

PROCJENA VITALITETA SVJEŽEG I PRELEŽALOG SJEMENA POLJSKOG JASENA (*Fraxinus angustifolia* Vahl)

ASSESSMENT OF VIABILITY OF FRESH AND DELAYED GERMINATION SEEDS OF NARROW-LEAVED ASH (*Fraxinus angustifolia* Vahl)

Damir DRVODELJIĆ¹, Milan ORŠANIĆ¹

Sažetak

U radu se uspoređuje vitalitet svježe sakupljenog i preležalog sjemena poljskog jasena kao jedne od glavnih vrsta drveća u posavskim nizinskim šumama i nama zanimljive zbog brzine rasta, kratke ophodnje, u usporedbi sa hrastom lužnjakom te tehničke vrijednosti drva. Sjeme vrsta roda *Fraxinus* spp. često ima perikarp koji je nepropustan za kisik, metaboličke inhibitore u endospermu i embrijima, nedozrele embrije ili nedostatak tvari koje potiču rast u embrijima. Dormantnost sjemena najčešće se savladava toplo-vlažnim i hladno vlažnim postupkom. Sjeme je sakupljano je u G. J. Josip Kozarac kojim gospodari šumarija Lipovljani. Procjena vitaliteta sjemena koje je najranije sakupljeno (21. 08.) obavljena je topografskom metodom tetrazola i u skladu s ISTA pravilima. Sjeme poljskog jasena (urod 2013.) u rasadniku Brestje stavljeno je na stratifikaciju na otvorenom 16. 1. 2015. godine, a sijano 21. 3. 2015. godine. Stratifikacija je trajala 64 dana. Preležalo sjeme poljskog jasena sakupljeno je 20.10.2015. godine. Procjena vitaliteta obavljena je istom metodologijom kao u slučaju svježeg sjemena. Svježe sjeme imalo je vitalitet od 91 %. Nevitalnog sjemena bilo je 9 %, od čega najveći postotak otpada na šturo sjeme (5 %), slijedi insektima oštećeno sjeme (3 %) i sjeme kod kojega je embrio i endosperm imao neobojene površine ili nekroze. Preležalo sjeme imalo je vitalitet od 87%. Nevitalnog sjemena bilo je 13 %, od čega najveći postotak otpada na sjeme kod kojega je embrio s neobojenim površinama ili nekrozama, a endosperm potpuno obojen (10 %). Sjemeni kod kojega je embrio i endosperm s neobojenim površinama ili nekrozama bilo je 3 %. Od nevitalnog preležalog sjemena utvrđeno je kako najprije dolazi do razvoja nekroza ili truleži na embriju, a zatim se ona širi na endosperm. Od nekroza ili truleži na embriju primijećene su one s potpunom nekrozom, nekrozom kotiledona, hipokotila i plumule, hipokotila i radikule i samo radikule. Bez obzira na vitalitet od 82%, rasadnička klijavost sjemena u proljeće 2015. godine u rasadniku Brestje iznosila je 0%. Utvrđena je statistički značajna razlika između vitaliteta svježeg i preležalog sjemena. Preležalo sjeme imalo je za 4 % manji vitalitet od svježeg sjemena. Na osnovi ovih istraživanja može se preporučiti početak sakupljanja sjemena poljskog jasena od druge polovice mjeseca kolovoza, jer takvo sjeme pokazuje visoki vitalitet. Kod sjetve sjemena u rasadniku treba voditi brigu o njegovoj starosti, predstjetvenoj pripremi i vremenu sjetve. Preporuka je za buduću rasadničku proizvodnju sadnica poljskog jasena generativnim načinom utvrditi optimalnu vrstu i trajanje stratifikacije sjemena s obzirom na mikroreljefne različitosti rasta matičnih stabala s kojih je sakupljano sjeme (bara, niza, gređa), klimu i sjemensku rejonizaciju.

KLJUČNE RIJEČI: vitalitet sjemena, metoda tetrazola, poljski jasen, ISTA pravila, dormantnost sjemena

UVOD INTRODUCTION

Prvi podaci o jasenu mogu se pronaći već u djelima grčkih i rimskih pisaca, međutim tek je švedski botaničar Vahl, nakon što je Linee opisao *Fraxinus ornus* i *Fraxinus excelsior*, opisao poljski jasen (Fukarek, 1954.)

Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl) je jedna od glavnih vrsta drveća u posavskim nizinskim šumama i nama zanimljiva zbog njegova brza rasta, kratke ophodnje, u usporedbi sa hrastom lužnjakom te tehničke vrijednosti jasenova drva (Bošnjak, 1996). Matić i dr. (2005) pišu kako dosadašnja istraživanja šumskouzgojnih svojstava i ekološke konstitucije pokazuju kako poljski jasen ima svojstva pionirske vrste nizinskih šuma. Poljski jasen je vrsta koja dobro raste na vlažnim bogatim glinovitim tlima u nizama, i dobro dreniranim tlima na gredama. Najbolje uspijeva na bogatim tlima nižih nadmorskih visina i podnosi poplave. Preferira prozračena i umjereno zbijena glinovita tla, iako raste na ilovastim i pjeskovito ilovastim tlima s većim udjelom gline u rasponu pH 5,0 do 8,0 (obično od 6,0-8,0). Poljski jasen zahtijeva umjerenu klimu s količinama padalina od 400 do 800 mm. Takvi uvjeti osiguravaju povoljne uvjete rasta 6 do 7 mjeseci. Pripada u skupinu heliofilnih vrsta, koje zahtijevaju 60-100% totalnog izravnog svijetla.

(http://herbaria.plants.ox.ac.uk/fraxigen/pdfs_and_docs/book/fraxigen_c1toc3.pdf).

Franjić i Škvorc (2010) pišu kako je poljski jasen listopadna, anemofilna i higrofilna vrsta koja cvjeta tijekom (III.), IV. i V. mjeseca, prije listanja. Cvjetovi su dvospolni, a ponekad i jednospolni. U prirodi se mogu naći stabla samo s dvospolnim, samo s muškim i samo sa ženskim cvjetovima. Plod je smeđa perutka s ušiljenim, zaokruženim ili izrubljenim vrhom koja je na osnovi klinasta. Sjemenke su uvijek duže od polovine perutke. Razmnožava se sjemenom. Prema Matiću i dr. (2005) poljski jasen započinje plodonositi u dobi od 20 do 30 godina.

