Latvijas Lauksaimniecības universitāte
LAUKSAIMNIECĪBAS FAKULĀTE
AGROBIOTEHNOLOĢIJAS INSTITŪTS

VALSTS STENDES GRAUDAUGU SELEKCIJAS INSTITŪTS

MĀRA BLEIDERE

GRAUDU KVALITĀTES IZVĒRTĒJUMS LOPBARĪBAS MIEŽU SELEKCIJAI LATVIJĀ
GRAIN QUALITY EVALUATION FOR FEED BARLEY BREEDING IN LATVIA

Promocijas darbs lauksaimniecības zinātņu doktora
(Dr. agr.) grāda iegūšanai

Zinātniskais vadītājs Dr. agr. Zinta Gaile

Promocijas darba autors Māra Bleidere

Jelgava 2010

Darbs izpildīts Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības fakultātes Agrobiotehnoloģijas institūtā un APP „Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūtā”.

Pētījumi veikti laika periodā no 2004. līdz 2008. gadam.

Promocijas darba zinātniskā vadītāja

Prof., Dr. agr. Zinta Gaile

Darbs akceptēts iesniegšanai Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības nozares Laukkopības apakšnozares promocijas padomē ar Agrobiotehnoloģijas institūta 2009. gada 3. decembra paplašinātās akadēmiskā personāla pārstāvju kopsēdes lēmumu.

DARBĀ LIETOTIE AKRONĪMI, ABREVIATŪRAS UN APZĪMĒJUMI

AA	aizvietojamās aminoskābes
BGL	β-glikāni
C	ciete
GD	viena grauda diametrs
GK	galvenā komponente
GM	viena grauda masa
kD	kilodaltoni
KP	koppelni
KT	koptauki
KŠ	kokšķiedra
MM	molekulmasa
NA	neaizvietojamās aminoskābes
NSK	neitrāli skalotā kokšķiedra
P	fosfors
PL	plēkšņainība
PR	kopproteīns
RCI	relatīvais cietības indekss
SSK	skābi skalotā kokšķiedra
TGM	1000 graudu masa
TM	tilpummasa

DARBĀ IEVIETOTO TABULU SARAKSTS

1.1. tabula	Miežu graudu vidējais ķīmiskais sastāvs salīdzinājumā ar kukurūzu un kviešiem.....	30
1.2. tabula	Pēc graudu kvalitātes rādītājiem augstvērtīgas vasaras miežu šķirnes modeļa raksturojums izmantošanai dažādām mājdzīvnieku grupām.....	31
1.3. tabula	Pēc graudu kvalitātes rādītājiem augstvērtīgas vasaras miežu šķirnes modeļa raksturojums izmantošanai dažādām mājdzīvnieku grupām..	52
2.1. tabula	Pētījumā iekļautie vasaras miežu genotipi.....	56
2.2. tabula	Pētījumā iekļautās krustojumu kombinācijas un līnijas.....	57
2.3. tabula	Augsnes agroķīmisko rādītāji graudaugu selekcijas augu sekas laukos, 2004.-2006. g.	58
2.4. tabula	Pielietotā agrotehnika graudaugu selekcijas augu sekas laukos, 2004.-2006. g.	59
2.5. tabula	Augsnes agroķīmisko rādītāji graudaugu selekcijas augu sekas laukos, 2007.-2008.g.	59
2.6. tabula	Pielietotā agrotehnika graudaugu selekcijas augu sekas laukos, 2007.- 2008. g.	60
3.1. tabula	Vasaras miežu genotipu graudu kvalitātes fizikālo rādītāju raksturojums, vidēji 2004.-2006. G.	71
3.2. tabula	Graudu kvalitātes raksturojums miežu šķirņu ‘Ansis’ un ‘Linga’ dažādu frakciju graudiem, 2006.g.	74
3.3. tabula	Vasaras miežu genotipu graudu kvalitātes ķīmisko rādītāju raksturojums,vidēji 2004.-2006. g.	77
3.4. tabula	Lizīna saturs graudu sausnā (g kg^{-1}) un proteīnā (g 100 g proteīna) dažādiem vasaras miežu genotipiem ar atšķirīgu kopproteīna saturu graudos, vidēji 2005.-2006.g.	80
3.5. tabula	Latvijā selekcionēto miežu šķirņu raksturojums pēc graudu fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem, vidēji 2004.-2006.g.	87
3.6. tabula	Kopproteīna saturs graudos vasaras miežu genotipiem ar dažādiem C hordeīna profiliem	92
3.7. tabula	Kopproteīna saturs graudos vasaras miežu genotipiem ar dažādiem B hordeīna profiliem	95
3.8. tabula	D, C un B hordeīna polipetīdu joslu klātbūtnes un iztrūkuma saistība ar kopproteīna saturu graudos…….....	99
3.9. tabula	Genotipiskie korelācijas koeficienti starp relatīvo cietības indeksu un citiem plēkšņaino un kailgraudu vasaras miežu genotipu graudu fizikāliem un ķīmiskiem rādītājiem, 2004.-2005. g.	101
3.10. tabula	Genotipiskās korelācijas koeficienti starp kopproteīna saturu graudos un citiem graudu kvalitātes rādītājiem plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem, 2004.-2006.g.	102
3.11. tabula	Genotipiskās korelācijas koeficienti starp cietes saturu graudos un citiem graudu kvalitātes rādītājiem dažādām miežu formām, 2004.-2006. g.	104
3.12. tabula	Galveno komponentu slodzes struktūra kailgraudu un plēkšņaino miežu graudu kvalitātes rādītājiem, vidēji 2004. - 2006. g.....	107
3.13. tabula	Faktoru ietekmes īpatsvars (η^2,%) uz dažādu formu vasaras miežu graudu kvalitātes rādītājiem	110

