

Nr. 5.1.1.2.i.0/1/22/A/CFLA/007
pētniecības virziena "Meža
kapitālvērtības palielināšana un
mežsaimniecība" pētniecības
projekts P11
"Dižskābarža stādmateriāla
ražošanas tehnoloģijas izstrāde"

5. Stādu nobriedināšana un pārziemināšana

6. Sēklu ievākšanas, uzglabāšana, dīdžība



Saturs

Kopsavilkums – darba uzdevumi, to izpilde un iegūtie rezultāti	3
Stādu izaudzēšanas teorētiskais pamatojums	3
Iezaudzēto izmēģinājuma stādu pārziemināšana	5
Sēklu stratifikācija veidi un stādu audzēšanas tehnoloģijas.....	5
Pirmās sezonas starprezultāti	6
Atkārtotās stādu izaudzēšanas sērijas ierīkošana un sēklu kvalitātes novērtējums.....	7
Sēklu kvalitāte.....	7
Eksperimentu ierīkošana 2024. gada sezonā.....	8
1. pielikums: 2024. gada sezonas izmēģinājumu sēklu kvalitāte	10
2. pielikums: Mežeņu pārstādīšanas rezultāts – datu kopa.....	11
3. pielikums: Pirmās sezonas ietvarstādu izaudzēšanas rezultāts – dažādos ietvaros audzēto stādu uzmērījumu datu kopa.....	23
4. pielikums: Pirmās sezonas ietvarstādu izaudzēšanas rezultāts – dažādu periodu stratificēto sēklu stādu attīstība datu kopa.....	26
5. pielikums Pēdējo gadu nozīmīgāko zinātnisko pētījumu konspekts	27

Kopsavilkums – darba uzdevumi, to izpilde un iegūtie rezultāti

2023. un 2024. gada ziemas sezonā veikta stādu nobriedināšana un pārziemināšana – iegūta statistiski apstrādājama datu kopa ar izaudzētiem stādu veidiem un to uzmērījumu rezultātiem. LVMI “Silava” mājas lapā publicēts populārzinātnisks pārskats par pirmajā augšanas sezonā izaudzētajiem stādiem un iegūtajiem rezultātiem. Stādu vērtēšanas un uzmērīšanas darbos iesaistīti arī studējošie – sekmīgi aizstāvēts un teicami novērtēts Antras Umbrasķo bakalaura darbs “Ietvarsējeņu audzēšanas kasetes izmēru ietekme uz Eiropas dižskābarža *Fagus sylvatica* L. stādāmā materiāla kvalitāti”.

Jau iepriekšējos pārskata periodos iegūtie dati apkopoti izklājlappās un analizēti rezultāti par dažāda stratifikācijas ilguma ietekmi uz stādu dīgšanu. 2023. gada nogalē iegūti dati par stādu attīstību, augšanu. Secināts, ka optimālākie rezultāti iegūstami sēklas ievietojot stratifikācijas temperatūrā iepriekšējā gada novembrī, tad tās “mostas” aprīlī, kas ir optimāls sējas laiks. Sēklu pirmssējas stratifikācijas ietekme izteiktāk izpaužas svaigi ievāktām sēklām. Iepriekšējos gados ievāktas, vēsumā glabātas sēklas, uz dažādu pirmssējas stratifikācijas periodu reaģē neviennozīmīgi. Noteicoša ir sēklu “modināšana” ievietojot mitrā substrātā. Sēklas jutīgas pret liofilizāciju – izkalšanu, tamdēļ, ja nav iespējams nodrošināt nemainīgus mitruma apstākļus, stratificēšana valgā substrātā notiek ar labākiem rezultātiem.

Stādu pārziemināšana 2023./2024. gada ziemā veikta gan uz poligona, gan siltumnīcā, raugoties, lai nenotiek substrātu iežūšana. Kopumā 80% no abos pārziemināšanas veidos uzglabātajiem stādiem 2024. gada pavasarī ir atzīti par vitāliem – tiem nav novērotas kalšanas pazīmes. Pārzieminātie stādi pārstādīti veģetācijas traukos un uz lauka. Diemžēl 2023./2024. gada ziemas un pavasara temperatūras svārstības ir atstājušas negatīvu ietekmi uz stādu turpmāku attīstību, tiem novērotas kambija bojājumu pazīmes, jaunie koki izplauka, bet vēlāk novīta. Gala iznākums 20% vitālu stādu. Šāda veida bojājumi šogad sastopami visā Latvijā, stādaudzētavas cieš zaudējumus.

2023. gadā dižskābarži neražoja sēklas, tāpēc nebija iespējams iegūt jaunu sēklu materiālu. Turpmākos izmēģinājumos izmantoti un datu analizē iekļauti dati 2022./2023. gadā iegūto sēklu kvalitāti un turpmāku uzglabāšanu. Sēklu ievākšanas paņēmieni tiks salīdzināti 2024. gada sēklu ražu ievācot. 2023. gada rudenī apsekojot pieaugušo dižskābaržu audzes nolūkā ievākt sēklas – novērots, ka iepriekšējos gados izsējušas sēklas ir dīgušas un audzē izveidojies mežeņu stāvs. Privātie meža īpašnieki nolūkā dažādot meža sugu sastāvu, ievāc un pārstāda mežņus. Apsekots šādi ierīkots stādījums zem pieaugušo koku vainagiem. Uzmērīti viengadīgo/divgadīgo mežeņu augstumi.

Paralēli eksperimentālo stādu sēriju izaudzēšanai, turpinās darbs pie citu zinātnieku un praktiķu paveiktā apkopošanas. Apkopota zinātniskajās publikācijās aprakstītā pieredze kā pārskats par praksē un pētījumos izmantotajām pavairošanas metodēm, tai skaitā tādām, kas nav iekļautas šī pētījuma darba uzdevumos – spraudēni, mikro spraudēni. Apkopojums iekļauts pārskata, kā arī publicēts LVMI “Silava” mājas lapā pētījuma profilā.

Notiek darbs pie zinātnisko publikāciju sagatavošanas – “short communication” un nodaļas grāmatā par dažādu koku sugu atjaunošanu, kas top CA19128 – *Pan-European Network for Climate Adaptive Forest Restoration and Reforestation* akcijas uzdevumus izpildot.

Stādu izaudzēšanas teorētiskais pamatojums

Eiropas dižskābardis – *Fagus sylvatica* L. – ir izplatīta 28 Eiropas valstu mežos, no dienvidu Zviedrijas līdz Spānijas vidienai. Šobrīd tā areāls ziemeļos plešas līdz Vācijas ziemeļdaļai, Dānijai, Zviedrijas dienviddaļai, Polijai. Austrumu robeža sasniedz Ukrainu, Moldāviju, Bulgāriju. Areāla dienvidu daļa ietver Balkānu pussalu, Apenīnu kalnus, Sicīliju, Spāniju (Leugnerová, 2007). Eiropas dižskābarža dabisko areālu ierobežo klimata nosacījumi. Sausais klimats un augšanas sezonas samazināšanās mazāk

nekā piecus mēnešus, kavē šīs sugas izplatību. Turklāt augs neizdzīvo ziemā, ilgstoši samazinoties vidējai gaisa temperatūrai zem -5°C , ar dažiem izņēmumiem – Eiropas dižskābardis var izturēt īslaicīgu salu $-25\ldots-35^{\circ}\text{C}$ (Bonner and Leak, 2008; Gömöry et al., 2010; Postolache Gh. and Postolache D., 2010; Postolache and Lozan, 2011; Sułkowska et al., 2012).

Eiropas dižskābardis ir samērā izturīga pret sausuma periodiem (Roloff and Grundmann, 2008). Tomēr periods vairāk nekā 2 mēnešus (10 nedēļas un vairāk) izteikta sausuma var negatīvi ietekmēt augu izdzīvošanu (Geßler et al., 2007; Milad et al., 2011; Pflug et al., 2018).

Klimatam mainoties, Eiropas teritorijā sagaidāma šīs sugu pārvietošanās ziemeļu virzienā (Walther et al., 2002; Kullman, 2008). Prognozes liecina, ka Eiropas dižskābarža augšanai piemērotais areāls līdz gadsimta vidum ietvers arī visu Latvijas un Igaunijas teritoriju (Kramer et al., 2010). Tomēr šīs koku sugas faktisko izplatību noteiks arī saimnieciskā darbība. Ir labi zināms, ka Eiropas dižskābardis sāk ziedēt apmēram 20–80 gadu vecumā, atkarībā no augšanas apstākļiem – atsevišķi vai audzēs. Bagātīga sēklu raža atzīmēta aptuveni reizi 3–10 gados un pat reizi 15–20 gados (Bonner and Leak, 2008). Dabiski dižskābardis izplatās lēni. Dižskābarža sēkla-auglis ir trīsšķautņains rieksts. Sēklas ienākas septembrī–oktobrī un ir salīdzinoši smagas. 1000 sēklu-riekstu svars 100–300 g. Sēklas izplata putni un peļveidīgie grauzēji. Pētījumi liecina, ka vidējais sēklu izplatīšanās attālums ir aptuveni 30 m no sēklu koka, tālākā distancē izplatās nenozīmīga daļa no visām sēklām (Dobrovolný and Tesar, 2010). Latvija atrodas ārpus dižskābarža dabiskās izplatības areāla, un mūsu valstī šī koku suga sastopama izolētās platībās. Tomēr tiek prognozēts, ka jau līdz 21. gadsimta beigām dažādu sugu izplatības areāli var būtiski mainīties klimata pārmaiņu dēļ (Hickler et al., 2012).

Dižskābarža stādījumi Latvijas teritorijā ierīkoti jau ap 18. gadsimta vidu, izmantojot tos muižu un pilsētu parkos un apstādījumos (Freibe, 1805). Pirmās zināmās mežaudzes ierīkotas 18. gadsimta beigās (Vanders, 1960b). Lai gan dižskābardis Latvijā ir introducēta suga, tomēr jau 20. gadsimta vidū K. Vanders uzskatījis, ka dižskābardis ir pilnīgi naturalizējies Kurzemē (Vanders, 1957). Par to liecina dižskābarža sastopamība pat trīs stāvos un dažādos vecumos stādītajās mežaudzēs, kā arī parkos.

Dižskābardis Latvijā atjaunojas dabiski gan zem koku vainagu klāja, gan apkārtējās teritorijās (Bolte et al., 2007; Laiviņš, 2010; Jansone, 2019). Par veiksmīgu sugas adaptēšanos liecina arī tas, ka šīs sugas audzēs koksnes krāja neatpaliek no vietējām koku sugām (Dreimanis, 2005, 2006). Pagaidām Latvijas centrālā un austrumu daļa tiek uzskatīta par nepiemērotām dižskābarža audzēšanai, jo šajās teritorijās raksturīga izteikti zema temperatūra ziemā, kas var būt limitējošais faktors dižskābardim (Bolte et al., 2007). Tomēr, ņemot vērā jau līdz šim novēroto un arī prognozēto vidējās temperatūras pieaugumu, ko daļēji izraisa temperatūras palielināšanās ziemas periodā (Lizuma et al., 2007), augšanas apstākļi šajā teritorijā kļūst piemērotāki dižskābardim, un ir lietderīgi ierīkot eksperimentālos stādījumus un atlasīt šiem apstākļiem piemērotākās ģimenes (Jansone, 2019).

Latvijas rietumu daļā veikts pētījums liecina, ka dižskābarža dabiskās izplatīšanās ātrums varētu būt 3,4 m gadā (Sabule, 2009). Latvijā sēklu ražas gadi dižskābardim ir reti un neregulāri, literatūras avotos norādīti dažādi intervāli. Izteikti bagātīga raža sagaidāma apmēram ik pēc četriem līdz sešiem gadiem (Peña et al., 2010), pēc citu autoru datiem – ik pēc sešiem līdz deviņiem gadiem (Vanders, 1960a; Giesecke et al., 2007). Latvijas zinātnieki konstatējuši, ka dižskābardis labi apputeksnējas tikai svešapputes ceļā, tā putekšņi ir salīdzinoši smagi un lido nelielu attālumu, tāpēc gados ar mazāk bagātīgu ziedēšanu svešappute ir apgrūtināta, kā rezultātā šādos gados lielākā daļa sēklu ir tukšas (Vanders, 1960a; Jansone, 2019). Pēc bagātīga sēklu ražas gada paaugā sastopami pat 350 000 un vairāk dižskābaržu sējeņi uz hektāra, no kuriem pēc gada ir izdzīvojuši aptuveni puse (Vanders, 1957; Jansone, 2019). Dižskābarža izplatīšanos ap sēklu avotiem ietekmē arī intensīva jaunaudžu kopšana – ja nogabalā kā mērķa suga nav noteikts dižskābardis, tad, veicot jaunaudzes kopšanu, tiks atstāti tikai atsevišķi eksemplāri, nevis saglabāti visi dzīvotspējīgie dižskābarži.

Dižskābarža sēklām raksturīga spēcīga eksogēna un dziļa fizioloģiska miera stāvoklis, kurām nepieciešams ilgs stratifikācijas periods. Tajā pašā laikā sēklas dīgtspēju stratifikācijas laikā iespējams ievērojami uzlabot, tāpēc tiek izmantotas dažādas metodes kā veicināt šo procesu (Pawłowski, 2007; Procházková and Bezděčková, 2008; Bezděčková et al., 2013).

Šobrīd svarīgākie jautājumi, kas saistīti ar dižskābarža mežu atražošanu ir jautājumi par sēklu uzglabāšanas problēmu risināšanu pēc sēklu savākšanas, sēklu miera perioda pārtraukšana, sēklu dīgtspējas uzlabošana, dīgstu saglabāšana, sējeņu un stādu izaudzēšana. Pēdējo gadu interesantāko publikāciju konspekts pievienots 5. pielikumā.

leaudzēto izmēģinājuma stādu pārziemināšana

Sēklu stratifikācija veidi un stādu audzēšanas tehnoloģijas

Stādi, kas 2023. gada sezonā izaudzēti no stratificētām *Fagus sylvatica* sēklām, iegūtām Dānijas 31FO23 Grevindeskoven F509 DK sēklu plantācijā, audzējot piecās dažādu izmēru dēstu kasetēs, kurām atšķiras kasetes tilpums un augstums – (no 120 cm³ līdz 400 m³), vēlāk pilnībā izmantoti kopējās biomasas un sakņu attīstības datu ieguvei.

Visām nestratificētajām sēklām veikta stratifikācija plus piecu grādu temperatūrā, tās uzglabājot LVMI “Silava” vēsumkamerā. Vēlāk stādi izaudzēti vienādu izmēru (120 cm³) kasetēs. 2023. gada sezonā izaudzēti stādi no Dānijā (366-22257/A325; 365-22253/A321; 365-22255/A322 un 31F) un Polijā (2022MR/69611/23/PL) ievāktām sēklām. Testēti divi varianti – sēklas stratifikācijas laikā ievietotas papīra maisos vai valgā grants substrātā un kotrole istabas temperatūrā uzglabātas. Testēti stratifikācijas periodi ar 15 dienu soli, proti 15, 30, 45, 60, 90 dienas (1. att.).