Prema Draghici i Abrudan (2011), dormantno sjeme može se stimulirati na klijanje uz pomoć tretmana koji zadovoljavaju određene fiziološke zahtjeve. Iz tog razloga jedan od ciljeva ovog istraživanja bio je utvrditi razloge dormantnosti stratificiranog sjemena posijanog u proljeće.

Bewlwy i Black (1994) pišu kako je dormantnost sjemena zapažena kod nekoliko vrsta roda *Fraxinus* i kako je zrelo sjeme često jako dormantno. Sjeme vrsta roda *Fraxinus* spp. često ima perikarp koji je nepropustan za kisik, metaboličke inhibitore u endospermu i embrijima, nedozrele embrije ili nedostatak tvari koje potiču rast u mebrijima (Villiers i Wareing, 1965; Bonner, 1974; Tinus, 1982; Nowag, 1998). Razlike u jačini dormantnosti sjemena odražavaju se s različitim trajanjem stratifikacije. Za mnoge vrste roda *Fraxinus*, razdoblje tople stratifikacije je nužno za razvoj nedozrelog

embrija, nakon čega hladna stratifikacija uklanja dormantnost. Optimalna temperatura za sjeme vrsta roda *Fraxinus* spp. tijekom razdoblja tople stratifikacije (1-3 mjeseci) je 20 °C, dok je za hladnu stratifikaciju (4-6 mjeseci) uobičajeni raspon temperature od 1-7 °C. Za mnoge vrste poznata je optimalna temperatura stratifikacije, no ipak su potreba dodatna istraživanja dormantnosti sjemena vrsta roda *Fraxinus* kako bi se preporučio optimalni predstjetveni postupak prije sjetve pojedine vrste (Draghici i Abrudan, 2010).

Neki autori (Tylkowski, 1990.; Piotto, 1994) smatraju kako je za savladavanje dormantnosti sjemena vrsta roda *Fraxinus* spp. učinkovita toplo-vlažna stratifikacija na 15-20 °C a zatim hladno vlažna stratifikacija na 3-5 °C. Gordon i Edwards (1991.) pišu kako kod nekih vrsta izmjenične temperature stimuliraju klijanje. Piotto (1997.) piše o savladavanju dormantnosti sjemena poljskog jasena toplo-vlažnom i hladno vlažnim postupkom. Klijavost sjemena ispitivana je u tami s dva temperaturna režima. Prvu metodu propisuje ISTA (1993), a bazira se na držanju sjemena 8 sati na 30 °C i 16 sati na 26 °C. Veći postotak klijavosti dobiven je uz pomoć druge metode koja uključuje držanje sjemena 8 sati na temperaturi od 25 °C i 16 sati na 5 °C (Piotto, 1994). Čini se kako su niske temperature imale utjecaj na stratifikaciju sjemena jedino u slučaju kada je faza bubrenja embrija završena. Tilki i Čiček (2005.) pišu kako kod sjemena *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* u Turskoj stratifikacija i provenijencija utječu na klijavost sjemena u tami na temperaturi od 30/20 °C. Najbolji postotak klijavosti (45,8 %) dobiven je nakon 4 tjedna tople stratifikacije i 8 tjedana hladne stratifikacije.

Regent (1980.) piše kako sjeme vrste *Fraxinus angustifolia* zasijano u proljeće prilično normalno klije za razliku od zrelog sjemena drugih vrsta jasena (*F. americana*, *F. excelsior* i *F. ornus*) koje je dormantno tj. ono preleži do drugog proljeća, ako nije prethodno tretirano na pogodan način.

Međunarodna organizacija za ispitivanje sjemena (ISTA) propisuje jedan postupak savladavanja dormantnosti sjemena kod svih vrsta roda *Fraxinus* spp., koji uključuje 2 mjeseca tople stratifikacije na 20 °C i 7 mjeseci hladne stratifikacije na 3-5 °C (ISTA, 1993). Draghici i Abrudan (2011) pišu kako je ovaj predstjetveni postupak predugačak, uzimajući u obzir uobičajenu rasadničku praksu.

ISTA pravila (1993) za određivanje vitaliteta vrsta roda *Fraxinus* spp. preporučuju topografski tetrazol test ili određivanje vitaliteta metodom rasta oslobođenih embrija. Prednost metode tetrazola je u bržem dobivanju rezultata.

Kod ispitivanja laboratorijske klijavosti sjemena jasena pravila ISTA nalažu ispitivanje na podlozi od papira i na temperaturi od 20-30 °C. Prvo brojanje (energija klijavosti) provodi se 14-oga dana, a završno brojanje 56-oga dana.

Regent (1980.) piše kako se kod dormantnih vrsta sjemena ili kod sjemena kod kojega ispitivanje klijavosti traje relativno dugo ne određuje se klijavost, nego vitalitet ili »životna sposobnost sjemena«, što podrazumijeva broj za život sposobnih sjemenki. Najvažnija razlika između ispitivanja klijavosti i vitaliteta sjemena je u tome, što se testom klijavosti dobiju podaci o proklijalom sjemenu, dok test vitaliteta daje procjenu moguće potencijalne klijavosti. To znači da sjeme koje je procijenjeno kao vitalno i ima sposobnost razvoja u pravilne klijance, ne mora nužno biti klijavo. Može se reći kako klijavost i vitalitet nisu sinonimi (Gosling, 2003).

Prema Young i Young (1992) sjeme jasena sa sadržajem vlage od 7 do 10 % čuva se bez gubitka vitaliteta do 7 godina u hermetički zatvorenim posudama na temperaturi od 5 °C. S obzirom da sjeme ostaje vitalno do 7 godina, može ga se svrstati u grupu mezobiotskog sjemena koje u prirodi zadržava svoj vitalitet od 3-15 godina (Regent, 1980). Procjenom vitaliteta sjemena poljskog jasena topografskim biokemijskim metodama nije se bavilo puno autora i takvih istraživanja nije bilo u Republici Hrvatskoj.

Cilj ovog istraživanja bio je uz pomoć znanstvene topografske biokemijske metode tetrazola procijeniti vitalitet svježeg sjemena koje je najranije sakupljano (21. 8. 2015.), kao i sjemena koje je iz nepoznatih razloga preležalo u rasadniku, a prethodnom laboratorijskom analizom utvrđen mu je visoki vitalitet.

