

**Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījuma programmas  
2016. – 2021. gadam  
4. zinātniskās izpētes misijas  
“Dendroloģisko parametru un mēslojuma ietekme uz  
veģetāciju kokaugu stādījumā lauksaimniecības zemē un tās  
sniegtie ekosistēmu pakalpojumi” gala ziņojums  
autors: Vita Krēsliņa**



Pētījums veikts a/s “Latvijas valsts meži” un LVMI Silava  
2011. gada 11. oktobra memoranda  
“Par sadarbību zinātniskajā izpētē” ietvaros



**Silava, 2019**

## Kopsavilkums

Interese par ātraudzīgo koku stādījumiem arvien pieaug, pamatojoties uz Eiropas Savienības mērķi samazināt fosilo kurināmo lietošanas apjomu, bet vairāk lietot atjaunojamās enerģijas resursus (European Commission 2014). Šādi stādījumi var sniegt arī ekosistēmu pakalpojumus, piemēram, augsnes bagātināšanu ar atmosfēras slāpekli, kā arī šādos stādījumos sastopamas vairākas bitēm svarīgas nektāraugu sugas. Zinātniskās misijas ietvaros analizēti dati par lakstaugu sugu sastopamību bērzu *Betula pendula* Roth. un baltalkšņu *Alnus incana* (L.) Moench audzēs eksperimentālā ātraudzīgo koku plantācijā Skrīveru novadā “Pardenčos”. Dati ievākti laikā no trešā līdz septītajam gadam pēc stādījuma ierīkošanas. Novērtēta arī dažāda stādījumā izmantotā mēslojuma ietekme uz koku stumbru garumu un caurmēru, kā arī lakstaugu sugu skaitu un segumu procentos šajā laika posmā. Noskaidrots, ka mēslojums būtiski neietekmē lakstaugu sugu skaitu un segumu ne bērzu, ne baltalkšņu parauglaukumos. Ceturtajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas mēslojums būtiski neietekmē ne bērzu, ne baltalkšņu stumbru garumu ( $p$  vērtības attiecīgi 0,08 un 0,09). Septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas novērojama mēslojuma ietekme uz abu koku sugu stumbru garumiem un caurmēriem ( $p$  vērtības bērzu stumbru garumiem  $<0,001$ ;  $p$  vērtība bērzu stumbru caurmēram – 0,00117). Arī baltalkšņu stādījumā koku stumbru augstums un caurmērs ir būtiski atšķirīgs parauglaukumos atkarībā no mēslojuma veida. Iegūtās  $p$  vērtības ir attiecīgi 0,0003 un 0,007. Laikā no trešā līdz septītajam gadam bērzu un baltalkšņu stādījumos lakstaugu sugu daudzveidība samazinās. Lielāks lakstaugu sugu skaits un segums ir bērzu stādījumā. Abos stādījumos konstatētas divas dabisko pļavu indikatoraugi: dzirkstelīte *Dianthus deltoides* L. un plankumainā dzegužpirstīte *Dactylorhiza maculata*. (L.) Soó. Konstatētas arī divas invazīvas sugas: *Lupinus polyphyllus* Lindl. un *Solidago canadensis* L. Lielāks tauriņziežu dzimtas augu sugu skaits un segums konstatēts bērzu stādījumā. Tajā lielāko atmosfēras slāpekļa apjomu piesaista pļavas āboliņš *Trifolium pratense* L., kas ir no 19,992 kg N<sub>2</sub>/ha līdz 79,968 kg N<sub>2</sub>/ha laikā no trešā līdz septītajam gadam. Arī bitēm svarīgo nektāraugu sugu skaits lielāks ir bērzu stādījumā. Ceturtajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas šo sugu skaits bija vislielākais – 13 sugas.

Atslēgas vārdi: veģetācija, ātraudzīgie koki, ekosistēmas pakalpojumi.

## **Ievads**

Nākotnē iespējams nozīmīgs ātraudzīgo koku stādījumu teritoriālais pieaugums, jo ir nepieciešams samazināt fosilās enerģijas lietojumu (Weih and Dimitriou 2012). Viens no svarīgākajiem Eiropas Savienības mērķiem ir samazināt siltumnīcas efekta gāzu emisijas (EC Directive on the promotion of the use of energy from renewable sources /2009/28/EK). Pieprasījums pēc kokmateriāliem tieši no ātraudzīgo koku stādījumiem pieaug (Baum *et al.* 2012). Iespējams, ka nākotnē šādi stādījumi varētu aizņemt līdz 20% lauksaimniecības zemju Eiropā (Langeveld *et al.* 2012), pamatojoties uz Eiropas Savienības mērķi palielināt atjaunojamās enerģijas patēriņu par 20% līdz 2020. gadam (European Commission 2014). Ātraudzīgo koku stādījumi ir ekonomiski nozīmīgi atjaunojamās koksnes ieguvē (Makavskis u.c. 2012), kā arī to pilnvērtīga izmantošana var nodrošināt ar ekosistēmu pakalpojumiem, kas sniedz stādījumam sociāli ekonomisku nozīmi (Beniak and Žabka 2015). Stādījumam var būt tāda priekšrocība, kā floras daudzveidība (Baum *et al.* 2012; Pučka u.c. 2016).

Misijas uzdevumi:

1. Raksturot dendroloģiskos parametrus bērzu un baltalkšņu audzēs izpētes stādījumā un salīdzināt tos savā starpā;
2. Raksturot veģetācijas dinamiku kokaugu stādījumā;
3. Aprakstīt iespējamās ekosistēmu pakalpojumus, ko sniedz veģetācija kokaugu stādījumā;
4. Piedalīties projekta LIFE Ekosistēmu pakalpojumi konferencē “Dabas vērtība – prakse un pieredze ekosistēmu pakalpojumu un to novērtējuma izmantošanā” ar stenda referātu “Īcirtmeta atvasāju agromežsaimniecības stādījumu ekosistēmu pakalpojumi” 2020. gada 15. janvārī.

## Literatūras apskats

### 1.1. Ātraudzīgo koku mežsaimniecība

Ātraudzīgo koku mežsaimniecība koksnes enerģijas ieguvei izveidojusies dienvidu reģionos. Tā pēdējo desmitgadu laikā kļūst arvien populārāka arī Ziemeļeiropā (Weih 2004). Viena no ātraudzīgo koku priekšrocībām ir spēja augt lauksaimniecībai nepiemērotās zemēs, kas ļauj racionāli un ilgtspējīgi izmantot nepietiekami kvalitatīvas lauksaimniecības teritorijas (Weber 2000). Šādus stādījumus var ierīkot arī marginālās teritorijās. Tās var būt vietas ar piesārņotu augsni, plūdiem pakļautas teritorijas. Stādījumus iespējams ierīkot arī gar dzelzceļa sliežu un zem elektrolīnijām, kā arī zemes teritorijās ar augstu nogrūvumu risku. Arī šādos nelabvēlīgos apstākļos ātraudzīgo koku sugas var būt ražīgas, jo tās ir izturīgas. Pastāv iespēja ierīkot ātraudzīgo koku stādījumus teritorijās, kur augsne piesārņota ar smagajiem metāliem, applūstošās teritorijās, kā arī tur, kur ir anaeroba, mazauglīga augsne, kur ir apgrūtināta zemju apsaimniekošana (Dimitriou and Rutz 2015). Eiropas parlamenta un padomes direktīva nosaka, ka jāpapildina CO<sub>2</sub> izmešu samazināšanas iespējas, kas arī ir viens no iemesliem, kāpēc pieaug interese par ātraudzīgo koku stādījumiem (DIRECTIVE/2009/28/EK).

Mežu izciršana ir globāla problēma, kuras rezultātā samazinās bioloģiskā daudzveidība. Enerģijas ieguves nolūkā veidotie kokaugu stādījumi ļauj ievērojami samazināt dabisko mežu izciršanas apjomu (Brockerhoff *et al.* 2008). Ātraudzīgos kokus stādījumiem izvēlas, lai šāda mežsaimniecība būtu ekonomiski izdevīga. Ātraudzīgo koku piemērs ir kārkli, tā ir viena no mērenā klimata zonas ātraudzīgākajām kokaugu sugām (Dickmann and Stuart 1983). Kārklu dzimtas kokus iespējams viegli kultivēt, kā arī tie ir veģetatīvi pavairojami (Rytter 2016).

Zemes izmantošanas veida izmaiņu rezultātā bieži mainās bioloģiskā daudzveidība (Weih *et al.* 2004). Aramzemēs ierīkoti ātraudzīgo koku stādījumi var pozitīvi ietekmēt bioloģisko daudzveidību, jo tajos veidojas strukturāla augtņu daudzveidība un ekotoni (Christian *et al.* 1994). Salīdzinot ar intensīvi izmantojamām lauksaimniecības zemēm, ātraudzīgo koku stādījumos bioloģiskā parasti ir daudz augstāka. Ekstensīvi izmantotās lauksaimniecības zemēs bioloģiskā daudzveidība iespējama gan augstāka, gan zemāka. Ātraudzīgo koku stādījumos bioloģiskā daudzveidība salīdzinājumā ar pļāvām atkarīga no pļāvās pārstāvētajām sugām un no pļavu izmantošanas veida un intensitātes. Mežos bioloģiskā daudzveidība ir augstāka, nekā ātraudzīgo koku stādījumos (Dimitriou and Rutz 2015). Stādījumos arī koku vainagu atvērums lielums ietekmē lakstaugu sugu sastāvu (Mestre *et al.* 2017).

