

Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Latvia University of Agriculture

LIENA POIŠA

**SĒJAS KAŅEPJU UN MIEŽABRĀĻA PRODUKTIVITĀTES UN
KVALITĀTES RĀDĪTĀJU IZVĒRTĒJUMS CIETĀ BOKURINĀMĀ
IEGUVĒI**

**EVALUATION OF THE PRODUCTIVITY AND QUALITY PARAMETERS
OF HEMP AND REED CANARY GRASS FOR THE PROCUREMENT OF
HARD BIOFUEL**

Promocijas darba **KOPSAVILKUMS**
Dr. agr. zinātniskā grāda iegūšanai

SUMMARY

Of the doctoral thesis for the scientific degree Dr. agr.

Autore _____



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

Jelgava 2015

Darba zinātniskais vadītājs / *Scientific supervisor:*
Prof., Dr. agr. Aleksandrs Adamovičs

Darba recenzenti / *Reviewers:*

Dr. agr. Zinta Gaile, profesore, Latvijas Lauksaimniecības universitāte

Dr. agr. Skaidrīte Būmane, vadošā pētniece, SIA „Latvijas Augu aizsardzības pētniecības centrs”

Dr. sc. ing. Aivars Kaķītis, profesors, Latvijas Lauksaimniecības universitāte

Promocijas darba aizstāvēšana paredzēta Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības nozares Laukkopības apakšnozares promocijas padomes atklātā sēdē 2015. gada 11. decembrī, plkst. 10:00, Latvijas Lauksaimniecības universitātē, 123. auditorijā, Lielā iela 2, Jelgava, Latvija.

The defence of thesis in open session of the Promotion Board of Agriculture will be held on 11 December, 2015 at 10:00 in room 123, Latvia University of Agriculture, Lielā iela 2, Jelgava, Latvia.

Ar promocijas darbu var iepazīties LLU Fundamentālajā bibliotēkā, Jelgavā, Lielā ielā 2.

The thesis is available at the Fundamental Library of the Latvia University of Agriculture, Lielā iela 2, Jelgava, Latvia.

Atsauksmes lūdzu sūtīt Lauksaimniecības zinātņu nozares Laukkopības apakšnozares promocijas padomes sekretārei Dr. agr. Maijai Ausmanei, Lielā iela 2, Jelgava, LV 3001, fakss +371 63027238, tālr. +371 63005632.

References please send to Dr. agr. Maija Ausmane, the Secretary of the Promotion Board, Latvia University of Agriculture, Lielā iela 2, Jelgava, LV – 3001, Latvia, fax +371 63027238, tel +371 63005632.

SATURS

IEVADS.....	4
IZMĒĢINĀJUMA APSTĀKĻI UN METODES.....	6
REZULTĀTI.....	10
Sējas kaņepju produktivitāte un to noteicošie faktori	10
Kvalitātes rādītāju raksturojums.....	20
Kvalitātes rādītāju ietekmējošo faktoru izvērtējums sējas kaņepēm	26
Kvalitātes rādītāju ietekmējošo faktoru izvērtējums miežabrālim	26
Slāpekļa mēslojuma normas izvērtējums	26
Kopsakarības starp ķīmisko sastāvu un enerģētiskajiem rādītājiem.....	26
SECINĀJUMI.....	29

CONTENT

INTRODUCTION.....	30
MATERIALS AND METHODS	32
RESULTS	36
Hemp productivity and determining factors	36
The characteristics of the quality parameters	43
Evaluation of the influencing factors for the quality indicators for hemp	46
Evaluation of the influencing factors for the quality parameters for reed canary grass	43
Evaluation of the norms for nitrogen fertilizer	43
The interconnection between the chemical content and energy parameters ..	43
CONCLUSIONS.....	49
PUBLIKĀCIJAS UN CITAS ZINĀTNISKĀS AKTIVITĀTES /	
<i>PUBLICATIONS AND OTHER SCIENTIFIC ACTIVITIES.....</i>	<i>50</i>

IEVADS

Iedzīvotāju skaits uz planētas Zeme pieaug ar katru gadu, rezultātā pasaulē un arī Latvijā palielinās enerģijas patēriņš. Planētas daba ir ļoti daudzveidīga, taču tās resursi ir ierobežoti. Pastāv varbūtība, ka dabas resursi izsīks ātrāk nekā tiks rastas iespējas tos aizvietot ar citām izejvielām. Sabiedrība piesārņo apkārtējo vidi ar visdažādākajiem izmešiem un ķīmiskajām vielām, neskatoties uz to, ka gaiss un ūdens ir būtiski nepieciešami katrai dzīvai radībai.

Eiropas valstis ir uzņēmušās saistības samazināt siltumnīcefekta gāzu emisijas (Kioto protokols), tajā pašā laikā pārmērīga paļaušanās uz enerģijas importu, augstas cenas un klimata pārmaiņas ir reāls drauds Eiropas uzplaukumam nākotnē. Uz šo izaicinājumu var atbildēt divējādi: samazinot pieprasījumu vai arī palielinot jaunu un atjaunojamo enerģijas avotu proporciju.

Lai mazinātu piesārņojumu, kā atjaunojamais energoresurss jāizmanto biomasa, aizstājot visbiežāk lietotos fosilā kurināmā veidus – ogles un naftas produktus. Biomasu iespējams izmantot dažādi, piemēram, bioenerģijas ieguvei un kā biokurināmo.

Atjaunojamo energoresursu izmantošanas pamatnostādnes (2006. - 2013. gadam)¹ ir norādīts, ka galvenie atjaunojamie energoresursi Latvijā ir biomasa (koksne) un hidroresursi, mazākā mērā tiek izmantota vēja enerģija, biogāze un salmi.

Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģijā līdz 2030. gadam ir norādīts, ka „valsts enerģētiskās neatkarības stiprināšanai nepieciešams, lai valsts samazina atkarību no enerģijas importa, samazinot kopējās enerģijas atkarības bilanci no 65% pašlaik uz 35 – 40% 2030. gadā. To iespējams sasniegt, balstoties uz vietējo atjaunojamo enerģijas resursu īpatsvara palielināšanu enerģētikā”².

Biokurināmā ražošanai svarīgi izmantot vietējos resursus, piemēram, daudzgadīgo stiebrzāli – miežabrāli un sējas kaņepes, atvieglot to ieviešanu, īstenojot vides aizsardzības un enerģijas taupīšanas programmas. Latvijā 2013.gadā konstatēti nekopti 342 084.29 ha (2011. gadā 312 604.00 ha) lauksaimniecībā izmantojamās zemes (LIZ)³. Tāpēc pārtikas un lopbarības ieguvei neizmantojamās platības varētu izmantot enerģētisko augu audzēšanai. Šajā promocijas darbā tiek izvērtēta sējas kaņepju un miežabrāļa piemērotība cietā biokurināmā ieguvei.

¹Atjaunojamo energoresursu izmantošanas pamatnostādnes,

http://www.vidm.gov.lv/files/text/VIDMPamn_201006__AERPamn.pdf, skatīts 16.06.2011.

²Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija,

http://www.latvija2030.lv/upload/lias_1redakcija_pilnv_final.pdf, skatīts 15.07.2012.

³ Lauku atbalsta dienests, <http://www.lad.gov.lv/lv/par-mums/aktualitates-un-pazinojumi/dec-2013/zinami-liz-apsekšanas-rezultati/>, skatīts 08.08.2014.

Enerģētisko augu kvalitātes rādītājus nosaka vairāki standarti. Katram biokurināmā veidam tie ir atšķirīgi, un katrā valstī standarti ir savi. Tajā pat laikā ir grūti definēt ideālas augu kvalitātes prasības, jo dažādiem patērētājiem tās varētu būt atšķirīgas, piemēram, lielo un mazo kurtuvju īpašniekiem. Tāpat aktuāls jautājums ir ražas kvalitātes un kvantitātes rādītāju palielināšana, tajā pašā laikā nepalielinot apsētās platības. Līdz ar to liela loma ir videi draudzīgām audzēšanas tehnoloģijām, kas garantē kvalitatīvāku augsnes apstrādi, piemērotu šķirņu audzēšanu un mēslošanu atbilstoši augsnes agroķīmiskajiem rādītājiem.

Darba hipotēze:

Enerģētisko augu audzēšanas tehnoloģijas un kvalitātes rādītāju izpēte ļaus mērķtiecīgi izmantot sējas kaņepes un miežabrāli biokurināmā ieguvei.

Pētījuma mērķis:

Izvērtēt sējas kaņepju un miežabrāļa produktivitātes un kvalitātes rādītājus cietā kurināmā ieguvei Latvijas agrometeoroloģiskajos apstākļos.

Mērķa sasniegšanai izvirzīti šādi **uzdevumi**:

- 1) novērtēt Latvijas apstākļiem piemērotu, produktīvu un videi draudzīgu enerģētisko augu (miežabrāļa, sējas kaņepju) audzēšanu un izmantošanu cietā kurināmā ieguvei;
- 2) noteikt sējas kaņepju un miežabrāļa kvalitātes rādītājus, to piemērotību un gūt pamatojumu cietā kurināmā ieguvei;
- 3) noskaidrot slāpekļa mēslojuma un agrometeoroloģisko apstākļu ietekmi uz sējas kaņepju un miežabrāļa produktivitāti un kvalitātes rādītāju mainību.

Promocijas darba novitāte un zinātniskais nozīmīgums

Latvijā pirmo reizi veikts pētījums par agrometeoroloģisko apstākļu un slāpekļa mēslojuma ietekmi uz sējas kaņepju un miežabrāļa produktivitāti, pelnu saturu, siltumspēju, pelnu kušanas temperatūru un ķīmisko sastāvu. Pētījumā atklāta sējas kaņepju un miežabrāļa fizikālo un ķīmisko kvalitātes rādītāju mainība, savstarpējās sakarības Austrumlatvijas agrometeoroloģiskajos apstākļos. Iegūtie rezultāti var kļūt par pamatu turpmākajiem pētījumiem par enerģētisko kvalitātes rādītāju un ķīmisko sastāvu ietekmējošajiem faktoriem.

Pētījuma rezultāti atspoguļoti monogrāfijā un 22 rakstos latviešu, krievu, lietuviešu un angļu valodā. Par darba gaitu un rezultātiem sniegti 28 ziņojumi zinātniskajās konferencēs, kongresos, simpozijā un semināros Latvijā, Lietuvā, Zviedrijā, Ukrainā, Portugālē, Horvātijā u.c.

IZMĒĢINĀJUMA APSTĀKĻI UN METODES

Izmēģinājumu vietas un apstākļu raksturojums. Lai novērtētu sējas kaņepju un miežabrāļa produktivitāti un kvalitāti, pētījumi veikti no 2008. gada līdz 2010. gadam. Izmēģinājumi tika iekļauti SIA „Latgales lauksaimniecības zinātnes centrs” augu sekas laukos, kas atrodas Viļānu novadā (bijušajā Rēzeknes rajonā), Viļānu pagastā (Z (N) 56°34'; A (E) 26°58'), 110 metrus virs jūras līmeņa. Reljefs pārsvarā ir līdzens un nedaudz paugurains.

Sējas kaņepju izmēģinājuma lauka augsne – velēnu gleja (organiskās vielas saturs augsnē – 35 – 38 g kg⁻¹, reakcija pH KCl 7.0 – 7.3, augiem izmantojamā fosfora saturs – 83 – 145 mg kg⁻¹ P₂O₅, apmaiņas kālija saturs – 65 – 118 mg kg⁻¹ K₂O – Egnera – Rīma metode). Sējas kaņepju lauciņa lielums 20 m², trīs atkārtojumi. Sēklu izsējas norma kaņepēm 70 kg ha⁻¹. Slāpekļa mēslojums (amonija nitrāts (34 % N)) tika dots 0 kg ha⁻¹ N, 60 kg ha⁻¹ N, 100 kg ha⁻¹ N tīrvielā (apzīmējumi N₀, N₆₀, N₁₀₀), kad kaņepēm izveidojās 3 – 6 lapu pāri. Pesticīdi sējas kaņepēm pielietoti netika.

Lauka izmēģinājumi ar miežabrāļa šķirnēm ‘Marathon’ un ‘Bamse’ ierīkoti velēnpodzolētā glejaugsnē (organiskās vielas saturs augsnē – 52 g kg⁻¹, pH KCl 5.8, augiem izmantojamā fosfora saturs – 20 mg kg⁻¹ P₂O₅, apmaiņas kālija saturs – 90 mg kg⁻¹ K₂O). Priekšaugi: melnā papuve. Stiebrzālēm lauciņa lielums 16 m², izkārtoti randomizēti, trīs atkārtojumos. Sēklu izsējas norma stiebrzālēm – 25 kg ha⁻¹. Līdz ar veģetācijas atjaunošanos miežabrālim dots N papildmēslojums (amonija nitrāts (N 34 %)) 0 kg ha⁻¹ N, 30 kg ha⁻¹ N, 60 kg ha⁻¹ N, 90 kg ha⁻¹ N tīrvielā (apzīmējumi N₀, N₃₀, N₆₀, N₉₀). Pesticīdi, P un K minerālmēsli stiebrzālēm netika pielietoti.

Visi agrotehniskie pasākumi veikti optimālos termiņos atbilstoši augu attīstības fāzēm un meteoroloģiskajiem apstākļiem veģetācijas periodā.

Pētījumā izmantotās šķirnes. Enerģētisko augu sugas un šķirnes izvēlētas, balstoties uz pētnieku pieredzi Latvijā, Lietuvā, Igaunijā un Zviedrijā. Kaņepju šķirne ‘Bialobrzeskie’ (reģistrēta 1968. gadā) ir vairāku vienmāju un divmāju kaņepju krustojuma rezultāts, miežabrāļa (*Phalaris arundinacea* L.) šķirne ‘Marathon’ ir selekcionēta Igaunijā (Allied Seed, L.L.C.) 2009. gada 6. janvārī, miežabrāļa (*Phalaris arundinacea* L.) šķirne ‘Bamse’ ir selekcionēta Zviedrijā (Andersson, Bengt) 1998. gada 15. decembrī. Pētījumā vērtēta sējas kaņepju vietējā šķirne ‘Pūriņi’, kas vairāk kā 200 gadus audzēta Valmieras rajona Rūjienas pagasta saimniecībā „Piksāres”.

Meteoroloģisko apstākļu raksturojums. Lai novērtētu teritorijas mitruma apstākļus, agrometeoroloģijā iesaka noteikt Seļaninova (1928) hidrotermisko koeficientu (Čirkovs 1978; Meshcherskaya, Blazhevich 1997; Ozolinčius, Stakēnas, 2001), jo tas parāda noteikta perioda (piemēram, veģetācijas perioda)

nokrišņu daudzuma un iztvaikojamības attiecību. Hidrotermiskais koeficients (HTK) tika aprēķināts pēc formulas:

$$HTK = \frac{\sum N}{\sum t_{>10}} \cdot 10, \quad (1)$$

kur $\sum N$ – nokrišņu summa attiecīgajā periodā, mm;

$\sum t_{>10}$ – aktīvo temperatūru summa virs 10°C tajā pašā periodā.

Iegūto hidrotermisko koeficientu raksturojums:

– HTK no 1.0 līdz 2.0 – mitrums ir pietiekams;

– HTK > 2.0 – pārlietu mitrs;

– HTK < 1.0 – nepietiekams mitrinājums;

– HTK no 1.0 līdz 0.7 – sauss;

– HTK no 0.7 līdz 0.4 – ļoti sauss.

Aprēķinot HTK Viļānu novadā sējas kaņepēm un miežabrālim, redzams, ka vidēji veģetācijas periodā tas bija no 1.0 līdz 2.0 (1. tab.). Tas nozīmē, ka nepieciešamais mitruma daudzums enerģētisko augu audzēšanai 2008. – 2010. gadā bija nodrošināts. Nepietiekams mitruma nodrošinājums bija 2008. – 2010. gada aprīlī, kas sniedza labvēlīgus apstākļus augsnes sagatavošanai sējai, bet augiem varēja veicināt nevienmērīgu dīgšanu. Pārlietu mitrs bija jūnijā (2009), jūlijā (2009, 2010), augustā (2008). Palielinātais mitrums miežabrāļa augšanu neietekmēja negatīvi, jo zālaugiem raksturīga liela mitruma patērēšana. Optimāls mitruma nodrošinājums bija novērots jūnijā (2008), jūlijā (2008), septembrī (2009, 2010), kas iespējams veicināja kaņepju augšanu un sēklu nogatavošanos.

1. tabula/ Table 1

Hidrotermiskā koeficienta vērtība izmēģinājuma gados Viļānos 2008. – 2010.

Hydrothermal coefficient value for the trial years in Vilani 2008 – 2010

Periods/ Period	Šķirne/ Variety	2008	2009	2010
No sējas līdz ziedēšanas fāzei/ <i>From sowing to blooming period</i>	‘Pūriņi’	1.20	1.52	1.90
	‘Bialobrzeskie’	–	1.61	1.51
Veģetācijas periodā (rudens ražai)/ <i>Vegetation period</i> <i>(autumn yield)</i>	‘Pūriņi’	1.50	1.49	1.39
	‘Bialobrzeskie’	–	1.49	1.39
	‘Marathon’*	2.39	1.48	1.40
	‘Marathon’** ‘Bamse’	–	1.51	1.40

* miežabrāļa šķirne ‘Marathon’, kas iesēta 2008. gada 12. augustā/ *reed canary grass variety ‘Marathon’ the sowing time August 12, 2008*

** miežabrāļa šķirne ‘Marathon’, kas iesēta 2009. gada 29. Aprīlī, *reed canary grass variety ‘Marathon’ the sowing time April 29, 2009*

Veiktie novērojumi, uzskaitē un analīzes

No katra mēslslojuma varianta trīs atkārtojumos tika noņemti miežabrāļa (16 m²) un kaņepju (20 m²) zaļmasas paraugi, kas nosvērti ar precizitāti ± 0.01 kg. Paraugus izmantoja sausnas noteikšanai. Ražas sausna tika noteikta, paraugu žāvējot 105°C temperatūrā līdz nemainīgai masai (ISO 6496). Iegūtie rezultāti pārrēķināti hektāram (t ha⁻¹).

