

Germinacija sjemenki medvjede lijeske (*Corylus colurna* L.)

Kuhar, Jan

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:081138>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-11**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Jan Kuhar

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

Germinacija sjemenki medvjede lijeske (*Corylus colurna* L.)

Završni rad

Osijek, 2023.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Jan Kuhar

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

Germinacija sjemenki medvjede lijeske (*Corylus colurna* L.)

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. dr.sc. Dejan Bošnjak, mentor
2. prof.dr.sc. Aleksandar Stanisavljević, član
3. izv. prof.dr.sc. Monika Marković, član

Osijek, 2023.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijek
Sveučilišni preddiplomski studij, smjer Hortikultura
Jan Kuhar

Završni rad

Germinacija sjemenki medvjede lijeske (*Corylus colurna* L.)

Sažetak: Primjena mehanizacije i herbicida nije u značajnoj mjeri smanjila potrebu za ručnim uklanjanjem izdanaka lijeske. Ovaj problem pokušava se riješiti cijepljenjem lijeske na podlogu medvjede lijeske (*Corylus colurna* L.) koja se najčešće dobiva iz sjemena. Cilj završnog rada usmjeren je na ispitivanje mogućnosti germinacije sjemenki medvjede lijeske pod utjecajem različitih tretmana sterilizacije i tretmana GA₃. Utvrđen je vrlo velik broj praznih ili bolesnih jezgri u pokusu (preko 70%). Na razini cijelog pokusa nakon ljuštenja utvrđeno je svega 22,9 % zdravih sjemenki koje su uključene u nastavak pokusa. Germinacija u pokusu kretala se u rasponu od 0 do 40 %. Tretman od 50 ppm/GA₃ rezultirao je najvećom germinacijom od 40 %. Na kraju ciklusa germinacije utvrđeno je veliko odumiranje jezgri na svim tretmanima od prosječno 74,3 %. Visok udio bolesnih i praznih jezgri te odumiranje jezgri tijekom perioda germinacije ukazuje na izrazito tešku propagacija medvjede lijeske putem sjemena. Daljnja istraživanja usmjeriti ispitivanju mogućnosti sterilizacije sjemenki većim koncentracijama korištenih sterilizanata ili drugim aktivnim tvarima. U našem istraživanju koncentracija gibberelinske kiseline od 50 mg/l (50 ppm) rezultirala je najvećim postotkom uspješnosti germinacije od 40 % u odnosu na sve ostale primijenjene koncentracije (0, 75 i 100 ppm).

Ključne riječi: lijeska, *Corylus colurna* L., germinacija, izdanci

28 stranica, 3 tablice, 19 grafikona i slika, 34 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen: u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Horticulture
Jan Kuhar

BSc Thesis

Seed Germination of Turkish Hazel (*Corylus colurna* L.)

Summary: The use of mechanization and herbicides did not significantly reduced the need for manual removal of hazelnut shoots. This problem is being solved by grafting hazelnuts onto Turkish hazelnut rootstock (*Corylus colurna* L.), which is mostly obtained from seeds. The aim of this thesis is focused to investigate the possibility of germinating Turkish hazelnut seeds under the influence of different sterilization pretreatments and GA₃ treatment. A very high number of empty or contaminated kernels were observed in the experiment (over 70 %). At the level of the whole experiment, after peeling, only 22.9 % of healthy kernels were found, which were included in the experiment. Germination in the experiment ranged from 0 % to 40 %. The treatment of 50 ppm GA₃ resulted with highest germination rate of 40%. At the end of the germination cycle, a high percentage of kernel mortality was observed in all treatments, averaging 74.3 %. A high proportion of diseased and empty kernels and the death of kernels during the germination period indicate an extremely difficult propagation of *Corylus colurna* L. from seeds. Further research should be focused on examining the possibility of sterilizing seeds with higher concentrations of used sterilant or other active substances. In our research, the concentration of 50 mg/l (50 ppm) gibberellic acid resulted in the highest percentage of germination success of 40% compared to all other concentrations applied (0, 75 and 100 ppm).

Key words: hazelnut, *Corylus colurna* L., germination, root shoots

28 pages, 3 tables, 19 figures, 34 references

Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	2
2.1 Lijeska (<i>Corylus avellana</i> L.) – značaj i problematika u uzgoju.....	2
2.2. Proizvodnja lješnjaka u Hrvatskoj i svijetu	4
2.3. Podloge za lijesku	5
2.3.1. <i>Corylus avellana</i> L.	5
2.3.2. <i>Corylus colurna</i> L.....	6
2.4. Cijepljenje lijeske	9
2.5. Perspektive.....	11
3. MATERIJAL I METODE.....	13
3.1. Cilj i postavljanje istraživanja.....	13
3.2. Biljni materijal u istraživanju, stratifikacija i ljuštenje sjemenki	13
3.3. Tretmani u istraživanju	14
3.3.1. Tretmani sterilizacije sjemenki.....	14
3.3.2. Tretmani u germinaciji sjemenki.....	16
3.4. Mjerenja u istraživanju i obrada podataka	18
4. REZULTATI I RASPRAVA	19
5. ZAKLJUČAK	25
6. POPIS LITERATURE	26

1. UVOD

Lijeska (*lat. Corylus avellana* L.) je grmolika biljka iz porodice breza (*lat. Betulaceae*). Smatra se da potječe iz Male Azije odakle se raširila po Europi i zapadnoj Aziji. Široko je rasprostranjen kultivar i preferira umjereno kontinentalnu i sredozemnu klimu. Specifičnost ove voćne vrste je u tome što cvate zimi, za razliku od ostalih voćnih vrsta koje cvatu u proljeće. Lijeska ima relativno dug životni vijek, počinje plodonositi u trećoj ili četvrtoj godini, a u puni rod dolazi u sedmoj ili osmoj.

Proizvodnja lješnjaka predstavlja značajnu granu voćarske proizvodnje kako u Hrvatskoj tako i u svijetu. U Hrvatskoj lijeska uz orah trenutno predstavlja voćnu vrstu s najvećim površinama (oko 8.000 ha) - najzastupljenija voćna kultura RH. Uzimajući u obzir navedeno, možemo reći da nam lijeska postaje strateška voćna kultura. Najveći svjetski proizvođači lješnjaka su Turska, Italija, Španjolska i SAD.

Većina proizvodnih površina pod lijeskom u Hrvatskoj i svijetu podignuta je sadnicama na vlastitom korijenu. Jedan od vodećih problema u uzgoju lijeske na vlastitom korijenu je intenzivna produkcija velikog broja izdanaka oko baze korijenovog vrata čije uklanjanje otežava i poskupljuje samu proizvodnju. Uslijed navedenog, već se duže vremena eksperimentira s podlogom medvjede lijeske (*Corylus colurna* L.) koja ne stvara intenzivno korijenove izdanke te omogućuje uzgoj lijeske u obliku stabla i gušći sklop sadnje. U RH trenutno nema intenzivne rasadničarske proizvodnje podloga medvjede lijeske ili je ona minorna. Većinom se sjeme ili sadni materijal (podloge ili gotovi cijepovi, *in vitro*) uvozi iz drugih zemalja koje nas okružuju. Razlozi ovakvog stanja uglavnom se temelje na zahtjevnoj germinaciji sjemenki, dormantnosti sjemena, slaboj klijavosti, dugom periodu klijanja te nedostatku *in vitro* tehnologije u proizvodnji sadnog materijala.

Cilj ovoga završnog rada usmjeren je na ispitivanje mogućnosti germinacije (klijanja) sjemenki medvjede lijeske (*Corylus colurna* L.) pod utjecajem različitih predtretmana sterilizacije sjemenki i tretmana giberelinom (GA₃).

2. PREGLED LITERATURE

2.1 Lijeska (*Corylus avellana* L.) – značaj i problematika u uzgoju

"Lijeska" je uobičajeni naziv za sve vrste roda *Corylus* koje pripadaju porodici breza (*Betulaceae*). Taksonomski je opisano 25 vrsta iz roda *Corylus* (Kasapligil, 1972.). Od svih njih samo se pet vrsta grmova i četiri vrste stablašica najčešće opisuju (Thompson i sur., 1996.). Vrste koje predstavljaju grmove su *C. avellana* (obična lijeska, Slika 1.), *C. americana* (američka lijeska), *C. cornuta* (kljunasta lijeska), *C. heterophylla* (azijska lijeska) i *C. sieboldiana* (azijska kljunasta lijeska); vrste stablašica su *C. colurna* (medvjeda lijeska), *C. jacquemontii* Decne. (indijska lijeska), *C. chinensis* (kineska lijeska) i *C. ferox* Wallich. (tibetanska lijeska). *Corylus* vrste široko su rasprostranjene u umjerenim područjima sjeverne hemisfere, od Japana, Kine, preko Mandžurije i Tibeta, Kavkaza, Turske, Europe i Sjeverne Amerike (Kasapligil, 1972.). To su listopadna stabla i grmovi. Sve vrste su jednodomne i oprašuju se vjetrom (Lagerstedt, 1975.). Broj kromosoma je $2n = 2x = 22$ (Thompson i sur., 1996.). Lijeska nije autohtona na južnoj hemisferi, odnosno autohtoni fosilni oblici još nisu otkriveni na tom području svijeta (Kasapligil, 1972.).



