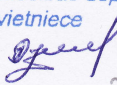


**Zemkopības Ministrija
APP Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūts**

LR Zemkopības ministrijas
Lauksaimniecības departamenta
direktora vietniece

 **I. OZOLIŅA**
30 -11- 2007

**Lauksaimniecībā izmantojamais zinātnes
ideju projekts**

**DAŽĀDU GRAUDAUGU SUGU PIEMĒROTĪBA SILTUMENERĢIJAS
RAŽOŠANAI UN RADUŠOS ATKRITUMU PRODUKTU - PELNU
AGRONOMISKĀS VĒRTĪBAS NOTEIKŠANA**

ATSKAITE

Projekta vadītāja:

Dr. biol. I. BELICKA – Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūts

Dižstende, 2007

Izpildītāju saraksts

Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūtā:

Dr. biol., vadošā pētniece I. Belicka
Msc. ing., pētniece V. Miglāne
Inženieris J. Mucenieks
Asistente Z. Jansone
Tehniķe M. Grīnberga

LLU Mehānikas institūtā:

Dr. ing., asoc. prof. A. Kaķītis
Msc. ing. M. Šmits

Saturs

Ievads	4
1. Literatūras apskats.....	4
1.1. Biomasa.....	4
1.2. Augi – enerģijai.....	4
1.3. Graudaugi kā kurināmais	6
1.4. Pelnu daudzums un to kušanas temperatūra	8
2. Materiāli un metodes	1
2.1. Lauku izmēģinājumu iekārtošanas metodika	1
2.2. Ķīmisko analīžu metodes	1
3. Rezultāti	1
3.1. Graudaugu ražas	1
3.2. Graudu un salmu kvalitatīvās īpašības	1
3.3. Graudu un salmu oglekļa un ūdeņraža saturs un siltumspējas	1
3.4. Pelnu saturs un sastāvs	1
3.5. Korelācijas	2
3.6. Pelnu kušanas temperatūra	2
Secinājumi	2
Izmantotā literatūra	3
Pielikumi	3

Ievads

Līdz ar ES valstu pievienošanos Kioto protokolam, kuras mērķis ir ierobežot vai pat pilnīgi atteikties no fosilā kurināmā, ir saprātīgi jāizmanto neatjaunojamie enerģijas resursi, jāsamazina siltumnīcas efektu izraisošo izplūdes gāzu daudzums un vienlaicīgi jāpaplašina videi draudzīgās enerģijas ieguve no atjaunojamiem energoresursiem (vējš, ūdens, biomasas).

Latvijā šobrīd koksnes produkti: malka, šķelda, granulas ir populārākais atjaunojamais kurināmais Latvijā. Tomēr arī koksnes resursu atjaunošanās spējas ir ierobežotas laikā un telpā. Daudzās valstīs kā alternatīva siltumenerģijas ražošanai tiek izmantoti arī citi lauksaimnieciskās ražošanas blakus produkti, piemēram, salmi, zāle, augu atliekas un arī graudi. Graudu audzētājiem jau šobrīd ir zināms, ka sliktos laika apstākļos, kad ražas kvalitāte neatbilst ne pārtikas, ne lopbarības kvalitātes prasībām, ir lielas problēmas atrast racionālu pielietojumu izaudzētajai produkcijai. Šādu graudu izmantošana siltumenerģijas ieguvei būtu labs risinājums.

Pētījumos kā prioritāte tiek uzsvērta graudaugu sugu un šķirņu identifikācija, kas raksturotos ar augstu biomasas ražu un labu degtspēju, zemu pelnu saturu un neizsautu boileru koroziju. Labību audzēšanas tehnoloģija būtu jāpiemēro tāda, kas nodrošinātu optimālu to lietošanu siltuma ieguvei.

Projekta mērķis:

Atrast siltumenerģijas ražošanai Latvijas apstākļiem piemērotākās graudaugu sugas un sugas robežās šķirnes un novērtēt radušos pelnu agronomisko vērtību.

Projekta uzdevumi:

- Novērtēt graudaugu dažādu sugu (tritikāle, rudzi, ziemas un vasaras kvieši, mieži – plēkšņainie un kailie, auzas – no katras sugas pa 5 šķirnēm) un šķirņu graudu un salmu ķīmisko sastāvu, audzējot optimālos apstākļos, noteikt to siltumspējas un pelnainību (2007. g. pavasarī iekārtot lauku izmēģinājumus ar vasarāju kultūrām, 2007. g. rudenī - ziemāju kultūrām).
- Izstrādāt vērtēšanas kritērijus, piemērojamus graudaugu šķirņu atlasei, izmantošanai apkurei, izmantojot datus par graudaugu ķīmisko sastāvu un siltumspēju.
- Pārbaudīt un novērtēt dažādu graudaugu graudu un salmu pelnainību, siltumspēju un pelnu kušanas temperatūru.
- Izstrādāt ieteikumus graudu, salmu un to maisījumu izmantošanai siltumenerģijas ieguvei.

1. Literatūras apskats

1.1. Biomasa

Biomasa ir atjaunojamā enerģija, kas nāk no saules. Fotosintēzes procesā hlorofils augos saista saules enerģiju, un no gaisa CO₂ un ūdens no augsnes veido ogļhidrātus, kuru sastāvā ietilpst ogleklis, ūdeņradis un skābeklis.

Fotosintēze ir gaismas enerģijas transformācija ogļhidrātu molekulu ķīmisko saišu enerģijā. Tikai 42% saules starojuma izklūst cauri zemes atmosfērai un sasniedz Zemes virsmu. Augu šūnās esošie pigmenti fotosintēzē izmanto mazāk nekā 2% saules enerģijas, kas sasniedz Zemi, bet atlikusī enerģija uzkrājas siltuma veidā.

Augu biomasas veidošanai tiek izmantoti tikai 0.1-0.6% no šīs enerģijas, bet atlikusī enerģija uzkrājas siltuma veidā. Tikai 20% no šīs enerģijas kā barību izmanto zālēdāji, bet atlikusī enerģija kļūst par siltumu [1].

Ogļhidrātus sadedzinot, tie rada oglekļa dioksīdu un ūdeni un atbrīvo saules enerģiju, ko tie satur. Šādā veidā biomasa funkcija ir kalpot kā dabiskai baterijai saules enerģijas uzkrāšanai ilgspējīgi un bezgalīgi. Sasniegumi pēdējos gados liecina, ka biomasu var izmantot daudz efektīvāk un tīrāk. Lauku iedzīvotāji nākotnē varētu pilnīgi nodrošināt sevi ar nepieciešamo enerģiju, audzējot augus, no tiem ražot degvielu mašīnām un traktoriem, radīt siltumu un elektrību pašu mājām.

ES kļūst arvien atkarīgāka no importa, jo tā vairāk nekā pusi enerģijas importē no trešajām pasaules valstīm. Arī naftas, elektrības un gāzes cenas turpina paaugstināties, tādēļ nepieciešams domāt par alternatīviem enerģijas avotiem. Tā varētu būt biomasas ražošana (3 kg augu sausas pēc siltumspējas atbilst aptuveni 1 kg naftas degvielas).

1.2. Augi – enerģijai

Pasaulē ir daudz augu un veidu kā tos varētu izmantot enerģijas ražošanai. Ir divas galvenās pieejas: audzēt augus speciāli enerģijas ražošanai vai arī lietot augu atliekas, kuri tika izmantoti citiem mērķiem. Labākie pielietojamie varianti var mainīties atkarībā no ģeogrāfiskā reģiona, klimata, augsnes, iedzīvotājiem u.c. faktoriem. Katrā no ES valstīm ir atšķirības augu izvēlei siltuma ražošanai. Plašu ieskatu par atjaunojamiem resursiem ES valstīs dod speciāli šai tēmai izveidotā mājas lapa [7].

Itālija raksturojas ar 80% enerģijas importu, vienu no lielākajām starp industriālajām valstīm. ES mērķis veidot 12% atjaunojamās enerģijas 2010.g. arī Itālijā radījis jaunu pieeju jauniem likumiem un projektiem, kuri sekmē atjaunojamo resursu attīstību. Ir izstrādāta Nacionālā biomasas programma. Kā svarīgākās enerģijas kultūras ir saulpuķes un rapsis biodīzeļa ražošanai. Ap 9000 ha tiek kultivētas komerciāliem mērķiem. *Robinia*, papeles un eikalipti – koksnes biomasas ražošanai. Itālijā enerģētiskās kultūras tiek dalītas 2 grupās: 1.- eļļas un cukuru saturošās kultūras (rapsis un saulpuķes) šķidrās degvielas ražošanai un 2. - lignīna un celulozes saturošās kultūras cietā kurināmā ražošanai (koksnes biomasa, viengadīgie augi – sorgo, kaņepes; daudzgadīgie augi – *Miscanthus* un *Giant Reed*). Problēma – augstas stādīšanas izmaksas [7].

Austrijā kā enerģētiskos augus iesaka izmantot tritikāli (salmi + graudi), kurus novācot varētu sapsēt ķīpās kā salmus. Tas samazinātu sadedzināšanas izdevumus. Graudu sadegšanai vajag ilgāku laiku nekā salmiem un pie tam N, Cl, K saturs tajos ir atšķirīgs. Augsts N saturs veicina augstāku NO emisiju. Hlora saturs veicina boileru koroziju, kas norāda uz nepieciešamību piesardzības pasākumiem, jo akumulējas KCl. Samazinātam pelnu, hlora, kālija un slāpekļa saturam būtu būtiska nozīme graudaugu sugu un šķirņu izvēlē siltumu ražošanai un tas jāizvirza kā mērķis lauksaimnieciskajos pētījumos. Salmu un graudu

pelni var būt kā sekundārs izejmateriāls. Smago metālu koncentrācija ziemas kviešos un tritikālē bija ievērojami zemāki nekā koka mizās un koka čipsos [7].

Dānijā - ir izstrādāta ļoti detalizēta un ilgtermiņa enerģētikas politika- Enerģija 21, kurā biomasa ir kā galvenā sastāvdaļa (35%) no atjaunojamās enerģijas. Valdība ir apņēmies veikt enerģētisko kultūru demonstrējuma un attīstības projektus, lai analizētu ekonomiskos, enerģētiskos, vides, dabas saglabāšanas un komerciālos aspektus. Ir paredzēts utilizēt biomasas pārpalikumus, galvenokārt salmus un koku čipsus. Jau no 2005.g. pilnīgi izmanto salmus. Salmi dedzināšanai ir ar zemu kvalitāti, jo ir augsts minerālvielu Na, K un Cl saturs. Pēta faktoros, kas ietekmē šo vielu saturu. Mēslojums bez Cl samazina tā saturu ražā. Rapsis kā enerģijas kultūra tiek audzēta 40-50000 ha 1994-95.g. Izmanto kūtsmēslus tā audzēšanai, līdz ar to palīdzot fermeriem ievērot stingrās kūtsmēslu lietošanas regulas. Saskaņā ar valsts programmu, demonstrējumu izmēģinājumi ir iekārtoti fermās - ap 50 ha tritikāle, lai pētītu dažādas novākšanas tehnoloģijas; iekārtoti kārklu 15 dažādu klonu pārbaude 23 ha platībā, kā arī iekārtoti demonstrējumu stādījumi 1600 ha platībā Alborgas tuvumā, kur ir plānots celt jaunu ar biomasu kurināmo bloku. Citā projektā paredzēts demonstrēt *Miscanthus* audzēšanu un novākt to ziemas periodā un pēc tam taisni piegādāt kurināšanai [7].

Nīderlande. 2020.g. jābūt 10% atjaunojamiem enerģijas resursiem, veidojot tos galvenokārt no biomasas un atkritumiem. Vītoli, papeles, miskantus un kaņepes galvenās enerģētiskās kultūras. Paredzēts ierīkot vītolu un papeļu plantāciju 200 ha platībā, 1999.g. iestādīja pirmos 12.5 ha. Miskantus kultivē 20 ha platībā valsts ziemeļu daļā [7].

Lielbritānijā pieaug komerciāla interese par enerģētiskām kultūrām, tiek veikti valdības atbalstīti intensīvi pētniecības darbi. Patreizējie projekti vairāk veltīti kārklu un papeļu izpētei [7].

Vācijā biomasas izmantošana enerģijas ieguvei ir tikai ap 2%, perspektīvā tā varētu būt ap 12%. Nav līdz šim izmantota zemes tieši enerģētisko kultūru audzēšanai, kurus lietotu dedzināšanai. Notiek izpēte.

1.3. Graudaugi kā kurināmais

Fosilie enerģijas resursi samazinās un nākotnē nepieciešama pāreja uz atjaunojamiem enerģijas avotiem. Eiropas Kopienas Baltajā Grāmatā - "Enerģija nākotnei: Atjaunojamie enerģijas avoti" (1997) izvirzīts mērķis dubultot (no 6% uz 12%) atjaunojamās enerģijas izmantošanu uz 2010 gadu [6]. Biomasu enerģija tiek plānota kā galvenais (74%) atjaunojamās enerģijas avots. Lauku vidē biomasu izmantošanas prioritātei ir virkne priekšnosacījumu:

- ✓ Pieaugošā ražība augkopībā ļauj daļu aramzemes izmantot biomasu audzēšanai enerģijas ieguvei.
- ✓ Lauku sabiedrībai ir labāka izpratne par dabas aizsardzības problēmām un nepieciešamību novērst globālās klimata izmaiņas.
- ✓ Biomasu izmantošanas tehnoloģijas ļauj izveidot jaunas darba vietas laukos, tāpēc tās ir nozīmīgas ilgspējīgas lauku ekonomikas attīstībai.

Viens no biomasu veidiem ir arī graudi. Vērtējot graudus kā kurināmo, jāatzīmē to ļoti laba piemērotība izmantošanai automātiskās darbības katlos. Graudi pēc savām fizikāli mehāniskajām īpašībām ir dabiskas formas granula, ar pietiekoši lielu blīvumu un cietu apvalku, kas nodrošina to labu izturību. Graudu automātiska padeve kurtuvēs viegli realizējama ar dažādiem transportieriem (piemēram, gliemežtransportieri).

Graudu degšanas īpašības ir līdzīgas citām biomasām, taču ir arī noteiktas īpatnības, kas jāņem vērā izmantojot graudus automātiskās darbības katlos.

