

Rasadnička klijavost i morfološke značajke sadnica divlje trešnje (*Prunus avium* L.) različitog načina predsjetvene pripreme sjemena

Srša, Sara; Jemrić, Tomislav; Drvodelić, Damir

Source / Izvornik: **Zbornik Akademije poljoprivrednih znanosti, 2020, 2, 23 - 36**

Conference paper / Rad u zborniku

Publication status / Verzija rada: **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:631477>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-09**



Repository / Repozitorij:

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



Rasadnička klijavost i morfološke značajke sadnica divlje trešnje (*Prunus avium* L.) različitog načina predsjetvene pripreme sjemena

Sara SRŠA¹

Tomislav JEMRIĆ² (✉)

Damir DRVODELIĆ³

Sažetak

Cilj ovog istraživanja je bio određivanje najboljeg načina predsjetvene pripreme sjemena divlje trešnje (*Prunus avium* L.) za uspješno svladavanje dormantnosti. Istraživanje je provedeno tijekom tri godine (2015. – 2017.). U prvoj godini je prikupljeno sjeme i obavljeni su predsjetveni tretmani, dok je u ostale dvije godine bio praćen rast sadnica.

Provedeno je ukupno 10 predsjetvenih tretmana:

- 1) ljetna sjetva cjelovitih plodova (A)
- 2) ljetna sjetva koštica (B)
- 3) ljetna sjetva koštica s flotacijom (C)
- 4) jesenska sjetva koštica (D)
- 5) jesenska sjetva koštica s flotacijom (E)
- 6) proljetna sjetva stratificiranih koštica po Grisezu (1974) uz hladnu stratifikaciju od trajanju od 125 dana na 3°C. Prije stratifikacije koštice su namakane 48h u vodi. Stratifikacija je obavljena u mješavini prosijanog treseta i pijeska u omjeru 1:1. Omjer medija i sjemena bio je 3:1 (F).
- 7) proljetna sjetva stratificiranih koštica s prethodnom flotacijom po Grisezu (1974). Uvjeti stratifikacije jednaki su kao u tretmanu F. (G)
- 8) proljetna sjetva, toplo-vlažni i hladni postupak, 3 tjedna na 21°C i 15 tjedana na 5°C. Uvjeti stratifikacije jednaki su kao u tretmanu F. (H)
- 9) proljetna sjetva stratificiranih koštica. Sjeme je držano dva tjedna na 20°C, zatim šest tjedana na 3°C, zatim dva tjedna na 20°C, pa ponovo dva tjedna na 3°C, dva tjedna na 20°C, osam tjedana na 3°C sve do početka klijanja. Zadnje razdoblje držanja sjemena do početka klijanja na 3°C može potrajati do 16 tjedana. (I)
- 10) proljetna sjetva, stratifikacija bez medija, tzv. „gola“ stratifikacija s kontrolom temperature i vlažnosti. Temperature su iste kao kod tretmana F. (J).

Ljetna sjetva (tretmani B i C) imala je najbolje klijanje u odnosu na sve ostale tretmane, dok je sjeme posijano u jesen (tretmani D i E) samo djelomično niknulo u prvoj godini poslije sjetve. Proljetna sjetva sa stratifikacijom imala je slabije rezultate, a tu se posebno ističu tretmani F i J koji su niknuli uglavnom u drugoj godini poslije sjetve, uz vrlo slabi postotak klijanja (3,5 % u tretmanu F i 2,75 % u tretmanu J). Tretmani H i I (proljetna sjetva uz toplo-hladni postupak stratifikacije) imali su bolju rasadničku klijavost, ali još uvijek slabiju nego tretmani iz ljetne sjetve. Dinamika rasta sadnica značajno je ovisila o predsjetvenom

tretmanu. U 2016. godini u prvom mjerenju tretman E je imao statistički značajno veću visinu sadnice u usporedbi s tretmanom I, a na kraju vegetacije nije zabilježena statistički značajna razlika u visini sadnica između tih tretmana. U 2017. godini u prvom mjerenju statistički značajno najveću visinu imale su sadnice iz tretmana E i H i takav se poredak nije promijenio do kraja vegetacije. Na kraju prve vegetacije promjer sadnica u tretmanu I dostigao je promjer sadnica u tretmanima D i E koji su, uz tretman C, imali najveći promjer u početku vegetacije. U početku druge vegetacije najveći promjer korijenovog vrata sadnice imao je tretman E, a tretmani A i B imali su statistički značajno najmanji promjer korijenovog vrata sadnice. Na kraju prve vegetacije poprečna površina presjeka korijenovog vrata bila najveća u tretmanima C, D, E, i I. Na kraju druge vegetacije statistički značajno najveću površinu presjeka korijenovog vrata imale su sadnice iz tretmana D, E i H i među tim tretmanima nije bilo statistički značajne razlike. Predsjetveni su tretmani djelovali na koeficijent vitkosti sadnice jedino u prvoj godini istraživanja, a njihov utjecaj je sa starošću sadnice oslabio. Na kraju prve godine najveći koeficijent vitkosti sadnice zabilježen je u tretmanima E i I, dok je na kraju druge godine istraživanja tretman C imao manji koeficijent vitkosti i nije se statistički razlikovao u odnosu na tretman A. Sadnice iz proljetne sjetve imale najveći koeficijent vitkosti, a zatim slijede jesenska i ljetna sjetva koje su imale manji koeficijent vitkosti sadnice. Korelacijski koeficijent između visine sadnice i promjera sadnice bio je pozitivan. Na kraju prve godine istraživanja najveći korelacijski koeficijent zabilježen je u tretmanima D, A i B, a u drugoj godini u tretmanima E, I i B. U prvoj godini istraživanja najveći korelacijski koeficijenti između visine i koeficijenta vitkosti zabilježeni su u tretmanima B-E koji su imali korelacijske koeficijente veće od 0,9. U drugoj godini korelacijski koeficijent između visine i koeficijenta vitkosti se smanjio, a najveću vrijednost imao je korelacijski koeficijent iz tretmana H, I i E. U prvom mjerenju statistički najveći broj listova po cm visine sadnice imale su sadnice iz tretmana I, a zatim sadnice iz tretmana H. Na kraju vegetacije došlo je do jakog napada fitopatogene gljive *Blumeriella jaapii* (Rehm) Arx koja je uzrokovala jaku defolijaciju. Na sadnicama iz tretmana H i I ostalo je najviše listova po cm visine. Najmanje listova po cm visine sadnice ostalo je u tretmanu D koji se nije statistički značajno razlikovao od tretmana C. Na temelju provedenog istraživanja može reći da je najveći postotak rasadničke kljavosti utvrđen u ljetnoj sjetvi bez odvajanja usploda, a potom u proljetnoj sjetvi uz prethodnu toplo-hladnu stratifikaciju. Ljetna sjetva s usplodom daje kompaktnije sadnice, a proljetna sjetva i toplo-hladna stratifikacija daju vitkije sadnice. Potrebno je provesti daljnja istraživanja na sjemenu divlje trešnje podrijetlom iz klonskih sjemenskih plantaža i drugih kategorija šumskog reprodukcijanskog materijala i provesti višegodišnja istraživanja kako bi se utvrdio najprikladniji način predsjetvene pripreme sjemena divlje trešnje i djelovanje ostalih čimbenika na kakvoću sadnica.

Ključne riječi

Prunus avium L., klijanje, sjeme, stratifikacija, tretiranje, kvaliteta sadnica

¹ Međimurska priroda – Javna ustanova za zaštitu prirode, Trg međimurske prirode 1., Križovec, 40315 Mursko Središće

² Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Odsjek za hortikulturu i pejzažnu arhitekturu, Zavod za voćarstvo, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

³ Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma, Svetošimunska 23, 10000 Zagreb

✉ Corresponding author: tjemric@agr.gr

Uvod

Divlja trešnja (*Prunus avium* L.) smatra se najvrjednijom i najvažnijom šumskom voćkaricom (Russell, 2003), zbog čega su u mnogim europskim zemljama započeti programi oplemenjivanja i očuvanja (Kobliha, 2002). Iako je njezin udio u šumama Hrvatske svega 0,3 %, smatra se najrasprostranjenijom voćkaricom. (Hrvatske šume d.o.o., usmeno priopćenje). Divlja trešnja je pionirska vrsta koja lako kolonizira progale koje nastaju u šumama, ali je kasnije ipak potiskuju kompetitivnije vrste drveća (Höltken i Gregorius, 2006). Nastanjuje sunčane i tople položaje i ima srednje do velike zahtjeve za hranjivima. Preferira alkalna tla iako može rasti i na suhim, razmjerno kiselim tlima. Heliofilna je vrsta i podnosi zasjenu samo u mladosti (Russell, 2003). Nalazi se u zajednici sa drugim plemenitim listačama, a dopire do 1200 m nadmorske visine, ponekad i više (Jarni i sur., 2017).

Habitus divlje trešnje je pravilan. To je vrsta monopodijalnog rasta i vitke krošnje. Doživi starost od 60 do 80 godina i visinu od 20 do 25 m te prsni promjer od 50 do 70 cm. Pojedina stabla mogu narasti u visinu od 35 m i imati prsni promjer od 120 cm (Russell, 2003).

Glavni način razmnožavanja u prirodnim staništima je vegetativnim putem korijenovim izdancima (Ducci i sur., 2013; Höltken i Gregorius, 2006; Jarni i sur., 2017; Petrokas, 2010), a uspješnost generativnog razmnožavanja ovisi o populaciji i obrascima ponašanja ptica koje su glavni prenositelji sjemena na veće udaljenosti (Breitbach i sur., 2012). Razvijeni su i protokoli za mikropropagaciju (Tančeva Crmarić i Kajba, 2016), ali u rasadničkoj praksi još uvijek je najrašireniji generativni način razmnožavanja. On će i dalje imati svoje mjesto u rasadničkoj proizvodnji šumskog sadnog materijala divlje trešnje jer se njome održava genetska varijabilnost koja je kod ove vrste ograničena (Budan i sur., 2009; Esen i sur., 2012) upravo zbog vegetativnog razmnožavanja koje prevladava u prirodnim uvjetima.

