žira grupe R (koja je imala veću vrijednost varijable) i grupe K (koja je imala manju vrijednost). Prosječna vrijednost volumena žira grupe I signifikantno se razlikovala od volumena grupe K (koja je imala manje vrijednosti) dok je razlika između grupa R (koja je imala najveće vrijednosti volumena) i grupe I bila statistički nesignifikantna.

Kod grupe R najveće povećanje broja nikhulih sadnica bilo je 35. dan, kad je utvrđeno 24,44 % novih sadnica, i 42. dan, kad je utvrđeno 19,26 % novih sadnica. U grupi I utvrđeno je najveće povećanje 35. dan (28,79 % novih sadnica) i 28. dan (21,21 %). U grupi K najveće povećanje broja nikhulih sadnica bilo je 35. dan (24,24 % novih sadnica) i 49. dan (14,55 %).

Žir grupe K, imao je najmanju krupnoću, nicao je najsporije, ali na kraju pokusa u toj je grupi utvrđen veći broj nikhulih sadnica nego u grupi R, čiji je žir imao najveću krupnoću.

U grupi G.J.1 najveće povećanje broja nikhulih sadnica zabilježeno je 35. dan (24,17 % novih sadnica) i 28. dan (17,59 %). U grupi G.J.2 utvrđeno je 26,67 % novih sadnica 35. dan, a 20,33 % 42. dan. Grupa G.J.1, u svim opažanjima imala je veći broj nikhulih sadnica prema broju posijanog žira u odnosu na grupu G.J.2. I masa i volumen žira grupe G.J.1 imaju manje vrijednosti i signifikantno su se razlikovali od mase i volumena žira grupe G.J.2.

Između mase žira i brzine nicanja sadnica za sve klonove nije utvrđena korelacija (21. dan opažanja  $r = 0,04$ ; 28. dan opažanja  $r = -0,15$ ; 35. dan opažanja  $r = -0,18$ ; 42. dan opažanja  $r = -0,1$ ; 49. dan opažanja  $r = -0,01$ ; 56. dan opažanja  $r = 0,02$ ; 63. dan opažanja  $r = 0,1$ ; 176. dan opažanja  $r = 0,24$ ). Ovakav rezultat u skladu je s istraživanjem Roth i dr. (2009) u pokusu s tri grupe žira hrasta lužnjaka različite krupnoće iz priznate sjemenske sastojine, dok su Kaliniewicz i dr. (2018) utvrdili da se kapacitet klijanja smanjio sa smanjenjem promjera žira.

#### 4.4. Morfološke značajke sadnica

##### 4.4.1. Visina sadnice

Prosječna vrijednost visine svih sadnica iznosila je 177,00 mm. Najmanja prosječna vrijednost iznosila je 110,75 mm (klon 17) dok je najveća iznosila 294,01 mm (klon 27). Jednogodišnje sadnice hrasta lužnjaka isporučuju se, prema *Cjeniku šumskih sadnica i klijanaca* (Hrvatske šume d.o.o. Zagreb, kolovoz 2022.), za sadnju na teren od 15 cm visine na više. Po grupama najmanju prosječnu vrijednost visine sadnice imala je grupa K (158,04 mm), a najveću grupa R (188,88 mm). Sadnice većine klonova, prema prosječnim vrijednostima, imale su dovoljnu visinu za isporuku iz rasadnika i sadnju na terenu. Od svih klonova,

prosječne vrijednosti visine sadnice manje od 15 cm imali su klonovi 3, 6, 12, 17, 21, 25, 43 i 52.

Prema Gradečki i dr. (1996), prosječna vrijednost visine jednogodišnje sadnice hrasta lužnjaka golog korijena iznosi 19,2 cm, od najmanje prosječne vrijednosti 8,1 cm do najveće prosječne vrijednosti 30,6 cm. Ocvirek (1997) navodi da najmanja prosječna vrijednost visine jednogodišnjih lužnjakovih sadnica iznosi 15,9 cm, a najveća 24,6 cm. Sadnice su uzgojene sjetvom žira u tri vrste kontejnera na otvorenom, u supstrat mješavine treseta. Sadnice su bile podvrgnute njezi i zaštiti od bolesti i štetnika te jednokratno prihranjene. Prema Saračević (2002), prosječna vrijednost visine jednogodišnjih sadnica hrasta lužnjaka golog korijena iznosi 22,04 cm, od najmanje prosječne vrijednosti visine 18,20 cm do najveće 25,10 cm. Brekalo (2005) navodi da prosječna vrijednost visine jednogodišnjih sadnica hrasta lužnjaka golog korijena iznosi 16,0 cm, od najmanje vrijednosti 3,5 cm do najveće vrijednosti 48,2 cm. Prema Orešković i dr. (2006), najmanja prosječna vrijednost visine jednogodišnjih sadnica hrasta lužnjaka uzgojenih u kontejneru iznosi 18,7 cm, a najveća 28,5 cm. U kontejneru HIKO V530 prosječna vrijednost visine iznosi 27,6 cm. Naklijali žir iz sjemenske sastojine UŠP Karlovac posijan je u 5 vrsta kontejnera. Kontejneri su napunjeni supstratom treset humofin iz Bosanskog Grahova oplemenjenim s  $2 \text{ kg/m}^3$  NPK 15 : 15 : 15, sadnice su zalijevane i tretirane protiv pepelnice. Prema Roth i dr. (2009), najmanja prosječna vrijednost visine jednogodišnjih sadnica hrasta lužnjaka golog korijena iznosi 12,7 cm, a najveća 21,9 cm (Roth i dr. 2009). Žir sakupljen u priznatoj sjemenskoj sastojini posijan je na dubinu 2 – 3 cm. Površina pokusa nije navodnjavana niti prihranjivana. Ivanković i dr. (2011) navode da najmanja srednja vrijednost visine jednogodišnjih sadnica hrasta lužnjaka golog korijena iznosi 12,6 cm, a najveća 20,9 cm. Žir je porijeklom iz 16 priznatih sjemenskih i jedne gospodarske sastojine, posijan je u rasadniku, a sadnice su plijevljene i tretirane protiv pepelnice. Prema Ballian i dr. (2011), prosječna vrijednost visine jednogodišnjih sadnica hrasta lužnjaka iznosi 36,41 cm, od najmanje prosječne vrijednosti 25,76 cm do najveće prosječne vrijednosti 47,41 cm. Sadnice su uzgojene sjetvom žira u Dunemannovim lijevama, supstrat je smjesa humusa, treseta i zemlje iz rasadnika, a sadnice su tretirane kemijskim sredstvima, redovito zalijevane i plijevljene. Prosječna vrijednost visine jednogodišnjih sadnica hrasta lužnjaka uzgojenih u kontejneru, prema Devetaković i dr. (2019), iznosi 14,02 cm, od najmanje 13,30 cm do najviše 14,27 cm. Sadnice su uzgojene od žira iz gospodarske sastojine hrasta lužnjaka, redovito su plijevljene, zalijevane i tretirane protiv pepelnice. Prema Drvodelić i Oršanić (2020), prosječna vrijednost visine jednogodišnjih sadnica hrasta lužnjaka golog korijena iznosi 20,3 cm, od najmanje izmjerene visine 2,8 cm do najveće 43,2 cm.

Razlike u visini sadnica u ovom radu u usporedbi s podacima drugih autora možemo objasniti porijeklom sjemena, načinom uzgoja sadnica, rastom u rasadniku, tj. u gredici ili u kontejneru, primijenjenim uzgojnim radovima tijekom proizvodnje i uporabom različitih supstrata. Treset potiče razvoj sekundarnih korijena što omogućuje bolje iskorištenje vode i hraniva. Na sadnicu hrasta plutnjaka nakon presadnje utječe vrsta supstrata (Costa i dr. 2003). Veće visine utvrđene su u rasadniku s tlom koje sadrži manje gline jer slabija aeriranost u zoni korijena uzrokuje lošije vodno zračne uvjete u tlu (Roth i dr. 2009).

Grupa R imala je najveću prosječnu vrijednost visine sadnice i statistički se značajno razlikovala od grupe K za koju je utvrđena najmanja prosječna vrijednost. Većina klonova grupe K imala je prosječnu vrijednost visine sadnice manju od prosjeka svih klonova. Izuzetak je klon 45 sa prosječnom visinom 240,01 mm. Veće prosječne vrijednosti visine sadnice utvrđene su kod grupe G.J.2, ali razlika s grupom G.J.1 nije bila statistički značajna kao ni razlika između klonova. Najmanje prosječne vrijednosti visine sadnice utvrđene su za klonove 17 i 21 iz grupe I, klon 12 iz grupe K i klonove 3 i 25 iz grupe R. Klonovi 27, 53, 33 i 32 koji padaju grupi R, i klon 49 iz grupe I imali su najveće prosječne vrijednosti visine sadnice.

#### 4.4.2. Promjer vrata korijena

Prema Orešković i dr. (2006), najmanja prosječna vrijednost promjera vrata korijena jednogodišnje sadnice hrasta lužnjaka uzgojene u kontejneru iznosi 4,0 mm, a najveća 5,0 mm, dok prema Ocvirek (1997), vrijednosti iznose od 3,1 mm, do 4,8 mm. Devetaković i dr. (2019) navode da prosječna vrijednost promjera vrata korijena jednogodišnje kontejnerske sadnice hrasta lužnjaka iznosi 2,07 mm, od najmanje prosječne vrijednosti 2,05 mm do najveće 2,09 mm. Prema Drvodelić i Oršanić (2020), prosječna vrijednost promjera vrata korijena jednogodišnjih sadnica hrasta lužnjaka golog korijena iznosi 4,97 mm, od najmanje prosječne vrijednosti 1,05 mm do najveće prosječne vrijednosti 7,71 mm.

Prosječna vrijednost promjera vrata korijena u ovom istraživanju iznosila je 4,10 mm. Najmanju prosječnu vrijednost imao je klon 25 (3,15 mm), a najveću klon 27 (5,55 mm). Vrlo su slični rezultati drugih autora, osim Devetaković i dr. (2019), koji su uzgajali sadnice u kontejnerima malog volumena (120 cm<sup>3</sup>), a kontejner sličan tom označen je kao neprikladan za uzgoj sadnica hrasta lužnjaka (Orešković i dr. 2006).

Ni između grupa klonova ni između klonova nije utvrđena statistički značajna razlika u varijabli promjer vrata korijena. Sadnice grupe R imale su najveću prosječnu vrijednost, a

sadnice grupe K najmanju. Prosječna vrijednost grupe G.J.2 bila je veća od prosječne vrijednosti grupe G.J.1. Klonovi 25 i 3 iz grupe R, i klonovi 6, 17 i 21 iz grupe I imali su najmanje prosječne vrijednosti promjera vrata korijena, a klonovi 27, 32 i 30 iz grupe R, i klonovi 49 i 46 iz grupe I najveće.

#### 4.4.3. Koeficijent vitkosti

Prosječna vrijednost koeficijenta vitkosti iznosila je 4,26. Najmanju prosječnu vrijednost koeficijenta vitkosti imao je klon 12 (3,14), a najveću klon 53 (6,09). Ni između grupa ni između klonova nije utvrđena statistički značajna razlika za ovu varijablu. Najveća prosječna vrijednost utvrđena je za grupu R, a najmanja za grupu K. Grupa G.J.2 imala je veću prosječnu vrijednost varijable od grupe G.J.1. U usporedbi s podacima Devetaković i dr. (2019) sadnice u ovom istraživanju imale su manji koeficijent vitkosti, a to označava čvrstu sadnicu. Prosječna vrijednost po grupama iznosila je od 4,01 (grupa K) do 4,43 (grupa R). Klonovi 12 i 52 iz grupe K, i klonovi 17, 21 i 46 iz grupe I imali su najmanje prosječne vrijednosti koeficijenta vitkosti. Najveće prosječne vrijednosti koeficijenta imali su klonovi 53, 41 i 33 iz grupe R, klon 45 iz grupe K i klon 49 iz grupe I.

#### 4.4.4. Masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju

Prema Orešković i dr. (2006), najmanja prosječna vrijednost mase nadzemnog dijela jednogodišnje sadnice hrasta lužnjaka, uzgojene u kontejneru, u suhom stanju iznosi 2,48 g, a najveća 6,61 g dok u kontejneru HIKO V530 prosječne vrijednosti iznose od 4,22 g do 4,47 g. Devetaković i dr. (2019) navode da prosječna vrijednost mase nadzemnog dijela sadnice uzgojene u kontejneru u suhom stanju iznosi 0,49 g. Kod jednogodišnjih sadnica golog korijena najmanja prosječna vrijednost mase nadzemnog dijela sadnice iznosi 1,8 g, a najveća 1,9 g (Brekalo 2005).

Prosječna vrijednost mase nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju u ovom radu iznosila je 1,24 g. Najmanja prosječna vrijednost utvrđena je za klon 25 (0,52 g), a najveća za klon 27 (2,93 g). Grupa R imala je najveću prosječnu vrijednost varijable i utvrđena je statistički značajna razlika s grupama I i K, dok razlika između grupa I i K nije bila signifikantna. Grupa G.J.2 imala je veću prosječnu vrijednost i utvrđena je statistički značajna razlika s grupom G.J.1. Također, utvrđena je signifikantna razlika u varijabli masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju između klonova. Klon 25 iz grupe R, klonovi 17 i 2 iz grupe I i klonovi 12 i 11

iz grupe K imali su najmanje prosječne vrijednosti mase nadzemnog dijela sadnice. Najveće prosječne vrijednosti imali su klonovi 27, 32, 41 i 53 iz grupe R i klon 45 iz grupe K.

Podatci u ovom radu manjih su prosječnih vrijednosti od podataka koje navode Orešković i dr. (2006). Razlike možemo objasniti različitim vrstama kontejnera i različitim supstratom. Supstrat mora biti odgovarajuće kvalitete glede fizikalnih i kemijskih svojstava i po potrebi treba mu dodati određenu količinu hraniva. Orešković je uzgajao sadnice u kontejnerima napunjenim supstratom treset Humofin Bosansko Grahovo oplemenjenim gnojivom NPK 15 : 15 : 15, 2 kg /m<sup>3</sup>. Sadnice uzgojene u kontejnerima HIKO V530 i HIKO V265 imaju zadovoljavajuće mase nadzemnog dijela sadnice i korijena u suhom stanju (Orešković i dr. 2006). Brekalo (2005) je uzgajao sadnice golog korijena u rasadniku, uz unos mineralnog gnojiva (NPK) pri obradi tla te kasniju prihranu sadnica. Devetaković i dr. (2011) koristili su kontejnere manjeg volumena (120 cm<sup>3</sup>) i supstrat od humusa, treseta i pijeska 1 : 1 : 1.

#### 4.4.5. Masa korijena u suhom stanju

Prema Brekalo (2005), najmanja prosječna vrijednost mase korijenskog sustava u suhom stanju jednogodišnjih sadnica hrasta lužnjaka golog korijena iznosi 5,8 g, a najveća 5,9 g. Orešković i dr. (2006) navode da za jednogodišnje sadnice hrasta lužnjaka uzgojene u kontejneru najmanja prosječna vrijednost mase korijena u suhom stanju iznosi 2,23 g, najveća 13,28 g, a u kontejneru HIKO V530 te vrijednosti iznose 6,28 g odnosno 8,88 g. Prema Devetaković i dr. (2019), prosječna vrijednost mase korijena u suhom stanju kod jednogodišnjih sadnica hrasta lužnjaka uzgojenih u kontejneru iznosi 1,19 g, od najmanje prosječne vrijednosti 0,72 g do najveće prosječne vrijednosti 1,34 g.

Prosječna vrijednost mase korijena u suhom stanju u ovom radu iznosila je 2,80 g. Klon 28 iz grupe K, klonovi 31, 53 i 3 iz grupe R i klon 21 iz grupe I imali su najmanje prosječne vrijednosti dok su se s najvećim prosječnim vrijednostima izdvojili klonovi 8, 25, 4, 32 i 30 koji pripadaju grupi R. Iako između grupa i između klonova nije utvrđena statistički značajna razlika, najveću prosječnu vrijednost ove varijable imala je grupa R, a najmanju grupa K. Grupa G.J.2 imala je veću prosječnu vrijednost od grupe G.J.1.