Graudu siltumspēja. Kā jebkurā kurināmajā, galvenās degošās vielas ir ogleklis C un ūdeņradis H . Degšanas procesā piedalās arī skābeklis O , sērs S un arī daļēji slāpeklis N . Iepriekšminēto elementu saturu kurināmajā izsaka % kā organisko masu [2]:

$$C^o + H^o + S^o + O^o + N^o = 100\% . \quad (1)$$

Ņemot vērā, ka slāpekļa ietekme uz kurināmā siltumspēju ir neliela, augstāko Q_a un zemāko Q_z siltumspēju pēc formulām 2 un 3.

$$Q_a^d = 339C^d + 1256H^d + 109(O^d - S^d), \quad (2)$$

$$Q_z^d = 339C^d + 1256H^d + 109(O^d - S^d) - 25W^d, \quad (3)$$

kur Q_a^d - kurināmā augstākā siltumspēja, $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$,

Q_z^d - kurināmā zemākā siltumspēja, $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$

W^d - kurināmā mitruma saturs darba maisījumā, %.

Ar indeksu d apzīmēti lielumi kurināmā darba maisījumā.

Kā redzam no vienādojuma 3, zemāko siltumspēju ievērojami ietekmē mitruma saturs. Sevīši būtiski tas ir biomasu kurināmajam, jo glabāšanas procesā materiāla mitrums var palielināties un kurināmā siltumspēja samazināties. Siltumspējas samazināšanos atkarībā no mitruma nosaka pēc formulas 4 [3]:

$$Q_z^d = \frac{Q_a^d(100 - W) - 2.44 \cdot W}{100}, \quad (9)$$

kur koeficients 2.44 ievērtē siltuma zudumus ūdens iztvaicēšanai.

Dažādos literatūras avotos ir uzdoti graudu siltumspējas salīdzinošie dati, kuri ir līdzīgi ar citām biomasām, skat. 1.1. tabulu [3].

Kā redzam rudzu, kviešu un tritikāles graudu parametri ļoti tuvi. Rapšu sēkļu siltumspēja ir ievērojami lielāka par citu biomasu siltumspējām, kas izskaidrojams ar lielo eļļas saturu tajās.

1.1. tabula

Dažādu biomasu kurināmā salīdzinājums

Biomases veids	Mitrums, % (sausnas bāze)	Zemākā siltumspēja MJ/kg	Pelni, % (sausnas bāze)
Egļu malka	20-55	18.8	0.6
Vītiņi (ātraudzīgie)	20-55	18.4	2.0
Rudzu salmi	15	17.4	4.8
Kviešu salmi	15	17.2	5.7
Tritikāles salmi	15	17.1	5.9
Miežu salmi	15	17.5	4.8
Rapšu salmi	15	17.1	6.2
Miscanthus		17.6	3.9
Rudzu graudi		17.1	2.0
Kviešu graudi		17.0	2.7
Tritikāles graudi		16.9	2.1
Rapšu sēklas		26.5	4.6
Sēns		17.4	5.7

Granulu apkures katlu ražotājs SIA GRANDEG dod dažādu granulveida kurināmo parametru salīdzinošos datus (1.2. tabula) [4].

1.2. tabula

Biomasu kurināmā granulu salīdzinājums

Kurināmais	Mitrums %	Pelni %	Gaistošās vielas, V, %	Siltumspē- ja Kkal/kg	Siltumspē-ja, Kkal/kg Izzāvēti pie 105 C°
Koka skaidu granulas	8,70	1,40		4290	
Kūdras granulas	17,50	1,27		3870	
Saulespuķu čaumalu granulas	9,35	2,70		4429	
Niedru granulas	9,85	2,60		4109	4416
Miežu graudi	12,00	2,20	3,92	3860	4250
Kviešu graudi	12,50	1,80	3,76	3770	4205
Rudzu graudi	10,00	1,50	3,97	3620	4000
Auzu graudi	11,50	2,30	5,94	3800	4470

Interneta resursā [4] doti dati par dažādu graudaugu siltumspējām, taču diemžēl šie dati izskatās ne visai ticami, jo nav konkrēti norādīts vai tās ir augstākās vai zemākās siltumspējas un kāds ir graudu mitrums. Ir atzīmēts, slāpekļa mēslojuma palielināšana paaugstina graudu un arī salmu siltumspēju. Diemžēl palielinās kaitīgo izmešu daudzums NO_x veidā.

Salmi – kurināšanai. Salmu izmantošana siltumu ražošanai nav ierasta lieta Latvijā. Pirmie izmēģinājumi sākti 1999. gadā ar Dānijas valdības atbalstu. Un nav tik vienkārši: salmi ir relatīvi mitri un ar lielu tilpumu, kas vismaz 10-20 reižu pārsniedz akmeņogļu tilpumu. Salmiem sadegot rodas 70% emitēto hloru saturošu gāzu. Lai neitralizētu gaistošos savienojumus, jāizmanto speciāli degļi un kurtuves un jā rūpējas par pienācīgu dūmgāzu attīrīšanas sistēmu un izkliedi pietiekamā augstumā. Taču labā ziņa ir tā, pelni, kas radušies no salmiem, ir labs nātrija saturošs mēslojums.

1.4. Pelnu daudzums un to kušanas temperatūra

Pelnu daudzums dažādiem graudiem ir robežās no 1.5% (rudziem) līdz 2.3 % (auzām) (1.2. tabula). Varam secināt, ka rudzu un kviešu graudu pelnu daudzums tikai nedaudz atšķiras no kokskaidu granulu pelnu daudzuma (1.40%). Savukārt kūdras granulu pelnu daudzums (1.27%) ir viszemākais, kas nesakrīt ar citu autoru pētījumu datiem.

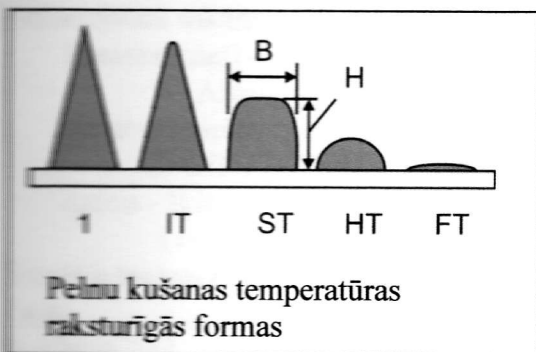
Pelnu kušanas un saķepšanas temperatūra ir svarīga kvalitatīvai apkures katla darbībai. Graudu pelnu kušanas temperatūru pazemina ievērojamais kālija daudzums tajos. Kviešu graudu pelnu saķepšanas temperatūra ir ap 700 C°, bet auzu ~1000 C°. Kokskaidu pelnu kušanas temperatūra ir ap 1300 C°.

Pelnu kušanas temperatūras noteikšanu izdara izmantojot vairāku standartu rekomendācijas: ASTM D 1857, ISO 540 un DIN 51730. Kušanas temperatūras noteikšanai izmanto standarta pelnu konusa formas izmaiņu karsējot pelnus ar skābekli bagātinātā vidē. Pelnu konusa izmaiņas redzamas attēlā:

- I – pelnu konusa sākotnējā forma pirms karsēšanas uzsākšanas,
- II – deformācijas sākuma temperatūra, konusa virsotne sāk noapaļoties,
- ST – kušanas sākums, konuss deformējas līdz izmēram H=B,

- HT – hemisfēras punkts, konuss pārvēršas par puslodi ar augstumu $H=0.5B$,
- FT – plūšanas temperatūra, izkusušie pelni izplūst pa virsmu.

Literatūrā doti dati par pelnu kušanu koksnes kurināmajam pelnu kušanas temperatūru ietekmē koku suga, vecums, piemaisījumi. Kā redzams 1.3. tabulā, koksnes mizas pelnu kušanas temperatūra pārsniedz 1500°C un nerada pelnu sakušanu un gabalu veidošanos. Savukārt kokskaidu un šķeldas pelnu kušanas temperatūra ir zemāka ($<1300^{\circ}\text{C}$). Tas nozīmē, ka sadedzinot šos materiālus jāpievērš uzmanība pareizam degšanas režīmam, lai izvairītos no āru mehānisma bojājumiem. Pelnu plūstamības temperatūra ir atkarīga no pelnu ķīmiskā sastāva un nelielas elementu izmaiņas var radīt ievērojamas temperatūras izmaiņas. Diemžēl



nav izveidotas ekspress metodes pelnu kušanas temperatūru noteikšanai.

Graudaugu salmu pelnu kušanas temperatūra ir ievērojami zemāka par kokskaidu pelnu kušanas temperatūrām (1. 4. tabula).

1.3. tabula

Pelnu kušanas temperatūras koksnes kurināmajam [7]

Kurināmais	Kušanas punktu vērtības, $^{\circ}\text{C}$			
	IT	ST	HT	YP
Kokskaidas, priede	1210	1225	1250	1275
Šķelda	1175	1205	1230	1250
Zāģskaidas, priede	1150	1180	1200	1225
Miza, egle	1405	1550	1650	1650
Miza, priede	1340	1525	1650	1650

1.4. tabula

Dažādu labības salmu pelnu kušanas temperatūra [7]

Labība	ST, $^{\circ}\text{C}$	HT, $^{\circ}\text{C}$	FT, $^{\circ}\text{C}$
Kvieši	1050	1350	1400
Rudzi	840	1150	1330
Mieži	765	1035	1190
Auzas	735	1045	1175

Kurināmās kūdras pelnu kušanas temperatūra ir nedaudz lielāka par salmu pelnu kušanas temperatūru (1.5. tabula).

1.5. tabula

Kurināmās kūdras pelnu kušanas temperatūras [7]

Kurināmā veids	Pelnu kušanas temperatūra (min – vid – max) $^{\circ}\text{C}$,		
	ST, $^{\circ}\text{C}$	HT, $^{\circ}\text{C}$	FT, $^{\circ}\text{C}$
Frēzkūdra	1100 – 1130 – 1190	1200 – 1253 – 1375	1205 – 1290 – 1430
Velēnu kūdra	1040 – 1136 – 1335	1145 – 1273 – 1415	1175 – 1308 – 1490

2. Materiāli un metodes

2.1. Lauku izmēģinājumu iekārtošanas metodika

2007.g. pavasarī iekārtoti izmēģinājumi ar vasarāju graudaugiem. No katras labību sugas izvēlētas šķirnes ar dažādu kvalitātes raksturojumu pēc proteīna, cietes, tauku, lipekļa saturā, lai varētu novērtēt un atrast kritērijus siltumspējas noteikšanai.

Izmēģinājumu varianti

Varianti 16: mieži- 5 šķirnes, vasaras kvieši – 5 šķirnes, auzas – 6 šķirnes, 4 Atkārtojumu sakaitis 4.

Vasaras mieži – šķirnes:

1- Abava, 2- Druvis, 3- Malva, 4- Kristaps, 5- IC 361 (kailgraudu).

Vasaras kvieši - šķirnes:

6- Uffo, 7- Vinjett, 8- Heta, 9- Zebra, 10- Fasan.

Auzas - šķirnes:

11- Arta, 12- Laima, 13- Hecht, 14- Dārta, 15- Aragon, 16- Wendela.

Izmēģinājumu shēma - vasarāji

I atk.	II atk.	III atk.	IVatk.
1. Abava	Kristaps	IC 363	Druvis
2. Druvis	Malva	Abava	Kristaps
3. Kristaps	IC 363	Malva	Abava
4. Malva	Druvis	Kristaps	IC 363
5. IC 363	Abava	Druvis	Malva
6. Uffo	Heta	Vinjett	Fasan
7. Vinjett	Zebra	Uffo	Heta
8. Heta	Fasan	Zebra	Vinjett
9. Zebra	Vinjett	Fasan	Uffo
10. Fasan	Uffo	Heta	Zebra
11. Arta	Hecht	Aragon	Dārta
12. Laima	Dārta	Wendela	Hecht
13. Hecht	Aragon	Arta	Laima
14. Dārta	Wendela	Hecht	Aragon
15. Aragon	Arta	Laima	Wendela
16. Wendela	Laima	Dārta	Arta

Izmēģinājums iekārtots velēnu glejotā augsnē ar vidēju iekultivēšanas pakāpi, organiskās vielas saturs 2.4 g 100 g augsnes, P₂O₅ - 128 mg kg⁻¹, K₂O – 98 mg kg⁻¹, augsnes pH -6.0.

Izmēģinājumu lauciņu lielums – 5.0 m², randomizēts lauciņu sakārtojums (1. att.).

Mēslojums NPK 17-10-14 (90:53:63), iestrādāts pirmssējās kultivācijā, sēts 24. aprīlī.

Nezāļu apkarošana veikta 25. maijā, lietojot herbicīdu maisījumu banvels +granstārs.

Veģetācijas periodā veikti fenoloģiskie novērojumi. Raža novākta 8. augustā.

2.2. Ķīmisko analīžu metodes:

Metālu Na, Cu, Zn, Mn, Pb koncentrācija paraugos tika noteikta pēc mineralizācijas mikroviļņu krāsni "Mars"(CEM Corporation, ASV) ar atomabsorbcijas spektroskopijas metodi, lietojot Shimadzu AA6300 spektrofotometru un pēc tam pārrēķināta uz absolūti sausu paraugu masu, saturs dots mg/kg. Nātrijs noteikts saskaņā ar ISO 99643, varš, mangāns un cinks pēc LVS ISO 8288 un svins pēc LVS EN ISO 15586

C, H, S sastāvs noteikts ar Macro Elemental Analyzer-vario MACRO CHNS (Elementar Analysensysteme GmbH), mērījumu relatīvā standartnovirze rēķinot uz 100 mg fenilalanīna standartvielas: <0,5%.

Siltumspēja noteikta saskaņā ar ISO 1928. Augstākā siltumspējas noteikšanai tika izmantots skābekļa bumbas kalorimētrs "Parr 1341", bet zemākā siltumspējanoteikta aprēķinu rezultātā (Richardson J., Bjorheden., Hakkila P., Lowe A.T., Smith C.T. Bioenergy from sustainable forestry, Forestry Science vol..71 Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2002., p.40) pēc formulas:

$Q_r = Q_a - 2454 (W + 9h)$, kur

Q_r – kurināmā zemākais sadegšanas siltums, kJ/kg

Q_a – kurināmā augstākais sadegšanas siltums, kJ/kg,

2454 – siltums daudzums, kas nepieciešams ūdens iztvaicēšanai pie 20°C, kJ/kg,

9 – reizinātājs, jo 1 daļa ūdeņraža savienojas ar 8 daļām skābekļa,

W - kurināmā mitruma saturs %,

H – ūdeņraža saturs kurināmā %

Hlora saturs noteikts pēc parauga sadedzināšanas kalorimetriskajā bumbā, analīzei izmantojot bumbas skalojamos ūdeņus. Noteikšana tiek veikta titrimetriski, saskaņā ar metodi, kas aprakstīta "British PHARMOCOPEIA"(1998), NaCl noteikšanai (analizējamo paraugu apstrādā ar AgNO₃ šķīdumu un AgNO₃ pārākumu attitrē ar amonija rodanīdu). Titrēšanu veic potenciometriski, izmantojot "Radiometer Analytical"firmas titrators, TIM 900 ar sudraba indikatora elektrodu un datorprogrammu Tim Talk 9.