Slika 1. Grm obične lijeske - *Corillus avellana* L. (Izvor: <https://plants.westonnurseries.com>)

Europski lješnjak ili obična lijeska (*Corylus avellana* L) predstavlja genetski raznoliku vrstu s mnoštvom kultivara koji se koriste u komercijalne svrhe. Važniji komercijalni kultivari u Europi i Turskoj stoljećima su selekcijom odabirani iz lokalne divlje populacije ove vrste. Plodovi *C. avellana* su veliki, imaju tanju ljusku i jezgru izuzetne kvalitete. Obična lijeska (*Corylus avellana* L.) predstavlja važnu voćnu vrstu, prema FAOSTAT-u globalna proizvodnja 2020. iznosila je 848,605 tona lješnjaka u ljusci.

U prirodi, habitus obične lijeske (*Corylus avellana* L.) predstavlja veliki razgranati grm koji tijekom vegetacijske sezone stvara izdanke iz pupova smještenih pri bazi debla oko korijenovog vrata. Kako bi olakšali menadžment i mehanizirano branje u intenzivnim nasadima lijeske, uzgajivači lijesku rezidbom formiraju u obliku stabla, grmolike vaze (Slika 2.) i obične vaze. Svi navedeni uzgojni oblici zahtijevaju permanentno uklanjanje izdanaka koji se neprekidno pojavljuju svake vegetacijske sezone, a najintenzivnije u prvim godinama eksploatacije. U intenzivnoj proizvodnji, uklanjanje izdanaka važna je agrotehnička mjera koja zahtijeva primjenu određenih herbicida i/ili strojeva za ručno, odnosno mehaničko uklanjanje istih. Smanjenje dostupnosti učinkovitih herbicida (štetan utjecaj na okoliš, izbacivanjem i zabranom korištenja učinkovitih djelatnih tvari uslijed zabrane komisije EU) u proteklm godinama dovelo je do češćeg mehaničkog i ručnog uklanjanja izdanaka koji iziskuju dodatne troškove.

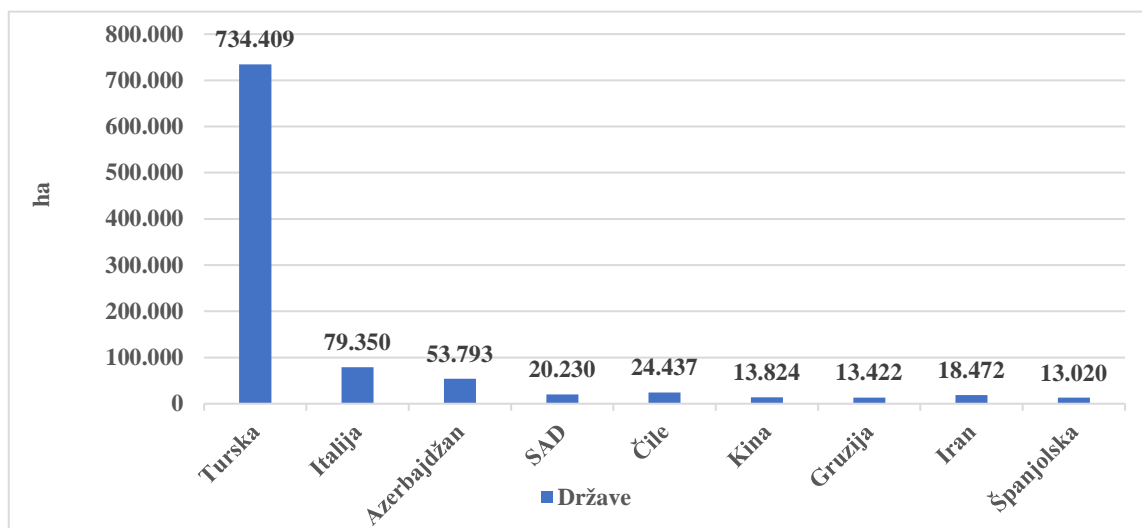


Slika 2. Uzgojni oblik lijeske - grmolika vaza (Izvor: <https://dvoristeivrt.com>)

2.2. Proizvodnja lješnjaka u Hrvatskoj i svijetu

Bošnjak i sur., (2011.) navode kako je interes za proizvodnju lješnjaka u RH značajno porastao tijekom 2000-ih godina, kada je država uvela poticajne mjere za podizanje nasada lješnjaka u obliku jednokratnih financijskih potpora. Nakon ukidanja državnog poticaja, proizvodnja lješnjaka je opadala sve do pristupanja Hrvatske Europskoj uniji. Ulazak u EU omogućio je poljoprivrednicima pristup fondovima, raznim mjerama i poticajima. Godine 2008. zabilježen je stalan rast površina nasada lijeske u Republici Hrvatskoj i taj se rast nastavio do danas. Podaci autora Vujević i sur., iz 2017. godine govore da je lješnjak postao četvrta najzastupljenija voćna vrsta u Hrvatskoj, s najvećim dijelom proizvodnje smještenim u kontinentalnom dijelu zemlje, posebice na obroncima Papuka, Krndije i Bilogore.

U razdoblju od 2012. do 2022. godine zabilježeno je kontinuirano povećanje površina pod nasadima lijeske u Republici Hrvatskoj prema podacima iz EUROSTAT-a. Godine 2012. površine zasađene lijeskom iznosile su 2776 hektara, dok je do 2017. taj broj porastao na 3840 hektara. U 2018. godini bilježimo daljnji porast na 4810 hektara, a 2019. godine 5530 hektara nasada. 2020. godine broj zasađenih površina sa lijeskom iznosi 6540 ha. U 2021. godini broj je porastao za 170 hektara, rast se nastavio 2022. godine dostigavši 8230 hektara. Cijena lješnjaka varira svake godine ovisno o stanju na tržištu, a najviša cijena zabilježena je 2015. godine s 3,68 eura po kilogramu. Izvoz lješnjaka bilježi postupan porast u posljednjih nekoliko godina, dok uvoz oscilira. Najveći svjetski proizvođači lješnjaka su: Turska, Italija, Azerbajdžan, SAD, Gruzija, Kina, Čile, Iran, Francuska, te Španjolska (Grafikon 1.).



Grafikon 1. Površine (ha) pod nasadima lijeske u svijetu, (Izvor: FAOSTAT)

Turska je vodeći proizvođač lješnjaka s udjelom od 73 % ukupne svjetske proizvodnje, te sudjeluje sa 82 % u izvozu (Jakobović, 2020.), zatim slijede Italija sa 9 %, Azerbajdžan sa 5 %, USA sa 5 %, Kina sa 2,5 %, te Čile, Iran, Francuska i Španjolska sa manje od 2 % (Król i Gantner, 2020.).

Turska je najveći proizvođač lješnjaka sa ukupno 735,409 hektara pod nasadima lijeske, te ostvaruje 776,046 tona. Prosječno 60 % proizvodnje lješnjaka usmjereno je na regiju istočnog Crnog mora, posebno u pokrajinama Ordu, Giresun i Trabzon. Plantaže lješnjaka u Italiji nalaze se na području Pijemonta, Avelina i na Siciliji. Procjenjuje se da je pod lješnjakom oko 79,350 ha. (FAOSTAT, 2019.)

2.3. Podloge za lijesku

2.3.1. Corylus avellana L.

Pregledom literature, interneta i dostupnih znanstvenih radova vidljivo je kako se istraživanja o mogućnosti uporabe određenih kultivara obične lijeske (*Corylus avellana L.*) kao podloge koje karakterizira snažan vigor i produkcija malog broja izdanaka permanentno provode već dugi niz godina. U Sjedinjenim Američkim Državama, istraživač Lagerstedt, (1975.) je postavio pokus na kultivaru Daviana kojeg je koristio kao kalem podlogu za kultivare Butler, Ennis, Jemtegaard 50, Lansing i Ryan. Jedno od prvih istraživanja na podlogama za lješnjak u Europi obavljeno je 1970. godine u Nebrosi, Sicilija (Italija). Četiri talijanske sorte: Carrello, Santa Maria del Gesù, Tonda Gentile delle Langhe i Tonda Romana cijepljene su na podlogu sicilijanske sorte Santa Maria del Gesù. Nakon 12 godina eksploatacije, stabla na vlastitom korijenu rezultirala su boljim vegetativnim i produktivnim karakteristikama u odnosu na stabla koja su bila cijepljena (Baratta i sur., 1990.). Na IRTA Mas Bové u sjeveroistočnoj Španjolskoj 1989. godine proveden je pokus sa kultivarom Negret kao plemkom u kombinaciji sa sedam podloga kultivara: Daviana, Gironell, Grifoll, Grifoll Fatarella, Merveille de Bolwiler, Queixal de Gos i Tonda Bianca. Odlični rezultat u pogledu vegetativnog rasta i manjeg zahtjeva bio je kod kombinacije kultivara Negret cijepljenog na podlogu sorte Tonda Bianca, a kasnije se selekcijom odabrana klonska podloga pod nazivom TB-690 (Tous i sur., 1996.). U Karaju (Iran) odabrani su lokalni genotipovi *C. avellana* kao podloge zbog svojih pozitivnih svojstava te tolerantnosti na sušu (Salimi i Hoseinova, 2012.). U genetskoj kolekciji "Le Cesse" u okolici jezera Lago di Vico

u pokrajini Viterbo (Italija), Cristofori i sur., (2014.) selekcijom su odabrali nekoliko kultivara koji su rezultirali produkcijom vrlo malog broja izdanaka: Closca Molla, Heynick's Zellernuss i Pallagrossa. Isti autori predložili su njihovu upotrebu kao podloge za cijepljenje drugih kultivara lješnjaka. Na Sveučilištu u Torinu selekcijom su odabrana dva klon bez izdanaka iz križanja Tonda Gentile delle Langhe kao ženskog roditelja s dva različita oprašivača (Valentini i sur., 2009.). U 2010. godini istraživači u Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) u Temucu (regija Araucanía, južni Čile) podigli su eksperimentalni nasad sa sadnicama na vlastitom korijenu i cijepljenim sadnicama. Glavna sorta bila je Tonda di Giffoni, a oprašivač Daviana. Oba kultivara cijepljeni su na podlogu BA-5, klon Chilean Barcelona. Njihov cilj istraživanja bio je smanjiti neproduktivno (juvenilno) razdoblje te poboljšati proizvodnju peludi i plodova. Preliminarni rezultati istraživanja ukazali su kako tehnikom cijepljenja možemo skratiti neproduktivno razdoblje sorte Tonda di Giffoni ali i povećati proizvodnju cvatova, odnosno peludi u usporedbi sa sadnicama na vlastitom korijenu (Ellena i sur. 2014.).