Sjeme divlje trešnje odlikuje se jakom fiziološki uvjetovanom dormantnošću embrija (Ešen i sur., 2006; Grisez, 1974; Iliev i sur., 2012; Schueler i sur., 2004; Suszka i sur., 1996) i endokarpa (Shiranpour i sur., 2011). To je dvostruka dormantnost zbog koje sjeme ne niče u prvoj godini nakon sjetve nego „preleži“ i niče tek u drugoj godini. Na intenzitet dormantnosti, osim genetskih čimbenika (Dimitrovski i Cvetkovik, 1970; Iliev i sur., 2012; Mollashahi i sur., 2009; Stanković-Nedić i sur., 2018) utječu i ekološki čimbenici (Ešen i sur., 2006) te njihova snažna interakcija (Hjalmarsson i Ortiz, 2000).

Kako bi se savladala dormantnost sjemena i poboljšalo klijanje sjemena divlje trešnje, potrebno je provesti stratifikaciju, odnosno držati sjeme u odgovarajućim uvjetima temperature i vlage (Grisez, 1974). Dodatna se poboljšanja mogu postići mehaničkim postupcima kao što je skarifikacija (Pavelić, 2006) ili podešavanjem vremena sjetve (Dirr i Heuser, 2006; Iliev i sur., 2012; Wawrzyniak i sur., 2020).

Kakvoća sadnice presudan je čimbenik o kojem ovisi jačina rasta i stupanj preživljavanja nakon presađivanja (Duryea, 1985; Johnson i Cline, 1991; Mattsson, 1997). Kakvoća sadnice složena je kombinacija morfoloških, fizioloških i genetskih čimbenika (Dey i Parker, 1997; Jaenicke, 1999; Šebek, 2019). Među značajnije čimbenike o kojima ovisi kakvoća sadnica ubrajaju se temperatura,

vlažnost zraka, stres, klima rasadnika i uzgojni postupci u rasadničkoj tehnologiji (Drvodelić i Oršanić, 2019; Haase, 2007, 2008; Mattsson, 1997; Šebek, 2019).

Cilj ovog istraživanja je bio određivanje najboljeg načina predstjetvene pripreme sjemena divlje trešnje za uspješno svladavanje dormantnosti i proizvodnju šumskog sadnog materijala.

Materijal i metode

Istraživanje je provedeno tijekom tri godine (2015. – 2017.). U prvoj godini je prikupljeno sjeme i obavljeni predstjetveni tretmani, dok je u ostale dvije godine bio praćen rast sadnica.

Prikupljanje sjemena i predstjetveni tretmani

Sjeme divlje trešnje je sakupljeno u lipnju 2015. godine sa 10 soliternih stabala divlje trešnje starije životne dobi na području Medvednice. Sva su stabla imala izvrstan prirodni i zadovoljavajuće zdravstveno stanje.

Provedeno je ukupno 10 predstjetvenih tretmana, kako je prikazano u tablici 1.

Sjetva

Sjetva je obavljena u Dunemannovim lijevama s razmakom redova od 20 cm i 1 cm unutar reda (Slika 1) u četiri ponavljanja sa 100 sjemenki po ponavljanju. Nakon sjetve sjeme je prekriveno pijeskom, a na lijehu je položena mreža od trstike kako bi se spriječilo pretjerano zagrijavanje i isušivanje supstrata. Nakon jesenske sjetve (21. 10. 2015.), lijehe su prekrivene slojem listinca za zaštitu od ranih jesenskih mrazova i zimske hladnoće. Listinac je početkom proljeća 2016. godine uklonjen zbog početka klijanja sjemena (15. 3. 2016.). Trstika i PVC mreža podignute su na nosače za zaštitu od kasnih proljetnih mrazova (21. 3. 2016.). (Slika 2)



Slika 1. Sjetva sjemena divlje trešnje (*Prunus avium* L.)

Figure 1. Sowing of wild cherry (*Prunus avium* L.)



Slika 2. Trstika i PVC mreža postavljene za zaštitu od kasnih proljetnih mrazova

Figure 2. Reed and PVC net used for protection from late spring frosts

Mjerenje vegetativnog rasta

Mjerenja pokazatelja vegetativnog rasta provedena su od travnja 2016. godine do rujna 2017. godine. Broj prokljalih sjemenki je evidentiran svakih tjedan dana, počevši od prvog klijanja sjemenki početkom travnja 2016. godina. Sjemenka se smatrala prokljalom kada su na površini bile vidljive supke (Slika 3.).

Mjerenja rasta (visine) i prirasta (promjer vrata korijena) sadnica obavljeno je dva puta tijekom vegetacije. Prvo mjerenje obavljeno je na završetku prve faze visinskog rasta u lipnju, a drugo mjerenje obavljeno je početkom jeseni. Mjerenje visina obavljalo se od razine tla do baze vršnog pupa (ANLA Horticultural Standards Committee, 2004), pomoću mjerne letve, a promjer vrata korijena mjeren je digitalnim pomičnim mjerilom točnosti 0.01 mm.

Promjer vrata korijena sadnica mjeren je u razini ožiljka kotiledona (Haase, 2007). Iz promjera vrata korijena izračunata je površina poprečnog presjeka sjemenjaka (Westwood i Roberts, 1970). Mjerenje morfoloških parametara (visina, promjer vrata korijena, broj listova) obavljalo se na 30 slučajno odabranih sadnica unutar svakog tretmana. Svaka odabrana sadnica bila je označena prilikom prvog mjerenja kako bi se sva mjerenja provodila na istoj sadnici tijekom cijelog istraživanja. Koeficijent vitkosti ili čvrstoće sadnice izračunat je dijeljenjem visine sadnice

s promjerom korijenovog vrata sadnice (Drvodelić i Oršanić, 2019; Haase, 2008). Brojanje listova obavljeno je u isto vrijeme kada i mjerenje visine i promjera vrata korijena.



Slika 3. Pojava supki na površini tla kao kriterij početka brojanja klijanaca

Figure 3. Occurrence of cotyledons on the soil surface as a criterion for the beginning of seedling counting

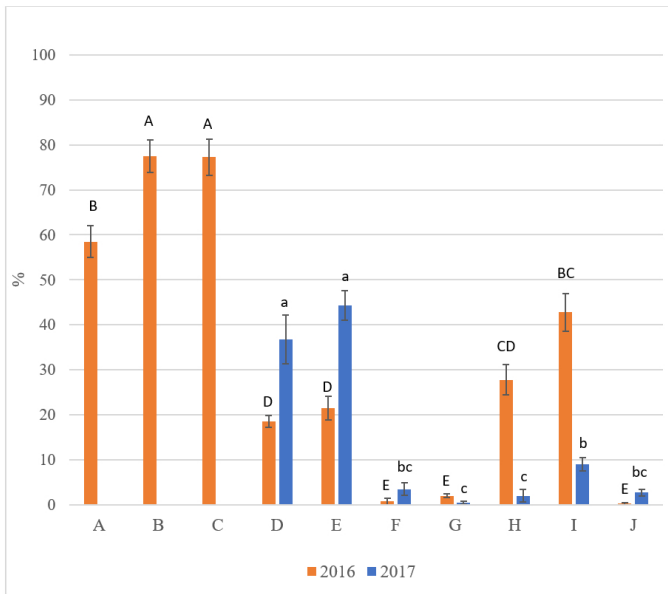
Statistička obrada podataka

Podatci su statistički obrađeni u statističkom paketu SAS 9.4 (SAS Institute, Cary, NC) analizom varijance (ANOVA), Tukeyvim HSD testom na razini značajnosti $P \leq 0,05$ i analizom korelacije. Podatci klijavosti sjemena prije statističke analize transformirani su *arc sin* transformacijom kako bi se zadovoljili uvjeti za analizu varijance.

Rezultati

Iz grafikona 1 je vidljivo da je rasadnička klijavost sjemena divlje trešnje značajno ovisila o predstjetvenom tretmanu. Sjeme iz tretmana A, B, C, H i I niknulo je u prvoj godini, dok je sjeme iz tretmana D i E u prvoj godini niknulo djelomično (18,5 % u tretmanu D i 21,5 % u tretmanu E), a glavnina sjemena (36,75 % u tretmanu D i 44,25 % u tretmanu E) prokljala je u drugoj godini. Sjeme iz tretmana F, i J niknulo je u drugoj godini, uz vrlo slabi postotak klijanja (3,5 % u tretmanu F i 2,75 % u tretmanu J). U prvoj godini najbolji je postotak klijanja ostvaren u tretmanima B i C (oko 77,00 %), a zatim slijedi tretman A (58,50 %), tretman I (42,75 %), tretman H (27,75 %), a nakon njih tretmani D i E. Između tretmana A i I nije utvrđena statistički značajna razlika, kao ni između tretmana H i I te između tretmana D, E i H. Od tretmana koji su prokljali u drugoj godini, najbolju rasadničku klijavost imali su tretmani D i E između kojih nije bilo statistički značajne razlike. Oni su se značajno razlikovali od svih ostalih tretmana isključivši u drugoj godini, među kojima uglavnom nije bilo statistički značajnih razlika.

Tretmani F i J imali su najveći varijacijski koeficijent od čak 200,00 %, a minimalna rasadnička klijavost je bila samo 0,1 % (Tablica 2). Tretman G je imao varijacijski koeficijent od 40,82 %, a zatim slijede tretmani E i H s varijacijskim koeficijentom od oko 24,00 %. Tretman I imao je varijacijski koeficijent od 19,70 %, dok su ostali tretmani imali varijacijski koeficijent manji od 15 %.



Graf 1. Rasadnička klijavost sjemena divlje trešnje (*Prunus avium* L.) ovisno o načinu predsjetvene pripreme u 2016. i 2017. godini

Napomena: opisi tretmana A-J nalaze se u tablici 1; vrijednosti označene istim slovom unutar pojedine godine nisu statistički značajno različite prema Tukeyevom HSD testu na razini značajnosti $P \leq 0,05$ provedenom na podatcima transformiranim pomoću *arc sin* transformacije, vertikalne linije označavaju standardnu grešku

Graph 1. Germination of wild cherry (*Prunus avium* L.) seeds depending on pre-sowing treatment in 2016 and 2017

Note: description of treatments are given in the Table 1; values marked with the same letter are not statistically different according to Tukey HSD test at $P \leq 0.05$ conducted on data transformed by *arc sin* transformation; vertical bars are used to mark standard error of the mean

Podijele li se tretmani prema vremenu sjetve (Tablica 1), može se zaključiti da je najveća rasadnička klijavost zabilježena u tretmanima iz ljetne sjetve (tretmani A, B i C), a proljetna sjetva je imala najslabiju rasadničku klijavost (tretmani F, G, H, I i J).

Na temelju ovih rezultata, za daljnje istraživanje odabrani su samo klijanci iz tretmana A, B, C, D, E, H i I. Ostali su tretmani odbačeni jer njihovom primjenom nije prekinuta dormantnost sjemena u zadovoljavajućoj mjeri.