MATERIJALI I METODE MATERIALS AND METHODS

Sjeme poljskog jasena sakupljano je u G. J. Josip Kozarac kojom gospodari šumarija Lipovljani. Stabla koja su fruktificirala nalazila su se u proizvodnom dijelu sastojine (nuzgredna B etaža) ili u pomoćnom dijelu sastojine (podstojna C etaža). Znakovitost uroda je da nije postojala određena zakonitost u smislu uroda dominantnih, soliternih ili rubnih stabala. Rodila su uglavnom pojedinačna stabla bliže rijeci Savi u sastojinama mlađe i srednje dobi (24-57 godina). Stara sjemenska sastojina poljskog jasena u odjelu 209 c nije urodila sjemenom. Urod sjemena u 2015. godini na području G. J. Josip Kozarac procijenjen je na skali od 1-5 ocjenom 0 (nikakav) ili 1 (rđav).

Za potrebe ovih istraživanja sakupljeno je sjeme s netom oborenih stabala u odsjeku 82 b. Riječ je o sastojini starosti 24 godine, uređajnog razreda poljskog jasena iz sjemena, EGT: II-G-30. Sastojina se nalazi na prvom bonitetu, ekspozicija je ravničarska a obrast 1,22. Ukupni broj stabala/ha iznosi 1102 komada, od čega na jasenova stabla otpada 1092 komada. Ukupna temeljnica iznosi 20,52 m², od čega na jasenova stabla otpada 19,94 m². Srednje plošno stablo poljskog jasena ima dimenzije 15,3 cm, a srednja sastojin-

ska visina iznosi 17,0 m. Ukupna drvena zaliha iznosi 164 m³/ha, od čega na jasenova stabla otpada 158 m³/ha. Tečajni godišnji prirast stabala poljskog jasena iznosi 14,3 m³/ha. Najveći broj (682 kom) stabala poljskog jasena ima u debljinskom razredu 12,5 cm. U odsjeku 82 b sjemenom su urodila samo pojedina dominantna stabla. Sjeme je sakupljeno 21. 8. 2015. godine.

Procjena vitaliteta sjemena obavljena je znanstveno priznatom topografskom metodom tetrazola i u skladu s ISTA pravilima (ISTA Working Sheets on Tetrazolium Testing, 1st Edition, 2003).

Radni uzorak za vitalitet uzet je iz prosječnog uzorka koji se opet uzima iz zbirnog (složenog) uzorka metodom ručnog odvajanja. Procjena je obavljena u 4 repeticije po 100 komada čistog svježeg sjemena.

Sjeme poljskog jasena (urod 2013) u rasadniku Brestje u Sesvetama (Hrvatske šume d.o.o., UŠP Zagreb, šumarija Dugo Selo). stavljeno je na stratifikaciju na otvorenom 16. 1. 2015. godine, a sijano 21. 3. 2015. godine. Stratifikacija je trajala 64 dana. Sjetva je obavljena u redove uz pomoć Egedal sijačice. Po 1 m² posijano je 7 dkg sjemena ili ukupno u rasadniku 136 kg.

Preležalo sjeme poljskog jasena, sakupljeno je 20. 10. 2015. godine. Procjena vitaliteta obavljena je odmah nakon sakupljanja. Korištena je ista metodologija kao u slučaju svježeg sjemena.

Razlika između procjene vitaliteta svježeg i preležalog sjemena utvrđena je neparametrijskim Kruskal-Wallisovim testom, uz razinu značajnosti od 95 %. Podaci su obrađeni u programskom paketu STATISTICA 7.1 (StatSoft, Inc. 2007).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA RESEARCH RESULTS

U tablici 1. Prikazani su rezultati procjene vitaliteta svježeg sjemena poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) iz Lipovljanskih nizinskih šuma sakupljenog 21. 8. 2015. godine.

Na osnovi procjene vitaliteta svježeg sakupljenog čistog sjemena poljskog jasena topografskom biokemijskom metodom tetrazola i u skladu s ISTA pravilima o procjeni vitaliteta vrsta roda *Fraxinus* dobiveni su određeni rezultati. Kod uklanjanja perutki na suhom sjemenu, utvrđeno je 3 % onih koje su imale po dvije sjemenke, ali su bile puno manjih dimenzija. Kod močenja sjemena bez perikarpa, utvrđeno je 24 % sjemenki koje su plutale na vodi. Kategorija potpuno obojenog sjemena iznosila je 91 %, što ustvari predstavlja vitalno sjeme. Nevitalnog sjemena bilo je 9 %, od čega najveći postotak otpada na šturo sjeme (5 %), slijedi insektima oštećeno sjeme (3 %) i sjeme kod kojega je embrio i endosperm imao neobojene površine ili nekroze.

Tablica 1. Procjena vitaliteta svježeg sjemena poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl)**Table 1** Assessment of viability of fresh seeds of Narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl)

Datum procjene: 21.10.2015. Date of assessment: 21/10/2015	Ponavljanja (4x100) Repetitions (4x100)				Ukupno Total	%
Kategorije sjemena Seed categories	1	2	3	4		
VITALNO SJEME VIAL SEEDS						
Potpuno obojeno Fully stained	91	89	91	93	364	91
NEVITALNO SJEME NON-VIAL SEEDS						
Embrio i endosperm s neobojanim površinama ili nekrozama Embryo and endosperm with unstained surfaces or necrosis	1	2	0	1	4	1
Oštećenja od insekata Damage from insects	3	2	3	4	12	3
Šturo sjeme Empty seeds	5	4	6	5	20	5

Tablica 2. Procijena vitaliteta preležalog sjemena poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl)**Table 2** Assessment of viability of delayed germination seeds of Narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl)

Datum procijene: 21.10.2015. Date of assessment: 21/10/2015	Ponavljanja (4x100) Repetitions (4x100)				Ukupno Total	%
Kategorije sjemena Seed categories	1	2	3	4		
VITALNO SJEME VIAL SEEDS						
Potpuno obojeno Fully stained	87	85	89	87	348	87
NEVITALNO SJEME NON-VIAL SEEDS						
Embrio s neobojanim površinama ili nekrozama, endosperm potpuno obojeno Embryo with unstained surfaces or necrosis, endosperm completely stained	10	10	9	11	40	10
Embrio i endosperm s neobojanim površinama ili nekrozama Embryo and endosperm with unstained surfaces or necrosis	3	2	3	4	12	3

U tablici 2. Prikazani su rezultati procjene preležalog sjemena poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) posijanog u proljeće 2015. godine.

