



**DIŽSKĀBARDIS –
EKOLOĢISKĀS ĪPAŠĪBAS UN ATJAUNOŠANA**

Investīciju projekta identifikācijas Nr. 5.1.1.2.i.0/1/22/A/CFLA/007



© LVMI "Silava"

Saturs

Ievads	4
Dižskābarža izplatība	5
Dižskābarža mežsaimnieciskās īpašības	7
Atjaunošanās	8
Dižskābarža atjaunošana	11
Sēklu ievākšana un uzglabāšana	12
Stratifikācija un sēšana	13
Dižskābarža stādu audzēšanas pieredze citās valstīs	15
Lapu koku stādmateriāla audzēšanas pieredze Latvijā	18
Literatūra.....	20

IEVADS

Interese par lapu koku audzēšanu Eiropas valstīs pieaug. Klimata pārmaiņu radītie riski skuju koku (jo īpaši – egļu) mežaudzēm ir ļoti augsti un lapu koku audzēšana tiek uzskatīta par alternatīvu, kas ilgtermiņā ļautu palielināt mežu adaptācijas spējas un nodrošinātu mežu sniegto pakalpojumu ilgtspējību. Tā, piemēram, bērzs pašlaik ir kļuvis par saimnieciski nozīmīgāko lapu koku sugām Latvijā un citās Baltijas jūras reģiona valstīs. Interese par bērza audzēšanu ir pieaugusi ne vien Somijā un Latvijā, kurās šī suga tradicionāli bijusi nozīmīga, bet arī, piemēram, Zviedrijā, kur vietējo meža īpašnieku attieksme pret lapu koku audzēšanu vienmēr bijusi skeptiska.

Lapu koku audzēšanas metodes laika gaitā ir progresējušas, ņemot vērā pieejamos tehnoloģiskos risinājumus un finansiālos resursus. Pieaugusi meža atjaunošana, izmantojot dažādas metodes – pašatjaunošanos, sēšanu un stādīšanu. Neskatoties uz metožu dažādību, to kopējais mērķis ir veicināt veselīgu, stabilu un noturīgu mežaudžu izveidi nākotnē. Lai gan lapu koki spēj efektīvi pašatjaunoties, tomēr mērķtiecīga audžu ierīkošana ar augstvērtīgu stādmateriālu palīdz iegūt kvalitatīvu mežaudzi īsākā laika periodā. Latvijā ir tendence palielināties pieprasījumam pēc bērza un melnalkšņa stādiem un lapu koku sēklu trūkums faktiski ir vienīgais iemesls, kādēļ audzēšanas apjomi pēdējos gados nav būtiski palielinājušies. Ņemot vērā pieaugošos egļu mežaudžu audzēšanas riskus, var sagaidīt, ka pieprasījums pēc lapu koku stādmateriāla palielināsies arī nākotnē.

Dižskābardis Latvijā ir introducēta koku suga, kura Latvijas rietumu reģionos uzrāda ļoti labus augšanas rādītājus. Vecās, simtgadīgās dižskābaržu mežaudzes un parki Šķēde, Rudbāržos un citviet Kurzemē apliecina šīs koku sugas lielisko adaptāciju mūsu apstākļos. Interese par mūsu mežu daudzveidības palielināšanu un vitālu, noturīgu un ekonomiski pamatotu lapu koku mežaudžu ierīkošanu daudziem meža īpašniekiem ir radījusi interesi par dižskābardī. Atšķirībā no tradicionāli audzētajiem lapu kokiem – bērzu un melnalksnis, pieredzes dižskābarža stādu audzēšanā Latvijā ir maz. Šis literatūras apkopojums sniedz ieskatu par dižskābarža mežaudžu atjaunošanas pamatprincipiem un stādmateriāla audzēšanas pieredzi citās Eiropas valstīs, kā arī izvērtē iespējas šīs sugas stādmateriāla audzēšanai pielietot pieredzi, kura iegūta lapu koku sugu stādu ražošanā Latvijā.

DIŽSKĀBARŽA IZPLATĪBA

Parastais jeb Eiropas dižskābardis (*Fagus sylvatica* L.) ir Eiropas dienvidos un centrālajā daļā plaši sastopams koks, kura dabiskās izplatības areāls pakāpeniski samazinās virzienā uz ziemeļiem (1. att.). Tiek uzskatīts, ka šīs koku sugas straujo un ģeogrāfiski plašo izplatību Eiropā veicinājusi cilvēka darbība – līdumu saimniecības ieviešanās un ogļu dedzināšana (Bradshaw et al., 2010). Sauss klimats un veģetācijas sezona, kas īsāka par pieciem mēnešiem gadā, ierobežo dižskābarža izplatības areālu (Elisovetcaia et al., 2021a). Dižskābaržus tīraudzēs un mistraudzēs iespējams sastapt no Zviedrijas dienvidiem līdz Pireneju pussalai (tikai ne Spānijas dienvidos), Itālijai un Balkānu pussalai, kā arī no Apvienotās karalistes līdz pat Ukrainai (Augustaitis et al., 2016). Koks dod priekšroku mērenam klimatam, ar maigām ziemām (vidējā gaisa temperatūra ilgstoši neatrodas zem +4,5 līdz +5°C) un siltu, mitru vasaru (Bolte et al., 2007). Klimata pārmaiņām turpinoties, dienvidos pieaugs vidējā gaisa temperatūra, samazināsies ikgadējais nokrišņu daudzums, līdz ar to šie reģioni vairs nebūs tik piemēroti dižskābarža efektīvai augšanai savvaļā, savukārt tieši ziemeļu reģiona valstīs un augstākos kalna reģionos šo sugu varēs sastapt aizvien biežāk (Lendzion & Leuschner, 2008; Stjepanović et al., 2018).

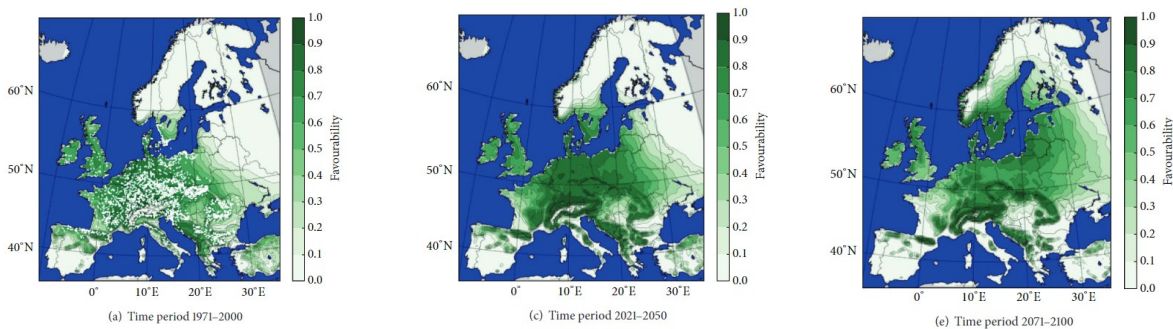


1. att. Eiropas dižskābarža izplatības areāls (attēls – EUFORGEN)

Optimālai sugas augšanai nepieciešams vismaz 600–1000 mm nokrišņu gadā, lai gan tas spēj augt arī apstākļos, kad nokrišņu apjoms ir aptuveni 520 mm gadā (Packham et al., 2012). Suga spēj paciest īslaicīgus sausuma periodus (līdz 3 mēnešiem), ilgāka atrašanās šādos apstākļos ievērojami samazina koku dzīvotspēju (Elisovetcaia et al., 2021b). Dižskābardis ir viena no koku sugām Eiropā, kas sastopama augstumā no 100 m līdz pat 2000 m. v.j.l. (Procházková & Bezděčková, 2008). Neskatoties uz to, ka dižskābarži spēj pielāgoties un efektīvi augt kalnainākās vietās, “pārrāvums” to izplatībā Eiropā veidojas tieši Alpu kalnu reģionā (Packham et al., 2012). Dižskābarža augšana uzlabojas, ja izplatības areāla robežās stāda šīs sugas kokus ar slāpekli (N) dabiski bagātīgās, vai arī mērķtiecīgi bagātinātās augsnēs. Šādi apstākļi pozitīvi ietekmē ne tikai sekmīgu koku ieaugšanu un turpmāko pašatjaunošanos, bet arī uzlabo radiālos pieaugumus (Augustaitis et al., 2016).

Latvijā dižskābardis uzskatāms par introducētu sugu un lielākoties sastopams tikai mērķtiecīgi veidotos apstādījumos un ļoti reti – mežaudzēs (lielākoties Kurzemē) (Puriņa et al., 2016). Līdz nesenam laikam dižskābarža izplatības areāla ziemeļu robeža bija Polijas ziemeļi, bet līdz 21. gadsimta beigām prognozēts, ka klimata pārmaiņu rezultātā Eiropas ziemeļu reģiona valstis (tai skaitā Baltijas valstis) kļūs piemērotas dižskābardim (Kramer et al., 2010), savukārt dienvidos tie būs sastopami retāk (Bolte et al., 2007). Centrālajā Eiropā dižskābardis biežāk sastopams līdzenumos, savukārt Vidusjūras reģionā tas raksturojams kā kalnaino apvidu koks (Augustaitis et al., 2016). Dabiskās (primārās) dižskābarža mežaudzes gandrīz vairs nav sastopamas nedz Amerikas, nedz Eiropas kontinentā, tā kā savulaik tās plaši tika izcirstas, lai iegūtu zemes lauksaimniecības vajadzībām (Peters, 1997). Vairums dižskābarža audžu izplatības areāla ziemeļu daļā (Vācija, Polija, Zviedrijas dienvidi) tika atjaunotas ar skuju kokiem (Bolte et al., 2007; Övergaard, 2012) un tāpēc šobrīd lielākā daļa dižskābarža mežaudžu ir antropogēni ierīkotas (Wagner et al., 2010a).

Jau kopš 18. gadsimta daudzviet Eiropā dižskābardis izmantoja kā dekoratīvu apstādījumu koku, līdz ar to laika gaitā suga adaptējusies daudzviet un sastopama arī ārpus sava dabiskā izplatības areāla (Packham et al., 2012). Latvijā pirmo reizi dižskābardis stādīts 19. gadsimta otrajā pusē (Ceylon et al., 1997). Lielākā daļa dižskābaržu mežu izvietoti Kurzemē, jo maigākais piejūras klimats ir piemērotāks šai centrālās Eiropas koku sugai. Arī nesen veiktie pētījumi apliecina, ka dižskābardis Latvijas rietumu reģionos ir adaptējies labi un veido vitālas, produktīvas mežaudzes (Jansone D. et al., 2023).



