

# USPOREDBA VITALITETA I LABORATORIJSKE KLIJAVOSTI ŽIRA HRASTA CRNIKE (*QUERCUS ILEX* L.)

## COMPARISON OF VITALITY AND LABORATORY GERMINATION OF HOLM OAK ACORNS (*QUERCUS ILEX* L.)

DAMIR DRVODELIC<sup>1\*</sup>, MILAN ORŠANIĆ<sup>1</sup>, DAMIR UGARKOVIĆ<sup>1</sup>, MARIO ŠANGO<sup>1</sup>

### SAŽETAK

Šume hrasta crnike u Hrvatskoj nalaze u raznim degradacijskim stadijima, a jedan od njih je i makija koja je nepovoljniji stadij za klijanje sjemenki hrasta crnike u usporedbi sa crnikovim panjačama ili sastojinama visokog uzgojnog oblika. Crnika je kserofitna vrsta šumskog drveća. Geološku podlogu na kojoj dolazi crnika čine vapnenci i dolomiti koji su i najzastupljeniji na našem sredozemnom području. Crnika počinje cvjetati u osmoj godini života, rodi sjemenom u dobi 12. do 15. godine, a puni urod je svake 4. do 6. godine. Urod žira hrasta crnike je varijabilan, gdje su u osmogodišnjem periodu zabilježena tri obilna uroda žira. Puni urod hrasta crnike ovisi o klimatskim prilikama, ali se značajno razlikuje i između različitih staništa, posebice s obzirom na geološku podlogu i tip tla. Za laboratorijske analize, žir hrasta crnike sakupljen je na području G.J. „Kamenjak“ na otoku Rabu. Navedenom G.J. upravljaju „Hrvatske šume d.o.o.“. Sjeme je sakupljeno u odijelima 15a, 16a, 26a i 27a u periodu od 01. 12. 2020. do 10. 01. 2021. Sakupljanje je obavljeno metodom stresanja žira sa stabala na postavljene prostirke ispod krošnja i metodom sakupljanja otpalog žira s tla. Procjena vitaliteta sjemena metodom tetrazola i laboratorijske klijavosti napravljena je prema ISTA pravilima za hrast crniku. Postotak laboratorijske klijavosti utvrđen je prema postotku pravilnih klijanaca koji su normalno proklijali nakon 35. dana ispitivanja. Ukupni vitalitet žira hrasta crnike bio je visok i iznosio je 90,25 %, dok su ostatak od 9,75 % činile nevitale sjemenke. Od vitalnog sjemena najveći postotak (79,50 %) čini sjeme kojemu je potpuno obojen embrij i kotiledoni. Žira s kotiledonima koji ima nekroze do 1/3 na distalnom dijelu, a nisu povezane s embrionalnom šupljinom bilo je 10,75 %. U prvih sedam dana nije proklijao niti jedan žir, pa je energija klijavosti iznosila 0,00 %. U prvih 14 dana laboratorijska klijavost iznosila je 30,50 %, nakon 21. dana 76,50 %, nakon 28. dana 83,75 % te nakon 35. dana 88,50 %. Razlika između procjene vitaliteta žira i ukupne laboratorijske klijavosti iznosila je svega 1,75 %. Metoda procjene vitaliteta je brža i jeftinija od ispitivanja klijavosti. Rezultate procjene vitaliteta dobivamo za 18 sati, dok klijavost ispitujemo 28 ili 35 dana. Za praksu se može na osnovi rezultata ovih istraživanja predložiti ispitivanje vitaliteta žira hrasta crnike, a ne laboratorijske klijavosti kako preporučuju ISTA pravila (1993). Prosječno vrijeme klijanja (MGT) iznosilo je 19,91 dana. Pravilnih klijanaca bilo je 74,25 %, a nepravilnih 14,25 %. Na kraju ispitivanja utvrđeno je 8,50 % okularno zdravog žira koji nije proklijao dok je gnjilog žira bilo 3,00 %. Najčešća nepravilnost u iznosu od 56,14 % utvrđena je za kategoriju dva spojena klijanca, slijedi nekroza primarnih listova (12,28 %) i zakržljao primarni korijen (10,53 %). Ostale nepravilnosti pojavljuju se u manje od 10 % slučajeva.

**KLJUČNE RIJEČI:** otok Rab, tetrazol metoda, ISTA pravila, pravilni klijanci, nepravilni klijanci

<sup>1</sup> izv. prof. dr. sc. DAMIR DRVODELIC<sup>1\*</sup>, prof. dr. sc. MILAN ORŠANIĆ<sup>1</sup>, izv. prof. dr. sc. DAMIR UGARKOVIĆ<sup>1</sup>, MARIO ŠANGO, dipl. ing. šum.<sup>1</sup>, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Department of ecology and silviculture, 10000 Zagreb, Svetošimunska cesta 23, HR-10000 Zagreb