1. attēls. Stādu audzēšana no Dānijā un Polijā ievāktām sēklām.

Savukārt, Latvijas dižskābaržu audzēs ievāktais sēklu materiāls testēts tikai vienā stratifikācijas perioda variantā – 90 dienas, sēklas glabājot valgā grantī vai papīra maisos. Kad sāka dīgt pirmās sēklas, abos variantos uzglabātās pārējās sētas izsētas kūdras substrātā, vēlāk stādi pārpiķēti HIKO 250 konteineros (2. attēls.).



2. attēls. Stādu audzēšana no Latvijā ievāktām sēklām.

Stādi audzēti Laflora KKS-2 Kūdras substrātā ar kūdras frakcijas izmēru 0–7 mm un pH_{KCl} 5,2–6,0¹. Stādus audzējot, kūdras substrātam pievienots trihodermins² (līdzeklis, kas veicina sēklu dīģšanu, auga attīstību un uzlabo auga rezistenci nelabvēlīgiem vides apstākļiem, kā arī atveseļo augsni un bagātina augsni ar barības vielām).

Pirmās sezonas starprezultāti

Audzēšanas sezonas laikā visiem stratifikācijas variantiem novēroja nevienmērīgu dīģšanu. Labāki rezultāti iegūti stratificējot ilgāku periodu, tomēr rezultāti neviennozīmīgi. Vislabāk dīģušas vietējās izcelsmes sēklas un Polijā ievāktais stādmateriāls (1. tabula).

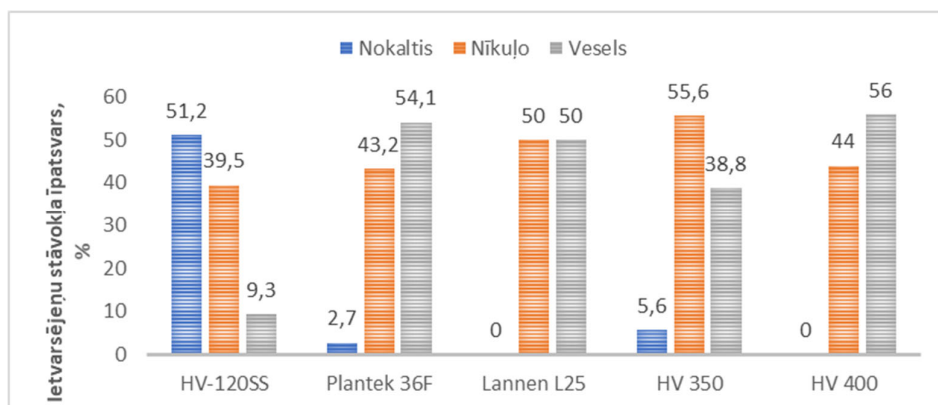
1. tabula. Latvijā un Polijā ievāktu sēklu stratifikācijas rezultāti.

Izcelsme	Apstrāde	Iznākums, %	Izcelsme	Apstrāde	Iznākums, %
Latvija, Šķ-14-3	kontrolē	0	Dānija, 366-22257/A325	kontrolē	3
	stratificēts grantī	18		stratificēts grantī	11
	stratificēts gaisā	0		stratificēts gaisā	4
Latvija, Šķ-21-26	kontrolē	0	Dānija, 365-22253/A321	kontrolē	4
	stratificēts grantī	39		stratificēts grantī	3
	stratificēts gaisā	0		stratificēts gaisā	6
Latvija, Šķ-21-30	kontrolē	0	Dānija, 365-22255/A322	kontrolē	4
	stratificēts grantī	7		stratificēts grantī	3
	stratificēts gaisā	0		stratificēts gaisā	3
Latvija, Šķ-21-35	kontrolē	0	Dānija, 31F023 (stratificētās Dānijas pusē)	kontrolē	7
	stratificēts grantī	50		stratificēts grantī	4
	stratificēts gaisā	0		stratificēts gaisā	7
Polija	saņemts pavasarī	n/a	Dānija, 321T	saņemts pavasarī	2
	stratificēts grantī	34		stratificēts grantī	3
	stratificēts gaisā	4		stratificēts gaisā	3

Izdīģušie un sezonas beigās saglabājušies stādi paspēja nobriest, tie sasniedza vismaz 20 cm augstumu. Stādu augstumu, saglabāšanās un citu rādītāju uzmērījumu rezultāti pievienoti 3. pielikumā. Noskaidrots, ka kasetes izmērs būtiski ietekmē gan sakņu sistēmas, gan virszemes daļas izmērus. Secināts, ka dižskābardim augot lielākā kasetē, augšanas rezultāti ir labāki (3. att.).

¹ <http://laflora.lv/lv/produkti/kudras-substr%C4%81ti-un-produkti/KKS-2/2>

² <https://www.bioefekts.lv/produkts/trihodermins/>



3. attēls. Izaudzēto stādu stāvokļa novērtējums.

Stratifikācijas ilguma un stādu iznākuma datu lapas pievienotas 4. pielikumā.

Lai izvairītos no izaudzētu stādu apsalšanas, ievesto sēklu stādi pārziemināti siltumnīcā, kamēr Latvijas audzēs ievāktie uz lauka poligona un siltumnīcā.

Veiksmīgi pārzieminātie Latvijas izcelsmes stādi 2024. gada pavasarī izstādīti MPS Mežole Kapusila karjera aizsargjoslā. Bet Dānijas un Zviedrijas izcelsmes stādi pieaudzēšanai pārstādīti veģetācijas traukos.

Abos apstākļos ziemu pārziemojušie stādi pavasarī izplauka, bet vēlāk lapas un pumpuri nokalta (4. att.).



4. attēls. Veģetācijas traukos pārstādītie stādi.

Kopumā nākamajā pavasarī dzīvot spējīgi tikai 20% no iepriekšējā gadā izaudzētajiem stādiem.

Atkārtotās stādu izaudzēšanas sērijas ierīkošana un sēklu kvalitātes novērtējums

Sēklu kvalitāte

Ņemot vērā to, ka 2023. gads bija dižskābaržu sēklu neražas gads, 2024. gadā stādu izaudzēšanai bija pieejamas tikai 2022. gadā ievāktas sēklas.

2023. gada pavasarī no Polijas saņemtās sēklas (2022MR/69611/23/PL), kuras ievāktas 2022. gada pavasarī, līdz 2024. gada pavasarim uzglabātas +5°C temperatūrā, plastikas maisā.

2023. gada sējumā Polijas izcelsmes sēklas uzrādīja labākus dīgšanas rādītājus nekā no Dānijas saņemtās, bet atpalika no Latvijā ievāktu sēklu dīgšanas rādītājiem. Iepriekš tika secināts, ka piegādātāja sniegtie dati nesakrīt ar patieso sēklu dīdzību un stādu gala iznākumu.

LVMI “Silava” pirms atkārtota sējumā ierīkošanas 2023. gadā no Polijas saņemto sēklu partiju nosūtīja uz sēklu testēšanas laboratoriju. Sēklu testos apstiprinājās, ka sēklas dīgst ļoti lēni un pakāpeniski, neraugoties uz to, ka to dzīvotspēja ir 85% un tikai 9 no 100 testētajām nedzīvas, divas ar anomāliem dīgstiem (5. att.).

dzīvotspējīgās sēklas



nedzīvās sēklas

5. attēls. Sēklu kvalitāti raksturojošie attēli.

Sēklu testu laikā secināts, ka atsevišķām sēklām ir izveidojušās divas endospermas (6. att.).



6. attēls. Sēkla ar divām endospermām un diviem dīgļiem.

Vēlāk 2023. gada izmēģinājumos novērots, ka no vienas sējvietas izaug divi stādi.

Eksperimentu ierīkošana 2024. gada sezonā

Otrā eksperimentu sērija ierīkota 2024. gada maijā, sējot 2022. gadā Polijā ievāktās sēklas. Atkārtots dažādu substrāta izmēra eksperiments. Visas kasetes piepildītas ar vienādās izcelsmes viena ražotāja substrātu, veikti kontroles svērumi, lai kasešu piepildījuma blīvums neatšķirtos. Arī šajā sezonā novērojama lēna un pakāpeniska sēklu dīgšana (7. att.).



7. attēls. 2024. gadā sadīgušie dižskābarži, 2024. gada jūnijs.

1. pielikums: 2024. gada sezonas izmēģinājumu sēklu kvalitāte



Meža pētīšanas stacija **Meža sēklu kontroles laboratorija**
Nodokļu maksātāja reģistrācijas kods 90010256120, Pāruses iela 5, Jaunkalsnava, Kalsnava pag.,
Madonas nov., LV-4860 tālrunis: +371 64826591, e-pasts: mps@agenturamps.lv



TESTĒŠANAS PĀRSKATS Nr. 24008

1. Klienta nosaukums un kontaktinformācija	LVMI "Silava"
2. Sugas botāniskais nosaukums	Rīgas iela 111, Salaspils
3. Parauga svars	Parastais dižskābardis <i>Fagus sylvatica</i> L.
4. Saņemšanas datums	1000 g
5. Sēkļu partijas Nr.	12.02.2024. Parauga ņemšanas datums 20.02.2024.
6. Sēkļu partijas svars	2022MR/69611/23/PL
7. Ieguves avota nosaukums, Nr.	1 kg
8. Piezīmes	MP/2/31775/05
9. Parauga apraksts	Zinātniskais paraugs. Parauga atlikums - klientam
	Plastplēves maisiņš

Sēkļu kvalitātes rādītāji (%)

1. Metode (ISTA Rules Chapter 3) sēkļu un sugas tīrības noteikšana				2. Metode (ISTA Rules Chapter 5) dīgspējas noteikšana								
Sēkļu tīrība			Sugas tīrība	Dīgt- spēja 100. dienā	Anor- māli dīgsti	Nedīgušo sēkļu skaitā						
tīrās sēklas	inertie pie- maisī- jumi	citu sugu sēklas				cietas	svaigas	nedzīvas	citas kategorijas			
									tukšas	bez dīgļiem	insektu bojātas	izsūtūšas
N	N	N	N	85	2	0	3	9	1	0	0	0

Attiecināms uz 1. metodi: 0,0 - nav atrasts, P - pazīmes, mazāk par 0,05%. N - nav noteikts.

Inerto piemaisījumu raksturojums:

mehāniski bojātas	N	nedzīvie piemaisījumi	N
citu sugu sēklas	N		-
			(citu sēkļu latīniskie nosaukumi)

3. Metode (ISTA Rules Chapter 10) 1000 sēkļu masas noteikšana	
1000 sēkļu masa	230,7 g (noteikta, skaitot atkārtojumus pa 100 sēklām)
Dīgspējīgo sēkļu skaits kilogramā	N

Cita informācija: 4. Metode „International Rules for Seed Testing” Chapter 6 dzīvotspējas noteikšana. Sēklas krāsotas 1% tetrazola šķīdumā 18h 30°C. Dzīvotspējīgas sēklas – 85 %, nedzīvas 15 %. Dīgspēja (2. Metode: ISTA Rules Chapter 5) noteikta, dīdējot sēklas 5°C virs filtrpapīra 100 dienas.

Testēšana sāka: 21.02.2024.

Testēšana beigta: 31.05.2024.

Pārskatu apstiprinu:

Meža sēklu kontroles lab. vad. S.Prūse

Izdošanas datums: skatīt laika zīmogā.

Testēšanas rezultāti attiecas tikai uz konkrētajiem testēšanas paraugiem.

Testēšanas laboratorija neatbild par pasūtītāja sniegtajām ziņām punktos 1., 5. - 9.

Testēšanas pārskatu nedrīkst pavairot bez laboratorijas rakstiskas atļaujas un citādi kā tikai pilnībā.

Lpp.1 no 1

MSKL-V014-V12

2. pielikums: Mežēņu pārstādīšanas rezultāts – datu kopa

izkritušie		novājināti		veselīgi	
H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm
69	42	28	20	28	11
100	60	43	27	168	14
145	103	36	30	159	14
167	103	41	34	233	18
159	116	48	35	39	21
154	128	58	40	238	21
188	132	56	45	43	23
224	167	57	50	34	25
120		68	60	60	27
130		98	67	51	31
94		82	67	51	31
75		142	69	48	34
169		110	73	49	34
90		111	74	59	37
129		98	75	86	37
74		96	76	57	38
182		118	76	45	38
96		99	77	62	39
105		128	86	61	41
41		90	86	86	42
78		118	89	47	43
212		143	97	60	44
234		157	98	65	44
260		158	102	75	45
		116	105	60	46
		119	109	85	46
		130	117	65	46
		150	117	64	47
		137	121	74	47
		178	123	56	48
		148	123	70	50
		141	124	63	52
		164	125	71	52
		137	127	83	54
		184	132	103	55
		184	135	83	55
		207	137	66	55
		171	138	72	56
		168	150	61	56
		156	152	65	57
		234	154	78	57
		211	170	80	57
		204	184	78	58
		26		74	59
		67		93	60
		29		78	61
		25		100	61
		30		80	62
		35		89	62
		27		69	62
		196		128	62
		40		70	63
		24		101	63
		31		96	63
		20		124	64
				83	64
				84	65
				92	65
				74	65
				83	65
				123	65
				94	65
				75	65
				74	65
				104	65
				102	65
				93	66
				112	66
				111	66
				96	66
				97	66
				89	66
				82	67
				98	67
				100	67
				91	67

izkritušie		novājināti		veselīgi	
H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm
				114	67
				87	67
				104	68
				101	68
				82	69
				89	69
				107	69
				104	69
				82	69
				73	69
				98	70
				96	70
				86	71
				81	71
				99	71
				116	71
				90	72
				93	72
				124	72
				109	72
				91	73
				95	73
				95	74
				115	74
				80	74
				110	74
				109	74
				97	74
				85	74
				110	75
				110	75
				92	75
				92	76
				103	76
				101	76
				122	76
				88	77
				132	77
				118	77
				109	79
				91	80
				95	80
				110	80
				903	80
				105	80
				102	80
				125	81
				117	81
				111	81
				152	81
				111	81
				123	81
				95	81
				90	81
				136	81
				139	81
				113	82
				102	82
				125	83
				146	83
				136	83
				132	83
				104	84
				135	84
				167	84
				111	84
				111	84
				88	84
				122	84
				160	84
				114	85
				128	85
				128	85
				134	85
				111	85
				111	86
				115	86
				98	86
				116	87
				126	87