Vrijednosti dobivene u ovom radu veće su od vrijednosti Devetaković i dr., a manje od vrijednosti koje navode Brekalo i Orešković i dr. Razlike možemo objasniti već spomenutim različitim načinom uzgoja, različitim vrstama supstrata i različitim vrstama i volumenima



kontejnera. Tijekom uzgoja sadnica u rasadniku, svojstva supstrata, u smislu količine dostupnih hraniva i vode, utječu na razvoj korijenskog sustava (Costa i dr. 2003). Kod kontejnerskog uzgoja veličina i kvaliteta korijenskog sustava ovise o veličini kontejnera (Ocvirek 1997, Orešković i dr. 2006). Veće vrijednosti mase korijenskog sustava u suhom stanju koje navodi Brekalo možemo objasniti uzgojem sadnica golog korijena u rasadniku, a razlike s podacima koje navode Devetaković i dr. tumačimo većim volumenom kontejnera u ovom istraživanju.

#### 4.4.6. Ukupna masa sadnica u suhom stanju

Ocvirek (1997) navodi da najmanja prosječna vrijednost mase jednogodišnje sadnice hrasta lužnjaka u suhom stanju, uzgojene u kontejneru, iznosi 1,51 g, a najveća 4,99 g. Prema Brekalo (2005), jednogodišnje sadnice hrasta lužnjaka golog korijena imaju najmanju prosječnu masu u suhom stanju 5,9 g, a najveću 7,8 g. Orešković i dr. (2006) navode da jednogodišnje lužnjakove sadnice uzgojene u kontejneru imaju najmanju prosječnu vrijednost mase u suhom stanju 4,95 g, a najveću 19,89 g. Prosječna vrijednost ukupne mase jednogodišnje lužnjakove sadnice u suhom stanju, prema Devetaković i dr. (2019), iznosi 1,68 g, od najmanje prosječne vrijednosti 1,21 g do najveće prosječne vrijednosti 1,83 g.

Prosječna vrijednost mase sadnica u suhom stanju iznosila je 4,05 g. Najveću prosječnu vrijednost imala je grupa R, a najmanju prosječnu vrijednost grupa K i razlika između tih dviju grupa bila je signifikantna. Većina klonova grupe K imala je prosječnu vrijednost ukupne mase sadnice manju od prosjeka za sve klonove. Izuzetak su bili klonovi 45 i 52 kod kojih je prosječna vrijednost bila veća od prosjeka svih klonova. Grupa G.J.2 imala je veću prosječnu vrijednost od grupe G.J.1, ali razlika nije bila signifikantna. Između klonova utvrđena je signifikantna razlika. Najmanje prosječne vrijednosti mase sadnice u suhom stanju imali su klon 21 iz grupe I, klonovi 28 i 13 iz grupe K i klonovi 3, 15 i 31 iz grupe R. Najveće prosječne vrijednosti imali su klonovi 27, 32, 30 i 44 iz grupe R, i klon 45 koji pripada grupi K.

Podatci u ovom radu donekle su slični podacima koje navodi Ocvirek (1997). Razlike s podacima drugih autora objašnjavamo već spomenutim različitim načinom uzgoja (Brekalo 2005), različitim supstratom (Orešković i dr. 2006) i različitim veličinom kontejnera (Devetaković i dr. 2019).

#### 4.4.7. Indeks kvalitete sadnice

Ocvirek (1997) navodi da najmanja prosječna vrijednost omjera mase nadzemnog dijela i mase korijena sadnice u suhom stanju, ili indeksa kvalitete sadnice, kod jednogodišnjih sadnica hrasta lužnjaka golog korijena iznosi 0,1, a najveća 0,42. Prema Brekalo (2005), prosječna vrijednost indeksa kvalitete iznosi od 0,31 do 0,32, i masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju čini 24 % ukupne mase sadnice. Prema Devetaković i dr. (2019), prosječna vrijednost indeksa kvalitete iznosi 0,66, od najmanje prosječne vrijednosti 0,52 do najveće prosječne vrijednosti 0,97.

Prosječna vrijednost indeksa kvalitete sadnice u ovom istraživanju iznosila je 0,47. Signifikantna razlika utvrđena je između grupa R i K, između grupa G.J.1 i G.J.2, i između klonova. Najveća prosječna vrijednost indeksa kvalitete utvrđena je za grupu R. Prosječne vrijednosti varijable kod grupa I i K bile su jednake, ali je varijabilnost u grupi I bila manja (koeficijent varijabilnosti = 49,94). Klonovi 25, 8 i 4 iz grupe R, klon 12 iz grupe K i klonovi 17 i 2 iz grupe I imali su najmanje prosječne vrijednosti indeksa kvalitete sadnice dok su najveće prosječne vrijednosti imali klonovi 53, 31, 27, 41 i 29 iz grupe R.

U usporedbi s podacima drugih autora podatci u ovom radu pokazuju veću varijabilnost. Razlike prosječnih vrijednosti tumačimo već navedenim razlikama u načinu uzgoja, vrstama i veličini kontejnera i supstratu.

#### 4.4.8. Dicksonov indeks kvalitete (DQI)

Dicksonov indeks kvalitete jedan je od pokazatelja kvalitete sadnica. Veća vrijednost indeksa ukazuje na bolje morfološke značajke sadnica (Thompson 1985, Drvodelić i Oršanić 2019, Drvodelić i Oršanić, 2020). Prosječna vrijednost Dicksonova indeksa kvalitete iznosila je 0,91. Ni između grupa ni između klonova nije utvrđena signifikantna razlika. Najveća prosječna vrijednost Dicksonova indeksa kvalitete utvrđena je za grupu R, dok su prosječne vrijednosti grupa I i K bile gotovo jednake. Grupa G.J.2 imala je veću prosječnu vrijednost od grupe G.J.1. Najmanje prosječne vrijednosti imali su klonovi 28 i 13 iz grupe K i klonovi 24, 31 i 53 iz grupe R, a najveće klonovi 30 i 44 iz grupe R, klon 46 iz grupe I i klonovi 52 i 12 iz grupe K.

#### 4.5. Korelacije morfoloških značajki žira i morfoloških značajki sadnica

##### 4.5.1. Korelacije morfoloških značajki žira

Između većine morfoloških značajki žira, za sve klonove i za sve grupe, utvrđena je pozitivna potpuna, vrlo jaka ili jaka korelacija. Pozitivna, potpuna ( $r \geq 90$ ) i statistički značajna korelacija, prema Roemer-Orphalovoj skali, utvrđena je za sve klonove i za sve grupe između: duljine i opsega žira, širine žira i mase jednog žira, širine i volumena te između volumena i mase jednog žira. Takav rezultat u skladu je s podacima drugih autora (Nikolić i Orlović 2002, Roth i dr. 2011, Devetaković i dr. 2019) i potvrđuje da je promjer žira dobar pokazatelj količine hraniva u žiru, i da se može koristiti kao osnova za odvajanje po krupnoći (Roth i dr. 2011). Između duljine i širine žira utvrđena je jaka pozitivna i statistički značajna korelacija za grupu K, srednja za grupe I i G.J.1 dok je prema Barzdajn (1993) ova korelacija niska.

##### 4.5.2. Korelacije morfoloških značajki sadnica

Za sve klonove, kao i za grupe I, K, i G.J.1, utvrđena je pozitivna, jaka i statistički značajna korelacija između promjera vrata korijena i mase korijena. Ovaj podatak ukazuje da sadnice s većim promjerom vrata korijena, imaju i veću masu korijena u suhom stanju, a veća masa korijena ukazuje na bolje preživljenje sadnica (Duryea 1984, Drvodelić i Oršanić 2019). Promjer vrata korijena može se lako utvrditi kod sadnica u rasadniku.

##### 4.5.3. Korelacije morfoloških značajki žira i morfoloških značajki sadnica

Pozitivna, slaba, prema Roemer-Orphalovoj skali,  $r = 0,25 - 0,40$ , odnosno prema Pearsonovom koeficijentu korelacija srednje jačine ( $r = 0,25 - 0,64$ ), ali statistički značajna korelacija, utvrđena je za sve klonove i za sve grupe osim za grupu I, između širine žira i mase korijena sadnice i između mase jednog žira i mase korijena sadnice. Između volumena žira i mase korijena za sve grupe i za klonove utvrđena je pozitivna, slaba i statistički značajna korelacija.

Takav rezultat u skladu je s rezultatima drugih autora koji su se bavili ovom problematikom. Za većinu klonova kod kojih je prosječna vrijednost visine sadnice veća od prosječne vrijednosti visine sadnice svih klonova, i prosječna vrijednost mase korijena u suhom stanju veća je od prosječne vrijednosti za sve klonove.

U grupi I utvrđena je pozitivna, srednja i statistički značajna korelacija ( $r = 40 - 50$ ) između duljine žira i promjera vrata korijena, mase nadzemnog dijela sadnice i ukupne mase sadnice u suhom stanju.

Žir grupe K imao je najmanje prosječne vrijednosti duljine žira (ravna i zakrivljena), širine žira (ravna i zakrivljena), opsega, volumena i mase dok je žir klonova R u istim varijablama (osim opsega) imao najveće prosječne vrijednosti. Žir grupe G.J.2 imao je veće prosječne vrijednosti varijabli u odnosu na žir grupe G.J.1 što je bilo i očekivano jer grupu G.J.1 čini 11 klonova grupe R, devet klonova grupe I i svi klonovi grupe K.

Od analiziranih morfoloških značajki širina žira, masa jednog žira i volumen koriste se u opisivanju krupnoće. Za varijablu volumen žira utvrđena je statistički značajna razlika između grupe K i grupa R i I, a za varijablu masa jednog žira razlika je bila statistički značajna između svih triju grupa. Korelacija između širine žira i mase, odnosno širine žira i volumena žira bila je pozitivna, potpuna i statistički značajna.

Promjer vrata korijena, masa korijena i Dicksonov indeks kvalitete dobri su pokazatelji kvalitete sadnice. Iako u navedenim značajkama sadnica nije postojala statistički značajna razlika među grupama, ipak je grupa R imala najveće prosječne vrijednosti, a grupa K najmanje.

Korelacijskom analizom, prema Romel-Orphelovoj skali, između širine žira, mase jednog žira i volumena žira kao jedne varijable i mase korijena i Dicksonova indeksa kvalitete kao druge varijable, utvrđena je pozitivna, slaba ali statistički značajna povezanost ( $r = 25 - 40$ ).

Žir klonova 8, 9, 16, 20, 32, 34, 45 i 46 imao je najveću krupnoću, odnosno prosječnu vrijednost mase jednog žira, volumena i širine. Od navedenih, sadnice klona 45 imale su i veliku prosječnu vrijednost mase korijena u suhom stanju (3,69 g), sadnice klona 8 veliku prosječnu masu korijena (4,10 g) i malu prosječnu vrijednost indeksa kvalitete (0,23), sadnice klonova 16, 32, 46 veliku prosječnu vrijednost mase korijena (3,52 g, 3,80 g i 3,48 g) i Dicksonova indeksa kvalitete (1,11; 1,16 i 1,36), a sadnice klona 34 veliku prosječnu vrijednost Dicksonova indeksa kvalitete (1,10). Najmanju krupnoću imao je žir klonova 2, 28, 29, 31, 36, 42, 43, 51, 52 i 53. Od navedenih, sadnice klonova 28, 31, 36, 51 i 53 imale su najmanju prosječnu vrijednost mase korijena i Dicksonova indeksa kvalitete.

## 5. ZAKLJUČCI

U skladu s postavljenim ciljevima i hipotezama, provedenim istraživanjima, prikazanim rezultatima i raspravom može se zaključiti sljedeće:

1. Prema opažanjima fenološke faze produljenja pupova u periodu od 2014. do 2018. godine klonovi hrasta lužnjaka klonske sjemenske plantaže „Plešćice I“ mogu se razvrstati u tri klastera, odnosno grupe: ranolistajući, intermedijarni i kasnolistajući. U promatranom periodu za ulazak u fenofazu produljenja pupova ranolistajućim klonovima bilo je potrebno od prosječno 75 (2014. godine) do prosječno 90 dana (2018. godine), intermedijarnim od prosječno 91 (2014.) do prosječno 100 dana (2018.) i kasnolistajućima od prosječno 105 (2014.) do prosječno 112 dana (2017.). Razlike u početku ulaska u fenofazu produljenja pupova između godina, bile su uvjetovane razlikama u srednjim dnevnim temperaturama zraka.
2. Između klonova i između grupa postoje razlike u morfološkim značajkama žira hrasta lužnjaka. Za žir ranolistajućih klonova utvrđene su najveće, a za žir kasnolistajućih najmanje prosječne vrijednosti varijabli koje ukazuju na krupnoću: duljine, širine, volumena i mase jednog žira. Utvrđena je statistički značajna razlika grupe kasnolistajućih klonova od grupa ranolistajućih i intermedijarnih za varijable duljina žira i volumen žira. Za varijablu masa jednog žira razlika je bila statistički značajna između svih triju grupa. Klonovi 43, 53 i 28 izdvojili su se s najmanjim vrijednostima krupnoće žira, a klonovi 20, 32 i 16 s najvećim.
3. Pozitivna, potpuna i statistički značajna korelacija utvrđena je za sve grupe i za klonove pojedinačno između morfoloških značajki žira: širine, volumena i mase jednog žira.
4. Iako nije utvrđena korelacija između krupnoće žira i brzine nicanja, nicanje u grupi kasnolistajućih klonova koja je imala žir najmanje krupnoće bilo je najsporije.
5. Između klonova i između grupa postoje razlike u morfološkim značajkama sadnica. Sadnice grupe ranolistajućih klonova imale su najveće, a sadnice grupe kasnolistajućih najmanje prosječne vrijednosti istraživanih morfoloških značajki. Statistički značajna

razlika utvrđena je između ovih dviju grupa za varijable visina, masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju, ukupna masa sadnice u suhom stanju i indeks kvalitete.

6. Pozitivna, jaka i statistički značajna korelacija između promjera vrata korijena i mase korijenskog sustava u suhom stanju, utvrđena za sve klonove i za grupe intermedijarnih, kasnolistajućih i klonova grupe jedan, ukazuje da se izmjerom promjera vrata korijena u rasadniku može procijeniti razvijenost korijena sadnice.
7. Između morfoloških značajki žira koje ukazuju na krupnoću, a to su masa jednog žira, volumen i širina žira i mase korijenskog sustava sadnice u suhom stanju utvrđena je pozitivna, slaba, ali statistički značajna korelacija u većini grupa.

Odvojenom sjetvom žira hrasta lužnjaka različite krupnoće i žira porijeklom od ranolistajućih i intermedijarnih, odnosno kasnolistajućih klonova klonske sjemenske plantaže „Plešćice I“, u rasadniku mogu se uz pravilnu gustoću sjetve uzgojiti kvalitetne sadnice željene starosti i sadnice prilagođene određenim okolišnim uvjetima. Unos visokokvalitetnog šumskog reprodukcijskog materijala, kategorije kvalificiran, na odgovarajuća staništa, važan je preduvjet uspješne obnove i kvalitete buduće sastojine.

## 6. POPIS LITERATURE

Andrić, I.; Jazbec, A.; Pintar, V.; Kajba, D. 2018. Modelling the timing of leaf unfolding in pedunculate oak (*Quercus robur* L.) clonal seed orchard. *Šumarski list* 3 – 4. 137–148.

Askeyev, O. V.; Tischin, D.; Sparks, H.; Askeyev, I. V. 2005. The effect of climate on the phenology, acorn crop and radial increment of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in the middle Volga region, Tatarstan, Russia. *Int J Biometeorol.* 49. 262–266 .

Bahovec, V. i Erjavec, N. 2009. *Uvod u ekonometrijsku analizu*. Element. Zagreb.

Bahovec, V. i Erjavec, N. 2015. *Statistika*. Element. Zagreb.

Ballian, D.; Mekić, F.; Murlin, I.; Memišević, M.; Bogunić, F. 2011: Preliminary research results of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in Bosnia and Hercegovina in the experiment of Žepče. *Naše šume*, 10 (24-25). 3–16.

Barzdajn, W. 1993. Preliminary results of an experiment with Polish provenances of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and sessile oak (*Q. petraea* (Matt) Liebl). In *Annales des sciences forestières*, 50. 222–227..

Baskin, C. C.; Baskin, J. M. 2014: Types of Seeds and Kinds of Dormancy. *Seeds Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and germination*. Second Edition. 37–77.

Belletti, P.; Monteleone, I.; Cartarasa, M. 2003. Cork-oak and stone-oak seed management aimed at implementing nursery production of seedlings. *Nursery production and stand establishment of broad-leaves to promote sustainable forest management*. APAT - Italy's Agency for the protection of the environment and for technical services. 5. Rome. 21–24.