Službenim laboratorijskim nalazom ispitivanja kvalitete šumskog sjemena koji provodi Hrvatski šumarski institut, selekcionirano sjeme poljskog jasena (urod 2013) iz sjemenke sastojine HR-FAN-SS-123/160, na osnovi uzorka sjemena od 700 g, imalo je čistoću od 94,5 %, ostalo (5,5 %) su činile inertne materije. Vitalitet embrija prema biokemij-

skoj metodi tetrazola iznosio je 82 %. Uporabna vrijednost sjemena izračunata prema formuli $U = \frac{\sum xK}{100}$ iznosila je 77,49 %. Sadržaj vlage u sjemenu (103 +/- 2 °C, 17h) iznosio je 15,3 %. Broj klijavih/vitalnih sjemenki u 1 kg iznosio je 12148 komada. Masa 1000 sjemenki iznosila je 67,5 g. Zdravstveno stanje sjemena bilo je okularno dobro.

Na osnovi procjene vitaliteta preležalog sjemena poljskog jasena biokemijskom metodom tetrazola i u skladu s ISTA pravilima o procjeni vitaliteta vrsta roda *Fraxinus* dobiveni su određeni rezultati. Kod močenja sjemena bez perikarpa, utvrđeno je 14 % sjemenki koji su plutale na vodi. Kategorija potpuno obojenog sjemena iznosila je 87 %, što ustvari predstavlja vitalno sjeme. Nevitalnog sjemena bilo je 13 %, od čega najveći postotak otpada na sjeme kod kojega je embrio s neobojeanim površinama ili nekrozama, a endosperm potpuno obojen (10 %). Sjemenka kod kojega je embrio i endosperm s neobojeanim površinama ili nekrozama bilo je 3 %. Od nevitalnog preležalog sjemena primijećeno je kako najprije dolazi do razvoja nekroza ili truleži na embriju, a zatim se ona širi na endosperm (zalihe hranjivih tvari). Od nekroza ili truleži na embriju primijećene su one s potpunom nekrozom, nekrozom kotiledona, hipokotila i plumule, hipokotila i radikule i samo radikule.

Bez obzira na vitalitet od 82 %, rasadnička klijavost sjemena u proljeće 2015. godine u rasadniku Brestje iznosila je 0 %. Prethodnih godina također je primijećeno kako sjeme preleži jednu godinu, odnosno nikne sporadično u drugoj godini od sjetve.

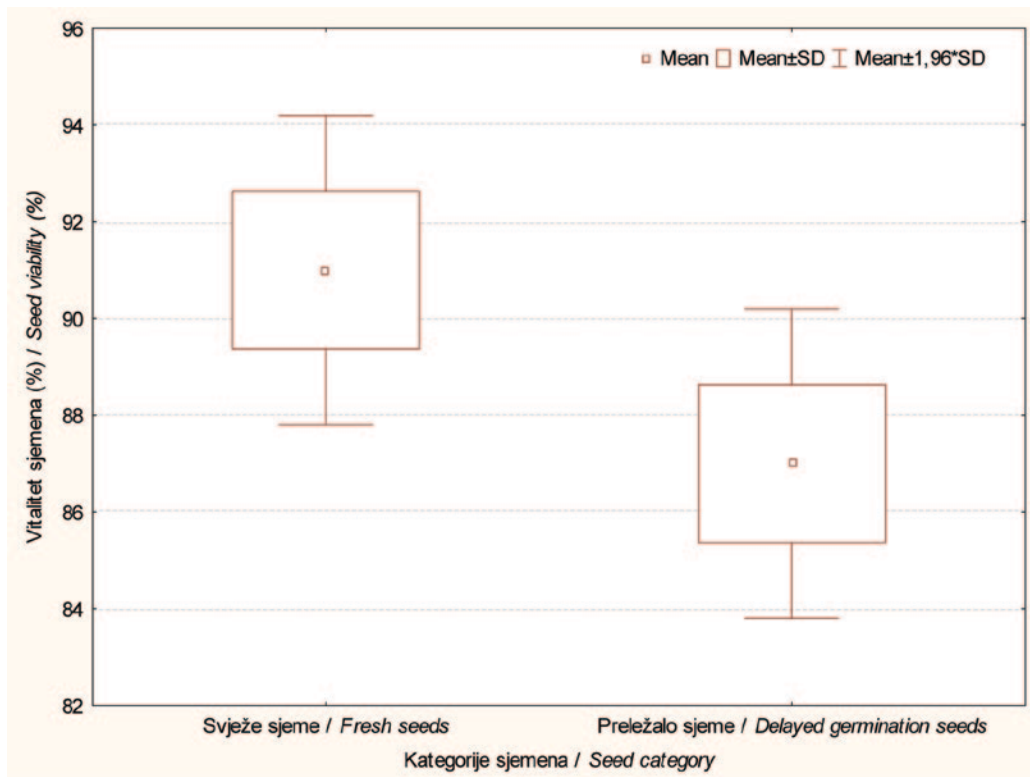
Utvrđena je statistički značajna razlika u između vitaliteta svježeg i preležalog sjemena ($p=0,030383$). Preležalo sjeme imalo je za 4 % manji vitalitet od svježeg sjemena.

Na slici 1. prikazana je usporedba procjene vitaliteta svježeg i preležalog sjemena poljskog jasena.

RASPRAVA DISCUSSION

Po zastupljenosti u rasadničkoj proizvodnji bjelogoričnih sadnica u Republici Hrvatskoj, poljski jasen zauzima treće mjesto. Od ukupne proizvodnje šumskih sadnica (1992–2008) na sadnice poljskog jasena otpada od 3,5 do 16,2 % (Perić i dr., 2009). Kajba i dr. (2009) pišu kako je evidentna potreba za sjemenom važnijih listopadnih vrsta šumskog drveća krupnog sjemena (hrast lužnjak, hrast kitnjak, poljski jasen, obična bukva i dr.), i zbog periodiciteta uroda tih vrsta, ali i zbog nemogućnosti skladištenja njihova sjemena.

