

**Dendroloģisko parametru un mēslojuma ietekme uz veģetāciju kokaugu stādījumā  
lauksaimniecības zemē un tās sniegtie ekosistēmu pakalpojumi**  
*Influence of dendrological parameters and fertilizer on vegetation in tree plantation on  
agricultural land and its ecosystem services*

Vita Krēslīņa<sup>1</sup>, Dagnija Lazdiņa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava", Salaspils, Rīgas iela 111, LV-2169  
kreslinavita@gmail.com; dagnija.lazdina@silava.lv

**Abstract.** *The studied field of short rotation trees (birch and aspen) is located in Skrīveri municipality in "Pardenči". Trees in the experimental area were planted in 2011. This area was divided in four blocks of different rows. Each block was 20 m long and 24 m wide. Blocks differ in fertilizer type used in the area. In this experimental tree stand the data about vegetation of tree understory were gathered from the 3<sup>rd</sup> to the 7<sup>th</sup> year after planting. Vegetation was described in plots. Also, tree height and width were described. These parameters and vegetation data were compared between birch and aspen sampling plots. Results showed that the most effective type of fertilizers is sewage sludge. The birch stand is richer in plant diversity than the aspen stand, but the amount of herbaceous species tends to decrease year by year. We found also two herbaceous plant species characteristic of natural grasslands and two invasive plant species in the studied area. The plants growing in short rotation coppice can provide some of ecosystem services, for example, soil fertilization of atmospheric nitrogen by leguminous plants. One of the most common leguminous plants in studied area is white clover *Trifolium repens* L. The results show that in the birch stand in the time period from the 4<sup>th</sup> to the 7<sup>th</sup> year after planting the soil was enriched by 16.728 kg N<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> – 79.968 kg N<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup>.*

**Key words:** *short rotation coppice, plant diversity, ecosystem services.*

#### Ievads

Nākotnē iespējams nozīmīgs ātraudzīgo koku stādījumu teritoriālais pieaugums, jo ir nepieciešams samazināt fosilās enerģijas lietojumu (Weih, 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, Bolte, Weih, 2012). Iespējams, ka nākotnē šādi stādījumi varētu aizņemt līdz 20% lauksaimniecības zemju Eiropā (Langeveld, Quist-Wessel, Dimitriou et al., 2012), pamatojoties uz Eiropas Savienības mērķi palielināt atjaunojamās enerģijas patēriņu par 20% līdz 2020. gadam (Communication from the..., 2014). Ātraudzīgo koku stādījumi ir ekonomiski nozīmīgi atjaunojamās koksnes ieguvē (Makovskis, Lazdiņa, Bite, 2012), kā arī to pilnvērtīgu izmantošanu var nodrošināt ar ekosistēmu pakalpojumiem, kas piešķir stādījumam sociāli ekonomisku nozīmi (Beniak, Žabka, 2015). Stādījumam var būt tāda priekšrocība kā floras daudzveidība (Baum, Bolte, Weih, 2012; Pučka, Lazdiņa, Bebre, 2016).

Pētījuma mērķis bija raksturot dendroloģiskos parametrus bērzu un baltalkšņu audzēs izpētes stādījumā, salīdzināt tos savstarpēji un aprakstīt iespējamās ekosistēmu pakalpojumus, ko veģetācija nodrošina kokaugu stādījumā.

#### Materiāli un metodes

Izmēģinājumu-demonstrācijas stādījumu lauks atrodas Skrīveru novadā "Pardenčos", koordinātas: 56.689538; 25.138470. Pētāmajā stādījumā augsnes granulometriskais sastāvs ir lielākoties smilšmāls un mālsmilts. Augsnes reakcija ir vāji skāba. Organiskās vielas saturs augsnē 18–20 g kg<sup>-1</sup>. P un K nodrošinājums augsnē, ierīkojot stādījumu, bijis vidējs (Rancāne, Bērziņš, Lazdiņa et al., 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).