Analīzes veiktas kaņepju virszemes biomasas paraugiem, kas sadalīti 2 daļās. Pētījumā tika izmantoti kaņepju paraugi bez lapām (t.s. ziedkopas) un saknēm (augšs apmēram 8 – 10 cm no augsnes virskārtas) jeb kaņepju tehniskais garums. Miežabrālim analīzēm izmantots viss augs (sākot no 5 – 8 cm no augsnes virskārtas), paraugus ķīmiskajām analīzēm samaļot.

Koksnes/spaļu saturs (%) tika noteikts katra atkārtojuma vidējam kaņepju paraugam, kas tika sadalīts divās daļās, izžāvēts līdz 8 – 10% mitrums. Pēc tam no katra parauga uz svariem (precizitāte ± 0.001 g) tika nosvērti 100 g stublāju, tos samaļot ar JIM-3 un sukājot, purinot no lūksnes šķiedras, lai atdalītu spaļus. Vajadzības gadījumā malšana tika atkārtota, kamēr spaļu daudzums lūksnē nepārsniedza 10%, spaļu atlikums tika izlasīts ar rokām (uz galda, kas aplāts ar tumšu papīru). Tīrā lūksne tika nosvērta (precizitāte ± 0.001 g). Lūksnes un spaļu saturs aprēķināts pēc šādām formulām (Freimanis, Holms, Jurševskis u.c., 1980):

$$C = 100 \cdot \frac{S}{L}, \quad (2)$$

kur C – lūksnes šķiedras saturs, %;
S – stublāju masa, g;
L – lūksnes masa, g.

$$K = 100 - C, \quad (3)$$

kur K – spaļu saturs, %;
C – lūksnes šķiedras saturs, %.

Lūksnes šķiedras un spaļu saturs tika aprēķināts kā aritmētiskais vidējais no trīs atkārtojumiem.

Augu paraugu ķīmiskās analīzes tika veiktas vairākās laboratorijās (LLU Agronomisko analīžu zinātniskajā laboratorijā, RA Ķīmijas laboratorijā, Atkritumproduktu un kurināmā izpētes un testēšanas laboratorijā SIA “Virsmā”, Klaipēdas universitātes laboratorijā (Klaipēdas universitātes oro iš laivu tyrimu laboratorija)), izmantojot Latvijas Republikas noteiktās standartmetodes:

- lignīna saturs noteikts pēc TAPPI T222om-88 standarta (Klāsona metodes).

- mitruma daudzums – Wa (LVS CEN/TS 14774 – 2);
- pelnu saturs sausam materiālam – A – (ISO 1171 – 81);
- siltumspēja augstākā pie $V = \text{const}$ izžāvētam pie 105°C paraugam – Qa, siltumspēja zemākā pie $V = \text{const}$ – Qz (LVS CEN/TS 14918), ar kolorimetru IKA C 5003;
- pelnu kušanas apstākļi oksidējošā atmosfērā – Dt, St, Ht, Ft (ISO 540);
- arsēna (As), kadmija (Cd), svina (Pb), kalcija (Ca), kālija (K), nātrija (Na), silīcija (Si) elementu koncentrācija paraugos noteikta ar induktīvi saistītās plazmas optiskās emisijas spektrometru Perkin Elmeze Optima 2100 DV (Rentgenfluorescences metode, Atomabsorbcijas spektroskopija (ISO 11466);
- oglekļa (C) saturs, masas % (ISO 625, ISO 333);
- sēra (S) daudzums (ISO 334).

Datu matemātiskā analīze

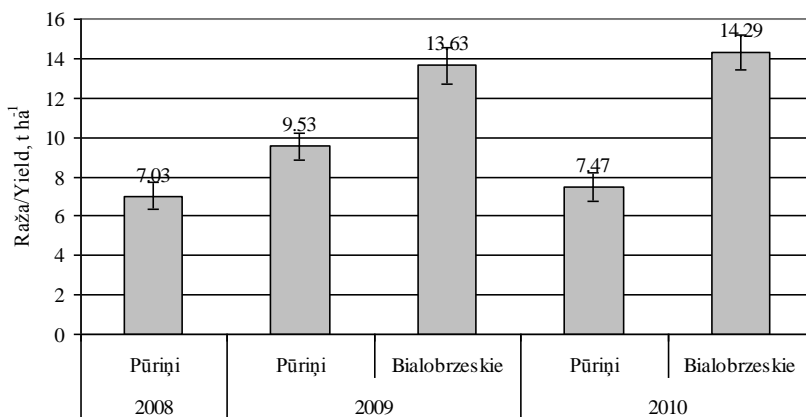
Iegūtie rezultāti statistiski apstrādāti, pielietojot aprakstošās un variācijas statistikas, dispersijas analīzes, korelācijas analīzes metodes ar Microsoft Excel for Windows 2000 un SPSS programmas paketi (Arhipova, Bāliņa, 2006). Ar minētajām programmām iegūti grafiskie attēli un tabulas.

REZULTĀTI

PRODUKTIVITĀTE UN TO NOTEICOŠIE FAKTORI

Cietā biokurināmā ieguvei tika izvēlēti divi potenciāli atšķirīgi enerģētiski augi – sējas kaņepes un miežabrālis, kas piemēroti Latvijas agroklimatiskajiem apstākļiem. Izvērtējot rezultātus, ir jāņem vērā, ka kaņepju šķirne ‘Bialobzeskie’ tika selekcionēta šķiedras ieguvei, vietējo kaņepju šķirne ‘Pūriņi’ vairāk tika izmantota sēklu ieguvei, miežabrāļa šķirne ‘Bamse’ selekcionēta bioenerģijas ieguvei, šķirne ‘Marathon’ – lopbarības ieguvei.

Izmēģinājuma gados tika konstatēti atšķirīgi agrometeoroloģiskie apstākļi, kas arī ietekmēja sējas kaņepju un miežabrāļa produktivitāti. Kaņepju stublāju vidējā sausnas raža vietējo kaņepju šķirnei ‘Pūriņi’ lielākā bija 2009. gadā – 9.53 t ha⁻¹, bet mazākā 2008. gadā – 7.03 t ha⁻¹, savukārt šķirnei ‘Bialobzeskie’ kaņepju stublāju vidējā sausnas raža lielāka bija 2010. gadā – 14.29 t ha⁻¹, bet mazāka 2009. gadā – 13.63 t ha⁻¹ (1. att.).



1. att. Kaņepju sausnas raža atkarībā no izmēģinājuma gada un šķirnes
Fig. 1. Dry matter (DM) depending on the hemp growing year, and variety

Miežabrāļa šķirnei ‘Marathon’, kas iesēta 2008. gada 12. augustā pirmā ražas gadā produktivitāte bija vidēji 4.71 t ha⁻¹, kas bija par 3% lielāka kā pavasara raža un 2.14 reizes mazāka kā otrā gada rudens raža. Šķirnei ‘Marathon’, kas iesēta 2009. gada 29. aprīlī – 2.18 t ha⁻¹, kas bija par 13% lielāka kā pavasara raža un 4.01 reizes mazāka kā otrā gada rudens raža, šķirnei

‘Bamse’, kas iesēta 2009. gada 29. aprīlī – 2.62 t ha⁻¹, kas bija par 17% lielāka kā pavasara raža un 4.02 reizes mazāka kā otrā gada rudens raža (2. tab.).

2. tabula / Table 2

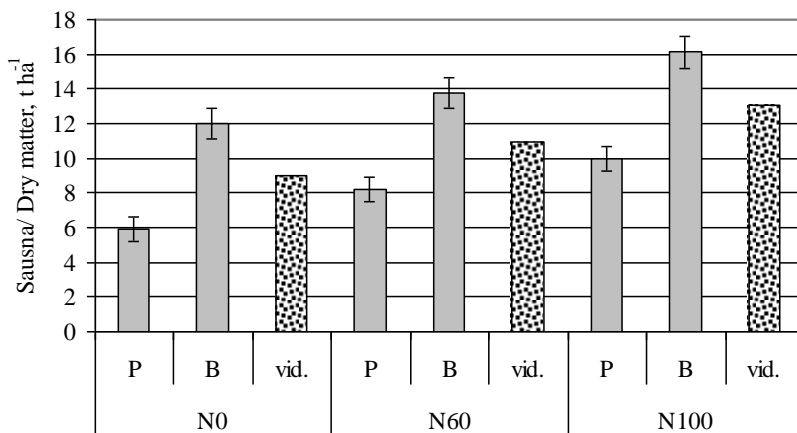
Miežabrāļa sausnas raža atkarībā no ražas novākšanas laika, šķirnes un slāpekļa mēslojuma normas, t ha⁻¹ / Dry matter depending on the reed canary grass yield time, variety, and N fertilizer rates, t ha⁻¹

Ražas laiks/ Yield time (F _A)	Šķirne/ Variety	Sējas laiks/ Sowing time	Slāpekļa mēslojuma norma/ N fertilizer rate, kg ha ⁻¹ (F _B)				
			0	30	60	90	Vidēji/ average
12.10.09.	‘Marathon’	12.08.08.	4.58	4.66	4.75	4.84	4.71
	‘Marathon’	29.04.09.	2.03	2.12	2.25	2.31	2.18
	‘Bamse’	29.04.09.	2.24	2.44	2.78	3.02	2.62
07.04.10.	‘Marathon’	12.08.08.	4.47	4.61	4.69	4.51	4.57
	‘Marathon’	29.04.09.	1.39	1.81	2.19	2.23	1.91
	‘Bamse’	29.04.09.	2.15	2.20	2.21	2.16	2.18
06.10.10.	‘Marathon’	12.08.08.	8.98	10.18	10.77	10.45	10.10
	‘Marathon’	29.04.09.	8.61	8.94	8.87	8.57	8.75
	‘Bamse’	29.04.09.	9.80	10.25	10.27	11.79	10.53
		vidēji/ average	4.92	5.25	5.42	5.54	5.28
RS _{0.05} /	‘Marathon’	12.08.08.	A = 0.121; B = 0.140; AB = 0.243				
LSD _{0.05}	‘Marathon’	29.04.09.	A = 0.210; B = 0.243; AB = 0.421				
	‘Bamse’	29.04.09.	A = 0.132; B = 0.153; AB = 0.265				

Slāpekļa mēslojuma normas palielināšana kaņepēm un miežabrālim nodrošināja to ražas pieaugumu (2. att., 3.att.).

Slāpekļa mēslojuma normas palielināšana vietējo kaņepju šķirnei ‘Pūriņi’ no N₀ līdz N₆₀ nodrošināja sausnas ražas pieaugumu par 2.70 t ha⁻¹ jeb 36%, bet no N₆₀ līdz N₁₀₀ – 1.83 t ha⁻¹ jeb 19% 2008. gadā. Pirmajā kaņepju izmēģinājuma gadā slāpekļa normas palielinājums kaņepēm pozitīvi ietekmēja sausnas ražu. Slāpekļa mēslojuma normas palielināšana 2009. gadā vietējo kaņepju šķirnei ‘Pūriņi’ no N₀ līdz N₆₀ nodrošināja sausnas ražas palielinājumu par 2.90 t ha⁻¹ jeb 30%, bet no N₆₀ līdz N₁₀₀ – 2.10 t ha⁻¹ jeb 18 procentiem. Attiecīgi kaņepju šķirnei ‘Bialobrzeskie’ slāpekļa mēslojuma normas palielināšana no N₀ līdz N₆₀ deva ražas palielinājumu par 1.50 t ha⁻¹ jeb 11%, bet no N₆₀ līdz N₁₀₀ – 2.30 t ha⁻¹ jeb 15 procentiem. Slāpekļa mēslojuma normas palielināšana atšķirīgi ietekmēja kaņepes ‘Pūriņi’ un ‘Bialobrzeskie’.

Atsaucīgākas bija ‘Pūriņi’, kas, iespējams, izskaidrojams ar kaņepju attīstības atšķirībām.



2. att. Kaņepju ražība atkarībā no slāpekļa mēslojuma normas un šķirnes:

Fig. 2. Dry matter depending on the hemp N fertilizer rates and variety:

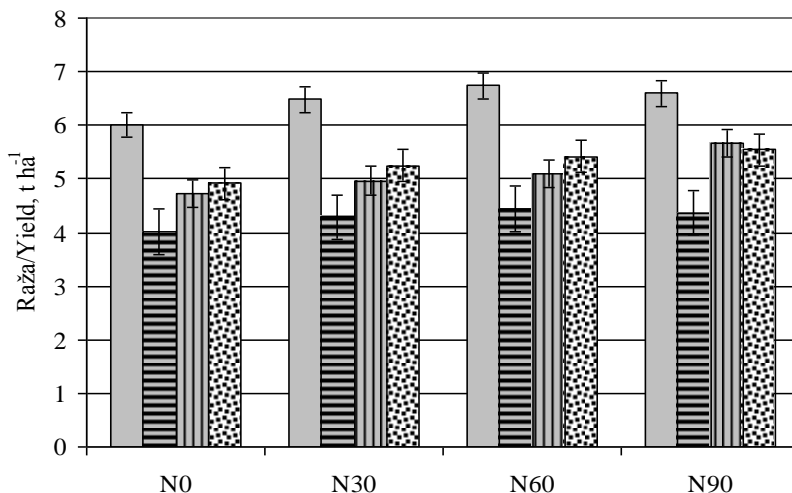
Apzīmējumi/ Designations:

P – kaņepju šķirne ‘Pūriņi’/ local hemp variety ‘Pūriņi’;

B – kaņepju šķirne ‘Bialobrzescie’/ hemp variety ‘Bialobrzescie’.

Slāpekļa mēslojuma normas palielināšana 2010. gadā vietējo kaņepju šķirnei ‘Pūriņi’ no N_0 līdz N_{60} , nodrošināja sausnas pieaugumu par 1.21 t ha^{-1} jeb 16%, bet no N_{60} līdz N_{100} – 1.36 t ha^{-1} jeb 15 procentiem. Kaņepju šķirnei ‘Bialobrzescie’ slāpekļa mēslojuma normas palielināšana no N_0 līdz N_{60} deva ražas pieaugumu par 2.02 t ha^{-1} jeb 14%, bet no N_{60} līdz N_{100} – 2.39 t ha^{-1} jeb 14 procentiem. Šajā izmēģinājuma gadā kaņepes ‘Pūriņi’ un ‘Bialobrzescie’ slāpekļa mēslojuma normas palielinājums ietekmēja līdzīgi.

Izvērtējot slāpekļa mēslojuma normas 2010. gada 6. oktobra ražai, tika konstatēts, ka produktīvāka ir miežabrāļa šķirne ‘Bamse’, jo N_0 – ‘Bamse’ – 9.80 t ha^{-1} , N_{30} – ‘Bamse’ – 10.25 t ha^{-1} , N_{60} – ‘Marathon’ (iesēta 12.08.08.) – 10.77 t ha^{-1} , N_{90} – ‘Bamse’ – 11.79 t ha^{-1} (2. tab.). Attiecīgi aprēķinot vidējo sausnas iznākumu trijām ražām katrai slāpekļa mēslojuma normai, secināms, ka sējas laiks tām ir noteicošais, jo produktīvāka izrādījās šķirne ‘Marathon’ (iesēta 12.08.08.) – 6.01 t ha^{-1} – 6.60 t ha^{-1} (N_0 – N_{90}), bet mazāk produktīva – ‘Marathon’ (iesēta 29.04.09.) – 4.01 t ha^{-1} – 4.37 t ha^{-1} (N_0 – N_{90}) (3. att.).



3. att. Miežabrāļa sausnas raža atkarībā no slāpekļa mēslojuma normas:
Fig. 3. Dry matter depending on the reed canary grass N fertilizer rate:

■ M08 ■ M09 ■ B09 ▨ viņņi.

Apzīmējumi/ Designations:

M08 – miežabrāļa šķirne ‘Marathon’, iesēta 2008. gada 12. augustā/ reed canary grass variety ‘Marathon’ the sowing time August 12, 2008;

M09 – miežabrāļa šķirne ‘Marathon’, iesēta 2009. gada 29. aprīlī/ reed canary grass variety ‘Marathon’ the sowing time April 29, 2009;

B09 – miežabrāļa šķirne ‘Bamse’, iesēta 2009. gada 29. Aprīlī / reed canary grass variety ‘Bamse’ the sowing time April 29, 2009.

Ražas veidošanās noteicošo faktoru īpatsvars un būtiskums analizēts katrai šķirnei, veicot divfaktoru dispersijas analīzi. Slāpekļa mēslojuma faktors bija būtisks visām šķirnēm. Vislielākā slāpekļa mēslojuma ietekme tika konstatēta sējas kaņepēm, kas, iespējams, izskaidrojama ar kaņepju straujo biomasas veidošanos līdz ziedēšanas fāzei (3. tab.).

Lai izvērtētu šķirnes kā faktora ietekmi, tika veikta trīsfaktoru dispersijas analīze sējas kaņepēm par diviem izmēģinājuma gadiem (2009. – 2010.) un miežabrāļa šķirnēm, kas iesētas 2009. gada pavasarī (4. tab.).

Noskaidrojot laika perioda, slāpekļa mēslojuma normas, šķirnes faktoru ietekmes īpatsvaru kaņepēm, konstatēts, ka lielu datu variāciju nodrošina izvēlēta šķirne ($\eta = 66.09\%$) un slāpekļa mēslojuma norma ($\eta = 23.01\%$), kā arī nedaudz, bet būtiski, - arī izmēģinājuma gads ($\eta = 1.1\%$). Sējas kaņepēm šķirnes izvēle un slāpekļa mēslojuma norma nosaka kaņepju ražas lielumu.