3.14. tabula Vasaras miežu graudu kvalitātes rādītāju raksturojums, vidēji 2004.-2006.g. 111
3.15. tabula Augu attīstības periodu garums un meteoroloģisko apstākļu raksturojums vasaras miežu graudu veidošanās periodā, 2004-2006. g. 112
3.16. tabula Latvijā selekcionēto šķirņu graudu kvalitātes rādītāju mainības raksturojums ar pazīmes variācijas koeficientu (V%), 2004.-2006. g..... 114
3.17. tabula 1000 graudu masa F_4 un F_5 paaudzes miežu līnijām krustojumu kombinācijās starp plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem, 2007-2008. g. 116
3.18. tabula Plēkšņainās un kailgraudu līnijas ar pozitīvu un negatīvu transgresiju pēc 1000 graudu masas dažādās krustojumu kombinācijās 117
3.19. tabula Kopproteīna saturs F_4 and F_5 paaudzes miežu līnijām krustojumu kombinācijās starp plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem, 2007-2008. g..... 118
3.20. tabula Plēkšņainās un kailgraudu līnijas ar pozitīvu un negatīvu transgresiju pēc kopproteīna satura graudos dažādās krustojumu kombinācijās 119
3.21. tabula Kopproteīna un aminoskābju saturs sausnā (g kg^{-1}) vecākaugu šķirnēm, plēkšņaino un kailgraudu līniju populācijai krustojumu kombinācijā 04-09 (Justina/L 302), 2008. g. 120
3.22. tabula Neaizvietojamo (NA) un aizvietojamo (AA) aminoskābju saturs graudu sausnā (g kg^{-1}) un proteīnā (g 100 g proteīna) genotipiem no krustojumu kombinācijas 04-09 (Justina/L 302), 2008. g. 122
3.23. tabula Cietes saturs F_4 and F_5 paaudzes miežu līnijām krustojumu kombinācijās starp plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem, 2007-2008. g. 123
3.24. tabula Plēkšņainās un kailgraudu līnijas ar pozitīvu un negatīvu transgresiju pēc cietes satura graudos dažādās krustojumu kombinācijās 124
3.25. tabula β-glikānu saturs F_4 and F_5 paaudzes miežu līnijām krustojumu kombinācijās starp plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem, 2007-2008. g. 125
3.26. tabula Plēkšņaino līniju sadalījums grupās pēc graudu kvalitātes ar klāsteru analīzi, vidēji 2007.-2008. g. 126
3.27. tabula Kailgraudu līniju sadalījums grupās pēc graudu kvalitātes ar klāsteru analīzi, vidēji 2007.-2008. g. 127
3.28. tabula Plēkšņaino un kailgraudu miežu līniju graudu kvalitātes rādītāju vidējie F_4 un F_5 hibrīdajā paaudzē, determinācijas koeficients (R^2%) un iedzimstamības raksturojums ar starppaaudžu korelācijas koeficientu (r) un lineārās regresijas koeficientu (b)..... 129

DARBĀ IEVIETOTO ATTĒLU SARAKSTS

2.1. att.	Vidējā diennakts gaisa temperatūra pa mēnešiem, °C, 2004.-2008. g.	61
2.2. att.	Nokrišņu sadalījums pa mēnešiem, mm, 2004.-2008. g.	62
2.3. att.	Kontrolšķirnes 'Igri' un molekulmasas marķiera (MM) polipeptīdu joslu molekulmasa, kilodaltoni (kDa)	68
3.1. att.	Divkanšu un daudzkanšu miežu šķirņu sadalījums pēc plēkšņu īpatsvara, 2004.-2006. g.	73
3.2. att.	Miežu genotipu sadalījums pēc graudu relatīvā cietības indeksa (RCI), 2004.-2005.g.	75
3.3. att.	SSK un NSK saturs plēkšņainajiem un kailgraudu miežu genotipiem, vidēji 2004.-2005. g.	84
3.4.att.	Miežu graudu ķīmisko kvalitātes rādītāju variācijas koeficienti (%) dažādu miežu formu genotipiem, vidēji 2004.-2006.g.	85
3.5. att.	Latvijā selekcionēto šķirņu sadalījums grupās pēc graudu fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem, vidēji 2004.-2006.g.	86
3.6. att.	Latvijā selekcionēto vasaras miežu šķirņu integrālais novērtējums pēc to piemērotības izmantošanai neatgremotājiem mājdzīvniekiem	89
3.7.att.	Latvijā selekcionēto vasaras miežu šķirņu integrālais novērtējums pēc to piemērotības izmantošanai atgremotājiem mājdzīvniekiem	90
3.8. att.	Dažādu vasaras miežu formu sadalījums pēc D hordeīna profiliem…..	92
3.9. att.	Kopproteīna saturs graudos vasaras miežu genotipiem ar dažādiem D hordeīna profiliem	92
3.10. att.	Dažādu vasaras miežu formu sadalījums atbilstoši C hordeīna joslu profiliem……..	93
3.11. att.	Dažādu vasaras miežu formu sadalījums atbilstoši B hordeīna profiliem……..	94
3.12. att.	Dendrogramma, piemērojot tuvākā kaimiņa (Neighbor-joining) klasteru veidošanas un Euklīda (Euclideant) distances aprēķināšanas metodes, kas miežu genotipus apvieno radniecīgās grupās (I, II, III) pēc hordeīnu joslu profiliem	96
3.13. att.	Vasaras miežu genotipi, kas raksturojas ar identiskiem hordeīna joslu profiliem un atšķirīgu kopproteīna saturu graudos…….	97
3.14. att.	Korelācijas koeficienti starp graudu fizikālajiem rādītājiem, 2004.-2005.g.	100
3.15. att.	Komponentu īpašvērtības plēkšņaino un kailgraudu miežu graudu kvalitātes rādītājiem	105
3.16. att.	Dispersijas daļa (%) starp mainīgajiem sākotnējā korelāciju matricā, ko izskaidro trīs galvenie komponenti (GK1, GK2, GK3)	106
3.17. att.	Dispersijas daļa (%), ko plēkšņaino miežu graudu kvalitātes rādītājiem izskaidro trīs galvenie komponenti (GK1, GK2, GK3)	106
3.18. att.	Dispersijas daļa (%), ko kailgraudu miežu graudu kvalitātes rādītājiem izskaidro trīs galvenie komponenti (GK1, GK2, GK3)	107
3.19. att.	Faktoru ietekmes īpatsvars uz vasaras miežu graudu kvalitātes rādītājiem, 2004.-2006.g.	110

ANOTĀCIJA

Bleidere M. Graudu kvalitātes izvērtējums lopbarības miežu selekcijai Latvijā: Promocijas darbs Dr. agr. zinātniskā grāda ieguvei. Jelgava, 2010, - 133 lpp.