Prema Matiću i dr. (2005) plodovi (perutke) poljskog jasena dozrijevaju u listopadu i otpadaju zimi. S obzirom na vrijeme dozrijevaja i otpadanja, perutke se poljskog jasena moraju skidati sa stabla odmah po dozrijevanju, tijekom jeseni do početka zime. Skupljaju se u jesen, nakon što im boja prijeđe od zelene u žutu ili smeđu. Jedan od pokazatelja zre-



Slika 1. Procjena vitaliteta svježeg i preležalog sjemena poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl)

Figure 1 Assessment of viability of fresh and delayed germination seeds of Narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl)

losti je čvrsto, svježe, bijelo i duguljasto sjeme u perutki. Plodonosi gotovo svake godine.

U današnjim narušenim sastojinskim (uske krošnje, slab vitalitet) i stanišnim uvjetima stabla poljskog jasena ne plodonose gotovo svake godine kao što navodi Matić (2005). U godinama uroda kvantiteta sjemena je mala s obzirom na značajke krošanja sastojinskih stabala. Vjerojatno je riječ o zakašnjelim prorjedama u jasenovim sastojima i prevelikom broju stabala po jedinici površine (ha).

Danas se jasenove sastojine uglavnom pomlađuju umjetnim pomlađivanjem koje se obavlja sadnjom sadnica u količini od 5000-10000 kom/ha, što je suprotno tvrdnjama Matića (1971) koji piše kako obilan i čest urod laganim sjemenom omogućuje dobro prirodno pomlađenje i širenje u bari, nizi i na gredi.

Draghici i Abrudan (2011.) pišu kako su za potrebe svojih istraživanja sakupljali sjeme poljskog jasena u razdoblju od 26-29. listopada 2009. godine. Sjeme su sakupljali na tri lokaliteta u južnoj Rumunjskoj. U našem istraživanju sjeme je sakupljano puno ranije odnosno 21. 8. 2015. godine. Suprotno Matiću (2005) i Matiću i dr. (2008), možemo reći kako sjeme poljskog jasena ne dozrijeva u jesen (listopad) a otpada zimi, već dozrijeva u drugoj polovici mjeseca kolovoza. Sjeme nakon dozrijevanja vrlo brzo otpada sa stabala djelovanjem vjetera i kiše koja ovlaži perikarp, pa cjela sjemenka postaje teža. Prema osobnim fenološkim osma-

tranjima, sjeme u našim klimatskim uvjetima nikada ne dočeka zimu na stablima. Perutka poljskog jasena mjenja boju od zelene prema žutoj ili smeđoj vjerojatno ovisno o genotipu, staništu, položaju stabla u sastojini ili sjemenke na stablu. Prilikom sakupljanja sjemena 21. 8. 2015. godine uočena je velika varijabilnost između stabala u boji perutke (od zelene do svjetlo smeđe). Sjeme s zelenom perutkom imalo je sjemenu ljusku (testu) zelene boje i gnječeno u ruci pokazivalo je značajke voštanog sjemena. Rano sakupljeno sjeme karakterizira visoki sadržaj vlage u njemu, zbog čega sjeme treba odmah nakon sabiranja rasprostrijeti u tanke slojeve (prethodno prosušivanje) pod nadstrešnice ili u garaže kako ne bi došlo do njegove upale. Sjeme je u tri dana sušenja izgubilo više od 1/3 vlage ili točnije 35,71 %.

Prema Draghici i Abrudan (2011) inicijalni vitalitet sjemena poljskog jasena s tri lokaliteta u južnoj Rumunjskoj iznosio je između 69,75 % (Răcari) i 88,25 % (Sadova 1). Zorić (2012) piše o vitalitetu svježeg sjemena poljskog jasena sakupljenog u G. J. Josip Kozarac (šumarija Lipovljani) dobivenog biokemijskom metodom tetrazola. Sjeme je sakupljano u razdoblju od 5. do 14. 9. 2011. godine. Vitalitet sjemena (potpuno obojano) iznosio je 84,75 %. Najviše ne vitalnog sjemena pripadalo je u kategoriju oštećenja od insekata (6,50 %). Šturog sjemena bilo je 4,50 %, sjemena u kategoriji „embrio s nebojanim površinama ili nekrozama a endosperm potpuno obojen“ 4,00 %, a potpuno nebojelog sjemena 0,25 %.“ Prema Zoriću (2012) vitalitet sjemena

poljskog jasena nakon 95 dana čuvanja u stajaćoj vodi smanjio se samo za 0,85 %, odnosno nakon 166 dana čuvanja u vodi za 41,75 %. Nakon dužeg stajanja u vodi embrij i endosperm imaju slabije izraženu crvenu boju, što može biti znak gubitka vitaliteta sjemena.

U našem istraživanju vitalitet svježeg sjemena iznosio je 91 %, što je više od podataka koje navode Draghici i Abrudan (2011) i Zorić (2012). Na vrijednost vitaliteta sjemena mogu utjecati vrijeme i metoda sabiranja. Da bi se sjeme svrstalo u kategoriju vitalnoga, embrij i endosperm moraju biti potpuno obojeni (tamno crveni), a dopuštena je samo mala nekroza na endospermu koja ne smije biti povezana s embrionalnom šupljinom. Kod ispitivanja vitaliteta sjemena poljskog jasena biokemijskom metodom tetrazola vrlo je važno procjenjivati obojenost embrija i endosperma, a ne samo embrija kako rade u pojedinim laboratorijima, iz razloga što mogu postojati kategorije sjemena s potpuno vitalnim (tamno crveno obojanim) embrijem, a ne vitalnim (potpuno bijelim) endospermom. Takvo sjeme kod klijanja nema zalihe rezervnih tvari u endospermu, pa neće niti iskljati.

Fukarek (1954, 1955) ističe kako sjeme poljskog jasena nije dormantno i stoga nije riječ o ispitivanju najpovoljnijih metoda stratificiranja, nego o stimuliranju klijanja.

Suprotno Fukareku (1954, 1955), Young i Young (1992) pišu kako većina jasena ima dormantno sjeme, a kao razlog dormantnosti navode unutarnje čimbenike u sjemenu i sjemenu ljusku. Nakon otpadanja u jesen, sjeme klija nadzemno u proljeće ili ostaje dormantno u listincu nekoliko godina a zatim klija. Najuspješniji način stratifikacije sjemena je kombinirani toplo vlažni i hladno vlažni postupak, a provodimo ga obvezno kod sjemena koje se sije u proljeće. Stilinović (1987) također piše o učinkovitosti toplo-hladnog stratificiranja jasenovog sjemena.