Visina sadnice

Rezultati mjerenja visine sadnice prikazani su u grafikonima 2 i 3. U 2016. godini u prvom mjerenju (Grafikon 2) tretman E je imao statistički značajno veću visinu sadnice u usporedbi s tretmanima H i I, a između drugih tretmana uglavnom nije zabilježena statistički značajna razlika. Nasuprot tome, na kraju vegetacije nije zabilježena statistički značajna razlika u visini sadnice između tretmana E i I, u kojima je visina bila statistički značajno veća u odnosu na ostale tretmane, među kojima nije zabilježena statistički značajna razlika.

U 2017. godini (Grafikon 3) u prvom mjerenju statistički značajno najveću visinu imale su sadnice iz tretmana E i H i među njima nije bilo značajne razlike. Zatim slijede sadnice iz tretmana D i I koje se međusobno također nisu statistički značajno razlikovale. Sadnice iz tretmana A, B i C imale su statistički

Tablica 1. Prikaz istraživanih predsjetvenih tretmana divlje trešnje (*Prunus avium* L.)

Table 1. Pre-sowing treatments of wild cherry (*Prunus avium* L.)

Šifra tretmana	Opis tretmana
A	Ljetna sjetva cjelovitih plodova. Sjetva je obavljena 30.06.2015.
B	Ljetna sjetva koštica. Sjetva obavljena 01.07.2015.
C	Ljetna sjetva koštica s flotacijom. Sjetva obavljena 16.07.2015.
D	Jesenska sjetva koštica. Sjetva obavljena 16.10.2015.
E	Jesenska sjetva koštica s flotacijom. Sjetva obavljena 16.10.2015.
F	Proljetna sjetva stratificiranih koštica po Grisezu (1974): hladna stratifikacija 125 dana na 3°C. Prije stratifikacije obavljeno je namakanje koštica 48 h u vodi. Stratifikacija s medijem i kontroliranoj temperaturom (omjer prosijanog treseta i pijeska 1:1). Omjer medija i sjemena bio je 3:1. Sjetva je obavljena 01.04.2016.
G	Proljetna sjetva stratificiranih koštica s prethodnom flotacijom po Grisezu (1974). Uvjeti stratifikacije jednaki su kao u tretmanu F. Sjetva je obavljena 01.04.2016.
H	Proljetna sjetva, toplo-vlažni i hladni postupak, 3 tjedna na 21°C i 15 tjedana na 5°C. Uvjeti stratifikacije jednaki su kao u tretmanu F. Sjetva je obavljena 01.04.2016.
I	Proljetna sjetva stratificiranih koštica. Sjeme je držano dva tjedna na 20°C, zatim šest tjedana na 3°C, zatim dva tjedna na 20°C, pa ponovo dva tjedna na 3°C, dva tjedna na 20°C, osam tjedana na 3°C sve do početka klijanja. Zadnji period držanja sjemena do početka klijanja na 3°C može potrajati do šesnaest tjedana. Sjetva je obavljena 01.04.2016.
J	Proljetna sjetva, stratifikacija bez medija, tzv. gola stratifikacija s kontrolom temperature i vlažnosti. Sadržaj vlage u sjemenu određen je prema pravilima ISTA. Iz težine sjemena i sadržaja vlage izračunata je količina vode potrebna za sadržaj vlage do 28-30% koji se održavao tijekom stratifikacije dodavanjem vode u potrebnoj količini. Sjeme se zbog aeracije i kondenzacije vlage na dnu povremeno miješalo. Temperature su iste kao kod tretmana F. Sjetva je obavljena 01.04.2016.

značajno najmanju visinu i među njima nije bilo statistički značajne razlike. U drugom mjerenju poredak tretmana ostao je nepromijenjen.

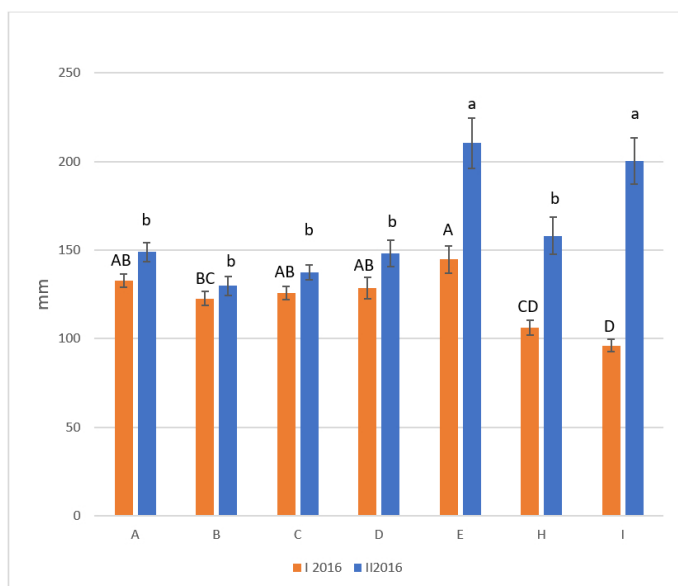
Promjer vrata korijena sadnice

Rezultati mjerenja promjera vrata korijena sadnice prikazani su u grafikonima 4 i 5. U 2016. godini u prvom mjerenju (Grafikon 4) statistički značajno najveći promjer vrata korijena sadnice zabilježen je u tretmanima A, C, D i E. Zatim slijedi tretman B koji je imao veći promjer vrata korijena sadnice nego tretman I, dok je promjer vrata korijena sadnice u tretmanu H bio podjednak u usporedbi s tretmanima B i I. Na kraju vegetacije, promjer vrata korijena sadnica u tretmanu I dostigao je promjer vrata korijena sadnica u tretmanima D i E. Najmanji promjer vrata korijena imale su sadnice iz tretmana A i H, ali nije zabilježena statistički značajna razlika između tih tretmana i tretmana B i C.

Tablica 2. Minimum, maksimum i koeficijent varijacije (CV) za klijanje sjemena divlje trešnje (*Prunus avium* L.) ovisno o načinu predsetvene pripreme

Table 2. Minimum, maximum and coefficient of variation (CV) for wild cherry (*Prunus avium* L.) seed germination, depending on pre-sowing treatment

Tretman/ Treatment	Minimum/ Minimum	Maksimum/ Maximum	CV
A	51,0	68,00	12,05
B	67,0	83,00	9,27
C	70,00	86,00	10,32
D	16,00	22,00	14,30
E	17,00	29,00	24,17
F	0,1	3,00	200,00
G	1,00	3,00	40,82
H	19,00	34,00	24,33
I	33,00	53,00	19,70
J	0,1	1,00	200,00

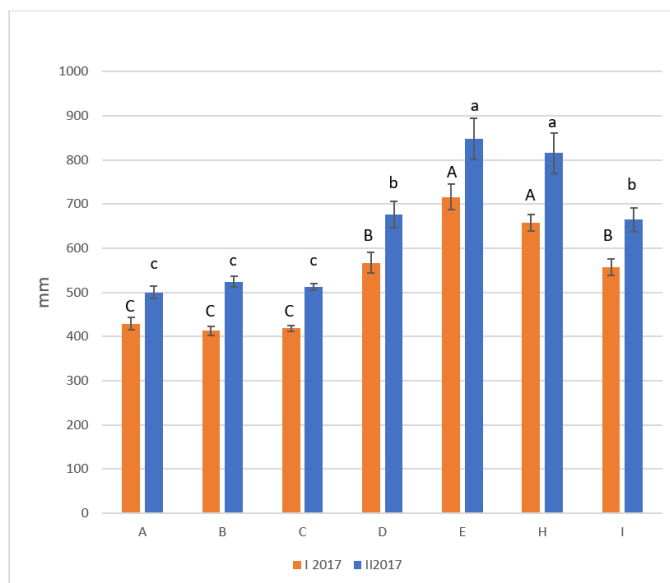


Graf 2. Visina sadnice divlje trešnje (*Prunus avium* L.) ovisno o načinu predsetvene pripreme u lipnju (I 2016) i na kraju vegetacije u (II 2016) u 2016. godini

Napomena: opisi tretmana A-J nalaze se u tablici 1; vrijednosti označene istim slovom unutar pojedine godine nisu statistički značajno različite prema Tukeyevom HSD testu na razini značajnosti $P \leq 0,05$; vertikalne linije označavaju standardnu grešku

Graph 2. The height of wild cherry (*Prunus avium* L.) seedling depending on pre-sowing treatment in June 2016 (I 2016) and at the end of vegetation (II 2016) in 2016

Note: description of treatments are given in the Table 1; values marked with the same letter are not statistically different according to Tukey HSD test at $P \leq 0.05$; vertical bars are used to mark standard error of the mean



Graf 3. Visina sadnice divlje trešnje (*Prunus avium* L.) ovisno o načinu predsetvene pripreme u lipnju (I 2017) i na kraju vegetacije u (II 2017) u 2017. godini

Napomena: opisi tretmana A-J nalaze se u tablici 1; vrijednosti označene istim slovom unutar pojedine godine nisu statistički značajno različite prema Tukeyevom HSD testu na razini značajnosti $P \leq 0,05$; vertikalne linije označavaju standardnu grešku

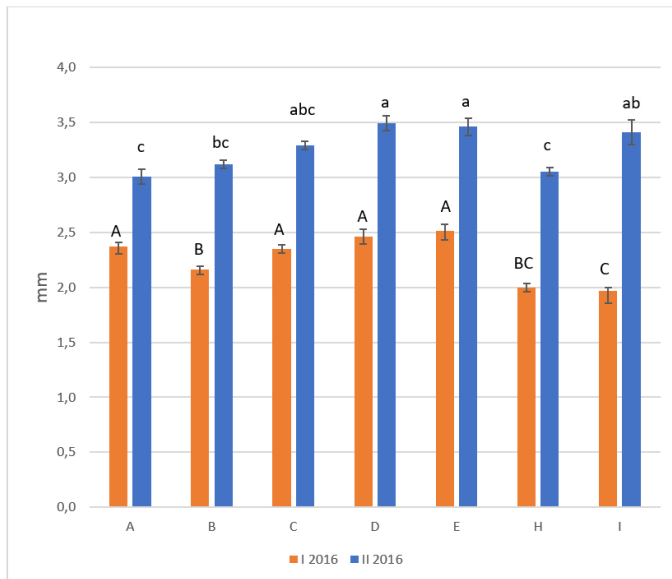
Graph 3. The height of wild cherry (*Prunus avium* L.) seedling depending on pre-sowing treatment in June 2017 (I 2017) and at the end of vegetation (II 2017) in 2017

Note: description of treatments are given in the Table 1; values marked with the same letter are not statistically different according to Tukey HSD test at $P \leq 0.05$; vertical bars are used to mark standard error of the mean

U 2017. godini u prvom mjerenju (Grafikon 5) najveći promjer vrata korijena sadnice zabilježen je u tretmanu E koji se nije statistički značajno razlikovao od tretmana H. Tretman H nije se statistički značajno razlikovao od tretmana I, a on se nije značajno razlikovao od tretmana C i D. Tretmani A i B imali su statistički značajno najmanji promjer vrata korijena sadnice. Na kraju vegetacije promjer vrata korijena sadnica u tretmanima D, E i H bio je najveći i među tim tretmanima nije bilo statistički značajne razlike (Grafikon 5). Zatim slijede tretmani C i I između kojih također nije zabilježena statistički značajna razlika. Statistički značajno najmanji promjer vrata korijena sadnice postignut je u tretmanima A i B i između njih također nije zabilježena statistički značajna razlika.