Darbā pētītas 52 vasaras miežu šķirnes un līnijas no dažādām pasaules valstīm no vasaras miežu kolekcijas, kā arī plēkšņainās un kailgraudu līnijas, kas iegūtas no krustojumu kombinācijām starp plēkšņainiem un kailgraudu genotipiem. Veikta genotipu izvērtēšana pēc graudu fizikālajām un ķīmiskajām īpašībām, sniedzot rezultātu analīzi no lopbarības graudu kvalitātes perspektīvas, analizējot miežu graudu fizikālo un ķīmisko īpašību mainību, savstarpējās sakarības, kā arī iedzimstamību miežu hibrīdajās populācijās. Pētījuma periodā apgūtas un adaptētas jaunas miežu graudu kvalitātes izpētes metodes. Pētījumi veikti no 2004. līdz 2008. gadam Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūtā.

Darbā konstatēja, ka divkanšu miežu genotipi, pēc graudu fizikālajiem rādītājiem un ķīmiskā sastāva raksturojas ar augstāku lopbarības kvalitāti nekā daudzkanšu mieži. Divkanšu miežiem bija būtiski augstāka tilpummasa, 1000 graudu masa, cietes saturs, būtiski zemāka plēkšņainība un kokšķiedras saturs graudos. Kailgraudu miežu genotipiem, salīdzinot ar plēkšņainajiem miežiem, bija būtiski augstāka tilpummasa, cietes, β-glikānu, koptauku, un fosfora saturs graudos.

Graudu tilpummasu var izmantot kā izlases kritēriju augstvērtīgu lopbarības miežu selekcijā, jo konstatēta būtiska pozitīva šī rādītāja korelācija ar cietes saturu graudos. Pozitīva korelācija starp graudu cietību un β-glikānu saturu graudos dod iespēju miežu šķirņu veidošanai, kas nodrošinātu atgremotāju un neatgremotāju mājdzīvnieku izvirzītās prasības augstvērtīgai lopbarības miežu šķirnei.

Šķirnei kā faktoram konstatēts augstākais ietekmes īpatsvars uz analizēto graudu kvalitātes rādītāju mainību. Cietes un kopproteīna satura būtisku atšķirību starp pētījuma gadiem noteica temperatūra un nokrišņu daudzums graudu veidošanās perioda pirmajā pusē.

Šķirne ’Gāte’ nodrošinājusi zemāko normēto noviržu summu no vēlamo graudu fizikālo un ķīmisko rādītāju vērtībām, kas nozīmīgas abām mājdzīvnieku grupām. Ja relatīvo cietības indeksu pieņem kā galveno izlases kritēriju, tad šķirne vairāk piemērota atgremotāju mājdzīvnieku prasībām, jo raksturojas ar cietu endospermu.

No krustojumu kombinācijām, kur kā vecāki izmantoti plēkšņainie un kailgraudu genotipi, ir iespējams iegūt plēkšņainās līnijas ar paaugstinātu kopproteīna un β-glikānu saturu graudos, kailgraudu līnijas ar paaugstinātu 1000 graudu masu un pazeminātu β-glikānu saturu graudos. Ir atlasītas plēkšņainās un kailgraudu līnijas ar noturīgu pozitīvu vai negatīvu transgresiju pēc 1000 graudu masas, kopproteīna, cietes un β-glikānu satura graudos.

Pieaugot kopproteīna saturam graudos, samazinās lizīna proporcija proteīnā. Augstvērtīgāko proteīnu pēc neaizvietojamo un aizvietojamo aminoskābju sastāva nodrošināja miežu genotipi ar vidēju (120-140 g kg^{-1}) kopproteīna saturu graudos. Atlasītas 18 augstvērtīgas plēkšņaino un kailgraudu miežu līnijas ar vidēju kopproteīna un paaugstinātu cietes saturu graudos, kas izmantojamas kā perspektīvs izejmateriāls turpmākajam lopbarības miežu šķirņu selekcijas darbam.

Atrastas būtiskas atšķirības pēc kopproteīna satura graudos starp noteiktiem D, C un B hordeīnu joslu profiliem, un hordeīna polipeptīdu joslām. Datus par hordeīnu daudzveidību var izmantot selekcijas sākumposmā gan selekcijas izejmateriāla ģenētiskās daudzveidības, gan selekcijas līniju kopproteīna satura izvērtēšanā.

Pētījuma rezultāti sakārtoti 28 tabulās, 19 attēlos un 62 pielikumos. Darba teorētiskam pamatojumam izmantoti 284 literatūras avoti un 24 interneta avoti.