Pelnu kušanas temperatūras noteikta, izmantojot vairāku standartu rekomendācijas: ASTM D 1857, ISO 540 un DIN 51730. Kušanas temperatūras noteikta karsējot pelnus ar skābekli bagātinātā vidē, ņemot vērā standarta pelnu konusa formas izmaiņu (skat. attēlu 9. lpp.).

Rādītāji: koproteīns (LVS 277:2000), kokšķiedra (ISO 5498), tauki (ISO 6492), ciete (LVS EN ISO 10520), N (LVS 277:2000), P (ISO 6492), K (LVS EN ISO 6969), Ca (LVS EN ISO 6869), Mg (LVS EN ISO 6869), pelnvielas (LVS 276:2000) izteikti % absolūti sausos paraugos.

Graudu raža noteikta pie 14% mitruma.

3. Rezultāti

Lai novērtētu un salīdzinātu dažādu graudaugu sugu un šķirņu nozīmi siltumenerģijas ražošanai, Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūtā bija iekārtoti lauku izmēģinājumi, kuros bija iesētas 5 vasaras kviešu, 5 miežu un 6 auzu šķirnes. Izmēģinājumā iekļautām šķirnēm noteikta raža, augu morfoloģiskie rādītāji, noteiktas siltumspējas un veiktas graudu kvalitātes analīzes, analizēts graudu un salmu ķīmiskais sastāvs (dati 1.- 8. pielikumam).

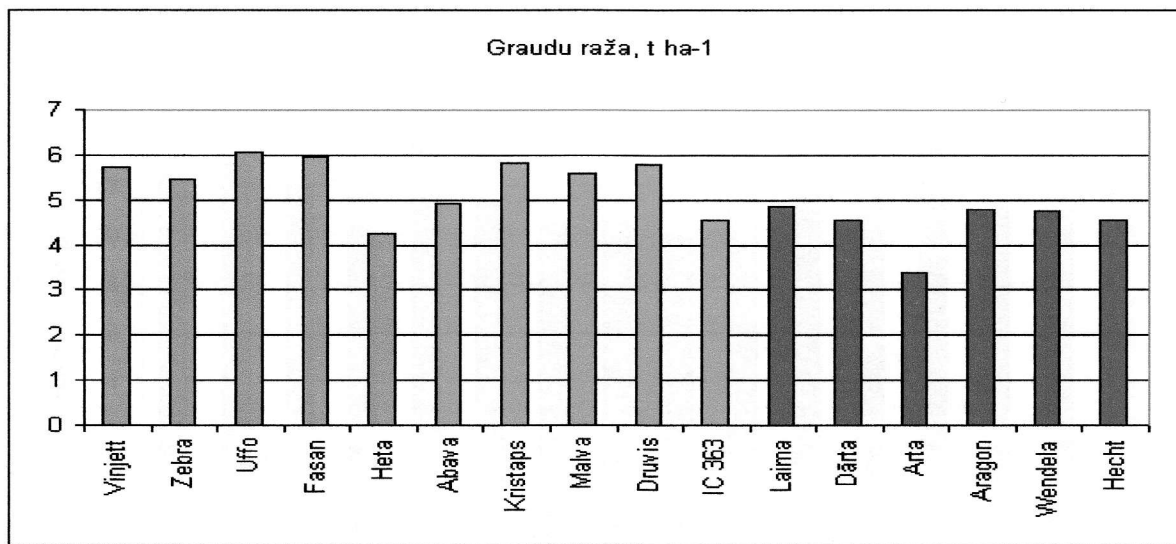
3.1. Graudaugu ražas

Graudu ražas dati apkopoti 3. 1. tabulā un 1. attēlā. Augstākās graudu ražas iegūtas vasaras kviešu šķirnēm 'Vinjett', 'Zebra', 'Uffo' un 'Fasan' (5.47 – 6.06 t ha⁻¹), bet būtiski zemāka tā bija šķirnei 'Heta' (4.27 t ha⁻¹). No miežu šķirnēm būtiski augstākas ražas iegūtas šķirnēm 'Kristaps' un 'Druvis' (attiecīgi 5.83 un 5.78 t ha⁻¹), pārspējot 'Abavu' un kailgraudu līniju IC 363. Šķirne 'Malva' pēc iegūtas raža būtiski par 1.02 t ha⁻¹ pārspiedz līniju IC 363, bet būtiski neatšķiras no pārējām miežu šķirnēm. Izmēģinājumā iekļautās 5 auzu šķirnes būtiski neatšķiras savstarpēji (4.56 - 4.84 t ha⁻¹), no tām ar būtiski zemāku ražu ir šķirne 'Arta' (3.37 t ha⁻¹).

3.1.tabula

Graudu raža un augu morfoloģiskie rādītāji

Šķirnes	Graudu raža, t ha ⁻¹	Graudu raža, %	Veldres izturība (1-9 balles, 9 - augsta	Augu garums, cm	Vārpu garums, cm	Graudu skaits vārpā	Graudu masa no vārpas, g	1000 graudu masa, g
Kvieši								
Vinjett	5.73	100.0	9	87.6	7.3	35.0	1.56	43.9
Zebra	5.47	95.5	9	89.4	6.9	35.8	1.68	46.9
Uffo	6.06	105.8	9	85.4	7.8	35.0	1.60	45.6
Fasan	5.96	104.0	9	93.0	8.7	38.7	1.82	46.6
Heta	4.27	74.5	8.2	99.3	7.2	34.2	1.51	43.9
Rsp0.05	1.03							
Mieži								
Abava	4.94	100.0	8.1	83.2	8.54	21.5	1.23	56.7
Kristaps	5.83	118.0	7.9	64.8	5.74	19.3	0.97	49.4
Malva	5.59	113.2	7.5	72.0	6.25	17.3	0.88	50.7
Druvis	5.78	117.0	8.4	69.9	6.65	38.6	1.74	44.8
IC 363 kailg.	4.57	92.5	5.7	79.8	7.25	19.0	0.85	44.6
Rsp 0.05	0.81							
Auzas								
Laima	4.84	100.0	7.6	101.6	15.3	46.9	1.74	36.9
Dārta	4.56	94.2	7.3	105.3	16.1	47.3	1.77	35.5
Arta	3.37	69.6	7.6	102.8	15.9	26.0	0.89	43.2
Aragon	4.78	98.8	6	86.0	14.1	36.0	1.57	43.6
Wendela	4.76	98.3	8	98.7	15.4	45.1	1.76	39.2
Hecht	4.56	94.2	6.7	97.4	15.4	39.4	1.85	46.4
Rsp 0.05	0.34							

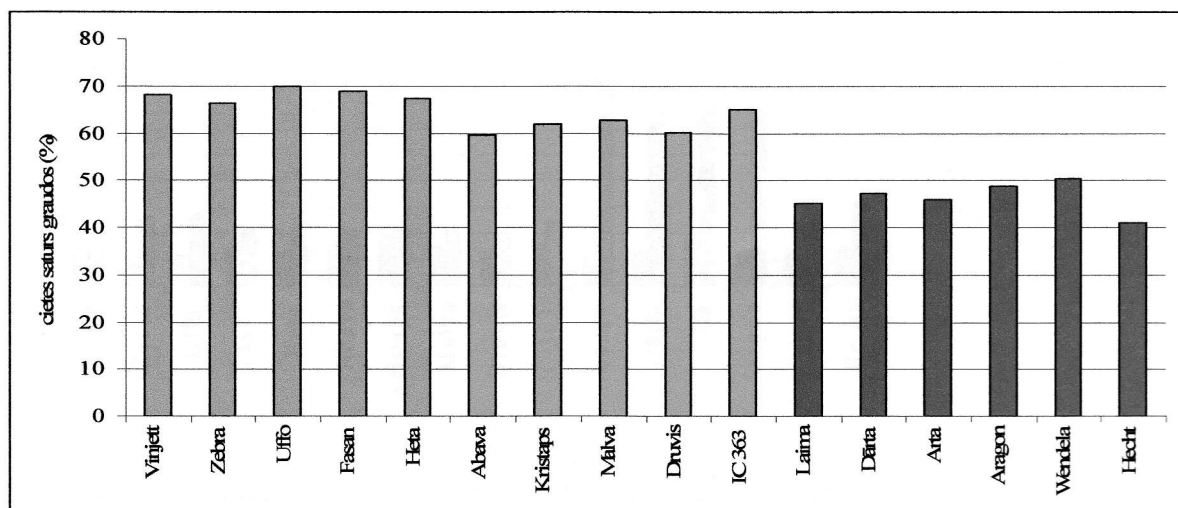


1. attēls. Vasaras kviešu, miežu un auzu šķirņu graudu ražas.

3.2. Graudu un salmu kvalitatīvās īpašības

Graudu un salmu raža izvērtēta pēc kvalitatīvajām īpašībām. Cietes un kopproteīna saturs noteikts graudos, bet tauku un kokšķiedras saturs arī salmos.

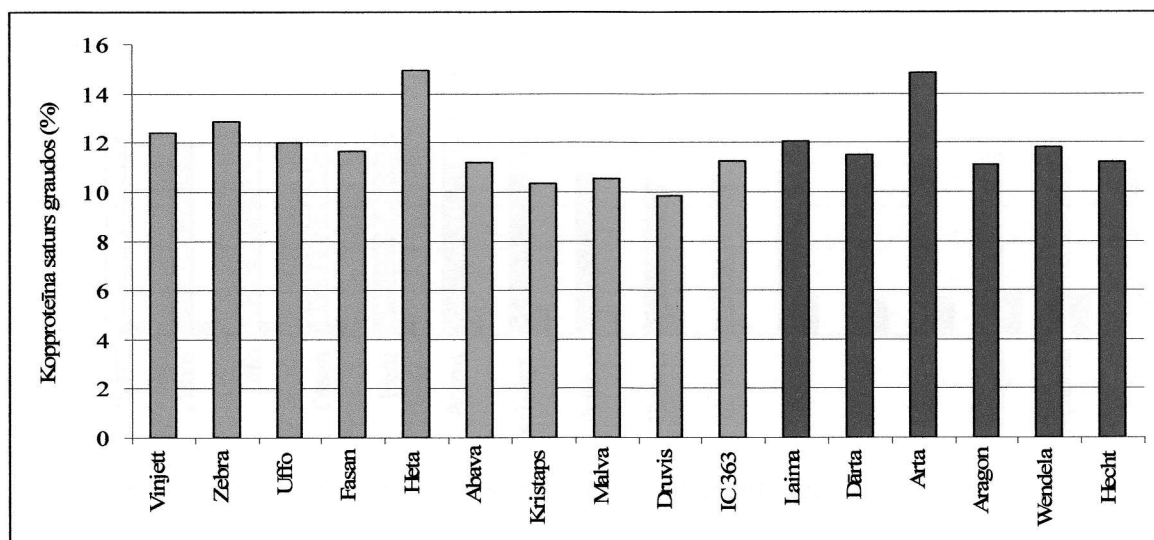
Ar visaugstāko **cietes** saturu raksturojas vasaras kvieši (66.34-69.82%), tiem seko vasaras mieži (59.72-64.93%), bet viszemākais saturs atzīmēts auzām (45.28-50.45%). No kviešu šķirnēm ar augstāku cietes saturu izceļas jaunā Stendes GSI radītā šķirne 'Uffo' (69.82%), no miežiem – kailgraudu līnija IC 363 (64.93%), bet no auzām – šķirne 'Wendela' (50.45%) (2. attēls).



2. attēls. Cietes saturs vasaras kviešu, miežu un auzu graudos.

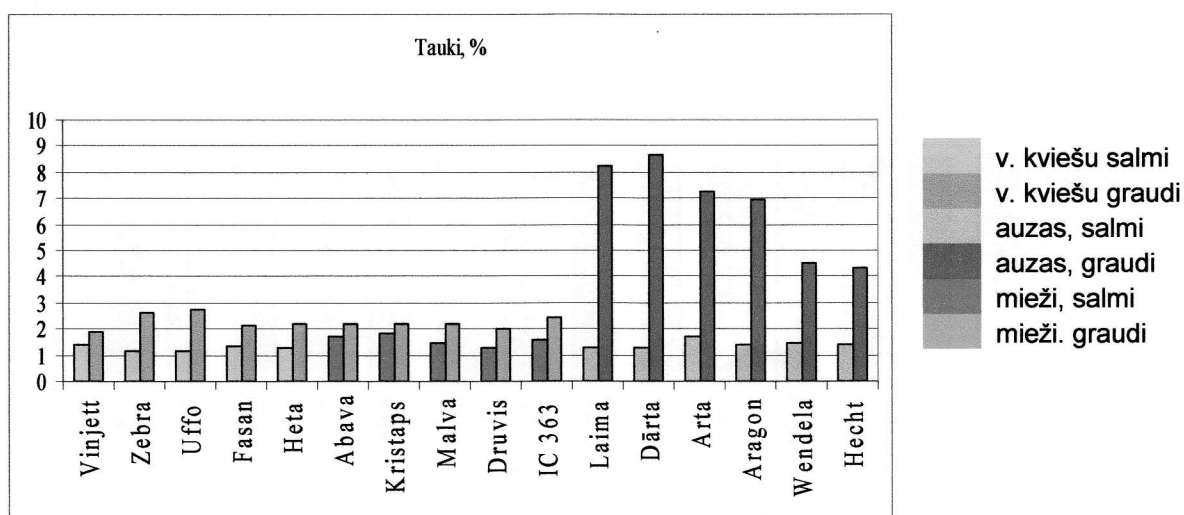
Arī pēc **kopproteīna** satura visaugstākie rādītāji atzīmēti kviešiem (11.65-14.92%), sevišķi šķirnei 'Heta' (14.92%). Otrā vietā – auzas (11.09-14.86%), izceļas šķirne 'Arta' (14.86%). Pārbaudītās alum paredzētās miežu šķirnes raksturojas ar pazeminātu proteīna

saturu (9.86-11.23%), augstāks proteīna saturs iegūts kailgraudu miežu līnijai IC 363 (3. attēls).



3. attēls. Kopproteīna saturs v. kviešu, miežu un auzu graudos.