Površina poprečnog presjeka korijenovog vrata sadnice

U 2016. godini u prvom mjerenju (Grafikon 6) najveća poprečna površina presjeka korijenovog vrata sadnice zabilježena je u tretmanu E koji se nije statistički značajno razlikovao od tretmana D i A. Tretmani D i A nisu se statistički značajno razlikovali od tretmana C. Tretmani B, H i I imali su statistički značajno najmanju površinu poprečnog presjeka korijenovog vrata sadnice. Na kraju vegetacije površina poprečnog presjeka korijenovog vrata sadnice u tretmanima C, D, E, i I bila je najveća i među tim tretmanima nije bilo statistički značajne razlike (Grafikon 6).



Graf 4. Promjer sadnice divlje trešnje (*Prunus avium* L.) ovisno o načinu predsjetvene pripreme u lipnju (I 2016) i na kraju vegetacije u (II 2016) u 2016. godini

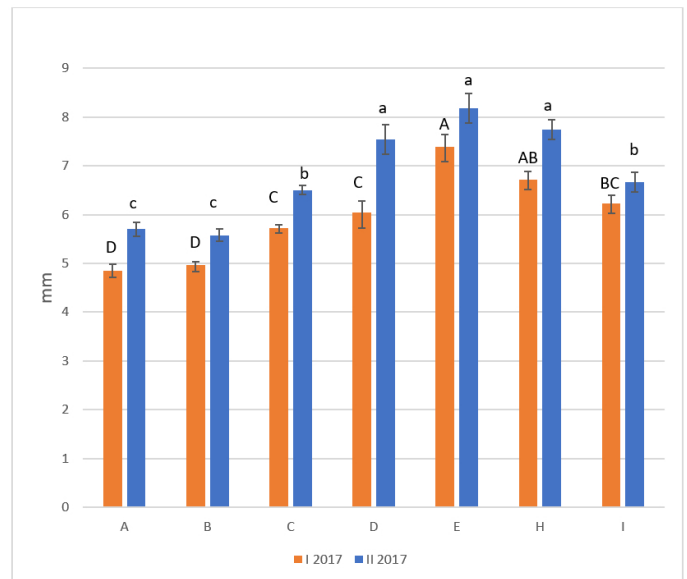
Napomena: opisi tretmana A-J nalaze se u tablici 1; vrijednosti označene istim slovom unutar pojedine godine nisu statistički značajno različite prema Tukeyevom HSD testu na razini značajnosti $P \leq 0,05$; vertikalne linije označavaju standardnu grešku

Graph 4. Root collar diameter of wild cherry (*Prunus avium* L.) seedling depending on pre-sowing treatment in June 2016 (I 2016) and at the end of vegetation (II 2016) in 2016

Note: description of treatments are given in the Table 1; values marked with the same letter are not statistically different according to Tukey HSD test at $P \leq 0.05$; vertical bars are used to mark standard error of the mean

Statistički značajno najmanja površina poprečnog presjeka korijenovog vrata sadnice postignuta je u tretmanima A i H, između kojih nije zabilježena statistički značajna razlika. Ovi tretmani se također nisu statistički značajno razlikovali od tretmana B i C.

U 2017. godini u prvom mjerenju (Grafikon 7) statistički značajno najveća površina poprečnog presjeka korijenovog vrata sadnice zabilježena je u tretmanu E. Zatim slijede tretmani D, H i I koji se međusobno nisu statistički značajno razlikovali. Statistički značajno najmanja površina poprečnog presjeka korijenovog vrata sadnica postignuta je u tretmanima A i B između kojih također nije zabilježena statistički značajna razlika. Tretman C nije se statistički značajno razlikovao od tretmana A, B i D. Na kraju vegetacije najveću površinu presjeka korijenovog vrata imale su sadnice iz tretmana D, E i H i među tim tretmanima nije bilo statistički značajne razlike (Grafikon 7). Zatim slijede tretmani C i I između kojih također nije zabilježena statistički značajna razlika, ali se tretman I nije statistički značajno razlikovao od tretmana D, a tretman C nije bio statistički značajno različit od tretmana A i B koji su imali najmanju površinu poprečnog presjeka korijenovog vrata sadnica.



Graf 5. Promjer sadnice divlje trešnje (*Prunus avium* L.) ovisno o načinu predsjetvene pripreme u lipnju (I 2017) i na kraju vegetacije u (II 2017) u 2017. godini

Napomena: opisi tretmana A-J nalaze se u tablici 1; vrijednosti označene istim slovom unutar pojedine godine nisu statistički značajno različite prema Tukeyevom HSD testu na razini značajnosti $P \leq 0,05$; vertikalne linije označavaju standardnu grešku

Graph 5. Root collar diameter of wild cherry (*Prunus avium* L.) seedlings depending on pre-sowing treatment in June 2017 (I 2017) and at the end of vegetation (II 2017) in 2017

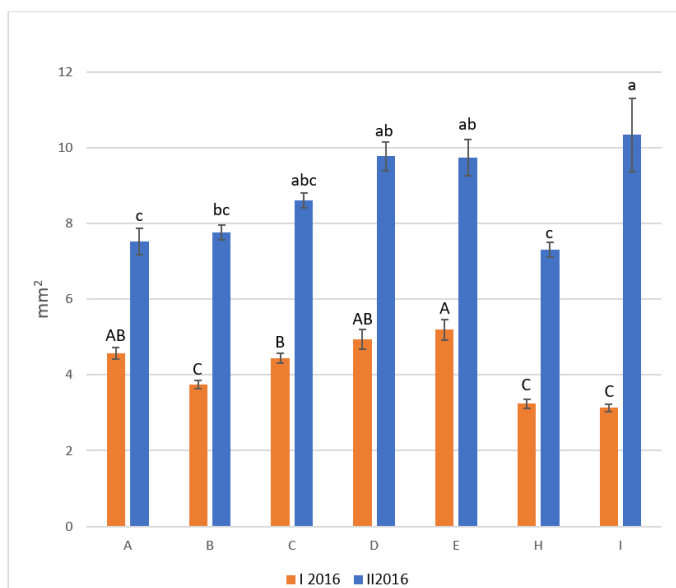
Note: description of treatments are given in the Table 1; values marked with the same letter are not statistically different according to Tukey HSD test at $P \leq 0.05$; vertical bars are used to mark standard error of the mean

Koeficijent vitkosti sadnice

U 2016. godini u prvom mjerenju (Grafikon 8) najmanji koeficijent vitkosti sadnice zabilježen je u tretmanu I koji se nije statistički značajno razlikovao od tretmana C, D i H, a oni nisu bili statistički značajno različiti od tretmana A, B i E koji su imali najveći koeficijent vitkosti sadnica.

Na kraju vegetacije najveći koeficijent vitkosti sadnice zabilježen je u tretmanima E i I, među kojima nije bilo statistički značajne razlike. Tretmani A i H nisu se statistički značajno razlikovali od prethodnih dvaju tretmana, kao ni od tretmana B, C i D koji su imali najmanji koeficijent vitkosti i nisu se međusobno statistički značajno razlikovali.

U 2017. godini u prvom mjerenju (Grafikon 9) statistički značajna razlika je zabilježena samo između tretmana B i C koji su imali najmanji koeficijent vitkosti sadnice i međusobno su se značajno razlikovali. Tretman B nije bio statistički značajno različit u odnosu na tretmane A i I. Na kraju vegetacije najveći koeficijent vitkosti sadnica zabilježen je u tretmanu H, ali se on nije statistički značajno razlikovao od tretmana B, D E i I. Tretman C imao je najmanji koeficijent vitkosti.



Graf 6. Površina poprečnog presjeka korijenovog vrata sadnice divlje trešnje (*Prunus avium* L.) ovisno o načinu predsjetvene pripreme u lipnju (I 2016) i na kraju vegetacije u (II 2016) u 2016. godini

Napomena: opisi tretmana A-J nalaze se u tablici 1; vrijednosti označene istim slovom unutar pojedine godine nisu statistički značajno različite prema Tukeyevom HSD testu na razini značajnosti $P \leq 0,05$; vertikalne linije označavaju standardnu grešku

Graph 6. Cross-sectional area of wild cherry (*Prunus avium* L.) seedling depending on pre-sowing treatment in June 2016 (I 2016) and at the end of vegetation (II 2016) in 2016

Note: description of treatments are given in the Table 1; values marked with the same letter are not statistically different according to Tukey HSD test at $P \leq 0.05$; vertical bars are used to mark standard error of the mean

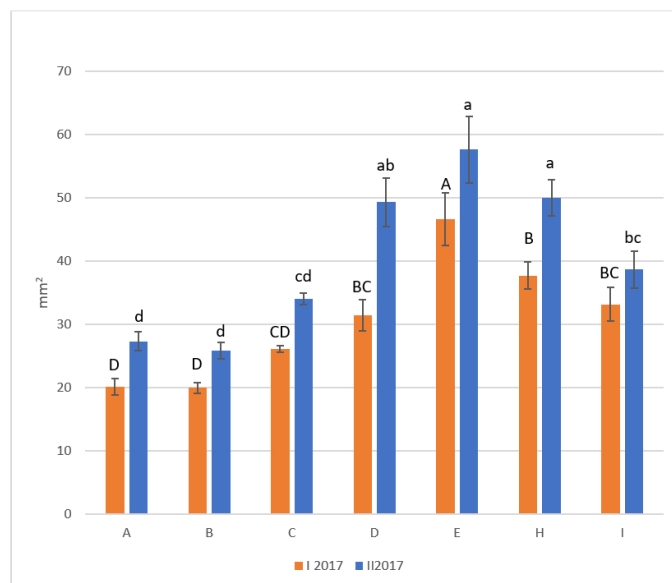
Kada se koeficijent vitkosti sadnice uspoređi u odnosu na vrijeme sjetve (Tablica 3) može se uočiti da su i jednogodišnje i dvogodišnje sadnice iz proljetne sjetve imale najveći koeficijent vitkosti, a zatim slijede jesenska i ljetna sjetva koje su imale manji koeficijent vitkosti sadnice.