### 1.2. Ātraudzīgo koku sugas: bērzs un baltalksnis

Bieži enerģētisko koku stādījumos audzēti arī alkšņu ģints koki. Tie pieder bērzu *Betulaceae* dzimtai *Betulaceae*. Ģinti veido apmēram 30 vienmājas un divmāju koku un krūmu sugas. Šīs ģints kokaugu izplatības areāls dažām sugām sniedzas līdz Centrālamerikai, Andu kalnu ziemeļiem. Alkšņi arī pacieš nelabvēlīgus apstākļus, lai gan to tolerance pret ūdens, barības vielu un saules gaismas trūkumu nav tik augsta kā, piemēram, kārkliem (Houston Durrant *et al.* 2016). Baltalksnis ir sastopams visā Eiropā. Tas neaug vienīgi Eiropas dienvidu daļā. Baltalksnis vislabāk aug mēreni aukstā klimatā un kaļķainā augsnē (Dimitriou and Rutz 2015). Arī baltalksnis uzskatāms par piemērotu sugu enerģētisko koku stādījumiem Austrumeiropā un Skandināvijā (Aosaar *et al.* 2012). Šiem kokiem ir sekla sakņu sistēma, kas

parasti koncentrējas augsnes virskārtā, tomēr tā ir labi veidota. Alkšņi var arī uzlabot augsnes īpašības. Uz koku saknēm atrodas aktinomicēšu veidoti gumi, kas piesaista slāpekli. Pētījumu rezultātā noskaidrots, ka alkšņu jaunaudzē, kas ir 2,5 m augsta un kuru veido 10000 koku uz ha, ar kritušajām lapām un atmirušajām saknēm augsnei var pievienot līdz 2000 kg N<sub>2</sub>/ha viena gada laikā (Indriksons 2006). Alkšņiem piemīt laba spēja atjaunoties. Alkšņu būtiskākais augstās atjaunošanās spējas faktors ir sakņu, kā arī stumbra atvašu veidošana no snaudošajiem pumpuriem (Kundziņš 1937). Enerģētisko alkšņu stādījumu ierīkošanai kā stādmateriālu izmanto viengadīgus alkšņus. Tie aug un jau devītajā gadā pēc stādīšanas alkšņu augstums sasniedz deviņus metrus (Bisenieks u.c. 2010). Baltalksnis ir gaismas prasīgs, tomēr labi aug arī nelielā apēnojumā. Tā ir klimata izturīga koku suga, kas ir vidēji prasīga augsnes ziņā. Baltalksnis vislabāk aug upju palienes sanesumos, mitrās, irdenās smilšmāla augsnēs. Baltalkšņu lapas satur ļoti daudz slāpekļa savienojumu. Lapu nobirām ātri sadaloties, veidojas laba trūda. Savvaļā baltalkšņi aug visā Eiropas mērenās joslas jaukto koku zonā, Ziemeļkaukāzā un Rietumsibīrijā. Latvijas teritorijā baltalkšņi bieži aug mistraudzēs kopā ar citām sugām, kā arī tīraudzēs. Baltalkšņu sējeņi bieži ieviešas pamestās lauksaimniecības zemēs un atmatās. Baltalkšņu koksne izmantojama arī gaļas un zivju kūpināšanai, piedodot šiem produktiem patīkamu aromātu. Baltalkšņi izmantojami gravu un nogāžu, kā arī nobrukumu nostiprināšanai (Mauriņš un Zvirgzds 2006). Par baltalkšņu audzēšanu Latvijā pētījumus veikusi M. Daugaviete (Daugaviete u.c. 2011).

Vēl viena no ātraudzīgo koku sugām ir bērzs. Tam ir plašas koksnes izmantošanas iespējas. Bērzs izmantojams ne vien apaļkoksnes, bet arī šķeldas ražošanai (Herajarvi 2001). Bērzu uzskatāms par ātraudzīgu koku tāpēc, ka tam raksturīga spēja veidot lielu biomasas apjomu īsā laika periodā (15 līdz 20 gadi) (Daugaviete u.c. 2011). Bērzs ir arī juvenīli ātraudzīgs (Fischer *et al.* 2002). Latvijā arvien pieaug bērzu stādījumu platības. Pēdējo gadu laikā to kopējā platība pieaugusi pat vairāk kā divas reizes (Prindulis u.c. 2013). Pētījumus par bērzu audzēšanu Latvijā un par bērzu ātraudzību veikusi M. Daugaviete (Daugaviete u.c. 2011).

Lai ražotu enerģiju un iegūtu biomasu, mēģināts ieviest arī citu ģinšu kokus. Tas nav izdevies pietiekami sekmīgi visas Eiropas mērogā. Nepieciešams iegūt vairāk informācijas par to, kā citu sugu kokus izmantot sekmīgāk, tāpēc papildus galvenajai enerģētisko koku sugai lauksaimniekiem ieteikts ieaudzēt arī citas ātraudzīgo koku sugas (Dimitriou and Rutz 2015). Viena no citām koku sugām ar potenciālu tikt izmantotām ātraudzīgo kokaugu stādījumos ir apse *Populus tremula* L. Ikgadējā raža ir augsta un nav jāiegulda daudz darba, tā noskaidrojuši vācu zinātnieki. Apsei ir vairāki rotācijas periodi, tāpēc tā ir vērtīga enerģētiskās koksnes ieguvei (Liesebach *et al.* 1999). Pētījumus par apšu audzēšanas iespējām Latvijā veicis J. Smilga, M. Zeps (Smilga u.c. 2012).

### 1.3. Ekosistēmu pakalpojumi

Ātraudzīgo koku stādījumi ir ekonomiski nozīmīgi atjaunojamās koksnes enerģijas ieguvē (Makovskis u.c. 2012), kā arī tiem piemīt sociāli-ekonomiska vērtība (Beniak and Žabka 2015). Ātraudzīgo koku stādījumu pilnvērtīga izmantošana sniedz dažādus ekosistēmu pakalpojumus un tiem ir vairākas priekšrocības, piemēram, floras daudzveidība (Baum *et al.* 2012; Pučka u.c. 2016). Veģētācija, kas attīstās pēc koku stādīšanas plantācijā, atkarīga no sēkļu bankas. Tās attīstību ietekmē arī rotācijas periodi, veidojot sukcesijas stadiju dažādību (Vanbeveren and Ceulemans 2019). Ātraudzīgo koku stādījumos attīstās galvenokārt zālājiem raksturīga veģētācija (Krēsliņa u.c. 2017). Zālāju augu izmantošana veicina sadarbību starp

vietējām kopienām un organizācijām, kuras ir ekoloģiski orientētas. Šie augi sniedz arī estētisku vērtību. Viens no zālāju augu izmantošanas veidiem ir ārstniecība (Krampe 2012). Veselības uzlabošana ar augiem, ko sniedz pļava, ir oriģināls veids, kā paplašināt augu sniegto pakalpojumu klāstu (Grieniene u.c. 2017).

Cits veids, kā izmantot augus, ir medus iegūšana. Baltijas valstīs profesionālu biškopju nav daudz (Grieniene u.c. 2017), tāpēc medus tiek importēts, piemēram, no Ķīnas (Wei *et al.* 2012). Ātraudzīgo koku stādījumi piemēroti arī biškopībai, jo tos apdzīvo medus bites (Reddersen 2001). Tajos aug arī piemērotas augu sugas, kuras iedalāmas nektāraugu grupā (Apins 1925).

Lauksaimniekiem peļņas avots ir arī lopkopība. Tā ciešā veidā saistīta ar zālāju augiem, jo no tiem var tikt iegūta lopbarība (Grieniene u.c. 2017). Lopbarības ražošanas un izmantošanas intensifikācija īpaši 20. gadsimta otrajā pusē izraisījusi lakstaugu sugu skaita samazināšanos sētajos zālājos. Intensīvai izmantošanai pieejamas tikai dažas sugas: daudzgadīgā airene *Lolium perenne* L., daudzziedu airene *Lolium multiflorum* Lam. (syn. *L. italicum* A.Braun), pļavas timotiņš *Phleum pratense* L., parastā kamolzāle *Dactylis glomerata* L., niedru auzene *Festuca arundinacea* Schreb., pļavas auzene *Festuca pratensis* Huds (Peeters 2004). Dažas no lakstaugu sugām var noderēt arī par papildavotu sēklu ievākšanai (Sabardina un Kristkalne 1957; Tērauds 1955).

Ātraudzīgo koku stādījumi ir piemēroti arī fitoremediācijai (Pandey *et al.* 2016). Ir zināms, ka kārkliem *Salix sp.* piemīt efektīva spēja akumulēt smagos metālus (Mleczek *et al.* 2010). Tāpat par fitoremediatoriem izmantojami bērzi, apse, baltalksnis, kā arī stādījumā augošie lakstaugi (Lewis *et al.* 2013; Aken 2009; French *et al.* 2006; Raskin *et al.* 1997).

## Materiāli un metodes

### Pētāmā objekta raksturojums:

Pētāmais lauks atrodas Skrīveru novadā “Pardenčos”, koordinātas: 56.689538; 25.138470 (1. attēls). Pētāmajā stādījumā augsnes granulometriskais sastāvs ir lielākoties smilšmāls un mālsmilts. Augsnes reakcija ir vāji skāba. Organiskās vielas augsnē satur 18 – 20 g kg<sup>-1</sup>. P un K nodrošinājums augsnē ir vidējs (Rancāne u.c. 2014). Skrīveri atrodas Vidzemes dienvidos. Tur vidēji 140 dienas gadā ir bezsala periods. Nokrišņu daudzums gada laikā ir apmēram 600 – 650 mm. Nokrišņi izkrīt apmēram 185 dienas gadā (Anonīms 2008).

Eksperimentālā stādījumā koki tika stādīti 2011. gadā. Koku skaits uz hektāru ir 2000. Stādījums ierīkots četros blokos, 10 metrus garie bloki sadalīti četrās slejās, kuras savstarpēji atšķiras pēc mēslojuma veida (kontrolē, digestāts, pelni un notekūdeņu dūņas). Slejas vērstas ZR – DR virzienā. No vairākām stādījumā esošām koku sugām šajā pētījumā detalizēti izpētītas divas: bērzs un baltalksnis.

Pirmo reizi veģetācijas sastāvs tika noteikts 2014. gadā. Tika izšķiras katras sugas seguma klases katrā parauglaukumā: augsta sastopamība, vidēja zema vai ļoti zema. Sugas ar augstu sastopamību tika novērtētas kā dominējošas (Anonīms 2014). Veģetācijas uzskaitē notika arī 2015. gadā, ierīkojot divus parauglaukus (2x2m) ar divu metru attālumu starp tiem katrā no pētāmo koku stādījumiem. Šajā uzskaites reizē tika noteikts katras konstatētās sugas segums procentos. Parauglaukumi tika ierīkoti tieši zem pētāmo koku vainagu atvērumiem. Turpmākās veģetācijas uzskaites notika arī 2016., 2017. un 2018. gadā. Šajās uzskaites reizēs tika ierīkots viens parauglaukums (1x1m) katrā pētāmajā stādījumā, noskaidrots katras konstatētās lakstaugu sugas segums procentos katrā parauglaukumā.

### Datu apstrādes metodika:

Lai noskaidrotu, vai mēslojuma veids būtiski ietekmē bērzu un baltalkšņu garumus; parauglaukumos konstatēto lakstaugu sugu skaitu un segumu, veikta dispersijas analīze. Dispersijas analīze izmantota arī, lai salīdzinātu, vai būtiski atšķiras kontroles laukumi bērzu un baltalkšņu stādījumos savā starpā. Analīzei izmantots lineārais jaukta efekta modelis, kur kā parauglaukuma ID likts nejaušais efekts. Analīze veikta R 3.3.3 programmā ar paketi lme4 (1.1 – 1.3). Noteiktas *p* vērtības statistika būtiskuma novērtēšanai. Veikts *t*-tests, lai noskaidrotu, vai būtiski atšķiras bērzu un baltalkšņu garumi savā starpā. Lai noskaidrotu, vai pastāv korelācija starp bērzu un baltalkšņu stumbru garumiem un caurmēriem un lakstaugu sugu skaitu un segumu parauglaukumos, veikta Pīrsona korelācijas analīze (Bates *et al.* 2015) (R Core Team 2017).