\*corresponding author: drvodelic.damir@gmail.com

## UVOD INTRODUCTION

Hrast crnika (*Quercus ilex* L.) je vazdazeleno drvo Sredozemlja (Idžojić, 2009), a u Hrvatskoj je najznačajnija jednodomna, anemofilna vrsta šumskih ekosustava toplijeg područja hrvatskog Sredozemlja. To je uski obalni pojas jugozapadne i južne Istre, najjužiniji dio otoka Cres, Lošnja, Raba, Paga, Brača, Hvara, Korčule, Mljet i ostalih otoka južne Dalmacije. Kopnom mu je areal u Hrvatskoj od Zadra prema jugu. Najviše nadmorske visine u Hrvatskoj na kojima dolazi hrast crnika su do 200 m u sjevernoj Dalmaciji te do 350 m nad morem u južnoj Dalmaciji. Prema zahtjevu za svjetlom, crnika je heliofit, s tim da u mladoj dobi u stadiju ponika i pomlatka može podnijeti umjerenu zasjenu. Podnosi visoke temperature, a na niske je osjetljiv, posebice klijanci koji ugibaju kad temperatura padne od -2 do -3 °C. U ostalim fazama razvoja podnosi i znatno niže vrijednosti temperature zraka (Larcher 1969, Prpić i dr. 2011). Kako se šume hrasta crnike u Hrvatskoj nalaze u raznim degradacijskim stadijima, a jedan od njih je i makija, minimalne temperature zraka bile su najniže u tom degradacijskom stadiju, što znači da je makija nepovoljniji stadij za klijanje sjemenki hrasta crnike u usporedbi s crnikovim panjačama ili sastojinama visokog uzgojnog oblika (Ugarković i dr. 2019). S obzirom da crnika uspijeva u toplijem dijelu Sredozemlja, u umjereno toploj klimi s vrućim ljetom u kojem suša traje od dva do tri ljetna mjeseca (Seletković i dr. 2011), crnika je kserofitna vrsta šumskog drveća. Dolazi na vapnencima koji su i najzastupljeniji na našem sredozemnom području te dolomitima. Prema tlu nema velikih zahtjeva, dolazi na svim tipovima tala unutar svojeg areala. Cvjetanje hrasta crnike je u travnju i svibnju, a žir dozrijeva od rujna do listopada iste godine. Crnika počinje cvjetati u osmoj godini života (La Mantia i dr. 2003), rodi sjemenom u dobi 12. do 15. godine, a puni urod je svake 4. do 6. godine. Istraživanja Belamarića (2011) na otoku Rabu ukazuju da je urod žira hrasta crnike varijabilan, gdje su u osmogodišnjem periodu zabilježena tri obilna uroda žira. Puni urod hrasta crnike ovisi o klimatskim prilikama (Prpić i dr. 2011), ali se značajno razlikuje i između različitih staništa, posebice geoloških podloga i tipova tla (Belamarić 2011). Klima kao primaran i posredni stanišni čimbenik ima utjecaj i na urod sjemeni. Osim klime i vremena koji imaju utjecaja na urod sjemeni, postoji i određeni fiziološki status stabala koji određuje pojavnost obilnog uroda sjemenom (Sork, 1993). Belamarić (2011) je utvrdio negativan utjecaj srednje količine oborine u mjesecu studenom godine koja prethodi urodu žira. Istraživanja na otoku Rabu pokazuju da postoji slaba povezanost između dimenzija stabala i uroda žira (Belamarić 2011).

Vitalitet sjemeni se definira kao njegova životna sposobnost ili broj za život sposobnih sjemenki izražen u postotku

od ukupnog broja sjemenki u radnom uzorku prema International Seed Testing Association (ISTA, 1993) pravilima za procjenu vitaliteta sjemeni. Kod dormantnih vrsta sjemeni ili kod sjemeni kod kojega ispitivanje klijavosti traje relativno dugo, ne određuje se klijavost nego vitalitet (Regent, 1980). Gosling (2003) raspravlja o razlici između pojmova klijavost i vitalitet sjemeni te zaključuje kako je najvažnija razlika što se ispitivanjem klijavosti dobiju podaci o postotku proklijalog sjemeni, dok je vitalitet samo procjena moguće potencijalne klijavosti. To bi značilo kako ono sjeme koje je procijenjeno kao vitalno i ima sposobnost razvoja u pravilne klijance, ne mora nužno biti klijavo. Iz tog razloga klijavost i vitalitet sjemeni nisu i ne mogu biti sinonimi. U praksi bi to značilo kako je za istu partiju sjemeni najveća vrijednost procjena vitaliteta, zatim nešto manja procjena laboratorijske klijavosti, a još manja rasadničke klijavosti. Najmanji postotak klijavosti dobije se izravnim sjetvom sjemeni na terenu (pošumljavanje, umjetna obnova sastojina).