2. att. Eiropas dižskābardim piemērotās platības – prognožu modelis līdz 2100. gadam. Tumšāka krāsa iezīmē piemērotākos augšanas apstākļus (Falk & Hempelmann, 2013)

Dižskābarža mežu ģenētiskā daudzveidība ir daudz pētīta, gan lai izprastu sugas migrācijas ceļus un virzienus holocēna laikmetā, gan arī lai veidotu izpratni par dažādu izcelsmju genotipu adaptācijas spēju atšķirīgos reģionos. Atbilstoši pieejamajiem prognožu modeļiem dižskābarža dabiskais izplatības areāls pārvietojas ziemeļu virzienā un šai sugai ir potenciāls nākotnē izplesties Skandināvijas centrālajā daļā, Baltijas valstīs un lielākajā daļā Baltkrievijas (Kramer et al., 2010; Falk & Hempelmann, 2013). Lai arī ir zināmi daudzi pozitīvi piemēri par labas kvalitātes dižskābaržu audzēm tuvu sugas izplatības ziemeļu robežai Lietuvā, Polijas ziemeļos un Latvijā, ir svarīgi zināt šī ģenētiskā materiāla patieso izcelsmes reģionu, lai varētu atlasīt konkrētajam reģionam vispiemērotākās populācijas. Pastāv uzskats, ka Eiropas centrālās un ziemeļu daļās dižskābaržu populāciju izcelsme ir Francijas dienvidu reģioni.

Interesants pētījums veikts Lietuvā, kur skaidrotas vairāku šīs valsts dižskābaržu audžu ģenētiskā izcelsme. Lietuvā, kur, līdzīgi kā Latvijā, dižskābardis ir introducēts. Zināmā mērā pārsteidzošs ir rezultāts, ka šīs valsts dižskābaržu audzēm raksturīga liela ģenētiskā daudzveidība,

jo arī Lietuvā dižskābardī deviņpadsmitajā gadsimtā ieviesa vācu izcelsmes mežkopji. Pētījumā apstiprināts, ka Lietuvas dižskābaržu audzes cēlušās gan no dažādiem Polijas reģioniem, gan no Bavārijas Alpiem un Karpatu kalniem (Kembrytė et al., 2021). Iespējams, ka šāda veida pētījums par Latvijas dižskābaržu izcelsmi arī atklātu interesantus faktus par to izcelsmi un reģioniem Eiropā, no kuriem potenciāli būtu iespējams iegūt mūsu apstākļos adaptētus spējīgu dižskābaržu reproduktīvo materiālu.

DIŽSKĀBARŽA MEŽSAIMNIECISKĀS ĪPAŠĪBAS

Dižskābardis var sasniegt 30–35 m augstumu, kā arī 50–70 cm caurmēru (Ostolache & Ostolache, 2002). Kokiem veidojas plašs vainags, kas nodrošina spēcīgu noēnojumu zemsedzei. Tam ir izteikti taisns un spēcīgs stumbrs. Miza gluda un sudrabaini pelēka, bet dažreiz pat pelēcīgi zaļa. Koku jaunie dzinumi pirmajā gadā sarkanīgi brūni, kas vēlāk kļūst pelēcīgi. Lapas parasti 4–10 cm garas, ovālas (Packham et al., 2012). Suga ir ēncietīga, tāpēc spēj izveidot spēcīgu paaugu citu koku mežaudzēs. Šī iemesla dēļ iespējams un pat ieteicams dižskābardī audzēt mistraudzēs (Wagner et al., 2010a). Tas bieži sastopams augot kopā ar ozoliem (*Quercus* spp.), kā arī daudzām citām lapu koku sugām. Dižskābarži ir viena no sugām, kas veido bagātīgus platlapju mežus (Ostolache & Ostolache, 2002).

Sugas ziemeļu izplatības areāla robežās dižskābardis var augt kopā arī ar skuju kokiem – priedi un egli (Övergaard, 2012). Tas samērā veiksmīgi atjaunojas un aug mistrojumā kopā ar parasto egli (*Picea abies*). Abas šīs sugas savstarpēju veicina viena otras augšanu – eglei uzlabojas augsnes sastāvs, proti, paaugstinās trūdvielu sastāvs un augsne kļūst minerālvielām bagātīgāka, savukārt, dižskābardim tiek egles radītais apēnojums (Packham et al., 2012).

Pieaugušiem kokiem raksturīga plaša un sekla sakņu sistēma, tomēr dižskābaržu augšanu vējgāzes un vējlauzes būtiski neietekmē (Wagner et al., 2010a). Dabiskie dižskābarža meži var veidoties dažādās augsnēs, tomēr labprāt dod priekšroku vidēji mitrām līdz mitrām un labi drenētām augsnēm. Tas nepiecieš smagas slikti drenētas augsnes, augstu gruntsūdeni un regulāru applūšanu (Bolte et al., 2007). Visoptimālākais augsnes pH ir 3,5 līdz 8,5, savukārt kokam netiek augt izteiktās kūdras un smilšainās augsnēs vai palienēs (Packham et al., 2012). Līdzīgi kā egle, arī dižskābardis izraisa augsnes paskābināšanos (Hagen-Thorn et al., 2004).

Lai gan graužēji un pārnadži mēdz baroties arī ar dižskābarža jaunajiem dzinumiem, šī koku suga ir vērtējama kā samērā izturīga pret šāda veida postījumiem (Packham et al., 2012), tomēr jāņem vērā, ka tik ilgi, līdz dzīvnieki spēj sasniegt dzinumu galotnes pumpurus, koki var tikt apdraudēti. Neskatoties uz dažādiem apdraudējumiem, dižskābardis tradicionāli tiek uzskatīts par samērā izturīgu koku sugu, kuru salīdzinoši maz apdraud dažādi patogēni (Gömöry et al., 2010a). Arī Latvijā augošajiem dižskābaržiem līdz šim nav konstatēti ievērojami riski, kas radītu apdraudējumu to audzēšanai (Jansone L., 2019). Diemžēl pēdējā laikā no vairākām Eiropas valstīm tiek saņemti arvien satraucošāki signāli par dižskābaržu bojāeju fitoftoras (*Phytophthora* spp.) infekcijas rezultātā (Corcobado et al., 2022; Jankowiak et al., 2023; Tkaczyk et al., 2023).

Simtgadīgā dižskābaržu mežaudzē vidējā koka tilpums var sasniegt 1,63 m³ un audzes kopējā krāja – līdz pat 867 m³ ha⁻¹ (Ceylon et al., 1997). Arī Latvijā ir apstiprinājies, ka dižskābarža mežaudzes var būt ļoti produktīvas. Dreimaņa (2006) pētījumā konstatēts, ka 115 gadus vecā dižskābaržu mežaudzē koksnes krāja sasniedz 818 m³ ha⁻¹. Lai arī daudzviet ir pieejamas ziņas par ļoti augstu dižskābarža produktivitāti izcilas kvalitātes mežaudzēs, tomēr jāreķinās, ka reālie produktivitātes dati visbiežāk ir ievērojami zemāki. Slovākijā vidējā krāja

dižskābarža mežaudzēs ir 232 m³ ha⁻¹ (Gömöry et al., 2010b), kas aptuveni atbilst, piemēram, bērza mežaudžu vidējai krājai Latvijā.

Dižskābarža koksne tradicionāli Eiropā ir ļoti plaši pielietota dažādiem mērķiem – lielākoties iekštelpu apdares (parkets) vai arī galdniecības un mēbeļu ražošanas vajadzībām (Wagner et al., 2010; Övergaard, 2012). Dižskābardis savulaik eiropiešiem ir bijis ļoti nozīmīgs kurināmais (Packham et al., 2012). Mūsdienās dižskābarža koksne plaši tiek pielietota dažādu līmēto un laminēto materiālu izgatavošanai (Pramreiter & Grabner, 2023).

Dižskābarža augļiem ir augsts tauku saturs (40%), līdz ar ko agrāk to izmantoja kā vērtīgu pārtikas piedevu. Uzturā drīkst lietot tikai termiski apstrādātus riekstus, jo svaigā veidā lielos apjomos tie satur cilvēka organismam kaitīgas vielas (<http://www.plantura.garden.uk>).

ATJAUNOŠANĀS

Dižskābarža plašā un ļoti sekmīgā izplatībā Eiropas kontinentā pēcledus laikmetā ir apliecinājums šīs sugas plastiskumam un lieliskajai atjaunošanās spējai (Magri, 2008). Tas labi atjaunojas gan ģeneratīvi, gan veģetatīvi ar celmu atvasēm (Övergaard, 2012).

Dižskābarža ziedputekšņi spēj lidot līdz pat 250 m attālumā no koka, savukārt sēklu izkliede ir aptuveni 20–25 m rādiusā ap koku (Teissier Du Cros et al., 2004; Oddou-Muratorio et al., 2010). Ar putnu un dzīvnieku starpniecību neliels apjoms sēklu nonāk arī tālākās distancēs. Dižskābaržu sēklas un ziedputekšņi ir diezgan smagi, tāpēc salīdzinoši ar citām koku sugām, tie nelido tālu (Wagner et al., 2010a) un ļoti nozīmīga loma apputeksnēšanās periodā ir vēja virzienam un stiprumam (Packham et al., 2012).

Atsevišķi augošajiem dižskābaržiem ziedēšana un sēklu ražošana sākas agrāk, nekā mežaudzēs augošiem. Individuālajiem kokiem šis process var sākties sasniedzot 40 līdz 50 gadu vecumu (Wagner et al., 2010a), kamēr mežaudzē augošajiem krietni vēlāk – 60 līdz 70 gadu vecumā (Övergaard, 2012). Pastāv viedoklis, koka caurmērs virs 20 cm ir indikators, kas apliecina, ka dižskābardis var sākt ražot sēklas (Jansone L., 2019). Dižskābaržiem sēklu ražošanas gadi ir ļoti neregulāri – ar 2 līdz 10 (Wagner et al., 2010a) vai pat 15 līdz 20 gadu (Elisovetcaia et al., 2021a) intervāliem. Procházková & Bezděčková (2008) apgalvo, ka ļoti labus dižskābarža sēklu gadus var gaidīt ik pēc 5–10 gadiem, savukārt mazāk ražīgi gadi var būt ar 3–5 gadu intervālu. Tas apliecina, ka dižskābaržu sēklu gadi ir ļoti neregulāri un samērā grūti prognozējami.