Korelacija između visine i promjera sadnice

Korelacijski koeficijent između visine sadnice i promjera sadnice bio je pozitivan (Tablica 4). Na kraju prve godine istraživanja najveći korelacijski koeficijent zabilježen je u tretmanima D, A i B, a u drugoj godini u tretmanima E, I i B. U prvoj godini istraživanja najveći korelacijski koeficijenti između visine i koeficijenta vitkosti zabilježeni su u tretmanima B-E koji su imali korelacijske koeficijente veće od 0,9. U drugoj godini korelacijski koeficijent između visine i koeficijenta vitkosti se smanjio, a najveću vrijednost imao je korelacijski koeficijent iz tretmana H, I i E.

Broj listova

Broj listova je mjereno samo u 2017. godini (Grafikon 10). U prvom mjerenju statistički najveći broj listova po cm visine sadnice imale su sadnice iz tretmana I, a zatim sadnice iz tretmana H. Sadnice iz svih ostalih tretmana imale su statistički najmanji broj listova po cm visine i među njima nije bilo statistički značajne razlike.



Graf 7. Površina poprečnog presjeka korijenovog vrata sadnice divlje trešnje (*Prunus avium* L.) ovisno o načinu predsjetvene pripreme u lipnju (I 2017) i na kraju vegetacije u (II 2017) u 2017. godini

Napomena: opisi tretmana A-J nalaze se u tablici 1; vrijednosti označene istim slovom unutar pojedine godine nisu statistički značajno različite prema Tukeyevom HSD testu na razini značajnosti $P \leq 0,05$; vertikalne linije označavaju standardnu grešku

Graph 7. Cross-sectional area of wild cherry (*Prunus avium* L.) seedling depending on pre-sowing treatment in June 2017 (I 2017) and at the end of vegetation (II 2017) in 2017

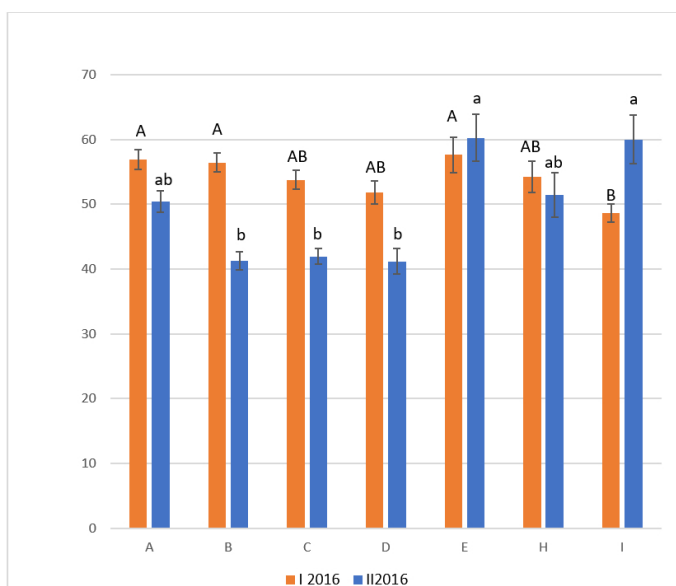
Note: description of treatments are given in the Table 1; values marked with the same letter are not statistically different according to Tukey HSD test at $P \leq 0.05$; vertical bars are used to mark standard error of the mean

Tablica 3. Koeficijent vitkosti jednogodišnjih i dvogodišnjih sadnica divlje trešnje (*Prunus avium* L.) ovisno o vremenu sjetve

Table 3. Slenderness coefficient of one-year and two-year nursery plants of wild cherry (*Prunus avium* L.) depending on sowing time

Tretiranje/ Treatment	Jednogodišnje sadnice/ One-year nursery plants	Dvogodišnje sadnice/ Two-year nursery plants
Proljetna sjetva/ Spring sowing	56,74	104,26
Ljetna sjetva/ Summer sowing	44,57	89,25
Jesenska sjetva/ Autumn sowing	51,87	100,48

Na kraju vegetacije došlo je do jakog napada fitopatogene gljive *Blumeriella jaapii* (Rehm) Arx koja je uzrokovala jaku defolijaciju (Slika 4) pa se broj listova po cm visine značajno smanjio (Grafikon 10). Na sadnicama iz tretmana H i I ostalo je najviše listova po cm visine, a zatim slijede tretmani A, B i E koji se statistički značajno razlikuju u odnosu na prethodno navedene tretmane. Tretman E nije se statistički značajno razlikovao od tretmana B, ali ni od tretmana C. Najmanje listova po cm visine sadnice ostalo je u tretmanu D koji se nije statistički značajno razlikovao od tretmana C.

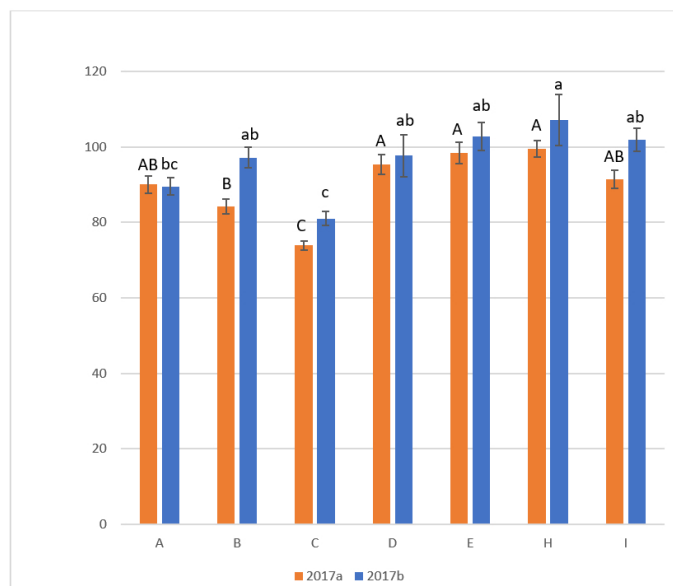


Graf 8. Koeficijent vitkosti sadnice divlje trešnje (*Prunus avium* L.) ovisno o načinu predstjetvene pripreme u lipnju (I 2016) i na kraju vegetacije u (II 2016) u 2016. godini

Napomena: opisi tretmana A-J nalaze se u tablici 1; vrijednosti označene istim slovom unutar pojedine godine nisu statistički značajno različite prema Tukeyevom HSD testu na razini značajnosti $P \leq 0,05$; vertikalne linije označavaju standardnu grešku

Graph 8. Height: diameter ratio of wild cherry (*Prunus avium* L.) seedling depending on pre-sowing treatment in June 2016 (I 2016) and at the end of vegetation (II 2016) in 2016

Note: description of treatments are given in the Table 1; values marked with the same letter are not statistically different according to Tukey HSD test at $P \leq 0.05$; vertical bars are used to mark standard error of the mean



Graf 9. Koeficijent vitkosti sadnica divlje trešnje (*Prunus avium* L.) ovisno o načinu predstjetvene pripreme u lipnju (I 2017) i na kraju vegetacije u (II 2017) u 2017. godini

Napomena: opisi tretmana A-J nalaze se u tablici 1; vrijednosti označene istim slovom unutar pojedine godine nisu statistički značajno različite prema Tukeyevom HSD testu na razini značajnosti $P \leq 0,05$; vertikalne linije označavaju standardnu grešku

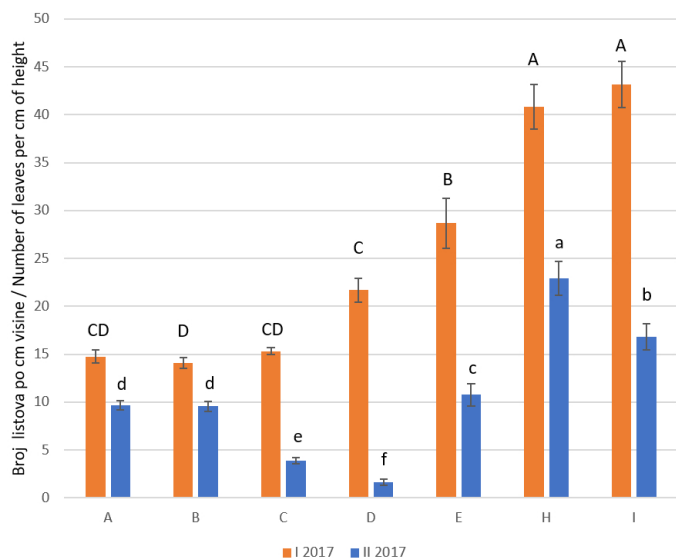
Graph 9. Height: diameter ratio of wild cherry (*Prunus avium* L.) seedlings depending on pre-sowing treatment in June 2017 (I 2017) and at the end of vegetation (II 2017) in 2017

Note: description of treatments are given in the Table 1; values marked with the same letter are not statistically different according to Tukey HSD test at $P \leq 0.05$; vertical bars are used to mark standard error of the mean

Tablica 4. Korelacijski koeficijent među pokazateljima vegetativnog rasta sadnica divlje trešnje (*Prunus avium* L.) ovisno o tretiranjima

Table 4. Correlation coefficient among vegetative parameters of one-year and two-year wild cherry (*Prunus avium* L.) seedlings depending on sowing time

Tretiranje/Treatment	Visina : promjer/ Height : diemeter (2016)	Visina : promjer/ Height : diemeter (2017)	Visina : koeficijent vitkosti/ Height : Slenderness coefficient (2016)	Visina : koeficijent vitkosti/ Height : Slenderness coefficient (2017)
A	0,50	0,58	0,71	0,61
B	0,45	0,59	0,95	0,34
C	0,26	n.s.	0,92	0,60
D	0,57	n.s.	0,92	0,61
E	0,43	0,77	0,93	0,67
H	0,20	0,36	n.s.	0,88
I	0,41	0,68	0,80	0,72