Prema ISTA (1993) pravilima za klijavost sjemeni (poglavlje 5, klijavost sjemeni), vrste iz roda *Quercus* spp. ispituju se na podlozi od pijeska metodom na pijesku (*TS-top of sand*) ili u pijesku (*in sand*). Temperatura klijanja je konstantna i mora iznositi 20 °C, prvo brojanje se obavlja 7 dana (energija klijavosti), a zadnje 28 ili 35 dana. Preporuka je prije ispitivanja žira obaviti njegovo močenje u vodi do 48 sati, odrezati gornju trećinu suprotno od embrija i ukloniti perikarp. To se radi iz razloga što bržeg i uniformnijeg klijanja, jer su svi žirovi preparirani na isti način. O procjeni vitaliteta šumskog sjemeni na raznim vrstama pišu mnogi autori. O vitalitetu sjemeni poljskog jasena pišu Drvodelić i Oršanić (2016, 2020), o vitalitetu sjemeni obične bukve Drvodelić i dr. (2011) i Gavranović Markić (2022), a o vitalitetu sjemeni hrasta lužnjaka Građečki Poštenjaki dr. (2011). Građečki Poštenjak i dr. (2006) ispituju vitalitet bukve i gorskog javora, a laboratorijsku klijavost pitomoga kestena (*Castanea sativa* Mill.) u skladu s pravilima ISTA (1993) Drvodelić i dr. (2019). O procjeni vitaliteta sjemeni mokinje, jarebike, oskoruše i brekinje piše Drvodelić (2010) u svojoj disertaciji gdje se ispituje i laboratorijska klijavost navedenih vrsta. Laboratorijsku klijavost žira hrasta lužnjaka istražuje Vukelić (2018), a hrasta crnike Belamarić (2011), Liñán i dr. (2011) i Caliskan (2014). O utjecaju perikarpa žira hrasta crnike na laboratorijsku klijavost pišu Zerrouki i dr. (2022).

Utvrđivanjem nicanja ponika hrasta crnike na otoku Rabu u različitim stanišnim uvjetima bavili su se Oršanić i dr. (2011), a Rodríguez-Molina i dr. (2002) vitalitetom sadnica crnike i plutnjaka uzgojenog žirom u tlo prirodno zaraženo gljivom *Phytophthora cinnamomi*.

Procjenom vitaliteta žira hrasta crnike nije se bavilo puno autora, a o usporedbi vitaliteta i laboratorijske klijavosti ne piše nitko. To je bio glavni razlog ovih istraživanja, posebno

danas kada se stalno piše o globalnim klimatskim promjenama, koje će biti jako izražene upravo na području Mediterana.

## MATERIJALI I METODE RADA MATERIAL AND METHODS

Za laboratorijske analize, žir hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) sakupljen je na području G.J. „Kamenjak“ na otoku Rabu. Navedenom G.J. upravljaju „Hrvatske šume d.o.o.“. Sjeme je sakupljeno u odijelima 15a, 16a, 26a i 27a u periodu od 01. 12. 2020. do 10. 01. 2021. Sakupljanje je obavljeno metodom stresanja žira sa stabala na postavljene prostirke ispod krošnja (slika 1) i metodom sakupljanja otpalog žira s tla (slika 2).

Ukupno je sakupljeno 200 kg sjemena za potrebe umjetne obnove hrasta crnike sadnjom žira pod motiku na površini 1 ha u G.J. „Rab“, odsjek 7a kojim gospodari Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije.

Uzet je radni uzorak od 4x100 komada nasumičnih stresanih i sakupljenih žirova na kojima je ispitan vitalitet. Za određivanje vitaliteta žira korištena je biokemijska metoda tetrazola, a priprema i procjena sjemena vrsta roda *Quercus* L. obavljena je prema ISTA pravilama (ISTA Rules for seed testing, 1993.) Nakon bojanja otopinom tetrazola, svaki žir je pregledan pod lupom sa svjetlom uz povećanje od 20 x.



**Slika 1.** Sakupljanje žira sa stabala metodom trešnje na postavljene prostirke ispod krošnja

**Figure 1.** Collection of acorns from trees using the shake method on placed mats under the canopy



**Slika 2.** Izgled sakupljenog žira hrasta crnike s tla  
**Figure 2.** Appearance of collected holm oak acorns from the ground

Za ispitivanje laboratorijske klijavosti uzeta je količina 400 kom žirova. Prije ispitivanja laboratorijske klijavosti žir je vagan preciznom vagom na stotinku grama. Izbrojen je broj žirova u 1 kg te je dobiven podatak o prosječnoj masi jednog žira.

Laboratorijska klijavost ispitivana je metodom u pijesku prema ISTA (1993) pravilima. Korištene su PVC prozirne posude dimenzija 25x18x14 cm, zatvorene PVC prozirnog folijom i poklopcem. Kvarcni pijesak bio je granulacije 0,1 do 0,4 mm s dodatkom 37 % destilirane vode. Svaka posuda je sadržavala 1400 ml pijeska, 518 ml vode i 25 žirova. Prethodno flotirani i preparirani žirovi, bez perikarpa, položeni su na sloj 3 cm navlaženog pijeska te su prekriveni s 2 cm istoga pijeska. Vlaženje destiliranom vodom izvršeno je, jednom, 28. dana kada su posude otklopljene. Dodano je minimalno toliko vode da bi se održala prethodna vlažnost pijeska. Posude sa žirovima stavljene su u dezinficiranu (Asepsol eko, PLIVA, Hrvatska) Kambič komoru rasta Kambič, RK-980 CH, u kontrolirane uvijete. Trajanje dnevne i noćne faze iznosilo je 12 sati. Dnevna i noćna temperatura bile su konstantne i iznosile su 20 °C. Zračna vlaga iznosila je 80 %, a osvjetljenje od 13.400 lux-a (na površini pijeska) do 14.000 lux-a (ispod samih lampi) što je razina 2 svjetlosti u komori. Osvjetljenje je mjereno pomoću lux metra model LX-101 LUX METER Lutron.