Sēklu ražu būtiski ietekmē klimatiskie apstākļi – ja divus gadus pēc kārtas ir mēreni sauss un silts pavasaris, kam seko arī silta vasara, iespējams sagaidīt teicamu sēklu ražu. Ja laikapstākļi divu gadu laikā tomēr neattaisno cerības pilnībā, sēklu ražas var nebūt vai arī tā būs mazāka. Dižskābardis zied pavasarī (aprīlī un maijā), un nestabilie laikapstākļi šajā periodā var samazināt nākotnes sēklu ražu. Vēlās pavasara salnas, spēcīgas lietusgāzes un krusa negatīvi ietekmē dižskābaržu ziedēšanu un apputeksnēšanos. Ilgstošs sausums vasarā samazina nākošajā gadā iegūstamo sēklu apjomu. Pat ja augšanas vide un laikapstākļi ir bijuši ilgāku laiku labvēlīgi, koks nespēj ziedēt un ražot sēklas lielos apjomos divus gadus pēc kārtas (Övergaard, 2012).

Dižskābarža augšanu pozitīvi ietekmē kaļķošana, tomēr uz sēklu ražošanu šis augsnes ielabošanas paņēmieni būtisku pozitīvu efektu neatstāj (Bauhus et al., 2004).



*3. att. Dižskābarža sēklas (rieksti), kuras klāj neatvērīes augļa vīkals
(Foto: Aivars Gulbis (www.redzet.eu)).*

Sēklas (rieksti) nogatavojas tā paša gada septembrī un oktobrī (3. att.). Tie atveras vēlā rudenī, kad vidējā gaisa temperatūra jau ir tuvu vai zem nulles (Wagner et al., 2010a). Labos sēklu ražas gados no viena sēklas koka iespējams ievākt līdz pat 8 kg sēklu (Procházková & Bezděčková, 2008). Dānijā veiktajā pētījumā secināts, ka labos sēklu gados iespējams iegūt līdz pat 307–1168 sēklām/m². Neskatoties uz šo šķietami bagātīgo ražu, parasti 10–18% sēklu ir dažādu slimību inficētas vai ar kukaiņu bojājumiem, savukārt 10–12% ir tukšas (Olesen & Madsen, 2008a); ir ziņas, ka pat 40% no briedumu sasniegušajām sēklām ir bojātas (Jansone L., 2019). Aptuvenais 1000 sēklu svars variē no 100 līdz 350 gramiem (ar mitruma saturu 8–10%) (Elisovetcaia et al., 2021b). Arī starp bagātīgiem sēklu ražas gadiem dižskābarži nelielos apjomos veido sēklas un nereti arī ar šādiem nelieliem apjomiem iespējama veiksmīga audzes pašatjaunošanās, ja ir atbilstoši apkārtējās vides apstākļi (Övergaard, 2012).

Dižskābarža mežaudzes pašatjaunošanās notiek samērā ilgi un veiksmīgai šī procesa norisei nepieciešams pieaugušo koku apēnojums. Jo vecāka ir mežaudze, jo problemātiskāka ir tās pašatjaunošanās. Dižskābaržu pašatjaunošanos negatīvi ietekmē zema augsnes auglība un pH (Wagner et al., 2010a). Ja zem vainagu klāja izveidojušies 20 līdz 50 sējeņi m⁻², to var novērtēt kā labu dižskābarža pašatjaunošanos (Procházková & Bezděčková, 2008). Lai arī nereti pēc sēklu izbiršanas audzē var konstatēt līdz pat 300 000 sējeņu ha⁻¹, pirmajos augšanas gados notiek intensīva to atmiršana. Šī iemesla dēļ sākotnēji liels sējeņu skaits var radīt maldinošu iespaidu, ka audze ir veiksmīgi pašatjaunojusies.

Dabisko atjaunošanos var veicināt ar augsnes gatavošanu. Iepriekš sagatavotā augsne atjaunošanās var būt pat 100 reizes labāka, salīdzinot ar nesagatavotām platībām (Olesen & Madsen, 2008b). Augsnes gatavošanu ieteicams veikt vasaras beigās vai arī rudens sākumā, īsi pirms sēklu izbiršanas (Övergaard, 2012).

Sēklu dīģšanu un sējeņu veidošanos zem vainagu klāja ietekmē daudzu faktoru komplekss – gaismas daudzums un intensitāte, veģetācija, mikroklimats un konkurējošo koku sugu sējeņu daudzums (E Silva et al., 2012). Atvērumu veidošana pieaugušās audzes vainagu klājā veicina dižskābarža pašatjaunošanos, tomēr jārēķinās, ka gaismas apstākļu uzlabošanās vienlaicīgi

veicina arī pioniersugu (apse, bērzs) ieviešanos, kas dižskābarža sējeņiem var radīt spēcīgu konkurenci (Žemaitis et al., 2019). Lai arī dižskābardis ir ļoti ēncietīgs, tomēr valdaudzes vainaga klāja retināšana (atvērums veidošana) uzlabo gan sēklu dīgšanu (Szwagrzyk et al., n.d.), gan sējeņu pieaugumus (Collet et al., 2001). Atvērums veidošanu ir nepieciešams saskaņot ar dižskābarža sēklu ražas gadiem (Madsen & Hahn, 2008). Dižskābarža sējeņu vitalitāti un atjaunošanās sekmes lielā mērā nosaka arī pārnadžu populācijas blīvums (Axer et al., 2021) un nereti sekmīga atjaunošanās bez platības iežogšanas ir ļoti apgrūtināta (Madsen & Hahn, 2008).

Zviedrijā vairumos gadījumos dižskābaržu mežaudzes atjauno dabiski, pielietojot dažādas atjaunošanās veicināšanas metodes – izlases cirtes, augsnes sagatavošanu pirms sēklu izbiršanas, kā arī konkurējošās veģetācijas pļaušanu, jeb agrotehniskā kopšanu. Lai gan šī suga ir ēncietīga, pārāk blīvs augu noēnojums samazina sēklu dīgšanas iespējamību. Atjaunojamajā platībā mēdz saimniekot pēc nekailciršu metodes, kur palikušie koki nodrošina sējeņiem daļēju apēnojumu un pasargā tos no salnām. Apkārt atjaunojamajām platībām mēdz atstāt blīvu koku, krūmu apaugumu, kas daļēji pasargā jaunos kokus no pārnadžu bojājumiem (Övergaard, 2012).

Dižskābarža jaunaudzēs radiālos pieaugumus vairāk ietekmē nevis vidējā gaisa temperatūra veģetācijas periodā, bet gan ūdens deficīts (nokrišņu daudzums) (Stjepanović et al., 2018). Ūdens pieejamība būtiski ietekmē sējeņu saglabāšanās rādītājus, kā arī turpmāko augšanas potenciālu. Ilgstošā sausumā veidojas sekla sakņu sistēma ar īsām un resnām saknēm (Hájíčková et al., 2017). Dabiskās atjaunošanās laikā nepietiekams mitruma līmenis var samazināt sējeņu apjomu līdz pat 60% (Packham et al., 2012). Mitruma deficīta izraisīts stresa apstākļos sējeņiem veidojas mazas lapas, palēninās dzinumumu augšana, kas kopumā apgrūtina fotosintēzes procesu, kā rezultātā jaunie koki zaudē vitalitāti (Lendzion & Leuschner, 2008; Jarčuška, 2009).

Neskatoties uz to, ka dižskābardim patīk noēnojums, tā pašatjaunošanos var kavēt ļoti blīvais valdaudzes koku vainags. Šādos apstākļos samazinās ne tikai izdīgušo sēklu skaits, bet arī palēninās jauno koku augšanas temps (Madsen & Larsen, 1997). Ir piemērs, ka mežaudzē ar augstu biežību 20-gadīgi dižskābarži bijuši vien 50 cm augsti, savukārt, pēc audzēs kopšanas un līdz ar to gaismas pieejamības pieaugšanu, tuvāko septiņu gadu laikā šie koki sasnieguši gandrīz 3 m augstumu (Jarčuška, 2009). Tas apliecina, ka sekmīga dižskābarža dabiskā atjaunošana ir komplekss un sarežģīts pasākums, kurā uzmanība jāvelta ne vien sējeņu rašanas fāzei, bet arī valdaudzes vainagu savlaicīgai retināšanai un izveidotās jaunaudzēs kopšanai.

Nepietiekams apgaismojums negatīvi ietekmē dižskābaržu augstuma pieaugumus, savukārt, tas būtiski neietekmē caurmēra pieaugumu veidošanos. Lielākoties caurmēru attīstību kavē spēcīgs aizzēlums. Pārāk blīva nevēlamā veģetācija var ne tikai novājināt koku, bet arī izraisīt tā bojā eju. Pēc audzes sastāva kopšanas, kā rezultātā palielinās gaismas pieejamība tajā, īpaša nozīme jāpievērš agrotehniskajai kopšanai. (Jarčuška, 2009).

Ja augsnes pH līmenis ir zemāks par 3,5, dižskābarža sējeņiem nespēj attīstīties spēcīga sakņu sistēma, kā arī tie kļūst jutīgāki pret patogēnu negatīvo ietekmi (Övergaard, 2012). Skābās augsnes iespējams veikt kaļķošanu, kas uzlabo dižskābaržu augšanas potenciālu. Lai kaļķošana sniegtu pozitīvu ietekmi, to nepieciešams veikt vismaz pāris gadus (5 līdz 10 gadi) pirms dižskābaržu atjaunošanas. Bet šī procesa nepieciešamība ir rūpīgi jāizvērtē, jo, ja augsnes pH ir 6 vai augstāks, tad kaļķošana var pat pasliktināt augšanas apstākļus un rezultātā sēklas, stādi spēcīgi novājinās vai pat bojā.