2.3.2. *Corylus colurna* L.

Corylus colurna L., poznata i kao medvjeda lijeska, predstavlja stablašicu koja pripada porodici Brezovki (*Betulaceae*). Medvjeda lijeska je autohtona vrsta koja se spontano u prirodi javlja u jugoistočnoj Europi i jugozapadnoj Aziji. Srednje je veliko stablo koje može narasti 15 do 25 metara visine (Slika 3.).



Slika 3. Stablo medvjede lijeske - *Corylus colurna* L., (Izvor: <https://arboretum.live>)

Ima široku, zaobljenu krošnju, kora je tamnosiva do svijetlosiva i uzdužno ispucana. Korijenov sustav je jak i dobro razvijen. Listovi su okruglasti i nazubljeni, na licu tamnozeleni, sjajni i glatki, a naličje im je svjetlije i dlakavo po nervaturi.

Cvjetovi su jednospolni i jednodomni. Muški cvjetovi su viseće rese duge 5 do 10 cm, dok su ženski cvjetovi mali pupoljci s njuškama tučka u obliku crvenih niti. Medvjeda lijeska cvate u ožujku i travnju, prije nego što se pojavi lišće. Plod medvjede lijeske je velik otprilike 1 do 2 cm, okruglast i malo spljošten. On se nalazi u plosnatoj ljusci koju obuhvaćaju nepravilno končasto izdijeljene niti koje su 2 do 3 puta duže od samog lješnjaka. Plodovi su obično skupljeni zajedno u skupine od 3 do 8 plodova koji dozrijevaju u rujnu (Mitrović, 2001).

Corylus colurna L. ima važnu ulogu kao podloga za cijepljenje drugih vrsta roda *Corylus*, posebice kultivara obične lijeske (*Corylus avellana* L.). Jedna od ključnih prednosti korištenja medvjede lijeske kao cjepne podloge je izostanak izdanaka. Izdanci su nepoželjni jer crpe energiju i hranjive tvari iz biljke, također povećavaju radne zahtjeve u nasadu zbog potrebe uklanjanja izdanaka te poskupljuju samu proizvodnju. Druga važna karakteristika je brzo zacjeljivanje cijepa, mjesta spajanja podloge i plemke koje je lako uočljivo zbog razlike u boji kore podloge i plemke što ujedno i olakšava proizvodnju sadnica. Osim što se koristi kao podloga za sadnice obične lijeske, medvjeda lijeska se široko uzgaja i kao ukrasno stablo u Europi te Sjevernoj Americi. Izuzetno je tolerantna na teške uvjete, što je i doprinijelo njenoj sve većoj zastupljenosti u urbanim sredinama.

Potencijal za cijepljenje (kalemljenje) lijeske primijećen je već 1841. godine (Lagerstedt, 1971.). Od tada mnogi su autori razmatrali upotrebu medvjede lijeske kao podloge te ispitivali mogućnost cijepljenja lijeske raznim metodama i tehnikama. Mnoga korisna saznanja o cijepljenju lijeske dolazi iz SAD-a, Oregona (Lagerstedt i Byers, 1969; Lagerstedt, 1971). Navedeni istraživači istaknuli su da medvjeda lijeska brzo zarasta i zacjeljuje s grančicama plemke testiranih kultivara. Odabir kultivara koji će se koristiti za cijepljenje je vrlo važan faktor. Spoj između medvjede i obične lijeske jasno je uočljiv uslijed razlika u boji i teksturi kore. Kultivari Brixnut i Halls Giant pokazali su izuzetnu kompatibilnost s medvjedom lijeskom. Godine 1930. rasadničari su isprobavali različite metode cijepljenja na podlogama *C. colurna*. Kasnije je *C. colurna* odbačen kao podloga zbog niskog postotka uspješnog cijepljenja. Pretpostavljalo se da je niska kompatibilnost između podloge i plemke uzrokovana visokim udjelom tanina u kori. Prema Lagerstedt, (1971), glavni razlog za lošu stopu uspješnosti u tom ranom razdoblju bila je neadekvatna

tehnika cijepljenja. U istraživanju koje je provedeno u Njemačkoj testirano je 25 kultivara lijeske s ciljem utvrđivanja kompatibilnost s *C. colurna* L. kao podlogom. Rezultati ukazuju na veliku kompatibilnost podloge sa svim testiranim kultivarima, a kod nekoliko je kultivara zabilježeno i povećanje prinosa (Lagerstedt, 1971).

Corylus colurna L. (medvjeda lijeska) ne stvara korijenove izdanke te se koristi kao podloga za cijepljenje s kultivarima europskog lješnjaka (*Corylus avellana* L.) ali i pojedinim hortikulturnim dekorativnim kultivarima (Lagerstedt, 1993.; Kosenko i Opalko, 2006.). Na ovaj način (cijepljenjem) moguće je izbjeći troškove radne snage, herbicida ili mehaničkog uklanjanja korijenovih izdanaka. Proizvodnja sadnica *C. colurna* iz sjemena vrlo je problematična. Uslijed specifičnih zahtjeva za stratifikacijom sjemena u rasadničarskoj proizvodnji ne može se proizvesti dovoljan broj sadnica ovom metodom (mali postotak klijanja sjemenki). Nautiyal i Tribathi (2004.) iznose rezultate uspješnost stratifikacije i klijanja sjemenki medvjede lijeske nakon 1 mjeseca od svega 38 %, a nakon 2 mjeseca od 58 %. Međutim, primjenom hormona GA₃ (giberelinska kiselina) povećali su uspješnost klijanja na 93 %, a uklanjanjem tvrde ljuske sa sjemenki (ljuštenjem) na čak 97 %.

Kako *C. colurna* L. ne stvara izdanke ili ih stvara s vrlo slabim intenzitetom, proizvodnja biljnog materijala vegetativnim metodama razmnožavanja (polijeganje i/ili reznice) je ograničena. Upotrebom sjemena u proizvodnji podloga ne osigurava se jednoličnost proizvedenih sadnica ili cijepova. Osim toga, ponekad je potrebno i dvije godine kako bih sjeme *C. colurna* L. potpuno proklijalo, te naredne dvije godine sadnicama kako bi dostigle idealne attribute za cijepljenje. Snažan korijen sadnice *C. colurna* L. otežava vađenje i pripremu sadnica za ponovno presađivanje (Kosenko, 2002.). Prema Šoškić, (2006.) cijepljene sorte na ovoj podlozi postižu oko 30 % veću bujnost, a samim time i razmaci sađenja moraju biti veći. *C. Colurna* je otporna na sušu i bolesti, te sa svim sortama lijeske ima dobru kompatibilnost. Za sadnju na podlozi medvjede lijeske u uvjetima gdje nema sustav navodnjavanja najbolji razmak je 6 – 4 m, a na vlastitom korijenu 5 – 4 m. Neka novija usmeno prenesena saznanja direktno od proizvođača ukazuju i na mogućnost podizanja nasada sa značajno manjim razmacima sadnje od čak 3 m unutar reda, a međuredni razmak mora biti prilagođen mehanizaciji i strojevima koji se koriste. (Slika 4.)



Slika 4. Nasad lijeske na *C. Colurna* (Osijek), (Izvor: Bošnjak i Kuhar, 2023.)

Ljuska sjemenki medvjede lijeske vrlo je debela i teško se lomi (Erdogan i Aygun, 2005.). Pri bazi sjemenke nalazi se veliki ožiljak koji doseže gotovo polovicu duljine ploda. Sjemenke obično zahtijevaju mirovanje i stratifikaciju u trajanju više od 6 mjeseci (Todorović, 2000.) ili čak 2 godine kako bih mogli iskljati (Lagerstedt i Byers, 1968.). Ovakvo dugo vrijeme klijanja zahtijeva pažljivo planiranje datuma sjetve te obavljanja agrotehničkih postupaka u rasadnicima, a nejednako nicanja i napredak sadnica samo povećava uzgojne napore.

2.4. Cijepljenje lijeske

Postoje različite tehnike i metode cijepljenja lijeske s različitim rezultatima uspješnosti. Lagerstedt (1981.), napravio je veliki napredak u razmnožavanju i cijepljenju lijeske razvojem metode "grijanja kalusa" (*engl.* Hot Callus), jednostavne i uspješne metode koja aplicira toplinu na cijepljeni dio (spoj – kalus), a koristi se na otvorenom ili negrijanom prostoru tijekom zime. Pomoću ove metode, održava se toplina potrebne za razvoj kalusa na području cijepa (27 °C tijekom 21 do 28 dana), dok korijenov sustav podloge i pupoljci iznad cijepa na plemki ostaju mirovati pri nižim temperaturama. Pomoću ove metode, koja ima stopu uspješnosti veću od 90 %, moguće je proizvesti veći broj cijepova. Kod ove metode važno je imati dobro ukorijenjene podloge te održavati vlagu piljevine koja okružuje korijen. Spoj ili cijep (kalem) također mora biti potpuno zaštićen i omotan gumicama, plastičnim trakama ili samoljepljivom trakom. Visoku uspješnost u proizvodnji putem ove metode

iznose i neki dugi istraživači (Valentini i sur., 2007.; Tous i sur., 2009.; Rovira i sur., 2014.; Ellena i sur., 2014.).