Energija klijanja i ukupna klijavost utvrđene su brojanjem klijanaca nakon razdoblja predviđenog za naklijavanje: 7. i 35. dan. Procjena klijanaca obavljena je u skladu s pravilima ISTA (International Rules for Seed Testing, Edition 1993

/1, Chapter 5: The Germination Test) i uz pomoć ISTA pri-ručnika o procjeni klijanaca (R. Don, 2003: ISTA Handbook on Seedling Evaluation, 3rd Edition). Broj pravilnih klijanaca sedmoga dana uzima se kao energija klijavosti sjemena (%). Zbog usporenog klijanja produžili smo ispitivanje 30 % vremena više nego to dopuštaju ISTA (1993) pravila. Iz tog razloga procjenu klijavosti nismo obavili 28. nego 35. dan. Digitalnim fotoaparatom snimljeni su svi nepravilni klijanci s posebnim osvrtom na pojedine dijelove koji definiraju nepravilan klijanac. Prilikom procjene svakom nepravilnom klijancu dodijeljena je odgovarajuća šifra (jedna nepravilnost) ili šifre (više nepravilnosti). Prema R. Don (2003, ISTA Handbook on Seedling Evaluation, 3rd Edition) vrste roda *Quercus* L. pripadaju u kategoriju B (drveće i grmlje), sekciju 21 (porodica *Fagaceae*, tip klijanca G i grupu klijanca B-2-2-2-2). Napravljena je sumarna tablica s opisom nepravilnih klijanaca. Postotak laboratorijske klijavosti utvrđen je prema postotku pravilnih klijanaca koji su normalno prokljali nakon 35. dana ispitivanja.

## REZULTATI S RASPRAVOM RESULTS WITH DISCUSSION

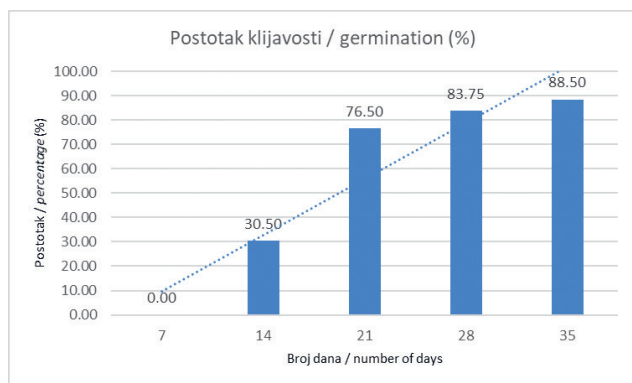
Broj žirova hrasta crnike u 1 kg u našem istraživanju iznosio je 342 komada, dok je prosječna masa 1 žira iznosila 2,92 g. Vrlo su slične vrijednosti koje navodi Regent (1980) kako u 1 kg čistog žira ima od 200 do 500 komada ili prosječno 350 komada pri čemu 1 žir ima masu od 2,86 g. U tablici 1. Prikazani su rezultati procjene vitaliteta žira hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) biokemijskom metodom tetrazola.

Ukupni vitalitet žira hrasta crnike iznosio je 90,25 %, što znači kako je u svim kategorijama nevitarno sjeme činilo 9,75 %. Od vitalnog sjemena najveći postotak zauzima sjeme kojemu je potpuno obojen embrij i kotiledoni (79,50 %). Žira s kotiledonima koji imaju nekroze do 1/3 na distalnom dijelu, a nisu povezane s embrionalnom šupljinom bilo 10,75 %. Nisu utvrđene ostale kategorije vitalnog žira (broj 3. i 4.).

Pronađene su četiri kategorije nevitarnog sjemena (brojevi 5, 6, 7 i 9). Od nevitarnog žira najviše je bilo onoga u kategoriji gdje su kotiledoni s neobojenim površinama ili ne-

**Tablica 1.** Procjena vitaliteta žira hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) biokemijskom metodom tetrazola  
**Table 1.** Evaluation of the vitality of holm oak acorns (*Quercus ilex* L.) using the tetrazole biochemical method