Otrās veģetācijas uzskaites laikā iegūti attēli noēnojuma noteikšanai. Fotoattēli iegūti, katra parauglaukuma vidū novietojot digitālo fotokameru ar “zivs acs” efektu. Fotoattēli apstrādāti, izmantojot datorprogrammu WinSCANOPY 2008a (Anonīms 2015).

Iegūta informācija par to, cik kg slāpekļa uz hektāru gadā spēj piesaistīt konkrēti tauriņziežu dzimtas augi. Izmantojot daļveida vienādojumu, kur *a*, *b* un *c* ir reāli skaitļi, bet *x* ir mainīgais, noskaidrots, cik kg slāpekļa gadā piesaista tauriņziežu dzimtas augi bērzu un baltalkšņu kontroles stādījumos.



## Rezultāti

Ar dispersijas analīzes metodi programmā R tika noskaidrots, vai pastāv statistiski būtiskas atšķirības starp bērzu, baltalkšņu garumiem un caurmēriem septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas (2018. gads), kā arī starp bērzu, baltalkšņu garumiem otrajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas (2013. gads) atkarībā no mēslojuma veida. Rezultāti apkopoti 1. tabulā. *P* vērtība, kas ir mazāka par būtiskuma līmeni 0,05 norāda, ka pastāv statistiski būtiska atšķirība. Mēslojums būtiski ietekmē bērzu garumu un caurmēru septītajā gadā, kā arī bērzu caurmēru septītajā gadā. Baltalkšņu caurmērs nav būtiski atšķirīgs septītajā gadā atkarībā no mēslojuma veida. Bērzu augstums trešajā gadā (2014. gads) un baltalkšņu augstums otrajā gadā vēl nebija būtiski atšķirīgs atkarībā no mēslojuma veida.

1.tabula

### Dispersijas analīzes rezultātā iegūtās *p* vērtības, kas parāda, vai pastāv statistiski būtiskas atšķirības starp mēslojuma veidiem

| <i>P</i> vērtība                  | Bērzi               | Baltalkšņi    |
|-----------------------------------|---------------------|---------------|
| Koku augstums septītajā gadā      | <b>0,0000000871</b> | <b>0,0003</b> |
| Koku caurmērs septītajā gadā      | <b>0,00117</b>      | <b>0,007</b>  |
| Koku augstums otrajā/trešajā gadā | 0,08                | 0,09          |

Izrēķinot bērzu un baltalkšņu vidējos stumbru garumus visos mēslojuma veidos septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas, tie ir attiecīgi 689,054 cm un 603,332 cm. Veicot t-testu programmā R, tika salīdzināti bērzu un baltalkšņu garumi un caurmēri septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas, lai noskaidrotu, vai tie savā starpā atšķiras. Salīdzinot bērzu un baltalkšņu garumus, iegūtā *p* vērtība ir  $2,2 \times 10^{-15}$ , kas ir mazāka par būtiskuma līmeni 0,05, tātad pastāv statistiski būtiska atšķirība starp bērzu un baltalkšņu garumiem septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas. Stādījumā bērzu stumbru augstums ir lielāks, nekā baltalkšņu stumbru augstums.

Bērzu un baltalkšņu stumbru caurmēra vidējās vērtības visos mēslojuma veidos septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas bija attiecīgi un 6,27 cm un 6,49 cm. Veicot t-testu paraugkopu salīdzināšanai, noskaidrots, ka *p* vērtība ir  $6,332 \times 10^{-7}$ , tā kā tā ir zemāka par 0,05, secināms, ka pastāv statistiski būtiska atšķirība starp bērzu un baltalkšņu stumbru caurmēriem septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas. Stādījumā baltalkšņu caurmērs ir lielāks, nekā bērzu caurmērs.



**Vidējais bērzu stumbru augstums un caurmērs stādījumā atkarībā no  
 mēslojuma veida septītajā un ceturtajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas**

|           | Septītais gads pēc stādījuma ierīkošanas |                       | Ceturtais gads pēc stādījuma ierīkošanas |                       |
|-----------|--|-----------------------|--|-----------------------|
|           | Vidējais augstums, cm                    | Vidējais caurmērs, cm | Vidējais augstums, cm                    | Vidējais caurmērs, cm |
| Kontrole  | 644,76±32,13                             | 5,43±0,21             | 209,84±18,48                             | N                     |
| Digestāts | <b>735,62±25,72</b>                      | <b>6,33±0,27</b>      | 236,44±11,62                             | N                     |
| Dūņas     | 657,39±41,30                             | 5,45±0,44             | 207,55±8,67                              | N                     |
| Pelni     | 718,45±37,17                             | 6,20±0,54             | <b>290,50±65,49</b>                      | N                     |

2.tabulā apkopotas bērzu stumbru augstumu un caurmēru vidējās vērtības parauglaukumos atkarībā no mēslojuma veida. Statistiski būtiska atšķirība pastāv starp bērzu stumbru augstumu atkarībā no mēslojuma veida septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas(1.tabula). Visaugstākā vidējā bērzu stumbru augstuma vērtība ir bērziem ar digestātu mēslotajos parauglaukumos – 735,62 cm. Arī bērzu caurmērs septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas atkarībā no mēslojuma veida ir statistiski būtiski atšķirīgs (1.tabula). Vislielākais bērzu caurmērs ir ar digestātu mēslotajos parauglaukumos – 6,33cm. Arī ceturtajā gadā statistiski būtiska atšķirība pastāv starp bērzu stumbru augstumiem atkarībā no mēslojuma veida. Vielielā stumbru augstuma vērtība (290,50 cm) konstatēta ar pelniem mēsloto bērzu parauglaukumos.

**Vidējais baltalkšņu stumbru augstums un caurmērs stādījumā atkarībā no  
 mēslojuma veida septītajā un trešajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas**

|           | Septītais gads pēc stādījuma ierīkošanas |                       | Trešais gads pēc stādījuma ierīkošanas |                       |
|-----------|--|-----------------------|--|-----------------------|
|           | Vidējais augstums, cm                    | Vidējais caurmērs, cm | Vidējais augstums, cm                  | Vidējais caurmērs, cm |
| Kontrole  | 626,30±36,17                             | 6,49±0,42             | 430,74±33,95                           | N                     |
| Digestāts | <b>630,98±30,75</b>                      | <b>6,82±0,71</b>      | 346,42±24,52                           | N                     |
| Dūņas     | 581,04±68,47                             | 5,95±0,30             | 447,24±57,74                           | N                     |
| Pelni     | 580,75±55,54                             | 6,70±0,55             | 495,46±37,36                           | N                     |

3. tabulā apkopotas baltalkšņu stumbru augstumu un caurmēru vidējās vērtības atkarībā no mēslojuma veida. Statistiski būtiska atšķirība pastāv starp baltalkšņu stumbru augstumiem atkarībā no mēslojuma veida septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas (1.tabula). Vielielā kā baltalkšņu stumbru augstuma vērtība konstatēta baltalkšņiem ar digestātu mēslotajos parauglaukumos, kas ir 630,98 cm. Arī baltalkšņu caurmērs atkarībā no mēslojuma veida

septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas ir statistiski būtiski atšķirīgs (1.tabula). Vislielākā baltalkšņu caurmēra vērtība (6,82 cm) arī ir ar digestātu mēslotajos parauglaukumos.

Informācija par lakstaugu sugu skaitu un sugu segumu parauglaukumos apkopota 4. un 5. tabulā. Kopumā bērzu parauglaukumos konstatētais dažādu sugu skaits ir 41; baltalkšņu parauglaukumos – 36 dažādas sugas.

4. tabula

**Lakstaugu sugu skaits un segums bērzu parauglaukumos; bērzu stumbru augstums un caurmērs septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas**

| Suga          | Bloks | Mēslojums | Sugu skaits, n | Sugu segums, % | Koku augstums, cm   | Koku caurmērs, cm |
|---------------|-------|-----------|----------------|----------------|---------------------|-------------------|
| Bērzi         | 1     | Kontrole  | 9              | 141            | 577,22±19,4         | 5,27±0,23         |
| Bērzi         | 1     | Digestāts | N              | N              | 690,00±18,45        | 6,01±0,31         |
| Bērzi         | 1     | Dūņas     | N              | N              | 713,94±16,92        | 5,50±0,38         |
| Bērzi         | 1     | Pelni     | 6              | 175            | 634,21±19,34        | 6,70±0,28         |
| Bērzi         | 2     | Kontrole  | 7              | 202            | 620,71±21,8         | 4,96±0,32         |
| Bērzi         | 2     | Digestāts | 14             | 153            | 697,90±18,67        | 5,80±0,36         |
| Bērzi         | 2     | Dūņas     | 12             | 189            | 649,20±17,89        | 4,90±0,29         |
| Bērzi         | 2     | Pelni     | 11             | 144            | 724,40±29,49        | 6,00±0,41         |
| Bērzi         | 3     | Kontrole  | 13             | 128            | 615,50±30,97        | 5,50±0,52         |
| Bērzi         | 3     | Digestāts | 11             | 202            | 799,26±19,09        | 7,00±0,40         |
| Bērzi         | 3     | Dūņas     | 9              | 120            | 822,58±20,10        | 7,40±0,36         |
| Bērzi         | 3     | Pelni     | 12             | 133            | 720,57±19,71        | 6,10±0,28         |
| Bērzi         | 4     | Kontrole  | 7              | 139            | 739,63±21,97        | 5,96±0,32         |
| Bērzi         | 4     | Digestāts | 7              | 105            | 755,30±24,81        | 6,50±0,39         |
| Bērzi         | 4     | Dūņas     | 10             | 157            | 688,06±18,09        | 5,80±0,34         |
| Bērzi         | 4     | Pelni     | 11             | 131            | 550,38±29,26        | 4,20±0,35         |
| <b>Vidēji</b> |       |           | <b>9,93</b>    | <b>151,36</b>  | <b>687,43±18,96</b> | <b>5,85±0,20</b>  |

5. tabula

**Lakstaugu sugu skaits un segums baltalkšņu parauglaukumos; baltalkšņu stumbru augstums un caurmērs septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas**

| Suga       | Bloks | Mēslojums | Sugu skaits, n | Sugu segums, % | Koku augstums, cm | Koku caurmērs, cm |
|------------|-------|-----------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|
| Baltalkšņi | 1     | Kontrole  | N              | N              | N                 | N                 |
| Baltalkšņi | 1     | Digestāts | 8              | 141            | 600,57±12,42      | 6,13±0,25         |
| Baltalkšņi | 1     | Dūņas     | 9              | 123            | 593,00±11,78      | 6,72±0,36         |
| Baltalkšņi | 1     | Pelni     | N              | N              | 637,93±13,89      | 7,07±0,27         |
| Baltalkšņi | 2     | Kontrole  | 9              | 123            | 645,14±9,32       | 7,09±0,29         |
| Baltalkšņi | 2     | Digestāts | 11             | 200            | 702,54±12,22      | 9,22±0,31         |

*Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījuma programmas 2016. – 2021. gadam 4. zinātniskās izpētes misijas  
 “Dendroloģisko parametru ietekme uz veģetāciju kokaugu stādījumā lauksaimniecības zemē un tās sniegtie  
 ekosistēmu pakalpojumi” gala ziņojums*

|               |   |           |             |               |                     |                  |
|---------------|---|-----------|-------------|---------------|---------------------|------------------|
| Baltalkšņi    | 2 | Dūņas     | 9           | 175           | 655,00±11,07        | 8,06±0,31        |
| Baltalkšņi    | 2 | Pelni     | 13          | 199           | 655,23±9,65         | 7,12±0,30        |
| Baltalkšņi    | 3 | Kontrole  | N           | N             | 677,37±15,05        | 6,94±0,38        |
| Baltalkšņi    | 3 | Digestāts | N           | N             | 657,60±14,32        | 6,44±0,26        |
| Baltalkšņi    | 3 | Dūņas     | 7           | 59            | 655,00±11,80        | 7,02±0,29        |
| Baltalkšņi    | 3 | Pelni     | 11          | 75            | 655,00±10,98        | 6,51±0,25        |
| Baltalkšņi    | 4 | Kontrole  | 3           | 160           | 555,40±11,97        | 5,46±0,24        |
| Baltalkšņi    | 4 | Digestāts | 5           | 190           | 563,20±12,86        | 5,49±0,29        |
| Baltalkšņi    | 4 | Dūņas     | 6           | 170           | 420,00±13,88        | 5,00±0,23        |
| Baltalkšņi    | 4 | Pelni     | 6           | 102           | 376,00±15,81        | 3,11±0,19        |
| <b>Vidēji</b> |   |           | <b>8,08</b> | <b>143,08</b> | <b>603,27±24,03</b> | <b>6,49±0,36</b> |

Tika veikta Pīrsona korelācijas analīze, lai noskaidrotu, vai pastāv saistība starp bērzu, baltalkšņu stumbru garumiem, caurmēriem, parauglaukumos konstatēto lakstaugu sugu skaitu, segumu septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas. Korelācijas analīzes rezultāti bērzu un baltalkšņu parauglaukumiem parādīti 6. un 7. tabulā.

6. tabula

**Bērzu stumbru garumu, caurmēru un parauglaukumos konstatēto lakstaugu sugu skaita un seguma septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas korelācijas analīzes rezultāti**

|                   |                |                |                   |                   |
|-------------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|
|                   | Sugu skaits, n | Sugu segums, % | Koku augstums, cm | Koku caurmērs, cm |
| Sugu skaits, n    | *****          | -0,031         | -0,056            | -0,243            |
| Sugu segums, %    | 0,916          | *****          | -0,116            | -0,122            |
| Koku augstums, cm | 0,85           | 0,693          | *****             | -0,835            |
| Koku caurmērs, cm | 0,403          | 0,677          | <0,001            | *****             |

Korelācijas analīzes rezultātā visas iegūtās *p* vērtības ir lielākas par būtiskuma līmeni 0,05, tātad nepastāv korelācija starp bērzu stumbru garumiem, caurmēriem un lakstaugu sugu skaitu un segumu parauglaukumos.

**Baltalkšņu stumbru garumu, caurmēru un parauglaukumos konstatēto  
 lakstaugu sugu skaita un seguma septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas korelācijas  
 analīzes rezultāti**

|                   | Sugu skaits, n | Sugu segums, % | Koku augstums, cm | Koku caurmērs, cm |
|-------------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|
| Sugu skaits, n    | *****          | 0,084          | 0,622             | 0,64              |
| Sugu segums, %    | 0,795          | *****          | 0,066             | 0,262             |
| Koku augstums, cm | <b>0,031</b>   | 0,839          | *****             | 0,909             |
| Koku caurmērs, cm | <b>0,025</b>   | <b>0,011</b>   | <0,001            | *****             |

Baltalkšņu stumbru augstums korelē ar parauglaukumos konstatēto lakstaugu sugu skaitu ( $p$  vērtība 0,031, kas ir mazāka par būtiskuma līmeni 0,05), tāpat arī korelē baltalkšņu stumbru caurmērs ar lakstaugu sugu skaitu un segumu (iegūtās  $p$  vērtības ir 0,025 un 0,011, kas ir mazākas par būtiskuma līmeni 0,05).

Ar dispersijas analīzes metodi tika pārbaudīts, vai mēslojumam ir ietekme uz bērzu parauglaukumos konstatēto lakstaugu sugu skaitu. Iegūtā  $p$  vērtība 0,0861, kas ir lielāka par būtiskuma līmeni 0,05, norāda, ka mēslojums neietekmē bērzu parauglaukumos esošo lakstaugu sugu skaitu. Arī to segumu parauglaukumos mēslojums neietekmē ( $p$  vērtība ir 0,982). Tāpat tika analizēta mēslojuma ietekme uz baltalkšņu parauglaukumos esošo lakstaugu sugu skaitu un segumu. Iegūtās  $p$  vērtības ir 0,251 un 0,62, tārad mēslojums neietekmē arī baltalkšņu parauglaukumos esošo lakstaugu sugu skaitu un segumu.

Bērzu stumbru garumi kontroles parauglaukumos savā starpā septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas 1., 2., 3. un 4. blokā savā starpā ir atšķirīgi. Dispersijas analīzes rezultātā iegūtā  $p$  vērtība ir 0,0015. Tā kā tā ir mazāka par būtiskuma līmeņa 0,05, atšķirība ir statistiski būtiska.  $F$  vērtība ir 7,63; novērojumu skaits 82.

Bērzu stumbru caurmēri kontroles parauglaukumos savā starpā septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas 1., 2., 3 un 4. blokā savā starpā nav statistiski būtiski atšķirīgi. Dispersijas analīzes rezultātā iegūtā  $p$  vērtība 0,99 ir lielāka par būtiskuma līmeni  $p=0,05$ .  $F$  vērtība ir 2,162, novērojumu skaits 82.

Bērzu stumbru garumi kontroles parauglaukumos savā starpā 2014. gadā 1., 2., 3 un 4. blokā savā starpā nav statistiski būtiski atšķirīgi. Dispersijas analīzes rezultātā iegūtā  $p$  vērtība 0,3 ir lielāka par būtiskuma līmeni  $p=0,05$ .  $F$  vērtība ir 1,24, novērojumu skaits 83.

Septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas kontroles parauglaukumos konstatēto lakstaugu sugu skaits ir parādīts 8. tabulā. Vislielākais sugu skaits ir trešā bloka kontroles parauglaukumā (13 sugas), tomēr tajā nav konstatēts arī lielākais lakstaugu segums (%) – lielākais segums ir otrā bloka parauglaukumā (202%), kurā sugu skaits ir tāds pats, kā ceturtajā blokā – septiņas sugas. Vidējais kontroles parauglaukumos konstatēto sugu skaits ir 9, to vidējais segums – 152,5 %.

**Septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas kontroles parauglaukumos konstatēto lakstaugu sugu skaits un segums (%) katrā no blokiem bērzu stādījumā**

|                | 1.bloks | 2.bloks | 3.bloks | 4.bloks | Vidēji |
|----------------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Sugu skaits, n | 9       | 7       | 13      | 7       | 9      |
| Sugu segums, % | 141     | 202     | 128     | 139     | 152,5  |

Baltalkšņu stumbru garumi kontroles parauglaukumos savā starpā septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas 2., 3. un 4. blokā savā starpā ir atšķirīgi. Dispersijas analīzes rezultātā iegūtā *p* vērtība ir mazāka par 0,001. Tā kā tā ir mazāka par būtiskuma līmeni 0,05, atšķirība ir statistiski būtiska. *F* vērtība ir 24,87; novērojumu skaits 197.

Arī baltalkšņu stumbru caurmēri kontroles parauglaukumos savā starpā septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas 2., 3. un 4. blokā savā starpā ir atšķirīgi. Dispersijas analīzes rezultātā iegūtā *p* vērtība ir 0,00095. Tā kā tā ir mazāka par būtiskuma līmeni 0,05, atšķirība ir statistiski būtiska. *F* vērtība ir 7,211; novērojumu skaits 197.

Raksturojot lakstaugu sugu skaitu un to segumu parauglaukumos septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas, iegūta informācija par kontroles parauglaukumiem tikai 2. un 4. blokā. Dati par šajos parauglaukumos konstatēto lakstaugu sugu skaitu un segumu apkopoti 9. tabulā. 2. bloka kontroles parauglaukumā konstatēts trīs reizes lielāks sugu skaits, tomēr lakstaugu segums nedaudz lielāks ir parauglaukumā ar trīs reizes mazāku konstatēto sugu skaitu. Vidējais konstatēto sugu skaits ir 6, vidējais to segums – 141, 5 %.

**Septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas kontroles parauglaukumos konstatēto lakstaugu sugu skaits un segums (%) 2. un 4. bloka parauglaukumos baltalkšņu stādījumā**

|                | 2. bloks | 4. bloks | Vidēji |
|----------------|----------|----------|--------|
| Sugu skaits, n | 9        | 3        | 6      |
| Sugu segums, % | 123      | 160      | 141,5  |

Trešajā gadā pēc eksperimentālā stādījuma ierīkošanas, tajā tika novērtēts koku vainagu atvērums. Analizējot iegūtās fotogrāfijas, noskaidrojās, ka vainagu atvērums gan bērzu, gan baltalkšņu parauglaukumos bija līdzīgs – 58,44 % bērzu un 57,6 % baltalkšņu parauglaukumos.