Graf 10. Broj listova po cm visine sadnica divlje trešnje (*Prunus avium* L.), ovisno o načinu predsjetvene pripreme, u lipnju (I 2017) i na kraju vegetacije u (II 2017) u 2017. godini

Napomena: opisi tretmana A-J nalaze se u tablici 1; vrijednosti označene istim slovom unutar pojedine godine nisu statistički značajno različite prema Tukeyevom HSD testu na razini značajnosti $P \leq 0,05$; vertikalne linije označavaju standardnu grešku

Graph 10. Number of leaves per cm of height of wild cherry (*Prunus avium* L.) seedlings, depending on pre-sowing treatment in June 2017 (I 2017) and at the end of vegetation (II 2017) in 2017

Note: description of treatments are given in the Table 1; values marked with the same letter are not statistically different according to Tukey HSD test at $P \leq 0.05$; vertical bars are used to mark standard error of the mean



Slika 4. Jaka defolijacija dvogodišnjih sadnica divlje trešnje (*Prunus avium* L.) uzrokovana fitopatogenom gljivom *Blumeriella jaapii* (Rehm) Arx

Figure 4. Severe defoliation of two-year-old wild cherry (*Prunus avium* L.) seedlings caused by phytopathogenic fungus *Blumeriella jaapii* (Rehm) Arx

Rasprava

Klijanje sjemena

Ljetna sjetva (tretmani B i C) je imala najbolje klijanje u odnosu na sve ostale tretmane, dok je jesenska sjetva (tretmani D i E) samo djelomično isključala u prvoj godini poslije sjetve. Proljetna sjetva sa stratifikacijom imala je slabije rezultate, a tu se posebno ističu tretmani F i J koji su proključali uglavnom u drugoj godini poslije sjetve, uz vrlo slabi postotak rasadničke klijavosti. Tretmani H i I kod kojih je provedena toplo-hladna stratifikacija imali su bolju rasadničku klijavost, ali još uvijek slabiju nego tretmani iz ljetne sjetve.

Dobiveni rezultati u suprotnosti su s navodima literature (Ešen i sur., 2006; Iliev i sur., 2012a; Schueler i sur., 2004; Suszka i sur., 1996) koji navode da se sjetva divlje trešnje ne bi smjela obavljati odmah nakon skupljanja nego je potrebno obaviti stratifikaciju jer se sjeme divlje trešnje odlikuje jakom fiziološki uvjetovanom dormantnošću embrija (Grisez, 1974). Toj dormantnosti pridonose i svojstva endokarpa (Shiranpour i sur., 2011) pa se u tom slučaju radi o tzv. dvostrukoj dormantnosti zbog koje sjeme može „preležati“ i niknuti tek u drugoj godini nakon sjetve, kao što se i dogodilo u tretmanima F i J i djelomično u tretmanima H i I. Mehanička skarifikacija može značajno poboljšati klijanje sjemena divlje trešnje (Pavelić, 2006), ali ona u našem istraživanju nije bila provedena, što je moglo imati utjecaj na dobivene rezultate.

Nasuprot navedenome, rezultati u našem istraživanju u skladu su s navodima drugih autora koji navode da se ljetna sjetva daje dobre rezultate (Dirr i Hauser, 2006; Iliev i sur, 2012). Jesenska sjetva daje podjednake rezultate kao i ljetna (Iliev i sur, 2012), što je u suprotnosti s rezultatima dobivenim u našem istraživanju. Proljetna sjetva stratificiranog sjemena dala je rezultate koji se mogu usporediti sa sličnim tretmanima objavljenima u literaturi (Iliev i sur, 2012), premda postoje istraživanja koja su pokazala da se može postići i znatno bolja klijavost od preko 80 % (Wawrzyniak i sur., 2020).

Shiranpour i sur. (2011) dokazali su da sjeme posijano s usplodem ima značajan utjecaj na savladavanje dormantnosti i klijanje sjemena divlje trešnje jer su postotak i brzina klijanja znatno slabiji nego kada se sjeme odvoji od usplođa. To je u suprotnosti s našim rezultatima koji su pokazali da se takvim načinom sjetve može postići rasadnička klijavost od skoro 60 %.

Među čimbenicima koji su mogli imati utjecaj na ovakve rezultate treba istaknuti genetske čimbenike jer oni mogu značajno utjecati na intenzitet dormantnosti a, sukladno tome, i na učinkovitost različitih predsjetvenih tretmana. Tako i rezultati autora koji preporučuju toplo-hladnu stratifikaciju za savladavanje dormantnosti sjemena divlje trešnje jasno pokazuju da učinkovitost pojedinih tretmana značajno ovisi o genetskim svojstvima (Ešen i sur., 2006; Iliev i sur., 2012a). U pojedinim slučajevima dormantnost sjemena je toliko jaka da je klijavost sjemena manja od 1 % (Ešen i sur., 2006). Kada je sjeme posijano u jesen bez stratifikacije, nije postignuta veća klijavost od 20 %, što je u skladu s rezultatima dobivenim i u našem istraživanju. Drugi značajan čimbenik je ekološki jer sjeme divlje trešnje podrijetlom iz priobalnih područja bolje klija nego sjeme podrijetlom iz kontinentalnih područja (Ešen i sur., 2006), a utvrđene su i razlike u klijavosti sjemena podrijetlom s istih

stabala sakupljenog u različitim godinama (Orešković i sur., 2006). Značajan utjecaj genetskih čimbenika na dormantnost sjemena divlje trešnje utvrdili su i drugi autori (Dimitrovski i Cvetković, 1970; Iliev i sur., 2012a; Mollashahi i sur., 2009; Stanković-Nedić i sur., 2018). Genetski čimbenici imaju snažan utjecaj na svojstva divlje trešnje kao što su cvatnja, vegetativni rast i osjetljivost na štetnike (Kobliha, 2002; Stanković-Nedić i sur., 2018), a također je i moguća snažna interakcija genetskih i ekoloških čimbenika (Hjalmarsson i Ortiz, 2000).

Visina sadnice

Prosječna visina jednogodišnjih sadnica u našem istraživanju u okviru je vrijednosti zabilježenih u literaturi (Ivetić i sur., 2017; Stanković-Nedić i sur., 2018; Stefan i Vladan, 2013), ali je značajno manja u odnosu na istraživanja koja su proveli Wawrzyniak i sur. (2020). Dinamika rasta sadnice je značajno ovisila o predsetvenom tretmanu. U 2016. godini u prvom mjerenju tretman E je imao statistički značajno veću visinu sadnice u usporedbi s tretmanima H i I, ali na kraju vegetacije nije zabilježena statistički značajna razlika u visini sadnice između tih tretmana. U 2017. godini u prvom mjerenju statistički značajno najveću visinu imale su sadnice iz tretmana E i H i takav se poredak nije promijenio do kraja vegetacije.

Visina dvogodišnjih sadnica znatno je veća nego u istraživanjima koja su objavili Ešen i sur. (2011, 2012). Glavni čimbenici koji su mogli utjecati na takve razlike su genetski i ekološki čimbenici (Dey i Parker, 1997; Jaenicke, 1999; Mollashahi i sur., 2009; Šebek, 2019). U istraživanjima koje su proveli Ešen i sur. (2011, 2012) jednogodišnje sadnice bile su posađene na stalno mjesto, dok je naše istraživanje u cijelosti provedeno u rasadničkim uvjetima. Stoga se ne smije zanemariti utjecaj tehnoloških čimbenika (Drvodelić i Oršanić, 2019; Haase, 2007, 2008; Mexal, 1990) koji su imali jaki utjecaj na naše rezultate. Kobliha (2002) je u svojem istraživanju različitih klonova divlje trešnje utvrdio visinu dvogodišnjih sadnica sličnu rezultatima dobivenim u našem istraživanju. Razlog tome, osim sličnosti u genetskim svojstvima, su i tehnološki uvjeti koji su bili sličniji rasadničkim uvjetima uz iznimku razmaka sadnje koji je bio znatno veći (1,5 x 1,5 m) nego u našem istraživanju.

Prema Mexalu (1990), visina sadnice je pokazatelj jačine vegetativnog rasta sadnice nakon sadnje na stalno mjesto. Prema istom autoru, više sadnice su pogodnije za staništa gdje postoji velik rizik šteta od divljači, dok su niže sadnice pogodnije za staništa izložena suši. Prema tome, sadnice iz tretmana E koji je dao sadnice s najvećom visinom u obje godine istraživanja pogodnija su za staništa izložena divljači, a sadnice iz tretmana A koji je dao sadnice s najmanjom visinom u obje godine istraživanja, pogodnije su za staništa na kojima je izraženo djelovanje suše. Sadnice s većom visinom imaju veći vegetativni rast pa bi se sadnice iz tretmana E koji je imao najveću visinu u obje godine istraživanja mogle smatrati kvalitetnijima u odnosu na druge tretmane. Visina sadnice može biti i indikator veće fotosintetske aktivnosti, jer veće sadnice imaju više lišća, ali su podložnije štetama od vjetra i suše (Haase, 2007, 2008).

Promjer korijenovog vrata sadnica

Promjer korijenovog vrata jednogodišnjih sadnica u našem istraživanju u okviru je vrijednosti zabilježenih u literaturi (Ivetić i sur., 2017; Stanković-Nedić i sur., 2018; Stefan i Vladan, 2013; Wawrzyniak i sur., 2020). Pojedini tretmani su imali promjenjivu dinamiku povećanja promjera korijenovog vrata sadnice u istraživanom razdoblju. Na kraju prve vegetacije promjer sadnica u tretmanu I dostigao je promjer sadnica u tretmanima D i E koji su, uz tretman C, imali najveći promjer u početku vegetacije.

U početku druge vegetacije najveći promjer korijenovog vrata sadnica imao je tretman E, a tretmani A i B imali su statistički značajno najmanji promjer korijenovog vrata sadnice. Na kraju vegetacije najveći promjer korijenovog vrata sadnica zabilježen je u tretmanima D, E i H. Prema Mexalu (1990), promjer korijenovog vrata je pokazatelj mogućnosti preživljavanja sadnice na stalnom mjestu. Sadnice s većim promjerom imaju veću šansu preživljavanja pa bi se sadnice iz tretmana D i E koji su se pokazali najboljima u obje godine istraživanja mogle smatrati kvalitetnijima u odnosu na druge tretmane. Ovaj je pokazatelj jako važan jer se preko njega može ocijeniti utjecaj okolišnih čimbenika na sadnicu kao i njezina otpornost na stres (Mexal, 1990), ali je istovremeno indikator jakog korijenskog sustava i razgranate krošnje (Haase, 2007, 2008).