Broj/ Number	Opis/ Description	1	2	3	4	Σ	% vit/nevit Vit./Non-vit.	% od uk. % summ.
1.	potpuno obojeno <i>fully colored</i>	85	83	78	72	318	88,09	79,50
2.	kotiledoni s nekrozama do 1/3 na distalnom dijelu, koje nisu povezane s embrionalnom šupljinom <i>cotyledons with necroses up to 1/3 on the distal part, which are not connected to the embryonic cavity</i>	6	6	16	15	43	11,91	10,75
3.	vrh radikule neobojen <i>tip of radicle uncolored</i>							
4.	kombinacija brojeva 2. i 3. <i>combination of numbers 2. and 3.</i>							
UKUPNO VITALNO <i>TOTAL VITAL</i>		91	89	94	87	361	100,00	90,25
5.	embrio s neobojenim površinama ili nekrozama više od 1/3 površine <i>embryo with uncolored surfaces or necrosis of more than 1/3 of the surface</i>	1	2	1	2	6	15,38	1,50
6.	kotiledoni s neobojenim površinama ili nekrozama više od 1/3 površine <i>cotyledons with uncolored surfaces or necrosis of more than 1/3 of the surface</i>	3	8	1	8	20	51,28	5,00
7.	kombinacija brojeva 5. i 6. <i>combination of numbers 5. and 6.</i>	3	1	1	1	6	15,38	1,50
8.	potpuno neobojeno <i>completely uncolored</i>							
9.	sjeme napadnuto insektima ili gljivama <i>seeds attacked by insects or fungi</i>	2		3	2	7	17,96	1,75
10.	prazno (šturo) sjeme <i>empty (deaf) seed</i>							
UKUPNO NEVITALNO <i>TOTAL NON-VITAL</i>		9	11	6	13	39	100,00	9,75
SVEUKUPNO <i>OVERALL</i>		100	100	100	100	400		100,00



**Slika 3.** Postotak klijavost žira po danima ispitivanja  
**Figure 3.** Percentage of acorn germination by days of testing

krozama više od 1/3 površine (5,00 %). Slijedi kategorija sjeme napadnuto insektima ili gljivama (1,75 %). Potom slijede kategorije gdje je embrio s neobojenim površinama ili nekrozama više od 1/3 površine (1,50 %), te kombinacija brojeva 5. i 6. (1,50 %).

Na slici 3. Prikazan je postotak klijavost žira po ponavljanjima tijekom 35 dana ispitivanja.

U prvih sedam dana nije proklijao niti jedan žir, pa je energija klijavosti iznosila 0,00 %. U prvih 14 dana isključalo je 30,50 % žirova. Nakon 21. dana isključalo je 76,50 % žirova. U četvrtom brojanju 28. dana ispitivanja proklijalo je 83,75 % žirova. Nakon 35. dana isključalo je ukupno 88,50 % svih žirova, što nam predstavlja podatak o prosječnoj laboratorijskoj klijavosti žira hrasta crnike. U istraživanju Caliskana (2014) klijavost žira crnike na konstantnoj temperaturi od 20 °C iznosila je, ovisno o provenijenciji, od 30 do 81%. Zerrouki i dr. (2022) pišu o utjecaju uklanjanja perikarpa na klijavosti žira crnike različitih varijeteta. Uklanjanje perikarpa žira kod dva varijeteta (Tebessa i Batna) dalo je maksimalnu klijavost od 100%, dok su žirovi s perikarpom isključali 40 %. Rezultati dobiveni nave-

**Tablica 2.** Prosječno vrijeme klijanja (MGT) žira hrasta crnike  
**Table 2** Average germination time (MGT) of holm oak acorns

Dani / Days (T)	Proklijalo (kom) = n / Germinated (pcs) = n	Umnožak dana i proklijalih žirova / Product of days and germinated acorns (nT)
7	0	0
14	122	1708
21	184	3864
28	29	812
35	19	665
Ukupno / Total (Σn; ΣnT)	354	7049
Prosječno vrijeme klijanja (MGT) / Mean germination time (MGT) (MGT = ΣnT / Σn)		19,91 dana/days

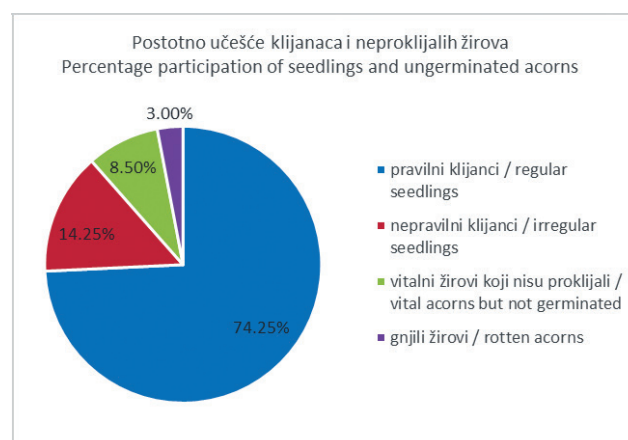
denim istraživanjem jasno pokazuju kako perikarp čini značajnu prepreku brzom i homogenom klijanju žira hrasta crnike.

U tablici 2. prikazan je podatak o prosječnom vremenu klijanja (MGT) žira koji je iznosio 19,91 dana.