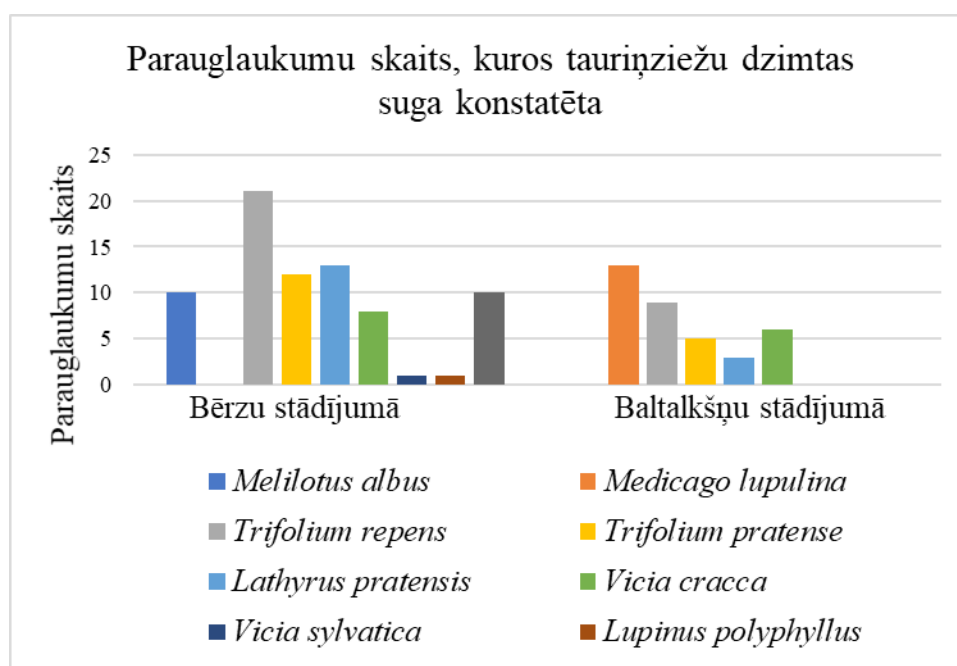
No katras veģetācijas uzskaites reizes apskatīts, vai kāda no konstatētajām sugām ietilpst dabisko pļavu indikatorsugām (Baroņina un Kabucis 2008). Bērzu un baltalkšņu stādījumos konstatētas divas dabisko pļavu indikatorsugas: *D. deltoides* L. un *D. maculata*, kas tika konstatēta tikai kontroles parauglaukumos gan bērzu, gan baltalkšņu stādījumos ceturtajā un piektajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas. Vislielākais segums – 10% tika noteikts baltalkšņu stādījumā kontroles parauglaukumā ceturtajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas un piektajā gadā – 7%. Bērzu stādījumā sugas segums (%) bija 2% un 4% ceturtajā un piektajā gadā pēc stādījuma

ierīkošanas. Sestajā un septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas bērzu stādījumā vienā no ar pelniem mēslojamiem parauglaukumiem *D. deltoides* aizņēma 10% no pētītā laukuma un citā ar pelniem mēslotajā laukumā tika konstatēts viens augs. Pa vienam augam tika konstatēti arī baltalkšņu stādījumā kontroles un ar digestātu mēslotajos parauglaukumos, konstatēta dzirkstelīte nevienā no stādījumiem. Ārpus parauglaukuma robežām tika konstatēti atsevišķi *D. deltoides* augi (trīs līdz pieci augi). Atsevišķi augi tika konstatēti arī joslās starp stādījumiem (trīs līdz četri augi un septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas trīs līdz pieci augi). Septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas tika konstatēti arī divi augi bērzu stādījumā ar pelniem mēslotajā parauglaukumā.

Tāpat kā dabisko zālāju augu indikatorsugu sastopamība stādījumā, tika novērtēta arī invazīvo augu sugu sastopamība. Stādījumā konstatētas divas invazīvo augu sugas – *L. polyphyllus* un *S. canadensis* (Dabas aizsardzības pārvalde 2019). *L. polyphyllus* tika konstatēta septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas – viens augs bērzu stādījumā ar digestātu mēslotajā parauglaukumā. *S. canadensis* tika konstatēta jau piektajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas – viens augs ar digestātu mēslotajā parauglaukumā. Sestajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas konstatēts lielāks šīs sugas segums – viens augs ar pelniem un ar dūņām mēslojos parauglaukumos. Septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas bērzu stādījumā kontroles parauglaukumā *S. canadensis* aizņēma 50%.

### Ekosistēmu pakalpojumi: augsnes bagātināšana ar slāpekli

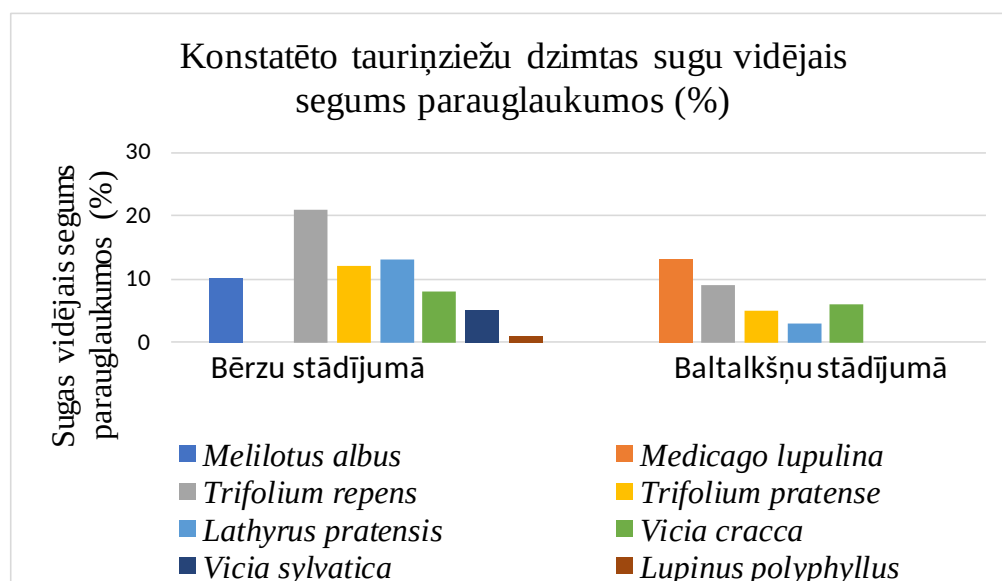
Viens no stādījuma sniegtajiem ekosistēmu pakalpojumiem ir augsnes bagātināšana ar slāpekli. Lai novērtētu bērzu un baltalkšņu stādījumu potenciālu bagātināt augsni ar slāpekli, apkopota informācija par stādījumos esošajiem tauriņziežu dzimtas augiem. Informācija parādīta 1.attēlā. Ņemti vērā visu stādījuma apsekošanas reižu rezultāti.



### 1.att. Bērzu un baltalkšņu stādījumā konstatētās tauriņziežu dzimtas sugas un parauglaukumu skaits, kuros suga konstatēta laikā no trešā līdz septītajam gadam pēc stādījuma ierīkošanas

Bērzu stādījumā konstatētas septiņas tauriņziežu sugas: baltais amoliņš *Melilotus albus* Medik., *T. repens.*, *V. cracca*, *Lathyrus pratensis* L., *L. polyphyllus* un *Vicia sylvatica* L. Baltalkšņu stādījumā konstatētas piecas tauriņziežu sugas: *V. cracca*, *T. repens*, *T. pratense*, *M. albus* un *L. pratensis*. Attēlā (6.att) parādīts bērzu un baltalkšņu stādījumu salīdzinājums atkarībā no parauglaukumu skaita, kuros konstatētas tauriņziežu sugas. Gan vislielākais sugu skaits, gan parauglaukumu skaits, kuros sugas konstatētas ir bērzu stādījumā. Visvairāk ir parauglaukumu, kuros konstatēta suga *T. pratense* (bērzu stādījumā 41 un baltalkšņu stādījumā 21 parauglaukums). Bērzu stādījumā ir arī lielāks skaits parauglaukumu, kuros sastopama suga *T. repens* – 29 parauglaukumi, bet baltalkšņu stādījumā tikai pieci parauglaukumi. Arī suga *V. cracca* vairāk sastopama bērzu stādījumā, tā konstatēta 28 parauglaukumos, bet baltalkšņu stādījumā 19 parauglaukumos. Kopumā gan lielāks sugu skaits, gan parauglaukumu skaits, kuros suga konstatēta raksturīgs bērzu stādījumam.

Bērzu un baltalkšņu stādījums salīdzināts arī ņemot vērā tajos sastopamo tauriņziežu dzimtas augu seguma (%) vidējo rādītāju visos parauglaukumos, kur suga konstatēta. Salīdzinājums parādīts 2. attēlā.



### 2.att. Bērzu un baltalkšņu stādījumā konstatēto tauriņziežu dzimtas augu vidējais segums (%) visos parauglaukumos, kur suga konstatēta laikā no trešā līdz septītajam gadam pēc stādījuma ierīkošanas

Bērzu stādījumā tauriņziežu dzimtas augu segums (%) parauglaukumos, kur tās konstatētas, ir lielāks, nekā baltalkšņu stādījumā. Vidēji tas ir 10%. Baltalkšņu stādījumā vidējais



*Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījuma programmas 2016. – 2021. gadam 4. zinātniskās izpētes misijas  
“Dendroloģisko parametru ietekme uz veģētāciju kokaugu stādījumā lauksaimniecības zemē un tās sniegtie  
ekosistēmu pakalpojumi” gala ziņojums*

tauriņziežu dzimtas augu segums (%) ir 7,2%. Lielāko segumu veido bērzu stādījumā esošā suga *T. repens* – 21%. Baltalkšņu stādījumā lielāko segumu veido *M. lupulina* – 13%.

Daļa no stādījumā esošiem augiem uzskatāmi arī par dabīgu zaļmēslojumu. Informācija par zaļmēslojuma augiem bērzu un baltalkšņu parauglaukumos laikā no ceturtā līdz septītajam gadam pēc stādījuma ierīkošanas apkopota 8. tabulā.