Bobinec - Mikek, D. 2009: Utjecaj potencijala rasta korijena sadnica crnog bora (*Pinus nigra* F.J.Arnold) na njihovo preživljavanje. Magistarski rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Bogdziewicz, M.; Steele, M. A.; Marino, S.; Crone, E. E. 2018. Correlated seed failure as an environmental veto to synchronize reproduction of masting plants. *New Phytologist*, 219 (1). 98–108.

Bonal R.; Muñoz A.; Díaz M. 2007. Satiation of predispersal seed predators: the importance of considering both plant and seed levels. *Evolutionary Ecology*, 21. 367–380.

Bonner, F. T.; Karrfalt, R. P. 2008. *Quercus* L. The woody plant seed manual, USDA Forest Service, *Agriculture handbook*, 727. 928–938.

Brekalo, Z. 2005. *Utjecaj podrezivanja korijena na kvalitetu sadnica hrasta lužnjaka (Quercus robur L.)*. Magistarski rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb. 120 str.

Brookes, P.C.; Wigston, D. L. 1979. Variation of morphological and chemical characteristics of acorns from populations of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Q. robur* L. and their hybrids. *Watsonia*, 12 (4). 315–324.

Caignard, T.; Kremer, A.; Firmat, C.; Nicolas, M.; Venner, S.; Delzon, S. 2017. Increasing spring temperatures favor oak seed production in temperate areas. *Scientific Reports* 7: 8555.

- Caignard, T.; Delzon, S.; Bodénès, C.; Dencausse, B.; Kremer, A. 2019. Heritability and genetic architecture of reproduction-related traits in a temperate oak species. *Tree Genetics & Genomes* 15(1): 1.
- Campbell, R. K.; Sorensen, F. C. 1984. Genetic Implications of Nursery Practices. In: *Forestry nursery manual: production of bareroot seedlings*. Dordrecht: Springer Netherlands. 183–191.
- Cecich, R.A.; Haenchen, W. 1995. Pollination biology of northern red and black oak. In: *10th Central Hardwood Forest Conference*. 238–246.
- Chmielarz, P.; Michalak, M.; Pałucka, M.; Wasileńczyk, U. 2011. Successful cryopreservation of *Quercus robur* L. plumules. *Plant Cell Rep.*;30(8). 1405 – 1414.
- Chmielarz, P.; Suszka, J.; Wawrzyniak, M. K. 2022. Desiccation does not increase frost resistance of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) seeds. *Annals of Forest Science* 79 (1), 1–12.
- Choi, E. J.; Yong, S. H.; Park, D. J.; Park, K. B.; Kim, D. H.; Jin, E. J.; Choi, M. S. 2022. Germination and growth characteristics by seed coat removal and quality indeks of *Quercus myrsinifolia* seedlings according to bed soil and irrigation. *Forests*, 13 (6). 938.
- Cjenik šumskih sadnica i klijanaca. 2022. Hrvatske šume d.o.o. Zagreb.
- Colombo, S. J. 2003. How to improve the quality of broadleaved seedlings produced in tree nurseries. *Nursery production and stand establishment of broad-leaves to promote sustainable forest management*. APAT - Italy's Agency for the protection of the environment and for technical services. 5. Rome. 41–54.
- Costa, F.; Silva, E.; Moura, S.; Almeida, M. H.; Chambel, M. R.; Pereira, C. 2003. Cork-oak seedling production: Container capacity and substrate effect on seedling field performance. *Nursery production and stand establishment of broad-leaves to promote sustainable forest management*. APAT - Italy's Agency for the protection of the environment and for technical services. 5. Rome. 171–178.
- Davis, A. S.; Jacobs, D. F. 2005. Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to outplanting performance. *New Forests*, 30. 295–311.
- Devetaković, J.; Nonić, M.; Prokić, B.; Popović, V.; Šijačić-Nikolić, M.. 2019. Acorn size influence on the quality of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) one-year old seedlings. *Reforesta Scientific Society*, 8. 17–24.
- Dobrovolný, L.; Martinik, A.; Drvodelić, D.; Oršanić, M. 2017. Structure, yield and acorn production od oak (*Quercus robur* L.) dominated floodplain forests in the Czech Republic and Croatia. *South-east European forestry: SEEFOR*, 8 (2). 127–136.
- Drobyshev I.; Övergaard, R.; Saygin, I.; Niklasson, M.; Hickler, T.; Karlsson, M.; Sykes, M. T. 2010. Masting behaviour and dendrochronology of Europea beech (*Fagus sylvatica* L.) in southern Sweden. *Forest ecology and management*, 259 (11). 2160–2171.
- Drvodelić, D.; Oršanić, M.; Perić, S.; Tijardović, M. 2013. Utjecaj navodnjavanja i mikroreljefa u rasadniku na morfološke značajke šumskih sadnica hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) i kitnjaka (*Quercus petraea* L.). *Šumarski list* 9 – 10. 447–459.



Drvodelić, D.; Oršanić, M. 2019. Izbor kvalitetne šumske sadnice poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) za umjetnu obnovu i pošumljavanje. *Šumarski list* 11 – 12. 577–585.

Drvodelić, D.; Oršanić, M. 2020. Problematika sjemenarstva i rasadničke proizvodnje sadnica poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) i hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). *Ekologija, obnova i zaštita poplavnih šuma Posavine*. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb. 101–188.

Državni hidrometeorološki zavod: Meteorološki podatci za meteorološku postaju Čazma od 2014. do 2018. godine.

Ducouso, A.; Michaud, H.; Lumaret, R. 1993. Reproduction and gene flow in the genus *Quercus* L. *Annales des sciences forestières*, 50 (1). 91–106.

Dumičić, K.; Bahovec, V. (urednice). 2011. *Poslovna statistika*. Element. Zagreb.

Duryea, M.L. 1984. Nursery cultural practices: impacts on seedling quality. Pp 143-164. *Forest nursery manual: production of bareroot seedlings*. 143–164.

Franjić, J. 1996. Morfometrijska analiza varijabilnosti lista posavskih i podravskih populacija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L., *Fagaceae*) u Hrvatskoj. *Glasnik za šumske pokuse*, 33: 153–214. Zagreb.

Franjić, J.; Dalbello-Bašić, B.; Škvorc, Ž. 2001. Acorn form variability in the common oak (*Quercus robur* L.) in Croatia. *Sauteria* 11: 383–394.

Franjić, J.; Sever, K.; Bogdan, S.; Škvorc, Ž.; Krstonošić, D.; Alešković, I. 2011. Fenološka nejednačenost kao ograničavajući čimbenik uspješnoga oprašivanja u klonskim sjemenskim plantažama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). *Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering*, 32 (1). 141–156.

García-Cebrián, F.; J. Estes-Martínez; E. Gil-Pelegrín. 2003. Influence of cotyledon removal on early seedling growth in *Quercus robur* L. *Annals of Forest Science*, 60 (1). 69–73.

García-Mozo, H.; Dominguez-Vilches, E.; Galán, C. 2012. A model to account for variations in holm-oak (*Quercus ilex* subs. *ballota*) acorn production in southern Spain. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 19 (3). 403–408.

Gottschalk, K. W.; Wargo, P. M. 1997. Oak decline around the world. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station: 3-13. 28(12): 1805–1813

Gračan, J. 1996. Masovna selekcija. *Hrast lužnjak (Quercus robur, L.) u Hrvatskoj*. HAZU i „Hrvatske šume“ p.o.Vinkovci – Zagreb, 118-127.

Gračan, J.; Perić, Z. 1993. Pokus provenijencija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj. *Radovi šumarskog instituta Jastrebarsko*, 28/I. Jastrebarsko. 25–36.

Gračan, J.; Trinajstić, I.; Orešković, Ž.; Perić, Z.; Franjić, J. 1995. Growth of Common Oak (*Quercus robur* L.) provenances in Croatia. *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko*, 30/2. Jastrebarsko. 109–123.

Gračan, J.; Perić, S. 2003. Growth and production of stemwood in 16 provenances of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in Croatia. *Nursery production and stand establishment of broad-leaves to promote sustainable forest management*. Atti 5: 185–190.

- Gradečki, M.; Poštenjak, K.; Topolovec, V. 1993. Analiza nekih kvalitativnih osobina sjemena hrasta lužnjaka iz sjemenskih sastojina u Hrvatskoj. *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko*, 28 (1-2). Jastrebarsko. 25–36.
- Gradečki, M.; Poštenjak, K.; Topolovec, V. 1996. Istraživanje laboratorijske i rasadničke klijavosti sjemena hrasta lužnjaka iz sjemenskih sastojina te njihovog visinskog rasta. *Unapređenje proizvodnje biomase šumskih ekosustava*. Hrvatsko šumarsko društvo. Zagreb. 271–281.
- Gradečki-Poštenjak, M.; Novak Agbaba, S.; Licht, R.; Posarić, D. 2011. Dinamika plodonošenja i kvaliteta uroda sjemena hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L) u narušenim ekološkim uvjetima. *Šumarski list, posebni broj*. 169–181.
- Greenberg, C. H.; Parresol, B. R. 2002. Dynamics of acorn production by five species of Southern Appalachian oaks. *Oak forest ecosystems: ecology and management for wildlife*. Baltimore: Johns Hopkins University Press. 149–172.
- Grossnickle, S.C., 2012: Why seedlings survive: influence of plant attributes. *New Forests* 43 (5 – 6). 711–738.
- Haase, D.L. 2007. Morphological and Physiological Evaluations of Seedling Quality. In: Riley, L.E.; Dumroes, R.K.; Landis, T.D. *National proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations - 2006. RMRS-P-50. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station*. 3–8.
- Hanley M.E.; Cook, B. I.; Fenner, M. 2019. Climate variation, reproductive frequency and acorn yield in English Oaks. *Journal of Plant Ecology*, 12 (3). 542–549.
- Hanson, P.J.; Dickson, R. E.; Isebrands, J. G.; Crow, T. R.; Dixon, R. K. 1986. A morphological indeks of *Quercus* seedling ontogeny for use in studies of physiology and growth. *Tree Physiology*, 2. Heron Publishing – Victoria, Canada. 273–281.
- Herceg, N.; Telalović, S. 2011. *Fiziološke značajke polena hrasta lužnjaka (Quercus robur L) porijeklom iz klonskih sjemenskih plantaža*. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet. Zagreb. 20 str.
- Harrell Jr FE.; Dupont, C.; Many, O. 2019. Hmisc: Harrell Miscellaneous. R package version.3-0. <https://CRAN.R-project.org/package=Hmisc>.
- Hoch, G. 2005. Fruit-bearing branchlets are carbon autonomous in mature broad-leaved temperate forest trees. *Plant, Cell and Environment* 28 (5). 651–659.
- Ivanković, M.; Popović, M.; Bogdan, S. 2011. varijabilnost morfometrijskih svojstava žireva i visina sadnica hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) iz sjemenskih sastojina u Hrvatskoj. *Šumarski list - Poseban broj*. Zagreb. 46–58.
- Jaenicke, H. 1999. *Good Tree Nursery Practices – Practical Guidelines for Research Nurseries*. International Centre for Reseach in Agroforestry. Nairobi, Kenya.
- Jastrzębowski S.; Ukalska, J. 2019. Dynamics of epicotyl emergence of *Quercus robur* L. from different climatic regions is strongly driven by post-germination temperature and humidity conditions. *Dendrobiology*, 81. 73–85.
- Jovanović, M.; Tucović, A.; Vuletić, D. 1971. Uporedna analiza procesa makrosporogeneze, makrogametogeneze i rane embriogeneze kod hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u zavisnosti od tipa oprašivanja. *Genetika*, 1. 131–145.

- Jovanović, B.; Vukićević, E. 1983. Hrast lužnjak. *Šumarska enciklopedija*, Svezak II. U: Potočić, Z. (ur.), Jugoslavenski leksikografski zavod. Zagreb. 66–75.
- Kader, M. A. 2005. A comparison of seed germination calculation formulae and the associated interpretation of resulting data. *Journal & Proceedings of the Royal Society of New South Wales*, 138. 65–75.
- Kajba, D.; Katičić, I.; Šumanovac, I.; Žgela, M. 2009. Važnost klonskih sjemenskih plantaža u sjemenarstvu i očuvanju genofonda šumskih vrsta drveća u Hrvatskoj. *Radovi Hrvatskog šumarskog instituta*, 44 (1). 37–52.
- Kajba, D.; Katičić, I.; Bogdan, S. 2011. Procjena genetskih parametara u testovima polusrodnika hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) iz sjemenskih zona Posavine, Podravine i Podunavlja. *Croatian Journal of Forest Engineering: Časopis za teoriju i praksu šumarskoga inženjerstva*, 32 (1). 177–192.
- Kajba, D. 2020. Program gospodarenja šumskim sjemenskim objektom – klonsko sjemenskom plantažom hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Uprava šuma Podružnica Bjelovar, šumarija Čazma, G.J. „KSP Plešćice I“, 2021. – 2030. Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet. Zagreb.
- Kalemba, E. M.; Wawrzyniak, M. K.; Suszka, J.; Chmielarz, P. 2021. Thermotherapy and storage temperature manipulations limit production of reactive oxygen species in stored pedunculate oak acorns. *Forests* 12 (10). 1338.
- Kaliniewicz, Z.; Tylek, P. 2018. Influence of Scarification on the Germination Capacity of Acorns Harvested from Uneven-aged Stands of Pedunculate Oak (*Quercus robur* L.). *Forests* 9 (3) 100.
- Katičić, I. 2012. Genetska raznolikost hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u klonskim sjemenskim plantažama u Hrvatskoj. Doktorski rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb. 164 str.
- Katičić Bogdan, I.; Kajba, D.; Bogdan, S. 2019. Varijabilnost klonova u proizvodnji žira i njezin učinak na efektivne veličine populacija i genetsku raznolikost potomstva u klonskim sjemenskim plantažama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). *Šumarski list*, 3 - 4: 111–123.
- Kleinschmit, J. 1993. Intraspecific variation of growth and adaptive traits in European oak species. *Annales des sciences forestières*, 50 (1). 166–185.
- Komarnik, P.P.; Sung, S. S.; Komarnik, Tl. L.; Schlarbaum, S. E.; Zarnoch, S. J. 1998. Effect of acorn size on development of northern red oak 1-0 seedlings. *Canadian Journal of Forest Research*, 28. 1805–1998.
- Kranjec Orlović J.; Drvodelić, D.; Vukelić, M.; Rukavina, M.; Diminić, D.; Oršanić, M. 2021. Impact of thermotherapy and short-term storage on *Quercus robur* L. acorn mycobiota and germination. *Forests*, 12. 528. 1–16.
- Krstinić, A. 1996. Unutarpopulacijska i međupopulacijska varijabilnost hrasta lužnjaka. *Hrast lužnjak (Quercus robur, L.) u Hrvatskoj*. HAZU i „Hrvatske šume“ p.o. Zagreb. Vinkovci – Zagreb, 112–118.
- Kühne, C.; Bartsch, N. 2007. Germination of acorns and development of oak seedlings (*Quercus robur* L.) following flooding. *Journal of Forest Science*, 53. 391–399.