izkritušie		novājināti		veselīgi	
H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm
				121	87
				101	87
				101	87
				111	87
				101	87
				122	88
				118	88
				109	89
				117	89
				119	89
				131	89
				134	89
				110	89
				113	89
				121	89
				122	90
				137	90
				127	90
				98	90
				98	90
				136	91
				112	91
				130	91
				116	91
				133	91
				131	91
				120	91
				131	92
				176	92
				139	92
				141	92
				166	92
				159	92
				136	93
				129	93
				124	93
				121	94
				140	94
				160	94
				130	94
				123	95
				129	95
				126	95
				116	95
				125	95
				123	95
				120	95
				124	95
				130	95
				124	96
				128	96
				102	96
				125	96
				110	96
				145	96
				136	97
				109	97
				183	97
				116	97
				125	97
				117	97
				144	98
				135	98
				131	98
				138	99
				140	99
				111	99
				120	100
				132	100
				143	100
				138	100
				123	100
				182	100
				150	100
				119	101
				179	101
				110	101
				125	101
				135	101
				122	101

izkritušie		novājināti		veselīgi	
H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm
				119	101
				108	101
				132	101
				139	101
				114	101
				144	101
				192	101
				143	102
				157	102
				123	102
				114	102
				171	102
				119	102
				111	102
				123	102
				126	102
				115	103
				147	103
				146	103
				138	103
				143	103
				116	104
				150	104
				111	104
				154	104
				134	104
				153	104
				150	105
				154	105
				136	105
				116	105
				139	105
				154	106
				131	106
				152	106
				130	107
				154	107
				135	107
				154	107
				144	107
				160	108
				123	108
				124	108
				151	108
				140	108
				153	108
				123	109
				180	109
				110	109
				171	109
				181	109
				123	109
				157	110
				145	110
				146	110
				148	110
				159	110
				148	110
				173	110
				170	110
				160	110
				120	110
				146	110
				135	111
				148	111
				131	111
				134	111
				150	111
				142	111
				128	111
				158	111
				148	111
				123	112
				174	112
				177	112
				142	112
				189	112
				150	112
				168	113
				146	113

izkritušie		novājināti		veselīgi	
H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm
				123	113
				174	113
				158	113
				169	113
				155	113
				165	113
				175	113
				124	114
				133	114
				148	114
				195	114
				161	114
				152	114
				239	114
				183	115
				128	115
				139	115
				151	115
				179	115
				143	115
				160	115
				162	115
				154	115
				158	115
				124	115
				133	115
				123	115
				179	116
				184	116
				138	116
				149	116
				211	116
				154	116
				148	117
				152	117
				166	117
				140	117
				157	117
				150	117
				169	117
				126	117
				140	117
				170	117
				228	117
				136	117
				139	118
				151	118
				150	118
				167	118
				147	119
				164	119
				195	119
				138	119
				174	119
				144	119
				150	119
				170	119
				158	120
				162	120
				136	120
				153	120
				175	120
				164	120
				164	120
				132	120
				157	120
				168	120
				207	121
				148	121
				200	121
				188	121
				152	121
				152	121
				156	121
				145	121
				170	121
				144	121
				147	122
				152	122
				140	122

izkritušie		novājināti		veselīgi	
H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm
				135	122
				157	122
				154	123
				177	123
				148	123
				155	123
				130	123
				164	123
				148	123
				158	123
				173	124
				174	124
				186	124
				134	124
				151	124
				161	124
				178	124
				155	124
				201	124
				167	124
				164	124
				162	124
				190	124
				153	125
				183	125
				185	125
				203	125
				149	125
				172	125
				174	125
				203	125
				140	125
				147	126
				176	126
				163	126
				204	126
				160	126
				155	126
				170	126
				200	126
				182	127
				192	127
				176	127
				161	127
				163	127
				168	127
				174	128
				184	128
				147	128
				173	128
				180	128
				149	128
				142	128
				138	128
				174	128
				171	128
				166	128
				184	128
				201	129
				165	129
				181	129
				196	129
				200	129
				173	130
				189	130
				174	130
				167	130
				183	130
				164	130
				157	130
				177	130
				168	131
				184	131
				151	131
				146	132
				181	132
				164	132
				194	132
				200	132
				159	132

izkritušie		novājināti		veselīgi	
H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm
				143	132
				163	132
				189	132
				203	133
				171	133
				181	133
				198	133
				171	133
				177	133
				153	133
				165	134
				169	134
				141	134
				209	134
				171	134
				174	134
				198	134
				180	134
				191	134
				146	135
				191	135
				163	135
				175	135
				148	135
				168	135
				173	135
				181	135
				155	135
				204	135
				164	136
				147	136
				226	136
				170	136
				183	137
				158	137
				145	137
				178	137
				187	137
				159	137
				144	138
				148	138
				197	138
				169	138
				202	138
				151	138
				175	138
				155	138
				201	138
				157	139
				160	139
				170	139
				168	139
				186	139
				194	140
				166	140
				211	140
				169	140
				178	140
				196	140
				181	140
				179	140
				179	140
				157	141
				182	141
				187	141
				190	141
				149	141
				189	141
				182	141
				177	141
				160	141
				162	142
				166	142
				162	142
				237	142
				254	142
				178	142
				164	143
				210	143
				204	143

izkritušie		novājināti		veselīgi	
H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm
				155	143
				163	143
				207	143
				222	143
				158	143
				254	144
				162	144
				168	144
				167	144
				154	144
				206	144
				177	145
				165	145
				185	145
				206	145
				203	145
				166	145
				188	145
				174	145
				158	145
				194	146
				178	146
				161	146
				167	146
				174	146
				186	146
				168	146
				217	146
				202	147
				203	147
				188	147
				184	147
				171	147
				191	148
				190	148
				206	148
				218	148
				181	148
				212	148
				175	148
				188	148
				199	148
				181	148
				189	149
				188	149
				177	149
				158	149
				195	149
				197	149
				233	149
				212	149
				231	150
				189	150
				210	150
				190	150
				176	150
				188	150
				162	151
				164	151
				211	151
				191	151
				205	151
				221	151
				213	152
				184	152
				190	152
				211	152
				176	152
				178	152
				204	152
				208	152
				178	153
				184	153
				223	153
				230	153
				169	153
				199	153
				175	153
				174	154
				213	154

izkritušie		novājināti		veselīgi	
H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm
				179	154
				194	154
				172	155
				205	155
				172	155
				191	155
				186	155
				185	155
				184	156
				188	156
				188	157
				170	157
				186	158
				201	158
				208	158
				184	158
				225	158
				175	158
				212	158
				175	158
				187	159
				231	159
				206	159
				231	159
				223	159
				220	159
				171	160
				195	160
				201	160
				230	160
				168	160
				204	160
				190	160
				204	160
				193	160
				211	160
				216	160
				185	161
				181	161
				198	161
				205	161
				194	161
				199	162
				201	162
				258	162
				183	163
				189	163
				174	163
				193	164
				220	164
				200	164
				263	164
				226	165
				205	165
				215	165
				202	165
				192	166
				200	166
				216	166
				213	166
				204	166
				211	166
				202	167
				179	167
				170	167
				234	167
				200	167
				226	168
				206	168
				203	168
				215	168
				194	169
				210	169
				228	169
				205	169
				188	169
				200	169
				225	170
				217	170
				236	170

izkritušie		novājināti		veselīgi	
H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm
				182	170
				203	171
				196	171
				184	171
				206	171
				231	171
				200	171
				190	172
				203	172
				207	172
				218	172
				206	172
				201	172
				182	172
				193	172
				190	172
				229	173
				240	173
				204	173
				197	174
				227	174
				222	174
				216	174
				223	175
				214	175
				222	175
				181	175
				212	175
				204	175
				202	176
				213	176
				195	176
				240	176
				198	177
				268	177
				238	177
				235	177
				223	178
				222	178
				231	178
				222	178
				208	178
				242	179
				214	179
				194	179
				232	179
				217	179
				221	179
				284	179
				238	180
				221	180
				224	180
				220	180
				258	181
				237	181
				205	181
				251	182
				232	182
				275	182
				205	182
				230	182
				230	182
				226	183
				246	183
				221	183
				234	184
				229	184
				234	184
				248	184
				227	185
				230	185
				227	186
				222	186
				257	187
				285	187
				212	187
				202	187
				282	187
				254	187
				246	188

izkritušie		novājināti		veselīgi	
H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm
				270	188
				237	188
				229	189
				215	189
				231	189
				264	190
				237	190
				251	191
				233	191
				265	191
				258	192
				238	193
				208	194
				261	194
				236	194
				302	195
				237	196
				231	196
				285	196
				258	196
				268	197
				241	197
				253	198
				266	198
				265	199
				254	200
				248	200
				264	200
				228	200
				248	200
				260	201
				263	202
				268	202
				272	202
				295	202
				241	203
				227	203
				228	203
				242	203
				239	204
				234	204
				244	204
				230	205
				280	205
				280	206
				253	208
				305	210
				353	210
				235	210
				290	210
				292	211
				252	212
				262	213
				241	213
				258	213
				305	215
				254	215
				260	217
				272	217
				244	217
				282	218
				263	218
				380	220
				257	222
				260	223
				291	224
				285	225
				301	225
				271	226
				276	227
				280	228
				303	231
				300	231
				303	231
				290	232
				297	234
				298	236
				288	237
				249	238
				286	238

izkritušie		novājināti		veselīgi	
H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm	H_2023, cm	H_2022, cm
				270	240
				340	242
				310	242
				303	244
				318	245
				278	247
				303	256
				323	276
				360	280
				39	
				53	
				34	
				45	

3.pielikums: Pirmās sezonas ietvarstādu izaudzēšanas rezultāts – dažādos ietvaros audzēto stādu uzmērījumu datu kopa

Dsk nr.	Stumbra svars, g	Saknes svars, g	Saknes garums, cm	Saknes tūlums, cm ³	Sakņu kakla caurmērs, mm	Stumbra garums, cm	Stāvoklis	Substrāta masa, g	Kasetes nr.	Stāvu skaits
11112	0,021	saknes nav			0,6857	8,7962	1	31,591	1	2
11144	0,108	0,046	8,4328	0,145	1,8791	12,6063	1	82,007	1	1,5
11154	0,06	0,046	19,8882	0,207	1,2316	8,585	2	78,546	1	3
11162	0,075	0,032	14,5542	0,111	1,4502	12,5896	1	27,483	1	3
11215	0,605	0,78	22,6568	1,352	4,1316	18,1449	3	62,813	1	5,5
11222	0,022	saknes nav			0,6338	7,7285	1	47,44	1	2
11225	0,018	0,013	8,4201	0,058	0,7382	7,0157	1	50,211	1	1,5
11232	0,036	saknes nav			0,9204	10,6407	1	62,041	1	2
11235	0,15	0,098	11,1633	0,333	2,3296	13,3141	1	55,464	1	2,5
11244	0,216	0,112	20,0025	0,435	2,7525	18,8621	1	51,517	1	4,5
11245	0,127	0,031	6,858	0,158	2,3111	14,7662	1	64,769	1	2,5
11282	0,007	saknes nav			0,3757	4,4758	1	46,352	1	2
11283	0,034	0,012	6,096	0,027	1,1522	8,0567	1	44,356	1	2,5
11283 (2)	0,04	0,005	7,0104	0,018	1,5896	5,937	1	49,919	1	2,5
11331	0,019	saknes nav			1,1845	11,1347	1	58,421	1	2
11352	0,008	saknes nav			0,5422	4,5581	2	66,554	1	1
11373	0,123	0,082	12,6111	0,476	1,6826	11,8426	2	61,622	1	2
11382	0,198	0,052	14,4399	0,208	2,5296	14,1689	2	67,507	1	7
11384	0,198	0,055	8,9916	0,306	2,4624	16,7221	1	58,07	1	7
11462	0,068	0,016	11,6586	0,09	1,3546	12,5304	1	34,869	1	3,5
11473	0,038	0,006	10,2489	0,169	1,0128	9,335	1	41,814	1	2
11474	0,091	0,05	15,1257	0,263	1,4491	11,4561	1	57,248	1	4,5
11481	0,016	saknes nav			0,7904	9,1738	1	19,054	1	2
117113	0,39	0,569	25,527	1,265	3,2829	15,9079	2	69,3	1	4
117121	0,407	0,516	21,7932	1,252	6,0824	17,4678	2	79	1	5
117121(2)	0,18	0,118	10,3632	0,211	7,4222	14,0962	2		1	3,5
117131	0,439	0,704	19,7358	1,791	3,9708	17,8931	2	86,6	1	4
117163	0,445	0,836	20,828	1,878	4,2789	18,969	2	86	1	7
117173	0,361	0,541	18,9484	1,406	3,4592	16,4307	2	91,4	1	2
117215	0,132	0,042	11,2776	0,117	1,9177	15,1513	2	86,2	1	4
117221	0,644	1,128	18,288	1,28	4,4294	19,7411	2	98,4	1	6
117222	0,326	0,466	25,4508	1,35	3,3274	14,5631	2	93,1	1	5
117223	0,156	0,137	22,098	0,593	1,7223	12,2115	1	75,6	1	5
117274	0,13	0,154	19,2024	0,358	2,149	14,297	3	84,3	1	4
117284	0,196	0,051	19,6596	0,313	2,899	16,1335	1	81,7	1	6
117331	0,625	1,074	20,955	1,52	4,4732	20,8074	3	85,4	1	4
117341	0,31	0,224	17,2593	0,505	3,7802	19,6667	2	87,7	1	7
117344	0,255	0,49	23,4188	0,97	2,3981	14,0668	2	99,8	1	4
117345	0,052	0,056	7,5819	0,117	1,2282	11,9094	1	96,2	1	7
117352	0,585	1,092	27,5844	1,876	4,1773	19,8772	3	96,8	1	6
117354	0,385	0,358	18,4912	0,641	3,8083	20,4848	2	104,1	1	6
117375	0,129	0,024	5,5245	0,093	2,4957	16,5212	1	90,1	1	8
117382	0,507	0,585	25,2222	1,532	4,7264	23,0797	2	100,6	1	6
22121	0,191	0,234	20,6248	0,466	2,1359	13,0142	1	116,105	2	2,5
22131	0,532	0,34	19,4564	0,781	4,2183	16,407	2	130,344	2	2,5
22162	0,395	0,674	24,765	0,778	3,5211	15,0773	2	115,436	2	2,5
22163	0,376	0,328	16,3068	0,496	3,7663	17,9293	2	110,047	2	5
22214	0,196	0,503	24,6126	0,965	2,4647	14,9428	3	84,38	2	6
22231	0,417	0,222	19,2786	0,718	3,523	18,1752	3	100,746	2	6
22236	0,2	0,372	18,5166	0,97	1,7903	8,9108	3	120,414	2	2
22241	0,4	0,502	24,4602	1,207	3,3034	15,73	3	104,293	2	3
22244	0,207	0,422	20,5740	0,829	2,032	12,8228	2	130,377	2	2,5
22252	0,597	1,122	19,05	1,888	4,4388	19,1659	3	138,97	2	6
22311	0,495	0,998	24,9174	1,435	4,7294	20,095	3	76,332	2	6
22324	0,225	0,139	13,0556	0,48	2,8148	15,7026	2	127,236	2	2,5
22333	0,318	0,559	25,0698	1,18	2,8602	16,3258	2	66,734	2	7
22343	0,144	0,072	10,0584	0,312	2,2787	14,9709	3	88,367	2	1,5
22354	0,308	0,43	20,2692	0,654	2,6951	14,6242	3	102,621	2	5
27125	0,422	0,519	26,2128	1,253	4,0602	20,6345	2	117,787	2	8
27126	0,362	0,415	24,1808	0,983	3,2722	17,4044	2	135,173	2	5,5
27132	0,349	0,372	24,5364	1,424	3,514	15,6481	3	122,159	2	4
27142	0,655	1,557	27,1272	2,201	4,8491	23,2655	3	162,404	2	7
27213	0,786	1,365	25,6032	1,279	5,0257	20,4482	3	163,574	2	6
27246	0,385	0,284	15,621	0,688	3,4775	16,273	3	148,115	2	2,5