Španjolski istraživački institut IRTA Mas Bové koristi tehniku cijepljenja okuliranjem tzv. čip okulacija (*engl.* Chip Budding) koja daje vrlo dobre rezultate. Ova tehnika okulacije može se obavljati u proljeće (travanj/svibanj) ili ljeti (kolovoz/rujan). Proljetna okulacija zahtijeva prikupljanje reznica (pupovi) plemki tijekom zime (siječanj), zamatanje istih u plastične vrećice (vlaga) i čuvanje u hladnjači na oko 4 °C. Petnaest dana nakon proljetne okulacije iz umetnutog pupa počinje izbijati novi porast. Za ljetnu okulaciju potrebni su pupovi iz iste vegetacijske sezone (spavajući). Podloge ali i stabla s kojih se prikupljaju reznice plemki moraju biti aktivna, a kora se mora lako odvajati. U ovom slučaju, pupovi (plemke) će ostati u mirovanju sve do sljedećeg proljeća (Slika 5.).



Slika 5. Čip okulacija (*engl.* Chip Budding) na *C. colurna* (Izvor: [www.youtube.com/Ienapixel Channel](http://www.youtube.com/IenapixelChannel))

Lijesku je moguće cijepiti i tehnikom kopulacije, odnosno spajanja grančica (podloge i plemke) iste debljine. Najčešća korištena tehnika cijepljenja putem kopulacije naziva se cijepljenje na engleski spoj (Slika 6.). Ova tehnika polučuje visoku uspješnost, a provodi se u travnju prije početka vegetacije (Ninić-Todorović i sur., 2006.). Pojedini rezultati istraživanja ukazuju kako tehnika cijepljenja nema značajan utjecaj na daljnju dinamiku rasta sadnice (cijepa). Sve tehnike osiguravaju pravilno zacjeljivanje cijepa te jednaki razvoj

sadnica (Blagoeva i Nikolova, 2010.). Stančević i Bugarčić (1983.) navode da se cijepljenje navedenim tehnikama u domaćoj rasadničarskoj praksi nije primjenjivalo, a kao razloge navode kompliciranost tehnike i iziskivanje dodatnih troškova u rasadnicima.



Slika 6. Cijepljenje na engleski spoj (Izvor: <https://skogstrdgrden.stjrnsund.nu/>)

2.5. Perspektive

Usljed povećane svijesti o zdravstvenim prednostima i benefitima uključivanja lješnjaka u prehranu, trend potražnje za ovim plodovima kontinuirano raste. Lješnjaci predstavljaju bogat izvor raznih hranjivih tvari, uključujući proteine, vlakna, vitamine, minerale, a bogati su i zdravim masnoćama, posebice mononezasićenim i polinezasićenim masnim kiselinama. Znanstvene spoznaje sugeriraju kako konzumacija lješnjaka može doprinijeti smanjenju rizika od srčanih bolesti, poboljšanju kognitivnih funkcija i održavanju zdravlja kože.

Potruga za novim podlogama bez izdanaka za njihovu upotrebu u intenzivnim nasadima lijeske se nastavlja i dalje. Hibridi *C. chinensis* x *C. avellana* u istraživačkom i selekcijskom radu ispoljuju veliki potencijal (Molnar, 2011.; Germain i Sarraquigne, 2004.). Sjemenke *C. chinensis* razvijaju snažniji, veći i vlasasti korijenov sustav za razliku od *C. colurna*. *C. chinensis* kao ženski roditelj lakše se hibridizira s *C. avellana*, a rezultira znatno manjim

brojem praznih sjemenki za razliku od *C. colurna* (Erdogan i Mehlenbacher, 2000.) U Čileu, 2014. godine istraživački centar INIA u Temucu pokrenuo je program odabira klonova *C. avellana* koji stvaraju vrlo malo izdanaka. Do sada su odabrana dva obećavajuća klona, SELFE J i SELFE B. Ovi klonovi razmnožavaju se *in vitro* te će bit poslani u Italiju na evaluaciju za Europske agroekološke uvijete. U Čileu se također razmnožavaju cijepovi kultivara Tonda di Giffoni na podlozi Dundee i Anders 50 namijenjeni za istraživačke pokuse na različitim agroekološkim lokacijama. Ova istraživačka aktivnost dio je projekta podržanog od strane Ferrera (Rovira, 2021.). U posljednjih 10 godina povećao se interes za podlogama lijeske u istraživačkoj zajednici, ali također i u proizvodnom sektoru. Španjolski rasadničarski sektor proizvodi cijepljenu lijesku, ali ne dovoljno da zadovolji potražnju proizvođača. Izvješća govore da su neki španjolski rasadnici zatražili 100.000 Dundee sadnica godišnje, a one se razmnožavaju jedino putem *in vitro* tehnike u Španjolskoj.

U Srbiji se u rasadnicima godišnje proizvode oko 50.000 sadnica samo podloge *C. colurna* i 30.000 do 50.000 cijepljenih sadnica (cijepova). U 2021. godini talijanski rasadnici proizveli su 100.000 do 150.000 sadnica cijepljenih na *C. colurna* te 30.000 do 40.000 sadnica podloge *C. colurna*. U Srbiji je podignuto više od 1.000 ha nasada lijeske cijepljenih na *C. colurna*, a u Tarragoni (Španjolska) mladi uzgajivači rekonstruiraju komercijalne nasade starije od 70 do 80 godina s cijepljenim sadnim materijalom. Trenutno je u tom području uspostavljeno gotovo 150 ha intenzivnih nasada s cijepljenim sadnicama na medvjedoj lijeski. Rasadnici i proizvođači u Portugalu, Francuskoj i Italiji također pokazuju interes za sadnju cijepljene lijeske. Upotrebe cijepljenih sadnica u tehnologiji uzgoja lijeske olakšava upravljanje nasadom ali i transformira sami krajolik uzgojnog područja, posebice gdje je lijeska tradicionalno rasla kao grm (Rovira, 2021.).

3. MATERIJAL I METODE

3.1. Cilj i postavljanje istraživanja

Za izradu ovog završnog rada prikupljena je i proučena sva dostupna literatura vezana za temu klijanja, odnosno germinacije sjemenki medvjede lijeske. Literatura vezana uz ovu temu na hrvatskom jeziku je vrlo oskudna te su korišteni strani stručni i znanstveni časopisi, internetske stranice i dostupni interni podaci s našeg Sveučilišta (UNIOS – FAZOS).

Istraživanje je obavljeno u *in vitro* laboratoriju za voćarstvo na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek (FAZOS). Laboratorij je prvenstveno namijenjen za rad na kulturi tkiva (mikropropagacija), a sadrži klima komoru, laminar, autoklav i svu ostalu opremu potrebnu za uspješno provođenje istraživanja i eksperimentalnih analiza na voćarskim kulturama.

Cilj ovoga završnog rada usmjeren je na ispitivanje mogućnosti germinacije (klijanja) sjemenki medvjede lijeske (*Corylus colurna* L.) pod utjecajem različitih predtretmana sterilizacije i tretmana giberelinom (GA₃).

3.2. Biljni materijal u istraživanju, stratifikacija i ljuštenje sjemenki

Biljni materijal u ovom istraživanju je prikupljen sa stabala unutar dvorišta Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek (FAZOS). U dvorištu FAZOS-a nalaze se dva stabla medvjede lijeske (*Corylus colurna* L.) starosti oko 15 do 20 godina (Slika 7.), a koja čine parkovnu kulturu Sveučilišnog kampusa.



Slika 7. Stabla medvjede lijeske (*Corylus colurna* L.) FAZOS, Osijek (Izvor: Kuhar, 2023.)

Sjemenke medvjede lijeske u ovom istraživanju prikupljene su tijekom fiziološke zrelosti u rujnu, 2022. godine. U laboratoriju se pristupilo površinskoj dezinfekciji sjemenki otopinom natrijeva hipoklorita (komercijalni naziv Cekina, < 5 % NaOCl) u koncentraciji od 15 % kroz 2 sata, a zatim ispiranju u tekućoj vodi.

Stratifikacija prikupljenih i dezinficiranih sjemenki medvjede lijeske provedena je u vlažnom pijesku u mraku na niskim temperaturama unutar hladnjaka (5 °C) te je trajala do ožujka, 2023. godine (6 mjeseci). Nakon stratifikacije pristupilo se natapanju sjemenki kroz 24 h s ciljem omekšavanja ljuske plodova te ručnom ljuštenju (krckanju), sterilizaciji i aplikaciji tretmana giberelinskom kiselinom (Slika 8.).



Slika 8. Ljuštenje plodova nakon natapanja, FAZOS (Izvor: Kuhar, 2023.)