SATURS

IEVADS 10

1. LITERATŪRAS APSKATS 14
1.1. Miežu izplatība un formu daudzveidība 14
1.2. Miežu graudu kvalitātes nosacījumi atkarībā no to izmantošanas virziena 15
1.2.1. Mieži lopbarībai 15
1.2.2. Mieži iesalam un spirtam 17
1.2.3. Mieži pārtikai 18
1.3. Lopbarības miežu šķirņu selekcija pasaulē 19
1.4. Lopbarības miežu graudu kvalitātes radītāju raksturojums 23
1.4.1. Graudu kvalitātes fizikālie rādītāji 23
1.4.2. Graudu kvalitātes ķīmiskie rādītāji 25
1.5. Korelatīvās sakarības starp graudu kvalitātes rādītājiem 31
1.6. Miežu graudu kvalitātes rādītājus ietekmējošie faktori 33
1.6.1.Genotips 33
1.6.2. Agrometeoroloģiskie apstākļi 36
1.7. Miežu šķirņu barības vērtības salīdzinājums dažādu grupu mājdzīvniekiem 39
1.7.1. Miežu graudu barības vērtību raksturojošie rādītāji un novērtēšanas metodes 39
1.7.2. Miežu šķirņu salīdzinājums izmantošanai liellopu ēdināšanā 41
1.7.3. Miežu šķirņu salīdzinājums izmantošanai cūku ēdināšanā 44
1.7.4. Miežu šķirņu salīdzinājums izmantošanai putnu ēdināšanā 49
1.8. Selekcijas metodes lopbarības miežu graudu kvalitātes uzlabošanai 52

2. MATERIĀLS UN METODIKA 56
2.1. Pētījumu objekts 56
2.2. Izmēģinājumu vietas un apstākļu raksturojums 58
2.2.1. Augsnes raksturojums un pielietotā agrotehnika 58
2.2.2. Meteoroloģisko apstākļu raksturojums 60
2.3. Materiāla novērtēšanas metodika 62
2.3.1. Augu fenoloģiskie novērojumi 62
2.3.2. Graudu kvalitātes fizikālie rādītāji 63
2.3.3. Graudu kvalitātes ķīmiskie rādītāji 63
2.4. Datu statistiskā analīze 66

3. REZULTĀTI UN TO ANALĪZE 70
3.1.Graudu kvalitātes rādītāju izvērtējums dažādām vasaras miežu formām 70
3.1.1.Graudu kvalitātes fizikālo rādītāju novērtējums 70
3.1.2. Graudu ķīmisko kvalitātes rādītāju novērtējums 76
3.1.3. Latvijā selekcionēto miežu šķirņu novērtējums pēc to atbilstības augstvērtīgas lopbarības ieguvei 86
3.2. Hordeīnu daudzveidības izvērtējums vasaras miežu genotipiem ar dažādu kopproteīna saturu graudos 91
3.3. Korelatīvās sakarības starp miežu graudu kvalitātes rādītājiem 100
3.4.Genotipa un vides ietekme uz miežu graudu kvalitātes rādītājiem 109
3.5.Miežu graudu kvalitātes rādītāju novērtējums F_4 un F_5 hibrīdās paaudzes līnijām 115

3.5.1.Graudu kvalitātes rādītāju novērtējums krustojumu kombinācijās starp plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem 115
3.5.2.Graudu kvalitātes rādītāju iedzimstamība F_4 paaudzes plēkšņaino un kailgraudu miežu līnijām 128

SECINĀJUMI 131
PATEICĪBA 133
IZMANTOTĀ LITERATŪRA 134
PIELIKUMI 152

IEVADS

Pieaugot iedzīvotāju skaitam pasaulē, aizvien saglabāsies nepieciešamība pēc kvalitatīvas pārtikas. Arī dzīvnieku izcelsmes pārtikas produktu ražošanā, ne mazāk svarīga nozīme ir lopbarības kvalitātei. Latvijā vasaras mieži (*Hordeum vulgare* L.) tradicionāli ir nozīmīgākā graudaugu suga, ko, salīdzinot ar citiem graudaugiem, visplašāk izmanto kā koncentrēto barību visu lauksaimniecības dzīvnieku ēdināšanā. Pašlaik gandrīz 85% no miežu kopražas izmanto tieši lopbarībā.

Parasti mieži par piemērotiem lopbarībai tiek dēvēti nevis to barības vērtības dēļ, bet tāpēc, ka tie neatbilst alus rūpniecības izvirzītajām prasībām. Arī Latvijā graudu spēkbarības ražotāji, iepērkot graudus, ņem vērā tikai graudu tīrību, tilpummasu un mitrumu. Ārzemju pētījumi apstiprina, ka pareiza sugu, šķirņu un graudu pārstrādes paņēmienu izvēle būtiski ietekmē šķirnes mājlopu produktivitāti un iegūtās produkcijas kvalitāti. Graudiem, kurus audzē lopbarībai, jābūt veseliem, ar augstu enerģētisko vērtību un specifisku ķīmisko sastāvu. Turklāt lopbarības graudiem ir svarīga fizikālo un ķīmisko rādītāju homogenitāte.

Ir grūti definēt ideālus lopbarības miežus, jo dažādām mājdzīvnieku sugām un pat vecuma grupām ir ļoti atšķirīgas prasības. Pašlaik mērķtiecīgu vasaras miežu šķirņu selekciju, lai iegūtu miežu graudus ar paaugstinātu enerģētisko un barības vērtību, apgrūtina izlases kritēriju trūkums, kas lopbarības miežiem nav pilnībā formulēti. Joprojām miežu šķirņu selekcijā graudu kvalitātes raksturošanai visbiežāk izmanto tādus rādītājus kā 1000 graudu masa, tilpummasa un kopproteīna saturs. Tie pilnībā neraksturo šķirnes tālākās izmantošanas iespējas. Lopbarības šķirnēm augsta raža ir svarīgs rādītājs, bet no finansiālā viedokļa graudu kvalitāte nākotnē graudu ražotājiem kļūs par nozīmīgu kritēriju, jo lopbarības izmaksas lielā mērā ietekmē arī lopkopības galaprodukcijas izmaksas.