Dsk nr.	Stumbra svars, g	Saknes svars, g	Saknes garums, cm	Saknes tīpums, cm²	Sakņu kakla caurmērs, mm	Stumbra garums, cm	Stāvoklis	Substrāta masa, g	Kasetes nr.	Stāvu skaits
27313	0,479	0,344	17,526	0,799	4,5802	22,0726	3	132,91	2	8
27314	0,26	0,405	26,5938	1,013	3,6549	18,2265	3	156,575	2	6
27316	0,551	0,849	24,0792	1,202	3,8222	14,2134	3	107,699	2	2,5
27332	0,172	0,054	9,4488	0,289	3,2633	16,6544	3	146,87	2	4,5
27364	0,145	0,382	21,9456	0,956	1,5684	9,8386	2	139,009	2	3
212126	0,403	0,76	26,9748	0,981	3,0936	15,4178	3	149	2	3
212132	0,344	0,266	22,6568	1,118	2,9181	13,6859	2	187,6	2	2,5
212144	0,627	1,177	25,3746	2,136	5,2902	21,7717	3	180,8	2	8
212162	0,54	0,58	25,7556	1,606	5,7856	25,6813	2	174,7	2	7
212212	0,15	0,2	28,0416	2,035	4,2157	14,1454	2	173,2	2	2,5
212212 (2)	0,247	0,6	25,654	0,752	5,533	11,9279	2		2	2,5
212223	0,462	1,055	25,2222	2,151	4,1478	19,8539	3	160,2	2	6
212242	0,453	0,698	18,9738	1,161	4,0983	20,2999	2	164,3	2	5
212245	0,591	1,286	26,8224	2,241	4,761	21,314	3	166,5	2	5
212251	0,624	0,561	21,7932	1,372	5,4666	21,2479	2	158,8	2	3
212261	0,638	0,412	25,2984	0,673	3,9892	19,5765	2	158,2	2	6
33113	0,196	0,584	25,5524	0,726	2,0204	12,5466	2	231,578	3	2
33135	0,309	0,54	24,384	1,587	2,9333	15,3977	3	227,381	3	7
33142	0,357	0,597	26,3652	1,744	3,099	16,0795	3	219,672	3	7
33213	0,318	0,599	24,765	1,68	3,2131	11,82	2	220,204	3	2
33224	0,599	1,049	25,2222	1,719	4,8108	21,6855	3	182,329	3	6
33232	0,382	1,117	27,5844	3,018	3,7297	16,6897	3	170,473	3	4
33242	0,429	1,054	24,3078	2,496	3,8816	19,0512	3	193,274	3	5
33243	1,015	1,816	26,2128	3,048	6,8563	25,0194	3	218,136	3	7
33251	0,802	0,899	25,9842	2,151	8,05	25,0482	3	116,242	3	6
33252	0,462	0,664	16,9926	1,212	3,41	15,4611	3	145,44	3	5
33324	0,243	0,636	20,8788	1,253	2,143	13,1434	2	159,107	3	4
33331	0,358	0,573	24,8412	1,234	4,2253	19,9764	2	143,464	3	7
33354	0,041	0,086	19,7612	0,752	0,7001	6,5268	2	187,262	3	5
38111	0,371	0,947	24,6126	1,681	3,0147	16,6191	2	241,536	3	3
38123	0,39	1,217	27,2288	2,192	3,2377	15,4282	3	156,306	3	4
38142	0,234	0,344	23,3934	1,253	3,0229	9,5742	2	209,267	3	4
38142 (2)	0,11	0,157	19,2	0,965	1,8447	9,5742	2		3	2,5
38221	0,351	0,699	23,5458	0,762	3,2409	14,5916	2	176,299	3	4
38232	0,18	0,544	19,05	0,899	2,2204	11,1793	3	240,429	3	2
38233	0,324	0,52	25,9842	1,016	2,8427	14,9109	2	214,618	3	5,5
38234	0,581	0,887	25,0698	1,185	4,7568	21,0759	3	179,239	3	7
38315	0,413	0,736	24,6126	1,769	3,818	17,0694	3	165,473	3	5
38324	0,519	0,718	24,6888	2,363	4,1363	17,2248	3	136,982	3	2,5
38345	0,3	0,189	14,1732	0,684	3,4861	23,791	2	182,869	3	7,5
313111	0,504	0,902	23,876	1,792	3,9032	18,3198	2	234,1	3	4
313151	0,421	0,453	22,1234	1,524	5,5252	15,7435	2	199,2	3	3
313151 (2)	0,169	0,254	16,6116	0,626	7,705	11,595	2		3	2,5
313212	0,661	1,444	24,4602	3,231	4,283	21,8293	2	246,7	3	3,5
313215	0,668	1,112	26,2128	2,583	4,9663	23,8629	3	177,3	3	6,5
313231	0,522	0,733	26,5176	2,174	3,8971	15,8015	2	231,6	3	2,5
313251	0,651	0,891	26,1366	2,048	5,0783	22,6856	3	190,3	3	3,5
313354	0,414	1,256	26,289	3,32	3,5481	18,495	3	142,8	3	8
45112	0,504	1,075	25,3746	2,071	4,4506	21,0757	2	190,442	4	5
45313	0,623	1,597	26,4414	2,448	4,6898	21,0128	3	170,479	4	7
45325	0,873	1,212	23,9776	4,951	6,6423	26,1943	3	168,354	4	9
45332	0,258	0,108	13,97	1,065	2,6412	18,8262	2	169,887	4	5
45333	0,284	0,407	16,4084	1,068	2,9806	14,434	1	189,154	4	4,5
45414	0,289	0,358	18,9738	1,629	3,2223	16,1171	3	176,593	4	2
45422	0,632	1,064	26,7462	1,878	4,8314	21,7358	3	144,042	4	7
45511	0,215	0,507	19,812	0,853	1,9878	12,3512	3	169,841	4	2,5
45513	0,605	0,551	17,145	1,333	4,4916	21,7709	2	118,489	4	6
45514	0,847	0,696	23,6982	2,977	8,4895	24,6646	2	165,012	4	3
45534	0,519	1,271	27,3304	4,197	4,7185	20,7441	3	162,797	4	8
45512	0,421	0,557	20,8026	1,15	5,0317	17,7255	2	126,313	4	5
45614	0,598	1,829	24,765	2,429	3,5779	15,0806	3	111,179	4	2,5
45632	0,463	0,428	16,2306	1,269	3,308	17,2347	3	123,196	4	5
45634	0,49	1,074	26,2128	3,146	4,3171	19,4298	3	83,538	4	7
410133	0,182	0,395	22,1742	1,478	2,417	14,7685	2	206,081	4	4
410214	0,848	1,283	27,1272	3,213	5,5654	17,6515	2	211,011	4	3
410325	0,07	0,221	22,5552	0,926	1,4254	9,8842	3	242,371	4	2,5
410412	0,176	0,091	12,954	0,332	5,3935	13,9861	2	219,491	4	7
410412 (2)	0,069	0,039	11,1252	0,437	5,018	15,7341	2		4	2,5
410412 (3)	0,18	0,111	12,0904	0,121	4,9894	12,5187	2		4	5
410414	0,854	0,673	24,9174	2,2	5,8591	29,351	2	206,516	4	7
410425	0,221	0,291	20,8026	1,122	2,5753	16,5857	3	237,559	4	6
410525	0,615	0,685	20,8788	1,784	5,1363	22,1899	2	193,425	4	4,5
410611	0,546	0,664	24,1554	1,779	4,2861	18,8216	1	163,58	4	3

Dsk nr.	Stumbra svars, g	Saknes svars, g	Saknes garums, cm	Saknes tīpums, cm²	Sakņu kakla caurmērs, mm	Stumbra garums, cm	Stāvoklis	Substrāta masa, g	Kasetes nr.	Stāvu skaits
415112	0,052	0,084	14,6304	0,248	6,1547	22,6709	2	234,8	4	4
415112 (2)	0,62	0,668	22,4536	1,863	3,1481	9,3727	2		4	6
415115	0,51	1,644	22,3266	2,99	3,9776	20,1118	3	179,8	4	7
415313	0,189	0,329	19,5072	0,997	2,429	14,1706	2	223,5	4	6,5
415314	0,681	1,742	24,003	2,495	5,4472	16,5995	2	208,8	4	3
415324	0,484	1,221	25,5524	1,602	4,1874	16,422	2	136	4	3
415413	0,167	0,768	23,241	1,706	2,072	11,7155	3	76,2	4	6
415424	0,759	1,261	23,876	2,377	7,0321	25,2848	2	191,2	4	4,5
415434	0,57	2,004	25,2222	3,143	4,399	23,322	3	195,7	4	6
415533	0,518	1,119	24,1554	2,106	3,7744	17,7215	2	193,7	4	4,5
415623	0,037	0,071	21,7932	0,463	0,4387	4,3649	2	174,6	4	3,5
56111	0,963	1,666	26,3652	1,905	6,2006	22,244	3	226,138	5	5
56121	0,634	1,028	23,4696	1,883	3,5857	12,9962	3	227,955	5	2,5
56123	0,16	0,191	18,288	0,562	2,096	11,4264	3	246,407	5	5,5
56134	0,502	0,305	25,2222	1,026	3,2549	17,6883	2	228,75	5	3
56135	0,516	1,066	25,527	3,135	4,5447	18,9635	3	206,308	5	6
56235	0,723	0,578	24,384	1,259	5,5959	21,8023	3	204,609	5	7
56322	0,702	1,458	23,3172	1,731	4,4941	19,8486	3	133,935	5	7,5
56332	0,612	0,859	23,6982	1,788	3,8992	18,283	3	100,834	5	5
56413	0,535	0,722	23,9268	1,603	3,7194	17,425	3	151,798	5	6,5
56432	0,149	0,162	17,6784	0,607	1,9802	12,4434	2	194,987	5	6
56513	0,387	0,59	14,4018	1,051	3,3068	18,3944	3	168,255	5	2,5
56514	0,158	0,426	24,3078	0,988	1,5181	13,0594	3	216,627	5	2
56521	0,373	0,363	21,6408	0,718	3,6866	16,9555	3	205,579	5	4
56531	0,374	0,724	18,2118	1,51	3,4451	18,5364	3	160,777	5	2,5
56621	0,849	0,921	23,5458	1,276	5,7613	23,5077	3	162,476	5	7
56622	0,535	0,443	22,098	1,272	4,2453	19,4984	2	182,515	5	3
56633	0,123	0,146	15,0876	0,573	5,5702	10,2252	2	215,175	5	5
56633 (2)	0,47	0,584	16,256	1,164	12,0923	19,512	3		5	6
511114	0,766	0,886	25,6794	1,552	5,5972	23,9726	2	226,601	5	4
511124	0,714	0,827	26,7462	1,872	5,176	20,8693	3	199,758	5	3
511131	1,177	1,507	25,3746	3,57	8,8147	29,3123	3	267,186	5	6
511134	0,267	0,35	25,146	1,116	2,5467	11,3226	2	274,909	5	5
511223	1,003	1,104	25,4508	2,356	6,9837	29,8625	3	127,706	5	7,5
511232	0,579	1,354	24,6126	2,922	4,4797	17,9479	3	120,902	5	4
511235	0,515	0,602	23,3934	1,408	4,0827	20,0869	2	221,767	5	7
511325	0,752	0,712	25,146	2,314	5,0083	17,1478	2	142,126	5	2,5
511425	0,387	0,809	26,3652	3,152	3,3897	16,9695	2	172,094	5	6
511522	0,512	0,461	23,0886	1,727	3,3586	15,4972	2	217,815	5	3
511525	0,562	0,576	25,6794	1,985	4,784	21,256	2	215,253	5	8
511534	0,481	0,822	23,8506	1,904	4,2456	13,8553	2	208,185	5	2,5
511611	0,633	0,974	26,0604	1,921	4,6416	17,8191	2	205,047	5	5
511621	0,6	0,728	24,6888	1,588	6,0668	18,814	3	144,333	5	4
511622	0,523	0,865	25,7556	2,075	5,3901	20,4607	3	183,836	5	6
511625	0,489	1,235	26,0096	1,794	3,2014	18,0798	3	139,53	5	7
516123	0,703	0,987	22,86	2,21	5,5638	25,7667	2	232,1	5	7,5
516133	0,057	0,205	23,1648	0,588	1,1556	6,4275	2	244	5	4
516213	1,08	1,599	23,5458	3,271	5,7928	18,984	3	213,3	5	5
516215	1,149	1,722	26,8986	3,616	7,115	21,8899	2	249,2	5	6
516223	0,675	1,002	25,6032	2,622	5,4018	18,285	2	214,8	5	4
516312	0,285	1,295	26,5938	2,937	2,9485	15,5414	3	233,3	5	7
516321	0,493	1,3	22,7076	2,366	3,9449	20,6772	3	216,7	5	8
516415	0,128	0,192	16,383	0,474	6,8499	20,5718	2	235,5	5	7
516415 (2)	0,895	1,597	26,67	3,822	5,7945	10,4108	3		5	5
516435	0,599	1,138	24,5364	1,753	3,2537	15,483	3	234,9	5	5
516511	0,633	1,937	25,3746	1,834	3,0332	12,6247	2	261,9	5	4
516512	0,224	1,469	26,7562	3,185	2,5497	13,938	3	200,6	5	6
516524	0,428	1,123	21,1836	2,529	3,9304	18,1091	2	247,8	5	3
516525	0,753	0,815	19,431	2,043	4,7854	18,773	2	261,3	5	2
516532	0,982	1,828	23,241	2,331	6,5237	22,912	2	102,7	5	6
516633	0,564	1,615	18,8976	3,038	4,5031	17,985	3	219,1	5	4

4.pielikums: Pirmās sezonas ietvarstādu izaudzēšanas rezultāts – dažādu periodu stratificēto sēklu stādu attīstība datu kopa

Sēklu veids un stratifikācijas vide	Stratifikācijas ilgums						kopā
	15	30	45	60	75	90	
Dānija	55	39	8	20	27	68	217
1NG	2					0	2
1NM	3					4	7
1SG	3	16	0	3	8	4	34
1SM	0	4	0	1	3	6	14
2NG	3					2	5
2NM	5					4	9
2SG	4	0	0	2	0	4	10
2SM	5	8	1	0	1	3	18
3NG	4					2	6
3NM	5					3	8
3SG	1	2	2	2		1	8
3SM	2	1	1	1		3	8
4NG	4					5	9
4NM	8					6	14
4SG	1	2	1	1	4	5	14
4SM	1	5	1	4	8	5	24
5NG	1					2	3
5NM	0					2	2
5SG	0	0	2	4	1	4	11
5SM	3	1	0	2	2	3	11
Latvija							
Šķ-14-3 Kontrole						0	0
Šķ-14-3 SG						18	18
Šķ-14-3 SM						0	0
Šķ-21-26 Kontrole						0	0
Šķ-21-26 SG						39	39
Šķ-21-26 SM						0	0
Šķ-21-30 Kontrole						0	0
Šķ-21-30 SG						7	7
Šķ-21-30 SM						0	0
Šķ-21-35 Kontrole						0	0
Šķ-21-35 SG						50	50
Šķ-21-35 SM						0	0
Polija	9	10	16	14	37	36	122
SG	5	8	11	14	37	35	110
SM	4	2	5	0	0	1	12
kopā	64	49	24	34	64	104	453

Apzīmējumi:

SM Stratificēts maisā/ gaisā

SG Stratificēts grantī

Sēklu ieguves vieta Dānija 5 sēklu veidi

1. 366-22257/A325

2. 365-22253/A321

3. 365-22255/A322

4. 31F023 (stratificētās Dānijas pusē)

5. 321T

5.pielikums: Pēdējo gadu nozīmīgāko zinātnisko pētījumu konspekts

Elisovetcaia D., Shubina V., and Ivanova R. (2020). Effect of stratification on seeds germination and seedling growth of *Fagus sylvatica* L.: 1068–1074.