Promjer korijenovog vrata dvogodišnjih sadnica zabilježen u našem istraživanju je manji od vrijednosti koje su zabilježene u istraživanjima koje su proveli Ešen i sur. (2011) i Ešen i sur. (2012), ali je manji nego što je to zabilježeno u rezultatima koje su objavili Ivetić i sur. (2017). Ove su razlike vjerojatno posljedica djelovanja genetskih, ekoloških i tehnoloških čimbenika, kako je opisano u dijelu rasprave koja se odnosi na visinu sadnica.

Površina poprečnog presjeka korijenovog vrata sadnica

Dinamika povećanja površine poprečnog presjeka korijenovog vrata sadnica bila je promjenjiva, kao što je to bio slučaj i sa promjerom korijenovog vrata sadnice. S obzirom da se površina poprečnog presjeka korijenovog vrata izračunava iz promjera korijenovog vrata (Westwood i Roberts, 1970), to je očekivan rezultat. Na kraju prve vegetacije poprečna površina presjeka korijenovog vrata bila je najveća u tretmanima D, E, i I.

Na kraju druge vegetacije statistički značajno najveću površinu presjeka korijenovog vrata imale su sadnice iz tretmana D, E i H i među tim tretmanima nije bilo statistički značajne razlike. Iz navedenog je vidljivo da jedino tretman C u prvoj vegetaciji pokazuje nešto jače djelovanje na površinu poprečnog presjeka korijenovog vrata nego na promjer korijenovog vrata, ali je vjerojatnije da je to posljedica zaokruživanja u postupku računanja nego li stvarni utjecaj samoga tretmana, jer je djelovanje ostalih tretmana na promjer i površinu poprečnog presjeka korijenovog vrata uglavnom ujednačeno. U literaturi nismo mogli pronaći podatke o površini poprečnog presjeka korijenovog vrata sadnica jednogodišnjih i dvogodišnjih sadnica divlje trešnje pa je naše rezultate bilo nemoguće usporediti s rezultatima drugih autora. S obzirom da se u izračunavanju ovog pokazatelja rabi i promjer korijenovog vrata sadnice, rezultati se mogu tumačiti na isti način kao i rezultati promjera korijenovog vrata sadnice.

Koeficijent vitkosti sadnice

Koeficijent vitkosti jednogodišnjih sadnica u našem istraživanju u okviru je vrijednosti koje su objavili Stefan i Vladan (2013) ali je manji od vrijednosti koje su objavili Ivetić i sur. (2017). Uzrok tome su isti čimbenici (genetski, ekološki i tehnološki) koji su djelovali i na ostala istraživana svojstva sadnica, kao što je u ranijem tekstu i navedeno.

Na kraju prve godine najveći koeficijent vitkosti sadnice zabilježen je u tretmanima E i I dok je na kraju druge godine istraživanja jedino tretman C imao manji koeficijent vitkosti i nije se statistički razlikovao u odnosu na tretman A. Prema tome, može se zaključiti da su predstjetveni tretmani djelovali na koeficijent vitkosti jedino u prvoj godini istraživanja, a njihov utjecaj je sa starošću sadnice oslabio. Koeficijent vitkosti dvogodišnjih sadnica u svim tretmanima bio je usporediv s rezultatima koje su objavili Ešen i sur. (2011).

Sadnice iz proljetne sjetve imale su najveći koeficijent vitkosti, a zatim slijede jesenska i ljetna sjetva koje su imale manji koeficijent vitkosti što pokazuje da se podešavanjem vremena sjetve može utjecati na koeficijent vitkosti sadnica. Visok odnos koeficijenta vitkosti upućuje na relativno vitke sadnice dok niži odnos ukazuje na deblje sadnice.

Sadnice s većim koeficijentom vitkosti osjetljive su na oštećenja prilikom manipulacije, a također i na oštećenja izazvana vjetrom i sušom pa ih ne bi trebalo saditi na staništima gdje prevladavaju jaki vjetrovi i suša (Haase, 2007, 2008; Mattsson, 1997). Najbolje su sadnice koje imaju dobro izbalansiran koeficijent vitkosti, odnosno one koje nisu previsoke u odnosu na promjer korijenovog vrata jer su one otpornije i imaju veće preživljavanje zbog bolje ravnoteže podzemnog i nadzemnog dijela (Haase, 2007, 2008; Mattsson, 1997).

Korelacije između visine i promjera sadnice

Korelacijski koeficijent i između visine sadnice i promjera sadnice i visine sadnice i koeficijenta vitkosti bili su uvijek pozitivni. Navedene korelacije su u skladu s rezultatima istraživanja na divljoj trešnji koje su proveli Stefan i Vladan (2013), a takva je korelacija česta i kod drugih vrsta (Mattsson, 1997; Mexal, 1990). Pozitivna korelacija između visine i koeficijenta vitkosti je jednim dijelom i posljedica samog računanja koeficijenta vitkosti. Nepostojanje značajne korelacije između promjera korijenovog vrata i koeficijenta vitkosti zabilježeno je i u drugim istraživanjima (Stefan i Vladan, 2013).

Broj listova sadnice

Na ovaj pokazatelj značajno je djelovao jaki napad fitopatogene gljive *Blumeriella jaapii* (Rehm) Arx koja je uzrokovala jaku defolijaciju (Slika 4) pa se broj listova po cm visine značajno smanjio. Na sadnicama iz tretmana H i I ostalo je najviše listova po cm visine. Najmanje listova po cm visine sadnice ostalo je u tretmanu D koji se nije statistički značajno razlikovao od tretmana C. Visina sadnica je indikator veće fotosintetske aktivnosti (Haase, 2007, 2008) zbog veće lisne površine. Stoga je šteta od patogena mogla biti glavni razlog smanjene visine sadnica u tretmanima C i D.

Zaključak

Provedeno istraživanje je pokazalo da je predstjetveni tretman važan čimbenik o kojem ovisi kakvoća sadnica divlje trešnje. Ljetna sjetva sjemena s usplodem daje najbolje rezultate rasadničke klijavosti, a zatim proljetna sjetva uz prethodnu toplu-hladnu stratifikaciju. Ljetna sjetva s usplodem daje kompaktnije sadnice, a proljetna sjetva i toplu-hladna stratifikacija daju vitkije sadnice pa se prema potrebi može odabrati odgovarajući postupak kako bi se proizvele sadnice željenih svojstava.

Potrebno je provesti daljnja istraživanja na sjemenu divlje trešnje podrijetlom iz klonskih sjemenskih plantaža i drugih kategorija šumskog reproduktivnog materijala kako bi se utvrdio najprikladniji način predstjetvene pripreme sjemena divlje trešnje i djelovanje ostalih čimbenika na kakvoću sadnica.

Nursery germination and morphological characteristics of wild cherry (*Prunus avium* L.) seedlings depending on pre-sowing seed preparation method

Summary

The aim of this study was to determine the best way of pre-sowing preparation of wild cherry (*Prunus avium* L.) seeds for successful dormancy. The research was conducted over three years (2015-2017). In the first year, seeds were collected, and pre-sowing treatments were performed, while in the other two years, seedling growth was evaluated.

A total of 10 pre-sowing treatments were performed, as follows:

- 1) summer sowing of whole fruits. (A)
- 2) summer sowing of seeds. (B)
- 3) summer sowing of seeds with flotation. (C)
- 4) autumn sowing of seeds. (D)
- 5) autumn sowing of seeds with flotation. (E)
- 6) spring sowing of stratified seeds according to Grzes (1974) using cold stratification for 125 days at 3°C. Before stratification, the seed was soaked in water for 48 hours. Stratification with medium and temperature control (ratio of sifted peat to sand 1: 1). Medium to seed ratio was 3: 1. (F)
- 7) spring sowing of stratified seeds with previous flotation according to Grisez (1974). The stratification conditions are the same as in treatment F. (G)
- 8) spring sowing, hot-humid and cold procedure, 3 weeks at 21°C and 15 weeks at 5°C. The stratification conditions are the same as in treatment F. (H)
- 9) spring sowing of stratified seeds. Seeds were kept for two weeks at 20°C, then for six weeks at 3°C, then for two weeks at 20°C, then again for two weeks at 3°C, two weeks at 20°C, eight weeks at 3°C until beginning of germination. The last period of seed retention until the start of germination at 3°C can take up to 16 weeks. (I)
- 10) spring sowing, stratification without media, so-called "naked" stratification with temperature and humidity control. The moisture content of the seeds was determined

according to the same rules. Temperatures were the same as for treatment F. (J)

Summer sowing (treatments B and C) had the best germination compared to all other treatments, while seeds sown in autumn (treatments D and E) only partially germinated in the first year after sowing. Spring sowing with stratification had poorer results, especially treatments F and J that emerged mainly in the second year after sowing, with a very low germination rate (3.5% in treatment F and 2.75% in treatment J). Treatments H and I (spring sowing with hot-cold stratification procedure) had better nursery germination, but still lower than treatments from summer sowing.

The growth dynamics of seedlings significantly depended on pre-sowing treatment. In 2016, in the first measurement, treatment E had a statistically significantly higher seedling height compared to treatment I, while at the end of the vegetation period, no statistically significant difference in seedling height was recorded between these treatments. In 2017, in the first measurement, the seedlings from the E and H treatments had a statistically significantly higher height, and such an order did not change until the end of the vegetation period.

At the end of the first vegetation, the diameter of seedlings in treatment I reached the diameter of seedlings in treatments D and E which, with treatment C, had the largest diameter at the beginning of vegetation. At the beginning of the second vegetation period, treatment E had the largest diameter of the root neck of the seedling, while treatments A and B had the statistically significantly smallest diameter of the root neck of the seedling.

At the end of the first vegetation, the cross-sectional area of the root neck was the largest in treatments C, D, E, and I. At the end of the second vegetation, the seedlings from treatments D, E and H had a statistically significantly larger cross-sectional area and there were no significant differences among them. At the end of the second vegetation period, statistically significantly larger cross-sectional area of the root neck had seedlings from treatments D, E, and H and there was no statistically significant difference among these treatments.

Pre-sowing treatments influenced the coefficient of slenderness only in the first year of the study, and their influence weakened with the age of the seedling. At the end of the first year, the highest coefficient of slenderness of seedlings was recorded in treatments E and I, while at the end of the second year of research, only treatment C had a lower coefficient of slenderness and did not differ statistically compared to treatment A. Seedlings from spring sowing had the highest coefficient of slenderness, followed by autumn and summer sowing, which had a lower coefficient of slenderness of seedlings.