3. tabula / Table 3

**Faktoru ietekmes īpatsvars uz sējas kaņepju un miežabrāļa šķirņu sausu, η, % /
The influencing factor proportion on the dry matter of the hemp and reed canary
grass, η, %**

Suga/ Plant	Šķirne/ Variety	Faktori / Factors		
		Izmēģinājuma gads/ growing year (A)	slāpekļa mēslojums/ N fertilizer rate (B)	mijiedarbība / interaction (A × B)
Sējas kaņepes (stublājs)/ Hemp (stem)	‘Pūriņi’	26.76*	61.32*	4.45
	‘Bialobrzeskie’	3.12	81.62*	0.52
Sējas kaņepes (spaļi)/ Hemp (shive)	‘Pūriņi’	25.57*	62.37*	4.65
	‘Bialobrzeskie’	3.14	69.18*	3.27
Miežabrālis/ Reed canary grass	‘Marathon’ **	97.46*	1.11*	1.23*
	‘Marathon’ ***	99.09*	0.26*	0.24
	‘Bamse’	98.43*	0.78*	0.69*

* pētīto faktoru ietekme būtiska 95% ticamības līmenī ($F_{\text{fakt}} > F_{0.05}$) / significant at the 0.05 level

* miežabrāļa šķirne ‘Marathon’, kas iesēta 2008. gada 12. augustā / reed canary grass variety ‘Marathon’ the sowing time August 12, 2008

** miežabrāļa šķirne ‘Marathon’, kas iesēta 2009. gada 29. Aprīlī, reed canary grass variety ‘Marathon’ the sowing time April 29, 2009

4. tabula / Table 4

**Faktoru ietekmes īpatsvars uz sējas kaņepju un miežabrāļa sausas ražu, η, % /
The influencing factor proportion on the dry matter of the hemp and reed canary
grass, η, %**

Faktori/ Factors	Enerģētiskais augs/ Energy crops	
	sējas kaņepes/ hemp	miežabrālis/ reed canary grass
Izmēģinājuma gads/ ražas novākšanas laiks/ Trial year/ yield time (A)	1.09*	96.45*
Šķirne/ Variety (B)	66.09*	1.37*
N mēslojuma norma/ N fertilizer rate (C)	23.01*	0.42*
Mijiedarbība/ Interaction (A × B)	4.09*	0.89*
Mijiedarbība/ Interaction (A × C)	0.32	0.09*
Mijiedarbība/ Interaction (B × C)	0.14	0.14*
Mijiedarbība/ Interaction (A × B × C)	0.92	0.42*
Nepētītie faktori/ Effect of unexplored factors	4.15	0.22

* pētīto faktoru ietekme būtiska 95% ticamības līmenī ($F_{\text{fakt}} > F_{0.05}$) / significant at the 0.05 level

Pētījumā miežabrāļa ražai tika konstatēta būtiska cieša negatīva korelācija ar pelnu kušanas temperatūrām, vidēji cieša pozitīva korelācija ar oglekļa, kalcija, kālija, nātrija saturu biomasas sausnā, augstāko siltumspēju, vidēji cieša negatīva korelācija ar pelnu, sēra, arsēna, kadmija, svina saturu sausnā.

Iegūtās miežabrāļa biomasas korelatīvās sakarības parāda: jo lielāka raža, jo augstāka siltumspēja un zemākas pelnu kušanas temperatūras. Pozitīva korelācija miežabrāļa sausnai ar kalcija, kālija, nātrija saturu varētu arī izskaidrot negatīvās korelācijas sausnai ar pelnu kušanas temperatūrām.

KVALITĀTES RĀDĪTĀJU RAKSTUROJUMS

Oglekļa saturs. Ogleklis ir nozīmīgākais elements, kas veido dzīvus organismus un ir galvenais degošais elements. Ogleklis ir kurināmā galvenais degošais elements, kam ir augsts sadeģšanas siltums, un tas veido degošās masas lielāko daļu (Белосельский, Соляков, 1980; Cars, 2008). Pētījumā iegūtie rezultāti parāda, ka oglekļa saturs kaņepēm atšķiras ne tikai šķirnes ietvaros, bet arī stublāja sastāvdaļās. Oglekļa saturs vietējo kaņepju šķirnē 'Pūriņi' stublājos bija $37.01\% \pm 0.37\%$ un spaļos – $38.35\% \pm 0.36\%$, šķirnei 'Bialobrzeskie' stublājos – $38.13\% \pm 0.18\%$ un spaļos – $37.09\% \pm 0.78\%$. 'Pūriņi' (2008. – 2010. gadā) oglekļa saturs spaļos bija lielāks kā stublājos. Šķirnes 'Bialobrzeskie' spaļos oglekļa saturs 2010. gadā par 6% bija mazāks kā 2009. gadā. Izvērtējot slāpekļa mēslojuma normas palielinājumu uz oglekļa saturu sējas kaņepēm, redzams, ka šķirnei 'Pūriņi' spaļos tas bija augstāks nekā stublājos, bet šķirnei 'Bialobrzeskie' otrādi: stublājos augstāks nekā spaļos. Slāpekļa mēslojums pozitīvi ietekmēja oglekļa saturu, bet nebija būtisks kā faktors.

Oglekļa saturs miežabrāļa sausnā tika konstatēts vidēji $38.3 \pm 0.5\%$. Oglekļa saturu ietekmēja ražas novākšanas laiks un augu vecums: pirmā gada rudens ražas sausnā oglekļa saturs bija robežās 35.0 – 40.4%, bet otrā gada – 36.6 – 41.8%. Vislielākais oglekļa saturs tika konstatēts miežabrāļa šķirnei 'Marathon' (iesēta 29.04.09). Oglekļa ražība no viena hektāra bija robežās $1.09 - 3.89 \text{ t ha}^{-1}$. Tā bija atkarīga no šķirnes, augu vecuma un slāpekļa mēslojuma normas.

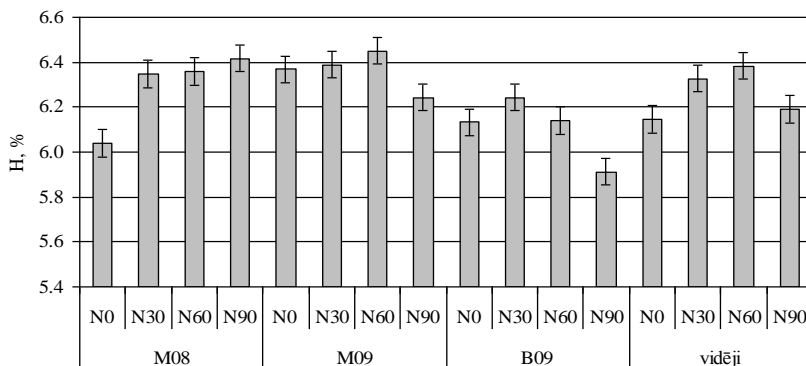
Sēra saturs. Sērs ir nevēlama un kaitīga kurināmā sastāvdaļa (Cars, 2008). Sēra saturs vietējām kaņepēm 'Pūriņi' tehniskā garuma stublājā bija $0.15\% \pm 0.006\%$, bet stublāja sastāvdaļā – spaļos – $0.13\% \pm 0.007\%$. Lielāks sēra saturs novērots 2010. gadā, bet mazāks – 2008. gadā. Sēra saturs kaņepju šķirnei 'Bialobrzeskie' stublājā bija $0.14\% \pm 0.003\%$, bet spaļos – $0.17\% \pm 0.005\%$. Lielāks sēra saturs novērots 2010. gadā, bet mazāks 2009. gadā. Kaņepju

šķirnei ‘Pūriņi’ sēra saturs spaļos par 0.02% bija mazāks kā stublājā, šķirnei ‘Bialobrzeskie’ – stublājā par 0.03% mazāks kā spaļos.

Sēra saturs miežabrāļa šķirnei ‘Marathon’ (iesēta 12.08.08.) bija $0.16\% \pm 0.007\%$, šķirnei ‘Marathon’ (iesēta 29.04.09.) – $0.15\% \pm 0.007\%$, šķirnei ‘Bamse’ – $0.17\% \pm 0.007\%$. Lielāks sēra saturs novērots 2009. gada 12. oktobra ražas sausnā, bet mazāks 2010. gada 7. aprīļa ražas sausnā.

Koksnes granulū standartā EN 14961 norādīts, ka maksimālais pieļaujamais sēra saturs ir līdz 0.1% (Alakangas, 2010). Šajā pētījumā vidējais sēra saturs sējas kaņepēm un miežabrālim bija līdz 0.20%, kas uz pusi pārsniedz standarta prasības. Vistuvāk standarta EN 14961 prasībām sēra saturs tika konstatēts 2008. gada kaņepju šķirnei ‘Pūriņi’ – 0.09 – 0.13% un miežabrāļa šķirnei ‘Marathon’ otrā izmēģinājuma gada rudens ražas sausnā 0.12 – 0.13% bez slāpekļa mēslojuma.

Ūdeņraža saturs miežabrāļa sausnā bija vidēji $6.26\% \pm 0.06\%$ (4. att.). Pētījumā tika konstatēta proporcija H:C 1:6. Ūdeņraža saturs ir svarīgs rādītājs, jo ir viens no kritērijiem, kas nosaka kurināmā sadegšanas īpašības. Ūdeņraža saturu ietekmē N mēslojuma norma ($P < 0.001$) un mijiedarbība starp ražas novākšanas laiku un N mēslojuma normu ($P < 0.05$).



4. att. Ūdeņraža saturs miežabrāļa sausnā atkarībā no šķirnes un slāpekļa mēslojuma normas:

Fig. 4. Hydrogenium content depending on the reed canary grass variety and N fertilizer rate:

Apzīmējumi/ Designations:

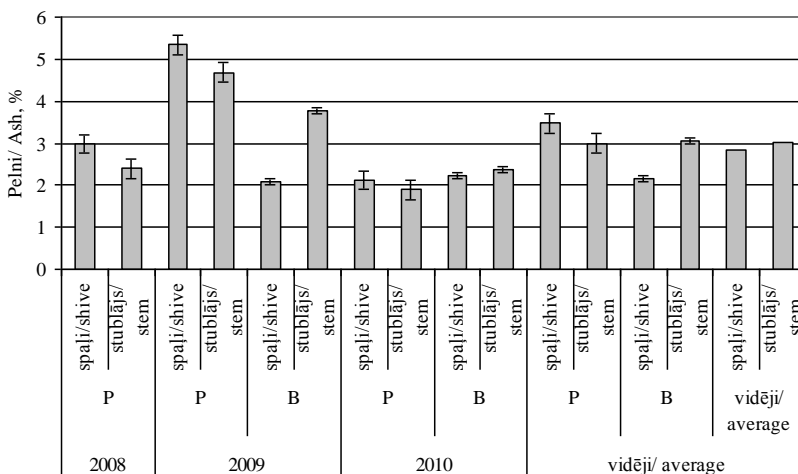
M08 – miežabrāļa šķirne ‘Marathon’, iesēta 2008. gada 12. augustā/ reed canary grass variety ‘Marathon’ the sowing time August 12, 2008

M09 – miežabrāļa šķirne ‘Marathon’, iesēta 2009. gada 29. aprīlī/ reed canary grass variety ‘Marathon’ the sowing time April 29, 2009

B09 – miežabrāļa šķirne ‘Bamse’, iesēta 2009. gada 29. Aprīlī / reed canary grass variety ‘Bamse’ the sowing time April 29, 2009.

Pelnu saturs vietējo kaņepju šķirnes ‘Pūriņi’ stublājos bija 1.63 – 6.11% (vidēji 2.99 ± 0.27) un spaļos 1.02 – 6.61% (vidēji 3.48 ± 0.31), bet šķirnei ‘Bialobrzeskie’ stublājos – robežās 2.07 – 4.36% (vidēji 3.06 ± 0.19) un spaļos 1.60 – 2.70% (vidēji 2.16 ± 0.08) (5. att.).

Pelnu saturs var būtiski mainīties pa izmēģinājuma gadiem. 2009. gadā sētajām miežabrāļa šķirnēm pelnu saturs (12.10.2009.) bija 15.4% – 19.0%, kas ir līdzīgs pētījumam Ķīnā (Xiong, Zhang, Zhang et al., 2008), bet ‘Marathon’ (iesēta 12.08.08.) vidēji 11.9% (5. tab.). Tāpēc pirmā gada rudens ražu nerekomendē izmantot biokurināmā vajadzībām. 2010. gada miežabrāļa pavasara ražā pelnu saturs samazinājās vidēji līdz 2.3 – 7.1%, bet 2010. gada 6. oktobra ražā pelnu saturs miežabrālim bija robežās 3.56 – 6.65%. Pelnu saturs pavasara ražā ir mazāks kā rudens ražai.



5. att. Pelnu saturs kaņepju sausrā atkarībā no šķirnes, izmēģinājuma gada un stublāja sastāvdaļas:

Fig. 5. Ash content depending on hemp variety, growing year, and plant part:

Apzīmējumi/ Designations:

P – kaņepju šķirne ‘Pūriņi’/ local hemp variety ‘Pūriņi’;

B – kaņepju šķirne ‘Bialobrzeskie’/ hemp variety ‘Bialobrzeskie’.

Austrija un Vācija ieviesusi standartu granulu ražošanā – DIN Plus, kurā norādīts, ka pelnu saturs nedrīkst pārsniegt 0.5% (Tardenaka, Spince, 2006). Eiropas Savienības dalībvalstu izstrādātajā kurināmā kvalitātes rādītāju standartā CEN/TC 335 minēts vēlams pelnu saturs 0.7 – 1.5% (Garcia – Maraver, Popov, Zamorano, 2011). Pelnu saturs kaņepēm ir ļoti atšķirīgs, un vidēji tas ir lielāks par kurināmajam pieļaujamiem 1.5 % (standarts DIN)

(Schön, Hartmann, Reisinger et al., 2010). Koksnes granulū standartā EN 14961 fiksēts, ka maksimālais pieļaujama pelnu saturs ir līdz 1.5% un 3.0% atkarībā no granulū veida (Alakangas, 2010).

5. tabula/ Table 5

Pelnu saturs miežabrāža sausnā, % / Ash content in reed canary grass dry matter, %

Ražas novākšanas laiks/ Yield time (F_A)	Šķirne/ Variety	Slāpekļa mēslojuma norma/ N fertilizer rate, $kg\ ha^{-1}$ (F_B)				
		0	30	60	90	vidēji/ average
12.10.2009.	‘Marathon’*	12.27	11.18	12.07	12.95	12.12
	‘Marathon’**	13.64	13.91	9.83	10.50	11.97
	‘Bamse’	19.02	19.05	14.91	14.49	16.87
07.04.2010.	‘Marathon’*	3.01	2.29	3.78	6.11	3.80
	‘Marathon’**	3.50	7.30	5.61	6.91	5.83
	‘Bamse’	4.01	5.29	6.59	7.11	5.75
06.10.2010.	‘Marathon’*	4.86	3.98	4.21	3.84	4.22
	‘Marathon’**	5.01	5.39	5.49	5.62	5.38
	‘Bamse’	5.45	6.43	5.69	5.47	5.76
Vidēji / average		7.86	8.31	7.57	8.11	7.97
‘Marathon’*	RS _{0.05 A} = 0.133; RS _{0.05 B} = 0.154; RS _{0.05 AB} = 0.266					
‘Marathon’**	RS _{0.05 A} = 0.220; RS _{0.05 B} = 0.254; RS _{0.05 AB} = 0.439					
‘Bamse’	RS _{0.05 A} = 0.100; RS _{0.05 B} = 0.115; RS _{0.05 AB} = 0.200					

* miežabrāža šķirne ‘Marathon’, iesēta 2008. gada 12. augustā/ reed canary grass variety ‘Marathon’ the sowing time August 12, 2008

** miežabrāža šķirne ‘Marathon’, iesēta 2009. gada 29. aprīlī/ reed canary grass variety ‘Marathon’ the sowing time April 29, 2009

Pelnu kušanas temperatūra. Cietajam kurināmajam pelnu kušanas temperatūra vēlama augstāka par 1000°C, lai to varētu izmantot automātiskajās kurtuvēs.

Deformācijas temperatūra (Dt) kaņepju šķirnes ‘Pūriņi’ stublājiem 2008. gadā bija 1117°C, spaļiem – 937°C. 2009. gadā šķirnes ‘Pūriņi’ Dt stublājiem bija 867°C, spaļiem – 813°C, šķirnes ‘Bialobrzeskie’ stublājiem – 863°C, spaļiem – 770°C. Deformācijas temperatūra vietējo kaņepju ‘Pūriņi’ stublājiem 2010. gadā bija 1150°C, spaļiem – 1113°C, šķirnes ‘Bialobrzeskie’ stublājiem – 1450°C, spaļiem – 1450°C.

Vietējo kaņepju šķirnei 'Pūriņi' pelnu kušanas temperatūra ir lielāka 2010. gadā, bet mazāka – 2009. gadā. Kaņepju šķirnei 'Bialobrzeskie' pelnu kušanas temperatūra atšķiras pa izmēģinājuma gadiem. Kaņepju šķirnei 'Bialobrzeskie' 2009. gada ražas sausnai novērota Dt robežās 710 – 890°C (sublimācija), jo 2009. gadā bija nokrišņu deficīts, bet temperatūra atbilda ilggadējiem vidējiem rādītājiem. Šajā pētījumā tika konstatēts, ka 2009. gada kaņepēs ir lielāks sārnu metālu un Ca saturs kā 2010. gadā.