Moldovas zinātnieki veikuši pētījumus par *Fagus sylvatica* sēklu dīgļspēju pēc aukstā stratifikācijas perioda mitros apstākļos un dīgstu parādīšanos pēc diedzētu sēklu sēšanas (Elisovetcaia et al., 2020). Pētījuma mērķis – izpētīt dīgļspēju *F. sylvatica* sēklām pēc aukstās stratifikācijas pēc sekojošām īpašībām: dīgļspēja; kopējā dīgļspēja; dīgļspējas ātruma koeficients; vidējā dienas dīgļspēja; vidējais dīgļspējas laiks.

Metodika.

Sākotnēji dižskābarža sēklas tiek žāvētas apkārtējās vides temperatūrā, līdz tie sasnieguši mitruma saturu 8–10% (svaiga svara). Tad sēklas tiek uzglabātas $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ temperatūrā plastmasas maisiņos, ievietotas plastmasas traukos.

Sēklu dzīvotspēja tiek noteikta ar tetrazolija testu (Kerkez et al., 2018), izmantojot sēklām iekrāsošanu ar 2,3,5-trifeniltetrazolija hlorīda (2,3,5-TTC) šķīdumu. Atkarībā no sēklu krāsojumu, sēklas tiek sadalītas trīs grupās:

- sēklas ar spilgti sarkanu krāsojumu, kas ir pilnīgi dzīvotspējīgas un dod normālus stādus;
- daļēji krāsotas sēklas, kas var ražot gan normālu vai bojātu stādu;
- pelēcīgi iekrāsotas vai melnas sēklas norāda uz atmirušo audu klātbūtni sēklā, tās nav dzīvotspējīgas.

Pārbaude

Pārbaudē noteikts, ka attiecīgi dzīvotspējīgo sēklu procentuālais daudzums, kas iegūts ar tetrazolija testu, ir ļoti tuvu sēklu dīgļspējas procentuālās daļas lielumam vislabvēlīgākajos apstākļos (Verna and Majee, 2013). Kā ievade korelācijas analīzei tiek izmantots vidējais sēklu novērtējums pa grupām ar sēklu dīgļspējas datiem.

Dīgļspējas novērtējums. Sēklu miera periods tiek pārtraukts šādi: sēklas tiek turētas ūdenī, līdz mitruma saturs sasniedza 30% (svaiga svara), un tiek pakļautas aukstajai stratifikācijai pie $+4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ līdz 95 dienām. Dīgļspējas tests (četri 50 sēklu atkārtojumi katrs) tiek veikts saskaņā ar Starptautiskās sēklas ieteikumiem Testēšanas asociācija (ISTA, 2006).

Dīgšana tiek definēta kā pirmā dīgļlapu parādīšanās. Ikdienu dīgļspējīgo sēklu uzskaitē tiek veikta, līdz vairs nenotiek dīgļspēja. Sekojoši novērojumi: kopējais dīgļspējas procents (TGP), vidējā dienas dīgļspēja (MDG), vidējais dīgļspējas laiks (MDT), dīgļspējas indekss (GRI) tika aprēķināts pēc metodikas, kas aprakstīta publikācijā Al-Ansari un Ksiksi (2016).

Stādu dīgšanas pētījumi tiek veikti laboratorijas apstākļos (pastāvīga temperatūra $+18...+20^{\circ}\text{C}$) un siltumnīcā (temperatūra atkarīga no laikapstākļiem, temperatūra pirmajā stādu augšanas mēnesī bija no 21°C līdz 30°C un otrajā mēnesī – no 22°C līdz 38°C). Par substrātu tika izmantota kūdra ar $\text{pH} = 5,5$. Substrātā tiek iesētas uzdīgušās sēklas. Tiek veikts ikdienu stādu augšanas un augu attīstības monitorings.

Stādu dīgšana tiek novērtēta pēc hipodīgļlapu parādīšanās vai dīgļlapu parādīšanās no augsnes. Tālāk – topošo stādu kopējās proporcijas un attīstības novērtējums augu skaits turpinājās līdz pirmā un otrā dīgstu lapu pāra parādīšanās. Dati tiek parādīti kā četru bioloģisko atkārtojumu vidējās vērtības un standarta novirze. Attiecības starp konkrētiem parametriem tiek pārbaudīts, izmantojot Pīrsona korelācijas koeficienta analīzi.

Relatīvais hlorofila saturs tiek noteikts kā hlorofila satura indekss (CCI), izmērīts ar FIELD SCOUT CM1000TM hlorofila mērītāju (Spectrum Technologies, Inc., ASV).

Gan pieauguša koka, gan jauno stādu lapām tiek mērītas CCI. Mērījumus veic jauniem dīgļstiem – pirmajam un otrajam dīgstu lapu pārim, pieaugušiem augiem – uz jaunajām kārtējām lapām. Par katru lapu tiek veikti desmit mērījumi dažādās vietās, izvairoties no vidus dzīslas (Van Wittenberghe, 2012).

Rezultāti un diskusija.

Tiek izmērīts dižskābarža sēklu svars ar mitruma saturu 8–10%. Vidējais svars no 100 dižskābarža sēklām bija $29,17 \pm 0,33$ g. Iegūtie dati labi korelēja ar citu zinātnieku datiem. Saskaņā ar dažādiem dokumentiem, 1000 sēklu svars (ar mitruma saturu 8–10%) svārstās no 100 līdz 350 g, un vienas sēklas vidējais svars ir 0,215–0,250 g (Bonner and Leak, 2008; Drvodelic et al., 2011).

Sēklu dzīvotspēja. Sēklu īpatsvars ar redzamiem kukaiņu bojājumiem bija 8% no visām iegūtajām sēklām. Sēklas ar mehāniskiem bojājumiem veidoja aptuveni 4%.

Izmantojot tetrazolija testu, tika noteikts, ka tikai $36,0 \pm 3,7\%$ dižskābarža sēklu bija absolūti dzīvotspējīgas. Kopējais dzīvotspējīgo un nosacīti dzīvotspējīgo sēklu skaits (saskaņā ar metodiku – daļēji krāsotas sēklas) sasniedza 69,5%. Tādējādi šajā pētījumā Eiropas dižskābarža sēklām dzīvotspējīgo sēklu īpatsvars bija 30,5%. Saskaņā ar citiem autori, sēklu dzīvotspēja var atšķirties no aptuveni 34,8–39,3% (Drvodelic et al., 2011) līdz 66–85% (Procházková and Bezděčková, 2008; Novotný and Frýdl, 2010), un tas ir atkarīgs no daudziem faktoriem: par konkrēto sēklu partiju, kā arī par uzglabāšanas nosacījumiem un ilgumu.

Dīgtspējas tests. Novērojumu rezultātā tika identificētas pirmās uzdīgušās sēklas 10-ajā aukstās stratifikācijas dienā. Eiropas dižskābarža sēklu dīgtspējas īpašības, kas aprēķinātas pēc 95 dienu stratifikācijas. Jāpiemin, ka sēklu dīgtspējas rezultāti stratifikācijas laikā un sēklu dzīvotspēja, ko nosaka tetrazolija metode bija pozitīvi korelēta (Pīrsona korelācijas koeficients $r = 0,989$).

Stādu parādīšanās. Tika konstatēts, ka pirmie stādi laboratorijas apstākļos parādījās 10-tajā dienā pēc dīdētū sēklu sēšanas, kamēr siltumnīcā – 7. dienā. Maksimālais dīgtspējīgo stādu īpatsvars sasniedza attiecīgi 50,6 un 32,8% laboratorijā un siltumnīcā.

Tādējādi daļa no stratifikācijas laikā uzdīgušām sēklām pēc sēšanas neizdzīvoja. Kritiskais stādu dīgšanas periods ir periods no sēklu dīgšanas līdz stādu apsākšanai. Dīgšanu negatīvi ietekmēja straujas temperatūras izmaiņas siltumnīcā un mitruma trūkums, kad augšējais augšnes slānis izžūst 5 līdz 10 cm dziļumā, līdz ar to 11,5 līdz 90,9% dižskābarža stādu gāja bojā. Stādu parādīšanās perioda samazināšanās siltumnīcā ir saistīta ar augstāku gaisa temperatūru (par 4–10°C) dienas laikā, salīdzinot ar laboratoriju. Tajā pašā laikā zemāka un nemainīga diennakts vidējā temperatūra laboratorijas apstākļos veicināja lielāku izdzīvojušo stādu procentuālo daļu.

Jāpiebilst viena interesanta detaļa – laboratorijas apstākļos visi stādi nesazaroja un monitoringa laikā bija viens stublājs (līdz 4-jam lapu pārim). Siltumnīcā 5,6% augu tūlīt pēc pirmā pāra parādīšanās sazaroja divos vai trijos stublājos.

Relatīvais hlorofila indekss bija $146,0 \pm 12,5$ un $154,7 \pm 7,7 \text{ g/m}^2$, attiecīgi stādi ar lapām un pieaugušo dīgstu lapas. Tika konstatēts, ka pieaugušiem dižskābarža stādiem, salīdzinot ar augt sākušiem stādiem, ir augstāka hlorofila koncentrācija lapās. Tika konstatēts, ka hlorofila indekss lapās palielinās, pieaugot stādu vecumam.

Secinājumi.

Eiropas dižskābarža sēklu kopējā dīgtspēja stratifikācijas rezultātā pie 30% mitruma un temperatūra $+4 \pm 1^\circ\text{C}$, bija $69,42 \pm 3,57$, kas pozitīvi korelēja ($r = 0,989$) ar dzīvotspējīgo sēklu procentuālo daudzumu, kas noteikts, izmantojot tetrazolija testu. Maksimālā dīgstu dīgšana (50,6%) pēc sēklu sēšanas bija augstāka laboratorijas apstākļos, salīdzinot ar siltumnīcu (32,8%). Temperatūras un ūdens režīmi arī būtiski ietekmēja iesēto sēklu parādīšanos. Temperatūrā virs $30 \pm 2^\circ\text{C}$ dīgstošo stādu skaits tika ievērojami samazināts, un mitruma trūkums izraisīja arī stādu bojā eju sakarā ar mazattīstītām saknēm.

Kerkez I., Pavlovic S., Lucic A., Devetakovic J., Sijacic/Nikolic M., Popovic V. (2018). Different methods for beech seed quality testing. Sustainable forestry. Collection, 77-78, 1–10.

Serbijas zinātnieki veikuši plašus pētījumus par dižskābarža sēklu kvalitātes testēšanu un to sagatavošanu stādu audzēšanai. Kā zināms, stādaudzētavā ļoti svarīga ir sēklu kvalitātes nodrošināšana un uzglabāšanas apstākļu optimizēšana, kas ir viens no galvenajiem ražotāju uzdevumiem. Eiropas dižskābarža sēklām ir dziļa embriju miegainība, kas izraisa milzīgu sēklu zudumu un sliktu stādu ražošana stādaudzētavās (Muller and Bonnet-Masimbert, 1982). Šī embrija miegainība kavē dzīvotspējīgu, nobriedušu embriju dīgšanu pat tad, ja ir dīgšanai piemēroti apstākļi. Miega stāvokli kontrolē vide, fizioloģiskie un ģenētiskie faktori (Milošević et al., 1996). Visizplatītākais veids dižskābarža sēklu uzglabāšanas laiks ir ledusskapī (apmēram 5°C temperatūrā) papīra/plastmasas maisīnos. Dažreiz uzglabāšana var ilgt ilgāk, kas var vai var nepasliktināt sēklu kvalitāti (Suszka, 1974; Suška and Zieta 1977; Muller and Bonnet-Masimbert, 1982; Zoslings, 1991; Mullers, 1993; Soltani, 2003). Sēklu stratifikācijas procesus kontrolē temperatūra un mitruma apstākļi, un tas var būt saistīts ar dažādām ķīmiskām reakcijām un vielmaiņas izmaiņām (Vertucci and Ross, 1990; Walters, 1998). Reaktīvo skābekļa molekulu (ROS) uzkrāšanās bieži tiek norādīta kā galvenā sēklu bojāšanās cēlonis,

jo tā ierosina reakcijas ar polinepiesātinātajām taukskābēm, skābēm, kas izraisa lipīdu peroksidāciju un šūnu membrānu iznīcināšanu (Poter et al., 1947; Senaratna et al., 1988; Pukacka, 1991; Copeland and McDonald, 2001; Pukacka and Ratajczak, 2004; Ivetic and Milovanovic, 2005), bet šo membrāna struktūru var uzlabot pēc sēklu mērcēšanas ūdenī (Ivetic un Milovanovic 2005). Sēklu kvalitāti galvenokārt novērtē pēc sēklu dīgspējas.

Šī metode prasa ilgu laiku, proti, ārkārtējā gadījumā līdz 24 nedēļas (Edwards and Vans, 1995). Arī dažas dzīvotspējīgas sēklas nedīgst dēļ miera stāvokļa, ko var noņemt. Tāpēc tika pieliktas pūles, lai atrastu ātrāku metodi.

Tika atrasta nesagraujoša un viegli sagatavojama metode sēklu kvalitātes pārbaudei. Viens no risinājumiem bija novērtēt sēklu dzīvotspēju, kas ir sēklu spējas rādītājs dīgt un radīt normālus stādu augšanas rādītājus piemērotos apstākļos (Copeland and McDonald, 2001; Ivetić, 2013).