3.3. Tretmani u istraživanju

3.3.1. Tretmani sterilizacije sjemenki

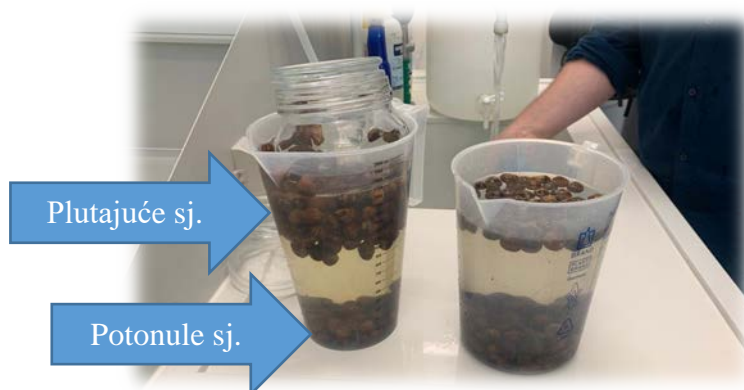
Sterilizacija (dezinfekcija) sjemenki u istraživanju provedena je kroz dva (sterilizacija 1 i sterilizacija 2) različita ciklusa (Tablica 1). U prvoj fazi ispiranja sve su sjemenke isprane pod tekućom vodom te oprane s laboratorijskim deterdžentom (T-Rex, 20 %) i u konačnici isprane s destiliranom vodom kroz 10 minuta.

Sterilizacija 1. uključivala je natapanje sjemenki s ljuskom kroz 24 sata u otopini koja je sadržavala kombinaciju fungicida s aktivnom tvari Captan (3 g/L) te fosetil i propamokarb (2 ml/L) nakon čega je slijedilo ispiranje i ljuštenje sjemenki. Ovim ciklusom osim sterilizacije cilj je bio omekšati ljusku sjemenki (natapanje) za lakše ljuštenje.

Tablica 1. Primijenjena sredstva za dezinfekciju u istraživanju

	Sredstva i koncentracije	Vrijeme
Ispiranje	Voda	10 min
	T-Rex (20 %)	
	Destilirana voda	
Sterilizacija 1.	Captan (3 g/L) Fosetil i propamokarb (2 ml/L)	24h
Sterilizacija 2.	Captan (3 g/L)	30 min
	Al-fosetil (2 g/L)	
	Kasugamicin hidroklorid hidrat (2,3 %)	
	Amoksicilin (0,2 mg/L) Fosetil i propamokarb (2 ml/L)	
Ispiranje	Voda	10 min

Nakon 24 sata potrebnih za sterilizaciju 1. svi plodovi su isprani u tekućoj vodi kroz 10 minuta. Selekcija sjemenki za idući ciklus sterilizacije 2. izvršena je prilikom ispiranja, odnosno izdvojene su i u daljnji ciklus uključene sve sjemenke koje su potonule, a isključene one koje su ostale plutati na površini vode (Slika 9.).



Slika 9. Natapanje lješnjaka u vodi, FAZOS (Izvor: Kuhar, 2023.)

Sterilizacija 2. je primijenjena nakon ljuštenja potonulih sjemenki, a uključivala je uranjanje zdravih jezgri u kombinaciju fungicida s aktivnom tvari: captan 3 g/L, Al-fosetil 2 g/L i fosetil i propamokarb 2 ml/L, te antibiotika: kasugamicin hidroklorid hidrat 2,3 % i amoksicilina 0,2 mg/L kroz 10 minuta (magnetna miješalica). Nakon postavljanja jezgri u plastične germinacijske posude (Slika 10.) pristupilo se dodatnoj aplikaciji ove kombinacije fungicida i antibiotika u cilju sprječavanja naknadne kontaminacije tijekom samog perioda germinacije sjemenki.



Slika 10. Postavljanje sjemenki u germinacijske posude (Izvor: Kuhar, 2023.)

3.3.2. Tretmani u germinaciji sjemenki

Nakon ljuštenja i sterilizacije jezgre pristupilo se aplikaciji tretmana giberelinske kiseline u istraživanju. Tretmani su uključivali primjenu biljnog hormona GA₃ (Giberelinska kiselina, CAS: 77-06-5, Duchefa biochemie, Nizozemska) u različitim koncentracijama (Tablica 2.).

Tablica 2. Tretmani GA₃ u istraživanju

Tretman	Koncentracija	Naknadna aplikacija GA ₃
K - kontrola	0 ppm	-
T1	50 ppm	+
T2	75 ppm	+
T3	100 ppm	+
T4	50 ppm	-
T5	75 ppm	-
T6	100 ppm	-

Giberelinska kiselina otopljena je s 1 ml etanola (70 %) i razrijeđena do željene koncentracije sterilnom redestiliranom vodom za svaki primijenjeni tretman.

Nakon ljuštenja sve zdrave sjemenke (jezgre) na svim tretmanima bile su uronjene u korištene koncentracije giberelinske kiseline (50, 75 i 100 ppm) kroz 24 sata (Tablica 2.). Nakon 24 sata natapanja giberelinskom kiselinom pristupilo se postavljanju sjemenki u plastične posude za germinaciju na vlažni papir. Svaki tretman uključivao je 20 sjemenki unutar posude, ukupno 140 sjemenki u pokusu (Slika 10.).

Kontrolni tretman nije uključivao primjenu giberelinske kiseline. Tretmani T1, T2 i T3 uključivali su naknadnu aplikaciju (+) primijenjene koncentracije GA₃ (Tablica 2.). Filter papir koji je pokrивao jezgre dodatno je nakapan s 1 ml korištene koncentracije otopine giberelinske kiseline (T1 - 50, T2 - 75 i T3 - 100 ppm) s ciljem ispitivanja utjecaja izloženosti sjemenki giberelinskoj kiselini tijekom cijelog perioda germinacije (Slika 11.).



Slika 11. Naknadna aplikacija GA₃ na pokrovni filter papir, FAZOS, (Izvor: Kuhar, 2023.)

Po završetku sve posude (tretmani) postavljeni su u klima komoru na temperaturu od $23 \pm 0,5$ °C u uvjetima mraka kroz prvih 7 dana (tamna faza), a nakon 7 dana posude su izložene svjetloj fazi, odnosno fotoperiodu 16/8 (Slika 12.).



Slika 12. Postavljanje posuda za germinaciju – svjetla faza, FAZOS, (Izvor: Kuhar, 2023.)

3.4. Mjerenja u istraživanju i obrada podataka

Nakon 24 sata, po završetku sterilizacije 1. pristupilo se mjerenju postotka potencijalno zdravih, bolesnih i šupljih plodova. Izdvojene su sve sjemenke koje su potonule od onih koje su ostale plutati na površini vode. Iste su oljuštene te se pristupilo analizi broja zdravih i bolesnih jezgri te broja praznih sjemenki (šupljih, bez jezgre) na obje kategorije.

- Udio zdravih, bolesnih i praznih (šupljih) plodova

Uspješnost germinacije analizirana je vizualno tijekom 30 dana (4 mjerenja – svakih 7 dana):

- Pojava klice na jezgri
- Pojavnost kontaminacije na jezgri
- Broja neživih jezgri

Obrada i prikaz dobivenih podataka obavljena je uz pomoć kompjutorskog programa Microsoft Excel 2016.

4. REZULTATI I RASPRAVA

U tablici 3. prikazana je dinamika germinacije (pojavnost klice) sjemenki za sve primijenjene tretmane kroz cijeli period pokusa (4 tjedna).

Na kontrolnom tretmanu tijekom prvog tjedna pokusa nije došlo do germinacije niti jedne jezgre (0). Tijekom drugog (1) i trećeg (1) tjedna došlo je do germinacije ukupno dvije jezgre, dok je u zadnjem, odnosno četvrtom tjednu isključalo dvije (2) nove jezgre. Ukupan broj isključanih jezgri na kraju pokusa iznosio je 4 od 20 sjemenki (4/20) što rezultira uspješnosti germinacije od 20 %.

Tretman T1 koji je sadržavao koncentraciju GA₃ od 50 ppm te koji je i naknadno apliciran (nakapan) s GA₃ (+) u istoj koncentraciji, nakon prvog tjedna rezultirao je tek s jednom (1) isključanom jezgrom. Nakon dva tjedna nije uočena pojava klice na preostalim jezgrama (0) kod ovog tretmana. U trećem tjednu isključale su četiri (4) nove jezgre, a u zadnjem tjednu (4. tjedan) samo jedna (1) jezgra. Sumarno, nakon 4 tjedna germinacije ukupan broj isključanih jezgri iznosio je 6 od 20 (6/20) što nas upućuje na uspješnost tretmana od 30 %.