- Leadem, C. L. 1997. Dormancy – Unlocking Seed Secrets. *National Proceedings, Forest and Conservation Nursery Associations*. Gen. Tech. Rep. PNW-G TR-419. Portland, OR: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 43–52.
- Luczaj, L.; Adamczak, A.; Duda, M. 2014. Tannin content in acorns (*Quercus* spp.) from Poland. *Dendrobiology*, 72. 103–111.
- Martinik, A.; Dobrovolny, L.; Palatova, E. 2014. Tree growing space and acorn production of *Quercus robur*. *Dendrobiology*, 71. 101–108.
- Matić, S. 1996. Uzgojni radovi na obnovi i njezi sastojina hrasta lužnjaka. *Hrast lužnjak (Quercus robur, L.) u Hrvatskoj*. HAZU i „Hrvatske šume“ p.o., Vinkovci – Zagreb. 167–212.
- Matić, S.; Orlić, S.; Harapin, M. 1996. Sjeme hrasta lužnjaka kao temeljni uvjet nastanka i opstanka lužnjakovih šuma. *Hrast lužnjak (Quercus robur, L.) u Hrvatskoj*. HAZU i „Hrvatske šume“ p.o., Vinkovci – Zagreb. 145–157.
- Matić, S.; Komlenović, N.; Orlić, S.; Oršanić, M. 1996. Rasadnička proizvodnja hrasta lužnjaka. *Hrast lužnjak (Quercus robur, L.) u Hrvatskoj*. HAZU i „Hrvatske šume“ p.o., Vinkovci – Zagreb. 159–166.
- Matić, S.; Oršanić, M.; Anić, I. 1996. Urod žira u prirodnim sastojinama hrasta lužnjaka u Hrvatskoj. *Unapređenje proizvodnje biomase šumskih ekosustava*, knjiga 1. Hrvatsko šumarsko društvo, Skrb za hrvatske šume od 1846. do 1996. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Šumarski institut Jastrebarsko. Zagreb. 105–111.
- Memišević – Hodžić; M., Ballian, D. 2018. Fenološka varijabilnost hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u bosanskohercegovačkom testu provenijencija. *Šumarski list*, 11-12. 579–592.
- Mikloš, I. 1991. Onečišćenje zraka i urod žira u našim šumama hrasta lužnjaka. *Šumarski list* 3-5. 151–162.
- Narodne novine br. 147 /2011, 96/2012, 115/2014, 114/2015. Pravilnik o provenijencijama svojti šumskog drveća.
- Narodne novine br. 114/2015. Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o provenijencijama svojti šumskog drveća.
- Narodne novine br. 75/09, 61/11, 56/13, 14/14, 32/19, 98/19. Zakon o šumskom reprodukcijском materijalu.
- Neves, I.; Paiva, V. 2003. Nursery production – a responsible contribution for sustainable forest management. *Nursery production and stand establishment of broad-leaves to promote sustainable forest management*, 5. 101–104.
- Nikolić, N. P.; Orlović, S. 2002. Genotypic variability of morphological characteristic od english oak (*Quercus robur* L.) acorn. *Zbornik za prirodne znanosti, Matica Srpska*, 102. Novi Sad. 53–58.
- Nikolić, N. P.; Merkulov, Lj. S.; Krstić, B. Đ.; Pajević, S. P.; Borišev, M. K.; Orlović, S. S. 2010. Variability of acorn anatomical characteristics in *Quercus robur* L. genotypes. *Zbornik za prirodne znanosti, Matica Srpska*, 118. Novi Sad. 47–58.

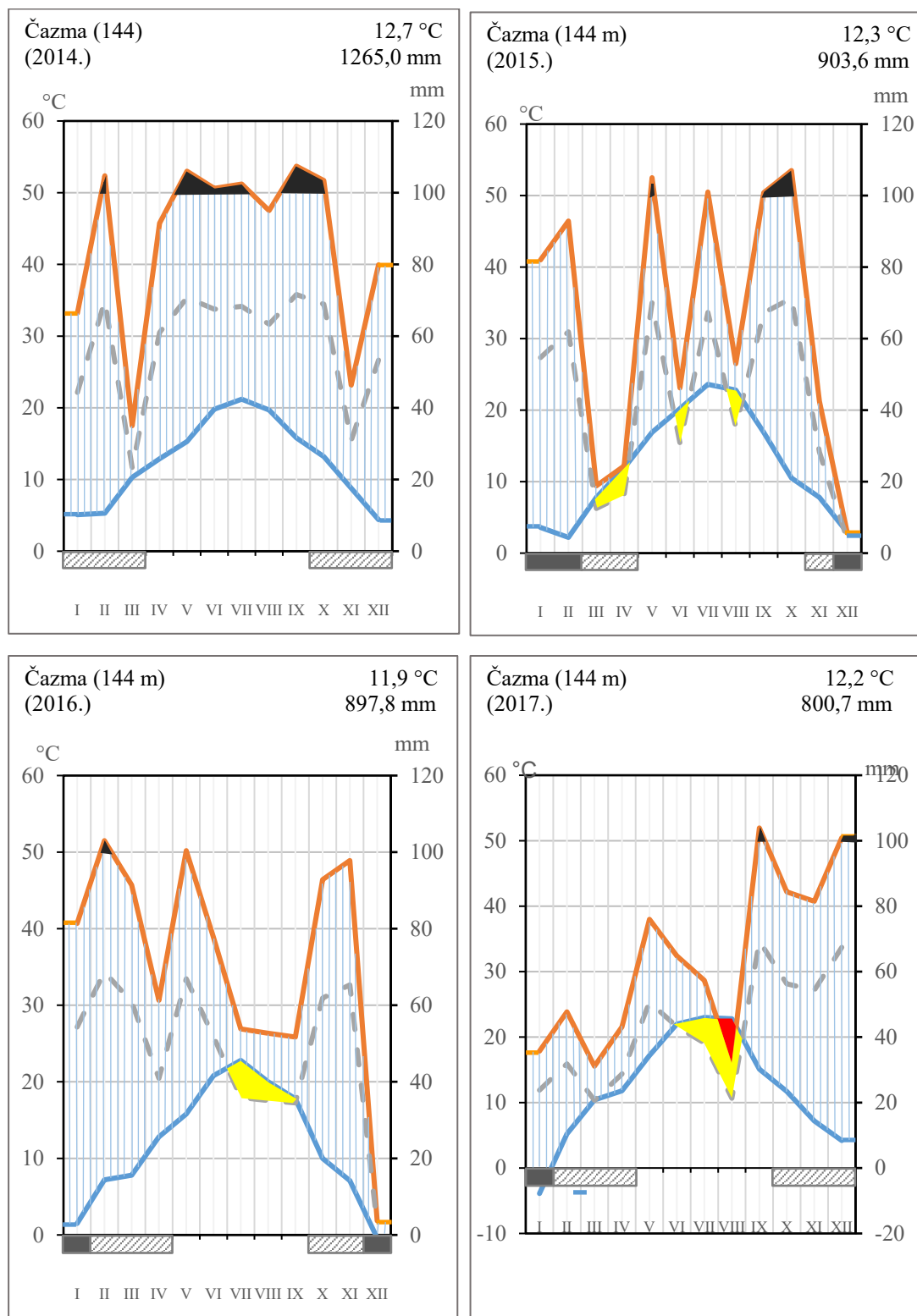
- Ocvirek, M. 1997. Utjecaj termina sjetve na razvijenost biljaka hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u trima tipovima kontejnera. *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko*, 32 (2). Jastrebarsko. 55–72.
- Orešković, Ž.; Dokuš, A.; Harapin, M.; Jakovljević, T.; Maradin, R. 2006. Uzgoj sadnica hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) i kitnjaka (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl) u različitim tipovima kontejnera. *Radovi Šumarski institut Jastrebarsko*. Izvanredno izdanje 9. Jastrebarsko. 75–86.
- Oršanić, M.; Matić, S.; Anić, I. 1996. Kontejnerska proizvodnja sadnica hrasta lužnjaka i njen utjecaj na kvalitetu šumskih kultura. *Unapređenje proizvodnje biomase šumskih ekosustava*, knjiga 1. Hrvatsko šumarsko društvo, Skrb za hrvatske šume od 1846. do 1996. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Šumarski institut Jastrebarsko. Zagreb. 307–312.
- Pearse, I. S.; Koenig, W. D.; Kelly, D. 2016. Mechanisms of mast seeding: resources, weather, cues, and selection. *New Phytologist*, 212 (3). 546–562.
- Perić, S.; Gračan, J.; Dalbelo – Bašić, B. 2000. Flushing variability of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in the provenance experiment in Croatia. *Glasnik za šumske pokuse*, 37. 395–412.
- Perić, S. 2001. *Šumsko – uzgojna svojstva različitih provenijencija hrasta lužnjaka (Quercus robur L.) u Hrvatskoj*. Doktorski rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb. 169 str.
- Petračić, A. 1931. *Uzgajanje šuma*. Zagreb.
- Phillips, R. 1992. Environmental factors contribute to acorn quality: Elevation, on- or off-tree collection influence the viability of blue oak acorns. *California Agriculture*, 46(5). 30–32.
- Plavec, P., 2018: *Procjena utjecaja hrastove mrežaste stjenice (Corythucha arcuata Say) na formiranje žira hrasta lužnjaka (Quercus robur L.)*. Diplomski rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb. 40 str.
- Poštenjak, K.; Gradečki, M. 2001. Neki uzroci oštećenja i kakvoća sjemena lužnjaka (*Quercus robur* L.) i nizinskog brijesta (*Ulmus minor* Rich.) tijekom plodonošenja u ekološko-gospodarskim tipovima II – G – 10 i II – G – 20. *Znanost o potrajnom gospodarenju Hrvatskim šumama*. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski institut Jastrebarsko. Zagreb. 233–242.
- Puttonen, P. 1989. Criteria for using seedling performance potential tests. *New Forests*, 3. 67–87.
- Rauš, Đ. 1996. Šumske zajednice i sinekološki uvjeti hrasta lužnjaka. *Hrast lužnjak (Quercus robur, L.) u Hrvatskoj*. HAZU i „Hrvatske šume“ p.o., Vinkovci – Zagreb. 27–54.
- Regent, B. 1972. *Šumsko sjemenarstvo*. Zavod za kontrolu šumskog sjemena u SR Hrvatskoj Rijeka. Poslovno udruženje šumsko privrednih organizacija. Zagreb.
- Reich, P.; Teskey, R.; Johnson, P.; Hinckley, T. 1980. Periodic Root and Shoot Growth in Oak. *Forest Science*, 26. 590–598.
- Ritchie, G.A. 1984. Assessing seedling quality. *Forestry nursery manual: production of bareroot seedlings*. Dordrecht: Springer Netherlands. 243–259.

- Roth, V. 1999. Neka svojstva sjemena hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) iz različitih sjemenskih zona i rajona Hrvatske. Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko, 34 (2). Jastrebarsko. 53–76.
- Roth, V.; Dubravac, T.; Pilaš, I.; Dekanić, S.; Brekalo, Z. 2009. Krupnoća žira hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) i kitnjaka (*Quercus petraea* Liebl.) kao čimbenik rasta i razvoja sadnica. *Šumarski list*, 133 (5-6). Zagreb. 257–266.
- Roth, V.; Dekanić, S.; Dubravac, T. 2011. Utjecaj krupnoće žira na morfološki razvoj jednogodišnjih sadnica hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u uvjetima različite dostupnosti svjetla. *Šumarski list*, Posebni broj. Zagreb. 159–168.
- Saračević, S. 2002. *Kvantitativne i kvalitativne osobine žira hrasta lužnjaka (Quercus robur L.) u sastojinama sliva rijeke Česme*. Magistarski rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb. 119 str.
- Seletković, Z. 1996. Klima lužnjakovih šuma. *Hrast lužnjak (Quercus robur L.) u Hrvatskoj*. HAZU i „Hrvatske šume“ p.o., Vinkovci – Zagreb. 71–82.
- Sever, K. 2012. *Utjecaj ekofizioloških čimbenika na razvoj rasplodnih organa hrasta lužnjaka (Quercus robur, L.)*. Doktorski rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 134 str.
- Sever, K.; Škvorc, Ž.; Krstonošić, D.; Ostrogović, M. Z.; Franjić, J. 2013. Koji ekofiziološki čimbenici utječu na reprodukciju šumskoga drveća i da li je ono u prošlosti rađalo sjemenom češće i obilnije? *Radovi Hrvatski šumarski institut*, 45 (2). 175–194.
- Shibata, M.; Masaki, T.; Yagihashi, T.; Shimada, T.; Saitoh, T. 2020. Decadal changes in masting behaviour of oak trees with rising temperature. *Journal of Ecology*, 108. 1088–1100.
- Singh, V.; Lavania, S. K. 2010. Effect of acorn collection procedure and their characteristics on germination and early seedling growth of ban oak (*Quercus leucotrichophora* A.Camus) in Tehri Garhwal region of Uttaranchal, India. *Tropical Agricultural Research and Extension*, 7. 94–103.
- Stojković, M. 1991. Varijabilnost i nasljednost listanja hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). *Glasnik za šumske pokuse*, 27. Zagreb. 227–259.
- Sun, Xi-Qing; Song, Yi-Gang; Ge, Bin-Jie; Dai, Xi-Ling; Kozłowski, G. 2021. Intermediate epicotyl physiological dormancy in the recalcitrant seed of *Quercus chungii* F.P.Metcalf with the elongated cotyledonary petiole. *Forests*, 12 (3). 263–274.
- Suszka, B.; Tylkowski, T. 1980. Storage of acorns of the English oak (*Quercus robur* L.) over 1 – 5 winters. *Arboretum Kórnickie*, 25. Polska Akademia Nauk. Instytut Dendrologii. 199–229.
- Suszka, B.; Muller, C.; Bonnet-Masimbert, M. 1996. *Seeds of forest broadleaves: from harvest to sowing*. INRA: Paris, France. ISBN 2-7380-0659-0.
- Šumskogospodarska osnova područja Republike Hrvatske (2016. – 2025.), Hrvatske šume d.o.o. Zagreb, Služba za uređivanje šuma, Zagreb.
- Thompson, B. E. 1985. Seedling morphological, Evaluation – What you can tell by looking. *Proceedings: Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major tests*. 59–70.

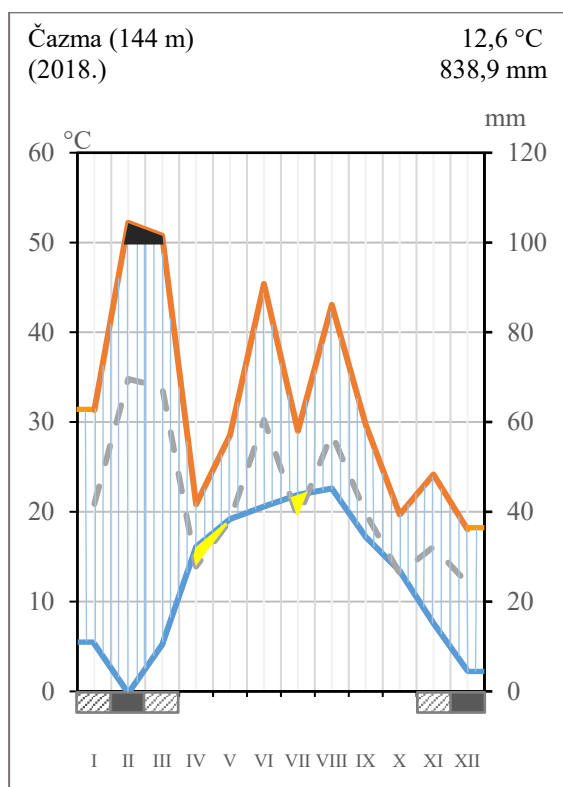
- Trinajstić, I. 1996. Taksonomska problematika hrasta lužnjaka u Hrvatskoj. *Hrast lužnjak (Quercus robur, L.) u Hrvatskoj*. HAZU i „Hrvatske šume“ p.o., Vinkovci – Zagreb. 96–101.
- Vidaković, M.; Žufa, V. 1966. Preservation of the gene pool in natural stands for genetical research. *Šumarski list*, 1-2. 55–71.
- Vidaković, M.; Krstinić, A. 1985. *Genetika i oplemenjivanje šumskog drveća*. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.
- Vidaković, M. 1996. Generativna reprodukcija. *Hrast lužnjak (Quercus robur, L.) u Hrvatskoj*. Vinkovci - Zagreb, 104 – 107.
- Vidaković, M., 1996: Podizanje klonske sjemenske plantaže hrasta lužnjaka. *Hrast lužnjak (Quercus robur, L.) u Hrvatskoj*. HAZU i „Hrvatske šume“ p.o., Vinkovci – Zagreb. 127–139.
- Vukelić, J; Španjol, Ž. 1996. Zaštićeni objekti hrasta lužnjaka u Hrvatskoj. *Hrast lužnjak (Quercus robur, L.) u Hrvatskoj*. HAZU i „Hrvatske šume“ p.o., Vinkovci – Zagreb. 307–329.
- Vukelić, J.; Rauš, Đ. 1998. *Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj*. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.
- Vukelić, J. 2012. *Šumska vegetacija Hrvatske*. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.
- Vukelić, M. 2016. Inokulacija žira hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) ektomikoriznim gljivama: utjecaj na zdravstveno stanje i inicijalne morfološko-fiziološke značajke sadnica. Završni rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb. 26 str.
- Zimnoch-Guzowska, E.; Chmielarz, P.; Wawrzyniak, M. K.; Plitta-Michalak, B. P.; Michalak, M.; Pałucka, M.; Wasileńczyk, U.; Kosek, P.; Kulus, D.; Rucińska, A.; Mikuła, A. 2022. Polish Cryobanks: Research and Conservation of Plant Genetic Resources. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 91.

## 7. PRILOZI

Prilog 1. Klimadijagrami za meteorološku postaju Čazma za godine 2014., 2015., 2016., 2017. i 2018.