Tika prezentētas trīs dažādas sēklu kvalitātes noteikšanas metodes. Šī pētījuma mērķis bija noteikt korelāciju starp sekojošām metodēm: elektriskās vadītspējas tests, tetrazolija tests un apstrāde ar ūdeņraža peroksīdu.

Metodika.

Sēklas tika savāktas no 12 dižskābarža sēklu audzēm Serbijā, kas tiek veikts, ja sēklas izmanto stādu audzēšanai stādaudzētavu ražošanai (1. tabula). Sēklas tika uzglabātas ledusskapī (apmēram 5°C temperatūrā) papīra maisiņos divus gadus. Absolūtais sēklu svars tika izmērīts katrai populācijai ar simtdaļas gramu precizitāti, uz 100 sēklu parauga četros atkārtojumos. Sēklu mitruma saturs bija noteikts saskaņā ar SRPS un ISTA noteikumiem, žāvējot sēklas 130°C temperatūrā stundu. Tika veikta sēklu pārbaude ar elektriskās vadītspējas testu, sēklām tika veikts tetrazolija tests un apstrāde ar ūdeņraža peroksīdu, nejauši izvēlētajām sēklām no kopējā savāktā sēklu daudzuma.

Elektriskās vadītspējas tests vispirms tika veikts, izmantojot aprakstīto metodi (Ivetičs, 2013). Tas tika veikts 10 sēklām 3 atkārtojumos, kopā 30 sēklas uz populāciju. Sēklas iemērc 20 ml dejonizēta ūdens, kura elektrovadītspēja tika mērīta iepriekš. Slēgtie plastmasas konteineri tika atstāti uz 24 stundām 20–25°C temperatūrā. Pēc šī perioda elektriskā vadītspēja tika mērīta ar Mettler Toledo FiveEasy Plus™ pH galda mērītāju ar mērījumu diapazonu -1999-1999 mV un precizitāti ± 1 mV. Konkrētā elektrovadītspēja uz gramu sausu sēklu tika aprēķināta saskaņā ar 1. formula, kur SEC ir īpatnējā elektriskā vadītspēja [$\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}/\text{mL}$] un SWDC – sēklu svars sausā stāvoklī [g].

Tetrazolija tests tika veikts ar tiem pašiem sēklu paraugiem, izmantojot metodi, kas ieteikta pētījumos (Draper et al., 1985; Ivetić, 2013; Vērma and Majē, 2013).

Sēklas iemērc plastmasas traukos, kas piepildīti ar 25 ml dejonizēta ūdens 24 stundas. Pēc šī perioda sēklas apvalks tika noņemts. Sēklu krāsojums tika veikts 20–25°C temperatūrā 25 ml 1% šķīduma 2,3,5-trifiltetrazolija hlorīda šķīdumā un atstāts uz 24 stundām tumšā vietā. Sēklas tika izņemtas no plastmasas traukiem ar pinceti un sagrieztas gareniski pie dīgļlapas, lai atklātu dīgļlapu iekšējo pusi. Atkarībā no sēklas krāsojuma, sēklas tika novērtētas no 1 (pilnīgi mirušas sēklas) līdz 5 (vitālas sēklas). Kā norāda Verma un Majee (2013), starp krāsotajām sēklām sēklas ar koši sarkanu krāsojumu bija pilnīgi dzīvotspējīgas, un tās dod normālus stādus, bet daļēji krāsotas sēklas var radīt normālus vai bojātus stādus. Rozā vai pelēcīgi krāsotas sēklas norāda uz mirušu audu klātbūtni sēklās, bet pilnībā nekrāsotas sēklas nav dzīvotspējīgas. Vidējā sēklu novērtēšanas kategorija tika izmantota kā ievade katras populācijas korelācijas analīzei.

Sēklu paraugs apstrādei ar ūdeņraža peroksīdu bija tāds pats kā iepriekšējie testi (10 sēklas 3 atkārtojumos, kopā 30 sēklas uz populāciju). Tests tika veikts divos atkārtojumos, kā aprakstījis Ivetičs (2002, 2013). Paraugi tika mērcēti 100 ml 1% ūdeņraža peroksīda šķīdumā Temperatūra 20–25°C. Nākamajā dienā sēklas apvalks tika nogriezts radikālā virzienā, un atkal trīs dienas mērcēts 150 ml 1% ūdeņraža peroksīda šķīdumā. Pēc 3 dienām šķīdums tika atsvaidzināts. Uzdīgušas sēklas tika skaitītas pēc trim un septiņām dienām. Tika noteikts uzdīgušo sēklu procentuālais daudzums katrai populācijai.

Rezultāti un diskusijas.

Iegūto rezultātu analīze ietvēra aprēķinu Pīrsona korelācijas koeficients statistikas programmatūras pakotnē “Statistica 7”.

Korelācija tika noteikta starp reģistrētajiem sēklas rezultātiem: sēklas svars un elektriskā vadītspēja (A); sēklu svars un tetrazolija tests (B); sēklu svars un apstrāde ar ūdeņraža peroksīdu (C); elektrovadītspēja

un tetrazolija tests (D); elektrovadītspēja un apstrāde ar ūdeņraža peroksīdu (E); tetrazolija tests un ūdeņraža peroksīds pielietošana (F).

Ir labi zināms, ka smagās sēklas dīgst ātrāk un ir augstākas dīgtspēju, tādējādi pozitīva korelācija starp sēklu svaru un dīgtspēju ir gandrīz visām sēklām, un tā ir saistīta ar augstu uzturvielu saturu, kas izraisa spēcīgāku un ātrāku radikāļu rašanos (Soltani, 2003).

Dižskābarža sēklā šī korelācija ir izskaidrojama ar palielināto šīs sugas ģenētisko daudzveidību (Comps et al., 1998). Saskaņā ar iegūtajiem rezultātiem sēklu svars ir pozitīvā korelācijā ar rezultātiem tetrazolija testā ($r=0,51$) un apstrādē ar ūdeņraža peroksīdu ($r=0,27$), un negatīvā korelācijā ar elektrovadītspējas testa rezultātiem ($r=-0,15$). Negatīvā korelācija tika iegūta arī rezultātu attiecībā ar elektrovadītspēju un tetrazolija testu ($r=-0,46$), kā arī apstrādē ar ūdeņraža peroksīdu ($r=-0,26$). Neliela korelācijas koeficienta vērtība var būt arī neliela skaita mainīgo sekas. Ar negatīvās korelācijas koeficienta uzrādīšanu tika apstiprināti iepriekšējie pētījumi (Ivetić and Milovanović, 2005). Tomēr ūdens pats par sevi nav labs elektrības vadītājs, šķīdinot tajā jonus, ūdens elektrovadītspēja palielinās, un tā palielinās līdz ar jonu koncentrāciju šķīdumā. Vielas, kas izdalās no sēklas ūdenī uzvedas kā elektrolīti, un paturot prātā, ka vitāli svarīgās sēklas viegli atjauno membrānas un tādējādi efektīvāk atbrīvo organiskās vielas, kurā bija vitāli svarīgas sēklas. Elektriskās vadītspējas pārbaude ir ļoti ātra un vienkārša lietojams un nesagraujoša, un tāpēc tam noteikti ir priekšrocības salīdzinājumā ar klasisko sēklu kvalitātes noteikšanas metodes.

Lai gan tetrazolija tests ir balstīts uz subjektīvo sēklu novērtējumu, kas norāda uz iespēju iegūt neprecīzus rezultātus, pats novērtējums lielā mērā atkarīgs no tehniku prasēm, kas to veic (Ivetić, 2013); kad tests tiek veikta pareizi, dzīvotspējīgo sēklu procentuālais daudzums ir ļoti tuvu sēklu procentuālajam daudzumam, kas uzdīgst vislabvēlīgākajos apstākļos (Verma and Majee, 2013). Apstrāde ar ūdeņraža peroksīdu var dot nelielu augstākus rezultātus nekā rezultāti, kas iegūti dīgtspējas pārbaudē, paaugstināta skābekļa dēļ koncentrācija šķīdumā, kas paātrina elpošanas procesu, kā arī ūdeņraža peroksīda funkcija iedarbība (Ivetić 2002, 2013)

Secinājumi.

Elektrovadītspējas testu var komerciāli izmantot sēklām kvalitātes novērtējumā kā ātru, vienkāršu. Pētījumi parādīja, ka elektrovadītspējas tests, izmantojot tetrazolija testu un ūdeņraža peroksīdu varētu veicināt kvalitatīvāku un visaptverošāku sēklu kvalitātes noteikšanu komerciālos nolūkos.

Sēklu miera režīms ir adaptīvs mehānisms, kas ļauj sēklām dīgt piemērotos vides apstākļos. Uzglabāto neaktīvo sēklu dīgtspēja notiek pēc miera pārtraukuma, ko izraisa stratifikācija. Lai uzlabotu izpratni par dižriekstu miera pārtraukumiem, mēs: pētījām mitruma saturu un temperatūras ietekmi uzglabāšanas laikā; analizēts abscisīnskābes, abscisīnskābes metabolītu un indola-3-etīlkskābes saturs embrionālajās asīs uzglabāšanas un stratifikācijas laikā; un histohimiski lokalizēti uzglabāšanas proteīni dižriekstu embriju embriogēnajās asīs un dīgļlapās. Rezultāti liecina, ka uzglabāšanas apstākļi var ietekmēt riekstu abscisīnskābes saturu, bet ne stratifikācijas procesu. Turklāt miegainības pārrāvums ir saistīts ar abscisīnskābes saturu samazināšanos, un miera stāvokļa dziļumu neietekmē neviens no šiem uzglabāšanas faktoriem. Konstatētas izmaiņas, kas visspēcīgāk korelē ar miera pārtraukšanu, bija liels abscisīnskābes-glikozilestera līmeņa pieaugums un ar to saistītais abscisīnskābes-glikozilestera un abscisīnskābes attiecības samazinājums. Mēs atklājām ārkārtīgi zemas citu abscisīnskābes metabolītu – neofāziskās, fāziskās un dihidrofāzes skābes – koncentrācijas neaktīvā stāvoklī uzglabātos dižskābaržu riekstos, bet nelielu augstākas koncentrācijas miera stāvoklī. Netika konstatēta saistība starp indola-3-etīlkskābes līmeņa izmaiņām ne uzglabāšanas apstākļos, ne miegainības pārtraukumos. Uzglabāšanas olbaltumvielu sadalījuma izmaiņas bija saistītas ar sēklu mitruma saturu uzglabāšanas laikā un stratifikāciju, nevis sēklu miera stāvokli. Mēs secinām, ka endogēnās abscisīnskābes-glikozilestera līmeņu un abscisīnskābes-glikozilestera un abscisīnskābes attiecību palielināšanās ir labi marķieri, kas norāda uz dižriekstu miegainības dziļumu un/vai stratifikācijas efektivitāti (Vondrakova et al., 2019).

Bezdeckova L., Reznickova J. (2013). Harvest, storage and pre-sowing treatment of *Fagus sylvatica* seeds. Certifikovaná metodika. Lesnický průvodce. <https://doi.org/10.12657/denbio.071.004>

Šī pētījuma mērķis bija noteikt precīzāku Eiropas dižskābarža (*Fagus sylvatica*) sēklu apstrādi pirms sējas. Pašreizējā dižriekstu pirmssējas apstrāde ir balstīta uz dīgtspējas pārbaudi, kur pirmssējas apstrādes ilgums ir laiks no dīgtspējas pārbaudes sākuma līdz 10% dzīvotspējīgo dižriekstu dīgtspējas noteikšanu. Tā kā sēklu partiju sēklu miera periods ir mainīgs, pirmssējas apstrādes ilgums tiek

pagarināts vēl par divām nedēļām. Mūsu pētījumā mēs pagarinājām apstrādes laiku, līdz bija uzdīguši 30, 50 un 80% dzīvotspējīgo dižriekstu. Pētījumā tika izmantotas divas dažādas metodes. Pirmajā dižrieksti tika atstāti pie augsta mitruma satura (14–38%). Otrajā dižrieksti tika izžāvēti līdz zemam mitruma saturam (8–10%). Svaigu sēklu vidējais dīgtspējas laiks (MGT) bija augstāks kaltētiem dižriekstiem. Tomēr dižriekstu parādīšanās abās apstrādēs bija līdzīga. Abos gadījumos dažādu pirmssējas apstrādes ietekme uz dižriekstu dīgtspēju un dīgšanu bija nenozīmīga. Rezultāti liecina, ka ir iespējams pagarināt dižriekstu pirmssējas apstrādi, neradot negatīvu ietekmi uz dīgšanu un mirstības līmeni neatkarīgi no izmantotajām sēklu partijām.

Soltani A. (2003). Improvement of Seed Germination of *Fagus orientalis* Lipsky. Doctoral thesis. Umeå: Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Silvestria, 275.

Eiropas dižskābarža riekstiem ir dziļa embrija miegainība, kas rada milzīgus riekstu atkritumus un sliktu stādu ražošanu stādaudzētavās (Muller and Bonnet Masimbert, 1989). Šis embriju miera periods kavē dzīvotspējīgu, nobriedušu dīgtspēju embrijiem pat tad, ja tie ir pakļauti piemērotiem apstākļiem dīgtspējas nodrošināšanai (Bewley and Black, 1994; Bianco and Le-Page-Degivry, 2000).

Embriju miera perioda pārtraukšana tiek panākta ar aukstu mitru noslāņošanu vai iepriekšēju atdzesēšanu, t.i., hidratētu riekstu pakļaušana temperatūrai no +2 līdz +5°C ar vai bez vides (El-Antably, 1976; Suszka et al., 1996). Laiks, kas nepieciešams, lai pabeigtu atbrīvošanos no miega režīma, parasti ir diezgan ilgs, sākot no 5 līdz 8 nedēļām un dažos gadījumos pat līdz 12 nedēļām (Muller and Bonnet-Masimbert, 1982).

Suszka (1974) izstrādāta procedūra, lai palielinātu efektivitāti un samazinātu neviendabīgumu miera stāvoklī ir saistīts ar kontrolētu un ierobežotu hidratāciju riekstiem līdz iepriekš noteiktam mitruma saturam (m.c.). Pilnībā iegremdētie rieksti bija pakļauti +3°C un laiks nedēļās, X, kas nepieciešams, lai sasniegtu 10% dīgtspēju tika fiksēts. X apzīmē partijas miera indeksu. Miega perioda skaidrošanai visa partija tiek sadalīta, iepriekš atdzesējot riekstus kontrolētā un ierobežotā m.c. 30–34% bez barotnes X+2 nedēļas (X+4 nedēļas, ja miegainība ir ļoti dziļa) pie +2 līdz +5°C. Ierobežotais mitruma saturs un zemā temperatūra novērš priekšlaicīgu dīgtspēju. Šo metodi var veikt gan pirms, gan pēc uzglabāšana (Muller, 1993).