Ģenētiski daudzveidīgs selekcijas izejmateriāls ir svarīgs priekšnoteikums veiksmīgam dažādiem izmantošanas virzieniem piemērotu miežu šķirņu selekcijas darbam. Tāpēc ir nepieciešama padziļināta daudzveidīgu miežu genotipu (divkanšu, daudzkanšu, plēkšņaino un kailgraudu) graudu kvalitātes rādītāju izpēte Latvijas agroklimatiskajos apstākļos. Kā viena no vēlamām lopbarības miežu pazīmēm tiek minēta kailgraudainība, jo kailgraudu miežiem ir dažādas priekšrocības, salīdzinot ar plēkšņainajiem miežiem. Plašāka kailgraudu miežu izmantošana selekcijā un mērķtiecīga graudu kvalitātes izvērtēšana jau agrīnajās hibrīdajās paaudzēs, varētu būt viens no veidiem, kā uzlabot miežu ķīmisko sastāvu arī plēkšņainajiem miežiem. Pietrūkst pilnīgas informācijas par Latvijā līdz šim selekcionēto un plašāk audzēto šķirņu graudu ķīmisko sastāvu, kas ierobežo šo šķirņu graudu mērķtiecīgu izmantošanu dažādiem pārstrādes virzieniem, arī lopbarībā.

Miežu šķirņu selekcijas process noteiktam graudu izmantošanas virzienam ir saistīts ar izlasi pēc dažādiem rādītājiem, jo graudu kvalitāte ir kompleksa kvantitatīva pazīme, kura atkarīga gan no graudu fizikālajiem parametriem, gan ķīmiskā sastāva. Lai uzlabotu graudu kvalitāti izlases ceļā, selekcionāru interesē vēlamās pazīmes ģenētiski iedzimstošā mainība, jo no tās ir atkarīga izlases efektivitāte. Zināšanas par sakarībām starp graudu kvalitātes rādītājiem ir ļoti svarīgas selekcijā, jo dod iespēju selekcionāram piemeklēt vispiemērotākos izlases kritērijus izvirzīto mērķu sasniegšanai. Miežu graudu, kas raksturojas ar specifisku ķīmisko sastāvu, izmantošana lopbarībā paaugstina ne tikai graudu izmantošanas efektivitāti, bet arī samazina vides piesārņojumu ar dzīvniekiem nesagremojamiem ķīmiskajiem savienojumiem.

Pētījumi veikti no 2004. līdz 2008. gadam Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūtā. Analizēti vasaras miežu genotipi no darba kolekcijas un selekcijas materiāla.

Pētījuma mērķis

Izvērtēt graudu kvalitātes rādītājus dažādiem vasaras miežu genotipiem rezultātu izmantošanai lopbarības miežu selekcijā Latvijas agrometeoroloģiskajos apstākļos.

Mērķa sasniegšanai izvirzīti šādi **uzdevumi:**

- salīdzināt dažādu vasaras miežu formu genotipus no kolekcijas materiāla pēc graudu kvalitātes fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem;
- raksturot Latvijā selekcionēto miežu šķirņu atbilstību kvalitatīvas lopbarības ieguvei;
- novērtēt miežu graudu kvalitātes rādītājus F_4 un F_5 hibrīdās paaudzes plēkšņainajām un kailgraudu līnijām;
- noskaidrot genotipa un vides ietekmi uz miežu graudu kvalitātes rādītāju mainību;
- izpētīt korelatīvās sakarības starp miežu graudu kvalitātes rādītājiem.

Pētījuma novitāte

- Izpētīta miežu graudu kvalitātes fizikālo un ķīmisko rādītāju mainība, savstarpējās sakarības, iedzimstamība Ziemeļkurzemes agrometeoroloģiskajos apstākļos;
- Padziļināti izvērtēta dažādu vasaras miežu genotipu graudu kvalitāte no miežu kolekcijas un selekcijas materiāla, ieteikta to izmantošana vasaras miežu šķirņu selekcijā lopbarības virzienam;
- Precizēta Latvijā selekcionēto miežu šķirņu atbilstība kvalitatīvas lopbarības ieguvei neatgremotājiem un atgremotājiem mājdzīvniekiem;
- Apgūtas un adaptētas jaunas miežu graudu kvalitātes izpētes metodes: β-glikānu satura noteikšanai, ar turpmāko datu izmantošanu automātiskās graudu analizēšanas iekārtas Infratec kalibrēšanai; proteīna elektroforēzes metode hordeīna daudzveidības novērtēšanai, nodrošinot iespēju analizēt graudu kvalitāti selekcijas materiālam agrīnās hibrīdajās paaudzēs.

Pētījumu rezultāti atspoguļoti 14 zinātniskās publikācijās latviešu un angļu valodā.
Publikācijas recenzētos zinātnisko rakstu krājumos:

1. Bleidere M. (2006) Variation in endosperm beta-glucan content of different spring barley genotypes. **In:** *Research for Rural Development 2006. International Scientific Conference Proceedings*, Jelgava: LLU, p. 7-11.
2. Bleidere M. (2007) Relationships between grain quality traits in covered and hulless spring barley. *Agriculture. Scientific articles*, Lithuanian Institute of Agriculture, p. 79-87.
3. Belicka I., Maļecka S., Bleidere M. (2007) Plēkšņaino un kailo graudaugu ķīmiskā sastāva salīdzinošs novērtējums, *Agronomijas Vēstis*, Nr. 10, p. 97-104.
4. Bleidere M. (2008) Genetic and environmental effect on grain quality of spring barley. *Latvian Journal of Agronomy*, No. 11, p. 33-38.
5. Bleidere M., Grunte I. (2008) Grain chemical compositions of spring barley genotypes. **In:** *Research for Rural Development 2008. International Scientific Conference Proceedings*, Jelgava: LLU, p. 334.-340.
6. Bleidere M. (2009) Characteristic of grain physical traits of spring barley. **In:** *Research for rural development 2009. International Scientific Conference Proceedings*, Jelgava: LLU, p. 8-13.
7. Bleidere M., Belicka I. (2009) Characteristic of grain quality for early generation lines in the crossings between covered and hulless barley. **In:** *Research for Rural Development 2009. International Scientific Conference Proceedings*, Jelgava: LLU, p. 14-20.

8. Bleidere M., Grunte I. (2009) Hordein diversity in spring barley genotypes related to crude protein content. *LLU Raksti*, Nr. 22 (317), p. 89-99.