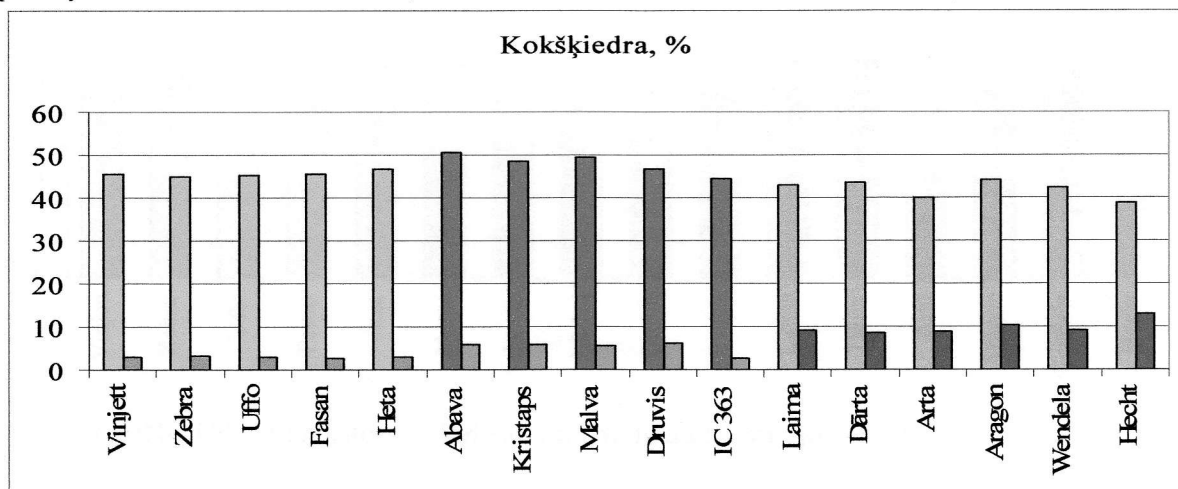
No graudaugiem ar augstāko tauku saturu graudos raksturojas auzas. Ir atzīmējama pēc šī rādītāja lielas atšķirības starp auzu šķirnēm. Šķirnēm 'Wendela' un 'Hecht' tauku saturs ir 1.8-2.0 reizes mazāks nekā tas ir šķirnēm 'Laina' (8.24%) un 'Dārta' (8.68%). Pēc tauku satura pārbaudītās miežu un kviešu šķirnes ir līdzvērtīgas un to saturs ir 2.3- 4.6 reizes zemāks nekā auzām.



4. attēls. Tauku saturs v. kviešu, miežu un auzu graudos un salmos

Vasaras kviešu salmos tauku saturs salīdzinoši ar miežiem un auzām ir viszemākais: atkarībā no šķirnes 1,15-1,42 %, tas ir arī 1.3-2.3 reizes mazāks nekā graudos. Pārbaudītām miežu šķirnēm salmos konstatēts tauku saturs no 1.3 – 1.80 %, tas ir par 0.42-0.84 % mazāks nekā miežu graudos. Savukārt auzu salmos tauku saturs ir pat 3.1- 6.8 reizes mazāks nekā graudos. (4. attēls).

Arī visaugstākais **kokšķiedras** saturs graudos atzīmēts auzām: 8.6-13.0%, tām seko plēkšņainie mieži 5.67 – 6.11 %, zemākais saturs ir kviešiem: 2.64 -3.16%,

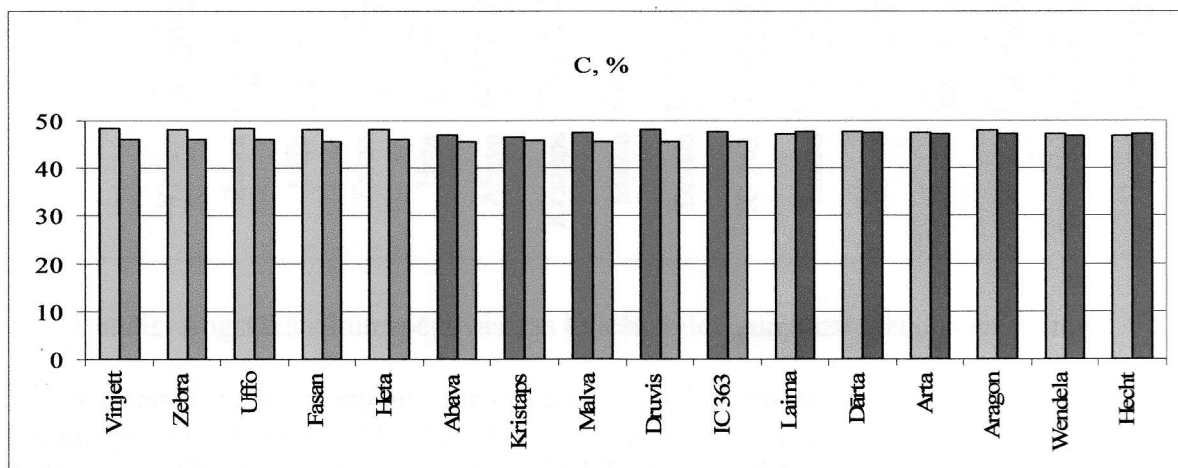


5. attēls. Kokšķiedras saturs v. kviešu miežu un auzu graudos un salmos.

Graudaugu salmi izceļas ar augstu kokšķiedras saturu, un no labībām auzām tas ir par 2.2-8.0 % zemāks nekā kviešiem un par 6.5-11.8 % zemāks nekā miežiem. Nav atšķirības pēc šī rādītāja starp v. kviešu šķirnēm, bet no miežu šķirnēm kokšķiedras saturs ir zemāks kailgraudu līnijai IC 363, bet no auzu šķirnēm 'Arta' un Hecht' (5. attēls).

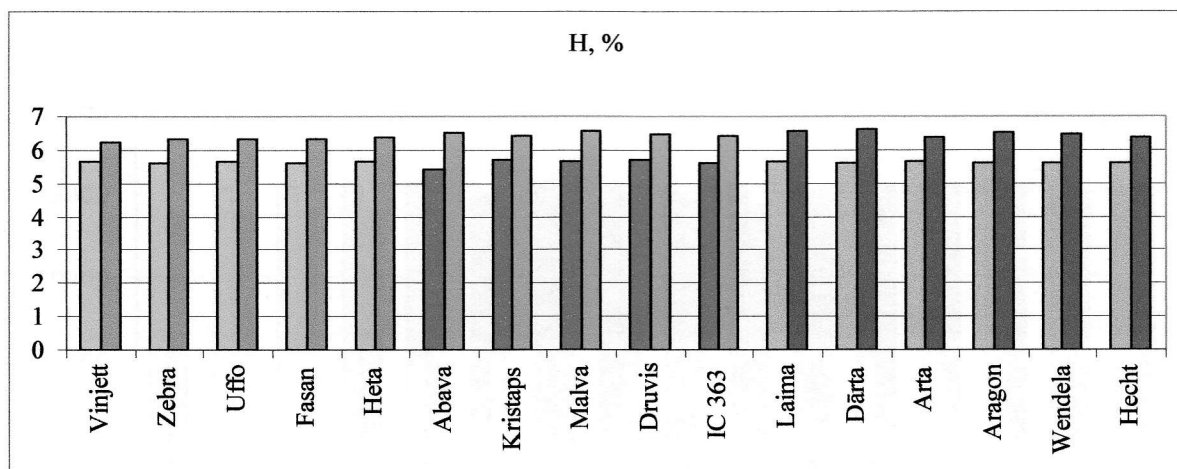
3.3. Graudu un salmu oglekļa un ūdeņraža saturs un siltumspējas

Kā jebkurā kurināmajā, arī graudos un salmos kā galvenās degošās vielas ir ogleklis (C) un ūdeņradis (H). Oglekļa saturs v. kviešu, miežu un auzu graudos un salmos dots 6. attēlā.



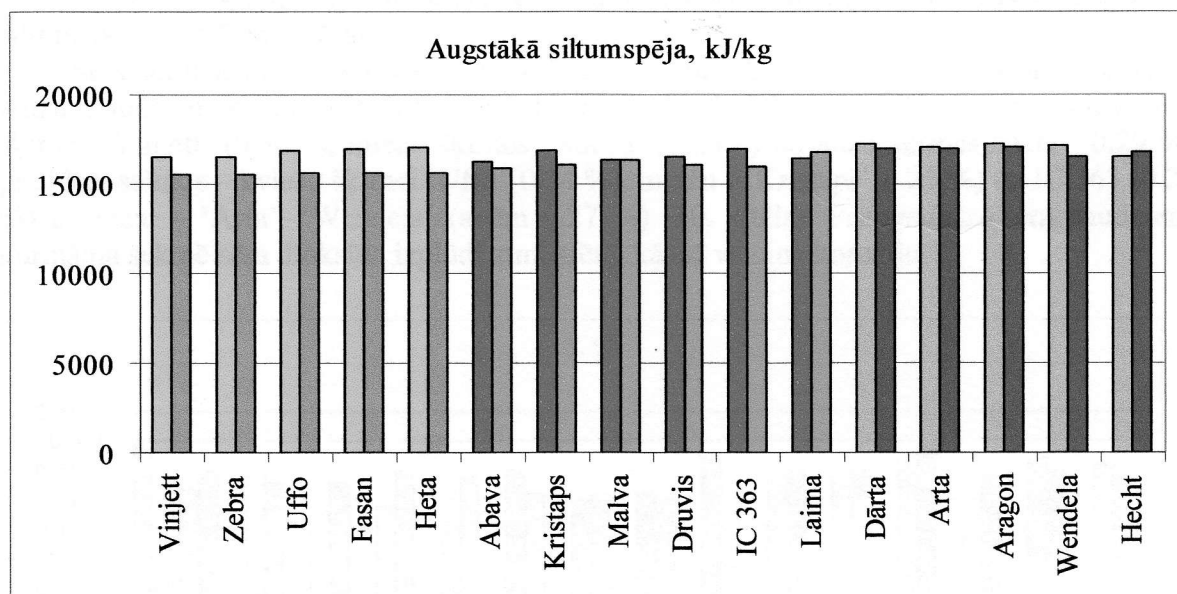
6.attēls. Oglekļa saturs v. kviešu, miežu un auzu graudos un salmos.

Oglekļa saturs ir tikai nedaudz augstāks (par 0.6 - 3.2%) v. kviešu un miežu salmos nekā graudos. Arī šīs atšķirības (0.4-0.8%) ir nelielas auzām.



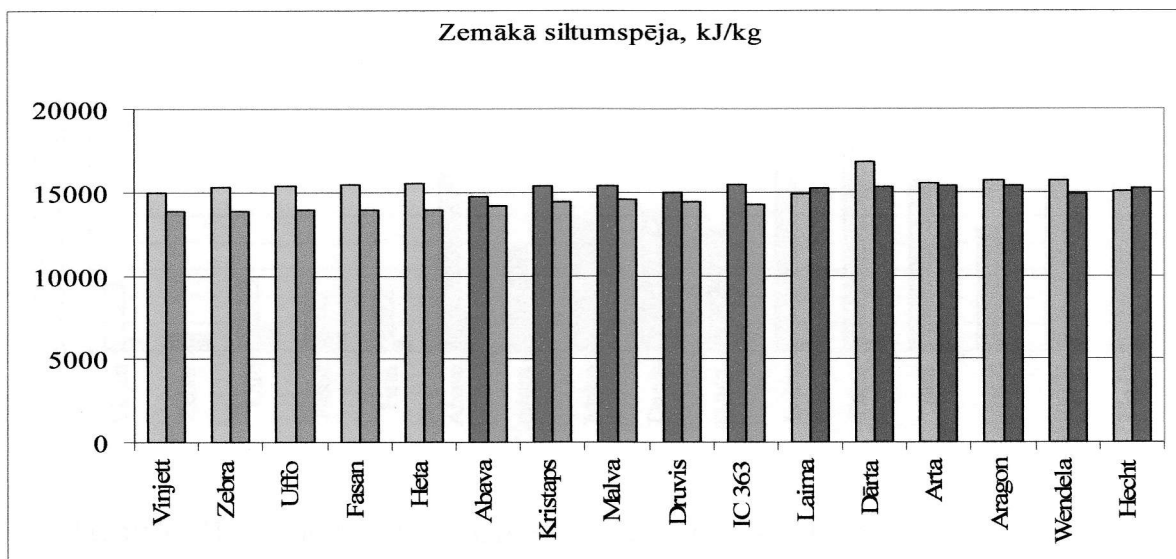
7.attēls. Ūdeņraža saturs v. kviešu, miežu un auzu graudos un salmos.

Ūdeņraža saturs visām graudaugu sugām ir par 0.58-1.8 % augstāks graudos nekā salmos. Ne starp sugām, ne arī starp šķirnēm sugas robežās nav būtisku atšķirību (7. attēls).



8.attēls. Augstākā siltumspēja vasaras kviešu, miežu un auzu graudos un salmos.

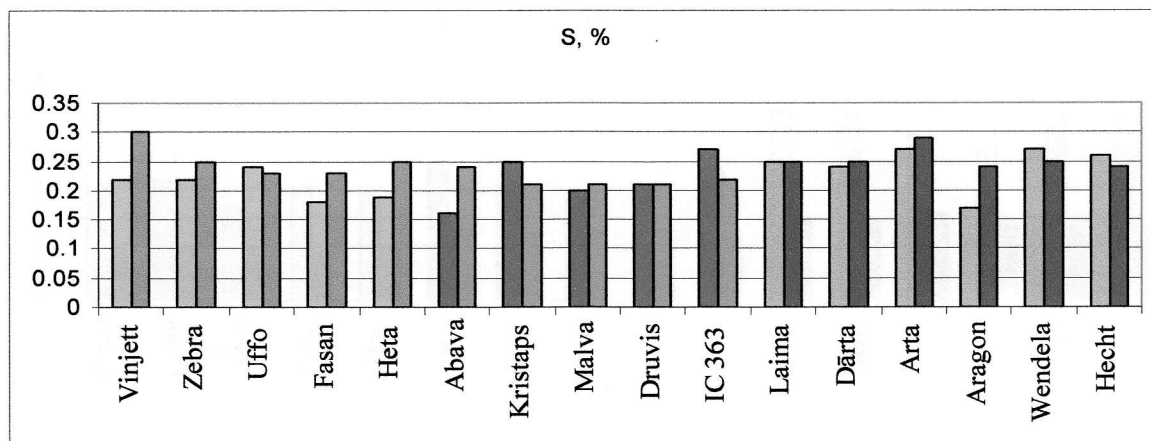
Vasaras kviešu, miežu un auzu graudi un salmi raksturojas ar augstu siltumspēju. Auzām gan graudiem ($16.53-17.03 \text{ MJ kg}^{-1}$), gan salmiem ($16.43-17.23 \text{ MJ kg}^{-1}$) tā ir atzīmēta augstāka nekā miežu graudiem ($15.97-16.31 \text{ MJ kg}^{-1}$) un salmiem ($16.28-16.94 \text{ MJ kg}^{-1}$), kā arī kviešu graudiem ($15.53-15.61 \text{ MJ kg}^{-1}$). Kviešu salmu augstākā siltumspēja ($16.52-17.04 \text{ MJ kg}^{-1}$) pārspēj graudu siltumspēju. No v. kviešu šķirnēm – ‘Uffo’, ‘Fasan’ un ‘Heta’; no miežiem – ‘Malva’, ‘Kristaps’ un ‘IC 363’; no auzām – ‘Laima’, ‘Arta’ un ‘Wendela’ izceļas ar augstākām siltumspējām.