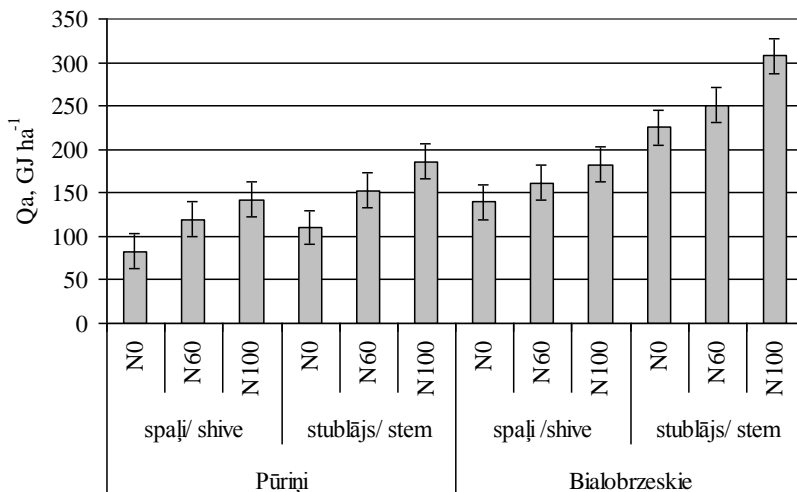
Salīdzinot miežabrāļa pavasara un rudens pirmā gada ražu, redzams, ka pavasara ražas sausnai pelnu kušanas temperatūra ir augstāka. Deformācijas temperatūra (min – vid. – max) 2009. gada 12. oktobra ražas sausnai bija robežās 1200°C – 1267°C – 1350°C, pelnu kušanas sākums (St) – 1380°C – 1393°C – 1400°C, pelnu plūšanas temperatūra (Ft) – 1450°C – 1470°C – 1480°C. Deformācijas temperatūra (min – vidēji – max) 2010. gada 7. aprīļa ražas sausnai bija robežās 1300°C – 1370°C – 1400°C, St – 1400°C – 1428°C – 1450°C, Ft – 1500°C – 1500°C – 1500°C. Pavasara ražas sausnai pelnu kušanas temperatūra sasniedza 1500°C, kas ir maksimālā temperatūra, ko fiksēja laboratorijā. Arī citos pētījumos iegūtie rezultāti norāda, ka miežabrālis cietā kurināmā ieguvei ir pļaujams pavasarī, jo ir augstākas pelnu kušanas temperatūras (Adamovics, Platace, 2012; Jansone, Rancane, Berzins *et al.*, 2012). Savukārt 2010. gada 6. oktobra ražas sausnai Dt (min – vidēji – max) bija robežās 990°C – 1037°C – 1060°C, St – 1030°C – 1070°C – 1090°C, Ft – 1160°C – 1240°C – 1300°C.

Pelnu kušanas temperatūra (St, Ht, Ft) sējas kaņepēm ir augstāka kā miežabrālim.

Augstākā siltumspēja. Par augstāko sadegšanas siltumu sauc to siltumu, kas izdalās, ja pilnīgi sadeg 1 kg kurināmā un ūdens tvaiki, kuri ir dūmu gāzēs un kuru veidošanai tiek patērēta daļa no kurināmā izdalīta siltuma, tiek pilnīgi nokondensēti un kondensāts atdzesēts līdz 0°C, tādējādi nezaudējot iztvaikošanas siltumu (Cars, 2008).

Augstākā siltumspēja vietējo kaņepju 'Pūriņi' stublājos ir 18.68 ± 0.02 MJ kg^{-1} un spaļos – 18.61 ± 0.02 MJ kg^{-1}), šķirnei 'Bialobrzeskie' stublājos – vidēji 18.68 ± 0.10 MJ kg^{-1} un spaļos – 18.16 ± 0.07 MJ kg^{-1} . Kaņepju stublājiem un spaļiem augstākās siltumspējas iznākums no viena hektāra ir lielāks, ja palielina slāpekļa mēslojuma normu (6. att.). Kaut arī augstākā siltumspēja abām kaņepju šķirnēm ir līdzīga (10. att.), tomēr produktivitāte ir dažāda (1. att., 2. att.), tāpēc arī augstākas siltumspējas iznākums no viena hektāra ir būtiski atšķirīgs.

Augstākā siltuma daudzums miežabrāļa šķirnei 'Marathon' (iesēta 12.08.08.) – 17.52 ± 0.06 MJ kg^{-1} , 'Marathon' (iesēta 29.04.09.) – 17.47 ± 0.07 MJ kg^{-1} , 'Bamse' – 17.81 ± 0.09 MJ kg^{-1} (6. tab.).



6.att. Augstākās siltumspējas (Qa) iznākums kaņepju sausnā atkarībā no šķirnes, slāpekļa mēslojuma normas un stublāja sastāvdaļas

Fig. 6. Calorific yield depending on the hemp dry matter on variety, N fertilizer rates, and plant part

6. tabula/ Table 6

Augstākā siltumspējas iznākums miežabrāļa sausnā atkarībā no slāpekļa mēslojuma normas, GJ ha⁻¹/ Calorific yield and value depending on the reed canary grass in dry matter N fertilizer rates, GJ ha⁻¹

Šķirne/ Variety	Slāpekļa mēslojuma norma/ N fertilizer rate, kg ha ⁻¹				RS _{0.05}
	0	30	60	90	
‘Marathon’ *	106.34	114.44	117.76	114.13	0.012
‘Marathon’**	70.60	75.29	77.26	75.71	0.034
‘Bamse’	85.30	89.01	90.22	99.39	0.010
Vidēji/Average	87.41	92.91	95.09	96.41	x

* miežabrāļa šķirne ‘Marathon’, iesēta 2008. gada 12. augustā/ reed canary grass variety ‘Marathon’ the sowing time August 12, 2008

** miežabrāļa šķirne ‘Marathon’, iesēta 2009. gada 29. aprīlī/ reed canary grass variety ‘Marathon’ the sowing time April 29, 2009

Pētījumā tika konstatēts, ka palielinot slāpekļa mēslojuma normu, samazinās augstākā siltumspēja (12. att.). Tomēr pārrēķinot augstākās

siltumspējas iznākumu uz vienu hektāru, redzams, ka palielinot skāpekļa mēslojuma normu, augstākās siltumspējas iznākums arī palielinās (6. tab.).

Ja salīdzina vidējās slāpekļa mēslojuma normas N_{60} un N_{90} , tad atšķirība ir 1.3% robežās, kas ir ļoti nebūtiska. Šķirnei ‘Marathon’ vēlāmākā slāpekļa norma ir N_{60} , jo, lietojot N_{90} , augstākās siltumspējas iznākums no viena hektāra samazinās. Pētījumā miežabrāļa ražai tika konstatēta vidēji cieša pozitīva korelācija ar augstāko siltumspēju.

KVALITĀTES RĀDĪTĀJU IETEKMEJOŠO FAKTORU IZVĒRTĒJUMS SĒJAS KAŅEPĒM

Dažādu faktoru – ražas novākšanas laiks vai izmēģinājuma gads, stublāja sastāvdaļa un N mēslojuma norma – ietekmes īpatsvars ir parādīts 7. tabulā.

7. tabula/ Table 7

Faktoru ietekmes īpatsvars* uz sējas kaņepju kvalitātes rādītājiem, η , % / The influencing factor proportion on the hemp quality parameter, η , %

Faktori/ Factors	‘Pūriņi’		‘Bialobrzeskie’	
	A	Qa	A	Qa
Izmēģinājuma gads/ Growing year (A)	72	15	18	ns
Auga sastāvdaļa/ Plant part (B)	3	12	36	33
N mēslojuma norma/ N fertilizer rate (C)	19	18	5	23
Mijiedarbība/ Interaction (A × B)	0	0	26	10
Mijiedarbība/ Interaction (A × C)	3	47	11	ns
Mijiedarbība/ Interaction (B × C)	1	4	1	17
Mijiedarbība/ Interaction (A × B × C)	1	3	2	ns
Nepētītie faktori/ Effect of unexplored factors	1	1	0	12

* pētīto faktoru ietekme būtiska 95% ticamības līmenī ($F_{\text{fakt}} > F_{0,05}$) / significant at the 0.05 level

ns – pētīto faktoru ietekme nav būtiska 95% ticamības līmenī ($F_{\text{fakt}} < F_{0,05}$) / none significant at the 0.05 level

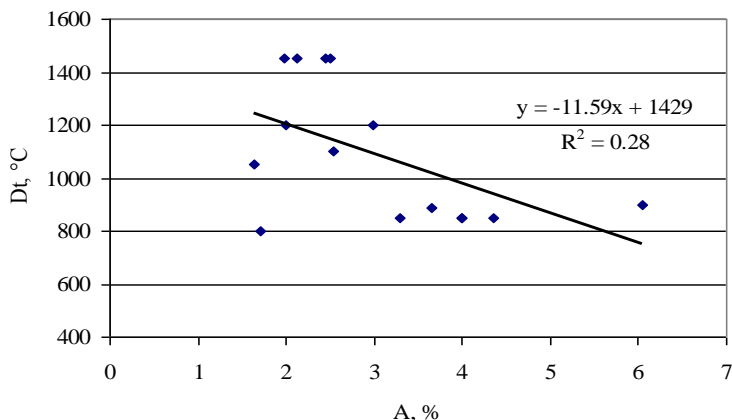
A – pelnu saturs/ ash content

Qa – augstākā siltumspēja/ gross calorific

Pelnu saturs kaņepēs ir ļoti atkarīgs no ārējās vides faktoriem (agrometeoroloģiskajiem apstākļiem izmēģinājuma gadā, slāpekļa mēslojuma normas). Pētījumā tiek konstatētas stublāja sastāvdaļas (F_B) ietekmes īpatsvara atšķirības: ‘Pūriņi’ – 2.6%, ‘Bialobrzeskie’ – 36.3%, ko varētu izskaidrot ar atšķirībām augu garumā un stublāja diametrā.

Izvērtējot dažādu faktoru ietekmes īpatsvaru augstākajai siltumspējai (Qa), kaņepju šķirnei 'Bialobrzskie' parādās būtiska N mēslojuma normas ($\eta = 23.1\%$) un stublāja sastāvdaļas ($\eta = 33.2\%$) ietekme un mijiedarbības starp stublāja sastāvdaļu un N mēslojuma normu ($\eta = 17.2\%$) ietekme (7. tab.). Vietējo kaņepju šķirnei 'Pūriņi' Qa būtiski ietekmēja agrometeoroloģiskie apstākļi izmēģinājuma gadā (F_A), N mēslojuma norma (F_C) un stublāja sastāvdaļa, bet vislielāko ietekmi uz Qa atstāja mijiedarbība starp faktoriem A un C ($\eta = 46.6\%$). Pētījumā tika konstatēts būtisks ($P < 0.05$) stublāja sastāvdaļas ietekmes īpatsvars – šķirnei 'Bialobrzskie' – 33.2% un šķirnei 'Pūriņi' – 12.0%, tāpēc, lai iegūtu lielāku siltumspēju, ir svarīgi izvērtēt, vai ir racionāli kurināmajam izmantot visu kaņepju stublāju, vai arī tikai spaļus.

Vienādojums $y = -112.59x + 1429$ parāda pelnu kušanas deformācijas temperatūras atkarību no pelnu ķīmiskā sastāva. Lai palielinātos pelnu kušanas deformācijas temperatūra, nepieciešams mazāks pelnu saturs kaņepēs (7. att.).



7. att. Sakarība ($P < 0.05$; $n = 15$) starp pelnu saturu un deformācijas temperatūru sējas kaņepju stublājiem:

Fig. 7. The interaction ($P < 0.05$; $n = 15$) between ash content and deformation temperature in hemp stem:

Apzīmējumi/ Designations:

A – pelnu saturs/ ash content;

Dt – deformācijas sākuma temperatūra/ deformation temperature.

Kaņepēm tika konstatēta būtiska kopsakarība starp degošajiem elementiem – oglekli un sēru. Palielinoties kaņepju sausnā sēra saturam, samazinās oglekļa saturs, kas ir galvenais degošais elements. Tas nozīmē, ka augos ir jābūt pēc iespējas mazākam sēra saturam, jo tas ne tikai samazina oglekļa saturu, bet arī

veicina koroziju apkures sistēmās. Ciešās būtiskās korelācijas C un As, C un Pb apliecina, ka fitotoksiskie elementi tiek iesaistīti dažādas oglekļa struktūrās.

KVALITĀTES RĀDĪTĀJU IETEKMĒJOŠO FAKTORU IZVĒRTĒJUMS MIEŽABRĀLIM

Pelnu saturs miežabrāļa sausnā ir atkarīgs no agrometeoroloģiskajiem apstākļiem izmēģinājuma gadā (F_A) – vairāk kā 80%, tad seko faktoru A un B mijiedarbība un slāpekļa mēslojuma norma (F_B).

Miežabrālim augstāko siltumspēju ietekmēja gan agrometeoroloģiskie apstākļi izmēģinājuma gadā (F_A), gan slāpekļa mēslojuma norma (F_B), gan F_A un F_B mijiedarbība (8. tab.).

8. tabula/ Table 8

**Faktoru ietekmes īpatsvars uz miežabrāļa kvalitātes
rādītājiem ($P<0.001$), η , % / The influencing factor proportion ($P<0.001$) on the reed
canary grass quality parameter, η , %**

Šķirne/ Variety	Faktori/ Factors	η	
		A	Qa
‘Marathon’*	Ražas novākšanas laiks/ Yield time (A)	94	73
	Slāpekļa mēslojuma norma/ N fertilizer rate (B)	3	20
	Mijiedarbība/ Interaction (A x B)	3	7
‘Marathon’**	Ražas novākšanas laiks/ Yield time (A)	83	88
	Slāpekļa mēslojuma norma/ N fertilizer rate (B)	5	8
	Mijiedarbība/ Interaction (A x B)	12	3
‘Bamse’	Ražas novākšanas laiks/ Yield time (A)	93	86
	Slāpekļa mēslojuma norma/ N fertilizer rate (B)	1	12
	Mijiedarbība/ Interaction (A x B)	6	1

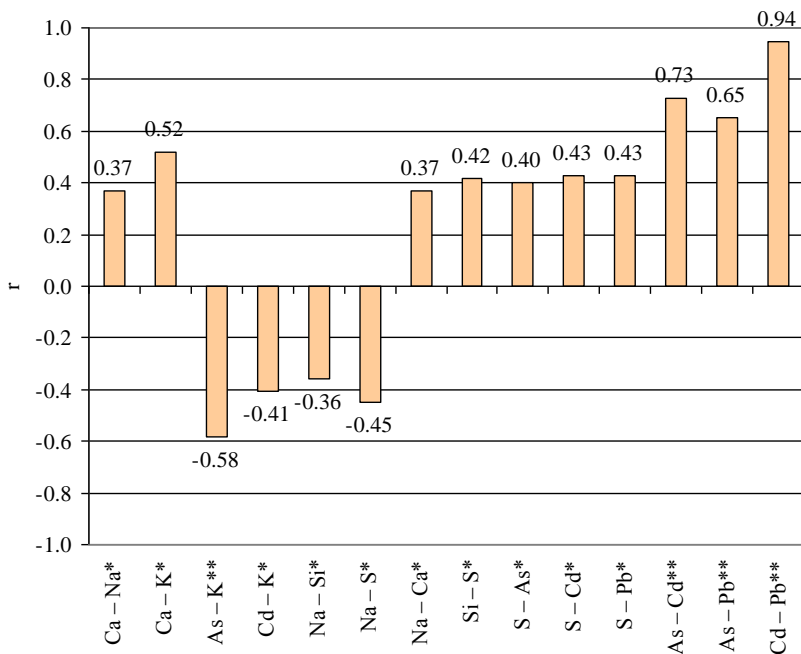
* miežabrāļa šķirne ‘Marathon’, iesēta 2008. gada 12. augustā

** miežabrāļa šķirne ‘Marathon’, iesēta 2009. gada 29. aprīlī

A- pelnu saturs/ ash content

Qa - augstākā siltumspēja/ gross calorific value

Miežabrālim atšķirībā no sējas kaņepēm ir vairāk būtisku korelāciju starp kvalitātes rādītājiem (8. att.). Augstākajai siltumspējai tika konstatētas negatīvas korelatīvas sakarības ($P<0.05$) ar pelnu saturu ($r = -0.52$), ar deformācijas temperatūru (Dt) ($r = -0.60$), ar kušanas sākuma temperatūru (St) ($r = -0.72$), ar hemisfēras punktu (Ht) ($r = -0.69$) un ar pelnu plūšanas temperatūru (Ft) ($r = -0.67$).



8. att. Korelatīvas sakarības starp kvalitātes rādītājiem miežabrāļa sausnā (n=36):
Fig. 8. Correlation coefficients between quality parameters in reed canary grass' dry matter (n=36):

Apzīmējumi/ Designations:

* – $P < 0.05$;

** – $P < 0.001$;

A – pelnu saturs/ ash content;

Dt – pelnu deformācijas sākuma temperatūra/ initial point of deformation: the sharp peak is rounding;

St – pelnu kušanas sākums/ softening temperature;

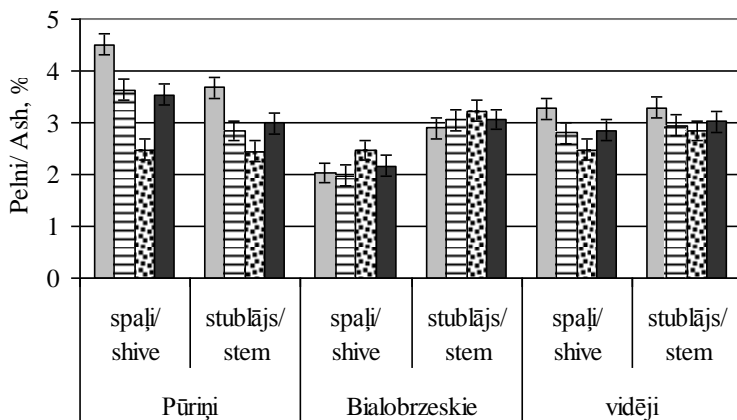
Ht – hemisfēras punkts/ the point of formation of softening temperature;

Ft – plūšanas temperatūra, kad izkusušie pelni izplūst pa virsmu/ flow temperature, the liquid ash dissipates along the surface.

SLĀPEKĻA MĒSLOJUMA NORMAS IZVĒRTĒJUMS

Pelnu saturu sējas kaņepēm slāpekļa mēslojuma norma ietekmēja atšķirīgi: vietējo kaņepju šķirnei ‘Pūriņi’: palielinot slāpekļa mēslojuma normu, samazinājās pelnu saturs, bet šķirnei ‘Bialobrzესkie’ – otrādi – palielinot

slāpekļa mēslojuma normu, pelnu saturs palielinājās (9. att.). Slāpekļa mēslojuma norma sējas kaņepēm augstāko siltumspēju mazāk ietekmēja šķirnei ‘Pūriņi’, bet šķirnei ‘Bialobrzeskie’, lietojot slāpekļa mēslojuma normu N_{100} , atšķirības vērojamas nepilna 1 MJ kg^{-1} intervālā (10. att.). Tas varētu būt izskaidrojams ar kaņepju attīstības fāzēm, jo šķirne ‘Pūriņi’ sāka ziedēt jūlijā un šķirne ‘Bialobrzeskie’ augstā, sēklu masveida nogatavošanas fāze attiecīgi – ‘Pūriņi’ – jūlijā un ‘Bialobrzeskie’ – augustā. Kaņepēm līdz ar ziedēšanas fāzes iestāšanos sāk pārkoksnēties.