U prirodi se dormantnost učinkovito savladava hladnom stratifikacijom tijekom zime, a u rasadniku se isti rezultat može postići čuvanjem sjemena na niskim temperaturama (1-5 °C), pomiješanog s vlažnim tresetom ili pijeskom (Bradbeer, 1988).

Duljina stratifikacije nije jednaka za svaku sjemenku iste vrste, a razdoblje savladavanja dormantnosti može ovisiti o provenijenciji sjemena i godini uroda. Sjeme vrste *Fraxinus excelsior* s područja sa hladnim zimama traži dulji period za savladavanje dormantnosti u odnosu na sjeme s područja gdje je klima blaga (Fărcaș, 2000). Kod vrste *Fraxinus ornus* razdoblje stratifikacije sjemena ovisi o porijeklu (Piotto, 1994). Doody i O'Reilly (2011) pišu kako je za savladavanje dormantnosti sjemena vrste *Fraxinus excelsior* L. najučinkovitiji toplo-vlažni i hladno vlažni postupak s medijem.

Prema Draghici i Abrudan (2011), učinkovit i relativno jednostavan postupak za savladavanje dormantnosti sjemena poljskog jasena je njegovo čuvanje u pijesku/tresetu na tem-

peraturi od 3 °C i relativno stalnoj vlazi (između 45-65 %). U takvim uvjetima sjeme crnog jasena može početi s klijanjem do 7 tjedana ranije od poljskog jasena. Topli postupak se ne preporuča za savladavanje dormantnosti sjemena vrsta roda *Fraxinus* spp. jer sjeme trune nakon 3-4 mjeseca stratifikacije.

Draghici i Abrudan (2010) pišu kako je potreba sjemena za hladnom stratifikacijom prilagodba vrste na klimatske uvjete u kojima raste. Do razvoja sekundarne dormantnosti sjemena može doći kada je hladni postupak prekinut razdobljem viših temperatura. Ovaj fenomen događa se u prirodi vrlo često u umjerenim klimatskim područjima, kada kratko razdoblje viših pozitivnih temperatura može prekinuti tipična hladna zima.

Ovdje treba naglasiti kako se razlog dormantnosti nalazi u sjemenoj ljusci i unutarnjim čimbenicima, a stupanj dormantnosti ovisi o starosti sjemena, pri čemu je starije sjeme jače dormantno od svježeg. Najuspješniji način stratifikacije sjemena je kombinacija tople i hladne stratifikacije, a obavljamo je u slučaju proljetne sjetve. Suszka i dr. (1996.) pišu o potrebnom predtretiranju (na mediju ili bez medija) u trajanju od 22 do 32 tjedna ili od 154-224 dana. Sjeme se drži od 6 do 16 tjedna na temperaturi od 15-20 °C (zbog rasta embrija) te nakon toga 16 tjedana na temperaturi od 3 °C (zbog savladavanja dormantnosti embrija). Ukoliko se radi o starijem i jače prosušenom sjemenu tada je stratifikacija duža, pa od tuda ovakva varijabilnost u trajanju toplo-vlažnog postupka i stratifikacije. Prema nekim autorima sjeme se najprije drži 30 dana pomiješano s vlažnim supstratom (medijem za stratifikaciju) na temperaturi od 20 °C, nakon čega slijedi hladna stratifikacija pri 3 °C u trajanju od 60 dana. Ovakav način predsetvene pripreme sjemena poljskog jasena za praksu je nešto zahtjevnija metoda (zbog potrebnih uvjeta i trajanja), ali daje najbolje rezultate.

Jasenovo sjeme sije se u jesen bez prethodne stratifikacije. Po mogućnosti sjetvu valja obaviti odmah nakon sakupljanja odnosno prije 10. listopada, a nikada nakon 1. studenog. Na taj način već se sljedeće proljeće postižu dobri rezultati. Stratificirano sjeme sijemo u proljeće. Sjetvu obavljamo u redove razmaknute od 15 do 30 cm i u količini od 80 do 90 sjemenki po dužnom metru (Young i Young, 1992). Prema Stilinoviću (1987.) sjetva se obavlja u jesen sa svježim sjemenom ili u proljeće poslije stratifikacije u trajanju od 4-5 mjeseci. Regent (1980.) piše kako se sjeme poljskog jasena može sijati u jesen ili u proljeće. Ukoliko se obavlja proljetna sjetva autor preporuča prethodnu stimulaciju sjemena.

Iz navedenih literaturnih izvora vidljivo je kako sjeme u rasadniku Brestje nije na odgovarajući način pripremljeno za sjetvu, pa je klijavost iznosila 0 %. Stratifikacija je bila samo hladna (na otvorenom) i iznosila je svega 64 dana, dok je najbolji način za savladavanje dormantnosti prema brojnim istraživačima kombinirani toplo-vlažni i hladno-vlažni postupak u ukupnom trajanju do maksimalno 224 dana.

Draghici i Abrudan (2011.) pišu kako je za potrebe rasadničke proizvodnje važno utvrditi učinkovitu metodu stratifikacije koja će omogućiti proljetnu sjetvu sjemena sabranog prethodne godine. Stratifikacija s medijem je jedina metoda koja daje zadovoljavajuću klijavost. U istraživanju spomenutih autora, sjeme poljskog jasena počelo je s klijanjem nakon 22 tjedna i iz nepoznatih razloga proklijalo je sjeme (71 %) samo s jednog lokaliteta (Răcari). Sjeme s ostala dva lokaliteta i nakon 22 tjedna nije počelo s klijanjem. Navedeno istraživanje podudara se s našim, u kojem je proljetna klijavost sjemena starog jednu godinu iznosila 0%. Činjenica kako je svo sjeme preležalo može se pripisati neuspješnom postupku savladavanja dormantnosti i mogućem razvoju sekundarne dormantnosti o čemu su pisali Draghici i Abrudan (2010.). Young i Young (1992) pišu kako stupanj dormantnosti ovisi o starosti sjemena, pri čemu je starije sjeme jače dormantno od svježije sakupljenog. Naša istraživanja ne podudaraju se s navodima Regenta (1980) koji piše kako sjeme vrste *Fraxinus angustifolia* zasijano u proljeće prilično normalno klija.