The correlation coefficient between seedling height and seedling diameter was positive. At the end of the first year of the study, the highest correlation coefficient was recorded in treatments D, A and B, and in the second year in treatments E, I and B. In the first year of the study, the highest positive correlation coefficients (greater than 0.9) between height and slenderness coefficient were recorded. In the second year, the correlation coefficient between height and slenderness coefficient decreased, and the highest values were recorded in treatments H, I and E.

In the first measurement, the biggest number of leaves per cm of seedling height had seedlings from treatment I, followed by seedlings from treatment H. At the end of the vegetation period, there was a strong attack of the phytopathogenic fungus *Blumeriella jaapii* (Rehm) Arx which caused a strong defoliation. The seedlings from treatment H and I had the most leaves per cm of height. The fewest leaves per cm of seedling height remained in treatment D, which did not differ statistically significantly from treatment C.

Based on the conducted research, it can be said that the highest percentage of nursery germination was determined when sowing in summer without separation of fruit, followed by spring sowing with previous warm-cold stratification. Summer sowing of whole fruits gives more compact seedlings, and spring sowing and warm-cold stratification give more slender seedlings. Further research on wild cherry seeds originating from clonal seed plantations and other categories of forest reproductive material should be carried out and multi-year research should be carried out to determine the most appropriate pre-sowing preparation of wild cherry seeds and the effect of other factors on seedling quality.

Keywords: *Prunus avium* L., germination, seed, stratification, nursery plant quality

LITERATURA

- ANLA Horticultural Standards Committee. (2004). American Standard for Nursery Stock (ANSI Z60.1-2004) 129
- Breitbach N., Böhning-Gaese K., Laube I., Schleuning M. (2012). Short seed-dispersal distances and low seedling recruitment in farmland populations of bird-dispersed cherry trees. *J Ecol* 100 (6): 1349–1358. doi:10.1111/1365-2745.12001
- Budan S., Petre L., Gradinariu G. (2009). Evaluation of some native sweet cherry genotypes collected ex situ into Romanian national germplasm. *Acta Hort* 814: 157–160. doi:10.17660/ActaHortic.2009.814.19
- Dey D.C., Parker W.C. (1997). Morphological indicators of stock quality and field performance of red oak (*Quercus rubra* L.) seedlings underplanted in a central Ontario shelterwood. *New For* 14 (2): 145–156. doi:10.1023/A:1006577201244
- Dimitrovski T., Cvetkovik D. (1970). Some characteristics of the wild cherry, *Prunus avium* L. (*Cerasus avium* L.), in Macedonia. *God Zb na Zemjod Fak na Univ - Skopje, Zemjod* 24: 245–254.
- Dirr M.A., Heuser C.W.J. (2006). *The Reference Manual of Woody Plant Propagation: From Seed to Tissue Culture*, 2nd Editio. Edition. Timber Press, Incorporated, 424 pp.
- Drvodelić D., Oršanić M. (2019). Izbor kvalitetne šumske sadnice poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) za umjetnu obnovu i pošumljavanje. *Šumarski List* 143 (11–12): 577–585. doi:10.31298/sl.143.11-12.8
- Ducci F., De Cuyper B., De Rogatis A., Dufour J., Santi F. (2013). Wild Cherry Breeding (*Prunus avium* L.). In: *Forest Tree Breeding in Europe. Managing Forest Ecosystems*, Vol 25. (Pâques L., ed), Springer, Dordrecht, pp. 463–511. doi:10.1007/978-94-007-6146-9_10
- Duryea M.. (1985). Evaluating Seedling Quality: Importance to Reforestation. In: *Proceedings of a Workshop: Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Tests*. Workshop Held October 16–18, 1984, Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, pp. 1–4.
- Eşen D., Yildiz O., Çiçek E., Kulaç Ş., Kutsal Ç. (2006). Effects of different pretreatments on the germination of different wild cherry (*Prunus avium* L.) seed sources. *Pakistan J Bot* 38 (3): 735–743.
- Esen D., Yildiz O., Esen U., Edis S., Çetintas C. (2012). Effects of cultural treatments, seedling type and morphological characteristics on survival and growth of wild cherry seedlings in Turkey. *iForest - Biogeosciences For* 5 (1): 283–289. doi:10.3832/ifer0639-005

- Eşen D., Yildiz O., Kulaç Ş., Çiçek E., Çetintaş C., Çetin B., Güneş N., Kutsal Ç. (2011). Early growth performances of various seed sources of black (*Prunus serotina* Ehrh.) and wild cherry (*Prunus avium* L.) seedlings on low and high elevation sites in the western Black Sea Region of Turkey. *African J Biotechnol* 10 (9): 1566–1572. doi:10.5897/AJB10.1706
- Grisez T.J. (1974). Seeds of Woody Plants in the United States. U.S. Department of Agriculture 450, 658–673 pp.
- Haase D.L. (2008). Understanding forest seedling quality: measurements and interpretation. *Tree Plant Notes* 52 (2): 24–30.
- Haase D.L. (2007). Morphological and Physiological Evaluations of Seedling Quality. In: National Proceedings Forest and Conservation Nursery Associations US Department of Agriculture (Riley L.E., Dumroese R.K., Landis T.D., eds), U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, pp. 3–8.
- Hjalmarsson I., Ortiz R. (2000). In situ and ex situ assessment of morphological and fruit variation in Scandinavian sweet cherry. *Sci Hortic (Amsterdam)* 85 (1–2): 37–49. doi:10.1016/S0304-4238(99)00123-5
- Höltken A.M., Gregorius H.R. (2006). Detecting local establishment strategies of wild cherry (*Prunus avium* L.). *BMC Ecol* 6: 1–13. doi:10.1186/1472-6785-6-13
- Iliev N., Petrakieva A., Milev M. (2012). Seed dormancy breaking of wild cherry (*Prunus avium* L.). *For ideas* 18 (1): 28–36.
- Ivetić V., Maksimović Z., Kerkez I., Devetaković J. (2017). Seedling Quality in Serbia – Results from a Three-Year Survey. *Reforesta* (4): 27–53. doi:10.21750/REFOR.4.04.43
- Jaenicke H. (1999). Good tree nursery practices: practical guidelines for community nurseries. World Agroforestry Centre, 93 pp.
- Jarni K., Gajšek D., Božič G., Kraigher H., Brus R. (2017). Izdelava registra plus dreves divje češnje (*Prunus avium* L.) v Sloveniji. *Gozdarski Vestn - Prof J For* 75 (4–5): 5–6.
- Johnson J.D., Cline M.L. (1991). Seedling Quality of Southern Pines. In: Forest Regeneration Manual (Duryea M.L., Dougherty P.M., eds), Springer, Dordrecht, pp. 143–159. doi:10.1007/978-94-011-3800-0_8
- Kobliha J. (2002). Wild cherry (*Prunus avium* L.) breeding program aimed at the use of this tree in the Czech forestry. *J For Sci* 48 (5): 202–218. doi:10.17221/11876-jfs
- Mattsson A. (1997). Predicting field performance using seedling quality assessment. *New For* 13 (1–3): 223–248. doi:10.1023/A:1006590409595
- Mexal J.G. (1990). Target Seedling Concepts: Height and Diameter. In: Proceedings, Western Forest Nursery Association (Rose R., Campbell S.J., Landis T.D., eds), U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Roseburg, OR, pp. 13–17.
- Mollashahi M., Hosseini S.M., Naderi A. (2009). Effect of seed provenances on germination, height and diameter growth of wild cherry (*Prunus avium* L.) seedlings. *Iran J For Poplar Res* 17 (1): 107–115.
- Orešković Ž., Dokuš A., Harapin M., Jakovljević T., Maradin R. (2006). Istraživanje tehnologije proizvodnje voćkarica. *Rad Hrvat šumarskog instituta* 9 (Spec. issue): 65–73.
- Pavelić D. (2006). Šumsko-uzgojna svojstva divlje trešnje (*Prunus avium* L.) s posebnim naglaskom na proizvodnju sjemena i sadnica. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 85 pp.
- Petrokas R. (2010). Prerequisites for the reproduction of Wild cherry (*Prunus avium* L.). *Balt For* 16 (1): 139–153.
- Russell K. (2003). Technical Guidelines for genetic conservation and use Wild Cherry (*Prunus avium* L.), EUFORGEN. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 6 pp.
- Schueler S., Ziegenhagen B., Scholz F., Liesebach H. (2004). Genetic structure of an insect pollinated forest tree: A study on *Prunus avium* L. using microsatellites. *For Genet* 11 (3–4): 249–255.
- Šebek G. (2019). The phenological and pomological traits of biotypes of service tree (*Sorbus domestica* L.) in the area of Donja Morača important for the production of generative rootstocks. *J Hyg Eng Des* 29: 58–67.
- Shiranpour B., Tabari M., Hosseini S.M. (2011). Breaking seed dormancy and germination in *Prunus avium* L.. *Iran J For Poplar Res* 19 (2 (44)): 234–241.
- Stanković-Neđić M., Stojnić S., Orlović S., Čolić H., Petrović D., Isajev V. (2018). Varijabilnost klijavosti sjemena i morfoloških osobina sadnica divlje trešnje porijeklom iz Republike Srpske (BiH). *Topola* 201–202: 213–226.
- Stefan S., Vladan I. (2013). Morphological indicators of the quality of one-year-old bare-root seedlings of wild cherry (*Prunus avium* L.). *Glas Sumar Fak* (107): 205–215. doi:10.2298/GSF1307201S
- Suszka B., Muller C., Bonnet-Masimbert M., Gordon A. (1996). Stock Image Seeds of Forest Broadleaves: from Harvest to Sowing (Techniques Et Pratiques). Institute National de la Recherche Agronomique, 334 pp.
- Tančeva Crmarić O., Kajba D. (2016). Micropropagation of wild cherry (*Prunus avium* L.) from a clonal seed orchard. *Šumarski List* 140 (5–6): 281–282. doi:10.31298/sl.140.5-6.6
- Wawrzyniak M.K., Michalak M., Chmielarz P. (2020). Effect of different conditions of storage on seed viability and seedling growth of six European wild fruit woody plants. *Ann For Sci* 77 (2): 58. doi:10.1007/s13595-020-00963-z
- Westwood M.N., Roberts A.N. (1970). The relationship between trunk cross-sectional area and weight of apple trees. *J Am Soc Hortic Sci* 95: 28–30.