Meža nobiras (lapas, skujas, zari) spēj labvēlīgi ietekmēt dižskābarža sēklu saglabāšanos un dīgšanu; proti, šāds aizsargs pasargā sēklas no pelēm, putniem, kā arī mazina sēklu bojāeju salnās. Pārāk biezs nobiru slānis var kavēt sēklu dīgšanu reģionos, kur to sadalīšanās notiek lēnāk,

proti, ziemeļos (Packham et al., 2012). Dižskābaržu pašatjaunošanās sekmīgāk notiek kaļķainās augsnēs, no vēja pasargātās vietās, kur notiek aktīva nobiru sadalīšanās (Watt & Brown, 1954).

DIŽSKĀBARŽA ATJAUNOŠANA

Dižskābarža mežu atjaunošana Eiropā lielā mērā balstās uz dabisko atjaunošanos, kas kopumā tiek uzskatīta par pietiekoši efektīvu un lētu metodi (Wagner et al., 2010b). Dabiskajai atjaunošanai gan ir arī trūkumi – tā ne vienmēr ļauj sasniegt prognozējamus rezultātus un nereti, gaidot dabisko atjaunošanos zem pieaugušās mežaudzes vainagu klāja, pamataudzes koku stumbru kvalitāte sāk samazināties (Hahn et al., 2005).

Dižskābardis var atjaunot ar sēšanu, kas ir lētākais, tomēr ne vienmēr efektīvākais atjaunošanas paņēmieni. Lai varētu cerēt uz apmierinošu rezultātu, nepieciešama rūpīga sēklu koku atlase un augsnes gatavošana. Dižskābaržu sēšana var būt ekonomiski pamatojama, ja nepieciešams atjaunot lielākas platības (Baumhauer et al., 2004; Wagner et al., 2010).

Neskatoties uz sēšanas priekšrocībām, tās rezultātu spēcīgi apdraud dažādi grauzēji, putni un dzīvnieki, kas labprāt savā uzturā lieto dižskābarža sēklas.

Tā kā dižskābardim sēklu iegūšanas gadi ir ļoti neregulāri, ir svarīgi pareizi tās ievākt un galvenais – spēt uzglabāt, nesamazinot dīgtspēju vairākus gadus. Sēklu dīgtspēja ir viens no svarīgākajiem raksturojošiem rādītājiem, ar kuru raksturo sēklu kvalitāti. To ietekmē vairāki faktori – sēklu briedums, bojājumu klātesamība, sēklu ievākšanas un uzglabāšanas laiks un metodes (Procházková & Bezděčková, 2008).

Pieejamās literatūras par dižskābaržu stādījumu ierīkošanu ir ļoti maz. Paļaušanās uz dabisko atjaunošanos vistīcāmāk ir galvenais iemesls, kādēļ dižskābarža stādījumu ierīkošana nav populāra. Pētījumi par dižskābarža atjaunošanu visbiežāk ir plānoti, lai novērtētu šīs sugas potenciālu skuju koku plantāciju aizvietošanai ar “dabiskākiem” lapu koku mežiem, vai apmežotu antropogēna piesārņojuma vai dabisko traucējumu rezultātā iznīkušus mežus. Tā, piemēram Čehijā dižskābardis un kalnu kļava stādīti, lai atjaunotu sēra dioksīda piesārņojuma dēļ bojā gājušas mežaudzes (Balcar et al., 2011).

Ir zināms, ka dižskābardis pastiprināti cieš no pavasara salnām. Tādēļ to Eiropas ziemeļu reģionos iesaka stādīt vai nu zem vainagu klāja, vai izcirtumos stādīt kopā ar sedzēsugu (Podrázský et al., 2019). Stādīšanai var izmantot dažāda veida stādmateriālu. Lielākoties tiek izmantoti 1 līdz 4 gadus veci kailsakņu stādi vai mežēni (Wagner & Lundqvist, 2005). Slovākijā bieži vien dižskābarža mežaudžu atjaunošanai, ierīkošanai izmanto 2- līdz 3-gadīgus kailsakņus, savukārt ietvarstādi tiek izmantoti ļoti reti (Gömöry et al., 2010a). Dānijā kā perspektīva metode tiek ieteikta 2 līdz 4 mēnešu vecu ietvarstādu stādīšana vasarā (Madsen et al., 2006). Pētījumos apstiprināts, ka meža atjaunošanai var izmantot arī apsākņotus dižskābarža spraudņus, kuri pēc apsākņošanas tiek audzēti liela izmēra konteineros (Jurásek, 2007). Līdzīgi kā citu sugu meža reproduktīvajam materiālam, arī dižskābarža ietvarstādiem ir vairākas priekšrocības, salīdzinājumā ar kailsakņiem – garāks stādīšanas periods un labāka izturība transportēšanas un stādīšanas laikā (Kerr, 1994).

SĒKLU IEVĀKŠANA UN UZGLABĀŠANA

Viena no aktuālākajām problēmām dižskābaržu mežu atjaunošanā ir nepieciešamība ilgstoši uzglabāt sēklas. Kā jau minēts, dižskābardim starp labiem sēklu gadiem var būt lieli intervāli. Tas nozīmē, ka sēklu ievākšanai, apstrādei un dīgtspējas saglabāšanai vairāku gadu garumā ir ļoti liela nozīme.

Viens no pirmajiem posmiem ir ievākt pilnībā nogatavojušās sēklas, jo tās spēj uzglabāties visilgāk, nezaudējot savu dīgtspēju (Elisovetcaia et al., 2021b). Dižskābarža sēklu ievākšana notiek rudenī vai pat ziemas sākumā (Suszka, 1975). Sēklas ieskauj ciets, dzeloņains apvalks (vīkals), no kura tās ir jāatbrīvo pirms tālākās sēklu apstrādes un uzglabāšanas. Ieteicams sēklas uzglabāt noslēgtos traukos, pirms tam veicot rūpīgu to šķirošanu, atlasot mehāniski vai kukaiņu bojātās sēklas (Suszka, 1974). Svarīgi visā uzglabāšanas periodā regulāri pārbaudīt to kvalitāti, lai kontrolētu pelējuma un citu bojājumu rašanās risku. Bojātās sēklas nekavējoties jānodala no parējām un jāiznīcina.

Dižskābarža sēklas ir grūti uzglabājamās. Stabilam temperatūras un miruma režīmam glabāšanas laikā ir izšķiroša nozīme. Lai mazinātu sēnīšu slimību attīstību, sēklas pirms uzglabāšanas jāžāvē. Parasti tas notiek ar spēcīgu gaisa plūsmu vai labi ventilējamās telpās (Suszka, 1979). Sēklu žāvēšanas laikā nav ieteicams temperatūru paaugstināt virs +20°C, tā kā pēc ilgstošas atrašanās paaugstinātā temperatūrā sēklas membrāna var tikt bojāta un to dīgtspēja samazinās (Pukacka & Wójcikiewicz, 2003).

Sēklas iespējams uzglabāt kā pēc miera perioda pārtraukšanas, tā arī pirms tā. Dažādos avotos nianses par efektīvāko dižskābaržu sēklu uzglabāšanu atšķiras, bet vienojošais ir tas, ka sēklām jāatrodas relatīvi vēsās, pat aukstās telpās un jānodrošina zems mitruma piesātinājuma līmenis sēklās. Sēklu dīgtspēja ir atkarīga no dažādiem faktoriem – mitruma, temperatūras un uzglabāšanas laika. Gosling (1991) raksta, ka dižskābaržu sēklu dīgtspējas samazināšanās par 30–40% ik pēc četriem uzglabāšanas gadiem ir sagaidāms rezultāts, kuru novērst ir ļoti sarežģīti.

Dižskābarža sēklas, kuras tikušas izžāvētas līdz 9–10% ūdens piesātinājuma līmenim un ir uzglabātas vismaz divus gadus +3°C vai trīs gadus –10°C, saglabā teicamu dīgtspēju (virs 90%). Savukārt, ja uzglabāšanas periods ir garāks par četriem gadiem, to dīgtspēja var samazināties aptuveni par 20%. Ja sēklas izžāvētas vairāk – līdz 5–6% ūdens piesātinājumam, to dīgtspēja pēc ilgstošas uzglabāšanas var kļūt vēl zemāka.

Čehijā ilgtermiņa sēklu uzglabāšanai ar 8–10% mitruma saturu izmanto polietilēna maisus, kuri nodrošina vienmērīgu gaisa caurlaidību. Kā trūkumu šādai uzglabāšanai var minēt to, ka neuzmanīgas rīcības rezultātā maisu iespējams viegli pārplēst (Procházková & Bezděčková, 2008).

Ilgtermiņa uzglabāšanai būtiskāka nozīme ir mitrumam, savukārt, mazāk sēklu kvalitāti ietekmē uzglabāšanās laiks un temperatūra. Procházková & Bezděčková (2008) konstatējušas, ka pēc 4 gadu uzglabāšanas sēklas ar 5–6% mitruma saturu uzrāda zemāku dīgtspēju, salīdzinot ar tām, kurām mitrums tika uzturēts 8–9% līmenī.

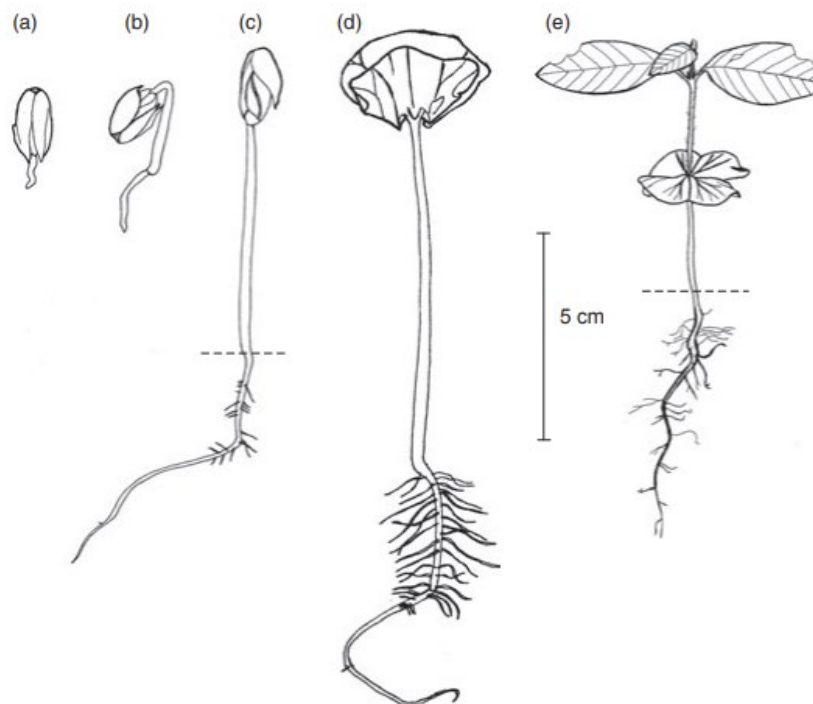
Nesamazinot sēklu dīgtspēju, tās var uzglabāt līdz pat 4 gadiem, uzturot gaisa temperatūru –7 līdz –22°C un 8–9% mitrumu, savukārt zemāks mitruma līmenis ievērojami samazina sēklu kvalitāti (Packham et al., 2012). Sēklām ilgstoši saglabājas laba dīgtspēja, ja tās atrodas pietiekoši zemās temperatūrās no –5°C līdz –15°C (Yilmaz, 2008). León-Lobos & Ellis (2002) pētījumā secināts, ka vismazākais sēklu dīgtspējas zudums ir sēklām ar 11,5% mitruma piesātinājumu un ilgtermiņā uzglabājot tās –10 līdz –20°C temperatūrā.