9. attēls. Zemākā siltumspēja v. kviešu, miežu un auzu graudos un salmos

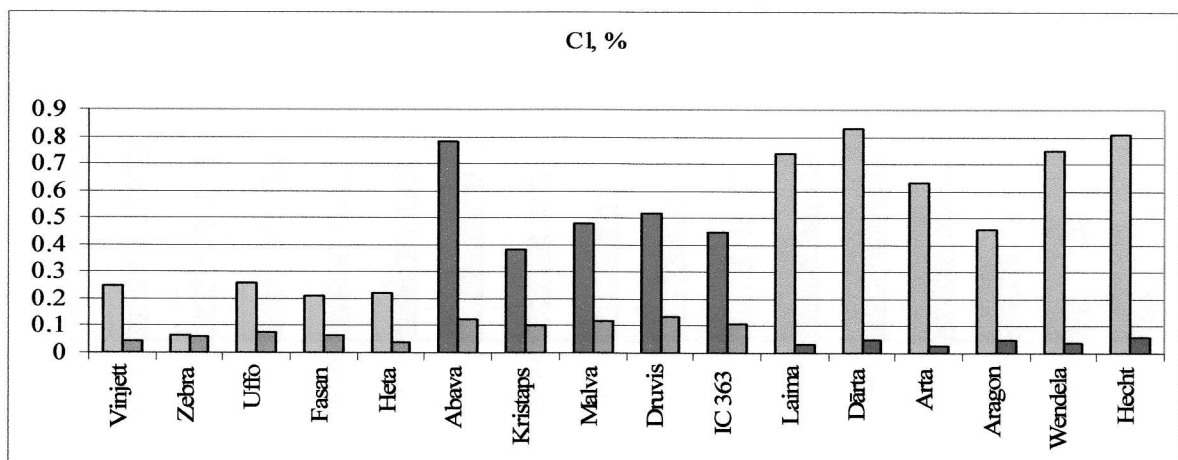
Tendences graudu un salmu zemākās siltumspējas vērtējumā ir līdzīgas kā augstākās siltumspējas vērtējumā (9. attēls).

Sērs ietilpst organisko vielu sastāvā un piedalās biomasas sadedzināšanas procesā. Auzu graudos un salmos sērs ir vairāk nekā miežos un kviešos. Augstāks saturs tas ir kviešu šķirnes 'Vinjett' (0.30%), miežu šķirnes 'Abava' (0.24%) un auzu šķirnes 'Arta' (0.29 %) graudos; salmos – kviešu šķirnei 'Uffo'(0.24 %), miežu - 'Kristaps'(0.25 %) un IC 363 (0.27 %) un auzu – 'Arta', 'Wendela' (abām 0.27 %) (10. attēls). Paaugstināts sēra daudzums kurināmā sekmē sēra dioksīda izplūdi atmosfērā, kā arī veicina koroziju.



10. attēls. Sēra saturs v. kviešu, miežu un auzu graudos un salmos.

Mūsu izmēģinājumos konstatēts salīdzinoši augstāks hlora saturs salmos nekā graudos. Auzu salmos (0.46-0.83%) tas ir augstāks nekā miežu (0.45-0.78 %) un kviešu salmos (0.21-0.26 %). Starp šķirnēm novērojamas lielas atšķirības. Miežu šķirnei 'Abava', auzu šķirnēm 'Laima', Dārta', 'Wendela' un 'Hecht' Cl saturs salmos ir augstāks (0.78 – 0.83%) nekā pārējām izmēģinājumā iekļautām šķirnēm (< 0.78%). Miežu graudos sēra ir mazāk nekā kviešu un auzu graudos (10. attēls).

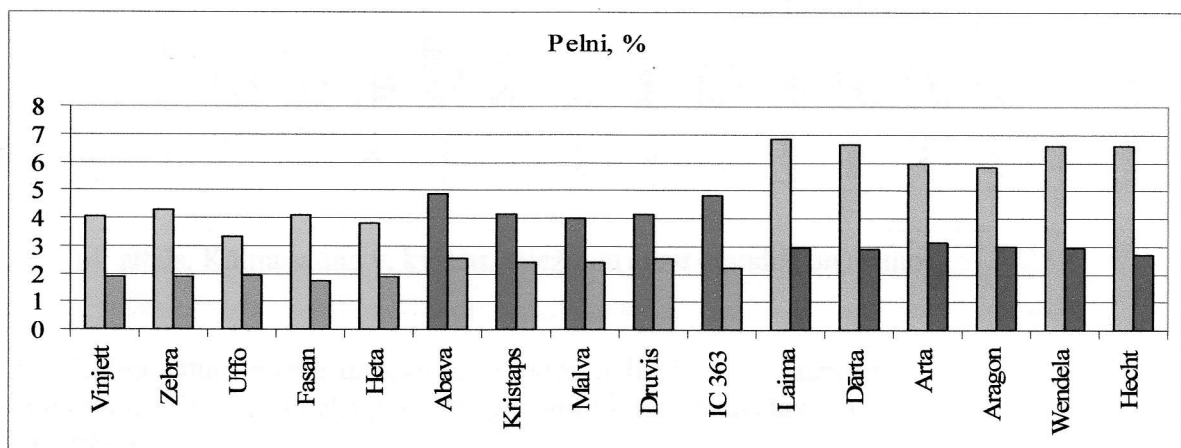


11. attēls. Hlora saturs v. kviešu, miežu un auzu graudos un salmos.

Visvairāk hlors konstatēts miežu un auzu salmos. Ir atšķirības starp šķirnēm. Graudu un salmu dedzināšanas procesā hlors veido gāzveidīgo HCl, Cl₂ un veido sāļus: KCl un NaCl, kas izgulsnējas.

3.4. Pelnu saturs un sastāvs

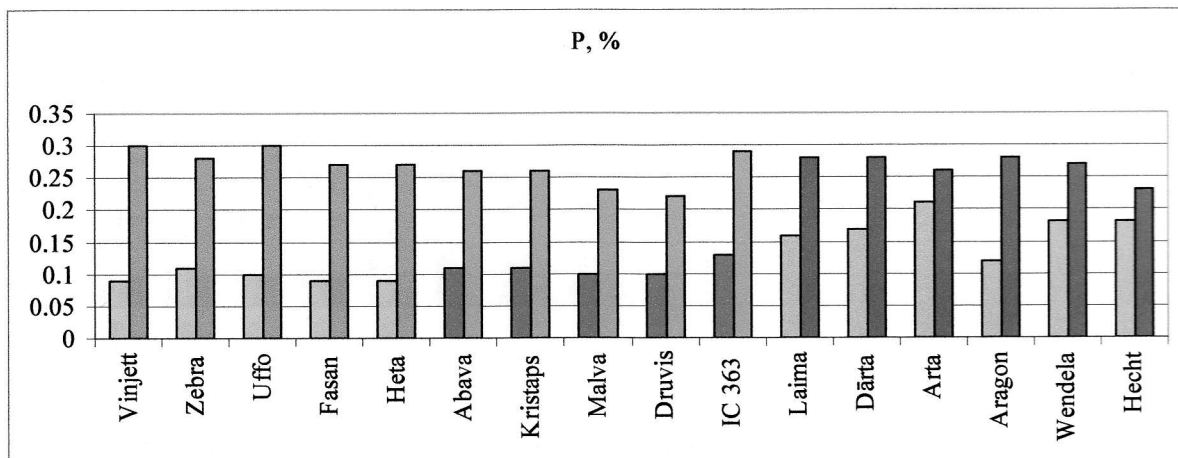
Pelnu saturs graudos ir robežās no 1.75-1.90 % kviešiem, 2.22-2.54 % miežiem un 2.72-3.12 % auzām. Sadedzinot salmus, pelnu saturs ir augstāks: kviešiem – 3.34- 4.28 %, miežiem -3.99 – 4.80 %, auzām – 5.82 – 6.85 % (12. attēls).



12. attēls. Pelnu saturs v. kviešu, miežu un auzu graudos un salmos

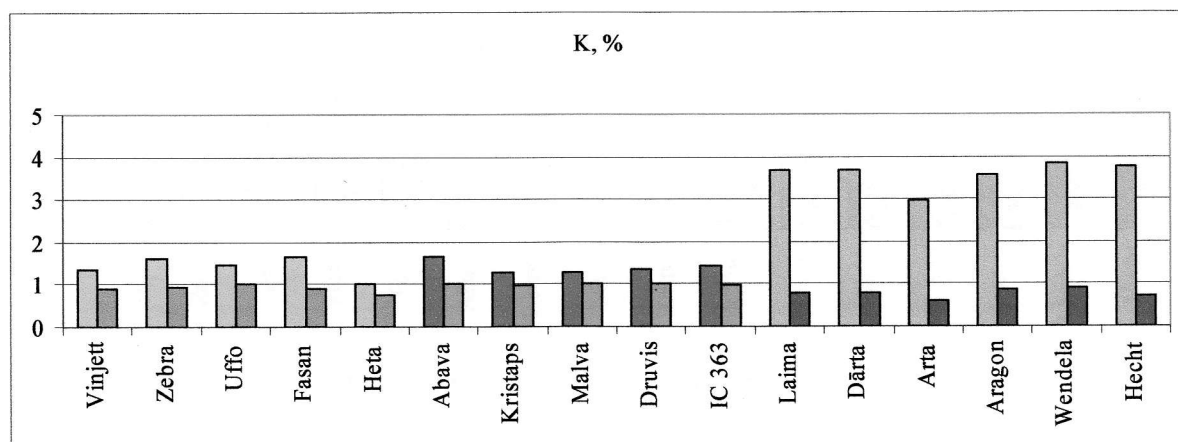
Pelnu sastāvs ir jāņem vērā, lai izvēlētos pareizu sadedzināšanas un kurtuvju uzraudzības tehnoloģijas. No pelnu daudzuma viedokļa graudu dedzināšana ir izdevīgāka nekā salmu dedzināšana, bet salmu siltumspēja ir augstāka nekā graudu siltumspēja.

Pelni satur augu barības elementus. Kviešu, miežu un auzu graudos un salmos noteikts fosfora, kālija, kalcija un magnija saturs.



13. attēls. Fosfora saturs v.kviešu, miežu un auzu graudos un salmos.

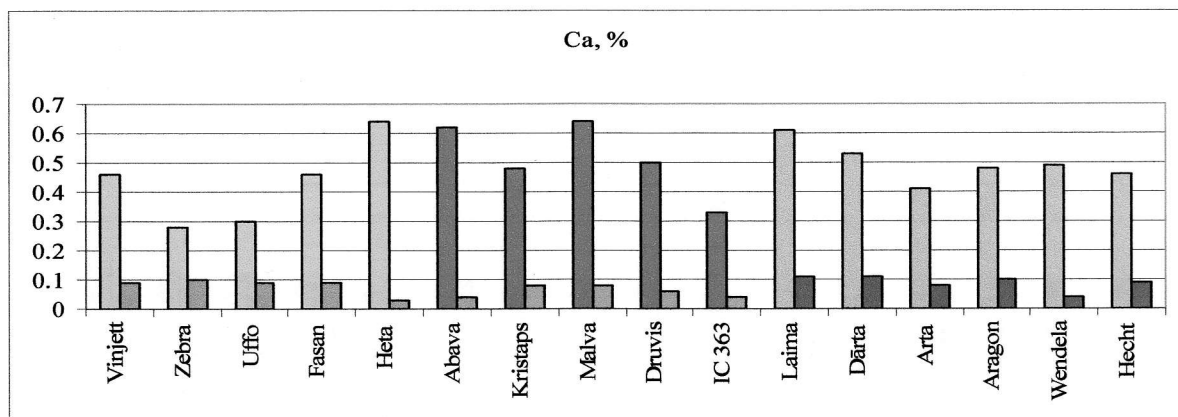
Fosfora saturs miežu graudos (0.22- 0.29 %) nedaudz atpaliek no to satura kviešu un auzu graudos (0.27- 0.30%). Salmos fosfors ir mazāk kviešos un miežos, bet vairāk auzu salmos (0.12- 0.21 %). Ir atšķirības starp šķirnēm (13. attēls).



14. attēls. Kālija saturs v. kviešu, miežu un auzu graudos un salmos.

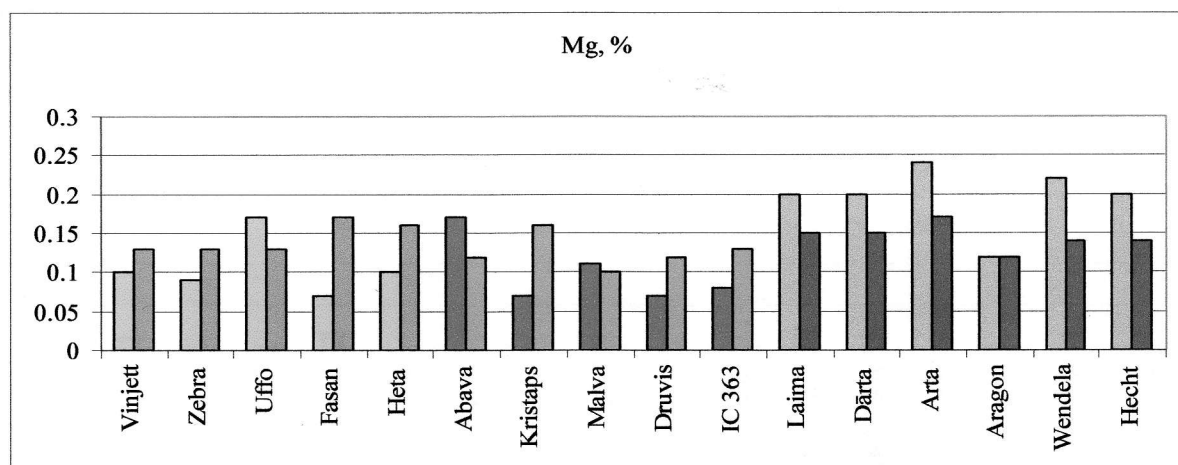
Kālija saturs miežu un kviešu graudos ir līdzīgs, bet auzu graudos ir mazāks. Kālija saturs salmos ir lielāks nekā graudos, pie tam visaugstākais tas ir auzu salmos (2.98- 3.82 %) (14. attēls).