Lai gan šī metode ir izrādījusies ļoti efektīva, lai samazinātu stratificēto dižriekstu neviendabīgumu, joprojām ir pretrunīgi rezultāti no dažādiem pētījumiem ar dažādām sēklām, mitruma satura un priekšdzesēšanas temperatūras (Gosling, 1991; Derkx and Joustra, 1997). Pētījumi liecina, ka periodu, kas nepieciešams, lai atbrīvotos no miega režīma, nevar sasniegt bez fungicīdu pievienošanas (Muller et al., 1999). Pieredze arī liecina, ka daži fungicīdiem var būt kaitīgi ietekme uz dižskābaržu riekstu dzīvotspēju (Suszka et al., 1996).

Veiksmīgi rezultāti, samazinot priekšdzesēšanas vai aukstā mitruma laika periodu, ir iegūta miega režīma atbrīvošanās efektivitātes palielināšana, izmantojot eksogēnos giberelīnus (Nicolás et al., 1996; Fernandez et al., 1997) un etefons (Falleri et al., 1997).

Daži autori abscisīnskābi (ABA) uzskata par augu hormonu, kurš atbildīgs par miera izraisīšanu un uzturēšanu Eiropas dižskābaržu riekstiem (Nicolás et al., 1996; Lorenzo et al., 2000, 2001). Ir pierādīts, ka ABA maina priekšdzesēšanas ietekmi uz atbrīvošanos no miega režīma, novēršot dīgtspējai raksturīgu RNS un proteīnu sintēzi (Nicolás et al., 1996, 1997), kā arī samazinās ABA saturs Eiropas dižskābarža embrionālajās asīs miega režīma atbrīvošanas laikā (Le Page-Degivry et al. 1997b). Cita snauda mehānismi tomēr var būt aktīvi.

Attiecībā uz Eiropas dižriekstiem (Nicolás et al., 1996, 1997; Thomsen, 1997; Shen and Odén, 2002) parādīja, ka dīgtspēja un miera izdalīšanās ātrums tika pastiprināti, noņemot vai mehāniski skarificējot endokarpu. Šie rezultāti liecina par iespējamo endokarpa lomu miega stāvokļa izmaiņā Eiropas dižskābardim, un to var izskaidrot ar cietā endokarpa ietekmi kas ir mehāniska barjera, kas ierobežo ūdens iekļūšanu, eksudātu noplūdi un dīgstu parādīšanos. Sēklu apvalka/perikarpa nozīme sēklu dīgtspējas ierobežošanā ir plaši izplatīta koku un krūmu sugās un bieži tiek saukta par fizisko miera stāvokli (Baskins and Baskins, 1998).

Sēklu apvalks vai perikarps var kavēt sēklu dīgtspēju ar dažādiem mehānismiem, piemēram, novēršot gāzu apmaiņu, ūdens uzņemšanu, gaismu inhibitoru iekļūšanu vai izkļūšanu no embrija (Taylorson and Hendricks, 1977). Sēklu apvalks un zināmā mērā perikarps var saturēt inhibitorus, kas bloķē dīgtspēju (Bewley and Black, 1994). Viena galvenā grupa no inhibitori eksudātos ir raksturoti un saukti par

oksidētiem fenoliem (Marbach and Mayer, 1975; Werker et al., 1979). Histokīmiskie pētījumi (Thompson et al., 2001) un praktiskās metodes (Bhattacharyya et al., 1999) atklāja arī fenolu klātbūtni sēklu apvalkā un to lomu sēklu kavēšanā dīgšanas nodrošināšanā.

Sēklu dzīvotspēja un sēklu bojāšanās.

Sēklu dzīvotspēja norāda uz sēklu spēju dīgt un ražot normālus stādus piemērotos dīgšanas apstākļos (Copeland and McDonald, 2001). Jau sen zināms, ka trīs faktori; temperatūra, sēklu mitrums saturs un skābekļa spiediens, ir vissvarīgākie rādītāji dzīvotspējai un ilgmūžībai sēklu uzglabāšanā. Kopumā, jo zemāka temperatūra un mitruma saturs, jo ilgāks dzīvotspējas periods.

Pamatojoties uz uzglabāšanas paradumiem un spēju saglabāt dzīvotspēju, Roberts (1973) definēja divas sēklu klases – nepaklausīgās un ortodoksālās sēklas. Nepaklausīgām sēklām jāsaglabā relatīvi augsts mitruma saturs, parasti vairāk nekā 30% mitruma, lai saglabātu maksimālu dzīvotspēju. Pie sugām ar nepaklausīgām sēklām pieder ozoli, saldie kastāņi, daudzas lietus mežu koku sugas un daži ūdensaugi. Pat tad, ja šīs nepaklausīgās sēklas tiek uzglabātas mitros apstākļos, to ilgmūžība bieži vien ir diezgan īsa un tikai reizēm pārsniedz vairākus mēnešus.

Jensen M. (2002). Seed vigour testing for predicting field seedling emergence in *Fagus sylvatica* L. *Dendrobiology*, 47: 47–54.

Abstrakts.

Dīgšanas tests, kas precīzi var prognozēt koku sēklu dīdzības procentus, jau sen aprobēts no audzētājiem. Dižskābardim tika izstrādāta jauna testēšanas metode – kritiskā sakņu garuma (CRL) tests. Dīgušās sēklas, pamatojoties uz primāro sakņu garumu, var precīzi prognozēt to turpmāko attīstību kā stādiem.

Iepriekš apstrādātas sēklas 20 dienas 15°C temperatūrā ievieto vertikāli novietotā mitrā papīra rullītī 12 stundu apgaismojumā katru dienu. Parasti diedzēto dēstu sakņu garums tika reģistrēts un korelēts ar turpmāko augšanas gaitu un aprēķināts sakņu rašanās procents, lai iegūtu kritisku saknes garumu spējai augt. Kritiskais saknes garums *Fagus sylvatica* ir 45 mm. Parasti dīgstošo sēklu ar garākām saknēm procentuālais daudzums vairāk nekā 45 mm KRL testā tika uzskatīts kā paredzamais sēklu partijas iznākuma procentuālais daudzums. Rezultāti divos testos ar 5 un 10 sēklu partijām kopumā konstatēja labu korelāciju starp CRL prognozēto parādīšanos un faktiski iegūto lauka sējeņu parādīšanos. Starp sēklām un sēklās tika konstatētas lielas sakņu garuma atšķirības partijās, tādējādi parādot lielas sēklu dīgšanas atšķirības. Jaunais tests ir lietišķs, viegls un lēts dīgšanas tests izstrādāts stādaudzētājiem un sēklu tehniķiem, lai prognozētu sējeņu turpmāko augšanas gaitu.

Handbook on Seed Sampling (2022). 3rd Edition.

Šai rokasgrāmatai vajadzētu izrādīties vērtīgai tiem, kas nodarbojas ar sēklu paraugu ņemšanu visos ražošanas un pārbaudes posmos. Tas būtībā ir praktisks ceļvedis, bet satur paraugu ņemšanas teorijas elementus, lai uzsvērtu paraugu ņemšanas svarīgo lomu sēklu kvalitātes mērīšanā. Rokasgrāmatas galvenie akcenti ir: 3.nodaļa: Pienākumi paraugu ņemšanā; 4.nodaļa: Vispārējo nosacījumu apspriešana; 5.nodaļa: Sēklu partiju paraugu ņemšanas apraksts, piemēram, paraugu ņemšanas intensitāte, paraugu ņemšana sēklu partijās konteineros un bez taras. Instrumentu apraksts un metožu soli pa solim pielietojums; 6.nodaļa: Paraugu ņemšana no sēklu plūsmas un automātisko paraugu ņemšanas ierīču apraksts; 7.nodaļa: Dalītāju apraksts un dažādas metodes paraugu samazināšanai; 8.nodaļa: Sēklu partiju un sēklu paraugu marķēšanas un aizzīmogošanas metodes; 9.nodaļa: Paraugu iesniegšanas kārtība laboratorijā; 10.nodaļa: Kvalitātes nodrošināšana sēklu paraugu ņemšanā, ieskaitot sadalītāju pārbaudi. Pieejams tikai kā elektroniska, lejupielādējama, drukājama PDF kopija. ISBN: 978-3-906549-02-6. Cena: 199,00 CHF.

Vondráková Z., Pešek B., Malbeck, J., Bezděčková, L., Vondrák T., Fischerová L., Eliášová K. (2019). Dormancy breaking in *Fagus sylvatica* seeds is linked to formation of abscisic acid-glucosyl ester. *New Forests*, 51: 671–688. <https://doi.org/10.1007/s11056-019-09751-8>.

Sēklu miegainība ir adaptīvs mehānisms, kas ļauj dīgt sēklām piemērotos vides apstākļos. Uzglabātu snaudošu sēklu dīgšana notiek pēc miega sadalīšanās, ko izraisa stratificēšana. Uzlabot izpratni par to, kā ielaužas snaudošā dižskābarža riekstā, tika veikti pētījumi: izpētīti mitruma satura un temperatūras efekti uzglabāšanas laikā; analizēts abscisskābes, abscisskābes metabolītu un indola-3-etīkskābes saturs embriju asīs uzglabāšanas un stratificēšanas laikā un histokīmiski lokalizētas uzglabāšanas

olbaltumvielas embriogēnajās asīs un embriju šūnās. Rezultāti liecina, ka uzglabāšanas apstākļi var ietekmēt riekstu abscizskābes saturu, bet ne stratificēšanas procesu. Turklāt miega pārrāvums ir saistīts ar abscizskābes satura un dziļuma samazināšanos un miegainību neinficē neviens no šiem uzglabāšanas faktoriem. Atklātās izmaiņas, kas visspēcīgāk korelējas ar miega pārrāvumu, bija liels abscizskābes glikozola pieaugums un ar to saistītā abscisīnskābes glikozola estera reducēšana līdz abscisīnskābei attiecība. Tika konstatāta ārkārtīgi zema citu abscizskābes metabolītu – neofāzisko, fāzeisko un dihidrofāzeisko skābju – koncentrācija nesnaudošās uzglabātās šūnās, bet nedaudz lielāka koncentrācija miega laikā. Indola-3-etikskābes līmeņa izmaiņu saistība ar uzglabāšanas apstākļiem vai miega pārrāvumu netika konstatēta. Izmaiņas uzglabāšanas laikā proteīnu izplatīšanās ātrumā bija saistīta ar sēklu mitruma saturu uzglabāšanas un stratificēšanas laikā, nevis sēklu miegainību. Secinām, ka endogēno abscizskābes-glikozola estera līmenis un abscizskābes-glikozola estera-abscizskābes attiecība ir labi miegainības dziļuma un/vai stratificēšanas efektivitātes rādītāji šūnās.

Ir plaši izplatīta vēlme uzlabot Centrāleiropas mežu kvalitāti, izmantojot dažādus pasākumus, tostarp palielinot dižskābaržu skaitu. Tomēr to kavē grūtības, kas saistītas ar uzglabāto riekstu uzglabāšanu un dīgšanu. To kvalitāte tika pārbaudīta attiecībā uz uzglabāšanas apstākļiem (temperatūru, mitruma saturu) un uzglabāšanas laika ilgumu (Leon-Lobos and Ellis, 2002; Ratajczak et al., 2015). Pētījumi liecina, ka dīgtpējīgas sēklas pat uzglabāšanas laikā ir mainīgas, un gan to dīgtpēja, gan dzīvotspēja stipri atkarīgs no sēklu sākotnējās kvalitātes (Bezdeckova et al., 2014). Riekstiem raksturīga ir dziļi snaudošs stāvoklis (LePageDegivry et al., 1997; Barthe et al., 2000), kas jāsalauž, veicot stratificēšanas procesu, kas ietver spēcīgu mitruma satura pieaugumu, pirms dīgšanas. Tādējādi papildus stratēģijām uzglabāto sēklu sākotnējās kvalitātes uzlabošanai ir jāoptimizē stratifikācijas apstākļi, lai palielinātu to dīgtpēju.

Pētījumi liecina, ka stratificēšanas process nav līdz galam izprasts, bet regulatīvie mehānismi un vides faktori (dabiskās ekosistēmās vai uzglabāšanas laikā), kas saistīti ar miega indukciju, uzturēšanu un salaušanu ir intensīvi pētīti un secināts, ka sēklu miegainībai ir liela nozīme augu attīstībā un evolūcijā. Šie pētījumi liecina, ka snaudošā stāvokļa laušanu regulē mijiedarbības vides un endogēnā signāli (Finkelstein et al., 2008). Turklāt ir izstrādāti snaudošie modeļi, detalizēti izmeklējot funkcionālās attiecības starp bioloģisko procesu ātrumu snaudošās sēklās un vides faktoriem, kas var sniegt prognozes par miega pļīšanas un dīgšanas laiku un apjomu (Batlla and Benech-Arnold, 2010). Programmā papildinājums, Pukacka et al. (2003) pierādīja, ka riekstu kvalitāte un dzīvotspēja uzglabāšanas laikā ir ļoti atkarīga no temperatūras un to mitruma satura, un optimālais mitruma saturs uzglabāšanas laikā ir atkarīgs no temperatūras. Tomēr ilgstoša riekstu uzglabāšana, t.i., vairākus gadus, mitruma saturs korelē spēcīgāk nekā uzglabāšanas temperatūra ar to dīgtpēju (Pročazkova and Bezdeckova, 2008). Turklāt visos pārbaudītajos apstākļos riekstu dzīvotspēja un dīgtpējas samazināšanās ilgā laikā ir saistīta ar izmaiņām to brīvajā aminoskābju saturā un samazinājumiem proteolītisko enzīmu aktivitātēs (Ratajczak et al., 2015).

Arī dižskābarža sēklu dzīvotspēja, enerģiskums un dīgtpēja ir atkarīga no uzkrāšanās ilguma un organisko savienojumu (ciete, uzglabāšanas proteīni, eļļas un kalcija oksidāts) izmaiņām nogatavināšanas laikā, kā arī to izmantošana un/vai mobilizēšana sēklu uzglabāšanas laikā, miega pārrāvums un dīgtpēja. Zinātniski pierādīts, ka uzglabāšanas laikā olbaltumvielu mobilizācijas izmaiņas sākas stratificēšana, un to, iespējams, izraisa sēklu imbibicionēšana (Eliasova et al., 2015). Šie proteīni, specifiski 11S legumīna tipa un 7S vicilīna tipa globulīni (Collada et al., 1993), nogulsņējas proteīnu uzglabāšanas vakuolā (PSV). Tomēr pētītajās sēklās PSV izmaiņas nebija vienveidīgas, un šķita, ka tās ir atkarīgas no mitruma satura dažādās sēklu daļās (Eliasova et al., 2015).