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

1. tabula / Table 1

**Stādījuma shēma**  
*The scheme of the plantation*

Varianti	Bloks/Block																	
	1				2				3				4					
Mēslojums/ Fertilizer	K	P	D	K	K	D	K	P	K	K	P	D	K	K	D	P		
Koku suga / Tree species	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		
Apse/Aspen	A	A	A	A	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		
Apse/Aspen	×	×	×	×	A	A	A	A	×	×	×	×	×	×	×	×		
Bērzs/Birch	×	×	×	×	×	×	×	×	B	B	B	B	×	×	×	×		
Bērzs/Birch	B	B	B	B	×	×	×	×	×	×	×	×	B	B	B	B		
Bērzs/Birch	×	×	×	×	B	B	B	B	×	×	×	×	×	×	×	×		
Apse/Aspen	×	×	×	×	×	×	×	×	A	A	A	A	×	×	×	×		
Apse/Aspen	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	A	A	A	A		
Priekšauga suga / Precrop	PT				GA				PA				SA				PT	P A

Paskaidrojumi/explanations: K – kontrole/control; P – pelni/ash; D – dūņas / sewage sludge; A – apse/aspen; B – bērzs/birch; PT – pļavas timotiņš / *Phleum pratense* L.; GA – ganību airene / *Lolium perenne* L.; SA – sarkanais āboliņš / *Trifolium pratense* L.; PA – pļavas auzene / *Festuca pratensis*.

Pirmo reizi veģetācijas sastāvs tika noteikts 2014. gadā. Tika izšķirtas katras sugas seguma klases katrā parauglaukumā: augsta sastopamība (sugas segums parauglaukumā virs 50%), vidēji zema (sugas segums parauglaukumā no 25 līdz 50%) vai ļoti zema (sugas segums parauglaukumā no 1% līdz 25%). Sugas ar augstu sastopamību (ar segumu virs 75%) tika novērtētas kā dominējošas (Anonīms, 2014). Veģetācijas uzskaitē notika arī 2015. gadā, ierīkojot divus parauglaukumus (2 × 2 m) 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 (1 × 1 m) katrā pētāmajā stādījumā, noskaidrots katras konstatētās lakstaugu sugas segums procentos katrā parauglaukumā.

Lai uzzinātu, vai mēslojuma veids būtiski ietekmē bērzu un baltalkšņu augstumus, parauglaukumos konstatēto lakstaugu sugu skaitu un segumu, veikta dispersijas analīze. Analīzei izmantots lineārais jaukta efekta modelis, kur kā parauglaukuma ID likts nejaušais efekts. Analīze veikta R 3.3.3 programmā ar paketi lme4 (1.1–13). Noteiktas *p* vērtības statistika būtiskuma novērtēšanai. Veikts *t*-tests, lai noskaidrotu, vai bērzu un baltalkšņu augstumi savstarpēji ievērojami atšķiras. Lai uzzinātu, vai pastāv korelācija starp bērzu un baltalkšņu stumbru augstumiem un caurmēriem, kā arī lakstaugu sugu skaitu un segumu parauglaukumos, veikta Pīrsona korelācijas analīze (Bates, Maechler, Bolker et al., 2015; R Core Team, 2017).

Otrās veģetācijas uzskaites laikā iegūti attēli noēnojuma noteikšanai. Fotoattēli veikti, katrā 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 un diskusijas

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 savstarpēji 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 ievērojami atšķirās ( $p$  vērtība bērzu stumbru augstumam –  $<0.001$ ;  $p$  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.

Pārsona korelācijas analīzes rezultāti liecina par to, ka bērzu stādījumā nepastāv korelācija starp stumbru augstumu, caurmēru un parauglaukumos konstatēto lakstaugu sugu skaitu, visas iegūtās  $p$  vērtības ir augstākas par būtiskuma līmeni 0.05, korelācija pastāv vienīgi starp bērzu stumbru augstumu un caurmēru septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas. Baltalkšņu stādījumā septītajā gadā pēc tā ierīkošanas pastāv korelācija starp stumbru augstumu, 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 augstumu 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, Chevalier, Berthelot, 2010).

Kontroles parauglaukumi ir savstarpēji salīdzināti. Bērzu stādījuma grupā bērzu augstums visos četros blokos ir savstarpēji būtiski atšķirīgs ( $p$  vērtība – 0.0015), vislielākais bērzu stumbru augstums noteikts ceturtajā 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).