Na osnovi procjene vitaliteta preležalog sjemena može se teoretski očekivati njegova klijavost u proljeće 2016. godine u količini od 58 biljaka/m², što je rijedak sklop. Prema Young i Young (1992) na 1m² treba biti od 100 do 150 sadnica poljskog jasena.

Na osnovi ovih istraživanja može se preporučiti početak sakupljanja sjemena poljskog jasena od druge polovice mjeseca kolovoza, jer takvo sjeme pokazuje visoki vitalitet od 91%.

S obzirom da je utvrđen veći vitalitet od 5 % u korist preležalog sjemena u odnosu na rezultate laboratorijskog ispitivanja istog ali svježeg sjemena, navedeno se može tumačiti činjenicom kako je jedan dio sjemenki istrunuo u tlu prije vađenja. U ovom istraživanju utvrđena je statistički značajna razlika između vitaliteta svježeg i preležalog sjemena u rasadniku, što je bilo i za očekivati, jer sjeme starenjem gubi na dijelu vitaliteta. Za potrebe rasadničke proizvodnje sadnica poljskog jasena nužno je utvrditi optimalnu vrstu i trajanje stratifikacije sjemena s obzirom na njegovo podrijetlo (mikroreljef, klima, sjemensku rejonizaciju). Edwards (1980) piše kako stupanj dormantnosti upravo ovisi o klimi i provenijenciji sjemena.

ZAKLJUČCI CONCLUSION

Vitalitet svježije sakupljenog sjemena poljskog jasena iznosio je 91 %. Nevitalnog sjemena bilo je 9 %, od čega najveći postotak otpada na šturo sjeme (5 %), slijedi insektima oštećeno sjeme (3 %) i sjeme kod kojega je embrio i endosperm imao neobojene površine ili nekroze. Vitalitet preležalog sjemena iznosio je 87 %. Nevitalnog sjemena bilo je 13 %, od čega najveći postotak otpada na sjeme kod kojega je embrio s neobojenim površinama ili nekrozama, a endosperm

potpuno obojen (10 %). Sjemeni kod kojega je embrio i endosperm s neobojenim površinama ili nekrozama bilo je 3 %. Od nevitalnog preležalog sjemena primijećeno je kako najprije dolazi do razvoja nekroza ili truleži na embriju, a zatim se ona širi na endosperm. Od nekroza ili truleži na embriju primijećene su one s potpunom nekrozom, nekrozom kotiledona, hipokotila i plumule, hipokotila i radikule i samo radikule. Utvrđena je statistički značajna razlika u između vitaliteta svježeg i preležalog sjemena. Preležalo sjeme imalo je za 4 % manji vitalitet od svježeg sjemena. Na osnovi ovih istraživanja može se preporučiti početak sakupljanja sjemena poljskog jasena od druge polovice mjeseca kolovoza, jer takvo sjeme pokazuje visoki vitalitet. Kod sjetve sjemena u rasadniku treba voditi brigu o njegovoj starosti, predsjetvenoj pripremi i vremenu sjetve. Preporuka je za buduću rasadničku proizvodnju sadnica poljskog jasena generativnim načinom utvrditi optimalnu vrstu i trajanje stratifikacije sjemena s obzirom na mikroreljefne različitosti rasta matičnih stabala s kojih je sakupljano sjeme (bara, niza, greda), klimu i sjemensku rejonizaciju.

ZAHVALA MENTION

Posebne zahvale za pomoć kod sakupljanja sjemena upućujemo upravitelju šumarije Lipovljani gospodinu Dinku Hatze, dip. ing. šum. Zahvale upućujemo i gospođi Mirjani Grahovac-Tremski, dipl. ing. šum. na ustupljenim informacijama o tehnologiji rasadničke proizvodnje sadnica poljskog jasena u rasadnicima Hrvatskih šuma d.o.o.. Ova istraživanja ne bi se mogla provesti bez suradnje i pomoći oko vađenja preležalog sjemena iz tla u rasadniku Brestje u Sesvetama (Hrvatske šume d.o.o., UŠP Zagreb, šumarija Dugo Selo). Stoga, veliko hvala upraviteljici rasadnika gospođi Nives Salopek, dipl. ing. šum.

LITERATURA REFERENCES

- Bewley, J. D., M. Black, 1994: Seeds: Physiology of Development and Germination. Plenum Press, New York, 421 str.
- Bonner, F. T., 1974: *Fraxinus*. In: Seeds of Woody Plants in the United States. USDA Forest Service, Agricultural Handbook 450, Washington DC.
- Bošnjak, M., 1996: Rasadnička klijavost sjemena poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) nakon različitih uvjeta stratifikacije, diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Bradbeer, W. J., 1988: Seed Dormancy and Germination. Blackie Acad., Glasgow.
- Doody, C. N., C. O'Reilly, 2011: Effect of long-phase stratification treatments on seed germination in ash. *Annals of Forest Science*, 68: 139–147.
- Draghici, C., I. V. Abrudan, 2010: Dormancy breaking of *Acer* and *Fraxinus* seeds—a brief review. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov*, 3 (52): 29–32.