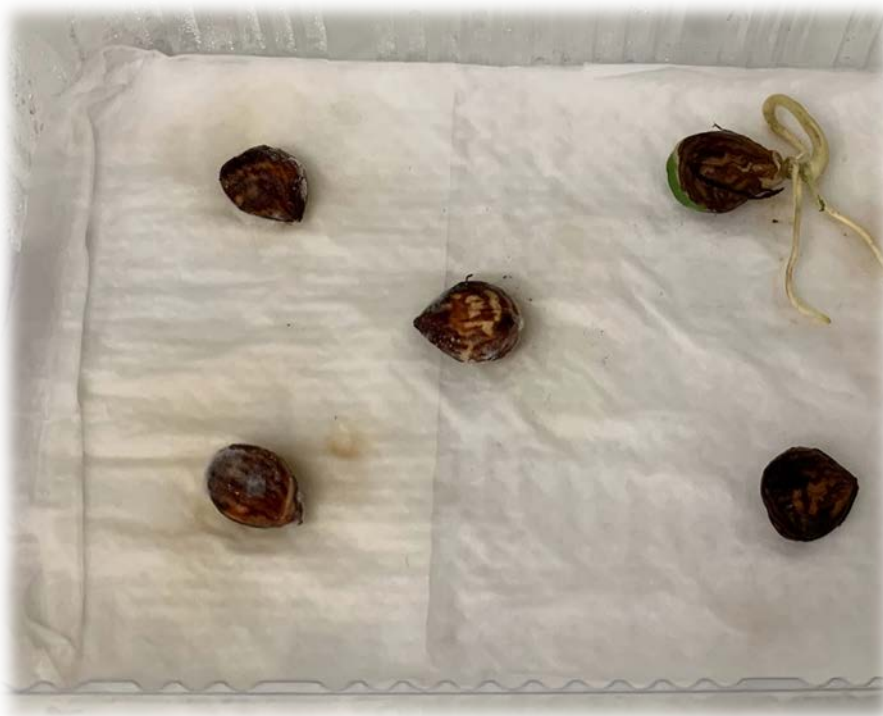
Tablica 3. Uspješnost germinacije sjemenki *Corylus colurna* L. po tretmanima

Tretmani	Period germinacije				Ukupni broj isključanih sjemenki	Postotak germinacije - uspješnost (%)
	1. tjedan	2. tjedan	3. tjedan	4. tjedan		
K - kontrola	0	1	1	2	4	20 %
T1 - 50 ppm +	1	0	4	1	6	30 %
T2 - 75 ppm +	0	0	0	1	1	5 %
T3 - 100 ppm +	0	1	0	2	3	15 %
T4 - 50 ppm -	0	2	5	1	8	40 %
T5 - 75 ppm -	0	0	0	0	0	0 %
T6 - 100 ppm -	1	3	2	0	6	30 %

Na tretmanu T2 – koncentracije 75 ppm/GA₃ koji je i naknadno apliciran otopinom iste koncentracije GA₃ (+) nije primijećeno klijanje jezgri (0) kroz prva tri tjedna germinacije. U zadnjem, odnosno četvrtom tjednu germinacije isključala je tek jedna (1) jezgra. Po završetku, ukupan broj isključanih jezgri iznosio je 1 od 20 (1/20), što ovaj tretman čini uspješnim od svega 5%.

Tretman T3, koncentracije 100 ppm/GA₃ koji je također naknadno apliciran s GA₃ (+) tijekom prvog tjedna nije rezultirao klijanjem (0). U drugom tjednu primijećena je jedna (1) isključana jezgra, a tijekom trećeg tjedna nije zapažena pojava novih klica (0). U četvrtom tjednu primijećena je pojava svega dvije (2) nove isključane jezgre. Ukupan broj isključanih jezgri kod ovog tretmana iznosio je tri od ukupno 20 testiranih (3/20), a postotak uspješnosti iznosi 15 %.

Tretman T4 koji je sadržavao koncentraciju GA₃ od 50 ppm te nije naknadno nakapan s GA₃ (-), nakon prvog tjedna rezultirao je sa nula (0) isključanih jezgri. U drugom tjednu primijećeno je dvije (2), a u trećem čak pet (5) novih isključanih jezgri. Također i u zadnjem, odnosno četvrtom tjednu pojavila se još jedna (1) isključana jezgra (Slika 13.). Ukupan broj isključanih jezgri bio je 8 od ukupno 20 (8/20), a uspješnost germinacije bila je najveća u istraživanju te je iznosila 40 %.

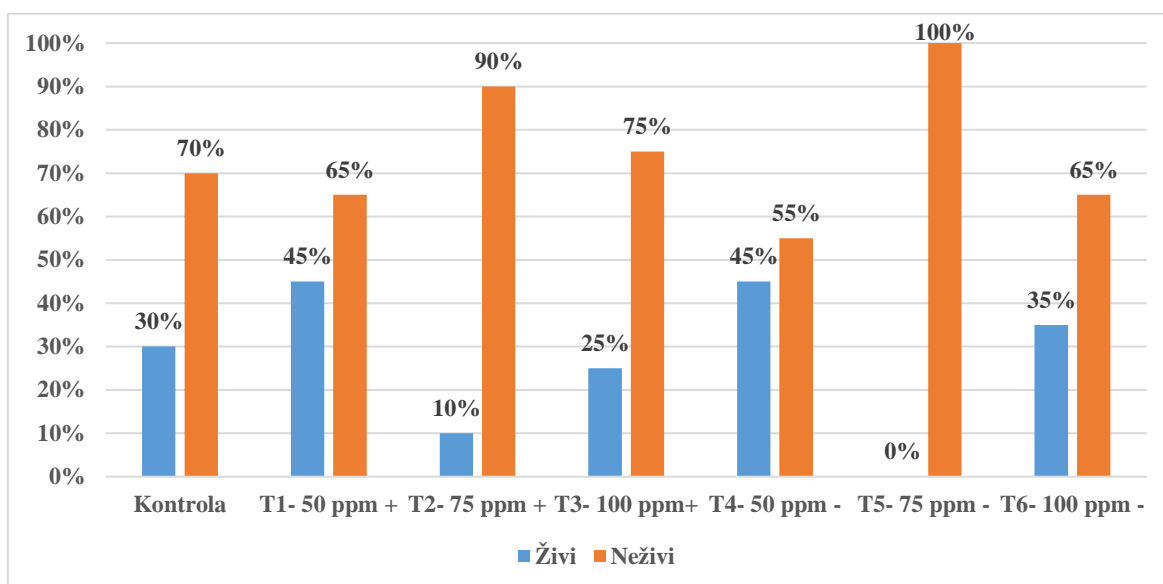


Slika 13. Germinacija sjemenke u zadnjem tjednu pokusa, tretman T4 – 50 ppm - (Izvor: Kuhar, 2023.)

Na tretmanu T5 – 75 ppm/GA₃ bez naknadnog apliciranja giberelinske kiseline (-) tijekom cijelog perioda pokusa, odnosno kroz četiri tjedna nije došlo do pojave klice (0) niti na jednoj jezgri. Ukupan broj isključanih jezgri iznosi nula (0/20) pa je tako i uspješnost ovoga tretmana 0 % što ovaj tretman čini najlošijim u istraživanju.

Tretman T6 koji je sadržavao koncentraciji od 100 ppm/GA₃ i nije naknadno apliciran s GA₃, u prvome tjednu germinacije rezultirao je s jednom (1) isključanom jezgrom. U drugome tjednu pojavile su se tri (3) nove isključane jezgre, a nakon trećeg tjedna dvije (2). Tijekom zadnjeg četvrtog tjedna nije došlo do klijanja novih jezgri (0). Ukupan broj isključanih jezgri na ovom tretmanu bio je 6 od ukupno 20 (6/20) što rezultira uspješnosti tretmana od 30%.

U grafikonu 2. prikazan je postotak živih i neživih plodova (jezgri) po tretmanima na kraju pokusa.



Grafikon 2. Postotak živih i neživih jezgri po tretmanima nakon 4 tjedna germinacije

Prema grafikonu 2. nakon 4 tjedna germinacije (kraj pokusa) na kontrolnom tretmanu postotak živih jezgri iznosio je 30 %, dok je ostalih 70 % jezgri bilo neživo (odumrle jezgre – trule, bolesne). Tretman T1 – 50 ppm/GA₃ koji je uključivao i naknadnu aplikaciju GA₃ (+) na kraju pokusa rezultirao je s 45 % živih jezgri, odnosno 65 % neživih jezgri. Tretman T2 - 75 ppm/GA₃ koji je naknadno apliciran s GA₃ (+) rezultirao je vrlo malim postotkom živih jezgri od svega 10 % i visokim postotkom neživih od 90 %. Na tretmanu T3 - 100 ppm/GA₃ s naknadnom aplikacijom GA₃ (+) postotak živih jezgri na kraju pokusa iznosio

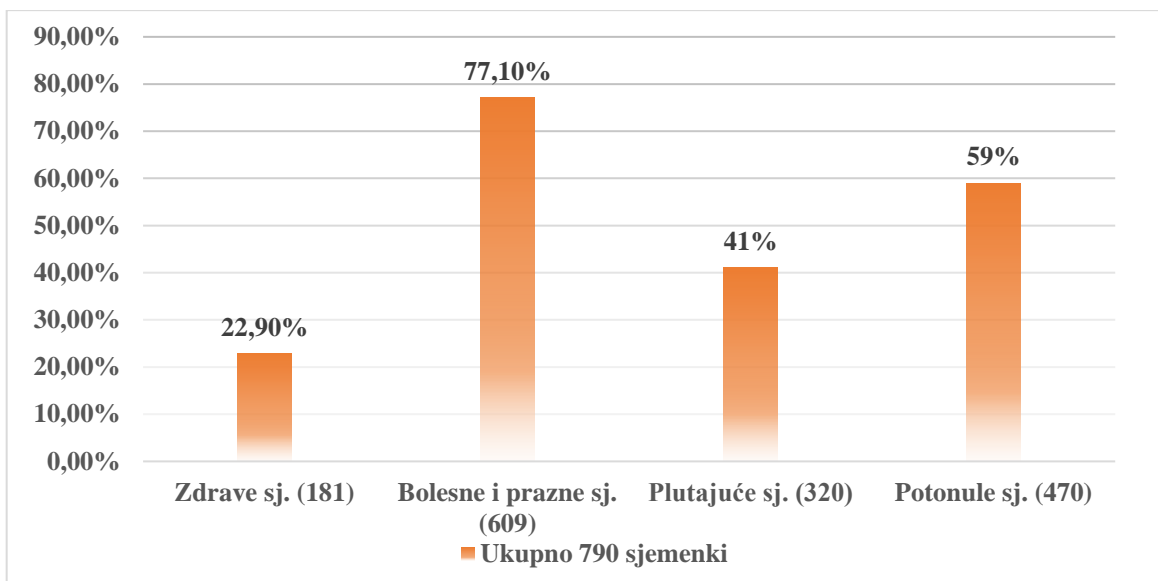
je 25 %, odnosno 75 % neživih. Tretman T4 - 50 ppm/GA₃ bez naknadne aplikacije GA₃ (-) rezultirao je s 45 % živih i 55 % neživih jezgri, a tretman T5- 75 ppm/GA₃ bez naknadne aplikacije GA₃ (-) s 0 % živih i 100 % neživih. Tretman T6 - 100 ppm/GA₃ bez naknadne aplikacije GA₃ (-) rezultirao je sa 35% živih i 65% neživih.