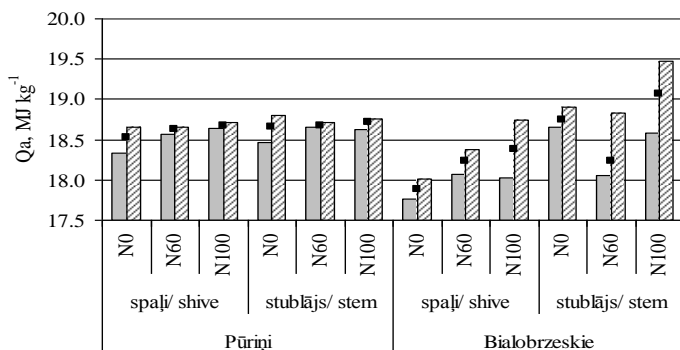


9. att. Pelnu saturs sējas kaņepēs atkarībā no šķirnes, stublāja sastāvdaļas un N mēslojuma normas:

Fig. 9. Ash content depending on the hemp variety, plant part, and N fertilizer rates in dry matter:

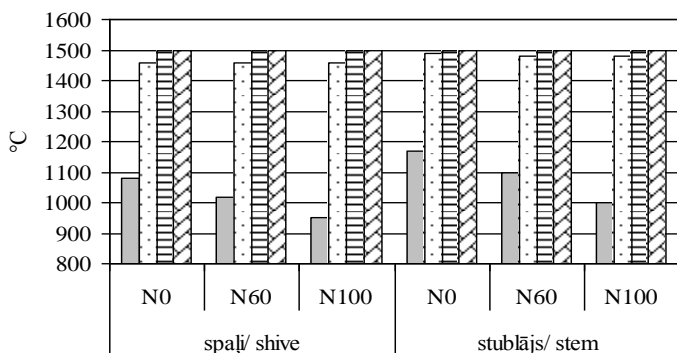
□ N0 ▨ N60 ▩ N100 ■ vidēji

Izvērtējot slāpekļa mēslojuma normu uz sējas kaņepju pelnu kušanas temperatūru, redzams, ka Ht (hemisfēras punkts) un Ft (plūšanas temperatūra, kad izkusušie pelni izplūst pa virsmu) tā neietekmē, t.i., temperatūras ir nemainīgas, virs 1500°C (11. att.). Pelnu kušanas deformācijas temperatūra samazinās gan kaņepju spaļiem, gan kaņepju stublājiem, ja palielina N mēslojuma normu. Pelnu kušanas temperatūra augstāka ir kaņepju stublājiem nekā spaļiem.



10. att. Slāpekļa mēslojuma normas ietekme uz sējas kaņepju augstāko siltumspēju:

Fig. 10. Calorific value depending on the hemp N fertilizer rates:
 ■ min ■ max ■ vidējī



11. att. Slāpekļa mēslojuma normas un stublāja daļas ietekme uz sējas kaņepju pelnu kušanas temperatūru:

Fig. 11. Ash melting behaviour oxidizing atmosphere depending on the hemp plant part, and N fertilizer rates
 ■ Dt □ St ▨ Ht ▩ Ft ■ vidējī

Apzīmējumi/ Designations:

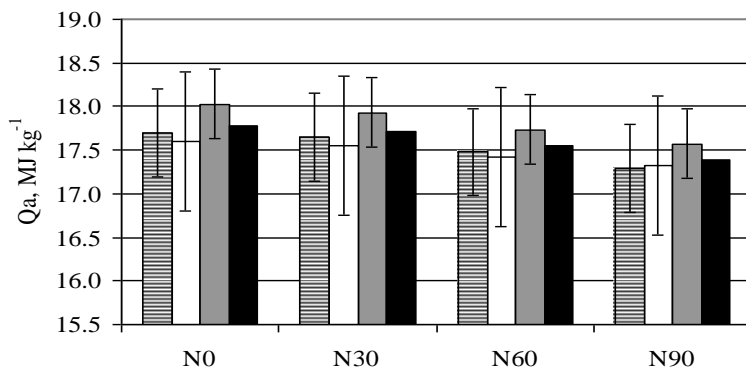
Dt – pelnu deformācijas sākuma temperatūra/ initial point of deformation: the sharp peak is rounding;

St – pelnu kušanas sākums/ softening temperature;

Ht – hemisfēras punkts/ the point of formation of softening temperature;

Ft – plūšanas temperatūra, kad izkusušie pelni izplūst pa virsmu/ flow temperature, the liquid ash dissipates along the surface.

Palielinot slāpekļa mēslojuma normu, samazinās augstākā siltumspēja miežabrāļa šķirnēm (12. att.). Šķirnei ‘Marathon’ Qa neietekmē sējas laiks, bet Qa atšķirība starp šķirni ‘Marathon’ un ‘Bamse’ ir robežās 0.3 – 0.5 MJ kg⁻¹.



12. att. Miežabrāļa augstākā siltumspēja atkarībā no slāpekļa mēslojuma normas:

Fig. 12. Gross calorific value depending on the reed canary grass N fertilizer rates:

▨ M08 □ M09 ■ B09 ■ vīdēji

Apzīmējumi/ Designations:

M08 – miežabrāļa šķirne ‘Marathon’, iesēta 2008. gada 12. augustā/ reed canary grass variety ‘Marathon’ the sowing time August 12, 2008

M09 – miežabrāļa šķirne ‘Marathon’, iesēta 2009. gada 29. aprīlī/ reed canary grass variety ‘Marathon’ the sowing time April 29, 2009

B09 – miežabrāļa šķirne ‘Bamse’, iesēta 2009. gada 29. Aprīlī / reed canary grass variety ‘Bamse’ the sowing time April 29, 2009.

Ja palielina slāpekļa mēslojuma normu, tad pelnu kušanas temperatūras miežabrāļim dažādās fāzēs atšķiras 30 – 100°C robežās. Salīdzinot pelnu kušanas temperatūru pētījumā analizētajiem augiem, izriet, ka sējas kaņepēm pelnu kušanas temperatūras fāzes St, Ht un Ft slāpekļa mēslojuma norma ietekmē salīdzinoši mazāk kā miežabrāļim. Tomēr Dt miežabrāļim ir augstāka kā sējas kaņepēm un tās lielumu neietekmē slāpekļa mēslojuma norma.

KOPSAKARĪBAS STARP ĶĪMISKO SASTĀVU UN ENERĢĒTISKAJIEM RĀDĪTĀJIEM

Pētījumā tika konstatēts, ka augstāko siltumspēju negatīvi ietekmē fitotoksiskie elementi As (kaņepju stublājiem, $r = -0.55$; $n = 15$; $P < 0.05$), As un Pb (miežabrālim, $r = -0.45$; $r = -0.34$; $n = 36$; $P < 0.05$), bet pozitīvi – sārnu un sārmzemju elementi Na un Ca (miežabrālim, $r = 0.49$; $P < 0.05$; $r = 63$; $P < 0.001$; $n = 36$).

Pelnu saturam pozitīva korelācija ar Ca saturu (kaņepju stublājiem, spaļiem $r = 0.87$; $r = 0.83$; $n = 15$; $P < 0.001$), ar Na saturu (kaņepju stublājiem $r = 0.81$; $n = 15$; $P < 0.001$), ar As saturu (kaņepju stublājiem, $r = 0.61$; $n = 15$; $P < 0.05$), ar Pb saturu (spaļiem $r = 0.55$; $n = 15$; $P < 0.05$), ar S saturu (miežabrālim $r = 0.48$; $n = 36$; $P < 0.001$), negatīva korelācija ar Na saturu (miežabrālim, $r = -0.65$; $n = 36$; $P < 0.001$).

Kaņepju stublājiem pelnu kušanas deformācijas temperatūra veido pozitīvu lineāru sakarību ar Si ($r = 0.74$; $n = 15$; $P < 0.05$), bet negatīvu ar K ($r = -0.59$; $n = 15$; $P < 0.05$), ar Na ($r = -0.63$; $n = 15$; $P < 0.05$), bet St temperatūra veido pozitīvu lineāru sakarību ar As ($r = 0.71$; $n = 15$; $P < 0.05$). Kaņepju spaļiem pelnu kušanas deformācijas temperatūra veido pozitīvu lineāru sakarību ar Si ($r = 0.56$; $n = 15$; $P < 0.05$) un ar S ($r = 0.61$; $n = 15$; $P < 0.05$), un negatīvu ar K ($r = -0.89$; $n = 15$; $P < 0.001$), ar Na ($r = -0.61$; $n = 15$; $P < 0.05$), ar As ($r = -0.69$; $n = 15$; $P < 0.05$), ar Pb ($r = -0.63$; $n = 15$; $P < 0.05$), bet St veido pozitīvu lineāru sakarību ar S ($r = 0.79$; $n = 15$; $P < 0.001$).

Miežabrāļa sausnai pelnu kušanas deformācijas temperatūra veido negatīvu lineāru sakarību ar sārnu un sārmzemju metāliem K, Na, Ca ($r = -0.59$; $P < 0.001$; $r = -0.42$; $P < 0.05$; $r = -0.55$; $P < 0.001$; $n = 36$), bet pozitīvu lineāru sakarību veido ar S ($r = 0.57$; $n = 36$; $P < 0.001$), ar fitotoksiskajiem elementiem As, Cd, Pb ($r = 0.73$; $r = 0.63$; $r = 0.55$; $n = 36$; $P < 0.001$). Līdzīgas sakarības ir novērotas arī pelnu kušanas temperatūrai fāžu temperatūrām St (kušanas sākums), Ht (hemisfēras punkts), Ft (plūšanas temperatūra). Pētījumā konstatēta, ka pelnu kušanas temperatūrai būtiski pozitīva korelācija pastāv ar Na un ar Ca un negatīva ar K.

Sējas kaņepēm un miežabrālim tika konstatēta sārnu un sārmzemju elementu negatīva ietekme un fitotoksisko elementu pozitīva ietekme uz pelnu kušanas temperatūru, tāpēc, analizējot kvalitātes rādītājus cietā biokurināmā ieguvei, vajadzētu arī izvērtēt, kādi faktori ietekmē augu ķīmisko sastāvu.

SECINĀJUMI

Analizējot sējas kaņepju un miežabrāļa produktivitāti, kvalitātes rādītājus un iegūtos rezultātus, var izdarīt vairākus secinājumus un sniegt priekšlikumus Latvijas lauksaimniekiem un ieteikumus turpmākajiem pētījumiem.

1. Analizētie enerģētiskie augi – kaņepju šķirnes ‘Pūriņi’ un ‘Bialobrzieskie’, miežabrāļa šķirnes ‘Marathon’ un ‘Bamse’ – ir piemēroti cietā biokurināmā ieguvei Latvijas agroklīmatiskajos apstākļos.
2. Sējas kaņepju šķirnēm ‘Pūriņi’ un ‘Bialobrzieskie’ palielinot slāpekļa mēslojuma normu līdz $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, palielinās sausnas raža un sasniedz 16 t ha^{-1} .
3. Miezabrāļa šķirnēm ‘Marathon’ un ‘Bamse’ augstas sausnas ražas ieguve – vidēji 9.79 t ha^{-1} tiek nodrošināta jau no zemeņa otrā izmantošanas gada.
4. Kaņepju sausnas ražai tika konstatēta vidēji cieša pozitīva korelācija ar oglekļa saturu un auga garumu ($P < 0.05$), bet spaļu ražai – vidēji cieša pozitīva korelācija ar auga garumu.
5. Miezabrāļa sausnas ražai pastāv būtiska negatīva korelācija ar pelnu kušanas temperatūru, ar pelnu, sēra, fitotoksisko elementu saturu tajā, pozitīva korelācija ar oglekļa, kalcija, kālija, nātrija saturu un augstāko siltumspēju.
6. Samazinoties pelnu saturam kaņepēs, attiecīgi palielinās pelnu kušanas deformācijas temperatūra.
7. Sējas kaņepēm un miežabrāļim tika konstatēta sārnu un sārmzemju elementu negatīva ietekme un fitotoksisko elementu pozitīva ietekme uz pelnu kušanas temperatūru, bet augstākajai siltumpējai attiecīgi – pozitīvas sakarības ar nātrija un kalcija un negatīvas ar arsēna un svina saturu.
8. Palielinoties sēra saturam enerģētiskajos augos, samazinās oglekļa saturs, kas ir galvenais degošais elements. Kaņepēm netika konstatēta būtiska slāpekļa mēslojuma ietekme uz oglekļa un sēra saturu.
9. Enerģētisko augu produktivitāti, ķīmisko sastāvu un augstāko siltumspēju būtiski ietekmēja agrometeoroloģiskie apstākļi izmēģinājuma gadā un slāpekļa mēslojuma norma.
10. Sējas kaņepēm un miežabrāļim palielinot slāpekļa mēslojuma normu, samazinājās augstākā siltumspēja un pelnu kušanas temperatūra, jo N mēslojuma normas lielums ietekmēja enerģētisko augu ķīmisko sastāvu.

INTRODUCTION

The world population increases every year, as a result of which the energy consumption for the planet and Latvia increases. The earth has biodiversity, but its resources are limited. The possibility exists, that the natural resources will be exhausted before new opportunities will be found to replace them with other raw materials. Society pollutes the environment with all sorts of emissions and chemical contents, ignoring the fact, that the air and water are fundamentally necessary for each living thing.

The European countries have undertaken to reduce the global warming gas emissions (Kyoto protocol), while at the same time excessively relying on energy imports. High prices and climatic changes are a real threat to European prosperity in the future. One can answer this challenge in two ways: to reduce consumption or to increase the proportion of new and renewable energy sources.

To reduce pollution, it is necessary to use biomass as a renewable energy resource, in place of the most common fossil heating sources – coal and oil products. It is possible to use biomass in various ways, for example to obtain bioenergy and as a biofuel.

The renewable energy resource exploitation, basic positional statements (for the years 2006 – 2013)⁴ show that the main sources in Latvia are biomass (wood – pulp) and hydroresources; to smaller extent wind energy, biogas and straw are used.

The long-term strategy for development in Latvia up to 2030 indicates “that the energy independence of the state needs to be strengthened. It is necessary that dependence on energy imports should be decreased, and the total energy dependence level should be decreased from 65% at present to about 35% - 40% in the year 2030. It is possible to achieve that target, based on the local renewable energy resource proportion being increased for the power industry”⁵.

For the production of biofuel it is necessary to use local resources, for example perennial culmiferous grasses – reed canary grass and sown hemp. To facilitate the introduction, and to realise environmental protection and energy conservation programmes; it will be necessary to utilize the fallow farmland at present not used for crops or cattle. In 2013 it has been noted that Latvia has

⁴ Atjaunojamo energoresursu izmantošanas pamatnostādnes,

http://www.vidm.gov.lv/files/text/VIDMPamn_201006__AERPamn.pdf, skatīts 16.06.2011.

⁵ Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija,

http://www.latvija2030.lv/upload/lias_1redakcija_pilnv_final.pdf, skatīts 15.07.2012.

342 084.29 ha of utilized farmland (LIZ) (312 604.00 ha in 2011)⁶ suitability for utilization as a hard biofuel.

The energy plant quality parameters are defined by various standards. For each biofuel variety they are different, and for each country they are different. At the same time it is difficult to define the ideal plant quality requirements, as they will be different for the various users; for example the owners of large and small furnaces. In the same way the increase in crop qualitative and quantitative indices is an urgent matter, without at the same time not increasing the sown areas. With that there is a large role for environment – friendly growing technologies, which guarantee qualitative soil tillage, suitable variety cultivation and the use of fertilizers according to the agrochemical parameters.

The hypothesis of the work:

The investigation of energy plant growth technology and qualitative parameters will allow a purposeful exploitation of sown hemp and reed canary grass for use as a biofuel.

The aim of the research:

To evaluate the sown hemp and reed canary grass productivity and quality parameters for use as a hard biofuel in the agrometeorological conditions of Latvia.

To achieve **the aim of the research** the following assignments have been put forward:

1) To evaluate in the conditions of Latvia suitable, productive and environmentally friendly energy plants (reed canary grass, sown hemp) for cultivation and exploitation as a hard biofuel.

2) To establish for sown hemp and reed canary grass qualitative parameters; their suitability, and to substantiate the exploitation of hard biofuel.

3) To clarify the effect of nitrogen fertilizer and the influence of agrometeorological conditions on sown hemp and reed canary grass as regards changes in the productivity and quality parameters.

The originality of the work and scientific significance

For the first time in Latvia research has been carried out on the nitrogen fertilizer and agrometeorological condition influence on sown hemp and reed canary grass productivity, ash content, calorific yield, ash melting temperature and chemical content. The research has shown the physical and chemical qualitative parameter changes for sown hemp and reed canary grass, and the mutual interconnection with the agrometeorological conditions of Eastern

⁶ Lauku atbalsta dienests, <http://www.lad.gov.lv/par-mums/aktualitates-un-pazinojumi/dec-2013/zinami-liz-apsekosanas-rezultati/>, skatīts 08.08.2014.

Latvia. The results can be used for further research on the influencing factors for quality parameters and chemical structure.

The results of the research are reflected in the monograph and 22 separate papers in Latvian, Russian, Lithuanian and English. As regards progress and results concerning the research 28 reports have been presented at scientific conferences, symposia and seminars in Latvia, Lithuania, Sweden, Ukraine, Portugal, Croatia and elsewhere.

MATERIALS AND METHODS OF THE TRIAL

Locations and characterization of the conditions. To evaluate the sown hemp and reed canary grass productivity and quality, the research was carried out in the period 2008 to 2010. The trials took place in the research plant plots of SIA "Agricultural Science Centre of Latgale" which is located in Vilani county, Vilani rural district (Z (N) 56°34.053'; A (E) 26°58.868') 110 metres above sea level. The topography is generally flat and with a few hillocks.