Sēklām ar augstāku mitruma piesātinājumu atrodies augstākā (siltākā) temperatūrā ir īsāks uzglabāšanas. Jo zemākā temperatūrā sēklas tiks uzglabātas, jo augstāks mitruma piesātinājuma līmenis ir pieļaujams (León-Lobos & Ellis, 2002).

Tetrazolija tests (eng. *tetrazolium test*) ir veids, kā efektīvi noteikt sēklu dzīvotspēju un dīgšanas potenciālu pēc to uzglabāšanas. Metodika paredz, ka sēklas nepieciešams samitrināt, lai sāktos respirācijas process. Lai atvieglotu tetrazola šķīduma iekļūšanu sēklā un notiktu iespējamā krāsošanās, ieteicams noņemt cieto apvalku un veikt nelielus iegriezumus sēklā vai arī caurdurt to. Šķīdumam piemīt sarkana krāsa, kas veselas un dzīvotspējīgās sēklas ūdens apmaiņas un elpošanas laikā iekrāso šajā tonī. Ja tomēr pēc eksperimenta sēklas savu krāsu nav mainījušas, tas nozīmē, ka tajās nenotiek nekādi dzīvības procesi un sēkla uzskatāma par bojā gājušu jeb tukšu (Elisovetcaia et al., 2021b).

STRATIFIKĀCIJA UN SĒŠANA

Sēklu miera periods ir dabisks process, kura mērķis ir pielāgoties apkārtējai videi un ilglaicīgi saglabāt atjaunošanās potenciālu, sagaidot sēklu dīgšanai labvēlīgus apstākļus. Dabiskos apstākļos sēklas pārtrauc savu miera periodu un uzsāk dīgšanu tad, kad dabā rodas iespēja izveidot dzīvotspējīgu sējenu (Soltani et al., 2005).



4. att. Dižskābarža sēklas dīgšanas etapi: a) dīglsaknes parādīšanās no sēklas; b) dīglsaknes turpmākā attīstība un virs sēklapvalka redzams dīglis (hipokotils); c) hipokotila pagarināšanās, dīgļlapu pacelšanās virs zemes; d) dīgļlapas ir gaišas un pakāpeniski sāk izplesties; e) attīstījušās pirmās īstās lapas (Packham et al., 2012)

Stratifikāciju veic ar mērķi stimulēt sēklu “miera perioda” pārtraukšanu un iniciēt dīgšanu. Tas ir procesu kopums, kas modelē dabiskas vides apstākļus (gan mitrumu, gan gaisa temperatūru), kuri parasti ietekmē sēklas pirms dīgšanas. Stratifikācija prasa noteiktu laika periodu, kura laikā sēklas sasniedz morfoloģisko briedumu un līdz ar to ir spējīgas uzsākt dīgšanu (Procházková & Bezděčková, 2008). Tā kā dižskābarža sēklai ir biezs un ciets apvalks, tiek kavēta efektīva ūdens un dīgšanai nepieciešamo vielu uzņemšana, līdz ar to jāreķinās, ka stratifikācijai jāparedz ilgāks laika periods, salīdzinājumā ar citām koku sugu sēklām.

Dižskābarža sēklām raksturīgs garš un noturīgs “miera periods”, pat neskatoties uz to, ka tās atrodas dīgšanai optimālos apstākļos (Elisovetcaia et al., 2021a). Ja stratifikācija veikta pareizi, uzreiz pēc tās dižskābarža sēklas ir gatavas dīgšanai. Dižskābarža sēklu stratifikācija ir samērā laikietilpīgs process, kas var ilgt no 2 līdz 8, iespējams pat 12 nedēļām (Rezaii et al., 2010). Sēklām, kas iegūtas kalnainos reģionos, iespējams īsāks stratifikācijas periods zemās temperatūrās, tā kā šajos reģionos dabiskais periods starp sēklu izbiršanu un ziemas iestāšanos ir īsāks (Suszka, 1974).

Suszka (1974) apraksta, ka aukstā stratifikācijas metode paredz sēklu atrašanos aptuveni 90 dienas 1–3°C temperatūrā un mitrā vidē, nodrošinot sēklu mitruma piesātinājumu 55%. Atrodoties vēsā un mitrā vidē ar vai bez smilts substrāta, sekmīga stratifikācija ilgst 5 līdz 8 nedēļas, bet var sasniegt pat 12 nedēļu garumu. Procesa laikā sākotnēji sēklas tiek izmērcētas aukstā ūdenī aptuveni 48 stundas, kam seko to ievietošana konteineros vai plastmasas maisos, kas tālāk tiek ievietoti ledusskapī. Lai gan metode ir efektīva dižskābaržu sēklu miera perioda pārtraukšanai, tai ir savi trūkumi – procesa laikā sēklas mēdz uzsākt priekšlaicīgu dīgšanu (Packham et al., 2012). Savukārt Suszka (1975 un 1979) iesaka šī procesa laikā sēklām nodrošināt 28–30% mitruma piesātinājumu. Šādas izmaiņas netraucē stratifikācijas gaitu, savukārt ievērojami samazina sēklu priekšlaicīgas dīgšanas iespējamību. Tiklīdz vairumam sēklu miera periods ir pārtraukts, mitrumu paaugstina, lai sekmētu turpmāko dīgšanas procesu (Wagner et al., 2010a). Sēklu dīgšana un dīgtspējas saglabāšanās ir tieši saistīta ar temperatūras un mitruma izmaiņām, tāpēc šī stratifikācijas laikā nav ieteicams strauji mainīt apkārtējās vides apstākļus. Pēc uzglabāšanas sēklām jāatjauno ūdens piesātinājuma līmenis (Suszka, 1979).

Neskatoties uz to, ka dižskābaržu sēklām veic stratifikāciju, to dīgtspēja samazinās, pieaugot to uzglabāšanas laikam. Sēklas, kas uzglabātas vienu līdz divus gadus, sāk dīgšanas procesu vidēji par 30–40 dienām ātrāk, nekā tās, kas uzglabātas vairāk kā trīs gadus (Suszka, 1974). Dižskābardim dīgšanas sākumā ieteicams nodrošināt vēsu un noēnotu vidi. Sējeņiem attīstoties, tos var novietot vietās ar aizvien lielāku apgaismojumu, bet joprojām jāizvairās no tiešiem saules stariem. Lielāki sējeņi jau spēj pielāgoties augšanai arī pilnīgā apgaismojumā (Elisovetcaia et al., 2021b).

Viens no kritiskākajiem periodiem ir no dižskābarža sēklu dīgšanas sākšanās līdz apsākšanās brīdim. Tieši tad īpaši jākontrolē vidējās gaisa temperatūras un mitruma izmaiņas. Ja šiem rādītājiem netiek pievērsta būtiska uzmanība, līdz pat 90% sākotnēji augstvērtīgo sēklu var aiziet bojā (Elisovetcaia et al., 2021a).

Līdz šim dižskābarža sēšana notikusi manuāli vai arī izmantojot rindu sējmašīnas, kas diemžēl nav tik precīzas – sēklas netiek vienmērīgā dziļumā izvietotas augsnē. Viens no risinājumiem ir mehanizētā sēšana, kas paredz vienas sēklas iesēšanu augšanai paredzētajā vietā (eng. *single-seed sowing method*) ar disku pneimatisko sējmašīnu. Grūtības šajā procesā var radīt dižskābarža sēklu forma – tās ir salīdzinoši lielas un šķautņainas. Neskatoties uz to, šādu dižskābaržu sēšanas metodi iespējams efektīvi izmantot, ko pierādījis Walczyk & Walczykova (2016) Polijā veiktais pētījums.

Ieticams dižskābarža sēklu iesēt 1–2 cm dziļumā, lai jau dīgšanas laikā nākotnes kokam sāktu attīstīties spēcīga mietsakne. Pirmajā augšanas gadā dižskābarža sējenis spēj sasniegt 15 līdz 40 cm augstumu, kas atkarīgs no nodrošinātajiem augšanas apstākļiem (Elisovetcaia et al., 2021b).

Ja plānota dižskābaržu audzēšana laukā (kailsakņi), sēšana jāveic tā, lai sēklas uzsāktu dīgšanu maijā, kad samazinās pavasara salnu apdraudējums. Labas dīgspējas pamatā ir veselas sēklas, un viens no indikatoriem ir to krāsa – sēklām jābūt gaiši līdz tumši brūnām bez acīmredzamām deformācijām vai kukaiņu bojājumiem.

DIŽSKĀBARŽA STĀDU AUDZĒŠANAS PIEREDZE CITĀS VALSTĪS

Nodaļā aprakstītas atziņas par dižskābarža stādmateriāla audzēšanu, kuras iegūtas Dānijā, kur apmeklētas divas kokaudzētavas, kurās dižskābarža stādi tiek audzēti atbilstoši divām atšķirīgām tehnoloģijām. Jāatzīmē, ka, abās kokaudzētavās izaudzētos stādus pielieto ne vien meža atjaunošanai, bet arī dzīvzogu ierīkošanai, kas šobrīd Dānijā veido lielāko pieprasījumu pēc dižskābaržu stādmateriāla.