- Draghici, C., I. V. Abrudan, 2011: The Effect of Different Stratification Conditions on the Germination of *Fraxinus angustifolia* Vahl. and *F. ornus* L. Seeds. *Not Bot Hort Agrobot Cluj*, 39 (1): 283-287.
- Edwards, D. G. W., 1980: Maturity and quality of tree seeds – a state of the art review. *Seed Sci Technol*, 8: 625-657.
- Fărcaș, C., 2000: Cercetari privind interuperea starii dorminde a semintelor de frasin comun (*Fraxinus excelsior* L.), cires pasaresc (*Prunus avium* L.) si paltin de munte (*Acer pseudoplatanus* L.), prin abordarea unor metode noi de tratament, care sa conduca la cresterea randamentului culturilor in pepiniera (Research on the Interruption of Seed Dormancy in Ash (*Fraxinus excelsior* L.), Cherry Bird (*Prunus avium* L.) and Sycamore Maple (*Acer pseudoplatanus* L.), By Applying Some New Methods of Treatment, which Lead To the Increase of Efficiency of the Nursery Crop). In: Ph.D. Thesis, Transilvania University of Brasov, Brasov, Romania.
- Franjić, J., Ž. Škvorc, 2010: Šumsko drveće i grmlje Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 432 str.
- Fukarek, P., 1954: Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl). *Šum. list*, LXXVIII (9/10): 433-453, Zagreb.
- Fukarek, P., 1955: Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl) i neke njegove šumsko uzgojne osobine, *Šumarstvo*, 6/7: 331-344, Beograd.
- Gordon, A. G., D. G. W. Edwards, 1991: Testing the germination of tree and shrub seeds, p. 5-8. In: *Tree and Shrub Seed Handbook* Gordon AG, et al. (Eds.). The International Seed Testing Association, Zurich.
- 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.
- 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.
- Kajba, D., I. Katičić, I. Šumanovac, M. Žgela, 2009: Važnost klonskih sjemenskih plantaža u sjemenarstvu i očuvanju genofonda šumskih vrsta drveća u Hrvatskoj. *Rad. Hrvat. Šumar. inst.*, 44 (1): 37-52.
- Matic, S., 1971: Prirodno pomlađivanje poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) u Posavini. U: J. Kovačević, Z. Racz (ur.), *Savjetovanje o Posavini*, 343-346, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Matic, S., I. Anić, M. Oršanić, 2005: Sjemenarstvo i rasadničarstvo najvažnijih vrsta drveća poplavnih šuma, Poplavne šume u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, 277-297, Zagreb.
- Matic, S., I. Anić, M. Oršanić, 2008: Forest management in floodplain forests. In: *Floodplain forests of the temperate zone of Europe*. Klimo, E. (eds), pp. 231-283.
- Nowag, A., 1998: Management of seed dormancy in *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior* and *Prunus avium*. *Comb Proc Intern Plant Propag Soc*, 48: 192-198.
- Perić, S., M. Tijardović, M. Oršanić, J. Margaletić, 2009: Rasadnička proizvodnja i važnost šumskoga reprodukcijskog materijala u RH. *Rad. Hrvat. Šumar. inst.*, 44 (1): 17-27.
- Piotta, B., 1994: Effects of temperature on germination of stratified seeds of three ash species. *Seed Sci Technol*, 22: 519-529.
- Piotta, B., 1997: Storage of Non-Dormant Seeds of *Fraxinus angustifolia* Vahl. *New Forests*, 14, 157-166.
- Regent, B., 1980: Šumsko sjemenarstvo, Jugoslovenski poljoprivredni šumarski centar-služba
- šumske proizvodnje, Beograd, 201 str.
- StatSoft, Inc., 2007: *Electronic Statistics Textbook*. Tulsa, OK: StatSoft. WEB <http://www.statsoft.com/textbook/stathome.html>.
- Stilinović, S., 1987: Proizvodnja sadnog materijala šumskog i ukrasnog drveća i žbunja,
- Univerzitet u Beogradu, Beograd, 455 str.
- Tilki i Çiçek, 2005: Effects of Stratification, Temperature and Storage on Germination in Three Provenances of *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* Seeds. *Turk J Agric For*, 29: 323-330.
- Tinus, R. W., 1982: Effects of dewinging, soaking, stratification and growth regulators on germination of green ash seed. *Can J For Res*, 12: 931-935.
- Tylkowski, R. W., 1990: Mediumless stratification and dry storage of after-ripened seeds of *Fraxinus excelsior* L. *Arbor Kornic*, 35: 143-152.
- Villiers, T. A., P. F. Wareing, 1965: Dormancy in fruits of *Fraxinus excelsior*. *J Exp Bot*, 15: 359-367.
- Young, J. A., C. G. Young, 1992: *Seeds of Woody Plants in North America*, Portland, 407 str.
- Zorić, N., 2012: Ispitivanje vitaliteta i klijavosti sjemena poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.). *Završni rad*, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- http://herbaria.plants.ox.ac.uk/fraxigen/pdfs_and_docs/book/fraxigen_c1toc3.pdf (09.02.2016.)

Summary

This paper compares the viability of freshly collected and delayed germination seeds of Narrow-leaved ash as one of the main tree species in lowland forests of Posavina. This tree species is of particular interest to us due to its growth rate, short rotation as compared to that of common oak, as well as the technical value of wood. The seeds of the genus *Fraxinus* spp. often have a pericarp, which is impermeable to oxygen, metabolic inhibitors in the endosperm and embryos, immature embryos or lack of substances that promote embryo growth. Seed dormancy is usually eliminated with warm-wet and cold-wet process. The seeds were collected in the Josip Kozarac forest management unit, managed by the forest office Lipovljani. The viability of the seeds that were collected earliest (21 August) was estimated using the topographical tetrazole method in accord-

ance with the ISTA rules. The seeds of Narrow-leaved ash (crop 2013) in the nursery Brestje was placed under stratification in the open on 16 January 2015 and sown on 21 March 2015. Stratification lasted for 64 days. The delayed germination seeds of Narrow-leaved ash were collected on 20 October 2015. Viability was assessed using the same methodology as in the case of fresh seeds. Fresh seeds have viability of 91%. There was 9% of non-viable seed, of which the largest percent have empty seeds (5%), followed by insect-damaged seeds (3%) and seeds in which the embryo and endosperm had unstained areas or necrosis. Delayed germination seeds had seed vigour of 87%. There were 13% of non-viable seeds, of which the highest percentage were the seeds containing embryos with unstained surfaces or necroses, and fully coloured endosperm (10%). Seeds in which the embryo and endosperm had unstained surfaces or necrosis accounted for 3%. Necrosis or embryo rot, which then spread to the endosperm, was detected in non-viable delayed germination seed. As for necrosis or embryo rot, seeds were observed with complete necrosis, necrosis of cotyledons, hypocotyls and plumule, hypocotyls and radicle and radicle alone. In the spring of 2015 nursery seed germination in the nursery Brestje was 0% despite 82% vitality. A statistically significant difference was found between the viability of fresh and delayed germination seeds. The viability of delayed germination seeds was 4% lower than that of fresh seeds. Based on these studies, the collection of seeds of Narrow-leaved ash is recommended to begin from the second half of August, since such seeds manifest high viability. When sowing seeds in the nursery, account should be taken of its age, pre-sowing preparation and sowing time. A recommendation for future nursery production of Narrow-leaved ash seedlings with a generative method involves determining the optimal type and duration of seed stratification with respect to micro-relief growth diversity of parent trees from which the seeds are collected (micro-depressions, unsoaked micro-depressions, micro-elevations), climate and seed zoning.

KEY WORDS: seed viability, the tetrazole method, Narrow-leaved ash, ISTA rules, seed dormancy