## Prilog 2: Deskriptivna statistika prelaska u fenofazu produljenja pupova

Klon	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	St.greška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
	265	92,14	69	118	11,37	0,70	12,34
1	5	77,40	69	90	7,67	3,43	9,91
2	5	92,80	83	104	7,98	3,57	8,60
3	5	87,20	76	97	7,98	3,57	9,15
4	5	85,80	83	90	3,83	1,71	4,47
5	5	98,40	90	104	5,86	2,62	5,95
6	5	97,00	90	104	4,95	2,21	5,10
7	5	97,00	90	104	4,95	2,21	5,10
8	5	80,20	76	90	6,26	2,80	7,81
9	5	108,20	104	111	3,83	1,71	3,54
10	5	109,60	104	111	3,13	1,40	2,86
11	5	102,60	97	111	5,86	2,62	5,71
12	5	104,00	97	111	4,95	2,21	4,76
13	5	113,80	111	118	3,83	1,71	3,37
14	5	108,20	104	111	3,83	1,71	3,54
15	5	83,00	76	90	4,95	2,21	5,96
16	5	81,60	69	90	7,67	3,43	9,40
17	5	101,20	97	104	3,83	1,71	3,79
18	5	104,00	97	111	4,95	2,21	4,76
19	5	87,20	76	90	6,26	2,80	7,18
20	5	98,40	83	111	10,38	4,64	10,55
21	5	92,80	90	97	3,83	1,71	4,13
22	5	83,00	69	90	8,57	3,83	10,33
23	5	85,80	76	90	6,26	2,80	7,30
24	5	85,80	76	90	6,26	2,80	7,30
25	5	84,40	76	90	5,86	2,62	6,94
26	5	85,80	76	90	6,26	2,80	7,30
27	5	83,00	69	90	8,57	3,83	10,33
28	5	105,40	104	111	3,13	1,40	2,97
29	5	87,20	76	90	6,26	2,80	7,18
30	5	83,00	76	90	4,95	2,21	5,96
31	5	83,00	69	90	8,57	3,83	10,33
32	5	84,40	76	90	5,86	2,62	6,94
33	5	83,00	76	90	4,95	2,21	5,96
34	5	81,60	69	90	7,67	3,43	9,40
35	5	91,40	83	97	5,86	2,62	6,41
36	5	81,60	69	90	7,67	3,43	9,40
37	5	81,60	69	90	7,67	3,43	9,40
38	5	88,60	76	97	7,67	3,43	8,65
39	5	85,80	76	97	7,98	3,57	9,30
40	5	88,60	83	90	3,13	1,40	3,53
41	5	84,40	76	90	5,86	2,62	6,94
42	5	108,20	104	111	3,83	1,71	3,54
43	5	111,00	111	111	0,00	0,00	0,00
44	5	81,60	76	83	3,13	1,40	3,84
45	5	108,20	104	111	3,83	1,71	3,54
46	5	95,60	83	111	11,50	5,14	12,03
47	5	101,20	97	104	3,83	1,71	3,79
48	5	97,00	90	104	4,95	2,21	5,10
49	5	95,60	90	104	5,86	2,62	6,13
50	5	87,20	83	97	6,26	2,80	7,18
51	5	84,40	76	90	5,86	2,62	6,94
52	5	102,60	97	111	5,86	2,62	5,71
53	5	83,00	76	90	4,95	2,21	5,96

Prilog 3: Deskriptivna statistika za varijablu ravna duljina žira (mm)

Klon	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	St.greška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
	1470	32,61	19,51	43,52	3,53	0,09	10,82
1	30	32,42	28,13	35,83	1,51	0,28	4,67
2	30	30,91	26,20	34,37	1,72	0,31	5,58
3	30	35,06	29,68	39,84	2,46	0,45	7,03
4	30	32,18	27,77	35,90	1,70	0,31	5,28
5	30	35,00	32,06	38,52	1,33	0,24	3,80
6	30	30,86	27,34	34,61	2,22	0,41	7,19
7	30	31,41	28,75	34,19	1,42	0,26	4,53
8	30	35,37	28,17	40,11	2,63	0,48	7,44
9	30	31,54	29,31	33,65	1,12	0,20	3,54
11	30	34,84	28,54	37,93	2,16	0,40	6,21
12	30	36,07	29,51	40,17	2,47	0,45	6,85
13	30	29,99	24,82	33,46	2,15	0,39	7,17
14	30	32,66	27,41	40,41	2,67	0,49	8,18
15	30	32,60	29,11	37,28	2,07	0,38	6,35
16	30	34,27	31,37	37,49	1,51	0,28	4,41
17	30	31,48	27,73	33,64	1,38	0,25	4,37
18	30	35,99	31,69	41,00	2,22	0,41	6,17
20	30	36,14	32,10	41,79	2,42	0,44	6,70
21	30	28,87	25,58	31,71	1,68	0,31	5,83
22	30	37,63	31,86	43,52	2,65	0,48	7,03
23	30	34,79	30,10	37,93	1,77	0,32	5,08
24	30	35,63	31,67	37,84	1,51	0,28	4,23
25	30	31,10	27,85	35,38	1,80	0,33	5,80
26	30	33,87	31,03	36,24	1,49	0,27	4,40
27	30	34,92	31,26	38,01	1,83	0,33	5,24
28	30	24,04	19,58	27,39	1,54	0,28	6,41
29	30	28,10	25,53	32,06	1,48	0,27	5,28
30	30	33,66	29,95	36,70	1,75	0,32	5,19
31	30	33,20	30,65	35,19	1,12	0,21	3,38
32	30	32,34	29,61	34,70	1,33	0,24	4,12
33	30	38,80	32,10	42,57	2,47	0,45	6,37
34	30	30,20	28,87	32,76	1,13	0,21	3,75
36	30	33,43	26,31	36,45	1,91	0,35	5,72
37	30	32,10	29,03	39,33	2,60	0,47	8,09
38	30	30,80	27,43	33,11	1,37	0,25	4,44
39	30	32,30	30,48	34,72	1,22	0,22	3,77
40	30	33,36	29,89	36,45	1,70	0,31	5,10
41	30	30,03	26,94	32,98	1,32	0,24	4,39
42	30	28,77	24,33	32,55	2,17	0,40	7,53
43	30	24,82	19,51	28,17	2,09	0,38	8,41
44	30	33,27	29,12	37,07	2,16	0,39	6,50
45	30	34,44	31,33	36,87	1,21	0,22	3,51
46	30	35,67	29,86	41,69	2,89	0,53	8,11
47	30	37,74	33,04	43,38	2,37	0,43	6,28
48	30	32,06	24,22	34,80	1,80	0,33	5,62
49	30	33,68	30,44	36,47	1,46	0,27	4,33
51	30	29,25	26,44	31,66	1,03	0,19	3,53
52	30	28,02	24,04	31,62	1,63	0,30	5,83
53	30	32,36	28,35	35,12	1,53	0,28	4,72

Prilog 4: Deskriptivna statistika za varijablu zakrivljena duljina žira (mm)

Klon	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	St.pogr. aritm.sred.	Koeficijent varijacije
	1470	32,78	19,64	43,65	3,55	0,09	10,83
1	30	32,78	28,62	36,05	1,49	0,27	4,53
2	30	31,03	26,31	34,51	1,74	0,32	5,61
3	30	35,34	29,89	39,98	2,42	0,44	6,86
4	30	32,33	27,99	35,92	1,69	0,31	5,24
5	30	35,15	32,16	38,55	1,32	0,24	3,76
6	30	30,97	27,36	34,83	2,26	0,41	7,29
7	30	31,54	28,98	34,29	1,43	0,26	4,53
8	30	35,65	28,44	40,30	2,69	0,49	7,53
9	30	31,68	29,33	33,81	1,13	0,21	3,56
11	30	34,94	28,58	38,21	2,18	0,40	6,23
12	30	36,20	29,62	40,38	2,49	0,45	6,87
13	30	30,04	24,86	33,48	2,14	0,39	7,14
14	30	32,87	27,55	40,51	2,69	0,49	8,18
15	30	32,72	29,15	37,47	2,09	0,38	6,37
16	30	34,55	31,72	37,77	1,55	0,28	4,49
17	30	31,66	27,75	33,86	1,45	0,26	4,57
18	30	36,26	31,94	41,07	2,21	0,40	6,08
20	30	36,39	32,34	41,97	2,50	0,46	6,88
21	30	29,14	25,93	31,74	1,70	0,31	5,84
22	30	37,71	31,88	43,58	2,67	0,49	7,07
23	30	34,85	30,15	38,04	1,76	0,32	5,06
24	30	35,77	31,91	37,84	1,50	0,27	4,19
25	30	31,44	28,15	36,01	1,83	0,33	5,82
26	30	33,95	31,14	36,29	1,47	0,27	4,34
27	30	35,01	31,37	38,13	1,83	0,33	5,23
28	30	24,21	19,66	27,78	1,59	0,29	6,55
29	30	28,31	25,87	32,26	1,49	0,27	5,26
30	30	33,84	30,05	36,91	1,77	0,32	5,24
31	30	33,26	30,74	35,20	1,13	0,21	3,41
32	30	32,50	29,64	34,95	1,38	0,25	4,24
33	30	39,13	32,68	42,90	2,48	0,45	6,33
34	30	30,66	29,22	33,26	1,19	0,22	3,90
36	30	33,49	26,33	36,47	1,92	0,35	5,74
37	30	32,30	29,04	39,90	2,65	0,48	8,20
38	30	30,95	27,54	33,77	1,39	0,25	4,48
39	30	32,43	30,59	34,96	1,22	0,22	3,76
40	30	33,43	30,05	36,55	1,69	0,31	5,07
41	30	30,14	26,96	33,00	1,32	0,24	4,37
42	30	28,91	24,57	32,84	2,16	0,39	7,47
43	30	24,95	19,64	28,47	2,11	0,39	8,46
44	30	33,50	29,45	37,33	2,20	0,40	6,55
45	30	34,58	31,44	37,14	1,23	0,22	3,54
46	30	35,99	30,19	41,97	2,93	0,53	8,13
47	30	37,89	33,08	43,65	2,39	0,44	6,30
48	30	32,20	24,37	35,03	1,81	0,33	5,61
49	30	33,82	30,87	36,60	1,45	0,26	4,28
51	30	29,28	26,47	31,68	1,03	0,19	3,53
52	30	28,06	24,04	31,67	1,64	0,30	5,84
53	30	32,45	28,40	35,22	1,52	0,28	4,68

Prilog 5: Deskriptivna statistika za varijablu ravna širina žira (mm)

Klon	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	Standardna pogreška	Koeficijent varijacije
	1470	16,11	11,00	21,88	1,79	0,05	11,10
1	30	15,36	14,00	17,46	0,87	0,16	5,66
2	30	14,32	12,95	15,80	0,77	0,14	5,40
3	30	15,16	13,36	16,81	0,87	0,16	5,74
4	30	17,29	15,11	19,77	1,13	0,21	6,56
5	30	15,51	14,61	17,15	0,60	0,11	3,88
6	30	15,11	12,96	17,05	0,85	0,16	5,65
7	30	15,98	14,41	17,86	0,82	0,15	5,13
8	30	18,25	15,60	21,24	1,37	0,25	7,52
9	30	18,25	16,56	19,59	0,79	0,14	4,34
11	30	13,96	11,00	15,41	0,98	0,18	7,00
12	30	16,62	14,38	18,53	1,05	0,19	6,35
13	30	15,90	14,35	17,03	0,71	0,13	4,49
14	30	16,75	14,10	19,11	1,43	0,26	8,54
15	30	16,01	13,77	18,35	1,24	0,23	7,74
16	30	18,46	16,28	21,16	1,05	0,19	5,71
17	30	17,12	15,73	18,59	0,68	0,12	3,97
18	30	16,59	14,73	18,64	0,94	0,17	5,64
20	30	18,95	16,95	21,61	1,05	0,19	5,54
21	30	16,03	14,51	17,51	0,83	0,15	5,21
22	30	15,57	12,10	17,21	1,21	0,22	7,75
23	30	17,07	15,66	19,21	0,87	0,16	5,09
24	30	16,69	14,97	18,49	0,85	0,16	5,12
25	30	17,14	15,56	20,26	0,96	0,17	5,59
26	30	15,79	13,44	17,53	0,88	0,16	5,56
27	30	15,21	12,01	16,55	1,00	0,18	6,55
28	30	14,90	13,21	16,64	0,91	0,17	6,13
29	30	15,08	13,57	16,78	0,82	0,15	5,41
30	30	16,73	14,88	18,19	0,81	0,15	4,85
31	30	13,81	12,66	15,72	0,71	0,13	5,12
32	30	19,21	15,96	21,88	1,25	0,23	6,53
33	30	17,10	15,54	19,63	1,15	0,21	6,74
34	30	18,72	17,26	20,02	0,74	0,14	3,96
36	30	14,27	12,54	16,13	0,80	0,15	5,60
37	30	15,73	14,34	19,21	1,31	0,24	8,36
38	30	17,27	15,83	19,22	0,76	0,14	4,40
39	30	16,78	15,27	18,60	0,83	0,15	4,95
40	30	14,83	12,64	18,06	1,02	0,19	6,89
41	30	15,40	13,68	17,33	0,79	0,14	5,13
42	30	15,05	12,91	17,24	1,10	0,20	7,28
43	30	13,66	11,63	16,64	0,96	0,18	7,05
44	30	17,42	15,14	19,44	0,95	0,17	5,44
45	30	18,04	16,14	19,36	0,74	0,13	4,09
46	30	18,13	14,77	21,37	1,50	0,27	8,26
47	30	14,68	12,63	17,21	0,88	0,16	6,02
48	30	14,36	12,58	15,67	0,77	0,14	5,38
49	30	16,84	15,01	18,69	1,01	0,19	6,02
51	30	14,51	13,30	15,78	0,69	0,13	4,73
52	30	15,33	13,18	17,06	0,91	0,17	5,92
53	30	12,34	11,00	13,72	0,70	0,13	5,71

Prilog 6: Deskriptivna statistika za varijablu zakrivljena širina žira (mm)

Klon	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	Standardna pogreška	Koeficijent varijacije
	1470	16,08	10,94	21,61	1,77	0,05	11,04
1	30	15,28	13,90	17,34	0,85	0,15	5,55
2	30	14,30	12,88	15,82	0,77	0,14	5,38
3	30	15,11	13,38	16,77	0,87	0,16	5,78
4	30	17,26	15,16	19,58	1,12	0,20	6,47
5	30	15,48	14,64	17,12	0,61	0,11	3,94
6	30	15,08	12,94	17,03	0,85	0,16	5,66
7	30	15,96	14,44	17,83	0,82	0,15	5,11
8	30	18,21	15,61	21,19	1,36	0,25	7,45
9	30	18,23	16,53	19,57	0,80	0,15	4,37
11	30	13,95	10,99	15,40	0,98	0,18	7,02
12	30	16,60	14,37	18,52	1,06	0,19	6,36
13	30	15,90	14,39	17,02	0,71	0,13	4,48
14	30	16,71	14,08	18,98	1,42	0,26	8,49
15	30	16,00	13,77	18,35	1,23	0,23	7,71
16	30	18,39	16,26	20,96	1,02	0,19	5,57
17	30	17,08	15,73	18,37	0,65	0,12	3,80
18	30	16,54	14,71	18,62	0,93	0,17	5,61
20	30	18,88	16,91	21,61	1,04	0,19	5,53
21	30	15,99	14,55	17,53	0,82	0,15	5,15
22	30	15,56	12,12	17,21	1,21	0,22	7,77
23	30	17,05	15,68	19,14	0,86	0,16	5,06
24	30	16,66	14,91	18,45	0,82	0,15	4,95
25	30	17,06	15,57	20,20	0,94	0,17	5,53
26	30	15,77	13,40	17,54	0,87	0,16	5,55
27	30	15,20	12,00	16,51	0,99	0,18	6,52
28	30	14,86	13,19	16,59	0,91	0,17	6,13
29	30	15,03	13,57	16,59	0,78	0,14	5,22
30	30	16,70	14,87	18,23	0,81	0,15	4,85
31	30	13,80	12,62	15,71	0,71	0,13	5,12
32	30	19,14	15,93	21,48	1,21	0,22	6,32
33	30	17,03	15,39	19,60	1,15	0,21	6,77
34	30	18,67	17,21	20,00	0,79	0,14	4,22
36	30	14,27	12,56	16,14	0,80	0,15	5,63
37	30	15,67	14,26	18,97	1,29	0,23	8,20
38	30	17,22	15,85	19,14	0,75	0,14	4,34
39	30	16,75	15,23	18,46	0,83	0,15	4,93
40	30	14,82	12,58	18,03	1,03	0,19	6,92
41	30	15,38	13,71	17,34	0,79	0,14	5,14
42	30	15,02	12,88	17,16	1,09	0,20	7,27
43	30	13,63	11,62	16,64	0,96	0,17	7,02
44	30	17,39	15,07	19,36	0,94	0,17	5,39
45	30	18,02	16,15	19,27	0,73	0,13	4,03
46	30	18,08	14,76	21,29	1,48	0,27	8,20
47	30	14,66	12,60	17,21	0,88	0,16	6,02
48	30	14,35	12,57	15,67	0,78	0,14	5,40
49	30	16,82	15,03	18,61	0,99	0,18	5,87
51	30	14,51	13,29	15,77	0,69	0,13	4,74
52	30	15,33	13,13	16,99	0,91	0,16	5,89
53	30	12,33	10,94	13,69	0,71	0,13	5,73