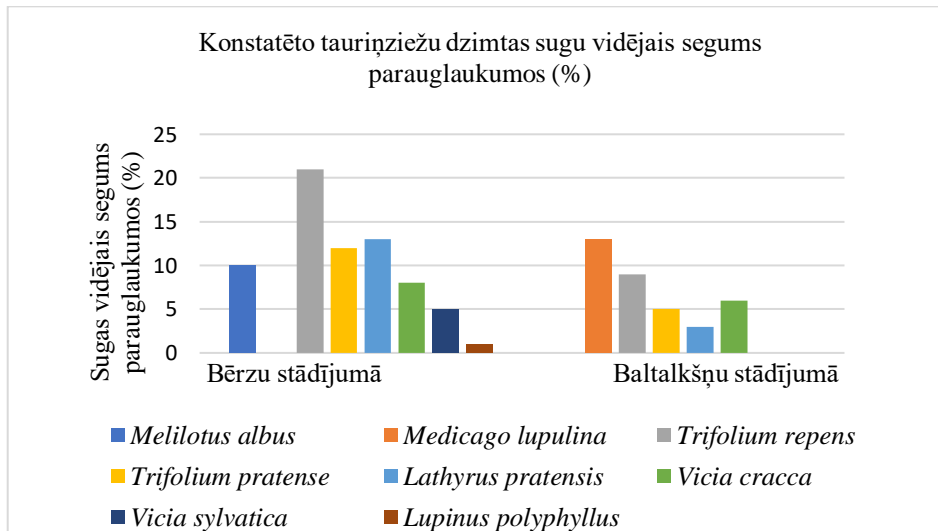
Trešajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas vēl nav izveidojusies statistiski būtiska atšķirība starp bērzu stumbru augstumiem kontroles parauglaukumos visos četros blokos ( $p$  vērtība – 0.3).

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 – novērots 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 otro un ceturto bloku. Lielāks sugu skaits konstatēts otrajā blokā, bet sugu segums tajā ir mazāks – 123%. Lielāks sugu segums novērots ceturtajā 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 ir (%) lielāks bērzu stādījuma kontroles parauglaukumos, kur tas veido 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 faktu, ka tur novērojams lielāks apēnojums.

Gan bērzu, gan baltalkšņu stādījumos konstatētas divas dabisko pļavu indikatorsugas (Baronina, Kabucis, 2008): 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 (Dabas aizsardzības pārvalde, 2019): *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, iespējams secināt, ka bērzu stādījumā ir gan lielāks to skaits, gan segums, salīdzinot ar baltalkšņu stādījumu. Biežāk sastopamā tauriņziežu dzimtas suga ir *T. repens*. Aprēķinot iespējamo *T. repens* piesaistītā

slāpekļa apjomu (Rayns, Rosenfeld, 2010) bērzu stādījumā, var secināt, ka laikā no ceturta līdz septītajam gadam pēc stādījuma ierīkošanas *T. repens* piesaistīja no 16.728 kg N<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> līdz 79.968 kg N<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup>. Baltalkšņu stādījumā *T. repens* šajā laika posmā piesaistīja atmosfēras slāpekli apjomā no 2.04 kg N<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> līdz 12.24 kg N<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup>. Tomēr lielāku daudzumu atmosfēras slāpekļa piesaista *T. pratense*, kas bērzu stādījumā šajā laika posmā ir no 19.992 kg N<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> līdz 79.968 kg N<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup>, bet baltalkšņu stādījumā no 5.304 kg N<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> līdz 21.216 kg N<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup>.



1. 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.

Fig. 1. The average covering of leguminous plants in sampling plots of birch and grey alder stand from the third to the 7th year after planting.

Bērzu stādījumā konstatēts arī lielāks bitēm svarīgo nektāraugu (Apins, 1925) skaits un segums, salīdzinot ar baltalkšņu stādījumu. Bērzu stādījumā vislielākais novēroto nektāraugu sugu skaits bija ceturtajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas (13 sugas) (skat. 1. att.). Vidējais nektāraugu sugu segums kontroles parauglaukumos pētītajā laika posmā bērzu stādījumā ir 61%, un tas ir par 42% vairāk nekā baltalkšņu stādījumā.

### Secinājumi

Ceturtajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas mēslojums vēl neietekmē bērzu un baltalkšņu stumbru augstumu. Nav arī statistiski būtiskas atšķirības starp lakstaugu sugu sastāvu parauglaukumos. Septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas novērojamas statistiski būtiskas atšķirības starp bērzu un baltalkšņu koku augstumiem un caurmēriem atkarībā no mēslojuma veida.

Septītajā gadā pēc stādījuma ierīkošanas baltalkšņu parauglaukumos pastāv statistiski būtiska atšķirība starp koku augstumu, caurmēru un lakstaugu sugu skaitu. Koku caurmērs būtiski ietekmē lakstaugu sugu segumu, turpretī koku augstums lakstaugu sugu segumu stādījumā būtiski neietekmē.

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.

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.

Mēslojumam nav būtiskas ietekmes uz lakstaugu sugu skaitu un segumu bērzu un baltalkšņu stādījumos.

Lielāks lakstaugu sugu skaits un segums ir bērzu, nevis baltalkšņu stādījumā. Ik gadu lakstaugu sugu skaits un segums stādījumos samazinās.