(a)



(b)

5. att. Dižskābarža sēklu uzglabāšana mucās (a); metāla ribas mucas iekšpusē, kas, mucas rotējot, maisa un ventilē sēklas (b)

Lai arī dižskābardis Eiropā ir saimnieciski nozīmīga suga un stādu audzēšanas prakses vispārējie principi ir līdzīgi daudzviet, tomēr daudzas nozīmīgas detaļas var būt atšķirīgas dažādās kokaudzētavās un atkarības no konkrētās kokaudzētavas ilglaicīgās pieredzes un prakses. Kokaudzētavā Hjorthede (Hjorthede Planteskole <http://hjorthede.dk/index.php>) tiek audzēti dižskābarža kailsakņu stādi. Kokaudzētavas vadītājs uzsver, ka vislielākā vērība veltāma tieši pareizai dižskābarža sēklu ievākšanai, uzglabāšanai, stratifikācijai un sēšanai. Ja ierastais stādu apjoms, kādu var iegūt no 1 kg sēklu ir 1200...1400 stādu, tad, ievērojot precīzu sēklu apstrādes

tehnoloģiju, šo apjomu var dubultot. Svarīga ir pašu sēklu ievākšana un tas, cik īsā laikā un pareizi tās tiek sagatavotas uzglabāšanai. Sēklu mitruma uzturēšanai ir izšķiroša nozīme, lai panāktu labu dīdzību (ap 80%). Sēklu uzglabāšana ilgāk kā 2 gadus nav vēlama, jo tad to kvalitāte strauji samazinās.

Sēklu uzglabāšanas fāzē to mitrumam jābūt 7% un tās tiek uzglabātas -5°C temperatūrā. Stratifikācijas perioda ilgums ir 16 nedēļas. Pirms sēšanas sēklas tiek mitrinātas, lai panāktu 32...34% mitrumu. Mitruma saturs jāpaaugstina pakāpeniski, jo savādāk sēklas var tikt bojātas. Ja sēklu mitrums pārsniedz 35%, tās sāk dīgt. Pareizi sagatavotu sēklu dīdzība ir vienmērīga un tās sadīgst pāris dienu laikā. Kokaudzētavas aukstuma kamerās ir izvietoti speciāla mucu (trumuļu) sistēma, kurās sēklas tiek mitrinātas, maisītas un mitrinātas, lai novērstu pelējuma izplatību un sēklas varētu elpot, mucu vākos izveidoti ventilācijas sieti (5. att.).

Sēklu sēšana uz lauka notiek salīdzinoši vēlu (maiņa beigās), jo jaunie dīgsti ir ļoti jutīgi pret salnām. Pēc sējas platības noklāj ar tīklu pret putniem. Dīgšanas laikā bīstama ir fitoftora (*Phytophthora* spp.). Lai samazinātu sēnīšu slimību izplatības risku, sējumus pārklāj ar plānu smilts slāni – pēc sadīgšanas saskarē ar augsni (substrātu) jaunās lapas ir vairāk pakļautas infekcijas riskam. Sākot veidoties pirmajam īstajam dzinumam, sējeņi ir ļoti uzņēmīgi pret lapu kaitēkļiem (6. att.). Lai samazinātu kaitēkļu izplatību, stādījumi tiek apstrādāti ar bioloģiskajiem preparātiem (trihogramma).



(a)



(b)

6. att. Dižskābaržu sējeņi vagās (a); kaitēkļi zem dižskābaržu lapu plātnes (b)

Sējumu platībās augsnes reakcija ir līdzīga kā skuju koku sējeņiem (pH zem 6). Kokaudzētavas vadītājs uzsver, ka dižskābarža stādu audzēšanai svarīga ir mikorīza. Šī iemesla dēļ sējeņi gadu no gada tiek audzēti vienās un tajās pašās platībās. Dižskābardis ir vienīgā koku suga, kuras audzēšanai netiek praktizēta lauku maiņa. Sēšanas laikā zemē iestrādā lēnas darbības mēslojumu. Pēc tam mēslošana nav nepieciešama. Dižskābarža kailsakņu stādmateriāls lielākoties tiek audzēts kā divgadīgi sējeņi, kuriem pēc pirmās sezonas veic sakņu apgriešanu. Divgadīgu sējeņu virszemes daļas garums ir ap 70...80 cm. Sēts tiek 5 rindu vagās 25 sējeņi metrā. Stādmateriālu novāc ziemā (februārī) un līdz realizācijai novieto saldētavās. Dižskābardis šobrīd ir zaudējis savu popularitāti meža stādu tirgū. Daudz pieprasītāki ir ozola stādi, kuri plaši tiek

pielietoti apmežojumos. Šobrīd aptuveni 90% no realizētajiem dižskābarža stādiem tiek audzēti apzaļumošanas (dzīvzogu ierīkošana) vajadzībām, nevis mežsaimniecībai.

Kokaudzētavā “Jiffyplanter” (<https://www.jiffyplanter.dk/>) dižskābarža ietvarstādu audzē atbilstoši Kanādā izstrādātai ietvarstādu audzēšanas sistēmai “Jiffy”. Šo sistēmu pielieto gan meža stādmateriāla, gan dekoratīvo koku un krūmu, kā arī lauksaimniecības kultūru audzēšanai. Sistēmas būtība ir audzēt stādus kūdras substrāta “tabletēs”, kuras aptver speciāla materiāla tīkliņš, kurš divos gados bioloģiski noārdās (7. att.). Saknes, gan stādu audzēšanas laikā, gan pēc iestādīšanas brīvi aug cauri aptverošajam materiālam un veido labi attīstītu sakņu sistēmu. Kūdras substrāts tiek importēts no Kanādas un ir izgatavots no smalkas frēzkūdras. Pēc sēšanas substrātu samitrina, tas piebriest un dimensijas palielina septiņkārtīgi. Iesētos konteinerus novieto siltumnīcā un pēc tam pārvieto poligonos. Laistīšanu nodrošināta nevis ar laistāmajiem stieņiem no augšas, kā tas parasti tiek praktizēts ietvarstādu kokaudzētavās, bet periodiski stādus appludinot. Stādus novieto speciālās vannās, kurās iesūknē ūdeni. Pēc substrāta samitrināšanas liekais ūdens tiek notecināts, attīrīts, dezinficēts, bagātināts ar augu barošanās elementiem un izmantots atkārtoti. Šādas stādu mitrināšanas sistēmas ir salīdzinoši dārgas un prasa specifisku aprīkojumu (vannas, ūdens attīrīšanas iekārtas, sūkņi un cauruļu sistēmas), tomēr sniedz būtiskas priekšrocības, salīdzinājumā ar konvencionālajām sprinkleru sistēmām. Laistīšana no augšas neļauj tik precīzi dozēt un kontrolēt stādiem pieejamo ūdens daudzumu. Malējās rindas poligonos un siltumnīcās izkalst straujāk, kamēr centrālajā daļā stādi nereti tiek pārlaistīti.



(a)



(b)

7. att. Jiffi kūdras tabletes iepakojumā (a) un siltumnīcā (b)

Līdzīgi kā iepriekšējās kokaudzētavas vadītājs, arī šīs kokaudzētavas vadītājs uzsvēra dižskābarža sēkļu kvalitātes nodrošināšanas nozīmi. Lai arī vairāki sēkļu piegādātāji var piegādāt jau stratificētas sēklas, kokaudzētavas vadītājs tomēr uzskata, ka labāk šo procedūru paveikt pašam. Dīgtspējīgo sēkļu atlasīšana notiek, gremdējot tās ūdenī. Bojātās sēklas peld, bet dīgtspējīgās – grimst. Stratifikācija tiek veikta 8 līdz 10 nedēļas pēc līdzīgas procedūras, kā iepriekš aprakstītajā kokaudzētavā. Stādu audzēšana notiek substrātā, kura reakcija ir zemāka par pH 5. Bāzisks substrāts var novest pie slimību izplatības. Svarīgo kontrolēt laistāmā ūdens reakciju, lai audzēšanas substrāts laistīšanas rezultātā nekļūtu bāzisks. pH vērtība virs 6 tiek uzskatīta par kritisku, bet virs pH 7 par dižskābardim pilnīgi nepiemērotu.

Siltumnīcā apsētos kūdras ietvarus novieto uz plastmasas paliktņiem (kasetēm). Pēc pārvietošanas stādus izretina (atbrīvojot pusi šūnu), lai stādiem būtu vairāk augšanas telpas. Tā kā ietvarstādus pārsvarā stāda ar stādīšanas stobriem, svarīgi, lai stādi būtu ar smalku, mīkstu zarojumu. Cieti, žuburoti zari apgrūtina stāda slīdēšanu caur stobru.

Viengadīgu dižskābarža stādu audzēšanai izmanto 32 mm diametra substrāta tabletes. 50 mm tabletes būtu piemērotākas lielāku stādu ieguvei, tomēr īpašnieks uzskata, ka arī mazāki stādi ir ļoti kvalitatīvi. Labi rezultāti sasniedzami, stādot 1/2-gadīgus dižskābaržus jau augustā. Tas nodrošina labāku ieaugšanos, jo šajā laikā stādi paspēj iesakņoties un nobriest pirms ziemas. Svarīgi rūpīgi sagatavot augsni pirms stādīšanas un stādījumu kopšanu.

Demonstrētā sakņu sistēmas attīstība iestādītiem un pēc gada izraktiem stādiem uzskatāmi apliecināja, ka saknes veidojas proporcionāli visos virzienos un augsnes slāņos. Saknes netiek deformētas, jaunie koki strauji aug garumā un to stumbru forma veidojas taisna. Stādiem ar deformētu sakņu sistēmu, kā tas nereti ir novērojams citos konteineros, vienpusēji attīstīta sakņu sistēma var radīt izliekumu pie stumbra pamatnes.



(a)



(b)

8. att. Dižskābarža dīgsti (a) un ietvarstādi (b)

Diskusijas ar Dānijas speciālistiem apliecināja, ka kvalitatīvu dižskābarža stādu izaudzēšana ir komplicēts un sarežģīts uzdevums. Daudzas svarīgas audzēšanas nianšes iespējams iegūt tikai praktiskos izmēģinājumos. Arī tādas valstīs kā Dānija, kur dižskābaržu stādu audzēšanas pieredze ir ļoti ilga, tehnoloģijas ir atšķirīgas un nav vienprātības par labākajām stādu audzēšanas metodēm. Īpaša nozīme sekmīgai dižskābarža stādu izaudzēšanai ir sēklu uzglabāšanai un apstrādei pirms sēšanas.