Endogēnās iekārtas galvenie elementi, kas regulē sēklu organiku, ir fitohormoni un to mijiedarbība. Fitohormonu, galvenokārt ABA un GA, loma sēklu dīgtpējas regulēšanā tika pētīta dažādu augu sēklās, piemēram, Laurus (Sari et al., 2006), Calocedrus (Zhang et al., 2019) un/vai Cotinus (Deng et al., 2016), saskaņā ar Kucera et al. (2005) integrēta molekulārā ģenētiskā, fizioloģiskā un bioķīmiskā sēklu miega kontroles pārbaudām. Konstatēts, ka abscizskābe (ABA) veicina miega indukciju un nomāc dīgšanu, bet gibberelīni (GA) pretaktīvi veicina miega atbrīvošanos un dīgtpēju.

Miega regulēšanā piedalās arī citi fitohormoni. Etilēnam ir svarīga nozīme fitohormonālajā stāvoklī un līdz ar to arī citu augu hormonu ceļam modulācijā sēklās (Chiwocha et al., 2005). Un otrādi – ABA var ierobežot etilēna darbību, samazinot tā biosintēzes regulēšanu (ARC et al., 2013; Corbineau et al., 2014). Arī Zhao un Jiang (2014) ir pierādījušas un pārskatījušas auxin (IAA) iespējamo lomu ABA/GA biosintēzē un līdz ar to arī dīgtpējas regulēšanu (Shu et al., 2016). Tomēr līdzsvars starp ABA un GA,

kas izriet no dinamiskā līdzsvara starp šo hormonu sintēzi un metabolismu, šķiet, ir galvenais endogēnais faktors, kas kontrolē miegainību un dīgtspēju (Rodriguez-Gacio et al., 2009). ABA/GA līdzsvaru regulējošo molekulāro mehānismu sekmīga noskaidrošana un līdz ar to šobrīd tika pārskatīta miegainība un dīgtspēja graudaugu sēklās (Tuan et al., 2018). Ģenētiskās analīzes ir atklājušas citus procesus, kas saistīti ar miega regulēšanu, jo īpaši epigēnētiskās mehānismus, un pavērušas jaunas iespējas sēklu miega pētījumiem (Nonogaki, 2014).

Tomēr ABA metabolisma un signalizēšanas regulēšana vides apstākļu ietekmē un tās mijiedarbība ar citiem fitohormoniem nepārprotami ir galvenie snaudošie elementi, miega plīsuma un dīgtspējas kontrolē (Nambara and Marion-Poll, 2003; Nambara et al., 2010). Šajā pētījumā mēs galvenokārt esam pievērsušies ABA kā galvenajam sēklu veidošanās un snaudošuma regulētājam (Kermode, 2005). Šos procesus kontrolē sarežģīts regulatīvā sistēma, t.sk. ABA homeostāze. ABA saturu sēklās modulē ar tās ražošanas, inaktivācijas un transporta ceļiem (Ma et al., 2018). Biosintēze un/vai metabolismu turpina ar 7-hidroksilāciju, iegūstot 7-OH ABA, 8-hidroksilāciju, iegūstot fāzi (PA) un (pēc tam samazinot) dihidrofāzi (DPA) skābes, un 9-hidroksilācija, kas izraisa neofāzskābes (NeoPA) un/vai glikozes estera veidošanos (Jadhav et al., 2008). ABA-glikozilesteru (ABA-GE) uzskata par neaktīvu uzglabāšanas formu ABA, bet no tā var atbrīvot aktīvo ABA (Ondzighi-Assoume et al., 2016).

Pētījumā uzvars tika likts uz uzglabāšanas apstākļu ietekmi īslaicīgas uzglabāšanas laikā uz riekstiem "miegainība un miegainības" laušana. Riekstus parasti uzglabā 3°C temperatūrā un mitrumā saturs 22% vai -5°C un mitruma saturs 9%. Tika salīdzināts miegainības dziļums un sekojošo miegainības pārraušanas procesu uzglabāto sēklu stratificēšanas laikā abos gadījumos ABA saturu izmanto kā miega stāvokļa marķieri.

Šeit: izmeklēšanai bija divi galīgie mērķi:

- noskaidrot sakarības starp dižskābarža sēklu miegainības dziļums un glabāšanas apstākļiem;
- mehānismi, kas saistīti ar endogēnā ABA līmeņa izmaiņām miegainos riekstos glabāšanas un miegainības pārrāvuma laikā;
- tika novērtēts ABA un tā metabolītu līmenis embrijos no sēklām laikā, kad 16 nedēļas pēc uzglabāšanas un stratificēšanas tika mērīts IAA līmenis (kopā ar ABA);
- tika pārbaudīta šo fitohormonu mijiedarbību miega laikā, lai histoloģiski raksturotu embriju mijiedarbību uzglabāšanas un stratificēšanas laikā, jo īpaši PSV sadalījuma un satura izmaiņas.

Rezultāti:

Sēklu uzglabāšanas apstākļi ietekmē ABA saturu sēklās; ABA līmenis sēklās palielinājās vairāk ar 22% mitruma saturu 3°C temperatūrā nekā sēklās ar mazāku mitruma saturu (9%) uzglabājot -5°C temperatūrā. Tomēr sēklu uzglabāšanas apstākļi, kas atstaro ABA saturu, ne vienmēr raksturo stratifikācijas procesu; miegainība ir saistīta ar apm. 50% ABA līmeņa samazinājuma salīdzinājumā ar stratificēšanas 1. nedēļu. Tomēr zinātnieki uzskata, ka lai to pārbaudītu, jāveic turpmāka citos apstākļos uzglabāto sēklu analīze.

Miega pārrāvums ir saistīts ar intensīvu ABA-GE veidošanos; tādējādi ABA/ABA-GE attiecība var būt stabils miegainības dziļuma marķieris un sekmīga riekstu stratificēšana. Gluži pretēji, netika atrasta saikne starp IAA līmeni un miega pārrāvumu.

Proteīnu uzglabāšanās šūnās būtiski mainījās kodoldīgļos un embrijos uzglabāšanas laikā augstākā temperatūrā un sēklu mitruma saturā, bet ne sēklās, ko uzglabā zemākā (zem nulles) temperatūra un mitruma saturā. Sēklu imbibīcija un turpmākā stratificēšana izraisīja ievērojamas izmaiņas olbaltumvielu uzglabāšanas šūnu izplatīšanās un to saturu abās sēklu grupās.

Kopumā veiksmīgas dīgšanas prognozes piemērošana, izmantojot novērtējumu ABA/ABA-GE attiecība riekstos sniedza jaunu iespēju, kā novērtēt miegainības dziļumu, kā arī stratifikācijas efektivitāti. Tas savukārt dod iespēju sekmīgi audzēt stādus stādaudzētavās vai nodrošina stādu rašanos un veidošanos pēc tiešas sēšanas.

Elišová K., Pešek B., Vondráková Z. (2020). Dormancy breaking linked with the changes of endogenous ABA, storage compounds and fumarase activity in beechnuts. Institute of Experimental Botany v.v.i. Academy of the Czech Republic.

Secinājumi.

Gan endogēnā ABA satura samazināšanās, gan fumarāzes aktivitātes palielināšanās embrionālajās asīs var tikt izmantota kā dižskābarža riekstu miega dziļuma indikatori. Galvenie uzglabāšanas savienojumi (ciete, proteīni un CaO) tika atrasti arī dižskābarža embrijos, kā arī stratificētās sēklās. Ar stratifikāciju

saistītas cietes graudu un/vai CaO kristālu lieluma un atrašanās vietas atšķirības netika konstatētas. Pēc iesūkšanās lielas centrālās vakuolas virzīja citoplazmu uz šūnas garozu. Noslāpošanās procesā tika izsmelti vakuolās lokalizētie uzglabāšanas proteīni; pirmās histoloģiskās izmaiņas bija acīmredzamas pēc imbibitio. Pētījuma mērķis: Miega pārtraukšana, kas saistīta ar endogēnā ABA, uzglabāšanas savienojumu un fumarāzes aktivitātes izmaiņām dižriekstos. Pieejams: https://www.researchgate.net/publication/270879650_Dormancy_breaking_linked_with_the_changes_of_endogenous_ABA_storage_compounds_and_fumarase_activity_in_beechnuts (aplūkots 14.11.2023.).

Barthe P., Garello G., Bianco-Trinchant J., le Page-Degivry, M.T. (2000). Oxygen availability and ABA metabolism in *Fagus sylvatica* seeds. *Plant Growth Regul*, 30(2): 185–191. <https://doi.org/10.1023/a:1006327532275>.

Ražas novākšanas laikā dižriekstiem ir ļoti dziļa miegainība, kas atrodas gan embriju aptverošajās struktūrās, gan pašā embrijā. Pārseguma konstrukcijas novērš embriju dīgtspēju, traucējot ūdens uzņemšanu un gāzu apmaiņu. Lai izprastu pārklājuma struktūru un skābekļa pieejamības lomu ABA katabolismā, (+)-[3H] ABA metabolisms tika pētīts izolētos embrijos, kā arī neskartās sēklās. ABA noārdīšanās rezultātā galvenokārt veidojās oksidatīvi produkti (PA, DPA). Šie produkti bija vairāk izolēti embriji nekā neskartās sēklās. Tie galvenokārt uzkrājās kā sārnu-nehidrolizējami DPA konjugāti. Bieži tika novērots neliels daudzums brīvu andesterificētu formu. Izolētos embrijos oksidatīvo produktu samazināšanos novēroja vai nu samazinot skābekļa pieejamību, vai arī barojot embrijus ar teciklāzi (monooksigenāzes inhibitoru). Pārklājošo struktūru klātbūtnē šie oksidatīvie produkti tika reducēti tādā pašā veidā, norādot, ka pārklājošās struktūras, iespējams, bija atbildīgas par skābekļa piegādes ierobežošanu embrijam un par zemu dīgtspēju, kas novērota neskartu sēklu gadījumā.

Bezdeckova L., Reznickova J. (2013). Harvest, storage and pre-sowing treatment of *Fagus sylvatica* seeds. Certifikovaná metodika. Lesnický průvodce. <https://doi.org/10.12657/denbio.071.004>.

Šī pētījuma mērķis bija noteikt precīzāku Eiropas dižskābarža (*Fagus sylvatica*) sēklu apstrādi pirms sējas. Pašreizējā dižriekstu pirmssējas apstrāde ir balstīta uz dīgtspējas pārbaudi, kur pirmssējas apstrādes ilgums ir laiks no dīgtspējas pārbaudes sākuma līdz 10% dzīvotspējīgo dižriekstu dīgtspējas. Tā kā sēklu partiju sēklu miera periods ir mainīgs, pirmssējas apstrādes ilgums tiek pagarināts vēl par divām nedēļām. Mūsu pētījumā mēs pagarinājām apstrādes laiku, līdz bija uzdīguši 30, 50 un 80% dzīvotspējīgo dižriekstu. Pētījumā tika izmantotas divas dažādas metodes. Pirmajā dižrieksti tika atstāti pie augsta mitruma satura (14–38%), nekā iesēti pēc dažādu pirmssējas apstrādes (10, 30, 50 un 80% dīgstu, dzīvotspējīgu sēklu). Otrajā dižrieksti tika izžāvēti līdz zemam mitruma saturam (8–10%), nekā iesēti pēc dažādu pirmssējas apstrādes (10, 30, 50 un 80% dīgstu, dzīvotspējīgu sēklu). Svaigu sēklu vidējais dīgtspējas laiks (MGT) bija augstāks kaltētiem dižriekstiem. Tomēr dižriekstu parādīšanās abās apstrādēs bija līdzīga. Abos gadījumos dažādu pirmssējas apstrādes ietekme uz dižriekstu dīgtspēju un dīgšanu bija nenozīmīga. Rezultāti liecina, ka ir iespējams pagarināt dižriekstu pirmssējas apstrādi, neradot negatīvu ietekmi uz dīgšanu un mirstības līmeni neatkarīgi no izmantotajām sēklu partijām.

Bezdeckova L., Prochazkova Z., Matejka K. (2014). Practical implications of inconsistent germination and viability results in testing stored *Fagus sylvatica* seeds. *Dendrobiology*, 71: 35–47. <https://doi.org/10.12657/denbio.071.004>.

Nekonsekvantas dīgtspējas un dzīvotspējas rezultātu praktiskās sekas, pārbaudot uzglabātās *Fagus sylvatica* sēklas.

Kopsavilkums. Uzglabāto Eiropas dižskābarža (*Fagus sylvatica*) sēklu dīgtspēja un dzīvotspēja var atšķirties atkarībā no laika, kad tiek veiktas pārbaudes sēklu uzglabāšanas laikā. Lai noteiktu iespējamās šādu izmaiņu avotus, sešu dižriekstu partiju (trīs partijas no diviem ražas gadiem) dīgtspēja (GERM), dīgtspēja, kas izteikta kā vidējais dīgtspējas laiks (MGT) un dzīvotspēja (VIAB) tika noteikta katru mēnesi vienu gadu, izmantojot kontrolētu laboratoriju noteikumus un standarta testus. Dažām partijām augstāks DIZS tika konstatēts, kad uzglabāto sēklu pārbaudes tika veiktas pavasarī un agrā rudenī, bet citas partijas labāk dīgst vasaras testos. Līdzīgi dažādām partijām dažādos mēnešos tika novērots atšķirīgs dīgtspējas ātrums (izdalīšanās miera stāvoklī) un dzīvotspēja. Tomēr pārbaudēs netika novērotas konsekvantas sezonālas svārstības dižriekstu GERM, MGT vai VIAB vērtībās. Šķiet, ka šo

svārstību iemesls ir dižriekstu partiju sākotnējā kvalitāte (dīgtspēja un miera stāvoklis), nevis jebkādi endogēni faktori.

Corbineau F., Xia Q., Bailly C., El-Maarouf-Bouteau H. (2014). Ethylene, a key factor in the regulation of seed dormancy. Front Plant Sci, 5. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00539>.

Augsnē sēklas pakļauj dažādiem vides faktoriem tostarp svarīgi ir: temperatūra, mitrums, skābeklis un gaisma, kas regulē sēklu dīgšanu un sekojošo sējeņu augšanu.

Fāze I: dīgšanas procesu uzsāk ar imbibīciju, kas ir nepieciešams, lai aktivizētu elpošanas vielmaiņu, kā arī transkripcijas un translācijas darbības.

II fāzē, ko sauc par dīgtspēju *sensu stricto*, ūdens uzņemšana beidzas un sākas rezerves mobilizācija.

III fāzei raksturīga radikāļu izvirzījums (Būlijs and Melns, 1994; Būlijs, 1997; Nonogaki et al., 2010; Veitbrehts et al., 2011). Dīgšanai nepieciešamas īpašas temperatūras, skābekļa līmenis un gaisma, precīzas proporcijas, kas ir raksturīgas attiecīgai sugai.

Tomēr, ja sugu sēklām (vai pat sugu ietvaros) nav dīgtspējas un to var darīt ar grūtībām, arī inkubējot šķietami labvēlīgos apstākļos, tad tos uzskata par snaudošiem (t.i., ūdens, gaiss, temperatūra), kādā sēklas guļ (Būlijs and Melns, 1994; Corbineau and Kome, 1995; Bewley, 1997).