**Zaļmēslojuma augi bērzu in baltalkšņu stādījumā kontroles parauglaukumos  
 laikā no ceturrtā līdz septītajam gadam pēc stādījuma ierīkošanas**

| Gads                           | 2015       |           | 2016      |           | 2017      |           | 2018      |          |
|--------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
|                                | B          | BA        | B         | BA        | B         | BA        | B         | BA       |
| <i>Medicago lupulina</i>       | 13         | 10        |           | 35        |           | 1         |           |          |
| <i>Melilotus albus</i>         | 10         |           |           |           |           |           |           |          |
| <i>Trifolium hybridum</i>      | 23         |           |           |           | 7         |           | 19        |          |
| <i>Trifolium pratense</i>      | 14         | 5         | 22        | 3         | 7         | 5         | 6         |          |
| <i>Trifolium repens</i>        | 25         |           | 7         | 10        |           |           |           |          |
| <b>Kopējais sugu skaits, n</b> | <b>8</b>   | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>6</b>  | <b>5</b>  | <b>5</b>  | <b>6</b>  | <b>1</b> |
| <b>Kopējais sugu segums, %</b> | <b>127</b> | <b>21</b> | <b>55</b> | <b>61</b> | <b>81</b> | <b>27</b> | <b>67</b> | <b>5</b> |

Apzīmējumi: B – bērzs; BA – baltalksnis

*T. pratense* gadā spēj piesaistīt no 100 līdz 400 kg slāpekļa uz hektāru gadā (Rayns and Rosenfeld 2010). Ceturtajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas bērzu stādījumā *T. pratense* sedza 14% no kontroles parauglaukumiem. Viena kontroles stādījuma platība ir 0,102 ha. Kontroles stādījumi atrodas četros blokos, to kopējā platība ir 0,408 ha. Ņemot vērā *T. pratense* spēju piesaistīt slāpekli, šīs sugas segumu kontroles parauglaukumos (10. tabula) un kontroles stādījuma platību, aprēķināts, ka ceturtajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas bērzu stādījumā kontroles grupā *T. pratense* piesaistītā slāpekļa apjoms bija no 5,712 kg N<sub>2</sub>/ha līdz 22,848 kg N<sub>2</sub>/ha. Piektajā gadā *T. pratense* bērzu stādījumā sedza 22% kontroles parauglaukumu platības, piesaistītā skāpekļa apjoms bija no 8,976 kg N<sub>2</sub>/ha līdz 35,904 kg N<sub>2</sub>/ha. Sestajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas bērzu kontroles grupas parauglaukumos *T. pratense* sedza 7% no kopējās parauglaukumu platības, piesaistītā slāpekļa apjoms bija no 2,856 kg N<sub>2</sub>/ha līdz 11,424 kg N<sub>2</sub>/ha. Septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas *T. pratense* sedza 6% no kontroles parauglaukumu platības. Piesaistītā slāpekļa apjoms bija no 2,448 kg N<sub>2</sub>/ha līdz 9,792 kg N<sub>2</sub>/ha. Laikā no ceturrtā līdz septītajam gadam pēc stādījuma ierīkošanas *T. pratense* bērzu stādījumā piesaistīja slāpekli apjomā no 19,992 kg N<sub>2</sub>/ha līdz 79,968 kg N<sub>2</sub>/ha.

*T. repens* gadā piesaista no 50 līdz 300 kg slāpekļa uz hektāru (Rayns and Rosenfeld 2010). Bērzu stādījumā kontroles grupā ceturtajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas *T. repens* sedza 25% no kopējās parauglaukumu platības. Piesaistītā slāpekļa apjoms bija no 10,2 kg N<sub>2</sub>/ha līdz 40,8 kg N<sub>2</sub>/ha. Piektajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas bērzu kontroles grupas parauglaukumos *T. repens* sedza 25% no kopējās parauglaukumu platības, piesaistītā slāpekļa apjoms bija no 5,1 kg N<sub>2</sub>/ ha līdz 30,6 kg N<sub>2</sub>/ ha. Sestajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas *T. repens* sedza 7% no kopējās parauglaukumu platības, piesaistītā slāpekļa apjoms bija no 1,428 kg N<sub>2</sub>/ ha līdz 8,568 kg N<sub>2</sub>/ ha. Septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas *T. repens* netika konstatēts bērzu grupas kontroles parauglaukumos. Laikā no ceturrtā līdz septītajam gadam pēc stādījuma ierīkošanas *T. repens* bērzu stādījumā piesaistīja slāpekli apjomā no 16,728 kg N<sub>2</sub>/ha līdz 79,968 kg N<sub>2</sub>/ha.

Baltalkšņu stādījumā kontroles grupā ceturtajā, kā arī sestajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas *T. pratense* kontroles grupā sedza 5% no kopējās parauglaukumu platības, piesaistītā

slāpekļa apjoms bija no 2,04 kg N<sub>2</sub>/ha līdz 8,16 kg N<sub>2</sub>/ha. Piektajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas baltalkšņu kontroles grupā *T. pratense* sedza 3% no kopējās parauglaukumu platības, piesaistītā slāpekļa apjoms bija no 1,224 kg N<sub>2</sub>/ha līdz 4,896 kg N<sub>2</sub>/ha. Septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas *T. pratense* baltalkšņu grupas kontroles parauglaukumos netika konstatēts. Laikā no ceturta līdz septītajam gadam pēc stādījuma ierīkošanas *T. repens* baltalkšņu stādījumā piesaistīja slāpekli apjomā no 5,304 kg N<sub>2</sub>/ha līdz 21,216 kg N<sub>2</sub>/ha.

*T. repens* baltalkšņu stādījumā ceturtajā, piektajā un septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas netika konstatēts, tomēr sestajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas tā segums bija 10% no kontroles parauglaukumu platības, piesaistītā slāpekļa apjoms bija no 2,04 kg N<sub>2</sub>/ha līdz 12,24 kg N<sub>2</sub>/ha.

### **Ekosistēmu pakalpojumi: medus iegūšana**

Bitēm svarīgo nektāraugu (Apins 1925) ziedēšanas laiks tika noskaidrots, izmantojot pieejamo informāciju gramatā “Latvijas augi” (Priedītis 2014). Informācija par bērzu un baltalkšņu stādījumos gan kontroles, gan mēslotajos parauglaukumos laikā no trešā līdz septītajam gadam konstatēto nektāraugu sugu sastopamību un to ziedēšanas laiku apkopota 9.tabulā. Visintensīvākā ziedēšana notiek laikā no jūnija līdz augustam. Aprīlī zied viena suga (parastā mällēpe *Tussilago farfara* L.), kas sastopama gan bērzu, gan baltalkšņu stādījumos. Dažas sugas turpina ziedēt arī oktobrī, piemēram, tūruma usne *Cirsium arvense* (L.) Scop., parastais aklis *Galeopsis tetrahit* L., rudens vēlpiene *Leontodon autumnalis* L., tūruma mīktpiene *Sonchus arvensis* L., *T. repens*, birztales veronika *Veronica chamaedrys* L.

**Nektāraugi bērzu un baltalkšņu stādījumos un to ziedēšanas laiks**

| Augu sugas                                 | Aprīlis  | Maijs    | Jūnijs    | Jūlijs    | Augusts   | Septembris | Oktobris |
|--|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|
| <i>Centaurea jacea</i> L.                  |          |          | X         | X         | X         | X          |          |
| <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.          |          |          | X         | X         | X         | X          | X        |
| <i>Convolvulus arvensis</i> L.             |          |          | X         | X         | X         | X          |          |
| <i>Coronaria flos-cuculi</i> (L.) A. Braun |          | X        | X         | X         |           |            |          |
| <i>Galeopsis speciosa</i> Mill.            |          |          | X         | X         | X         | X          |          |
| <i>Galeopsis tetrahit</i> L.               |          |          | X         | X         | X         | X          | X        |
| <i>Leontodon autumnalis</i> L.             |          |          |           | X         | X         | X          | X        |
| <i>Lotus corniculatus</i> L. s.str.        |          |          | X         | X         | X         |            |          |
| <i>Medicago lupulina</i> L.                |          | X        | X         | X         | X         | X          |          |
| <i>Melilotus albus</i> Medik.              |          |          | X         | X         | X         | X          |          |
| <i>Plantago lanceolata</i> L.              |          | X        | X         | X         | X         | X          |          |
| <i>Plantago major</i> L.                   |          |          | X         | X         | X         | X          |          |
| <i>Ranunculus acris</i> L.                 |          | X        | X         | X         | X         | X          |          |
| <i>Rubus idaeus</i> L.                     |          | X        | X         |           |           |            |          |
| <i>Sonchus arvensis</i> L.                 |          |          | X         | X         | X         | X          | X        |
| <i>Trifolium pratense</i> L.               |          | X        | X         | X         | X         | X          |          |
| <i>Trifolium repens</i> L.                 |          | X        | X         | X         | X         | X          | X        |
| <i>Tussilago farfara</i> L.                | X        | X        |           |           |           |            |          |
| <i>Veronica chamaedrys</i> L.              |          | X        | X         | X         | X         | X          | X        |
| <i>Vicia cracca</i> L.                     |          |          | X         | X         | X         |            |          |
| <b>Kopā</b>                                | <b>1</b> | <b>9</b> | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>17</b> | <b>15</b>  | <b>6</b> |

Apzīmējumi: x-ziedēšanas laiks. X- zied visu mēnesi; X-zied mēneša sākumā.

Kontroles parauglaukumos konstatēto nozīmīgo nektāraugu sugu vidējais segums (%) katrā no  
 uzskaites reizēm

| Gads                             | 2015       |           | 2016      |           | 2017      |           | 2018      |          |
|----------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
|                                  | B          | BA        | B         | BA        | B         | BA        | B         | BA       |
| <i>Centaurea jacea</i>           |            |           |           | 3         |           |           |           |          |
| <i>Cirsium arvense</i>           | 4          |           | 1         |           | 1         |           | 10        |          |
| <i>Convolvulus flos - cuculi</i> | 5          |           |           |           |           |           |           |          |
| <i>Galeopsis tetrahit</i>        | 3          |           | 1         |           |           | 1         |           |          |
| <i>Medicago lupulina</i>         | 15         |           |           |           |           |           |           |          |
| <i>Melilotus albus</i>           | 8          |           |           |           | 3         |           |           |          |
| <i>Plantago lanceolata</i>       | 1          |           | 1         |           |           | 1         |           |          |
| <i>Ranunculus acris</i>          | 5          | 8         | 12        | 6         | 5         |           | 1         |          |
| <i>Sonchus arvensis</i>          | 8          | 1         |           | 3         | 5         |           |           |          |
| <i>Trifolium pratense</i>        | 14         | 5         | 22        | 3         | 9         | 5         | 30        |          |
| <i>Trifolium repens</i>          | 20         |           | 8         | 10        |           | 2         | 10        |          |
| <i>Tussilago farfara</i>         | 10         | 5         | 4         | 3         |           | 3         | 5         |          |
| <i>Veronica chamaedrys</i>       | 4          | 5         | 1         |           |           |           | 1         |          |
| <i>Vicia cracca</i>              | 9          |           | 5         | 2         | 2         | 10        | 1         | 1        |
| <b>Kopējais sugu skaits</b>      | <b>13</b>  | <b>5</b>  | <b>9</b>  | <b>7</b>  | <b>6</b>  | <b>6</b>  | <b>7</b>  | <b>1</b> |
| <b>Kopējais sugu segums</b>      | <b>106</b> | <b>24</b> | <b>55</b> | <b>30</b> | <b>25</b> | <b>22</b> | <b>58</b> | <b>1</b> |

12. tabulā apokopota informācija par kontroles parauglaukumos konstatēto nozīmīgo nektāraugu sugu segumu. Gan lielākais sugu skaits (13 sugas) gan kopējais segums (106 %) bija ceturtajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas bērzu stādījumā. Vismazākais sugu skaits (1 suga) un segums (1%) bija balatkšņu stādījumā septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas, kad visos kontroles parauglaukumos tika konstatēti tikai viens sugas *V. cracca* augs. Kopumā pa visiem gadiem lielāks sugu skaits un segums konstatēti bērzu stādījumā. Bērzu stādījumā vidējais nektāraugu sugu skaits kontroles parauglaukumos laikā no ceturta līdz septītajam gadam pēc stādījuma ierīkošanas ir 9, kas ir par 4 vairāk, nekā baltalkšņu stādījumā. Vidējais nektāraugu sugu segums kontroles parauglaukumos laikā no ceturta līdz septītajam gadam pēc stādījuma ierīkošanas bērzu stādījumā ir 61%, kas ir par 42% vairāk, nekā baltalkšņu stādījumā.