LAPU KOKU STĀDMATERIĀLA AUDZĒŠANAS PIEREDZE LATVIJĀ

Salīdzinājumā ar skuju koku meža stādmateriāla apjomiem, lapu koku stādi Latvijā tiek audzēti daudz mazākos apjomos. Populārākās lapu koku sugas – bērzs un melnalksnis. Lielākā Latvijas stādmateriāla ražotāja LVM “Sēklas un stādi” piedāvājuma ir bērzs (kailsakņi ar uzlabotu sakņu sistēmu, nelielos apjomos – ietvarstādi), melnalksnis (kailsakņi, kailsakņi ar uzlabotu sakņu sistēmu), sarkanais ozols (kailsakņi) un saldais ķirsis (ietvarstādi) (<https://www.lvm.lv/seklas-un-stadi/meza-stadi>). Viens no lielākajiem bērza stādu audzētājiem ir AS “Latvijas Finieris” kokaudzētava “Zābaki”, kas piedāvā ne vien bērza, bet arī melnalkšņa ietvarstādus un stādus ar uzlaboto sakņu sistēmu (<https://www.finieris.lv/lv/meza-ipasniekiem/koku-stadi>). No citiem stādu ražotājiem Latvijā var atzīmēt kokaudzētavu “Grigaļi”, kurā ir ilggadīga pieredze lapu koku stādu audzēšanā. Šajā kokaudzētavā tiek audzēti bērzs (ietvarstādi un stādi ar uzlabotu sakņu sistēmu) un melnalksnis (ietvarstādi). Ir vairākas stādaudzētavas, kurās bērza ietvarstādi tiek audzēti nelielos apjomos.

Stādi ar uzlabotu sakņu sistēmu (USS), kurus pirmajā gadā sēj un audzē konteineros siltumnīcā, bet otrajā sezonā pārskolo uz lauka, ir izplatītākā lapu koku stādu audzēšanas tehnoloģija. Bērza un melnalkšņa ietvarstādu audzēšanas apjomi ir salīdzinoši nelieli, jo mežkopji un meža īpašnieki labprātāk izvēlas lielāka izmēra USS stādus, kuru izmantošana auglīgos izcirtumos un bijušajās lauksaimniecības zemēs ļauj sasniegt labākus rezultātus.

Dižskābardis pēc savām īpašībām mūsu izpratnē vairāk pielīdzināms cietajiem lapu kokiem (ozolam, osim u.c.), nevis bērzam un melnalksnim. Ozola stādu audzēšanas pieredze gan Latvijā, gan citās valstīs, visdrīzāk, ir pārņemama un adaptējama dižskābarža stādu audzēšanā. Cietie lapu koki (ozols, sarkanais ozols u.c.) Latvijā tiek audzēti ļoti nelielos apjomos pārsvarā kā kailsakņi. Līdzīgi kā ozolam, dižskābardim ir izteikta mietsakne, kuras augšanu uz lauka jācenšas ierobežot (apgriezt, lai izveidotu kompaktāku, vieglāk pārstādāmu sakņu sistēmu. Dižskābardim un ozolam ir līdzīga arī sēklu (zīļu un riekstu) uzglabāšana un sēšana.

Neskatoties uz tradicionāli populārākajiem cieto lapu koku kailsakņu stādiem, dižskābardis ir iespējam saudzēt arī konteineros, kā to demonstrē iepriekš aprakstītā Dānijas pieredze. Izvēloties konteineru veidu dižskābarža ietvarstādu audzēšanai, jāņem vērā šīs sugas fizioloģiskās un morfoloģiskās īpašības. Lai ražotu kvalitatīvu stādmateriālu, uzmanība pievēršama tām pašām īpašībām, kuras svarīgas kailsakņu stādiem- pareizai sakņu formai un atbilstošai sakņu masas/dzinumu masas attiecībai. Tādi konteineru parametri kā forma, tilpums un audzēšanas biezums uz m² ir noteicošie, lai izvēlētos konkrētajai koku sugai optimālu konteineru tipu. Liela vērība pievēršama tam, lai konteineru tilpums un forma būtu atbilstoša plašas, sazarotas, bet ne savērpušās sakņu sistēmas veidošanai. Tādēļ piemērotākie būtu salīdzinoši liela tilpuma, četrstūrveida konteineri, vai apaļas formas konteineri ar sānu ribām, kas ļauj sējenim vienmērīgi attīstīt sakņu sistēmu, to nesavērpjot.

LITERATŪRA

1. Augustaitis, A., Kliučius, A., Marozas, V., Pilkauskas, M., Augustaitiene, I., Vitas, A., Staszewski, T., Jansons, A., & Dreimanis, A. (2016). Sensitivity of European beech trees to unfavorable environmental factors on the edge and outside of their distribution range in northeastern Europe. *IForest*, 9(2), 259–269. <https://doi.org/10.3832/ifor1398-008>
2. Axer, M., Martens, S., Schlicht, R., & Wagner, S. (2021). Modelling natural regeneration of European beech in Saxony, Germany: identifying factors influencing the occurrence and density of regeneration. *European Journal of Forest Research*, 140(4), 947–968. <https://doi.org/10.1007/s10342-021-01377-w>
3. Balcar, V., Kacálek, D., Kunes, I., & Dusek, D. (2011). Effect of soil liming on European beech (*Fagus sylvatica* L.) and sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.) plantations. *Folia Forestalia Polonica. Series A. Forestry*, 53(2).
4. Bauhus, J., Vor, T., Bartsch, N., & Cowling, A. (2004). The effects of gaps and liming on forest floor decomposition and soil C and N dynamics in a *Fagus sylvatica* forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 34(3), 509–518. <https://doi.org/10.1139/x03-218>
5. Baumhauer, H., Stanturf, J., & Madsen, P. (2004). Regeneration by direct seeding – a way to reduce costs of conversion. <https://doi.org/10.1201/9780203497784.ch22>
6. Bolte, A., Czajkowski, T., & Kompa, T. (2007). The north-eastern distribution range of European beech – A review. *Forestry*, 80(4), 413–429. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpm028>
7. Bradshaw, R. H. W., Kito, N., & Giesecke, T. (2010). Factors influencing the Holocene history of *Fagus*. *Forest Ecology and Management*, 259(11), 2204–2212. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.11.035>
8. Buiteveld, J., Vendramin, G. G., Leonardi, S., Kamer, K., & Geburek, T. (2007). Genetic diversity and differentiation in European beech (*Fagus sylvatica* L.) stands varying in management history. *Forest Ecology and Management*, 247(1–3), 98–106. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.04.018>
9. Ceylon, R. F., Material, B. O. N., & Laidlaw, B. Y. F. F. (1997). *Social broadleaves network : Report of the 1st meeting*.
10. Collet, C., Lanter, O., & Pardos, M. (2001). Effects of canopy opening on height and diameter growth in naturally regenerated beech seedlings. *Annals of Forest Science*, 58(2), 127–134.
11. Comps, B., Thiebaut, B., Sugar, I., Trinajstić, I., & Plazibat, M. (1991). Genetic variation of the Croatian beech stands (*Fagus sylvatica* L.): spatial differentiation in connection with the environment. *Annales Des Sciences Forestieres*, 48(1), 15–28. <https://doi.org/10.1051/forest:19910102>
12. Corcobado, T., Milenković, I., Saiz-Fernández, I., Kudláček, T., Plichta, R., Májek, T., Bačová, A., Ďatková, H., Dálya, L. B., Trifković, M., Mureddu, D., Račko, V., Kardošová, M., Ďurkovič, J., Rattunde, R., & Jung, T. (2022). Metabolomic and Physiological Changes in *Fagus sylvatica* Seedlings Infected with *Phytophthora plurivora* and the A1 and A2 Mating Types of *P. × cambivora*. *Journal of Fungi*, 8(3). <https://doi.org/10.3390/jof8030298>
13. Dreimanis, A. (2006). *Dižskābaržu mežaudžu ražība Šķēdes novadā [Productivity of Beech Stands in Skede Forest District]. 1949, 94–100.*

14. Elisovetcaia, D., Shubina, V., & Ivanova, R. (2021b). Effect of stratification on seeds germination and seedling growth of *Fagus sylvatica* L. January.
15. E Silva, D., Rezende Mazzella, P., Legay, M., Corcket, E., & Dupouey, J. L. (2012). Does natural regeneration determine the limit of European beech distribution under climatic stress? *Forest Ecology and Management*, 266, 263–272.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.11.031>
16. Falk, W., & Hempelmann, N. (2013). Species Favourability Shift in Europe due to Climate Change: A Case Study for *Fagus sylvatica* L. and *Picea abies* (L.) Karst. Based on an Ensemble of Climate Models. *Journal of Climatology*, 2013, 787250.
<https://doi.org/10.1155/2013/787250>
17. Gömöry, D., Paule, L., & Longauer, R. (2010b). European beech (*Fagus sylvatica* L.) genetic resources in Slovakia. October 2015. <https://www.researchgate.net/publication/230554087>
18. Gosling, P. G. (1991). Beechnut storage: A review and practical interpretation of the scientific literature. *Forestry*, 64(1), 51–59. <https://doi.org/10.1093/forestry/64.1.51>
19. Hagen-Thorn, A., Callesen, I., Armolaitis, K., & Nihlgård, B. (2004). The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantations on former agricultural land. *Forest Ecology and Management*, 195(3), 373–384.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.02.036>
20. Hahn, K., Emborg, J., Larsen, J. B., & Madsen, P. (2005). Forest rehabilitation in Denmark using nature-based forestry. *Restoration of Boreal and Temperate Forests*, Eds, p. 299–317.
21. Hájíčková, M., Plichta, R., Volařík, D., & Gebauer, R. (2017). Effects of drought and rewatering on growth and transpiration in European beech seedlings late in the growing season. *New Forests*, 48(6), 773–784. <https://doi.org/10.1007/s11056-017-9596-2>
22. Jankowiak, R., Stepniewska, H., Bilański, P., & Taerum, S. J. (2023). *Phytophthora* species cause sudden and severe decline of naturally regenerated European beech (*Fagus sylvatica*) seedlings. *Plant Pathology*, 72(4), 774–785.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ppa.13698>
23. Jansone, D., Matisons, R., Kārše, V., Bādērs, E., Kaupe, D., & Jansons, Ā. (2023). Structural Heterogeneity of European Beech (*Fagus sylvatica* L.) Stands at Its Northernmost Limits. *Sustainability*, 15(20), 14681. <https://doi.org/10.3390/su152014681>
24. Jansone, L. (2019). *Eiropas dižskābarža (Fagus sylvatica L.) kokaudžu atjaunošanās un augšana Latvijā. Promocijas darba kopsavilkums [Regeneration and growth of European beech (Fagus sylvatica L.) stands in Latvia. Summary of Thesis].*
25. Jarčuška, B. (2009). Growth, survival, density, biomass partitioning and morphological adaptations of natural regeneration in *Fagus sylvatica*. A review. *Dendrobiology*, 61(1), 3–11.
26. Jurásek, A. (2007). Possibilities of using rooted cuttings of European beech (*Fagus sylvatica* L.) for stabilisation of forest ecosystems. *Journal of Forest Science*, 53(11), 498–504.
27. Kembrytė, R., Danusevičius, D., Buchovska, J., Baliuckas, V., Kavaliauskas, D., Fussi, B., & Kempf, M. (2021). DNA-based tracking of historical introductions of forest trees: the case of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in Lithuania. *European Journal of Forest Research*, 140(2), 435–449. <https://doi.org/10.1007/s10342-020-01341-0>
28. Kerr, G. (1994). A Comparison of Cell Grown and Bare-rooted Oak and Beech Seedlings One Season after Outplanting. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 67(4), 297–312. <https://doi.org/10.1093/forestry/67.4.297>