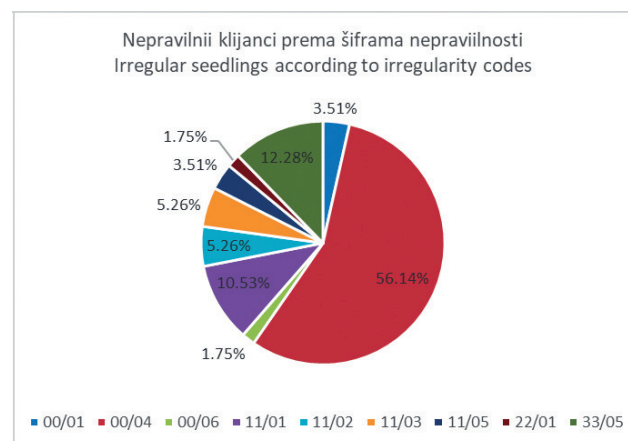
Na slici 4. Prikazano je postotno učešće pravilnih klijanaca hrasta crnike i ostalih kategorija.

Pravilnih klijanaca prema ISTA (1993) pravilima o procjeni klijanaca vrsta roda *Quercus* bilo je 74,25 %, a nepravilnih 14,25 %. Na kraju ispitivanja utvrđeno je 8,50 % okularno zdravog žira koji nije proklijao, dok je gnjilog žira bilo 3,00 %. Ako se ukupno gledaju pravilni i nepravilni klijanca, klijavost je iznosila 88,50 %. To je važno, jer samo pretpostavljamo da će se iz nepravilnog klijanaca razviti i nepravilna sadnica na terenu.

Na slici 5. prikazano je postotno učešće nepravilnih klijanaca prema šifri nepravilnosti kako to definiraju ISTA (1993) pravila.



**Slika 4.** Postotno učešće klijanaca hrasta crnike i neprokljalih žirova  
**Figure 4.** Percentage participation of holm oak seedlings and ungerminated acorns



**Slika 5.** Postotno učešće nepravilnih klijanaca hrasta crnike prema šiframa nepravilnosti kako definiraju ISTA pravila  
**Figure 5.** Percentage participation of irregular holm oak seedlings according to irregularity codes as defined by the ISTA rules

**Tablica 3.** Dio klijanca koji se promatra, šifra i opis nepravilnosti prema ISTA pravilima

Table 3. The part of the seedlings that is observed, code and descriptions irregularity defined by the ISTA rules

Dio klijanca <i>Part of the seedling</i>	Šifra nepravilnosti <i>Irregularity code</i>	Opis nepravilnosti <i>Description of irregularities</i>
Cijeli klijanac / <i>The seedlings</i>	00/01	Deformiran / <i>Is deformed</i>
	00/04	Dva spojena klijanca klijanca / <i>Consist of fused twin seedlings</i>
	00/06	Žuti ili bijeli klijanac / <i>Is yellow or white</i>
Primarni korijen / <i>The primary root</i>	11/01	Zakržljao / <i>Is stunted</i>
	11/02	Kratak / <i>Is stubby</i>
	11/03	Nedovoljno razvijen / <i>Is retarded</i>
	11/05	Slomljen / <i>Is broken</i>
Terminalni pup i okolno tkivo / <i>The terminal bud and the surrounding tissue</i>	22/01	Deformiran / <i>Is deformed</i>
Primarni list-primjena pravila 50 % / <i>The primary leaves – apply the 50% rule</i>	33/05	Nekrotičan / <i>Are necrotic</i>

Najčešća nepravilnost (56,14 %) utvrđena je za kategoriju dva spojena klijanca, slijedi nekroza primarnih listova (12,28 %) i zakržljao primarni korijen (10,53 %). Ostale nepravilnosti pojavljuju se u manje od 10 %. Regent (1966, 1980) ističe kako je kod vrste *Quercus ilex* L. česta pojava dvostrukih (blizanci), pa i višestrukih biljki. U tablici 3. prikazano je koji dio nepravilnog klijanca se promatra, šifra i opis nepravilnosti prema ISTA pravilima.

Najveći broj prema šiframa nepravilnosti pojavljuje se kod primarnog korijena (4 šifre), slijedi cijeli klijanac (3 šifre), terminalni pup i okolno tkivo (1 šifra) i primarni list (1 šifra).

## ZAKLJUČAK CONCLUSION

Broj žirova hrasta crnike u 1 kg iznosio je 342 komada, dok je prosječna težina jednog žira iznosila 2,92 g. Ukupni vitalitet žira hrasta crnike bio je visok i iznosio je 90,25 %, dok su ostatak od 9,75 % činile nevitale sjeменke. Od vitalnog sjemena najveći postotak (79,50 %) čini sjeme kojemu je potpuno obojen embrij i kotiledoni. Žira s kotiledonima koji imaju nekroze do 1/3 na distalnom dijelu, a nisu povezane s embrionalnom šupljinom bilo je 10,75 %. U prvih sedam dana nije proklijao niti jedan žir, pa je energija klijavosti iznosila 0,00 %. U prvih 14 dana laboratorijska klijavost je iznosila je 30,50 %, nakon 21. dana 76,50 %, nakon 28. dana 83,75 % te nakon 35. dana 88,50 %. Klijavost iznad 80 % se smatra visokom i takvo sjeme ima prednost u rasadničkoj proizvodnji, posebno kontejnerskih sadnica. Razlika između procjene vitaliteta žira i ukupne laboratorijske klijavost iznosila je svega 1,75 %. S obzirom na to da je procjena vitaliteta šumskog sjemena brza i jeftinija metoda i rezultati se dobiju za samo 18 sati, dok se klijavost ispituje 28 ili 35 dana (ovisno o brzini klijanja) i puno je skuplji i složeniji postupak, za praksu se može na osnovi rezultata ovih istraživanja predložiti ispitivanje vitaliteta žira hrasta crnike, a ne laboratorijske klijavosti kako preporučuju ISTA (1993) pravila. Prosječno vrijeme klijanja