Sown hemp trials were on the soil type – sod gleysoil (organic matter content 35 – 38 g kg⁻¹, pH KCl 7.0 – 7.3, available plant phosphorus content – 83 – 145 mg kg⁻¹ P₂O₅, potassium content – 65 – 118 mg kg⁻¹ K₂O – Egner – Riehm method). Hemp trial plots were 20 m² in three replicates. The seed norms for hemp were 70 kg ha⁻¹. The nitrogen fertilizer (ammonium nitrate (34%N)) was given as follows 0 kg ha⁻¹ N, 60 kg ha⁻¹ N, 100 kg ha⁻¹ N as a pure ingredient (designation N₀, N₆₀, N₁₀₀) when the hemp had formed 3 – 6 leaves for a couple. Pesticides were not used for the hemp.

The trials with reed canary grass varieties 'Marathon' and 'Bamse' were in sod podzolic gleysoils (organic matter – 52 g kg⁻¹, pH KCl 5.8, phosphorus for plant use – 20 mg kg⁻¹ P₂O₅, potassium content 90 mg kg⁻¹ K₂O – Egner – Riehm method, precrop – black follow.) The plot sizes 16 m² arranged randomly, three replications. The seed norms 25 kg ha⁻¹ with the renewal of the vegetation for the reed canary grass a full N postplant fertilizer was given (ammonium nitrate (N 34%)) 0 kg ha⁻¹ N, 30 kg ha⁻¹ N, 60 kg ha⁻¹ N, 90 kg ha⁻¹ N as a pure ingredient (designation N₀, N₃₀, N₆₀, N₉₀). Pesticides were not used.

All the agrotechnical undertakings were carried out within the optimal dates corresponding to the plant development phases and meteorological conditions in the vegetation period.

The varieties used for the research. Energy plant species and varieties were chosen on the experience of researches in Latvia, Lithuania, Estonia and Sweden. Hemp variety 'Bialobrzeskie' (registered 1968) is a resultant hybrid from various monoecious and dioecious hemp plants, reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.) variety 'Marathon' is selected in Estonia (Allied Seed, L.L.C.) on the 6th of January 2009, reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.) variety 'Bamse' selected in Sweden (Andersson, Bengt) on the 15th of December 1998. In the research the local hemp variety 'Pūriņi' was evaluated, it has been cultivated for more than 200 years in the Valmiera county, Rūjiņa rural district, on the farm "Pikšāres".

Description of the meteorological conditions. To evaluate the conditions of dampness of the area, it is recommended in agrometeorology to use the hydrothermal coefficient by Selaninov (1928). As confirmed by (Čirkovs 1978; Meshcherskaya, Blazhevich 1997; Ozolinčius, Stakėnas, 2001) as it shows in a

defined period (for example the vegetation period) the amount of precipitation and the relationship to evaporation. The hydrothermal coefficient (HTK) was calculated using the following formula

$$\text{HTK} = \frac{\sum N}{\sum t_{>10}} \cdot 10, \quad (1)$$

where $\sum N$ – amount of precipitation in the given period, mm

$\sum t_{>10}$ – the total temperature over 10°C in the same period.

Analysis of the hydrothermal coefficient data

– HTK from 1.0 to 2.0 – moisture sufficient

– HTK > 2.0 – excessive moisture

– HTK < 1.00 – not enough moisture

– HTK from 1.0 to 0.7 – dry

– HTK from 0.7 to 0.4 – very dry.

Calculating the HTK in Vilani county for the sown hemp and reed canary grass; on average, in the vegetation period, it was from 1.0 to 2.0 (Table 1). That means that the necessary amount of moisture for the energy plant cultivation during the period 2008 – 2010 was secured. Insufficient moisture was noted in the period 2008 – 2010 for the month of April, which presented good conditions for sowing, but could promote non – uniform germination. Excessively damp were June (2009), July (2009, 2010) and August (2008). The increased moisture did not influence the growth of reed canary grass negatively, as it is characteristic for herbaceous plants to absorb a lot of moisture. The optimal moisture requirement was observed in June (2008) July (2008) and September (2009, 2010), which is likely to have helped the growth of hemp and for the seeds to ripen.

Observations, calculations and analyses carried out. From each fertilizer variable three repeat samples, were taken from an area of reed canary grass (16 m²) and hemp biomass (20 m²); which were weighed ± 0.01 kg. The samples were used to determine the amount of dry matter. The harvested dry matter was established, by drying the samples in a temperature of 105°C until a constant mass remained (ISO 6496). The results were then calculated for a hectare (t ha⁻¹).

The analysis carried out for the surface hemp biomass samples, which are divided in two parts. In the research the hemp samples used were without leaves (i.e flowerheads) and roots (the plant is about 8 – 10 cm above the top soil) or the actual hemp length. For reed canary grass the whole of the plant has been used for analysis, (starting from 5-8 cm above the top soil) the samples being ground for chemical analysis.

The shive content (%) was established for the average hemp sample for each repeat occasion, which was divided in two parts, and dried to a moisture

content of 8-10%. After that from each sample were weighed on scales 100g of stalks (± 0.001 g), and ground with JIM – 3 and then by sucking, shaking, separating the fibre strings from the phloem, separating the shive. As necessary the grinding was repeated until the shive amount in the phloem did not exceed 10%, the shive residue was removed by hand (on a table covered with a dark paper). The pure phloem was weighed (± 0.001 g). The phloem and shive content worked out by the following formula (Freimanis, Holms, Jurševskis u.c., 1980)

$$C = 100 \cdot \frac{S}{L}, \quad (2)$$

where C – phloem fibre content, %;

S – stalk mass, g;

L – phloem mass, g.

$$K = 100 - C, \quad (3)$$

where K – shive content, %;

C – phloem fibre content, %.

The phloem fibre and shive content were worked out by taking the arithmetic average from the three repeat samples.

The chemical analysis of the plant sample was undertaken in various laboratories (Agronomic analysis scientific laboratory of Latvian University of Agriculture, Chemical laboratory of Rezekne Higher Education Institution, Waste product and fuel investigation laboratory “Virsmā”, Klaipeda University laboratory (Klaipēdas universitātes oro iš laivu tyrimu laboratorija)) using the established standard methods of the Latvian Republic:

- lignin content established by the TAPPI T222om-88 standard (Clason method);
- moisture content – Wa (LVS CEN/TS 14774-2) ;
- ash content for dry matter – A – (ISO 1171 – 81);
- thermal capacity greater than V = const established from dried samples at 105°C – QA. Thermal capacity less than V = const –
- Qz (LVS CEN/TS 14918) with a calorimeter IKA C 5003;
- ash melting conditions in an oxidising atmosphere – Dt, St, Ht, Ft , (ISO 540);
- for Arsenic (As) Cadmium (Cd) Lead (Pb) Calcium (Ca) Potassium (K) Sodium (Na) Silicon (Si) the elemental concentration in the samples was established with an inductive plasma optical emission spectrometer Perkin

Elmese Optima 2100 DV (X – ray fluorescence method, atomabsorbtion spectroscopy (ISO 11466));

- Carbon (C) content, mass % (ISO 625, ISO 333);
- Sulphur (S) amount (ISO 334).

Data mathematical analysis. The results were statistically processed using descriptive and variable statistics, dispersion analysis, correlation analysis with Microsoft Excel for windows 2000 and the SPSS programme packet (Arhipova, Baliņa 2006) from the programmes mentioned have been produces the graphic figures and tables.

RESULTS

PRODUCTIVITY AND ITS DETERMINING FACTORS

For the extraction of hard biofuel two potentially different energy plants were chosen – sown hemp and reed canary grass, which are suited to the agroclimatic conditions of Latvia. Evaluating the results, it must be taken into account, that the hemp variety ‘Bialobrzeskie’ was grown for the extraction of fibre, the local hemp variety ‘Pūriņi’ was more used for seed extraction, reed canary grass variety ‘Bamse’ was grown for bioenergy purposes, and the variety ‘Marathon’ for cattle field.

In the trial years there were variable agrometeorological conditions, which influenced the sown hemp and reed canary grass productivity. For the hemp stalks the average dry matter yield for ‘Pūriņi’ was greatest in 2009 – 9.53 t ha⁻¹, but the lowest in 2008 – 7.03 t ha⁻¹, on the other hand for the variety ‘Bialobrzeskie’ the average largest yield was in 2010 – 14.29 t ha⁻¹ but the lowest in 2009 – 13.63 t ha⁻¹ (Fig 1).

For the reed canary grass variety ‘Marathon’ which was sown in 2008 on the 12th of August for the first year the annual productivity yield was on average 4.71 t ha⁻¹, which was by 3% greater than the spring yield and 2.14 times smaller than the autumn yield for the second year. For the variety ‘Marathon’ which was sown in 2009 on the 29th of April – 2.18 t ha⁻¹, which was 13% greater than the spring yield and 4.01 times smaller than the autumn yield for the second year, for the variety ‘Bamse’ which was sown in 2009 on the 29th of April – 2.62 t ha⁻¹ which was by 17% greater than the spring yield and 4.02 times smaller than the autumn yield (Table 2).

The increase in the norm for nitrogen fertilizer application for hemp and reed canary grass insured the yield increase (Fig. 2, Fig. 3).

The increase in nitrogen fertilizer norms for the variety ‘Pūriņi’ from N₀ to N₆₀ ensured the dry matter yield increase by 2.70 t ha⁻¹ or 36%, but from N₆₀ to

$N_{100} - 1.83 \text{ t ha}^{-1}$ or 19% in 2008. In the first hemp trial year the increase in nitrogen norms influenced positively the dry matter yields.

The nitrogen fertilizer norm increase in 2009 for the variety 'Pūriņi' from N_0 to N_{60} ensured that the dry matter yield increased by 2.90 t ha^{-1} or 30%, but from N_{60} to $N_{100} - 2.10 \text{ t ha}^{-1}$ or 18%. Accordingly for the variety 'Bioložbrzeskie' increases in the norm for nitrogen fertilizer from N_0 to N_{60} gave an increased yield by 1.50 t ha^{-1} or 11%, but from N_{60} to $N_{100} - 2.30 \text{ t ha}^{-1}$ or 15%. The increase in nitrogen fertilizer norms influenced differently the hemp varieties 'Pūriņi' and 'Bioložbrzeskie'. More responsive was 'Pūriņi', which can be possibly explained with differences in hemp evolution.

The increase in nitrogen fertilizer norms in 2010 for the variety 'Pūriņi' from N_0 to N_{60} , ensured an increase in the yield for dry matter by 1.21 t ha^{-1} or 16% but from N_{60} to $N_{100} - 1.36 \text{ t ha}^{-1}$ or 15%. For the variety 'Bioložbrzeskie' the nitrogen fertilizer norm increase from N_0 to N_{60} gave a yield increase from 2.02 t ha^{-1} or 14%, but from N_{60} to $N_{100} - 2.39 \text{ t ha}^{-1}$ or 14%. In this trial year for the varieties 'Pūriņi' and 'Bioložbrzeskie' the nitrogen fertilizer norms influenced the increased yield alike.

Evaluating the nitrogen fertilizer norms for the reed canary grass in 2010, the 6th October yield, it was noted that the variety 'Bamse' was more productive, because $N_0 - \text{'Bamse'} - 9.80 \text{ t ha}^{-1}$, $N_{30} - \text{'Bamse'} - 10.25 \text{ t ha}^{-1}$, $N_{60} - \text{'Marathon'} - 10.77 \text{ t ha}^{-1}$, $N_{90} - \text{'Bamse'} - 11.79 \text{ t ha}^{-1}$ (Table 2). Correspondingly calculating the average dry matter yield for the three harvests for each nitrogen fertilizer norm, it can be concluded, that the sowing time is decisive as the variety 'Marathon' was the most productive (sown 12.08.08) $- 6.01 - 6.60 \text{ t ha}^{-1}$ ($N_0 - N_{90}$) but less productive $- \text{'Marathon'}$ (sown in 29.04.09) $- 4.01 \text{ t ha}^{-1} - 4.37 \text{ t ha}^{-1}$ ($N_0 - N_{90}$) (Fig. 3).

The determining factor proportions for harvest development are of essential importance and have been analysed for each variety, using two factor dispersion analyses. The nitrogen fertilizer factor was fundamental for all varieties. The greatest influence of nitrogen fertilizer was noted for sown hemp, which is possible, due to the rapid biomass development until the flowering stage for hemp (Table 3).

To evaluate the factor influence on the varieties a three factor dispersion analysis was carried out for the sown hemp over two of the trial years (2009 – 2010) a for the reed canary grass varieties which were sown in the spring of 2009 (Table 4).

Clarifying the time period for nitrogen fertilizer norms for the hemp varieties, the factor proportion influence was observed to be caused by large data variability by the chosen variety ($\eta = 66.09\%$) and the nitrogen fertilizer norm ($\eta = 23.01\%$); as well as, but fundamentally, the trial year ($\eta = 1.1\%$). For

the sown hemp the choice of the variety and nitrogen fertilizer norms determine the size of the yield.

To evaluate other reasons for the harvest yield increase or decrease; the chemical content, the energy parameters, the morphologic parameters for the yield – length of correlation connections.

In the research for hemp dry matter harvested, a fundamental correlation was observed between the yield and silicon (Si) content ($n = 15$, $r = 0.53$, $P < 0.05$).

In the research for hemp dry matter an average close positive correlation was observed with the carbon content ($n = 15$, $r = 0.47$, $P < 0.05$) and plant length ($n = 15$, $r = 0.71$, $P < 0.05$), but for the shive yield -an average close positive correlation with the plant length ($n = 15$, $r = 0.64$, $P < 0.05$). For the hemp varieties ‘Pūriņi’ and ‘Biolobrateskie’ it was observed, that there exists a fundamental connection between the dry matter and the shive yield and length: the longer the hemp, the greater the yield.

The research on the reed canary grass yield showed a fundamental close negative correlation with the ash melting temperature; an average close positive correlation with carbon, calcium, potassium and sodium in the biomass dry matter, the highest calorific yield; an average close negative correlation with ash, sulphur, arsenic, cadmium and lead content in the dry matter.

The obtained correlative connections for the reed canary grass biomass show that the greater the harvested yield, the greater the calorific yield and lower the ash melting temperature. A positive correlation for reed canary grass dry matter with calcium, potassium, sodium content could also explain a negative correlation between the dry matter and the ash melting temperature.

QUALITY PARAMETER CHARACTERISTICS

Carbon content. Carbon is the most important element, which shapes living organisms and is the main burning element. Carbon in fuel is the main burning element, with a high combustion heat and it forms the main part of the burning mass (Белосельский, Соляков, 1980; Cars, 2008). In the research the obtained results show, that the carbon content for hemp varies not only within the structure of the variety, but also within the stem sections. The carbon content in the local hemp variety ‘Pūriņi’ was $37.01\% \pm 0.37\%$ in the stems and $38.35\% \pm 0.36\%$ in the shives, for the variety ‘Biolobrateskie’ it was $38.13\% \pm 0.18\%$ for the stems and for the shives $37.09\% \pm 0.78\%$. ‘Pūriņi’ (2008 – 2010) had larger carbon content in the shives compared to the stems. The variety ‘Biolobrateskie’ had 6% less carbon in 2010 compared to 2009 in the shives. Evaluating the nitrogen fertilizer norm increase on the carbon content for the

sown hemp, it can be seen, that for the variety 'Pūriņi' it was greater in the shives compared to the stem, but for the variety 'Bioložreskie' it was the opposite, higher for the stems compared to the shives. Nitrogen fertilizer influenced positively the carbon content, but was not fundamental as a factor.

The carbon content in the reed canary grass dry matter was observed to be on average $38.3\% \pm 0.5\%$. The carbon content was influenced by the harvesting time and the plant age; for the first year the autumn harvest had carbon content in the dry matter within the range $35.0 - 40.4\%$, but for the second year – $36.6 - 41.8\%$. The largest carbon content was noted for the variety 'Marathon' (sown in 29.04.09). The carbon yield for one hectare was within the range $1.09 - 3.89 \text{ t ha}^{-1}$. It was dependent on the variety, plant age and nitrogen fertilizer norms.

Sulphur content. Sulphur is an undesirable and harmful part of fuel (Cars 2008). The sulphur content for the local hemp 'Pūriņi' for the stems technical length was $0.15\% \pm 0.006\%$, but in the shives-part of the stem structure – $0.13\% \pm 0.007\%$. A greater sulphur content was observed in 2010, but a lesser in 2008. Sulphur content for the variety 'Bioložreskie' was $0.14\% \pm 0.003\%$ in the stem, but – $0.17\% \pm 0.005\%$ in the shive. A greater sulphur content was observed in 2010, but a lesser in 2009. For the variety 'Purini' the sulphur content in the shive was 0.02% smaller than in the stems; for the variety 'Bioložreskie' – smaller by 0.03% in the stems compared to the shives.

Sulphur content for the reed canary grass variety 'Marathon' (sown in 12.08.08) was $0.16\% \pm 0.007\%$ for 'Marathon' (sown in 29.04.09) – $0.15\% \pm 0.007\%$, for 'Bamse' – $0.17\% \pm 0.007\%$. The greatest sulphur content was observed in the yield of dry matter for 12 October 2009, but the least for the 7th of April 2010.

The wood pulp standard for granules EN14961 shows that the maximum sulphur content is up to 0.1% (Alakangas, 2010). For this research the average sulphur content for the sown hemp and reed canary grass was up to 0.20%, which is above the standard requirement. The nearest to the standard EN14961 requirement for sulphur content was observed in 2008 for the hemp variety 'Pūriņi' – 0.09 – 0.13% and for the reed canary grass variety 'Marathon' in the second trial year for the autumn harvest dry matter 0.12 – 0.13% without the nitrogen fertilizer.

Hydrogen content. Hydrogenic content in the reed canary grass dry matter was on average $6.26\% \pm 0.06\%$ (Fig 4). During the research a ratio was observed H:C 1:6. Hydrogen content is an important indicator, as it is one of the criteria, which determines the burning qualities of fuel. The hydrogen content influences the nitrogen fertilizer norm ($P < 0.001$) and inter connection between the harvesting time and nitrogen fertilizer norm ($P < 0.05$).

Ash content. The ash content in the local hemp variety ‘Pūriņi’ was 1.63 – 6.11% (average $2.99 \pm 0.27\%$) in the stems and in the shives 1.02 – 6.61% (average $3.48 \pm 0.31\%$), but for the variety ‘Bioložbrzeskie’ in the stems-within a range 2.07 – 4.36% (average 3.06 ± 0.19) and for the shives 1.60 – 2.70% (average 2.16 ± 0.08) (Fig 5). The ash content can fundamentally change per trial year.