Publikācijas zinātnisko konferenču materiālos:

1. Bleidere M. (2007) Evaluation and use of spring barley working collection in breeding at the State Stende cereal breeding institute. **In:** *Abstract Book to the Meeting of the Eucarpia Genetic Resources section "Plant genetic resources and their Explotation in the Plant Breeding for Food and Agriculture,* Piestany, Slovak Republic, p. 73.
2. Legzdiņa L., Bleidere M. (2008) Testing and Breeding Hulless Barley for Healthy Food. **In:** *Proceedings to the meeting of the Eucarpia Cereal section "Cereal science and technology for feeding ten billion people: genomics era and beyond"*, Spain, Options Mediterrianeennes, Series A, No. 81, p. 345-347.
3. Bleidere M. (2007) Relationships between grain quality traits of spring barley. **In:** *Materials of the International Scientific conference „Plant breeding: scientific and practical aspects"*, Lithuanian Institute of Agriculture, Lithuania, p. 15-16.
4. M. Bleidere (2007) Grain quality characterization of Latvian spring barley varieties. **In:** *Abstract of IV Baltic Genetical Congress. Proceeding of the Latvian Academy of Sciences*, Vol. 61, No. 5, p. 162.
5. Belicka I., Bleidere M., Jansone Z. (2008) Grain quality of hybrid populations in crossings of hulled and hulless barley. **In:** *Proceedings to the meeting of the 18th Eucarpia General Congress „Modern variety breeding for present and future needs"*, Valencia, p. 548-551.
6. Bleidere M., Gaile Z. (2009) Latvijā selekcionēto miežu šķirņu novērtējums pēc to atbilstības augstvērtīgas lopbarības ieguvei atgremotājiem mājdzīvniekiem. **No:** *Zinātniskā semināra „Ražas svētki Vecauce – 2009: Latvijas Lauksaimniecības universitātei – 70" rakstu krājums,* Jelgava. LLU, 19.- 22. lpp.

Populārzinātniskā publikācija:

Bleidere M. (2007) Lopbarības mieži kvalitatīvas gaļas ieguvei. Agrotops, Nr. 10, 24.-27. lpp.

Par darba gaitu un rezultātiem sniegti 11 ziņojumi doktorantu zinātniskajās konferencēs LLU, starptautiskajās konferencēs Latvijā, Lietuvā, Slovākijā un Spānijā.

1. Bleidere M. Variation in endosperm beta-glucan content of different spring barley genotypes. Starptautiska zinātniskā konference "Zinātne Lauku attīstībai 2006", Latvija, Jelgava, 2006. g. 17.-18. maijs (referāts).
2. Legzdiņa L., Bleidere M. Testing and Breeding Hulless Barley for Healthy Food. EUCARPIA graudaugu sekcijas konference "Cereal science and technology for feeding ten billion people: genomics era and beyond", Spānija, Lleida, 2006. g. 13.-17. novembris (stenda referāts).
3. Bleidere M. Evaluation and use of spring barley working collection in breeding at the State Stende cereal breeding institute. EUCARPIA Ģenētisko resursu sekcijas conference "Plant genetic resources and their Explotation in the Plant Breeding for Food and Agriculture", Slovākijas Republika, Piestany, 2007. g. 23.-26. maijs (stenda referāts).
4. Bleidere M., Grunte I. Grain Chemical composition of spring barley genotypes. Starptautiska zinātniskā konference "Zinātne Lauku attīstībai 2007", Latvija, Jelgava, 2007.g. 16-17. maijs (referāts).
5. Bleidere M. Relationships between grain quality traits in covered and hulless spring

barley. Starptautiska zinātniska konference „Plant breeding: scientific and practical aspects", Lietuva, Dotnuva, 2007. g. 3.-5. jūlijs (stenda referāts).

6. Bleidere M. Grain quality characterization of Latvian spring barley varieties. IV Baltijas Valstu Ģenētikas Kongress. Latvija, Daugavpils, 2007. g. 9.-12. oktobris (stenda referāts).
7. Bleidere M. Characteristic of grain physical traits of spring barley. Starptautiska zinātniskā konference "Zinātne Lauku attīstībai 2008", Latvija, Jelgava, 2008.g. 21.-23. maijs (referāts).
8. Bleidere M. Genetic and environment effect on grain quality of spring barley". Starptautiska zinātniska konference "Development of plant breeding and crop management in time and space", Latvija, Priekuļi, 2008. g. 16.-18. jūlijs, (stenda referāts).
9. Bleidere M., Belicka I. Characteristic of grain quality for early generation lines in the crossings between covered and hulless barley. Starptautiska zinātniskā konference "Zinātne Lauku attīstībai 2009", Jelgava, Latvija, 2009.g. 20.-22. maijs (referāts).
10. Bleidere M. Hordein diversity in spring barley genotypes related to crude protein content. Starptautisks seminārs „Collaboration in plant breeding – Outlook and challenges", Latvija, Stende, 2009. g. 7.-8. jūlijs (referāts).
11. Bleidere M., Gaile Z. Latvijā selekcionēto miežu šķirņu novērtējums pēc to atbilstības augstvērtīgas lopbarības ieguvei atgremotājiem mājdzīvniekiem. Zinātnisks seminārs „Ražas svētki 'Vecauce – 2009': Latvijas Lauksaimniecības Universitātei – 70", Latvija, Vecauce, 2009. g. 5. novembris (referāts).

Pētījumā iegūtās atziņas jau tiek izmantotas praktiskajā vasaras miežu selekcijas darbā Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūtā.

1. LITERATŪRAS APSKATS

1.1. Miežu izplatība un formu daudzveidība

Miežu kultivētā suga (*Hordeum vulgare* L.) pieder pie *Hordeum* ģints, kuru genoms ir diploīds un sastāv no septiņām hromosomām (2n=14). Mieži ir viens ģenētiskajos pētījumos līdz šim visplašāk izmantotajiem eksperimentālajiem organismiem, jo raksturojas ar salīdzinoši lielām hromosomām (6-8 µm), kas ļauj tajās atklāt dažādas novirzes un mutācijas (Nilan, Ullrich, 1993). Šodien, izmantojot gēnu identifikācijā dažādās molekulāro marķieru sistēmas, miežu genomā, kas ir 5000 Mbp liels, ir iespējams identificēt vairāk nekā 21 tūkstoti dažādu gēnu[1].