(MGT) iznosilo je 19,91 dana. Pravilnih klijanaca bilo je 74,25 %, a nepravilnih 14,25 %. Na kraju ispitivanja utvrđeno je 8,50 % okularno zdravog žira koji nije proklijao, dok je gnjilog žira bilo 3,00 %. Najčešća nepravilnost u iznosu od 56,14 % utvrđena je za kategoriju dva spojena klijanca, slijedi nekroza primarnih listova (12,28 %) i zakržljao primarni korijen (10,53 %). Ostale nepravilnosti pojavljuju se u manje od 10 % slučajeva. Buduća istraživanja treba usmjeriti prema šumarskoj genetici iz razloga pojave tako velikog postotka tzv. dvostrukih klijanaca i odgovoriti na pitanje da li je to rezultat oprašivanja ili nasljedna značajka žira hrasta crnike.

## LITERATURA REFERENCES

- Belamarić, B., 2011: Utjecaj stanišnih čimbenika na urod hrasta crnike (*Quercus ilex* L.). Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, str. 109.
- Caliskan, S., 2014: Germination and seedling growth of holm oak (*Quercus ilex* L.): effects of provenance, temperature, and radicle pruning. iForest 7: 103-109.
- Drvodelić, D., 2010: Značajke sjemena i rasadnička proizvodnja nekih vrsta roda *Sorbus* L. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet. Disertacija. 568 str.
- Drvodelić, D., M. Oršanić, V. Paulić, M. Rožman, 2011: Morfološko-biološke značajke plodova i sjemena bukve (*Fagus sylvatica* L.) s različitih nadmorskih visina. Glasnik za šumske pokuse 44: 1-18.
- Drvodelić, D., M. Oršanić, 2016: Procjena vitaliteta svježeg i preležalog sjemena poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl). Šumarski list 140(11-12): 539-546.
- Drvodelić, D., I. Poljak, I. Perković, M. Šango, K. Tumpa, I. Zegnal, M. Idžojtić, M., 2019: Ispitivanje laboratorijske klijavosti pitomoga kestena (*Castanea sativa* Mill.) u skladu s pravilima ISTA. Šumarski list, (9-10), 469-477.
- Drvodelić, D., M. Oršanić, 2020: Problematika sjemenarstva i rasadničarske proizvodnje sadnica poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) i hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) U: Ekologija, obnova i zaštita poplavnih šuma Posavine / Oršanić, Milan (ur.).

- Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, 2020. str. 101-188.
- Gavranović Markić, A., 2022: Varijabilnost značajki plodonošenja, sjemena i sadnica u odabranim sjemenskim sastojinama obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, 2022. Disertacija
  - Gosling, P. G., 2003: What is the relationship between a 'germination' test and a 'viability' test?, U: Proceedings of the ISTA Forest Tree and Shrub Seed Committee Workshop, Forestry and Game Management Research Institute Jiloviště-Strnady, CR and Forestry Commission Research Agency, UK, 48-50, Prague – Průhonice, Czech Republic.
  - Gradečki, M., K. Poštenjak, S. Crnković, 2006: Investigation of qualitative properties of the seeds. Radovi 9: 307-318.
  - Gradečki-Poštenjak, M., S. Novak Agbaba, R. Licht, D. Posarić, D., 2011: Dinamika plodnošenja i kvaliteta uroda sjemena hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u narušenim ekološkim uvjetima. Šumarski list, 135 (13), 169-180.
  - Idžojtić, M., 2009: Dendrologija list. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, str. 903
  - La Mantia T., S. Cullotta, G. Garfi, 2003: Phenology and growth of *Quercus ilex* L. in different environmental conditions in Sicily (Italy). Ecol Medit 29 (1): 15-25.
  - ISTA, 1993: International rules for seed testing 1993. Seed Sci Technol., 21: 160-186.
  - ISTA Working Sheets on Tetrazolium Testing 2003, Volume II Tree & Shrub Species, The International Seed Testing Association (ISTA), Bassersdorf, Switzerland
  - Larcher, W., 1969: Zunahme des Frostabhärtungsvermögens von *Quercus ilex* im Laufe der Individualentwicklung, Oecol Plant, vol: (88): 130.-135.
  - Liñán, J., M. Cantos, J. Troncoso, J. et al., 2011: Some propagation methods for cloning holm oak (*Quercus ilex* L.) plants. cent. eur.j.biol. 6, 359-364.
  - Oršanić, M., D. Drvodelić, D. Ugarković, 2011: Ekološko-biološke značajke hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) na otoku Rabu. Croatian Journal of Forest Engineering : Journal for Theory and Application of Forestry Engineering, 32(1): 31-41.
  - Prpić, B., I. Tikvić, M. Idžojtić, Z. Seletković, 2011: Ekološka konstitucija značajnih vrsta drveća i grmlja. U: Šume hrvatskog Sredozemlja (S. Matic ur.), Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 245-269.
  - Regent, B., 1966: Nova, brza metoda određivanja klijavosti hras-tova žira u klijalici, na podlozi od filter papira. Zagreb.
  - Regent, B., 1980: Šumsko sjemenarstvo, Jugoslovenski poljoprivredni šumarski centar-služba šumske proizvodnje, Beograd, 201 str.
  - Rodríguez-Molina, M. C., L. M. Torres-Vila, A. Blanco-Santos, E. P. Nunez, E. Torres-Álvarez, E., 2002: Viability of holm and cork oak seedlings from acorns sown in soils naturally infected with *Phytophthora cinnamomi*. Forest Pathology, 32(6), 365-372.
  - Seletković, Z., I. Tikvić, M. Vučetić, D. Ugarković, 2011: Klimatska obilježja i vegetacija sredozemne Hrvatske. U: Šume hrvatskog Sredozemlja (S. Matic ur.), Akademija šumarskih znanosti, zagreb, str. 142-156.
  - Sork, V.L., 1993: Evolutionary Ecology of Mast-Seeding in Temperate and Tropical Oaks (*Quercus* spp.). Vegetatio 107/108: 133-147.
  - Ugarković, D., Ž. Španjol, I. Tikvić, D. Kapučija, I. PlišoVusić, 2019: Microclimate differences in the degradation stages of holm oak (*Quercus ilex* L.) forests. Šumarski list 9-10: 391-402.
  - Vukelić, M., 2018: Utjecaj termoterapije na mikrobiotu, rasadničku klijavost žira hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) i morfološke značajke sadnica golog korijena (1+ 0). Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet. Diplomski rad.
  - Zerrouki, A., M. Rached-kanouni, B. Touafchia, L. Redjaimia, K. Kara, N. Chetouh, 2022: The effect of pericarps on germination of holm oak (*Quercus ilex*). In proceedings of iv. International agricultural, biological & life science conference agbiol. 95 str.

## ABSTRACT

Holm oak forests in Croatia are in various stages of degradation, and one of them is maquis, which is a less favorable stage for the germination of holm oak seeds compared to holm oak stumps or stands of high growth form. Holm oak is a xerophytic species of forest trees. From the geological base, it comes from limestone, which is the most common in our Mediterranean area, and dolomite. Begins to flower in the eighth year of life, and the seed harvest begins at the age of 12 to 15 years, and the full harvest is every 4 to 6 years. The holm oak acorn crop is variable, where three abundant acorn crops were recorded in the eight-year period. The full harvest of holm oak depends on climatic conditions, but it also differs significantly between different habitats, especially the geological base and soil type. For laboratory analyses, holm oak acorns were collected in the area of G.J. "Kamenjak" on the island of Rab. The aforementioned G.J. managed by "Hrvatske šume d.o.o." The seeds were collected in department unit 15a, 16a, 26a and 27a in the period from 01/12/2020 to 10/01/2021. The collection was carried out using the method of shaking acorns from the trees onto mats placed under the canopy and the method of collecting fallen acorns from the ground. Assessment of seed vitality using the tetrazole method and laboratory germination was made according to the ISTA rules for holm oak. The percentage of laboratory germination was determined according to the percentage of normal seedlings that germinated normally after the 35th day of testing. The total vitality of holm oak acorns was high and amounted to 90.25 %, while the rest of 9.75 % consisted of non-vital seeds. Of the vital seeds, the largest percentage (79.50 %) consists of seeds with fully colored embryo and cotyledons. Acorns with cotyledons that has necrosis up to 1/3 on the distal part and are not connected to the embryonic cavity

was 10.75 %. In the first seven days, not a single acorn germinated, so the germination energy was 0.00 %. In the first 14 days, laboratory germination was 30.50 %, after the 21st day 76.50 %, after the 28th day 83.75 % and after the 35th day 88.50 %. The difference between the assessment of acorn vitality and total laboratory germination was only 1.75 %. The vitality assessment method is faster and cheaper than the germination test. We get the results of the vitality assessment in 18 hours, while we test the germination after 28 or 35 days. Practical procedures can be based on the results of these studies suggest testing the vitality of the holm oak and not the laboratory germination as recommended by the ISTA rules. The average germination time (MGT) was 19.91 days. There were 74.25 % of regular seedlings and 14.25 % of irregular ones. At the end of the test, 8.50 % of the visually healthy acorns did not germinate, while 3.00 % of the rotten acorns were found. The most common irregularity in the amount of 56.14 % was determined for the category of two joined seedlings, followed by necrosis of primary leaves (12.28 %) and stunted primary root (10.53 %). Other irregularities appear in less than 10,00 % of cases.

---

**KEY WORDS:** island of Rab, tetrazole method, ISTA rules, normal seedlings, abnormal seedlings