For the reed canary grass varieties (sown in 12.10.2009) the ash content was 15.4% – 19.0%, which is similar to the research in China (Xiong, Zhang, Zhang et al., 2008) but for the ‘Marathon’ (sown in 12.08.08) on average 11.9% (Table 5). Therefore the first year autumn harvest does not recommend itself for use as a biofuel. For the year 2010 spring harvest the reed canary grass ash content reduced on average to 2.3 – 7.1%, but the harvest for 6 October 2010 for reed canary grass ash content was in the range 3.56 – 6.65%. The ash content for the spring harvest was lower than for the autumn harvest.

In Austria and Germany a standard has been introduced for granule production-DIN plus which indicates, that the ash content should not exceed 0.5% (Tardenaka, Spince, 2006). The European Community standard CEN/TC335 has recommended ash content 0.7 – 1.5% (Garcia – Maraver, Popov, Zamorano, 2011).

The ash content for hemp is very variable and on average it is greater than the level recommended for fuel 1.5% (standard DIN) (Schön, Hartmann, Reisinger et al., 2010). In the wood pulp granule standard EN14961, a maximum allowable level for ash content has been stated at 1.5% or 3% dependent on the granule type (Alakangas, 2010).

Ash melting temperature. For hard fuels, the ash melting temperature is recommended to be higher than 1000°C, so that it can be used in automated furnaces.

The deformation temperature (Dt) for the hemp variety ‘Pūriņi’ for the stems was 1117°C in 2008, for the shives – 937°C. In 2009 for ‘Pūriņi’ stems – 867°C, for the shives – 813°C; for the variety ‘Bioložbrzeskie’ stems – 863°C, for the shives – 770°C. In 2010 for ‘Pūriņi’ stems it was – 1150°C, and for the shives – 1113°C; for ‘Bioložbrzeskie’ stems –1450°C and shives –1450°C.

For the local hemp variety ‘Pūriņi’ the ash melting temperature was higher in 2010, but lower in 2009. For the variety ‘Bioložbrzeskie’ the ash melting temperature varies with the trial year. For ‘Bioložbrzeskie’ in 2009 the harvested dry matter was in the Dt range 710 – 890°C (sublimation) as in 2009 there was a precipitation deficit, but the temperature was consistent with the long-term average indicators. In this research it was noted, that in 2009 there was a larger amount of alkali metals and calcium in the hemp compared to 2010.

Comparing the reed canary grass spring and autumn first year harvests, it can be seen, that the ash melting temperature is higher for the spring.

Deformation temperature (min – average – max) for the 12th of October harvested dry matter was in the range 1200°C – 1267°C – 1350°C, the start of ash melting (St) 1380°C – 1393°C – 1400°C, and the ash flowing temperature (Ft) 1450°C – 1470°C – 1480°C.

Deformation temperature (min – average – max) for the 7th of April 2010 harvested dry matter was in the range 1300°C – 1370°C – 1400°C, St – 1400°C – 1428°C – 1450°C, Ft – 1500°C – 1500°C – 1500°C. For the spring harvested dry matter the ash melting temperature reached 1500°C, which is the maximum temperature, which was recorded by the laboratory. Also other research indicates the reed canary grass should be harvested in the spring for the extraction of hard fuel, as the ash melting temperature are higher (Adamovics, Platace, 2012; Jansone, Rancane, Berzins et al., 2012). On the other hand the 6th of October 2010 harvested dry matter Dt (min – average – max) was in the range 990°C – 1037°C – 1060°C, St – 1030°C – 1070°C – 1090°C, Ft – 1160°C – 1240°C – 1300°C.

The ash melting temperature (St, Ht, Ft) for the sown hemp is higher than for the reed canary grass.

The highest calorific yield. The highest burning heat is defined when 1 kg of fuel is completely burnt and the water vapour, which are the smoke gases and for which the distributed heat from the fuel is partially used, is completely condensed and the condensate cooled to 0°C, by that means not losing the vaporized heat (Cars, 2008).

The highest calorific yield for the local hemp ‘Pūriņi’ stems is 18.68 ± 0.02 MJ kg⁻¹ and for the shives – 18.61 ± 0.02 MJ kg⁻¹, for the variety ‘Bioložreskie’ for stems-on average 18.68 ± 0.10 MJ kg⁻¹ and shives – 18.16 ± 0.07 MJ kg⁻¹.

For the hemp stems and shives the highest calorific yield from one hectare is possible, if the nitrogen fertilizer norm is increased (Fig 6). Even though the highest calorific yield for both hemp varieties is similar (Fig. 10) the productivity is different (Fig. 1, Fig. 2), therefore the calorific yield from one hectare is fundamentally different.

The highest calorific yield for the reed canary grass variety ‘Marathon’ (sown 12.008.08) was 17.52 ± 0.06 MJ kg⁻¹, and for ‘Marathon’ (sown 29.04.09) – 17.47 ± 0.07 MJ kg⁻¹, and ‘Bamse’ – 17.81 ± 0.09 MJ kg⁻¹. It was observed in the research that increasing the nitrogen fertilizer norm, the highest calorific yield decreases (Fig. 12). However calculating the highest calorific yield for one hectare, it can be seen, that increasing the nitrogen fertilizer norm, the highest calorific yield also increases (Table 6)

Comparing the average nitrogen fertilizer norms N₆₀ and N₉₀, then the difference is in the range of 1.3%, which is very unsubstantial. For the variety ‘Marathon’ the desirable nitrogen norm is N₆₀, because using N₉₀ the highest

calorific yield from one hectare reduces. The research for the reed canary grass harvest showed on average a close positive correlation with the highest calorific yield.

AN EVALUATION OF THE INFLUENCING FACTORS FOR THE QUALITY PARAMETERS FOR HEMP

Various factors-the harvesting time or the trial year, the stem constituent parts and the N fertilizer norm-the influencing proportion is shown in Table 7. The ash content in hemp is very dependent on the external environment factors (the agrometeorological conditions in the trial year, the nitrogen fertilizer norms). In the research were observed the stem part (F_B) influence proportional differences 'Pūriņi' – 2.6%, 'Biolobrateskie' – 36.3%, which could be explained by differences in the plant length and stem diameter.

Evaluating various factor influencing proportions on the calorific yield (Q_a), for the hemp variety 'Biolobrateskie' there appears an essential influence for the N fertilizer norm ($\eta = 23.1\%$) and the stem parts ($\eta = 33.2\%$) and interaction between the stem parts and N fertilizer norm ($\eta = 17.2\%$) (Table 7). For the local hemp variety 'Pūriņi' (Q_a) was essentially influenced by the agrometeorological conditions of the trial year (F_A), the N fertilizer norm (F_c) and the stem parts, but the greatest influence on (Q_a) was the interaction between the factors A and C ($\eta = 46.6\%$). In the research it was observed an essential ($P < 0.05$) stem part proportional influence – for 'Biolobrateskie' – 33.2% and 'Pūriņi' – 12.0%; therefore to achieve a greater calorific yield, it is important to evaluate, if it is rational to use the whole of the stem or only the shives as a fuel.

The equation $y = -112.59x + 1429$ shows the ash melting deformation temperature dependency on the chemical content. For the temperature to increase for ash melting deformation, it is necessary for a lower ash content in hemp (Fig 7).

For hemp an essential interconnection was observed between the burning elements-carbon and sulphur. If the sulphur content increases in the hemp dry matter, the carbon content decreases, which is the main burning element. That means, that if possible there needs to be less sulphur in plants, as it not only decreases the carbon content, but also promotes corrosion in the heating systems. A close essential correlation between C and As, C and Pb confirms that phytotoxic elements are incorporated in various carbon structures.

THE QUALITY PARAMETER EVALUATION FOR REED CANARY GRASS INFLUENCING FACTORS

The ash content in reed canary grass dry matter is dependent on the agrometeorological conditions in the trial year (F_A) – more than 80%, then follows the A and B interaction and the nitrogen fertilizer norm (F_B).

For reed canary grass the gross calorific yield was influenced by the agrometeorological conditions in the trial year (F_A), the nitrogen fertilizer norm (F_B), also the interaction between F_A and F_B (Table 8).

For reed canary grass differently from the sown hemp there are more essential correlations between the quality parameters (Fig 8). For the gross calorific yield there were observed negative correlation connections ($P < 0.05$) with the ash content ($r = -0.52$) with the deformation temperature (Dt) ($r = -0.60$) with the start of melting temperature (ST) ($r = -0.72$) with the formation point for softening temperature (Ht) ($r = -0.69$) and with the flowing ash temperature (Ft) ($r = -0.67$).

EVALUATION OF THE NITROGEN FERTILIZER NORMS

The ash content for the sown hemp was influenced differently by the nitrogen fertilizer norm. For the local hemp variety ‘Pūriņi’ by increasing the norm, the ash content reduced, but for the variety ‘Biolož�eskie’ – it was the opposite, by increasing the nitrogen fertilizer norm, the ash content increased (Fig 9).

The nitrogen fertilizer norm for the sown hemp variety ‘Pūriņi’ influenced less the gross calorific yield, but for the variety ‘Biolož�eskie’, using the norm N_{100} the difference noted was a partial 1 MJ kg^{-1} for the interval (Fig 10). That could be explained with the development stages of hemp, as ‘Pūriņi’ started to flower in July and ‘Biolož�eskie’ in August, and the same for the mass seed ripening stage. Hemp with the start of the flowering stage tends to become woody.

Evaluating the nitrogen fertilizer norm for the sown hemp melting temperature, it can be seen, that Ht (the point of formation of softening temperature) and Ft (flow temperature, when the liquid ash dissipates along the surface) does not influence it that is the temperatures are unchanging above 1500°C (Fig. 11). The ash melting deformation temperature lessens for the hemp shives, as also the hemp stalks, if the N fertilizer norm is increased. The highest ash melting temperature is for the hemp stems not for the shives.

By increasing the nitrogen fertilizer norm, the gross calorific yield for reed canary grass varieties decreases (Fig. 12). For the variety ‘Marathon’ the Q_a is

not influenced by the sowing time, but the Q_a difference between the varieties 'Marathon' and 'Bamse' is within the range 0.3 – 0.5 MJ kg⁻¹.

The ash melting temperature for reed canary grass in different phases is different in the range 30 – 100°C, if the nitrogen fertilizer norm is increased.

Comparing the ash melting temperature for the plants analysed in the research, it emerges that the ash melting phases St, Ht and Ft are less influenced by the N fertilizer norms, for the sown hemp compared to the reed canary grass. Nevertheless Dt for reed canary grass is higher than for the sown hemp, and it is not influenced by the N fertilizer norms.

THE CONNECTIONS BETWEEN THE CHEMICAL CONTENT AND THE ENERGY PARAMETERS

The research showed, that the highest calorific yield is negatively influenced by the phytotoxic elements As (hemp stems $r = -0.55$, $n = 15$, $P < 0.05$), As and Pb (reed canary grass $r = -0.45$; $r = -0.34$; $n = 36$; $P < 0.05$) but positively – the alkali and alkali earth elements Na and Ca (reed canary grass $r = 0.49$, $P < 0.05$, $r = 63$, $n = 36$, $P < 0.001$).

Ash content has a positive correlation with the Ca content (hemp stems, shives $r = 87$, $r = 0.83$, $n = 15$, $P < 0.001$) with Na content (hemp stems $r = 81$, $n = 15$, $P < 0.001$) with As content (hemp stems $r = 61$, $n = 15$, $P < 0.05$) with Pb content (stems $r = 0.55$, $n = 15$, $P < 0.05$) with S content (reed canary grass $r = 0.48$, $n = 36$, $P < 0.001$) a negative correlation with Na content (reed canary grass ($r = -0.65$, $n = 36$, $P < 0.001$).

For the hemp stems the ash melting deformation temperature forms a positive linear connection with Si ($r = 0.74$, $n = 15$, $P < 0.05$) but a negative one with K ($r = -0.59$, $n = 15$, $P < 0.05$) also with Na ($r = -0.63$, $n = 15$, $P < 0.05$) but St temperature forms a positive linear connection with As ($r = 0.71$, $n = 15$, $P < 0.05$)

For the hemp shives the ash melting deformation temperature forms a positive linear connection with Si ($r = 0.56$, $n = 15$, $P < 0.05$) and with S ($r = 0.61$, $n = 15$, $P < 0.05$) and a negative connection with K ($r = -0.89$, $n = 15$, $P < 0.001$) also with Na ($r = -0.61$; $n = 15$; $P < 0.05$) and As ($r = -0.69$; $n = 15$; $P < 0.05$) and Pb ($r = -0.63$; $n = 15$; $P < 0.05$) but the St forms a positive linear connection with S ($r = 0.79$; $n = 15$; $P < 0.001$).

For the reed canary grass dry matter the ash melting deformation temperature forms a negative linear connection with alkaline and alkali earth metal K, Na, Ca ($r = -0.59$, $P < 0.001$, $r = -0.42$; $P < 0.05$, $r = -0.55$, $P < 0.001$, $n = 36$) but a positive linear connection is formed with S ($r = 0.57$, $n = 36$, $P < 0.001$) with phytotoxic elements As, Cd, Pb ($r = 0.73$, $r = 0.63$, $r = 0.55$, $n = 36$,

$P < 0.001$). Similar connections have been noted for ash melting phase temperatures St (softening temperature), Ht (the point of formation of softening temperature), Ft (flow temperature, the liquid ash dissipates along the surface). The research has shown that for the ash melting temperature an essential positive correlation exists with Na and Ca, and a negative one with K.

For the sown hemp and reed canary grass a negative influence was noted for the alkaline and alkali earth elements and the phytotoxic elements positive influence on the ash melting temperature, therefore analyzing the quality parameters for the extraction of hard biofuel, it also must be evaluated, which factors influence the plant chemical content.

CONCLUSIONS

1. The analysed energy plants-the hemp varieties 'Pūriņi' and 'Bioložreskie', reed canary grass varieties 'Marathon' and 'Bamse' are suitable for hard fuel exploitation in Latvian agrometeorological conditions.
2. For the hemp varieties 'Pūriņi' and 'Bioložreskie' increasing the nitrogen fertiliser norm to 100 kg ha^{-1} , increases the dry matter harvest to 16 t ha^{-1} .
3. For the reed canary grass varieties 'Marathon' and 'Bamse' a high dry matter harvest yield – an average 9.79 t ha^{-1} is secured from the sward in the second exploitation year.
4. For the hemp dry matter harvested an average close positive correlation with the carbon content and plant length ($P < 0.05$) was observed, but for the shives harvested, an average close positive correlation with the plant length.
5. For the reed canary grass dry matter there exists an essential negative correlation with the ash melting temperature, also with ash sulphur and the phytotoxic element content in it: a positive correlation with carbon, calcium, potassium, sodium content and the highest calorific yield.
6. With a decrease in the ash content in hemp, accordingly there is an increase in the ash melting deformation temperature.
7. For sown hemp and reed canary grass increasing the nitrogen fertilizer norms, there is a decrease in the highest calorific yield and the ash melting temperature, as the N fertilizer norm amount influenced the energy plant chemical composition.
8. As the sulphur content increases in the energy plants, the carbon content decreases, which is the main burning element. For hemp an essential nitrogen fertilizer influence was not noticed for carbon and sulphur content.

9. The energy plant productivity, chemical content and highest calorific yield essentially was influenced by the agrometeorological conditions in the trial year and the nitrogen fertilizer norm.
10. For sown hemp and reed caanary grass alkaline and alkaliearth elements, a negative influence was noted and for the phytotoxic elements a positive influence was noted for the ash melting temperature, but accordingly for the highest calorific yield-positive connections with sodium and calcium and negative for arsenic and lead content.

**PUBLIKĀCIJAS UN CITAS ZINĀTNISKĀS
AKTIVITĀTES/
PUBLICATIONS AND OTHER SCIENTIFIC ACTIVITIES**

MONOGRĀFIJA/ MONOGRAPH

1. Adamovičs A., Balodis O., Bartuševics J., Gaile Z., Komlajeva Ļ., Poiša L., Slepītis J., Strikauska S., Višinskis Z. (2012) Enerģētisko augu audzēšanas un izmantošanas tehnoloģijas. *No: Atjaunojamā enerģija un tās efektīva izmantošana Latvijā*. P. Rivžas red., Jelgava: LLU. 38. – 113. lpp.