## **Diskusija**

Otrajā/trešajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas bērzu, kā arī baltalkšņu parauglaukumos atkarībā no mēslojuma veida noteikts koku augstums. Veicot t-testu, noskaidrots, ka abu koku sugu parauglaukumi visos mēslojuma veidos savā starpā vēl nav būtiski atšķirīgi. Abos stādījumos  $p$  vērtība ir augstāka par būtiskuma līmeni 0,05 (0,08 bērzu un 0,09 baltalkšņu stādījumā). Septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas noteikts gan koku augstums, gan caurmērs. Bērzu stādījumā abas noteiktās vērtības pie būtiskuma līmeņa 0,05 atkarībā no mēslojuma veida būtiski atšķirās ( $p$  vērtība bērzu stumbru garumam –  $<0,001$ ;  $p$  vērtība bērzu stumbru caurmēram – 0,00117). Arī baltalkšņu stādījumā koku stumbru augstums un caurmērs ir būtiski atšķirīgs parauglaukumos atkarībā no mēslojuma veida. Iegūtās  $p$  vērtības ir attiecīgi 0,0003 un 0,007.

Pīrsona korelācijas analīzes rezultāti liecina par to, ka bērzu stādījumā nepastāv korelācija starp stumbru garumu, caurmēru un parauglaukumos konstatēto lakstaugu sugu skaitu, visas iegūtās  $p$  vērtības ir augstākas par būtiskuma līmeni 0,05, korelācija pastāv vienīgi starp bērzu stumbru garumu un caurmēru septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas. Baltalkšņu stādījumā septītajā gadā pēc tā ierīkošanas pastāv korelācija starp stumbru garumu, kā arī caurmēru un parauglaukumos konstatēto lakstaugu sugu skaitu ( $p$  vērtības attiecīgi 0,031 un 0,025), pastāv korelācija arī starp koku caurmēru un lakstaugu sugu segumu ( $p$  vērtība – 0,011), bet nepastāv korelācija starp koku garumu un sugu segumu ( $p$  vērtība – 0,839).

Dispersijas analīzes rezultāti liecina par to, ka mēslojums būtiski neietekmē lakstaugu sugu skaitu un segumu bērzu stādījumā ( $p$  vērtības attiecīgi 0,0861 un 0,982). Mēslojums neietekmē arī baltalkšņu stādījuma parauglaukumos konstatēto lakstaugu sugu skaitu un segumu ( $p$  vērtības attiecīgi 0,251 un 0,62). Kamēr kokaugu stādījums ir jauns, lakstaugu sugu sastāvu ietekmē tas, kā teritorija izmantota un kādi augi tur auguši pirms tam (Archaux *et al.* 2010).

Kontroles parauglaukumi ir salīdzināti savā starpā. Bērzu stādījuma grupā bērzu augstums visos četros blokos ir savstarpēji būtiski atšķirīgs ( $p$  vērtība – 0,0015), vislielākais bērzu stumbru augstums noteikts 4. blokā, bet mazākais stumbru augstums – pirmajā blokā. Arī baltalkšņu stādījumā kontroles parauglaukumos septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas koku stumbru augstums būtiski atšķiras ( $p$  vērtība  $<0,001$ ). Savukārt bērzu stumbru caurmērs septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas kontroles parauglaukumos visos blokos nav statistiski būtiski atšķirīgs ( $p$  vērtība – 0,99). Statistiski būtiska atšķirība pastāv arī starp baltalkšņu stumbru caurmēriem kontroles parauglaukumos septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas ( $p$  vērtība – 0,00095).

Trešajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas vēl nav izveidojusies statistiski būtiska atšķirība starp bērzu stumbru garumiem kontroles parauglaukumos visos četros blokos ( $p$  vērtība – 0,3).

Septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas bērzu parauglaukumu kontroles grupā lielākais konstatēto lakstaugu sugu skaits ir 13 (trešajā blokā), kur to segums sasniedz 128 % no parauglaukumu platības, tomēr lielāks segums – 139% no kopējās kontroles parauglaukumu platības konstatēts ceturtajā blokā, kurā konstatētas septiņas lakstaugu sugas. Baltalkšņu stādījumā kontroles parauglaukumos trešajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas

parauglaukumos konstatēto lakstaugu sugu skaits un segums salīdzināts starp 2. un 4. bloku. Lielāks sugu skaits konstatēts 2. blokā, bet sugu segums tajā ir mazāks – 123%. Lielāks sugu segums konstatēts 4. blokā – 160%, kur konstatētas sešas lakstaugu sugas. Salīdzinot vidējo sugu skaitu un sugu segumu starp bērzu un baltalkšņu stādījumiem, lielāks sugu skaits konstatēts bērzu stādījumā – vidēji deviņas sugas, baltalkšņu stādījumā kontroles parauglaukumos vidējais konstatēto lakstaugu sugu skaits ir seši. Arī lakstaugu sugu vidējais segums (%) lielāks ir bērzu stādījuma kontroles parauglaukumos, kur tas ir 152,5%, baltalkšņu stādījumā kontroles parauglaukumos konstatēto lakstaugu sugu vidējais segums ir 141,5%. Ātraudzīgo koku stādījumā veģetācija nestabilizējas un tā ir mainīga (Gustaffson 1986). Stādījumā esošo augu homogenizācija saistīta ar to, ka laika gaitā pieaug lapu koku vainagu projekcija, tie sakļaujas, veidojot apēnojumu. Rezultātā samazinās saulmīļu sugu skaits. Nesamazinās vienīgi mežam raksturīgo lakstaugu sugu skaits un segums parauglaukumos. Baltalkšņu stādījumos mazāka lakstaugu sugu daudzveidība skaidrojama ar to, ka tur lielāks apēnojums.

Gan bērzu, gan baltalkšņu stādījumos konstatētas divas dabisko pļavu indikatorsugas: dzirkstelīte *D. deltoides* un *D. maculata*. *D. deltoides* tika konstatēta jau ceturtajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas, kur tā kontroles parauglaukumā sedz 10% no parauglaukuma platības. Stādījumā gan bērzu, gan baltalkšņu parauglaukumos konstatētas arī divas invazīvas sugas: *L. polyphyllus* un *S. canadensis*. Septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas bērzu stādījumā vienā no kontroles parauglaukumiem *S. canadensis* sedza 50% no parauglaukuma platības.

Novērtējot bērzu un baltalkšņu stādījumā esošo tauriņziežu dzimtas sugu sastopamību, secināms, ka bērzu stādījumā ir gan lielāks to skaits, gan segums, nekā baltalkšņu stādījumā. Biežāk sastopamā tauriņziežu dzimtas suga ir *T. repens*. Aprēķinot iespējamo *T. repens* piesaistītā slāpekļa apjomu bērzu stādījumā, secināms, ka laikā no ceturta līdz piektajam gadam pēc stādījuma ierīkošanas, *T. repens* piesaistīja no 16,728 kg N<sub>2</sub>/ha līdz 79,968 kg N<sub>2</sub>/ha. Baltalkšņu stādījumā *T. repens* šajā laika posmā piesaistīja atmosfēras slāpekli apjomā no 2,04 kg N<sub>2</sub>/ha līdz 12,24 kg N<sub>2</sub>/ha. Tomēr vairāk atmosfēras slāpekļa piesaista *T. pratense*, kas bērzu stādījumā šajā laika posmā ir no 19,992 kg N<sub>2</sub>/ha līdz 79,968 kg N<sub>2</sub>/ha, bet baltalkšņu stādījumā no 5,304 kg N<sub>2</sub>/ha līdz 21,216 kg N<sub>2</sub>/ha.

Bērzu stādījumā konstatēts arī lielāks bitēm svarīgo nektāraugu skaits un segums, nekā baltalkšņu stādījumā. Bērzu stādījumā vislielākais konstatēto nektāraugu sugu skaits bija ceturtajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas (13 sugas). Vidējais nektāraugu sugu segums kontroles parauglaukumos pēdējā laika posmā bērzu stādījumā ir 61%, un tas ir par 42% vairāk, nekā baltalkšņu stādījumā.



## Secinājumi

- 1.) Ceturtajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas mēslojums vēl neietekmē bērzu un baltalkšņu stumbru garumu. Nav arī statistiski būtiskas atšķirības starp lakstaugu sugu sastāvu parauglaukumos. Septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas novērojamas statistiski būtiskas atšķirības starp bērzu un baltalkšņu koku garumiem un caurmēriem atkarībā no mēslojuma veida.
- 2.) Septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas baltalkšņu parauglaukumos pastāv statistiski būtiska atšķirība starp koku garumu, caurmēru un lakstaugu sugu skaitu. Koku caurmērs būtiski ietekmē lakstaugu sugu segumu, Bet koku augstums lakstaugu sugu segumu stādījumā būtiski neietekmē.
- 3.) Lielākās bērzu augstuma un caurmēra vērtības septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas konstatētas ar digestātu mēslotajos parauglaukumos, savukārt trešajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas bērzu augšanu vislabvēlīgāk ietekmējis notekūdeņu dūņu mēslojums.
- 4.) Lielākās baltalkšņu augstuma un caurmēra vērtības septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas konstatētas ar digestātu mēslotajos parauglaukumos. Trešajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas baltalkšņu augstumu mēslojuma veids būtiski neietekmē.
- 5.) Mēslojumam nav būtiskas ietekmes uz lakstaugu sugu skaitu un segumu bērzu un baltalkšņu stādījumos.
- 6.) Lielāks lakstaugu sugu skaits un segums ir bērzu, nevis baltalkšņu stādījumā. Ar katru gadu lakstaugu sugu skaits un segums stādījumos samazinās.
- 7.) Gan bērzu, gan baltalkšņu stādījumos konstatētas divas dabisko pļavu indikatoraugi: *D. deltoides* un *D. maculata*, kā arī divas invazīvas sugas: *L. polyphyllus* un *S. canadensis*.
- 8.) Bērzu un baltalkšņu sniegto ekosistēmu pakalpojumu piemēri ir augsnes bagātināšana ar atmosfēras slāpekli un nektāraugu pieejamība bitēm.
- 9.) Bērzu stādījums ir vērtīgāks par baltalkšņu stādījumu, salīdzinot sniegtos ekosistēmu pakalpojumus, jo tajā ir lielāks lakstaugu sugu skaits un segums.