Prema iznesenim rezultatima vidljivo je vrlo veliko odumiranje jezgri na svim tretmanima u istraživanju (Slika 14.). Valja napomenuti da su sve jezgre koje su bile uključene u pokus (140) bile vitalne, tvrde i zdrave (bez znakova bolesti) ali nakon 4 tjedna došlo je odumiranja većine jezgri kod svih tretmana. Odumiranje se kretalo u rasponu od 55 do 100 % (Grafikon 2.), odnosno prosječno 74,3 %.



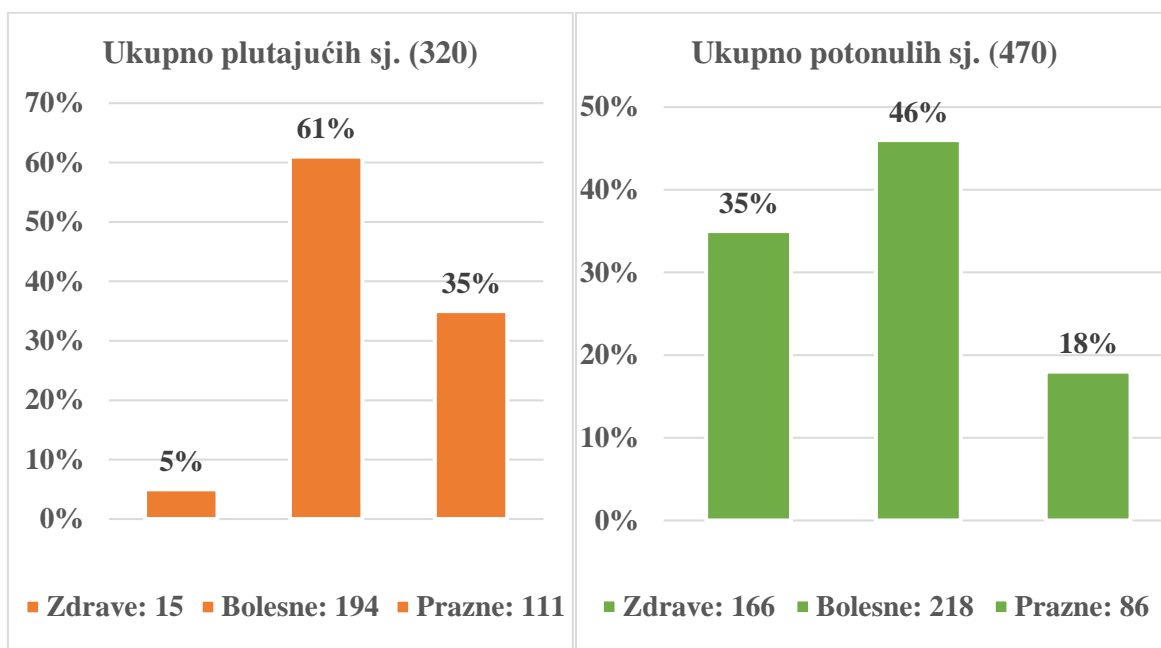
Slika 14. Vitalne sjemenke na početku pokusa (a) i odumrle nežive (b) sjemenke na kraju pokusa nakon 4 tjedna, (Izvor: Kuhar, 2023.)

Tijekom postavljanja pokusa i nakon sterilizacije u cilju bolje selekcije potencijalno zdravih jezgri, sve prikupljene sjemenke ostavljene su u vodi kroz 24 sata (natapanje). Nakon natapanja samo one sjemenke koje su potonule uključene su u daljnji tijek pokusa. U grafikonu 3. prikazan je omjer prikupljenih sjemenki nakon selekcije na plutajuće i potonule sjemenke. Ukupan broj sjemenki iznosio je 790 komada. Broj sjemenki koje su ostale na površini vode nakon 24 sata natapanja iznosio je 320 komada, a broj onih koje su potonule 470 komada. Iz grafikona 3. vidljiv je veći udio potonulih sjemenki (59 %) koje su oljuštene, a sve zdrave jezgre ove kategorije uključene su u daljnji tijek pokusa. Također, obavljeno je i ljuštenje plutajućih sjemenki (41 %) s ciljem provjere broja potencijalno zdravih jezgri i u ovoj kategoriji. Na razini cijelog pokusa utvrđeno je svega 181 zdrava sjemenka što iznosi 22,9 % od ukupno prikupljenih sjemenki u istraživanju, odnosno 77,1 % bolesnih i praznih sjemenki (609).



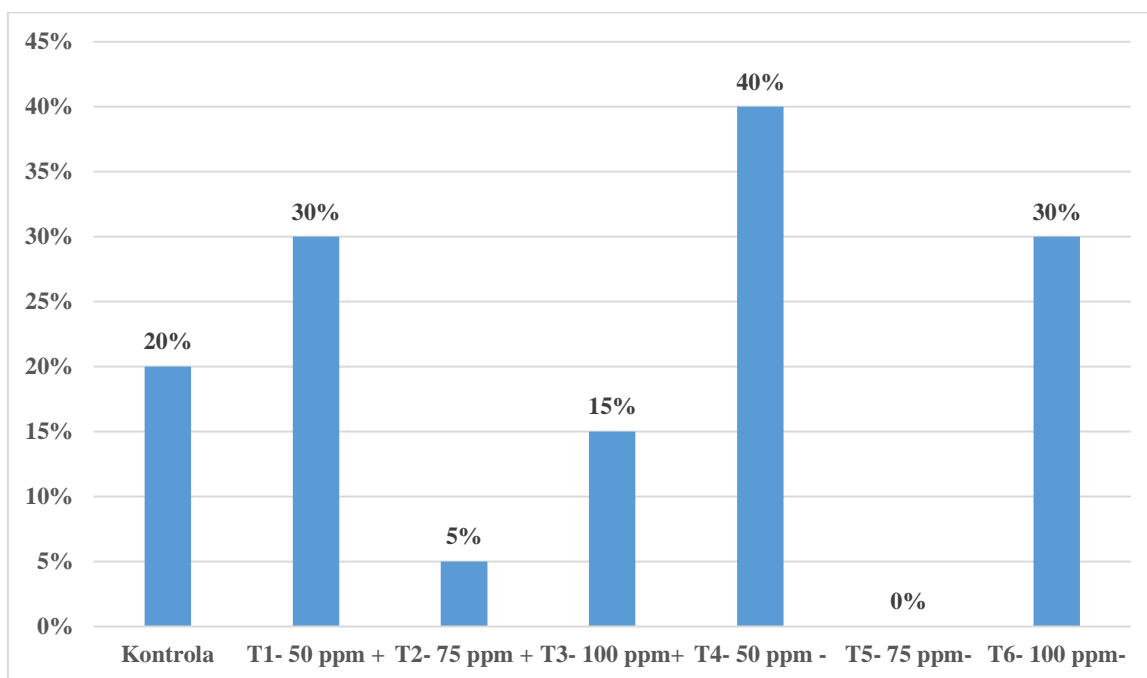
Grafikon 3. Udio zdravih, bolesnih i praznih sjemenki te omjer plutajućih i potonulih sjemenki nakon kvašenja u pokusu

Kako bih potvrdili pretpostavku da su plutajuće sjemenke nežive (bolesne, šuplje ili prazne - bez jezgre) iste su oljuštene te se izračunao udio praznih, bolesnih i zdravih sjemenki. Prema grafikonu 4. vidljiva je točnost naše pretpostavke, odnosno udio zdravih iznosio je svega 15 od 320 sjemenki (5%), te 194 (61%) bolesnih i 111 (35%) praznih sjemenki. Na osnovu iznesenih rezultata u budućih istraživanja preporuka je isključiti sve plutajuće sjemenke iz pokusa.



Grafikon 4. Plutajuće i potonule sjemenke – udio zdravih, bolesnih i praznih plodova

Sjemenke koje su potonule također su oljuštene, a vrijednosti si bile sljedeće: od ukupno 470 plodva, zdravih je bilo 166, bolesnih 218 i praznih 86 sjemenki. Navedene vrijednosti ukazuju na vrlo visok postotak bolesnih jezgri (46 %), ali s većim postotkom zdravih (35%) jezgri, odnosno manjim postotkom (18 %) praznih plodova u odnosu na plodove koji su ostali plutati na vodi (Grafikon 4.).



Grafikon 5. Utjecaj koncentracije GA₃ na germinaciju sjemenki *Corylus colurna* L.

U grafikonu 5. prikazan je utjecaj primijenjenih koncentracija GA₃ (tretmana) na germinaciju sjemenki *Corylus colurna* L. u našem istraživanju. Germinacija na razini cijelog pokusa kretala se u rasponu od 0 do 40 %. Najveći postotak germinacije zabilježen je kod tretmana T4 – 50 ppm/GA₃ koji nije uključivao naknadnu aplikaciju GA₃ (-) što ujedno ovaj tretman čini najuspješnijim. Tretmani T1 – 50 ppm/GA₃ s naknadnom aplikacijom GA₃ (+) i T6 – 100 ppm/GA₃ bez naknadne aplikacije GA₃ (-) rezultirali su s 30 % uspješnosti. Kontrolni tretman rezultirao je s 20 %, a tretman T3 – 100 ppm/GA₃ koji je naknadno apliciran GA₃ s 15 % germinacije. Najmanja germinacija dobivena je na tretmanima T2 (5 %) i T5 jedinom tretmanu na kojem nije došlo do germinacije niti jedne jezgre (0 %).