Gan bērzu, gan baltalkšņu stādījumos konstatētas divas dabisko pļavu indikatorsugas – *D. deltoides* un *D. maculata* –, kā arī divas invazīvas sugas – *L. polyphyllus* un *S. canadensis*.

Bērzu un baltalkšņu sniegto ekosistēmu pakalpojumu piemēri ir augsnes bagātināšana ar atmosfēras slāpekli un nektāraugu pieejamība bitēm.

Bērzu stādījums ir vērtīgāks par baltalkšņu stādījumu, salīdzinot sniegtos ekosistēmu pakalpojumus, jo tajā ir lielāks lakstaugu sugu skaits un segums.

### Izmantotā literatūra

1. Anonīms (2008). Ogres novada daba. [Tiešsaiste] [skatīts: 2020. g. 4. febr.]. Pieejams: [https://www.ogresnovads.lv/lat/par\\_ogres\\_novadu/daba/](https://www.ogresnovads.lv/lat/par_ogres_novadu/daba/).
2. Anonīms (2014). Skrīveru augu saraksts. [Tiešsaiste] [skatīts: 2020. g. 4. febr.]. 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).
3. Anonymous (2015). *Image Analysis for Plant Science*. [Tiešsaiste] [skatīts: 2020. g. 4. febr.]. Pieejams: [http://www.regentstruments.com/assets/winscanopy\\_analy\\_proc.html](http://www.regentstruments.com/assets/winscanopy_analy_proc.html).
4. Apins R. (1925). *Medus augi Latvijā*. Rīga: Ģenerālkomiteja pie Valtera un Rapas.
5. Archaux F., Chevalier R., Berthelot A. (2010). Towards practices favourable to plant diversity in hybrid popular plantations. *Forest Ecology and Management*, Vol 12, p. 2410–2417.
6. Baroņina V., Kabucis I. (2008). *Pļava. Bioloģiski vērtīgo zālāju augu indikatorsugas*. Jelgava: Latvijas Dabas Fonds. Jelgavas tipogrāfija.
7. Bates D., Maechler M., Bolker B., Walker S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, Vol. 67(1), p. 1–48.
8. Baum S., Bolte A., Weih M. (2012). High value of short rotation coppice plantations for phytodiversity in rural landscapes. *Bioenergy*, Vol. 4(6), p. 728–738.
9. Beniak M., Žabka M. (2015). Socio-Economic Importance of Associated Plant Species in Short Rotation Coppice Plantations. *Acta Regionalia et Environmentalica*, Vol 12(1), p. 25–29.
10. *Communication from the commission to the European Parliament, the council, the European economic and social committee of the regions* (2014). European Commission, Brussels [Tiešsaiste] [skatīts: 2020. g. 4. febr.]. Pieejams: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2020:66:FIN>.
11. Dabas aizsardzības pārvalde (2019). Invazīvās sugas. [Tiešsaiste] [skatīts: 2020. g. 4. febr.]. Pieejams: [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/).
12. DIRECTIVE 2009/28/EK. Directive on the promotion of the use of energy from renewable source. [Tiešsaiste] [skatīts 2020. g. 11. febr.]. Pieejams: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32009L0028>.
13. Gustaffson L. (1986). Plant conservation aspects of energy forestry — A new type of land use in Sweden. *Forest Ecology and Management*, Vol. 21(1–2), p. 141–161.
14. 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*, Vol. 5, p. 621–635.
15. Makovskis K., Lazdiņa D., Bite L. (2012). Economic calculation of short rotation willow plantations in Latvia. *Research for Rural Development*, Vol 2, p. 224–229.
16. Pučka I., Lazdiņa D., Bebre I. (2016). Ground flora in plantations of three years old short rotation willow coppice. *Agronomy Research*, Vol.14(4), p. 1450–1466.
17. R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL. [Tiešsaiste] [skatīts 2020. g. 4. feb.]. Pieejams: <https://www.R-project.org/>.
18. Rancāne S., Bērziņš P., Lazdiņa D., Gūtmane I., Stesele V., Dzene I. (2014). Enerģētisko augu plantācija audzēto daudzgadīgo zālaugu mēslošanas efektivitāte. *No: Līdzsvarota lauksaimniecība, Zinātniski praktiskās konferences Raksti* (2014. gada 20.–21. febr.), Jelgava: LLU, 110–115. lpp.
19. 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
20. Weih M, Dimitriou I. (2012). Environmental Impacts of Short Rotation Coppice (SRC) Grown for Biomass on Agricultural Land. *Bioenergy Research*, Vol. 5, p. 535–536.