29. Kramer, K., Degen, B., Buschbom, J., Hickler, T., Thuiller, W., Sykes, M. T., & de Winter, W. (2010). Modelling exploration of the future of European beech (*Fagus sylvatica* L.) under climate change – age, abundance, genetic diversity and adaptive response. *Forest Ecology and Management*, 259(11), 2213–2222. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.12.023>
30. Lenzion, J., & Leuschner, C. (2008). Growth of European beech (*Fagus sylvatica* L.) saplings is limited by elevated atmospheric vapour pressure deficits. *Forest Ecology and Management*, 256(4), 648–655. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.05.008>
31. León-Lobos, P., & Ellis, R. H. (2002). Seed storage behaviour of *Fagus sylvatica* and *Fagus crenata*. *Seed Science Research*, 12(1), 31–37. <https://doi.org/10.1079/SSR200195>
32. Madsen, P., Bentsen, N., Madsen, T. L., & Olesen, C. R. (2006). Artificial beech regeneration in Denmark-development of direct seeding and planting methods. *Beech Silviculture in Europe's Largest Beech Country. Proceedings*, 64–66.
33. Madsen, P., & Hahn, K. (2008). Natural regeneration in a beech-dominated forest managed by close-to-nature principles – A gap cutting based experiment. *Canadian Journal of Forest Research*, 38(7), 1716–1729. <https://doi.org/10.1139/X08-026>
34. Madsen, P., & Larsen, J. B. (1997). Natural regeneration of beech (*Fagus sylvatica* L.) with respect to canopy density, soil moisture and soil carbon content. *Forest Ecology and Management*, 97(2), 95–105. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(97\)00091-1](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00091-1)
35. Magri, D. (2008). Patterns of post-glacial spread and the extent of glacial refugia of European beech (*Fagus sylvatica*). *Journal of Biogeography*, 35(3), 450–463. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2007.01803.x>
36. Oddou-Muratorio, S., Bontemps, A., Klein, E. K., Chybicki, I., Vendramin, G. G., & Suyama, Y. (2010). Comparison of direct and indirect genetic methods for estimating seed and pollen dispersal in *Fagus sylvatica* and *Fagus crenata*. *Forest Ecology and Management*, 259(11), 2151–2159. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.03.001>
37. Olesen, C. R., & Madsen, P. (2008a). The impact of roe deer (*Capreolus capreolus*), seedbed, light and seed fall on natural beech (*Fagus sylvatica*) regeneration. *Forest Ecology and Management*, 255(12), 3962–3972. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.03.050>
38. Olesen, C. R., & Madsen, P. (2008b). The impact of roe deer (*Capreolus capreolus*), seedbed, light and seed fall on natural beech (*Fagus sylvatica*) regeneration. *Forest Ecology and Management*, 255(12), 3962–3972. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.03.050>
39. Ostolache, G. H. P., & Ostolache, D. R. P. (2002). Genetic Resources of Beech (*Fagus Sylvatica*) in the Republic of Moldova. *Garden, Postolache 1995*, 191–276.
40. Övergaard, R. (2012). Seed production and natural regeneration of beech (*Fagus sylvatica*) in southern Sweden. PhD thesis. Swedish University of Agricultural Sciences.
41. Packham, J. R., Thomas, P. A., Atkinson, M. D., & Degen, T. (2012). Biological Flora of the British Isles: *Fagus sylvatica*. *Journal of Ecology*, 100(96), 1557–1608. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2012.02017.x>
42. Peters, R. (1997). Beech forests. In *Beech forests*.
43. Podrázský, V., Baláš, M., Linda, R., & Křivohlavý, O. (2019). State of beech pole stands established at the clear-cut and in the underplanting. *Journal of Forest Science*, 65(7), 256–262. <https://doi.org/10.17221/59/2019-JFS>
44. Pramreiter, M., & Grabner, M. (2023). The Utilization of European Beech Wood (*Fagus sylvatica* L.) in Europe. *Forests*, 14(7), 1419. <https://doi.org/10.3390/f14071419>

45. Procházková, Z., & Bezděčková, L. (2008). Effects of moisture content, storage temperature and type of storage bag on the germination and viability of stored European beech (*Fagus sylvatica* L.) seeds. *Journal of Forest Science*, 54(7), 287–293.
<https://doi.org/10.17221/37/2008-jfs>
46. Pukacka, S., & Wójkiewicz, E. (2003). The effect of the temperature of drying on viability and some factors affecting storability of *Fagus sylvatica* seeds. *Acta Physiologiae Plantarum*, 25(2), 163–169. <https://doi.org/10.1007/s11738-003-0049-5>
47. Puriņa, L., Matisons, R., Jansons, Ā., & Šēnhofa, S. (2016). Survival of European beech in the central part of Latvia 33 years since the plantation. *Silva Fennica*, 50(4), 1656.
<https://doi.org/10.14214/sf.1656>
48. Rezaei, A., Nasery, B., Yazdian, F., & Hedayatic, M.-A. (2010). Pregermination treatment and germination characteristics of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) in the Caspian region. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 6, 143–148.
49. Soltani, A., Tigabu, M., & Odén, P. C. (2005). Alleviation of physiological dormancy in oriental beechnuts with cold stratification at controlled and unrestricted hydration. *Seed Science and Technology*, 33(2), 283–292. <https://doi.org/10.15258/sst.2005.33.2.02>
50. Stjepanović, S., Matović, B., Stojanović, D., Lalić, B., Levanič, T., Orlović, S., & Gutalj, M. (2018). The impact of adverse weather and climate on the Width of European Beech (*Fagus sylvatica* L.) tree rings in Southeastern Europe. *Atmosphere*, 9(11), 451.
<https://doi.org/10.3390/atmos9110451>
51. Sulowska, M., Kowalczyk, J., & Przybylski, P. (2008). Genetic and ecotype diversity of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in Poland.
<https://www.researchgate.net/publication/235975926>
52. Suszka, B. (1974). Storage of beech (*Fagus silvatica* L.) seed for up to 5 winters.
53. Suszka, B. (1975). Cold storage of already after-ripened beech (*Fagus silvatica* L.) seeds.
54. Suszka, B. (1979). Seedling emergence of beech (*Fagus silvatica* L.) seed pretreated by chilling without any medium at controlled hydration levels.
55. Szasz-Len, A. M., & Konnert, M. (2018). Genetic diversity in European beech (*Fagus sylvatica* L.) seed stands in the Romanian carpathians. *Annals of Forest Research*, 61(1), 65–80.
<https://doi.org/10.15287/afr.2018.1019>
56. Szwagrzyk, J., Szewczyk, J., & Bodziarczyk, J. (n.d.). Dynamics of seedling banks in beech forest: results of a 10-year study on germination, growth and survival.
57. Teissier Du Cros, E., Bariteau, M., & Kramer, K. (2004). Long-term socio-ecological forest research in southeast France. *Forest Snow and Landscape Research*.
58. Tkaczyk, M., Sikora, K., Galko, J., & Kunca, A. (2023). Incidence and pathogenicity of *Phytophthora* species in beech (*Fagus sylvatica* L.) stands in Slovakia. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 130(5), 1091–1099. <https://doi.org/10.1007/s41348-023-00755-3>
59. Wagner, S., Collet, C., Madsen, P., Nakashizuka, T., Nyland, R. D., & Sagheb-Talebi, K. (2010a). Beech regeneration research: From ecological to silvicultural aspects. *Forest Ecology and Management*, 259(11), 2172–2182. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.02.029>
60. Wagner, S., & Lundqvist, L. (2005). Regeneration techniques and the seedling environment from a European perspective. In: J. Stanturf & P. Madsen (Eds.) *Restoration of boreal and temperate forests*. CRC Press, Boca Raton, Fla. *Integrative Stud. Water Manage. Land Dev*, Vol. 3, pp. 153–171).

61. Walczyk, J., & Walczykova, M. (2016). Evaluation of the possibility of single-seed sowing of beech seeds (*Fagus sylvatica* L.) with the use of pneumatic sowing set. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 37(1), 89–95.
62. Watt, A. S., & Brown, J. M. B. (1954). Studies on British Beechwoods. *Forestry Commission Bulletin. The Journal of Ecology*, 42(2), 559–560. <https://doi.org/10.2307/2256878>
63. Yilmaz, M. (2008). Three-year storage of oriental beechnuts (*Fagus orientalis* Lipsky). *European Journal of Forest Research*, 127(5), 441–445. <https://doi.org/10.1007/s10342-008-0227-5>
64. Zádrapová, D., Korecký, J., Dvořák, J., Faltinová, Z., & Bílý, J. (2020). Microsatellite analysis of genetic diversity in Czech populations of European beech (*Fagus sylvatica* L.). *Forestry Studies*, 73(1), 64–76. <https://doi.org/10.2478/fsmu-2020-0015>
65. Žemaitis, P., Gil, W., & Borowski, Z. (2019). Importance of stand structure and neighborhood in European beech regeneration. *Forest Ecology and Management*, 448, 57–66. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.05.066>