## Prilog 7: Deskriptivna statistika za varijablu zakrivljenost žira (%)

Klon	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	Standardna pogreška	Koeficijent varijacije
	1470	0,0212	0,0000	0,0834	0,0158	0,000	74,50
1	30	0,0297	0,0043	0,0568	0,0145	0,003	48,87
2	30	0,0188	0,0021	0,0376	0,0086	0,002	45,91
3	30	0,0205	0,0017	0,0497	0,0135	0,002	65,97
4	30	0,0232	0,0019	0,0651	0,0182	0,003	78,52
5	30	0,0162	0,0018	0,0422	0,0121	0,002	74,71
6	30	0,0147	0,0022	0,0450	0,0104	0,002	70,34
7	30	0,0208	0,0019	0,0378	0,0110	0,002	52,99
8	30	0,0259	0,0023	0,0571	0,0166	0,003	64,05
9	30	0,0207	0,0020	0,0570	0,0151	0,003	72,82
11	30	0,0150	0,0017	0,0372	0,0107	0,002	71,70
12	30	0,0132	0,0017	0,0302	0,0082	0,001	61,81
13	30	0,0142	0,0020	0,0301	0,0084	0,002	58,98
14	30	0,0261	0,0025	0,0614	0,0156	0,003	59,84
15	30	0,0181	0,0026	0,0506	0,0137	0,003	75,84
16	30	0,0328	0,0018	0,0659	0,0174	0,003	53,08
17	30	0,0213	0,0022	0,0530	0,0140	0,003	65,69
18	30	0,0240	0,0025	0,0522	0,0138	0,003	57,29
20	30	0,0288	0,0060	0,0723	0,0150	0,003	52,12
21	30	0,0365	0,0029	0,0677	0,0194	0,004	53,30
22	30	0,0135	0,0023	0,0426	0,0091	0,002	67,58
23	30	0,0126	0,0018	0,0411	0,0114	0,002	90,70
24	30	0,0198	0,0024	0,0545	0,0136	0,002	68,80
25	30	0,0326	0,0028	0,0729	0,0204	0,004	62,74
26	30	0,0144	0,0018	0,0367	0,0102	0,002	71,19
27	30	0,0157	0,0017	0,0455	0,0120	0,002	76,28
28	30	0,0311	0,0057	0,0625	0,0154	0,003	49,38
29	30	0,0277	0,0032	0,0591	0,0156	0,003	56,48
30	30	0,0223	0,0026	0,0612	0,0179	0,003	79,90
31	30	0,0133	0,0000	0,0415	0,0106	0,002	79,59
32	30	0,0242	0,0028	0,0559	0,0135	0,002	55,90
33	30	0,0214	0,0023	0,0494	0,0137	0,003	64,11
34	30	0,0550	0,0218	0,0834	0,0131	0,002	23,74
36	30	0,0134	0,0026	0,0454	0,0094	0,002	69,78
37	30	0,0179	0,0018	0,0472	0,0142	0,003	79,24
38	30	0,0204	0,0020	0,0615	0,0171	0,003	83,45
39	30	0,0207	0,0019	0,0430	0,0119	0,002	57,37
40	30	0,0119	0,0018	0,0410	0,0093	0,002	78,47
41	30	0,0193	0,0022	0,0536	0,0124	0,002	63,89
42	30	0,0224	0,0029	0,0604	0,0171	0,003	76,29
43	30	0,0230	0,0028	0,0578	0,0153	0,003	66,73
44	30	0,0282	0,0020	0,0782	0,0183	0,003	64,71
45	30	0,0237	0,0018	0,0594	0,0135	0,002	56,90
46	30	0,0317	0,0017	0,0695	0,0209	0,004	65,95
47	30	0,0108	0,0017	0,0257	0,0071	0,001	66,32
48	30	0,0186	0,0019	0,0460	0,0121	0,002	65,37
49	30	0,0184	0,0027	0,0584	0,0141	0,003	76,59
51	30	0,0120	0,0021	0,0347	0,0076	0,001	62,97
52	30	0,0080	0,0022	0,0241	0,0060	0,001	68,81
53	30	0,0120	0,0019	0,0362	0,0100	0,002	80,61

Prilog 8: Deskriptivna statistika za varijablu volumen žira (cm<sup>3</sup>)

Klon	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	Standardna pogreška	Koeficijent varijacije
	1470	4,69	1,57	11,03	1,36	0,04	29,02
1	30	4,27	3,26	5,57	0,56	0,10	13,03
2	30	3,46	2,59	4,64	0,52	0,09	15,00
3	30	4,59	2,76	6,16	0,81	0,15	17,56
4	30	5,07	3,72	7,07	0,79	0,14	15,51
5	30	4,70	3,88	5,83	0,49	0,09	10,34
6	30	3,90	2,73	5,63	0,62	0,11	15,93
7	30	4,28	3,21	5,67	0,60	0,11	13,98
8	30	6,41	3,64	9,59	1,39	0,25	21,70
9	30	5,66	4,52	6,67	0,57	0,10	10,10
11	30	3,73	2,11	4,60	0,63	0,12	17,02
12	30	5,32	3,51	6,92	0,88	0,16	16,57
13	30	3,92	2,59	4,96	0,56	0,10	14,43
14	30	5,07	3,24	7,26	1,17	0,21	23,05
15	30	4,59	2,94	6,94	0,97	0,18	21,21
16	30	6,64	4,96	9,34	0,94	0,17	14,14
17	30	5,11	3,75	6,05	0,56	0,10	10,93
18	30	5,53	3,74	8,20	0,98	0,18	17,65
20	30	7,02	4,67	11,03	1,28	0,23	18,27
21	30	3,86	2,84	5,06	0,57	0,10	14,77
22	30	5,03	2,51	8,31	0,98	0,18	19,53
23	30	5,69	4,27	7,30	0,78	0,14	13,69
24	30	5,44	4,30	6,99	0,65	0,12	11,88
25	30	5,16	4,13	8,31	0,85	0,15	16,45
26	30	4,70	3,08	6,18	0,65	0,12	13,78
27	30	4,35	2,47	5,46	0,72	0,13	16,64
28	30	2,79	1,94	4,04	0,52	0,10	18,64
29	30	3,39	2,58	4,34	0,44	0,08	12,86
30	30	5,02	3,79	6,50	0,66	0,12	13,10
31	30	3,41	2,73	4,45	0,43	0,08	12,47
32	30	6,57	4,09	8,49	1,04	0,19	15,80
33	30	6,40	4,65	8,57	1,14	0,21	17,75
34	30	5,79	4,74	7,15	0,64	0,12	10,97
36	30	3,68	2,24	4,74	0,50	0,09	13,57
37	30	4,44	3,28	7,95	1,17	0,21	26,30
38	30	4,86	3,69	6,38	0,55	0,10	11,27
39	30	4,95	3,95	6,43	0,64	0,12	12,94
40	30	4,09	2,70	6,53	0,73	0,13	17,80
41	30	3,72	2,71	4,86	0,51	0,09	13,75
42	30	3,54	2,30	5,17	0,71	0,13	19,96
43	30	2,40	1,57	4,05	0,54	0,10	22,42
44	30	5,54	4,30	7,73	0,84	0,15	15,09
45	30	6,28	4,82	7,43	0,65	0,12	10,35
46	30	6,58	3,55	10,18	1,51	0,28	22,91
47	30	4,53	2,85	6,96	0,77	0,14	16,91
48	30	3,62	2,10	4,68	0,53	0,10	14,51
49	30	5,26	3,93	6,88	0,79	0,14	15,08
51	30	3,20	2,56	3,90	0,39	0,07	12,14
52	30	3,26	2,24	4,31	0,52	0,10	16,07
53	30	2,74	1,85	3,74	0,41	0,08	15,07



## Prilog 9: Deskriptivna statistika za varijablu omjer širine i duljine žira

Klon	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	Standardna pogreška	Koeficijent varijacije
	1470	0,50	0,34	0,70	0,06	0,002	12,45
1	30	0,47	0,42	0,52	0,03	0,005	5,60
2	30	0,46	0,40	0,51	0,02	0,004	4,35
3	30	0,43	0,39	0,47	0,02	0,004	5,15
4	30	0,54	0,47	0,63	0,04	0,007	7,21
5	30	0,44	0,41	0,47	0,01	0,003	3,22
6	30	0,49	0,43	0,58	0,04	0,007	8,02
7	30	0,51	0,47	0,56	0,02	0,004	3,93
8	30	0,52	0,45	0,56	0,03	0,005	4,93
9	30	0,58	0,53	0,62	0,02	0,005	4,31
11	30	0,40	0,34	0,44	0,02	0,004	5,26
12	30	0,46	0,42	0,52	0,03	0,005	5,76
13	30	0,53	0,48	0,61	0,03	0,006	6,14
14	30	0,51	0,44	0,60	0,04	0,008	8,04
15	30	0,49	0,45	0,54	0,02	0,004	4,84
16	30	0,54	0,49	0,61	0,03	0,005	5,15
17	30	0,54	0,51	0,60	0,02	0,004	4,08
18	30	0,46	0,41	0,50	0,02	0,004	4,64
20	30	0,53	0,45	0,57	0,03	0,005	4,79
21	30	0,56	0,49	0,63	0,03	0,005	5,34
22	30	0,41	0,36	0,50	0,03	0,006	8,11
23	30	0,49	0,46	0,54	0,02	0,004	4,94
24	30	0,47	0,41	0,51	0,02	0,004	5,13
25	30	0,55	0,48	0,59	0,03	0,005	5,32
26	30	0,47	0,43	0,53	0,02	0,004	5,08
27	30	0,44	0,36	0,47	0,02	0,004	4,58
28	30	0,62	0,58	0,70	0,03	0,005	4,17
29	30	0,54	0,47	0,59	0,03	0,006	6,02
30	30	0,50	0,45	0,57	0,03	0,005	5,82
31	30	0,42	0,38	0,46	0,02	0,004	4,65
32	30	0,59	0,54	0,64	0,03	0,005	4,77
33	30	0,44	0,39	0,50	0,03	0,005	6,41
34	30	0,62	0,59	0,68	0,02	0,004	3,26
36	30	0,43	0,38	0,48	0,02	0,004	5,65
37	30	0,49	0,43	0,54	0,02	0,004	4,44
38	30	0,56	0,51	0,62	0,03	0,006	5,42
39	30	0,52	0,48	0,55	0,02	0,003	3,31
40	30	0,44	0,40	0,50	0,02	0,004	5,47
41	30	0,51	0,45	0,56	0,03	0,005	4,97
42	30	0,52	0,46	0,62	0,04	0,007	7,69
43	30	0,55	0,49	0,67	0,04	0,007	7,27
44	30	0,53	0,46	0,61	0,04	0,006	7,55
45	30	0,52	0,48	0,57	0,02	0,004	4,29
46	30	0,51	0,47	0,59	0,03	0,006	5,88
47	30	0,39	0,36	0,43	0,02	0,004	5,61
48	30	0,45	0,41	0,53	0,02	0,004	4,82
49	30	0,50	0,45	0,56	0,03	0,005	6,00
51	30	0,50	0,46	0,54	0,02	0,004	4,26
52	30	0,55	0,50	0,62	0,03	0,006	5,45
53	30	0,38	0,34	0,45	0,02	0,004	5,50

## Prilog 10: Deskriptivna statistika za varijablu opseg žira (mm)

Klon	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	Standardna pogreška	Koeficijent varijacije
	1470	86,22	56,17	120,00	9,14	0,24	10,60
1	30	86,15	76,19	92,10	3,70	0,68	4,30
2	30	80,31	70,70	90,07	4,33	0,79	5,40
3	30	93,49	76,84	120,00	8,77	1,60	9,38
4	30	84,89	75,54	92,46	4,28	0,78	5,04
5	30	91,66	85,95	103,81	4,36	0,80	4,75
6	30	82,06	74,02	95,35	5,93	1,08	7,22
7	30	81,89	75,69	88,70	3,77	0,69	4,61
8	30	95,17	75,76	111,04	7,52	1,37	7,90
9	30	86,43	80,82	92,39	2,95	0,54	3,41
11	30	88,13	72,00	95,06	5,08	0,93	5,77
12	30	92,80	77,93	101,42	6,28	1,15	6,77
13	30	78,60	65,78	88,77	5,43	0,99	6,91
14	30	87,05	74,39	108,65	7,28	1,33	8,36
15	30	86,69	77,42	101,93	5,84	1,07	6,73
16	30	93,46	84,22	104,17	4,82	0,88	5,16
17	30	86,50	75,11	95,28	4,16	0,76	4,81
18	30	94,60	82,34	108,58	6,20	1,13	6,56
20	30	96,44	85,81	119,35	7,00	1,28	7,26
21	30	76,97	68,60	84,72	4,32	0,79	5,61
22	30	95,29	82,12	110,46	6,69	1,22	7,02
23	30	91,83	80,39	99,33	4,34	0,79	4,72
24	30	93,38	83,49	101,49	4,07	0,74	4,36
25	30	86,17	76,92	100,41	5,15	0,94	5,97
26	30	88,26	79,81	94,48	3,65	0,67	4,14
27	30	88,68	79,88	96,29	4,53	0,83	5,11
28	30	67,00	57,04	78,94	4,51	0,82	6,73
29	30	74,89	68,02	82,84	3,75	0,69	5,01
30	30	88,00	78,87	98,39	4,51	0,82	5,13
31	30	83,08	75,90	88,27	3,20	0,58	3,85
32	30	89,89	79,16	103,81	4,80	0,88	5,34
33	30	102,14	87,83	111,04	6,02	1,10	5,90
34	30	85,33	80,60	92,53	3,29	0,60	3,85
36	30	84,31	67,59	91,01	4,49	0,82	5,32
37	30	84,86	76,27	105,18	7,10	1,30	8,36
38	30	84,57	73,81	104,60	6,03	1,10	7,14
39	30	86,45	80,39	94,12	3,39	0,62	3,92
40	30	86,45	78,22	96,29	4,25	0,78	4,91
41	30	78,38	72,58	86,39	3,33	0,61	4,25
42	30	76,81	66,94	87,25	5,04	0,92	6,56
43	30	66,40	56,17	79,16	5,80	1,06	8,74
44	30	89,56	80,39	105,54	5,80	1,06	6,48
45	30	94,63	86,60	110,03	5,30	0,97	5,60
46	30	96,91	80,10	110,82	7,38	1,35	7,61
47	30	97,12	84,87	111,04	6,63	1,21	6,83
48	30	83,17	66,22	92,31	4,67	0,85	5,61
49	30	89,37	81,62	97,23	3,91	0,71	4,38
51	30	75,13	69,25	79,45	2,86	0,52	3,80
52	30	72,69	63,98	82,48	4,14	0,76	5,70
53	30	80,97	73,01	87,47	3,48	0,64	4,30

Prilog 11: Deskriptivna statistika za varijablu masa jednog žira (g)