Graudaugu salmi satur vairāk kalcija nekā graudi. Pēģīto labību šķirnes ir atšķirīgas pēc šī rādītāja gan graudos, gan salmos (15. attēls). Kviešu šķirnei 'Heta', miežu šķirnēm 'Abava', 'Malva', auzu šķirnei 'Laima' kalcija saturs salmos ir vairāk nekā citām šķirnēm.



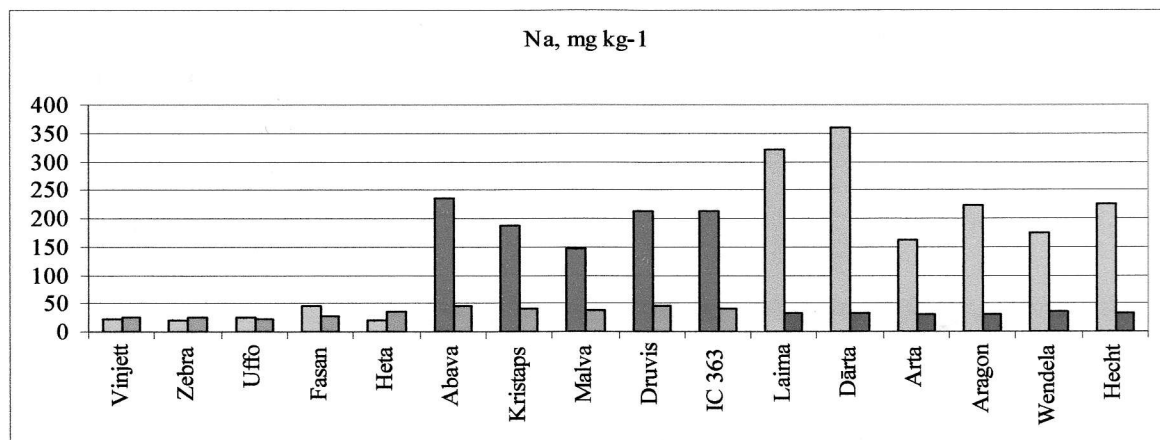
15. attēls. Kalcija saturs v. kviešu, miežu un auzu graudos un salmos.

No graudaugiem kviešiem un miežiem magnija saturs ir lielāks graudos nekā salmos, ar izņēmumiem (šķirnes 'Uffo', 'Abava', 'Malva'), bet auzām - otrādi (16. attēls).

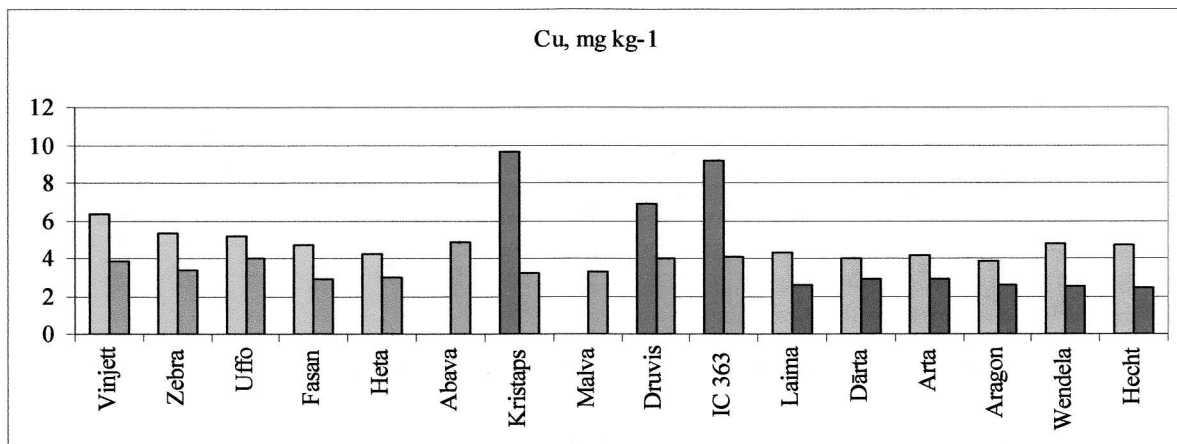


16. attēls. Magnija saturs v. kviešu, miežu un auzu graudos un salmos

Kviešu, miežu un auzu salmos ir noteikts nātrijs (Na) un mikroelementu vara (Cu), cinka (Zn), un mangāna (Mn) saturs graudos un salmos. Nātrijs saturs ir atšķirīgs vairāk starp šķirnēm miežu un auzu salmos. Tas būtu jāņem vērā, izvēloties graudaugu salmus kurināšanai (17. attēls).

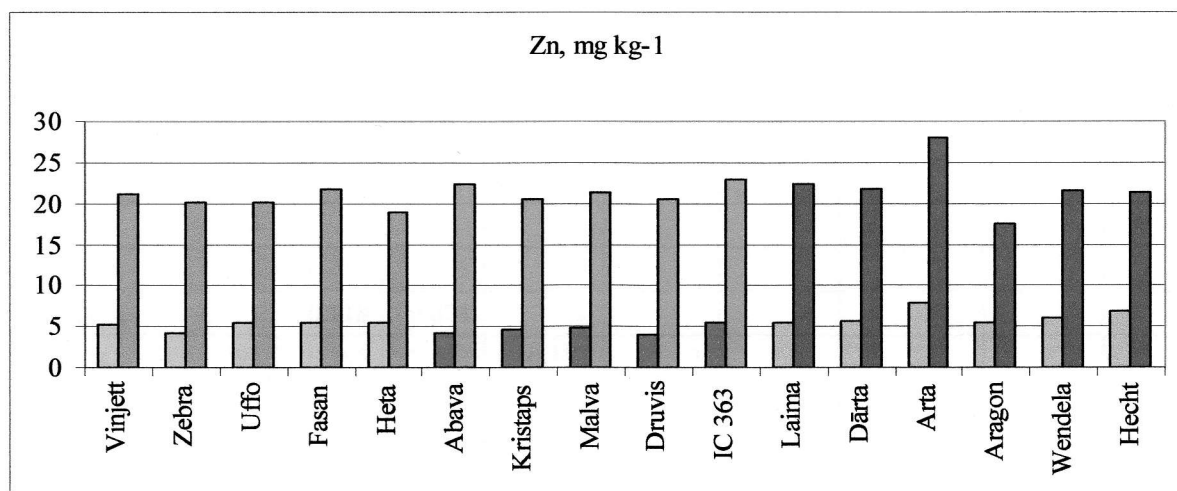


17. attēls. Nātrijs saturs v. kviešu, miežu un auzu graudos un salmos.



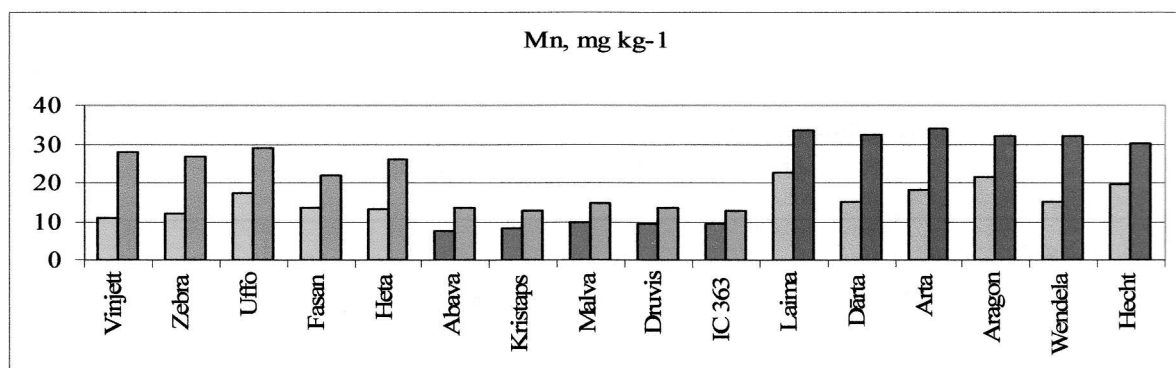
18.attēls. Vara saturs v. kviešu, miežu, un auzu graudos un salmos.

Varš graudaugos ir mazāk nekā cinks un mangāns, no graudaugiem vairāk tas ir miežu, bet mazāk auzu graudos. Kā redzams 18. attēlā, salmos tas ir vairāk nekā graudos. Ar augstāku vara saturu graudos izceļas kviešu šķirne 'Uffo' (4.03), mieži 'Abava' (4.88 mg kg⁻¹), IC 363 (4.07 mg kg⁻¹).



19. attēls. Cinka saturs v. kviešu, miežu un auzu graudos un salmos.

Cinka saturs graudos ir 3-5 reizes vairāk nekā salmos, bagātīgāki ar cinku ir auzu graudi un salmi. Auzu šķirne 'Arta' raksturojas ar visaugstāko cinka saturu graudos un salmos (19. attēls).



20. attēls. Mangāna saturs v. kviešu, miežu, un auzu graudos un salmos.

Mūsu izmēģinājumos konstatēts, ka mangāna saturs auzās un kviešos apmēram 2-3 reizes pārsniedz to miežos. Tāpat kā Zn tas graudos ir vairāk nekā salmos.

3.5 Korelācijas

3.2. tabula

Korelācija starp graudaugu ražu, graudu kvalitātes rādītājiem un siltumspēju.

	Raža t ha ⁻¹	Pelni, %	Ciete, %	Proteīns, %	Tauki, %	Kokšķiedra, %	Mitrums, %	Augst. siltumspēja, kJ/kg	Zem. siltumspēja, kJ/kg
Raža t ha ⁻¹	1								
Pelni, %	-0.594	1							
Ciete, %	0.634	-0.915	1						
Proteīns, %	-0.571	-0.118	0.024	1					
Tauki, %	-0.591	0.785	-0.823	0.182	1				
Kokšķiedra, %	-0.490	0.878	-0.962	-0.163	0.694	1			
Mitrums, %	0.558	-0.920	0.964	0.060	-0.828	-0.945	1		
Augstākā siltumspēja, kJ/kg	-0.605	0.948	-0.946	-0.096	0.854	0.909	-0.958	1	
Zemākā siltumspēja, kJ/kg	-0.609	0.945	-0.952	-0.079	0.855	0.916	-0.965	0.999	1

$$r_{0.05} = 0.468$$

Graudu augstākās siltumspējas augsti korelē ar zemākām siltumspējām. Ir atrasta pozitīva siltumspējām būtiska korelācija ar tauku un kokšķiedras un pelnu saturu, bet negatīvi korelē ar cietes saturu.

3.3. tabula

Korelācija starp augu barības elementiem, siltumspējām
un kušanas temperatūru graudos

	Kušanas temp.	Mitrums %	N, %	P, %	K, %	Ca, %	Mg, %	Augst. siltumspēja, kJ/kg	Zem. siltumspēja, kJ/kg
Kušanas Temp.	1								
Mitrums %	-0.7599	1							
N, %	-0.1702	0.03218	1						
P, %	-0.2600	0.24856	0.40706	1					
K, %	-0.3098	0.59415	-0.67477	0.0233	1				
Ca, %	0.3203	-0.28151	0.02549	0.1769	-0.2105	1			
Mg, %	-0.0305	-0.10579	0.54934	0.1894	-0.6312	0.08032	1		
Augstākā siltumspēja, kJ/kg	0.7486	-0.98595	-0.03483	-0.2745	-0.5898	0.30907	0.07003	1	
Zemākā siltumspēja, kJ/kg	0.7402	-0.98624	-0.01469	-0.2655	-0.6083	0.31829	0.08798	0.99908	1

$$r_{0.05} = 0.468$$

Graudu siltumspējas pozitīvi korelē ar kušanas temperatūru. Ir atzīmēta pozitīva korelācija, bet ne būtiska ar kalcija saturu graudos. Negatīva korelācija siltumspējām ir ar kālija saturu.

3.4. tabula

Korelācija starp mikroelementiem, siltumspējām
un kušanas temperatūru (graudos)

	Na, mg kg-1	Cu, mg kg-1	Zn, mg kg-1	Mn, mg kg-1	Pb, mg kg-1	Kušanas temp. °C	Augst. siltumspēja, kJ/kg	Zem. siltumspēja, kJ/kg
Na, mg kg-1	1							
Cu, mg kg-1	0.309	1						
Zn, mg kg-1	0.102	0.035	1					
Mn, mg kg-1	-0.675	-0.648	0.089	1				
Pb, mg kg-1	0.227	0.123	0.374	-0.078	1			
Kušanas temp. °C	0.101	-0.666	-0.056	0.355	0.037	1		
Augstākā siltumspēja, kJ/kg	0.134	-0.575	0.281	0.457	0.008	0.749	1	
Zemākā siltumspēja, kJ/kg	0.110	-0.588	0.287	0.479	0.011	0.740	0.999	1

$$r_{0.05} = 0.468$$

Korelācija starp organisko vielu elementiem,
siltumspējām un kušanas temperatūru (salmos)

Rādītāji	C,%	H,%	S, %	Cl, %	Mitrums, %	Augst. siltum- spēja, kJ/kg	Zem. siltum- spēja, kJ/kg	Kušanas temp. °C
C,%	1							
H,%	0.239	1						
S, %	-0.354	0.353	1					
Cl, %	-0.665	-0.340	0.297	1				
Mitrums, %	-0.308	-0.323	-0.171	0.280	1			
Augst. siltum- spēja, kJ/kg	0.077	0.154	0.228	-0.026	-0.377	1		
Zem. siltum- spēja, kJ/kg	0.072	0.042	0.156	0.131	-0.253	0.760	1	
Kušanas temp. °C	0.021	0.149	0.337	0.590	-0.120	0.330	0.414	1

$$r_{0.05} = 0.468$$

Salmu siltumspējām ir pozitīva korelācija ar organisko vielu elementiem, bet tā nav būtiska. Kušanas temperatūru būtiski ietekmē hlora saturs graudos. Oglekļa saturs negatīvi būtiski korelē ar hlora saturu.