## Pateicības

Pateicība Latvijas Valsts mežzinātnes institūtam „Silava” par iespēju piedalīties īstermiņa zinātniskajā misijā. Paldies par atbalstu veģetācijas datu iegūšanai, kā arī Mudrītei Daugavietei par datiem, kuri izmantoti, lai noteiktu sakarības, kas ietekmē veģetācijas attīstību. Vēlos izteikt pateicību Dagnijai Lazdiņai par sadarbību zinātniskās misijas laikā. Paldies Kristīnei Štikānei un Robertam Gailim par palīdzību lauka datu iegūšanā.

### Izmantoto informācijas avotu saraksts

Anonymuos 2015. Image Analysis for Plant Science. Key:

[http://www.regentinstruments.com/assets/winscanopy\\_analy\\_proc.html](http://www.regentinstruments.com/assets/winscanopy_analy_proc.html)

Anonīms 2008 Ogres novada daba. Pieejams:

[https://www.ogresnovads.lv/lat/par\\_ogres\\_novadu/daba/](https://www.ogresnovads.lv/lat/par_ogres_novadu/daba/)

Anonīms 2014 Skrīveru augu saraksts. Pieejams:

[http://www.silava.lv/userfiles/file/ERAF%20Lazdina%20031%202014/2014\\_10\\_Demo%20field%20plant%20catalogue.pdf](http://www.silava.lv/userfiles/file/ERAF%20Lazdina%20031%202014/2014_10_Demo%20field%20plant%20catalogue.pdf)

Aosaar, J., Varik, M., Uri, V. 2012. Biomass production potential of grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) in Scandinavia and Eastern Europe: A review. Biomass & Bioenergy 45:11-26

Apins R. 1925. Medus augi Latvijā. Ģenerālkomiteja pie Valtera un Rapas, Rīga

Archaux F., Chevalier R., Berthelot A. 2010. Towards practices favourable to plant diversity in hybrid popular plantations. Forest Ecology and Management 12: 2410 – 2417

Baroņina V., Kabucis I. 2008. Pļava. Bioloģiski vērtīgo zālāju augu indikatorsugas. Latvijas Dabas Fonds. Jelgavas tipogrāfija

Baum S., Bolte A., Weih M. 2012. High value of short rotation coppice plantations for phytodiversity in rural landscapes. Bioenergy 4(6): 728 – 738

Beniak M., Žabka M. 2015. Socio-Economic Importance of Associated Plant Species in Short Rotation Coppice Plantations. Acta Regionalia et Environmentalica 12(1): 25 – 29

Bisenieks J., Daugavietis, M., Daugaviete M. 2010. Baltalkšņu audžu ražības modeļi. Mežzinātne 21(54): 31 – 44

Brockhoff E. G., Jactel H., Parrotta J.A., Quine C. P., Sayer J. 2008. Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? Biodiversity Conservation 17:925 – 951

Christian D. P., Niemi G. J., Hanowski J. M., Collins P. 1994. Perspectives on biomass energy tree plantations and changes in habitat for biological organisms. Biomass and Bioenergy 6: 31–39

Dabas aizsardzības pārvalde 2019. Invazīvās sugas.

[https://www.daba.gov.lv/public/lat/dabas\\_aizsardzibas\\_plani/dati1/invazivas\\_sugas/](https://www.daba.gov.lv/public/lat/dabas_aizsardzibas_plani/dati1/invazivas_sugas/)

Daugaviete M., Liepiņš K., Liepiņš J. 2011. Kārpainā bērza (*Betula pendula* Roth) dažādas biežības plantāciju augšanas gaita. Mežzinātne 24(57): 3 – 16

Dickmann D. I, Stuart K. W. 1983. The Culture of Poplars in Eastern North America. MSU University Publications, East Lansing, USA 168 pp

Dimitriou I., Rutz D. 2015. Handbook on Sustainable Short Rotation Coppice. WIP Renewable Energies. Minhene, Vācija 108 lpp

DIRECTIVE 2009/28/EK. Directive on the promotion of the use of energy from renewable source

European Commission 2014. Communication from the commission to the European Parliament, the council, the European economic and social committee of the regions. Brussels

Fischer A., Lindner M., Abs C., Lasch P. 2002. Vegetation dynamics in central European forest ecosystems (near – natural as well as managed) after storm events. Folia Geobotanica 37: 17 – 32

Gustaffson L. 1986. Plant conservation aspects of energy forestry — A new type of land use in Sweden Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Ecology and Environmental Research, P.O. Box 7072, S-750 07 Uppsala, Sweden

Heräjärvi H. 2001. Technical properties of mature birch (*Betula pendula* and *B. pubescens*) for saw milling in Finland. *Silva Fennica* 35: 469–485

Houston Durrant T., de Rigo D., Caudullo G. 2016. *Alnus incana* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. e01ff87

Indriksons A. 2006. Baltalksnis kā suga-botāniskais aprakst. Grāmatā „Baltalksnis Latvijā”. Silava, Latvija 8 – 18 lpp

Kundziņš A. 1937. Dažu faktoru ietekme uz baltalkšņa (*Alnus incana* (L.) Moench) veģetatīvo atjaunošanos. Latvijas Mežu Pētīšanas Stacijas Raksti. Rīga, Latvija 40 lpp

Langeveld H., Quist-Wessel F., Dimitriou I., Aronsson P., Baum C., Schulz U., Bolte A., Baum S., Köhn J., Weih M., Gruss H., Leinweber P., Lamersdorf N., Schmidt-Walter P., Berndes G. 2012. Assessing Environmental Impacts of Short Rotation Coppice (SRC) Expansion: Model Definition and Preliminary Results. *Bioenergy Resources* (2012) 5:621–635

Liesebach M., Wuehlisch G., Muhs H. J. 1999. Aspen for short-rotation coppice plantations on agricultural sites in Germany: Effects of spacing and rotation time on growth and biomass production of aspen progenies. *Forest Ecology and Management* 122(1 – 2): 25 – 39

Mauriņš A., Zvirgzds A. 2006. Dendroloģija. Latvijas Universitāte 448 lpp

Mestre L., Toro-Manriquez M., Soler R., Huertas-Herrera A., Pastur-Martinez, Lencinas M. V. 2017. The influence of canopy – layer composition on understory in southern temperate forests. *Forest ecosystems* 4: 6 – 19

Priedītis N. 2014. Latvijas augi. Gandrs, Rīga 888 lpp

Prindulis U., Donis J., Šņepsts G., Stradziņa L., Liepiņš J., Liepiņš K. 2013. Apaļkoksnes sortimenta iznākuma modelēšana krājas kopšanas citrēs bērzu stādījumos. *Mežzinātne* 27(60): 3 – 16

Pučka I., Lazdiņa D., Bebre I. 2016. Ground flora in plantations of three years old short rotation willow coppice. *Agronomy Research* 14(4): 1450 – 1466

Rayns F., Rosenfeld A. 2010. Green manures – species selection. Garden Organic Horticulture Development Company. Factsheet 25/10 Soil grown crops Projects FV 299 and 299a

Rancāne S., Bērziņš P., Lazdiņa D., Gūtmane I., Stesele V., Dzene I. 2014. Enerģētisko augu plantācija audzēto daudzgadīgo zālaugu mēslošanas efektivitāte. Zinātniski

Rytter R. M. 2016. Afforestation of former agriculture land with *Salicaceae* species – Initial effects on soil organic carbon, mineral nutrients, C:N and pH. *Forest Ecology and Management* 363:21 – 30

Smilga J., Zeps M., Voronova-Petrova A., Džeriņa B., Jansons Ā. 2012. Klonu sastāvs parastās apses (*Populus temula* L.) dabisi atjaunojušās jaunaudzēs. *Mežzinātne* 26(59): 88 – 101

Weber N. 2000. NEWFOR New Forests for Europe: Afforestation at the Turn of the Century. Proc. Scientific Symp. Germany, 241 pp

Weih M, Dimitriou I. 2012. Environmental Impacts of Short Rotation Coppice (SRC) Grown for Biomass on Agricultural Land. *Bioenergy Research* 5: 535 – 536

- Weih M. 2004. Intensive short rotation forestry in boreal climates: present and future perspectives. *Forest Research* 34: 1369 – 1378
- Makovskis K., Lazdiņa D., Bite L. 2012. Economic calculation of short rotation willow plantations in Latvia. *Research for Rural Development* 2: 224 – 229
- Krēsliņa V., Štikāne K., Bebre I., Lazdiņa D., Brūmelis G. 2017. Herbaceous plant diversity in energy tree crop plantations. *Acta Biol. Univ. Daugavp.* 17(2):199 – 209
- Krampe L. 2012. Augi veselībai. Audzē, ievāc, izmanto. Zvaigzne ABC, Rīga
- Grieniene R., Kazragīte G., Veidemane K., Kuris M. 2017. Stiprinot lauku dzīvotspēju – zālāju sniegtie labumi cilvēku labklājībai. Baltijas vides forums
- Wei G., Huang J., Yang J. 2012. Honey Safety Standards and Its Impacts on China's Honey Export. *Journal of Integrative Agriculture* 11(4): 684 – 693
- Reddersen J. 2001. SRC - willow (*Salix viminalis*) as a resource for flower-visiting insects. *Biomass and Bioenergy* 20(3): 171 – 179
- Peeters A. 2004. Wild and Sown grasses Profiles of a temperate species selection: ecology, biodiversity and use. London: Blackwell, and Rome. FAO. 311 pp
- Sabardina G., Kristkalne S. 1957. Mūsu savvaļas lopbarības zāles. Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas izdevniecība, 63 lpp
- Tērauds V. 1955. Pļavas un ganības. Latvijas valsts izdevniecība. Rīga, 346 lpp
- Pandey V. C., Bajpai O., Singh N. 2016. Energy crops in sustainable phytoremediation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 54:58 – 73
- Mleczeck M., Rutkowski P., Rissmann I., Kaczmarek Z., Golinski P., Szentner K., Strzażyńska K., Stachowiak A. 2010. Biomass productivity and phytoremediation potential of *Salix alba* and *Salix viminalis*. *Biomass and Bioenergy* 34(9): 1410 – 1418
- Lewis J., Qvarfort U., Sjostrom J. 2013. *Betula pendula*: A Promising Candidate for Phytoremediation of TCE in Northern Climates. *International Journal of Phytoremediation* 17(1): 9 – 15
- Aken B. 2009. Transgenic plants for enhanced phytoremediation of toxic explosives. *Current Opinion in Biotechnology* 20(2): 231 – 236
- French C. J., Dickinson N. M., Putwain P. D. 2016. Woody biomass phytoremediation of contaminated brownfield land. *Environmental Pollution* 141(3): 387 – 395
- Raskin I., Smith R. D., Salt D. E. 1997. Phytoremediation of metals: using plants to remove pollutants from the environment. *Current Opinion in Biotechnology* 8(2): 221 – 226
- Vanbeveren S. P. P., Ceulemans R. 2019. Biodiversity in short – rotation coppice. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 111: 34 – 43