Klon	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	Standardna pogreška	Koeficijent varijacije
	1470	5,82	1,66	13,69	1,72	0,04	29,58
1	30	5,53	4,05	6,74	0,78	0,14	14,01
2	30	4,43	3,00	6,05	0,74	0,13	16,63
3	30	5,71	3,28	7,36	0,98	0,18	17,10
4	30	6,54	4,92	9,14	1,02	0,19	15,57
5	30	5,78	4,58	7,52	0,67	0,12	11,67
6	30	4,80	3,11	6,93	0,81	0,15	16,97
7	30	5,46	4,14	7,03	0,78	0,14	14,35
8	30	7,91	4,23	11,33	1,76	0,32	22,23
9	30	7,29	5,66	8,39	0,75	0,14	10,25
11	30	4,68	2,48	6,23	0,92	0,17	19,72
12	30	6,75	4,23	8,81	1,03	0,19	15,29
13	30	4,61	3,20	6,08	0,75	0,14	16,31
14	30	6,27	3,98	9,89	1,59	0,29	25,38
15	30	5,58	3,52	9,15	1,26	0,23	22,52
16	30	8,36	6,43	11,48	0,99	0,18	11,86
17	30	6,11	4,35	7,17	0,75	0,14	12,29
18	30	6,70	4,29	10,05	1,24	0,23	18,54
20	30	9,11	6,09	13,69	1,76	0,32	19,27
21	30	5,00	3,75	6,62	0,76	0,14	15,26
22	30	6,53	3,16	9,28	1,40	0,26	21,50
23	30	7,07	5,08	9,04	0,99	0,18	14,07
24	30	6,95	5,84	8,40	0,78	0,14	11,21
25	30	6,54	5,25	9,77	1,05	0,19	16,11
26	30	5,89	3,85	7,65	0,83	0,15	14,07
27	30	5,44	2,95	7,05	0,91	0,17	16,82
28	30	3,40	2,11	4,79	0,68	0,12	19,95
29	30	4,32	3,32	5,57	0,56	0,10	12,93
30	30	6,15	4,67	7,81	0,80	0,15	13,04
31	30	4,22	3,15	5,33	0,58	0,11	13,82
32	30	8,35	5,29	11,14	1,24	0,23	14,88
33	30	7,83	5,41	10,98	1,55	0,28	19,78
34	30	7,29	5,83	8,86	0,80	0,15	11,03
36	30	4,49	2,49	5,67	0,69	0,13	15,28
37	30	5,49	3,79	10,82	1,52	0,28	27,67
38	30	5,82	4,61	7,27	0,60	0,11	10,34
39	30	6,43	4,61	8,07	0,88	0,16	13,64
40	30	5,00	3,16	7,97	0,90	0,16	17,97
41	30	4,83	3,63	6,21	0,66	0,12	13,58
42	30	4,24	2,55	7,01	1,06	0,19	25,10
43	30	2,85	1,66	4,37	0,69	0,13	24,27
44	30	6,83	4,77	9,56	1,07	0,20	15,65
45	30	7,63	6,20	8,64	0,68	0,12	8,94
46	30	7,42	4,32	11,55	1,67	0,31	22,53
47	30	5,02	3,12	8,33	0,94	0,17	18,76
48	30	4,57	2,62	5,85	0,65	0,12	14,32
49	30	6,58	4,71	8,81	1,05	0,19	16,01
51	30	4,05	3,14	4,77	0,49	0,09	12,01
52	30	4,01	2,81	5,37	0,68	0,12	16,90
53	30	3,34	2,28	4,71	0,57	0,10	16,93

## Prilog 12: Deskriptivna statistika za varijablu visina sadnice (mm)

Klon	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	St.greška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
	245	177,00	62	754	85,09	5,44	48,08
1	5	185,79	134	286	62,91	28,14	33,86
2	5	157,57	107	224	44,51	19,91	28,25
3	5	128,28	62	162	39,57	17,70	30,84
4	5	186,01	90	241	61,37	27,45	32,99
5	5	145,60	105	230	51,50	23,03	35,37
6	5	133,20	96	160	23,42	10,47	17,58
7	5	165,27	94	283	70,91	31,71	42,91
8	5	181,73	126	272	61,02	27,29	33,58
9	5	174,25	152	191	16,34	7,31	9,37
11	5	146,24	93	273	72,02	32,21	49,25
12	5	124,43	86	201	45,95	20,55	36,92
13	5	149,23	119	200	32,89	14,71	22,04
14	5	158,64	117	237	50,09	22,40	31,57
15	5	152,87	97	211	45,03	20,14	29,45
16	5	189,43	95	359	102,00	45,62	53,85
17	5	110,75	90	138	17,93	8,02	16,19
18	5	149,45	79	223	52,68	23,56	35,25
20	5	202,90	98	301	91,17	40,77	44,94
21	5	116,31	75	162	33,77	15,10	29,03
22	5	150,09	82	190	40,92	18,30	27,26
23	5	173,61	112	294	72,11	32,25	41,54
24	5	202,04	190	221	11,59	5,18	5,74
25	5	132,34	88	182	33,72	15,08	25,48
26	5	154,58	125	206	32,92	14,72	21,30
27	5	294,01	149	754	258,80	115,74	88,02
28	5	157,34	110	220	43,85	19,61	27,87
29	5	178,94	118	396	121,24	54,22	67,75
30	5	200,72	101	368	103,85	46,45	51,74
31	5	170,93	112	339	96,33	43,08	56,35
32	5	242,06	181	293	46,42	20,76	19,18
33	5	245,97	88	549	207,45	92,77	84,34
34	5	181,36	103	282	64,27	28,74	35,44
36	5	163,48	76	278	79,24	35,44	48,47
37	5	164,04	131	211	34,71	15,52	21,16
38	5	153,43	124	205	32,81	14,67	21,39
39	5	200,72	126	357	92,75	41,48	46,21
40	5	184,34	145	287	58,16	26,01	31,55
41	5	240,57	162	405	105,53	47,20	43,87
42	5	162,18	101	264	63,82	28,54	39,35
43	5	133,51	111	142	12,94	5,79	9,70
44	5	178,01	159	215	23,64	10,57	13,28
45	5	240,01	170	417	103,94	46,49	43,31
46	5	158,46	84	251	65,19	29,15	41,14
47	5	213,39	156	326	76,84	34,37	36,01
48	5	173,72	115	325	86,43	38,65	49,75
49	5	257,51	138	391	100,72	45,04	39,11
51	5	183,78	131	296	67,22	30,06	36,58
52	5	143,19	82	197	43,80	19,59	30,59
53	5	280,60	115	605	195,52	87,44	69,68

Prilog 32: Deskriptivna statistika za varijablu promjer vrata korijena sadnice (mm)

Klon	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	St.greška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
	245	4,10	2,34	7,28	0,89	0,06	21,61
1	5	4,26	3,80	4,92	0,43	0,19	10,09
2	5	3,79	3,18	4,37	0,43	0,19	11,30
3	5	3,57	2,84	4,57	0,69	0,31	19,37
4	5	4,00	3,36	4,74	0,57	0,25	14,15
5	5	4,03	2,99	4,89	0,70	0,32	17,47
6	5	3,49	2,77	4,00	0,53	0,24	15,08
7	5	3,60	2,84	4,65	0,78	0,35	21,60
8	5	3,95	3,18	4,53	0,57	0,26	14,54
9	5	4,17	3,43	5,34	0,78	0,35	18,70
11	5	3,79	3,52	4,15	0,27	0,12	7,23
12	5	4,00	3,03	4,54	0,61	0,27	15,16
13	5	3,86	2,68	4,89	0,96	0,43	24,89
14	5	3,65	2,63	4,48	0,81	0,36	22,21
15	5	3,92	3,15	4,57	0,62	0,28	15,73
16	5	4,26	3,16	5,30	0,85	0,38	19,88
17	5	3,51	2,34	4,28	0,76	0,34	21,73
18	5	3,91	2,49	4,94	0,97	0,43	24,72
20	5	4,45	3,33	5,84	1,01	0,45	22,75
21	5	3,54	3,05	4,33	0,52	0,23	14,58
22	5	3,97	3,01	5,15	0,77	0,35	19,50
23	5	4,30	3,76	5,03	0,46	0,21	10,76
24	5	3,94	3,05	5,04	0,77	0,34	19,51
25	5	3,15	2,72	3,79	0,49	0,22	15,72
26	5	3,84	3,19	4,65	0,62	0,28	16,18
27	5	5,55	4,61	7,28	1,06	0,47	19,00
28	5	3,63	2,87	4,18	0,55	0,24	15,05
29	5	4,03	3,17	6,00	1,14	0,51	28,27
30	5	4,97	2,75	6,97	1,53	0,68	30,73
31	5	3,71	3,24	4,52	0,53	0,24	14,22
32	5	5,12	4,00	6,73	1,03	0,46	20,16
33	5	3,95	3,09	4,68	0,73	0,33	18,44
34	5	4,52	3,21	5,63	0,96	0,43	21,19
36	5	3,85	2,38	4,68	0,91	0,41	23,52
37	5	4,27	3,36	5,95	0,99	0,44	23,26
38	5	3,84	2,79	4,97	0,80	0,36	20,73
39	5	4,59	3,61	5,98	0,92	0,41	20,04
40	5	4,49	3,30	6,11	1,09	0,49	24,33
41	5	4,08	2,69	5,97	1,19	0,53	29,17
42	5	4,16	2,40	6,20	1,40	0,62	33,60
43	5	3,77	2,80	4,26	0,63	0,28	16,68
44	5	4,57	3,57	5,38	0,71	0,32	15,61
45	5	4,25	3,09	5,71	1,23	0,55	29,05
46	5	4,61	2,99	6,21	1,15	0,51	24,89
47	5	4,50	3,81	5,04	0,54	0,24	12,11
48	5	3,86	2,79	5,01	1,07	0,48	27,61
49	5	4,61	3,25	5,30	0,86	0,38	18,65
51	5	4,28	3,62	5,66	0,85	0,38	19,81
52	5	4,32	2,77	5,53	1,18	0,53	27,31
53	5	4,52	3,30	5,32	0,77	0,34	17,05

Prilog 14: Deskriptivna statistika za varijablu masa nadzemnog dijela sadnice u suhom stanju (g)

Klon	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	Standardna pogreška	Koeficijent varijacije
	245	1,24	0,22	8,25	0,99	0,06	79,44
1	5	0,88	0,51	1,45	0,35	0,16	39,83
2	5	0,61	0,29	0,84	0,21	0,09	34,70
3	5	0,61	0,22	1,01	0,31	0,14	50,68
4	5	0,87	0,48	1,28	0,36	0,16	41,72
5	5	0,73	0,30	1,15	0,31	0,14	43,11
6	5	0,65	0,27	0,99	0,32	0,14	49,32
7	5	0,82	0,49	1,57	0,47	0,21	57,41
8	5	0,88	0,66	1,45	0,33	0,15	37,36
9	5	0,91	0,59	1,37	0,32	0,14	35,36
11	5	0,60	0,40	0,92	0,19	0,09	32,63
12	5	0,57	0,28	0,88	0,21	0,10	37,21
13	5	0,69	0,41	0,93	0,23	0,11	33,96
14	5	0,66	0,29	1,10	0,37	0,17	56,24
15	5	0,62	0,42	0,96	0,21	0,10	34,32
16	5	1,29	0,60	3,18	1,07	0,48	83,46
17	5	0,53	0,37	0,63	0,10	0,04	18,14
18	5	0,78	0,43	1,18	0,27	0,12	35,00
20	5	1,15	0,47	2,01	0,67	0,30	58,11
21	5	0,72	0,44	0,92	0,20	0,09	27,34
22	5	0,73	0,44	1,09	0,26	0,12	35,47
23	5	1,01	0,62	1,42	0,28	0,13	28,20
24	5	0,93	0,58	1,21	0,28	0,12	29,48
25	5	0,52	0,24	0,93	0,29	0,13	55,61
26	5	0,82	0,45	1,28	0,37	0,17	45,29
27	5	2,93	1,28	8,25	2,99	1,34	102,08
28	5	0,91	0,62	1,18	0,23	0,10	25,46
29	5	1,84	0,79	5,05	1,81	0,81	98,40
30	5	2,07	0,46	3,54	1,28	0,57	61,92
31	5	1,14	0,67	1,57	0,40	0,18	35,22
32	5	2,29	1,93	2,44	0,21	0,09	9,25
33	5	1,51	0,39	3,02	1,10	0,49	72,73
34	5	1,92	0,67	3,31	1,03	0,46	53,81
36	5	1,31	0,33	2,07	0,72	0,32	54,72
37	5	1,61	0,85	3,39	1,02	0,45	62,99
38	5	1,34	0,99	2,53	0,67	0,30	49,83
39	5	1,97	0,75	4,17	1,38	0,62	69,89
40	5	1,43	0,61	3,08	1,00	0,45	69,82
41	5	2,20	0,81	5,29	1,80	0,80	81,79
42	5	1,52	0,53	3,95	1,39	0,62	91,25
43	5	0,98	0,74	1,29	0,22	0,10	22,39
44	5	2,00	1,22	2,87	0,68	0,30	33,95
45	5	2,11	0,99	4,21	1,49	0,66	70,58
46	5	1,61	0,46	3,38	1,09	0,49	67,61
47	5	1,84	1,08	2,91	0,70	0,31	38,05
48	5	1,18	0,49	1,95	0,67	0,30	57,22
49	5	1,80	1,08	2,87	0,68	0,30	37,55
51	5	1,26	0,84	2,49	0,69	0,31	54,91
52	5	1,41	0,41	2,26	0,74	0,33	52,63
53	5	2,16	1,03	4,86	1,57	0,70	72,92

Prilog 15: Deskriptivna statistika za varijablu masa korijena sadnice u suhom stanju (g)

Klon	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	St.greška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
	245	2,80	0,60	7,82	1,13	0,07	40,25
1	5	2,84	2,45	3,30	0,37	0,17	13,08
2	5	2,62	1,90	3,18	0,55	0,24	20,84
3	5	1,97	1,23	3,25	0,90	0,40	45,66
4	5	3,81	2,92	4,85	0,83	0,37	21,85
5	5	2,55	2,15	3,40	0,51	0,23	19,85
6	5	2,40	1,50	2,96	0,61	0,27	25,56
7	5	2,56	1,77	3,10	0,55	0,25	21,49
8	5	4,10	2,69	5,48	1,07	0,48	26,15
9	5	2,98	2,61	3,42	0,30	0,13	10,02
11	5	2,41	2,07	2,84	0,28	0,12	11,59
12	5	3,27	2,27	3,88	0,63	0,28	19,21
13	5	2,12	1,66	2,46	0,34	0,15	16,15
14	5	2,42	1,16	3,27	0,86	0,39	35,54
15	5	2,26	1,94	2,94	0,41	0,18	18,11
16	5	3,53	1,62	4,46	1,15	0,51	32,52
17	5	2,39	2,04	3,13	0,45	0,20	19,01
18	5	2,77	2,18	3,20	0,39	0,18	14,23
20	5	2,85	1,56	4,54	1,26	0,56	44,06
21	5	1,83	1,39	2,26	0,32	0,14	17,59
22	5	2,69	2,06	3,25	0,54	0,24	19,91
23	5	3,12	2,25	3,83	0,65	0,29	20,78
24	5	2,56	1,53	3,20	0,67	0,30	26,04
25	5	4,00	2,96	4,70	0,83	0,37	20,73
26	5	2,98	2,01	3,52	0,59	0,26	19,82
27	5	3,25	2,20	4,57	0,86	0,38	26,35
28	5	1,63	1,11	2,20	0,49	0,22	30,01
29	5	2,42	0,97	4,22	1,48	0,66	61,02
30	5	3,70	1,72	5,48	1,68	0,75	45,54
31	5	1,74	0,61	2,73	0,80	0,36	45,89
32	5	3,80	3,16	5,21	0,82	0,37	21,68
33	5	2,54	1,29	3,92	1,17	0,52	46,06
34	5	3,10	2,32	4,18	0,88	0,39	28,34
36	5	2,05	1,73	2,34	0,28	0,13	13,85
37	5	3,34	1,64	5,25	1,49	0,67	44,68
38	5	2,88	1,20	3,98	1,04	0,47	36,20
39	5	2,85	1,55	3,58	0,83	0,37	29,28
40	5	2,80	0,60	4,30	1,56	0,70	55,68
41	5	3,08	0,60	6,73	2,24	1,00	72,78
42	5	2,50	0,71	5,06	1,60	0,72	64,17
43	5	2,10	1,03	3,04	0,83	0,37	39,36
44	5	3,52	1,79	4,87	1,28	0,57	36,36
45	5	3,69	2,34	7,82	2,32	1,04	62,87
46	5	3,48	2,13	7,34	2,21	0,99	63,63
47	5	3,11	1,86	4,33	1,16	0,52	37,36
48	5	2,63	0,82	5,05	1,80	0,81	68,63
49	5	3,11	2,05	4,39	0,93	0,41	29,83
51	5	1,98	1,65	2,59	0,39	0,17	19,61
52	5	3,07	1,93	4,35	1,19	0,53	38,74
53	5	1,95	1,02	3,24	0,82	0,37	42,21

Prilog 16: Deskriptivna statistika za varijablu ukupna masa sadnice u suhom stanju (g)