3.6. tabula

Korelācija starp mikroelementiem, augu barības elementiem,
siltumspējām un kušanas temperatūru (salmos)

Rādītāji	Na, mg kg-1	Cu, mg kg-1	Zn, mg kg-1	Mn, mg kg-1	P, %	K, %	Ca, %	Mg, %	Augst. siltum- spēja, kJ/kg	Zem. siltum- spēja, kJ/kg	Kuš. temp. °C
Na, mg kg-1	1										
Cu, mg kg-1	0.008	1									
Zn, mg kg-1	0.104	-0.236	1								
Mn,mg kg-1	0.234	-0.365	0.619	1							
P, %	0.564	-0.239	0.755	0.543	1						
K, %	0.623	-0.292	0.578	0.770	0.818	1					
Ca, %	0.361	0.440	-0.109	-0.057	-0.057	0.085	1				
Mg, %	0.427	-0.118	0.667	0.597	0.834	0.756	0.106	1			
Augst. siltum- spēja, kJ/kg	0.023	-0.497	0.458	0.316	0.301	0.329	-0.249	0.153	1		
Zem. Siltum- spēja, kJ/kg	0.235	-0.101	0.286	0.173	0.302	0.347	-0.048	0.207	0.760	1	
Kušanas temp. °C	0.451	-0.100	0.387	0.510	0.557	0.615	0.062	0.657	0.330	0.414	1

$$r_{0.05} = 0.468$$

Salmu siltumspējām ir pozitīva, bet ne būtiska korelācija ar Zn, Mn, P, Mg un K saturu, bet negatīva būtiska korelācija ar Cu saturu salmos. Salmu kušanas temperatūru būtiski pozitīvi ietekmē Mn, P, K un Mg saturs.

Korelācija starp salmu kvalitatīvām īpašībām,
siltumspēju un kušanas temperatūru

Rādītāji	Mitrums, %	Pelni,%	Kok- šķiedra, %	Tauki, %	N, %	Augst. siltum- spēja, kJ/kg	Zem. siltum- spēja, kJ/kg	Kušanas temp. °C
Mitrums,%	1							
Pelni,%	0.710	1						
Kokšķiedra, %	-0.286	-0.685	1					
Tauki, %	0.222	0.103	0.167	1				
N, %	0.296	0.642	-0.630	0.507	1			
Augstākā siltumspēja, kJ/kg	-0.017	0.229	-0.382	-0.027	0.341	1		
Zemākā siltumspēja, kJ/kg	0.170	0.285	-0.222	-0.187	0.111	0.760	1	
Kušanas temp. °C	0.453	0.532	-0.469	-0.306	0.145	0.330	0.414	1

$$r_{0.05} = 0.468$$

Salmu siltumspējas pozitīvi ietekmē N saturs, bet ne būtiski. Un salmu kušanas temperatūru- pelnu saturs.

3.6. Pelnu kušanas temperatūra

Pelnu kušana var atstāt nevēlamu iespaidu uz kurtuves elementiem, bojāt tos un traucēt normālu pelnu izvadīšanas sistēmas darbību. Literatūrā nav informācijas par kurināšanai izmantojamo graudu kušanas temperatūrām. Kā rāda iepriekšējā gada Stendes GSI praktiskā pieredze, dažādu šķirņu graudi sadegot, rada pelnus ar dažādu kušanas temperatūru. Piemēram, kviešu graudu pelni veido gabalainu struktūru un apgrūtina kurtuves āru darbību un pelnu izvadīšanu.

Lai novērtētu dažādu graudaugu šķirņu piemērotību kurināšanai, tika analizēti 16 dažādu šķirņu graudaugu (kviešu, miežu un auzu) graudu un salmu paraugi. Visiem iepriekšminētajiem paraugiem tika izanalizētas pelnu kušanas temperatūras, lai noskaidrotu piemērotāko graudaugu šķirni kurināšanas vajadzībām. Pelnu kušanas temperatūru salīdzinājums ir dots 3.8. tabulā.

Iegūtie rezultāti liecina, ka kviešu salmu kušanas temperatūra, kurā sākas sfēras veidošanās (ST punkts) sakrīt ar vidējām literatūrā dotajām vērtībām (1.4. tabulu). Izkusušo pelnu izplūšana sākas pie 1200 - 1325°C (3.8. tabulu), kas ir nedaudz mazāk par literatūras vidējiem datiem.

Auzu salmu pelnu kušanas sākuma (punkts ST) temperatūra ir vidēji par 250 - 300°C augstāka par literatūrā norādīto, bet izplūšanas punkts (FT) aptuveni sakrīt ar literatūras datiem. Miežu salmu kušanas sākuma temperatūra (ST) ir no 1050 - 1150°C un izplūšanas temperatūra (FT) no 1150 līdz 1200°C. redzam, ka sfēras veidošanās sākas pie augstākas temperatūras (literatūrā dots vidēji 765°C), bet izplūšana notiek temperatūrai pieaugot tikai par aptuveni 50°C.

3.8. tabula

Salmu pelnu kušanas temperatūra pēc ISO 540

N.p.k	Analizējamais paraugs	Pelnu kušanas temperatūra			
		Deformācijas sākums DT, °C	Sfēras veidošanās sākums ST, °C	Izplūšanas sākums HT, °C	Izplūšana FT, °C
Kviešu salmi					
1.	Vinjett	965	1050	1090	1325 (*)
2.	Zebra	950	1050	1090	1315 (*)
3.	Uffo	900	975	1025	1200
4.	Fasan	925	1000	1050	1325 (*)
5.	Heta	1090	1150	1165	1275
Miežu salmi					
6.	Abava	1050	1075	1090	1150
7.	Kristaps	1025	1050	1075	1200
8.	Malva	1125	1150	1180	1200
9.	Druvis	1125	1150	1180	1200
10.	IC 363	1025	1050	1060	1150
Auzu salmi					
11.	Laima	1075	1090	1100	1125
12.	Dārta	950	980	1035	1150
13.	Arta	1050	1075	1100	1175
14.	Aragon	875	925	1025	1100
15.	Wendela	1000	1010	1035	1150
16.	Hecht	980	1000	1025	1075

Piezīme: (*) nevar precīzi noteikt FT, jo paraugs uzbriest jau pie $T > 1050$ °C pie $T > 1100$ °C parauga lielums palielinās 3 – 5 reizes; izplūšana nenotiek līdz 1300 °C

Jāatzīmē, ka salmu kušanas temperatūras dažādu punktu vērtības ir līdzīgas dažādu šķirņu graudaugu salmiem. Kušanas temperatūras vērtības ir pietiekošas, lai nodrošinātu normālu degkammeras darbību.

Ņemot vērā to, ka graudu izmantošana siltuma ieguves vajadzībām, nav plaši izplatīta un literatūrā praktiski nav datu par to pelnu kušanas temperatūrām, tika analizēti graudu paraugi un noteikta graudu pelnu kušanas temperatūra dažādām šķirnēm (6. tabula).

Kviešu graudiem pelnu kušanas temperatūra sākas jau pie 450°C (DT, 'Vinjett' un 'Uffo'). Sfēras veidošanās sākās pie 675 - 700°C, bet izplūšana notiek jau pie 820 - 850°C. Kā redzam kviešu šķirne būtiski neietekmē kušanas temperatūru.

Līdzīgi rezultāti kā kviešiem ir arī auzu šķirnei 'Arta'. Minētās kviešu šķirnes un auzu šķirne 'Arta' nav rekomendējamas kā kurināmais, jo pelnu kušana var radīt problēmas katlu darbībā.

Pārējās auzu šķirnes – 'Aragon', 'Laima', 'Hecht', 'Wendela' un 'Dārta' uzrāda ļoti augstu pelnu kušanas temperatūru, tā pārsniedz 1300 - 1400°C. Tā ir augstāka par koksnas pelnu kušanas temperatūru.

Miežu pelnu kušanas temperatūras dažādām šķirnēm atšķiras ievērojami. Kā piemērotāko var minēt šķirni 'Malva', kuras pelnu kušanas temperatūra pārsniedz 1300°C. Šī šķirne varētu būt ļoti piemērota dedzināšanai.

Miežu šķirne 'Kristaps' arī uzrāda pietiekamu pelnu kušanas temperatūru (virs 1100°C) un ir rekomendējama izmantošanai kurtuvēs.

Pārējo analizēto miežu šķirņu pelnu kušanas temperatūras (punkts ST) ir robežās no 675 - 800°C, kas ir par maz droša dedzināšanas procesa norisei.

3.9. tabula

Graudu pelnu kušanas temperatūra pēc ISO 540

N.p. k.	Analizējamais paraugs	Pelnu kušanas temperatūra			
		Deformācijas sākums DT, °C	Sfēras veidošanās sākums ST, °C	Izplūšanas sākums HT, °C	Izplūšana FT, °C
Kviešu graudi					
1.	Vinjett	450	700	815	850
2.	Zebra	625	675	770	820
3.	Uffo	450	750	800	850
4.	Fasan	530	775	815	850
5.	Heta	600	675	770	800
Miežu graudi					
6.	Abava	650	790	850	925
7.	Kristaps	1050	1100	1200	1375
8.	Malva	1350	> 1400	-	-
9.	Druvis	450	800	875	1050
10.	IC 363	450	675	800	850
Auzu graudi					
11.	Laima	1375	> 1400	> 1400	> 1400
12.	Dārta	> 1400	-	-	-
13.	Arta	700	730	810	890
14.	Aragon	1150	1300	1320	1350
15.	Wendela	> 1400	-	-	-
16.	Hecht	1325	>1400	-	-

Atšķirības graudu pelnu kušanas temperatūru vērtībās nosaka graudu ķīmiskais sastāvs vai atsevišķi ķīmiskie elementi, kas augstas temperatūras ietekmē izraisa noteiktas ķīmiskas reakcijas.

Analīzēs tika noteikts silīcija daudzums divām miežu šķirnēm – ‘Kristaps’ un ‘IC 363’. ‘Kristaps’, kas raksturojas ar augstu pelnu kušanas temperatūru (DT 1050 °C), Si saturs bija 7.1 %. Silīcija saturs līnijai IC 363 bija 1.0 % un kušanas temperatūra zema - 450 °C. Kā redzam silīcija daudzums šajās šķirnēs ievērojami atšķiras un ievērojami atšķiras arī pelnu kušanas temperatūras. Lai iegūtu ticamus rezultātus pētījumi šajā virzienā būtu jāturpina. Pozitīvu rezultātu gadījumā būtu iespējams selekcionēt speciālas enerģētiskās graudaugu šķirnes ar kurināšanai piemērotām īpašībām.

Secinājumi

Lai noskaidroti dažādu graudaugu sugu un šķirņu nozīmi siltumenerģijas ražošanai, 2007. g. Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūtā veikti pētījumi un iegūti šādi secinājumi:

1. Izmēģinājumā iekļautās vasaras kviešu, miežu un auzu šķirnes bija atšķirīgas pēc kvalitatīvajām īpašībām. No graudaugiem ar visaugstāko cietes un kopprpēina saturu raksturojas kviešu šķirnes, bet ar tauku un kokšķiedras saturu auzas.
2. Vasaras kviešu, miežu un auzu graudi un salmi raksturojas ar augstu siltumspēju. Auzām gan graudiem (16.53-17.03 MJ kg⁻¹), gan salmiem (16.43- 17.23 MJ kg⁻¹) tā ir atzīmēta augstāka nekā miežu graudiem (15.97 - 16.31 MJ kg⁻¹) un salmiem (16.28- 16.94 MJ kg⁻¹), kā arī kviešu graudiem (15.53 – 15.61 MJ kg⁻¹). Kviešu salmu augstākā siltumspēja (16.52 – 17.04 MJ kg⁻¹) pārspēj graudu siltumspēju. No v. kviešu šķirnēm – ‘Uffo’, ‘Fasan’ un Heta’; no miežiem - ‘Malva’, ‘Kristaps’ un IC 363’; no auzām – ‘Laima’, ‘Arta’ un ‘Wendela’ izceļas ar augstākām siltumspējām.
3. Auzu graudos un salmos sērs ir vairāk nekā miežos un kviešos. Visvairāk hlors konstatēts miežu un auzu salmos. Ir atšķirības starp šķirnēm.
4. Pelnu saturs graudos ir robežās no 1.75-1.90 % kviešiem, 2.22-2.54 % miežiem un 2.72-3.12 % auzām. Sadedzinot salmus, pelnu saturs ir augstāks: kviešiem – 3.34-4.28 %, miežiem -3.99 – 4.80 %, auzām – 5.82 – 6.85 % .
5. No augu barības elementiem kālija saturs miežu un kviešu graudos ir līdzīgs, bet auzu graudos ir mazāks. Kālija saturs salmos ir lielāks nekā graudos, pie tam visaugstākais tas ir auzu salmos (2.98- 3.82 %). Fosfora saturs miežu graudos (0.22-0.29 %) nedaudz atpaliek no to satura kviešu un auzu graudos (0.27- 0.30%). Salmos fosfors ir mazāk kviešos un miežos, bet vairāk auzu salmos (0.12- 0.21 %). No graudaugiem kviešiem un miežiem magnija saturs ir lielāks graudos nekā salmos, ar izņēmumiem (šķirnes ‘Uffo’, ‘Abava’, ‘Malva’), bet auzām – otrādi. Graudaugu salmi satur vairāk kalcija nekā graudi. Pētīto labību šķirnes ir atšķirīgas pēc šī rādītāja gan graudos, gan salmos. Kviešu šķirnei ‘Heta’, miežu šķirnēm ‘Abava’, ‘Malva’, auzu šķirnei ‘Laima’ kalcija saturs salmos ir vairāk nekā citām šķirnēm.
6. No mikroelementiem cinka saturs graudos ir 3-5 reizes vairāk nekā salmos, bagātīgāki ar cinku ir auzu graudi un salmi. Auzu šķirne ‘Arta’ raksturojas ar visaugstāko cinka saturu graudos un salmos. Varš graudaugos ir mazāk nekā cinks un mangāns, no graudaugiem vairāk tas ir miežu, bet mazāk auzu graudos. Salmos tas ir vairāk nekā graudos.
7. Graudu siltumspējām ir atrasta pozitīva būtiska korelācija ar tauku un kokšķiedras un pelnu saturu, bet negatīva korelācija ar cietes saturu. Ir negatīva korelācija ar kālija un vara saturu, bet pozitīva ar mangāna saturu.
8. Salmu siltumspējām ir pozitīva, bet ne būtiska korelācija ar Zn, Mn, P, Mg un K saturu, bet negatīva būtiska korelācija ar Cu saturu salmos. Salmu kušanas temperatūru būtiski pozitīvi ietekmē Mn, P, K un Mg saturs.