5. ZAKLJUČAK

Lijeska u RH postala je vodeća voćna kultura po pitanju proizvodnih površina. Uzgoj lijeske zahtijeva stručnost, predanost i planski pristup s ciljem iskoristivosti njenog punog potencijala. Rastom proizvodnje došlo je do naglašavanja novih, odnosno postojećih problema u njenom uzgoju. Primjena mehanizacije i herbicida nije u značajnoj mjeri smanjila potrebu za ručnim uklanjanjem izdanaka lijeske, pogotovo u prvim godinama eksploatacije. Ovaj problem pokušava se riješiti cijepljenjem lijeske na podloge koje ne stvaraju izdanke, jedna od tih prikladnih podloga je i medvjeda lijeska (*Corylus colurna* L.) koja se većinom dobiva iz sjemena.

Na osnovu dobivenih rezultata u ovom završnom radu zaključujemo sljedeće:

- Utvrđen je vrlo velik broj praznih ili bolesnih jezgri u pokusu. Na razini cijelog pokusa nakon ljuštenja utvrđeno je svega 22,9 % zdravih sjemenki koje su uključene u pokus, odnosno 77,1 % bolesnih i praznih koje su isključene.
- Germinacija u pokusu kretala se u rasponu od 0 do 40 %.
- Tretman koji je sadržavao koncentraciju GA₃ od 50 ppm bez naknadne aplikacije GA₃ (-), po završetku pokusa rezultirao je najvećom germinacijom od 40 %.
- Tretman koncentracije 75 ppm/GA₃ bez naknadnog apliciranja giberelinske kiseline (-) tijekom cijelog perioda pokusa nije rezultirao germinacijom niti jedne jezgre (0 %) što ovaj tretman čini najlošijim u istraživanju.
- Na kraju ciklusa germinacije utvrđen je vrlo visok udio odumiranja potencijalno zdravih jezgri s početka pokusa na svim tretmanima u istraživanju, a koji se kretao u rasponu od 55 do 100 % (prosječno 74,3 %).

Visok udio bolesnih i praznih jezgri (77,1%) te odumiranje jezgri kroz period germinacije (74,3 %) ukazuje da je propagacija medvjede lijeske (*Corylus colurna* L.) putem sjemena izrazito teška. Daljnja istraživanja potrebno je usmjeriti ispitivanju mogućnosti sterilizacije sjemenki, odnosno samih jezgri nakon ljuštenja s povećanim koncentracijama korištenih sterilizanta ili uporabom nekih drugih aktivnih tvari. Prema dobivenim rezultatima u našem istraživanju koncentracija giberelinske kiseline od 50 mg/l (50 ppm) pozitivno je utjecala na stimulaciju germinacije sjemenki medvjede lijeske (40 %) u odnosu na sve ostale primijenjene koncentracije (0, 75 i 100 ppm).

6. POPIS LITERATURE

1. Baratta, B., Picciotto, F., Raimondo, A. (1990.): Confronto di quattro cultivar di nocciolo con piante innestate e franche di piedi del territorio dei Nebrodi. *Agric. Ric*, 108, 43-46.
2. Blagoeva, E., Nikolova, M. (2010.): Growth dynamics of hazelnut (*Corylus* spp.) grafted by different techniques. *Buletin. UASVM Hort.* 67, 96–100.
3. Bošnjak, D., Majić, I., Ivezić, M., Raspudić, E., Brmež, M., Sarajlić, A. (2011.): Najznačajniji štetnici lijeske. *Glasnik zaštite bilja*, 34(4): 29-36.27
4. Cristofori, V., Bizarri, S., Silvestri, C., Muleo, R., Rugini, E., De Salvador, F.R. (2014.): First evaluations on vegetative and productive performance of many cultivars in Latium region. *Acta Hort.*, 1052, 91–97
5. Ellena, M., Sandoval, P., González, A. (2014.): Effect of type of propagation on earliness of flowering and fruiting on ‘Tonda di Giffoni’ and ‘Daviana’ cultivars. *Acta Hort.*, 1052, 221–224.
6. Erdogan, V., Mehlenbacher, S.A. (1997.): Preliminary results on interspecific hybridization in *Corylus*. *Acta Hort.* 445:65–71.
7. Erdogan, V., Mehlenbacher, S. (2000.): Interspecific hybridization in hazelnut (*Corylus*). *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 125(4).
8. Erdogan, V., Aygun, A. (2005.): Fatty acid composition and physical properties of Turkish tree hazelnuts. *Chem. Nat. Comp.* 41:378-381.
9. Germain, E., Sarraquigne, J.P. (2004.): *Le Noisetier CTIFL*: Paris, France.
10. Jakobović, M., Šnajder, I., Soldo, T., Moslavac, T., Kovačević, J., Del Vechio, J. (2020.): Utjecaj sorte lješnjaka na iskorištenje ulja prešanjem pružnom prešom KOMET CA 59 G. *Meso*, 22: 484-490.
11. Kasapligil, B. (1963.): *Corylus colurna* and its varieties. *Calif. Hort. Soc. J.* 24:95–104.
12. Kasapligil, B. (1972.): A bibliography on *Corylus* (*Betulaceae*) with annotations. *Annu. Rpt. N. Nut Growers Assn.* 63:107–162.
13. Kosenko, I.S., Opalko, A.I. (2006.): Specific aspects of blooming and fertilization technology of filbert-trees. 402–408.
14. Kosenko, I. S. (2002.): *Hazelnuts in Ukraine*. Kyiv: Academperiodyka. 266p.
15. Król, K., Gantner, M. (2020.): Morphological Traits and Chemical Composition of Hazelnut from Different Geographical Origins: A Review. *Agriculture*, 10: 1-16.
16. Lagerstedt, H.B. (1975.): Filberts. In *Advances in Fruit Breeding*; Janick, J., More, J.N., Eds.; Purdue University Press: West Lafayette, IN, pp. 456–488.

17. Lagerstedt, H.B., Byers, D.R. (1968.): Germination of filbert seed. *Nut Growers Society of Oregon and Washington* 54:46-51
18. Lagerstedt, H.B. (1971.): Filbert Tree Grafting. *Ann. Report Oregon. St. Hort. So.* 62:60-63.
19. Lagerstedt, H.B. (1993.): Newberg and Dundee, two new filbert rootstocks. *Proc. Nut Grow. Soc. Oregon, Washington and British Columbia* 78:94-101.
20. Lagerstedt, H.B. (1981.): A new device for hot-callusing graft unions. *HortScience* 16, 529-530.
21. Mehlenbacher, S.A. (1997.): Revised dominance hierarchy for S-alleles in *Corylus avellana* L. *Theor. Appl. Genet.* 94:360–366.
22. Mitrović, M., Stanisavljević, M., Ogasanović, D. (2001.): Turkish tree hazel biotypes in Serbia. *Acta Hort.* 556:191-195.
23. Molnar, T.J. (2011.): *Corylus*. *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources. Forest Trees*; Kole, C., Ed.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, pp. 15–48.
24. Nautyal, A., R., Tribathi, C.P. (2004.): *International Symposium on Plant Dormancy. Wageningen*
25. Ninić-Todorović, J., Cerović, S., Gološin, B. and Popović, M. (2006.): Proizvodnja podloga za kalemljenje leske. *Tematski zbornik I, IV međunarodne Eko-konferencije „Zdravstveno bezbedna hrana”, str. 223-228,*
26. Rovira, M. (2021.): Advances in hazelnut (*Corylus avellana* L.) rootstocks worldwide. *Horticulturae*, 7(9), 267.
27. Salimi, S., Hoseinova, S. (2012.): Selecting hazelnut (*Corylus avellana* L.) rootstocks for different climatic conditions of Iran. *Crop Breed. J.* pp. 2, 139–144.
28. Stančević, A., Bugarčić, V. (1983.): *Orah, Leska i Badem. MPB, Privredni pregled, Beograd*
29. Šoškić, M. (2006.): *Orah i lijeska. Partenon, Beograd.* 184.T 28.
30. Thompson, M.M., H.B. Lagerstedt, S.A. Mehlenbacher. (1996.): .Hazelnuts,. In J. Janick and J.N. Moore (eds.). p. 125–184
31. Tous, J., Romero, A., Plana, J., Rovira, M., Vargas, F. J. (1996.): Performance of 'Negret' hazelnut cultivar on several rootstocks. In *IV International Symposium on Hazelnut* 445 (pp. 433-440).
32. Todorović, J.N. (2000.): Postharvest physiology of Turkish filbert (*Corylus colurna* L.) seeds. *Nucis.* 9:27-31.

33. Valentini, N., Caviglione, M., Gaiotti, G., D'Oria, M.; Me, G.(2009.): Hazelnut research at the University of Torino in the frame of the Italian 'Co.Ri.Bio.' Project. *Acta Hort.*, 845, 175–180.
34. Vujević, P., Milinović, B., Jelačić, T., Halapija Kazija, D., Čiček, D., Medved, M. (2017.): Stanje i važnost uzgoja lijeske u Republici Hrvatskoj. *Pomologia Croatica*, 21: 207-215.

Internetski izvori

FAOSTAT (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>) datum pristupa: 29.7.2023.