Mieži bija vieni no pirmajiem cilvēka kultivētajiem graudaugiem, kuri cēlušies no Tuvo Austumu valstīm - Irānas, Ķīnas, Indijas. Mieži ir ļoti bagāti ar formām, kas radušās spontānu un inducētu mutāciju rezultātā (Nilan, Ullrich, 1993).

Sakarā ar miežu plašo adaptācijas spēju, tie raksturojas ar plašu daudzveidību gan pēc morfoloģiskajām, gan pēc bioloģiskām, gan saimnieciskajām īpašībām.

Miežiem izdala **ziemāju un vasarāju formas**. Trīs gēnu lokusi *Vrn-H1, Vrn-H2* un *Vrn-H3*, kas atrodas attiecīgi 5., 4. un 1. hromosomā, nosaka miežiem sezonalitāti (Cockram, Norris, O'Sullivan, 2009). Ziemas mieži vairāk tiek audzēti Rietumeiropas valstīs. Limitējošais faktors to izplatībai ziemeļu apgabalos ir ziemcietība, tāpēc Ziemeļeiropā vairāk tiek audzēti vasaras mieži. Graudu raža ziemas miežiem parasti ir nedaudz augstāka nekā vasaras miežiem. Ziemas mieži pārsvarā ir seškanšu, tāpēc tiem ir zemāka tilpummasa un zemāks proteīna saturs nekā vasaras miežiem (Anderson, 1985).

Miežiem katrā vārpiņā ir viens zieds, kurš satur gan sievišķos, gan vīrišķos reproduktīvos orgānus. Pie viena vārpas ass loceklīša ir trīs vārpiņas. Atkarībā no fertilo vārpiņu skaita, miežus iedala **divkanšu un daudzkanšu miežos**. Miežu vārpas morfoloģisko uzbūvi kontrolē gēns Vrs1 miežu 2. hromosomā. Divkanšu miežiem to nosaka šī gēna dominatā allele *Vrs1*, bet daudzkanšu miežiem - recesīvā allele *vrs1* (Turuspekov et al., 2008). Daudzkanšu miežiem visi trīs ziedi ir auglīgi un veido trīs graudus. Centrālais grauds ir apaļš un simetrisks, bet malējie ir sīkāki un asimetriskāki. Katrā vārpā daudzkanšu miežiem var būt pat līdz 80 graudiem. Divkanšu miežiem, centrālā vārpiņa ir auglīga, bet abas malējās vārpiņas ir sterilas. Tāpēc tiem pie katra vārpiņas ass loceklīša ir pa vienam ziedam, līdz ar to vārpas forma ir plakana. Šīs morfoloģiskās atšķirības ietekmē šo miežu formu graudu kvalitāti un līdz ar to tālākās izmantošanas iespējas pārstrādē. Tā kā divkanšu miežiem visi graudi ir simetriski izvietoti, tad graudi tiem ir izlīdzinātāki, rupjāki un simetriskāki nekā daudzkanšu miežiem (Newman, Newman, 1992b; Turuspekov et al., 2008).

Miežiem sastopamas **plēkšņainās un kailgraudu formas**. Plēkšņainajiem miežiem grauda plēksne ar cementējošu vielu cieši apņem graudu. Kailgraudu miežiem graudi viegli atdalās no plēksnēm līdzīgi rudzu un kviešu graudiem (Bhatty, 1986). Kailgraudu miežiem var būt gan divkanšu, gan seškanšu formas (Nilan, Ulrich, 1993). Kailgraudainību nosaka viens recesīvs gēns *nud* kurš atrodas miežu genoma 7. hromosomā (Nilan, Ulrich, 1993). Šo pazīmi var viegli pārnest uz plēkšņaino miežu šķirnēm, izmantojot atkrustošanas jeb bekrosēšanas metodi. Šādi iespējams iegūt plēkšņainajām šķirnēm identiskas izogēnās kailgraudu līnijas (Newman, Newman, 1992 b).

Pašlaik pēc sējplatības pasaules mērogā mieži ir ceturtajā vietā. Pēc FAO 2007. gada statistikas datiem Eiropas Savienības valstis saražoja apmēram 49% no kopējā

[1] http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mapview/map_search.cgi?chr=barley.inf

miežu kopievākuma. 2007. gadā miežu kopplatība pasaulē bija 55.4 miljoni hektāru, ar kopražu 133.4 milj. t., Eiropas Savienības valstīs 27.3 milj. ha ar kopražu 82.6 milj. t [2]. Pēc ZM centrālās statistikas datiem 2007. gadā Latvijā miežus audzēja 145.3 tūkst. ha [3].

Vasaras mieži ir ģeogrāfiskā ziņā plaši izplatīti, jo var izdzīvot un būt auglīgi ļoti atšķirīgos meteoroloģiskos apstākļos (Nilan, Ulrich, 1993). Latvijas klimatiskie apstākļi ir labvēlīgi vasaras miežu audzēšanai, tāpēc tos audzē visos Latvijas reģionos. Piejūras klimats Kurzemes reģionā, kas raksturojas ar salīdzinoši mitrākiem un vēsākiem meteoroloģiskiem apstākļiem, īpaši labvēlīgs alus miežu audzēšanai.

Pašlaik Valsts Augu Šķirņu Katalogā ir iekļautas 26 vasaras miežu šķirnes, no kurām 14 ir Latvijā, bet pārējās citās Eiropas Savienības valstīs selekcionētās šķirnes. Pēc Valsts Augu aizsardzības dienesta datiem vislielākās sēklaudzēšanas platības ir šķirnēm 'Annabell' (Vācija), 'Abava', 'Ansis' (Latvija), 'Sebastjan' (Dānija)[4].