Izmantotā literatūra

1. S. Madera. Bioloģija I daļa Zvaigzne ABC. 1998, 298 lpp..
2. Egle Z., Degvielas un eļļas.- Liesma, Rīga, 1974., 271 lpp.
3. http://www.fao.org/docrep/007/j4504e/j4504e08.htm#P831_46171, UBET Unified Bioenergy Terminology, skatīts 18.07.2007.
4. http://www.grandeg.lv/?item_id=47, skatīts 20. 07.2007.
5. http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/refa-f.html, James A. Duke. 1983. Handbook of Energy Crops. Unpublished., skatīts 17.07.2007.
6. Potential of energy wood. In Cordis focus nr.63-May 2007, p.16.
<http://www.eeci.net> ,skatīts 09.07.2007
7. Alakangas, E. *Properties of fuels used in Finland*. 2000, VTT: Espoo, p

Graudu kvalitātes rādītāji

	Rūgums, %	Peļņi, %	Čerņi, %	Proceļņi, %	Tausti, %	Kaļķakmeņi, %
Vijolīti	5,75	1,9	68,13	12,81	1,88	3,07
Zelma	3,47	1,89	66,34	12,96	2,62	3,16
Ufo	6,06	1,95	69,83	12,02	2,72	3,18
Fasat	5,96	1,75	68,3	11,65	2,11	2,64
Hera	4,27	1,89	67,33	14,92	2,17	3,04
Abava	4,94	2,54	39,32	11,25	2,22	3,21
Kristāps	5,83	2,39	61,96	10,58	2,22	3,97
Malva	3,59	2,41	62,68	10,59	2,21	3,47
Dzevis	5,78	2,54	60,2	9,85	2,04	6,11
IC 363	4,57	2,22	64,93	11,36	2,42	2,75
Laime	4,84	2,95	43,28	12,05	8,24	9,07
Dāra	4,56	2,9	47,17	11,5	8,68	8,8
Arta	3,37	3,12	43,99	14,86	7,25	8,78
Arāgon	4,78	3,02	46,69	14,09	6,94	10,18
Wendela	4,76	2,95	50,43	11,8	6,49	9,14
Hera	4,56	2,72	55,5	11,18	4,31	13

Pielikums

Oglekļa, ūdeņraža, slāpekļa un hloru saturs un siltumspējas graudos

Skaņi	C, %	H, %	N, %	Cl, %	Mūnass, %	Augstākā siltumspēja, kJ/kg	Zemākā siltumspēja, kJ/kg
Kvieši							
Vijolīti	46,06	6,22	0,30	0,044	11,16	15509	13861
Zelma	45,96	6,25	0,25	0,059	11,29	15538	13858
Ufo	46,00	6,34	0,23	0,075	11,15	15607	13955
Fasat	45,67	6,34	0,23	0,066	10,98	15586	13910
Hera	45,95	6,39	0,23	0,040	11,03	15615	13933
Mieži							
Abava	45,71	6,53	0,24	0,122	10,49	15923	14223
Kristāps	45,80	6,43	0,21	0,101	9,82	16031	14390
Malva	46,70	6,78	0,21	0,120	10,19	16373	14510
Dzevis	45,59	6,39	0,21	0,176	10,66	16116	14426
IC 363	45,68	6,45	0,22	0,105	10,81	15971	14286
Arāpi							
Laime	47,72	6,39	0,25	0,034	7,73	16828	15141
Dāra	47,51	6,69	0,25	0,045	8,92	16956	15273
Arta	47,28	6,36	0,25	0,025	8,22	16972	15366
Arāgon	47,11	6,53	0,24	0,046	7,83	17026	15391
Wendela	46,75	6,48	0,25	0,040	8,74	16534	14888
Hera	41,20	6,37	0,24	0,059	8,02	16823	15230

1. pielikums

Graudu kvalitātes rādītāji

	Raža t ha ⁻¹	Pelni, %	Ciete, %	Proteīns, %	Tauki, %	Koksšķiedra, %
Vinjett	5.73	1.9	68.13	12.41	1.88	3.07
Zebra	5.47	1.89	66.34	12.86	2.62	3.16
Uffo	6.06	1.95	69.82	12.02	2.72	3.06
Fasan	5.96	1.75	68.8	11.65	2.11	2.64
Heta	4.27	1.89	67.33	14.92	2.17	3.04
Abava	4.94	2.54	59.72	11.23	2.22	5.81
Kristaps	5.83	2.39	61.96	10.35	2.22	5.97
Malva	5.59	2.41	62.68	10.57	2.21	5.67
Druvis	5.78	2.54	60.2	9.86	2.04	6.11
IC 363	4.57	2.22	64.93	11.26	2.42	2.75
Laima	4.84	2.95	45.28	12.05	8.24	9.07
Dārta	4.56	2.9	47.17	11.5	8.68	8.6
Arta	3.37	3.12	45.99	14.86	7.25	8.78
Aragon	4.78	3.01	48.69	11.09	6.94	10.18
Wendela	4.76	2.95	50.45	11.8	4.49	9.14
Hecht	4.56	2.72	40.95	11.18	4.31	13

2. pielikums

Oglekļa, ūdeņraža, sēra un hlora saturs un siltumspējas graudos

Šķirnes	C, %	H, %	S, %	Cl, %	Mitrums, %	Augstākā siltumspēja, kJ/kg	Zemākā siltumspēja, kJ/kg
Kvieši							
Vinjett	46,06	6,22	0,30	0,044	11,16	15509	13861
Zebra	45,96	6,35	0,25	0,059	11,29	15538	13858
Uffo	46,00	6,34	0,23	0,075	11,15	15607	13953
Fasan	45,67	6,34	0,23	0,066	10,98	15586	13916
Heta	45,95	6,39	0,25	0,040	11,02	15615	13933
Mieži							
Abava	45,71	6,53	0,24	0,122	10,49	15923	14223
Kristaps	45,80	6,42	0,21	0,103	9,92	16051	14390
Malva	45,70	6,58	0,21	0,120	10,19	16313	14610
Druvis	45,59	6,49	0,21	0,136	10,06	16116	14436
IC 363	45,68	6,43	0,22	0,109	10,81	15971	14286
Auzas							
Laima	47,72	6,59	0,25	0,034	7,73	16828	15181
Dārta	47,51	6,60	0,25	0,049	8,92	16950	15 273
Arta	47,28	6,36	0,29	0,025	8,22	16972	15366
Aragon	47,11	6,53	0,24	0,046	7,85	17026	15391
Wendela	46,75	6,48	0,25	0,040	8,74	16534	14888
Hecht	47,20	6,37	0,24	0,059	8,00	16823	15220

Augu barības elementu saturs graudos

Šķirnes	Mitrums %	N,%	P, %	K, %	Ca, %	Mg,%
Kvieši						
Vinjett	12.30	2,18	0.30	0.92	0.09	0.13
Zebra	12.22	2.26	0.28	0.95	0.10	0.13
Uffo	12.10	2.11	0.30	1.02	0.09	0.13
Fasan	12.16	2.04	0.27	0.92	0.09	0.17
Heta	11.96	2.62	0.27	0.76	0.03	0.16
Mieži						
Abava	10.76	1.80	0.26	1.01	0.04	0.12
Kristaps	10.68	1.66	0.26	0.96	0.08	0.16
Malva	10.64	1.69	0.23	1.02	0.08	0.10
Druvis	10.46	1.58	0.22	1.01	0.06	0.12
IC 363	11.11	1.80	0.29	0.97	0.04	0.13
Auzas						
Laima	7.99	2.11	0.28	0.78	0.11	0.15
Dārta	8.02	2.02	0.28	0.79	0.11	0.15
Arta	8.36	2.61	0.26	0.61	0.08	0.17
Aragon	8.02	1.95	0.28	0.86	0.10	0.12
Wendela	8.87	2.07	0.27	0.91	0.04	0.14
Hecht	8.18	1.96	0.23	0.72	0.09	0.14

Nātrija un mikroelementu saturs graudos

Šķirnes	Na, mg kg ⁻¹	Cu, mg kg ⁻¹	Zn, mg kg ⁻¹	Mn, mg kg ⁻¹	Pb, mg kg ⁻¹
Kvieši					
Vinjett	25,68	3,81	21,24	27,96	0,08
Zebra	25,13	3,37	20,19	26,93	0,02
Uffo	22,68	4,03	20,11	28,94	0,02
Fasan	28,02	2,88	21,65	21,84	0,03
Heta	36,49	2,98	19,01	26,06	0,01
Mieži					
Abava	45,05	4,88	22,32	13,70	0,04
Kristaps	41,74	3,20	20,49	12,99	0,06
Malva	37,52	3,30	21,28	14,53	0,03
Druvis	45,39	4,02	20,57	13,41	0,05
IC 363	40,18	4,07	22,88	12,81	0,04
Auzas					
Laima	33,14	2,57	22,27	33,73	0,03
Dārta	33,61	2,93	21,80	32,52	0,05
Arta	31,61	2,90	27,93	33,82	0,05
Aragon	29,37	2,62	17,59	31,91	0,01
Wendela	36,08	2,51	21,51	32,09	0,08
Hecht	33,00	2,46	21,33	30,31	0,02

5. pielikums

Oglekļa, ūdeņraža, sēra un hlora saturs un siltumspējas salmos

Šķirnes	C,%	H,%	S, %	Mitrumš, %	Augstākā siltumspēja, kJ/kg	Zemākā siltumspēja, kJ/kg	Cl, %
Kvieši							
Vinjett	48.45	5.64	0.22	10.88	16522	15016	0.25
Zebra	48.21	5.61	0.22	10.32	16535	15287	0.065
Uffo	48.48	5.67	0.24	11.40	16892	15375	0.26
Fasan	48.16	5.61	0.18	11.05	16998	15474	0.21
Heta	48.15	5.65	0.19	10.78	17038	15534	0.22
Mieži							
Abava	47.05	5.43	0.16	12.7	16285	14774	0.78
Kristaps	46.46	5.69	0.25	11.72	16903	15359	0,38
Malva	47.54	5.67	0.20	11.8	16299	15397	0.48
Druvis	48.12	5.72	0.21	11.60	16496	14948	0.52
IC 363	47.72	5.63	0.27	11.65	16945	15425	0.45
Auzas							
Laima	47.33	5.67	0.25	10.92	16430	14910	0.74
Dārta	47.64	5.59	0.24	11.2	17238	16 826	0.83
Arta	47.38	5.64	0.27	11.5	17062	15534	0.63
Aragon	47.93	5.63	0.17	10.57	17200	15697	0.46
Wendela	47.13	5.63	0.27	10.45	17171	15671	0.75
Hecht	46.67	5.59	0.26	10.91	16557	15055	0.81

6. pielikums

Mitruma, pelnu, kokšķiedras un tauku saturs salmos

Šķirnes	Mitrumš,%	Pelni,%	Kokšķiedra,%	Tauki, %	N, %
Kvieši					
Vinjett	10.4	4.03	45.45	1.42	0.58
Zebra	10.6	4.28	44.89	1.15	0.60
Uffo	10.3	3.34	45.32	1.16	0.53
Fasan	10.5	4.12	45.52	1.33	0.57
Heta	10.4	3.79	46.82	1.27	0.65
Mieži					
Abava	11.9	4.89	50.7	1.73	0.65
Kristaps	10.1	4.16	48.4	1.80	0.68
Malva	11.8	3.99	49.4	1.46	0,51
Druvis	10.1	4.15	46.8	1.30	0.61
IC 363	10.2	4.80	44.5	1.58	0.73
Auzas					
Laima	11.5	6.85	42.87	1.30	0.67
Dārta	11.5	6.64	43.60	1.26	0.67
Arta	11.8	5.97	40,02	1.73	0.85
Aragon	11.4	5.82	44.14	1.39	0.67
Wendela	12.3	6.60	42.22	1.45	0.67
Hecht	11.5	6.60	38.85	1.40	0.76

Augu barības elementu saturs salmos

Šķirnes	P, %	K, %	Ca, %	Mg, %
Kvieši				
Vinjett	0.09	1.37	0.46	0.10
Zebra	0.11	1.60	0.28	0.09
Uffo	0.10	1.46	0.30	0.17
Fasan	0.09	1.67	0.46	0.07
Heta	0.09	1.02	0.64	0.10
Mieži				
Abava	0.11	1.64	0.62	0.17
Kristaps	0.11	1.28	0.48	0.07
Malva	0.10	1.26	0.64	0.11
Druvis	0.10	1.35	0.50	0.07
IC 363	0.13	1.41	0.33	0.08
Auzas				
Laima	0.16	3.69	0.61	0.20
Dārta	0.17	3.67	0.53	0.20
Arta	0.21	2.98	0.41	0.24
Aragon	0.12	3.58	0.48	0.12
Wendela	0.18	3.82	0.49	0.22
Hecht	0.18	3.77	0.46	0.20

Nātrija un mikroelementu saturs salmos.

Šķirnes	Na, mg kg ⁻¹	Cu, mg kg ⁻¹	Zn, mg kg ⁻¹	Mn, mg kg ⁻¹	Pb, mg kg ⁻¹
Kvieši					
Vinjett	23,54	6,33	5,27	10,89	0,034
Zebra	21,46	5,37	4,20	12,08	0,097
Uffo	25,79	5,19	5,40	17,31	0,086
Fasan	45,19	4,67	5,52	13,51	0,080
Heta	21,50	4,27	5,53	13,35	0,031
Mieži					
Abava	236,50	38,59	4,23	7,53	z.n.l.
Kristaps	187,04	9,66	4,66	8,30	z.n.l.
Malva	147,14	132,89	4,91	9,67	z.n.l.
Druvis	211,88	6,87	3,94	9,43	z.n.l.
IC 363	213,55	9,16	5,43	9,58	z.n.l.
Auzas					
Laima	321,22	4,33	5,52	22,73	0,038
Dārta	359,95	3,97	5,70	15,05	z.n.l.
Arta	162,15	4,15	7,88	18,02	z.n.l.
Aragon	223,34	3,86	5,44	21,52	z.n.l.
Wendela	173,48	4,77	6,00	15,21	z.n.l.
Hecht	224,71	4,67	6,89	19,57	z.n.l.