Klon	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	St.greška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
	245	4,05	1,21	12,02	1,79	0,11	44,13
1	5	3,72	3,03	4,58	0,65	0,29	17,52
2	5	3,23	2,56	3,95	0,66	0,29	20,41
3	5	2,58	1,68	3,47	0,82	0,36	31,63
4	5	4,69	3,40	6,13	1,12	0,50	23,87
5	5	3,28	2,84	4,55	0,72	0,32	21,90
6	5	3,05	1,77	3,95	0,93	0,41	30,37
7	5	3,38	2,32	4,67	0,95	0,43	28,14
8	5	4,98	3,57	6,14	1,11	0,50	22,22
9	5	3,89	3,35	4,54	0,47	0,21	12,18
11	5	3,00	2,47	3,76	0,47	0,21	15,60
12	5	3,84	2,55	4,47	0,80	0,36	20,72
13	5	2,81	2,33	3,29	0,43	0,19	15,45
14	5	3,08	1,55	4,15	1,09	0,49	35,27
15	5	2,88	2,44	3,36	0,34	0,15	11,81
16	5	4,82	2,63	7,64	1,82	0,81	37,77
17	5	2,92	2,41	3,76	0,52	0,23	17,98
18	5	3,55	2,61	4,38	0,64	0,29	17,99
20	5	4,00	2,82	5,73	1,30	0,58	32,36
21	5	2,54	1,83	3,18	0,51	0,23	20,07
22	5	3,42	2,50	4,12	0,67	0,30	19,69
23	5	4,13	3,30	4,83	0,65	0,29	15,81
24	5	3,49	2,74	4,41	0,63	0,28	18,14
25	5	4,52	3,35	5,63	0,88	0,40	19,59
26	5	3,80	2,55	4,80	0,88	0,39	23,22
27	5	6,18	3,72	11,57	3,13	1,40	50,57
28	5	2,54	1,91	3,38	0,58	0,26	22,72
29	5	4,26	1,76	8,75	2,88	1,29	67,76
30	5	5,77	2,18	9,02	2,48	1,11	42,88
31	5	2,88	2,16	4,30	0,84	0,38	29,13
32	5	6,09	5,29	7,65	0,95	0,42	15,55
33	5	4,04	2,25	6,19	1,72	0,77	42,59
34	5	5,03	3,45	7,49	1,83	0,82	36,43
36	5	3,36	2,12	4,15	0,76	0,34	22,63
37	5	4,96	2,49	8,64	2,38	1,07	48,07
38	5	4,22	2,19	6,51	1,56	0,70	36,89
39	5	4,82	2,30	7,66	2,02	0,91	41,96
40	5	4,23	1,21	6,75	2,32	1,04	54,93
41	5	5,28	1,41	12,02	3,98	1,78	75,41
42	5	4,02	1,24	9,01	2,93	1,31	72,86
43	5	3,08	1,77	4,33	1,01	0,45	32,68
44	5	5,52	3,23	7,47	1,85	0,83	33,46
45	5	5,79	3,62	10,97	3,13	1,40	54,00
46	5	5,08	2,93	10,72	3,25	1,45	63,86
47	5	4,95	2,99	6,38	1,69	0,76	34,10
48	5	3,80	1,50	7,00	2,46	1,10	64,69
49	5	4,91	3,48	7,26	1,51	0,68	30,77
51	5	3,24	2,58	5,08	1,04	0,46	32,01
52	5	4,47	2,34	6,61	1,90	0,85	42,44
53	5	4,11	2,05	6,80	1,87	0,83	45,43



## Prilog 17: Deskriptivna statistika za varijablu koeficijent vitkosti sadnice (H/PVK)

Klon	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	Standardna pogreška	Koeficijent varijacije
	245	4,26	1,97	12,16	1,47	0,09	34,48
1	5	4,32	3,20	5,82	1,16	0,52	26,82
2	5	4,22	2,73	6,12	1,37	0,61	32,40
3	5	3,69	1,97	5,72	1,42	0,63	38,42
4	5	4,65	2,67	6,85	1,60	0,71	34,35
5	5	3,56	2,72	4,70	0,74	0,33	20,71
6	5	3,82	3,47	4,44	0,40	0,18	10,54
7	5	4,47	3,27	6,10	1,06	0,47	23,71
8	5	4,52	3,54	6,03	0,96	0,43	21,13
9	5	4,26	3,55	4,96	0,62	0,28	14,50
11	5	3,80	2,49	6,57	1,61	0,72	42,22
12	5	3,14	2,09	4,42	1,06	0,47	33,74
13	5	4,03	2,88	6,11	1,25	0,56	31,02
14	5	4,32	3,39	5,30	0,73	0,32	16,80
15	5	3,95	2,29	5,32	1,15	0,51	29,10
16	5	4,33	2,56	6,77	1,67	0,75	38,53
17	5	3,25	2,54	4,34	0,74	0,33	22,66
18	5	3,75	3,17	4,52	0,49	0,22	13,18
20	5	4,41	2,58	6,06	1,40	0,63	31,72
21	5	3,27	2,20	4,21	0,76	0,34	23,35
22	5	3,75	2,74	4,44	0,63	0,28	16,76
23	5	4,04	2,72	6,78	1,64	0,73	40,51
24	5	5,25	4,39	6,52	0,86	0,38	16,32
25	5	4,26	3,18	6,26	1,24	0,56	29,14
26	5	4,02	3,59	4,77	0,47	0,21	11,71
27	5	4,87	3,12	10,37	3,12	1,39	63,97
28	5	4,36	2,96	6,06	1,14	0,51	26,14
29	5	4,16	3,19	6,59	1,39	0,62	33,36
30	5	4,04	3,01	7,06	1,71	0,76	42,21
31	5	4,76	3,12	10,31	3,11	1,39	65,32
32	5	4,83	3,53	6,52	1,15	0,51	23,76
33	5	5,77	2,22	11,75	4,06	1,82	70,43
34	5	3,94	3,22	5,01	0,70	0,31	17,71
36	5	4,09	2,99	5,95	1,22	0,54	29,75
37	5	3,88	3,46	4,67	0,54	0,24	13,85
38	5	4,10	3,34	5,97	1,08	0,49	26,47
39	5	4,26	2,77	5,96	1,14	0,51	26,87
40	5	4,09	3,56	4,69	0,49	0,22	11,89
41	5	5,80	4,41	7,19	1,26	0,57	21,81
42	5	3,89	3,28	4,28	0,51	0,23	13,10
43	5	3,66	2,64	5,01	0,92	0,41	25,11
44	5	3,93	3,33	4,46	0,41	0,18	10,35
45	5	5,57	4,59	7,30	1,09	0,49	19,59
46	5	3,41	2,80	5,41	1,13	0,50	33,01
47	5	4,68	3,43	6,77	1,33	0,60	28,45
48	5	4,42	3,37	6,49	1,24	0,55	28,04
49	5	5,47	3,98	7,38	1,46	0,65	26,63
51	5	4,29	3,45	6,59	1,31	0,58	30,43
52	5	3,36	2,49	4,80	0,87	0,39	26,01
53	5	6,09	2,46	12,16	3,70	1,65	60,73

## Prilog 18: Deskriptivna statistika za varijablu indeks kvalitete sadnice (MN/MK)

Klon	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	St.greška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
	245	0,47	0,05	2,54	0,36	0,02	75,11
1	5	0,30	0,20	0,46	0,10	0,04	32,08
2	5	0,24	0,13	0,37	0,09	0,04	39,21
3	5	0,37	0,07	0,75	0,25	0,11	65,69
4	5	0,23	0,15	0,34	0,08	0,03	34,45
5	5	0,29	0,12	0,39	0,11	0,05	38,04
6	5	0,26	0,18	0,33	0,07	0,03	28,89
7	5	0,31	0,18	0,51	0,13	0,06	40,71
8	5	0,23	0,12	0,33	0,10	0,04	42,25
9	5	0,31	0,19	0,48	0,11	0,05	35,97
11	5	0,24	0,19	0,32	0,05	0,02	20,61
12	5	0,17	0,12	0,25	0,05	0,02	27,72
13	5	0,33	0,21	0,56	0,14	0,06	42,01
14	5	0,28	0,14	0,45	0,13	0,06	46,70
15	5	0,29	0,14	0,49	0,13	0,06	44,74
16	5	0,39	0,15	0,71	0,26	0,12	68,47
17	5	0,22	0,18	0,27	0,04	0,02	16,04
18	5	0,28	0,20	0,37	0,07	0,03	25,06
20	5	0,49	0,11	0,82	0,34	0,15	68,45
21	5	0,39	0,32	0,46	0,05	0,02	13,38
22	5	0,27	0,18	0,39	0,09	0,04	34,29
23	5	0,34	0,17	0,47	0,12	0,05	36,12
24	5	0,41	0,21	0,79	0,23	0,10	56,35
25	5	0,13	0,05	0,22	0,07	0,03	54,19
26	5	0,27	0,14	0,36	0,09	0,04	32,68
27	5	0,92	0,32	2,48	0,89	0,40	96,48
28	5	0,60	0,35	0,97	0,23	0,10	39,21
29	5	0,77	0,27	1,36	0,40	0,18	51,21
30	5	0,62	0,27	1,52	0,52	0,23	83,42
31	5	0,93	0,30	2,54	0,91	0,41	98,50
32	5	0,62	0,47	0,72	0,10	0,05	16,28
33	5	0,67	0,20	1,58	0,56	0,25	83,15
34	5	0,60	0,24	0,79	0,22	0,10	35,98
36	5	0,65	0,18	1,12	0,40	0,18	60,83
37	5	0,49	0,32	0,65	0,15	0,07	31,60
38	5	0,50	0,33	0,83	0,22	0,10	44,22
39	5	0,66	0,40	1,19	0,34	0,15	51,20
40	5	0,59	0,32	1,02	0,32	0,14	54,00
41	5	0,80	0,46	1,35	0,36	0,16	45,15
42	5	0,60	0,35	0,78	0,22	0,10	36,97
43	5	0,51	0,37	0,72	0,16	0,07	31,04
44	5	0,59	0,43	0,80	0,16	0,07	26,97
45	5	0,67	0,36	1,80	0,63	0,28	94,24
46	5	0,47	0,19	0,63	0,17	0,08	36,00
47	5	0,62	0,44	0,84	0,18	0,08	28,54
48	5	0,50	0,39	0,83	0,18	0,08	36,47
49	5	0,59	0,40	0,72	0,15	0,07	25,15
51	5	0,62	0,40	0,96	0,21	0,10	34,69
52	5	0,44	0,21	0,56	0,14	0,06	30,80
53	5	1,17	0,48	2,51	0,78	0,35	67,13

Prilog 19: Deskriptivna statistika za varijablu Dicksonov indeks kvalitete sadnice (DQI)

Klon	N	Aritmetička sredina	Minimum	Maksimum	Standardna devijacija	St.greška aritm.sred.	Koeficijent varijacije
	245	0,91	0,17	2,99	0,42	0,03	46,00
1	5	0,83	0,69	1,04	0,15	0,07	17,75
2	5	0,80	0,40	1,19	0,34	0,15	42,31
3	5	0,81	0,28	1,71	0,59	0,26	73,07
4	5	1,04	0,55	1,35	0,36	0,16	34,14
5	5	0,86	0,72	1,03	0,12	0,05	13,77
6	5	0,75	0,48	0,96	0,23	0,10	30,30
7	5	0,71	0,60	0,95	0,14	0,06	19,79
8	5	1,09	0,70	1,68	0,37	0,16	33,81
9	5	0,87	0,66	1,04	0,17	0,08	19,99
11	5	0,79	0,55	0,92	0,15	0,07	18,92
12	5	1,22	0,94	1,60	0,30	0,13	24,58
13	5	0,69	0,41	1,02	0,25	0,11	36,68
14	5	0,70	0,31	1,06	0,31	0,14	44,58
15	5	0,74	0,44	1,07	0,26	0,11	34,82
16	5	1,11	0,55	1,57	0,45	0,20	40,35
17	5	0,88	0,53	1,21	0,28	0,12	31,49
18	5	0,88	0,77	1,08	0,12	0,06	14,16
20	5	0,94	0,49	1,87	0,56	0,25	59,82
21	5	0,72	0,53	0,92	0,19	0,09	26,60
22	5	0,86	0,63	1,02	0,15	0,07	17,72
23	5	1,05	0,65	1,48	0,40	0,18	38,29
24	5	0,63	0,50	0,92	0,17	0,08	27,78
25	5	1,10	0,52	1,49	0,37	0,17	33,90
26	5	0,89	0,64	1,21	0,21	0,09	23,21
27	5	1,18	0,73	1,71	0,38	0,17	32,61
28	5	0,54	0,31	0,70	0,19	0,08	34,16
29	5	0,86	0,41	1,55	0,48	0,21	55,85
30	5	1,41	0,55	2,33	0,79	0,35	56,05
31	5	0,66	0,17	1,01	0,31	0,14	47,21
32	5	1,16	0,81	1,50	0,29	0,13	25,29
33	5	0,82	0,37	1,84	0,58	0,26	70,62
34	5	1,10	0,78	1,57	0,32	0,14	29,16
36	5	0,73	0,60	0,96	0,16	0,07	22,14
37	5	1,15	0,53	2,06	0,57	0,25	49,50
38	5	0,99	0,32	1,37	0,40	0,18	40,62
39	5	1,00	0,53	1,58	0,40	0,18	39,63
40	5	0,94	0,22	1,46	0,53	0,24	56,62
41	5	0,81	0,19	1,59	0,51	0,23	63,69
42	5	0,89	0,25	1,79	0,57	0,25	63,35
43	5	0,80	0,31	1,14	0,35	0,16	44,11
44	5	1,26	0,67	1,85	0,51	0,23	40,33
45	5	0,99	0,60	2,20	0,68	0,30	68,79
46	5	1,36	0,84	2,99	0,92	0,41	67,61
47	5	0,97	0,64	1,64	0,41	0,18	42,20
48	5	0,82	0,28	1,86	0,63	0,28	76,54
49	5	0,84	0,43	1,02	0,24	0,11	28,64
51	5	0,69	0,40	1,15	0,28	0,12	40,01
52	5	1,25	0,72	2,19	0,69	0,31	54,84
53	5	0,66	0,29	1,08	0,31	0,14	47,51

## 8. ŽIVOTOPIS

Sandra Crnković (dj. Saračević) rođena je 17. veljače 1967. godine u Bjelovaru, gdje je završila osnovnu i srednje škole, Centar za odgoj i usmjereno obrazovanje, pedagoški smjer, i srednju Glazbenu školu Vatroslava Lisinskog. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu upisala je 1986. godine, a diplomirala 1991. obranivši diplomski rad „Proučavanje stanja oštećenosti šumskog drveća za razdoblje 1988. – 1990. u Virovitičkoj Bilogori“. Iste godine počinje raditi kao pripravnica u Šumariji Bjelovar, kasnije u Odjelu za uređivanje šuma, a od 1996. godine u Odjelu za proizvodnju Uprave šuma Podružnice Bjelovar stručna je suradnica za rasadničarsku proizvodnju i sjemenarstvo.

Godine 2002. na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu obranila je znanstveni magistarski rad „Kvalitativne i kvantitativne osobine žira hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u sastojinama rijeke Česme“.

Akadske godine 2013./2014. upisala je poslijediplomski doktorski studij na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, smjer Uzgajanje šuma i lovno gospodarenje.

U svojstvu autora i koautora objavila je nekoliko znanstvenih i stručnih radova.

Aktivno je sudjelovala u znanstveno-stručnim savjetovanjima s međunarodnim sudjelovanjem: na savjetovanju „Uloga i značaj šumskog sjemena u obnovi šuma“, Zagreb, 2009., prezentirala je stručni rad „Dok ima sjemena, bit će i šume“, a na savjetovanju „Klimatske promjene i novi izazovi u proizvodnji kvalitetnog i staništu prilagođenog šumskog reprodukcijskog materijala“, Jastrebarsko, 2019., prezentirala je stručni rad „Šumski reprodukcijski materijal na području Uprave šuma Podružnice Bjelovar i Uprave šuma Podružnice Koprivnica u razdoblju 2009. – 2018. godine“.

Aktivno sudjeluje na projektu „Škola u šumi, šuma u školi“ u osnovnim i srednjim školama na području Bjelovara od samih početaka.

Ovlašteni je inženjer šumarstva u Hrvatskoj komori inženjera šumarstva i drvne tehnologije i članica Hrvatskog šumarskog društva Ogranak Bjelovar.

Udata je i majka sina Svena.