RAKSTI RECENZĒJAMOS IZDEVUMOS / REVIEWED ARTICLES

1. Poiša L., Adamovičs A., Jankauskiene Z., Gruzdeviene E. (2010) Industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) as a biomass crop. *In: Treatment And Use Of Organic Resiudes in Agriculture: Challenges and Oportunites Towards Sustainable Management. Proceedings of the 14th Ramiran International Conference, of the FAO ESCORENA Network on the Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Resiudes in Agriculture 13 – 15 September, 2010*. Lisboa, p. (on CD).
2. Poiša L., Adamovics A., Platace R. (2010) Content of Heavy Metals in the Reed Canarygrass (*Phalaris Arundinacea* L.) in the First Year of Harvest. *Scientific Journal of Riga Technical University. Environmental and climate technologies*. Vol. 5. p. 86 – 90. (datu bāze: EBSCO, CSA/ProQuest, VINITI)
3. Poiša L., Adamovics A. (2010) Hemp (*Cannabis sativa* L.) as an Environmentally Friendly Energyplant. *Scientific Journal of Riga Technical University. Environmental and climate technologies*. Vol. 5, p. 80. – 85. (Datu bāze: EBSCO, CSA/ProQuest, VINITI)
4. Poiša L., Adamovičs A., Platače R., Teirumnieka Ē. (2011) Evaluation of the factors that affect the lignin content in the reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) in Latvia. *In: Proceedings of the World Renewable Energy Congress 2011 – Sveden, Linköping 8 – 13 May 2011*, Linköping University Electronic Press, Linköpings universitet. Vol. 1, p. 224 – 231.
5. Poiša L., Adamovičs A. (2011) Evaluate of Hemp (*Cannabis Sativa* L.) Quality Parameters for Bioenergy Production. *In: Engineering for Rural Development. Proceedings of the 10th International Scientific Conference*

- May 26 – 27 May, 2011. Vol. 10, Jelgava, p. 358 – 362. (Datu bāze: Scopus, CAB Abstracts, EBSCO Academic Search Complete)
6. Čubars E., Poiša L., Adamovičs A., Noviks G. (2011) Analysis of Chemical Elements, Lignin and Ash Content in Common Reed and Reed Canarygrass Grown in Ecosystems in Lakes of Eastern Latvia for Bioenergy Production. *Journal of International Scientific Publications: Ecology&Safety*. Vol. 5, Part 1, p. 171 – 181. (on CD).
 7. Пойша Л. А., Адамович А. М., Антипова Л. К., Борисюк О. Д. (2011) Будущее - за биоэнергией. *Науково праці: науково – методичний журнал. Екологія*. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, Випуск 140, Том 150, с. 95 – 99.
 8. Poiša L., Adamovičs A., Antipova L., Šiaudinis G., Karčauskienė D., Platače R., Žukauskaitė A., Malakauskaitė S., Teirumnieka Ē. (2011) The chemical content of different energy crops. *No: Vide. Tehnoloģija. Resursi: VIII starptautiskās zinātniski praktiskās konferences materiāli 2011. gada 20. – 22. jūnijs*. I sēj. Rēzekne, 191. – 196. lpp. (Datu bāze: Scopus)
 9. Poisa L., Adamovics A. (2012) Ash melting behaviour oxidizing atmosphere in energy crop. *In: Engineering for Rural Development. Proceedings of the 11th International Scientific Conference May 24 – 25 May, 2012*. Vol. 11, Jelgava, p. 506 – 510. (Datu bāze: Scopus, EBSCO Academic Search Complete)
 10. Platace R., Poisa L., Adamovics A. (2012) Reed Canary Grass (*Phalaris Arundinacea* L.) Productivity and Quality Depending on Agro-Meteorological Conditions. *In: Engineering for Rural Development. Proceedings of the 11th International Scientific Conference May 24 – 25 May, 2012*. Vol. 11, Jelgava, p. 195 – 198. (Datu bāze: Scopus, EBSCO Academic Search Complete)
 11. Poiša L., Adamovičs A., Strikauska S. (2012) Factors affecting the carbon content in reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) used for producing burning material in Latvia. *In: Grassland - a European resource? Proceedings of the 24th General Meeting of the European Grassland Federation, Lublin, Poland, 3 – 7 June 2012*. Vol. 17, Lublin, p. 490 – 492. (Datu bāze: CAB Abstracts, CABI full text)
 12. Poiša L., Adamovičs, Platače R., Ivanova K. (2013) Assessment of Technologies for Growing Hemp in Latvia. *In: The Changing economic Landscape: Issues, implications and Policy Options. Conference proceedings of the 6th International Conference, Pula, Croatia, May 30th – June 1st, 2013*, p. 365 – 370. (Datu bāze: EBSCO Published Database, Econlit, ABI/INFORM *ProQuest)

CITI RAKSTI / OTHER ARTICLES

1. Poiša L., Adamovičs A., Stramkale V. (2009) Kaņepes (*Cannabis sativa* L.) – biomasas augš. **No:** *Ražas svētki „Vecauce – 2009”*: Latvijas Lauksaimniecības universitātei – 70. Zinātniskā semināra rakstu krājums. Jelgava: LLU, 53. – 56. lpp.
2. Пойша Л., Адамович А., Груздеvene Э., Янкаускене З. (2010) Накопление металлов в конопле (*Cannabis sativa* L.) при выращивании ее в Латвии и Литве. **В кн.:** *Наукові основи землеробства у зв'язку з потеплінням клімату: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 10 – 12 листопада 2010*, р. Миколаїв: Миколаївський державний аграрний університет, 172 – 176 с.
3. Poiša L., Adamovičs A., Stramkale V. (2010) Miežabrāļa (*Phalaris arundinacea* L.) alternatīvās izmantošanas iespējas. **No:** *Cilvēks. Vide. Tehnologijas: 14. starptautiskās studentu zinātniski praktiskās konferences rakstu krājums 2010. gada 22. aprīlis*. Rēzekne: Rēzeknes Augstskola, 266. – 273. lpp.
4. Poiša L., Adamovičs A., Platače R. (2010) Lignīna saturu ietekmējošo faktoru izvērtējums miežabrāļa (*Phalaris arundinacea* L.) pirmā izmantošanas gada ražai. **No:** *Ražas svētki „Vecauce - 2010”*: *Zināšanas – visdrošākais ieguldījums darbam un dzīvei. Zinātniskā semināra rakstu krājums*. Jelgava: LLU, 62. – 65. lpp.
5. Poiša L., Adamovičs A. (2010) Hemp (*Cannabis sativa* L.) as Friendly Energy Resource for Enviroment. **In:** *4th International Conference „Environmental Science and Education in Latvia and Europe” Conference Proceedings. From Green Projects to Green Society*. Latvia University of Agriculture, p. 46 – 47.
6. Poiša L., Adamovičs A., Platače R. (2010) Amount of Heavy Metals in the Reed Canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) in the First Year of Harvest. **In:** *4th International Conference „Environmental Science and Education in Latvia and Europe” Conference Proceedings. From Green Projects to Green Society*. Latvia University of Agriculture, p. 34 – 35.
7. Poiša L., Adamovičs A., Komlajeva L., Stramkale V. (2011) Evaluation of the Factors that Affect Oil Content in the Hemp (*Cannabis sativa* L.) and in the Linseed (*Linum usitatissimum* L.). **In:** *Human and Nature Safety. Proceedings of the 17th international scientific conference 11 – 13 May, 16 – 18 June 2011, Kaunas*. Part 2, Akademija (Kauno r.), p. 135 – 137.
8. Poiša L., Adamovičs A. (2011) Siltumspēju ietekmējošo faktoru izvērtējums sējas kaņepēm (*Cannabis sativa* L.). **No:** *Ražas svētki*

- „Vecauce - 2011”: LLU mācību un pētījumu saimniecībai Vecaucei - 90. Zinātniskā semināra rakstu krājums. Jelgava: LLU, 32. – 36. lpp.
9. Platače. R., Poiša L., Adamovičs A. (2012) Sēra un oglekļa saturu ietekmējošo faktoru izvērtējums miežabrālī (*Phalaris arundinacea* L.)” **No:** Ražas svētki „Vecauce – 2012”: Studijas – Zinātne – Prakse. Zinātniskā semināra rakstu krājums. Jelgava: LLU, 40 – 43. lpp.

KONFERENČU TĒZES/ CONFERENCE ABSTRACTS

1. Adamovičs A., Poiša L. (2011) Industriālais hemp (*Cannabis sativa* L.) as a biomass crop. **In:** *Book of Abstracts of the 24th NJF Congress – Food, Feed, Fuel and Fun – and of the 2nd Nordic Feed Science Conference.* Uppsala, Vol. 7, No 3, pp. 173.
2. Poiša L., Adamovičs A., Sausserde S. (2012) Evaluation of Hemp (*Cannabis sativa* L.) Morphological Parameters. **In:** *5th International Conference of Botanic Gardens from the Baltic Sea Region: Strategy and Research of Botanic Gardens in Conservation of Local Flora.* Jelgava – Šiauliai, p. 55.
3. Adamovičs A., Poiša L., Sausserde S. (2012) Productivity and yield quality of local hemp 'Purini'. **In:** *12th congress of the European Society for Agronomy, ESA12: abstract. Helsinki, Finland, 20 – 24 August 2012 University of Helsinki. Department of Agricultural Sciences.* Helsinki, p. 408 – 409.

POPULĀRZINĀTNISKĀS PUBLIKĀCIJAS/ POPULAR SCIENCE PUBLICATIONS

1. Gruzdevienē E. Jankauskienē Z., Poiša L. (2010) Kanapēs Latvijoje ir Lietuvoje. *Mano ūkis*, Nr. 4, p. 22, 24.
2. Platače R., Poiša L., Adamovičs A. (2014) Kaņepes - augs ar nākotni. *Saimnieks*. Nr.1 (115), 62. – 63.lpp.

ZIŅOJUMI ZINĀTNISKĀS KONFERENCĒS UN SEMINĀROS / PRESENTATIONS IN SCIENTIFIC CONFERENCES AND SEMINARS

Par darba gaitu un rezultātiem sniegti 28 ziņojumi zinātniskajās konferencēs, kongresos, simpozijā un semināros Latvijā, Lietuvā, Zviedrijā, Ukrainā, Portugālē u.c.

KONGRESI/ CONGRESSES

1. Poiša L., Adamovičs A., Platače R., Teirumnieka Ē. Evaluation of the factors that affect the lignin content in the reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) in Latvia. World Renewable Energy Congress, Linköpinga, Zviedrija, 2011. gada 8. – 13. maijs (mutiskais referāts).
2. Poiša L., Adamovičs A. Siltumspēja dažādiem enerģētiskiem augiem. Apvienotais Pasaules Latviešu zinātnieku 3. kongress un Letonikas 4. kongress, Latvija, Jelgava, 2011. gadā 24. – 27. oktobris (stenda referāts).
3. Poiša L., Adamovičs A. Kaņepju izmantošanas iespējas biokurināmā ieguvei Latvijā. Apvienotais Pasaules Latviešu zinātnieku 3. kongress un Letonikas 4. kongress, Latvija, Jelgava, 2011. gadā 24. – 27. oktobris (mutiskais referāts).
4. Adamovics A., Poiša L., Sausserde R. Productivity and Yield Quality of Local Hemp 'Purini'. 12th congress of the European Society for Agronomy, ESA12, Somija, Helsinki. 2012. gada 20. – 24. augusts (stenda referāts).

KONFERENCĒS/ CONFERENCES

1. Poiša L., Adamovičs A., Stramkale V. Miežabrāļa (*Phalaris arundinacea* L.) alternatīvās izmantošanas iespējas. Studentu zinātniski praktiskā konference „Cilvēks. Vide. Tehnoloģijas”, Latvija, Rēzekne, 2010. gada 22. aprīlis (mutiskais referāts).
2. Пойша Л., Адамович А., Страмкале В. Конопля (*Cannabis sativa* L.) как растение для биомассы. Starptautiskā zinātniskā konference „Human and Nature Safety 2010”, Lietuva, Kauņa, 2010. gada 12. – 14. maijs (stenda referāts).
3. Poiša L., Adamovičs A., Jankauskiene Z., Gruzdeviene E. Industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) as a biomass crop. 14. starptautiskā Ramiran konference „Treatment and use of Organic Residues in Agriculture: Challenges And Oportunites Towards Sustainable Management, Portugāle, Lisabona, 2010. gada 13. – 15. septembris (stenda referāts).
4. Poiša L., Adamovičs A. Hemp (*Cannabis sativa* L.) as friendly energy resource for enviroment. 4. starptautiskā konference „Environmental

- Science and Education in Latvia and Europe. From Green Projects to Green Society”, Latvija, Jelgava, 2010. gada 22. oktobris (stenda referāts).
5. Poiša L., Adamovičs A., Platače R. Amount of heavy metals in the reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) in the first year of harvest. 4. starptautiskā konference „Environmental Science and Education in Latvia and Europe. From Green Projects to Green Society”, Latvija, Jelgava, 2010. gada 22. oktobris (stenda referāts).
 6. Poiša L., Adamovičs A., Gruzdeviene E., Jankauskiene Z. Накопление металлов в конопле (*Cannabis sativa* L.) при выращивании ее в Латвии и Литве. Starptautiskā zinātniski – praktiskā konference: Наукові основи землеробства у зв'язку з потеплінням клімату, Ukraina, Nikolajeva, 2010. gada 10. – 12. novembris (mutiskais referāts).
 7. Poiša L., Adamovičs A., Komlajeva L., Stramkale V. Evaluation of the Factors that Affect Oil Content in the Hemp (*Cannabis sativa* L.) and in the Linseed (*Linum usitatissimum* L.). Starptautiskā zinātniskā konference „Human and Nature Safety 2011”, Lietuva, Kauņa, 2011. gada 11. – 13. maijs (stenda referāts).
 8. Poiša L., Adamovičs A. Evaluate of hemp (*Cannabis sativa* l.) quality parameters for bioenergy production, 10. starptautiskā zinātniskā konference „Engineering for Rural Development”, Latvija, Jelgava, 2011. gada 26. – 27. maijs (mutiskais referāts).
 9. Adamovičs A., Poiša L. Industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) as a biomass crop, 24th NJF Congress – Food, Feed, Fuel and Fun – and of the 2nd Nordic Feed Science Conference, Zviedrija, Upsala, 2011. gadā 14. – 16. jūnijs (stenda referāts).
 10. Poiša L., Adamovičs A., Antipova L., Šiaudinis G., Karčauskienė D., Platače R., Žukauskaitė A., Malakauskaitė S., Teirumnieka Ē. The chemical content of different energy crops, VIII Starptautiski zinātniski praktiskā konference „Vide. Tehnoloģijas. Resursi”, Latvija, Rēzekne, 2011. gada 20. – 22. jūnijs (mutiskais referāts).
 11. Poiša L., Adamovičs A., Antipova L., Šiaudinis G., Karčauskienė D., Platače R., Žukauskaitė A., Malakauskaitė S. Effect of nitrogen fertilization to energy crops dry matter yield and its energetic parameters. 7. starptautiskā konference “Biomass for Energy”, Ukraina, Kijevas, 2011. gada 20. – 21. septembris (mutiskais referāts).
 12. Poiša L., Čubars E., Adamovičs A., Noviks G. Оценка факторов, влияющих на энергетические параметры в двукисточнике тростниковом (*Phalaris arundinacea* L.) и в тростнике (*Phragmites Australis*) в Латвии. 7. starptautiskā konference “Biomass for Energy”, Ukraina, Kijevas, 2011. gada 20. – 21. septembris (stenda referāts).

13. Poiša L., Adamovičs A. Ash melting behaviour oxidizing atmosphere in energy crop. 11. starptautiskā zinātniskā konferencē „Engineering for Rural Development”, LLU, Latvija, Jelgava, 2012. gada 24. – 25. maijs (mutiskais referāts).
14. Poiša L., Adamovičs A., Strikauska S. Factors affecting the carbon content in reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) used for producing burning material in Latvia. Starptautiskā zinātniskā konference „Grassland Science in Europe”, Polija, Lublina, 2012. gada 28. maijs – 6. jūnijs (stenda referāts).
15. Poiša L., Adamovičs, Platače R., Ivanova K. Assessment of Technologies for Growing hemp in Latvia. Starptautiskā konference „The Changing economic Landscape: Issues, implications and Policy Options”, Horvātika, Pula, 2013. gada 30. maijs – 1. jūnijs (mutiskais referāts).

SIMPOZIJS/ THE SYMPOSIUM

1. Čubars E., Poiša L., Adamovičs A., Noviks G. Analysis of Chemical Elements, Lignin and Ash Content in Common Reed and Reed Canarygrass Grown in Ecosystems in Lakes of Eastern Latvia for Bioenergy Production, 20. starptautiskais simpozijs “Ecology&Safety”, Bulgārija, Sunny Beach Resort, 2011. gada 4. – 8. jūnijs (stenda referāts).

SEMINĀRI/ WORKSHOPS

1. Poiša L., Adamovičs A., Stramkale V. Kaņepes (*Cannabis sativa* L.) – biomasas augs. Zinātnisks seminārs „Ražas svētki „Vecauce – 2009”: Latvijas Lauksaimniecības universitātei – 70”, Latvija, Vecauce, 2009. gada 5. novembris (mutiskais referāts).
2. Poiša L., Adamovičs A. Alternatīvās enerģijas resurss - sējas kaņepes. Seminārs – lauka diena „Kukurūza biogāzei un lopbarības ražošanai”, Latvija, LLU MPS „Vecauce”, 2010. gadā 20. augusts (stenda referāts).
3. Poiša L., Adamovičs A., Platače R. Lignīna saturu ietekmējošo faktoru izvērtējums miežabrāļa (*Phalaris arundinacea* L.) pirmā izmantošanas gada ražai. Zinātniskais seminārs „Ražas svētki „Vecauce – 2010”: Zināšanas – visdrošākais ieguldījums darbam un dzīvei”, Latvija, Vecauce, 2010. gada 4. novembris (stenda referāts).
4. Poiša L., Adamovičs A. Sējas kaņepju produktivitāte un tās kvalitātes izvērtējums bioenerģijas ieguvei (2008. – 2010.). Seminārs – lauka diena „Kukurūza biogāzei un lopbarības ražošanai”, Latvija, LLU MPS „Vecauce”, 2011. gadā 17. augusts (stenda referāts).

5. Platače R., Poiša L., Adamovičs A. Sēra un oglekļa saturu ietekmējošo faktoru izvērtējums miežabrālī (*Phalaris arundinacea* L.). Zinātnisks seminārs „Ražas svētki „Vecauce – 2012””: Studijas – Zinātne – Prakse, Latvija, Vecauce, 2012. gada 1. novembris (stenda referāts).
6. Poiša L., Adamovičs A. Siltumspēja dažādiem enerģētiskiem augiem. Seminārs – lauka diena „Kukurūza biogāzei un lopbarības ražošanai”, Latvija, LLU MPS „Vecauce”, 2011. gadā 19. augusts (stenda referāts).
7. Poiša L., Adamovičs A. Siltumspēju ietekmējošo faktoru izvērtējums sējas kaņepēm (*Cannabis sativa* L.). Zinātnisks seminārs „Ražas svētki ‘Vecauce – 2011’: LLU mācību un pētījumu saimniecībai Vecaucei – 70”, Latvija, Vecauce, 2011. gada 3. novembris (stenda referāts).
8. Poiša L., Adamovičs A. Sējas kaņepju un miežabrāļa produktivitātes un kvalitātes rādītāju izvērtējums cietā biokurināmā ieguvei. ESF projekta „Cilvēkresursu piesaiste atjaunojamo enerģijas avotu pētījumiem” noslēguma seminārs, Latvija, Jelgava, 2012. gada 30. novembris (mutiskais referāts).

Pētījums veikts projekta „Cilvēkresursu piesaiste atjaunojamo enerģijas avotu pētījumiem”, Vienošanās Nr. 2009/0225/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/129 ietvaros.



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