Mieži līdz šim ir viens no ģenētiskajos pētījumos visplašāk izmantotajiem eksperimentālajiem organismiem. Vasaras mieži ir ģeogrāfiskā ziņā plaši izplatīti, arī Latvijā tos audzē visos valsts reģionos. Mieži pēc morfoloģiskajām pazīmēm ir daudzveidīgi – vasaras miežiem sastopamas divkanšu un daudzkanšu, plēkšņainās un kailgraudu miežu formas, kas ir izmantojamas selekcijas darbā.

1.2. Miežu graudu kvalitātes nosacījumi atkarībā no to izmantošanas virziena

Vasaras mieži ir labība ar plašu pielietojumu. Mieži tiek audzēti galvenokārt lopbarības, pārtikas un alus ražošanas vajadzībām.

1.2.1. Mieži lopbarībai

Mieži ir nozīmīga graudaugu suga izmantošanai lopbarībā, īpaši ziemeļu apgabalos, kuri nav piemēroti kukurūzas audzēšanai. Mieži ir galvenais lopbarības avots Kanādā, Ziemeļamerikā un Eiropā (Lardy, Bauer, 1999). Miežus lopbarībā izmanto galvenokārt kā enerģijas avotu (Hunt, 1996). Govīm, cūkām un putniem mieži ir ne tikai enerģijas avots, bet arī proteīna avots. Tāpēc svarīga ir proteīna kvalitāte, īpaši lizīna saturs proteīnā, kas ir sevišķi svarīgs augošiem sivēniem un putniem (Newman, Newman, 1992a). Dzīvnieku audzētāji dzīvnieku ēdināšanā atsakās no bieži vien pieejamiem lētākiem enerģijas un proteīna avotiem, bet tomēr izmanto miežus, jo mieži barības devā nodrošina labu gaļas kvalitāti (Osītis, 1998).

Vadošās lopbarības miežu graudu eksportētājvalstis pašlaik ir Ukraina un Krievija (kopā 4.8 milj. t), Austrālija (3.0 milj. t) Eiropas Savienība (2.2 milj. t) un Kanāda (0.9 milj. t) [5]. Graudu pārstrādes uzņēmumi, iepērkot graudus, parasti diferencē lopbarības miežus atkarībā no graudu kvalitātes, tomēr aprēķinot cenas, neņem vērā specifiskos ar graudu barības vērtību saistītos radītājus. Viena no problēmām ir tā, ka lopbarības miežu izmantotājiem ir dažādi kvalitātes nosacījumi, kas atkarīgi no mājdzīvnieku sugas. Tos ietekmē arī dažādas pārstrādes metodes, kuras viņi lieto pirms miežu izmantošanas dzīvnieku ēdināšanā. Tāpēc ir izveidojusies situācija, ka nav

[2] http://faostat.fao.org
[3] http://www.csb.gov.lv/
[4] http://www.vaad.lv
[5] Feed barley: situation and outlook, Bi-weekly Bulletin, 2005, November 25, Volume 18, No. 19, [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 5. janv.] http://www.agr.gc.ca/mad-dam/e/bulletine

vienotu kvalitātes prasību lopbarības miežiem, kas rada grūtības izstrādāt vienotus kvalitātes standartus (Hickling, 1999).

Kanādā 15-20% izmanto alus rūpniecībā, bet pārējo lopbarībā. Miežus Kanāda izmanto visu mājdzīvnieku grupu ēdināšanā - liellopiem (5-8 milj. t), cūkām (1.5 milj. t) putniem (0.5 milj. t) [6]. Tā kā mieži raksturojas ar augstu kokšķiedras saturu, tad lielāko miežu apjomu izmanto liellopu vajadzībām. Līdz ar to kvalitātes nosacījumi lopbarības miežiem izstrādāti atbilstoši šim lopkopības virzienam. Graudu pārstrādes uzņēmumi parasti uzstāda noteikumus graudu rupjumam un izlīdzinātībai, un ierobežojumus piemaisījumu un slimību bojātiem graudiem. Augstākai kvalitātes grupai atbilst miežu graudi ar šādiem kritērijiem: piemaisījumi < 2.5%, tilpummasa > 600 g L^{-1}, mitrums <14.8%, graudu rupjums un izlīdzinātība (95% virs 2.0 mm sieta). Nosacījumi tilpummasai un graudu rupjumam tiek uzstādīti tāpēc, ka rupjus graudus ir vieglāk pārstrādāt, kas nodrošina augstāku produkta kvalitāti pēc pārstrādes. Tiek ņemta vērā arī graudu izlīdzinātība, jo sīkie graudi parasti nesamaļas, bet pārak rupjie veido pulverim līdzīgu masu. Graudu pārstrādātāji, kas izmanto mitro malšanas metodi, dod priekšroku graudiem, kuri raksturojas ar ātrāku ūdens uzsūkšanas spēju, kas samazina pārstrādes izmaksas un nodrošina labāku galaprodukta iznākumu. Tāpat rupjāki graudi raksturojas ar augstāku enerģētisko vērtību, jo satur vairāk cietes. Tomēr, parasti diferencējot cenas, tiek ņemta vērā graudu tilpummasa nevis graudu enerģētiskā vērtība (Hickling, 1999).

Pēc statistikas datiem Kanādā 65% no miežu kopplatības aizņem alus miežu šķirnes, bet tikai apmēram 20% miežu alus rūpniecība izmanto pārstrādei, bet 80% tiek izmantoti lopbarības vajadzībām vai lopbarības miežu eksportam [7]. Tie ir alus mieži, kuri nav atbilduši alus miežu augstajiem graudu kvalitātes standartiem. D. Hicklings (1999) atzīmē, ka daudzi no kvalitātes rādītājiem, kurus uzstāda lopbarības ražotāji, ir līdzīgi alus rūpniecībā uzstādītajiem: plānas plēksnes, ātra ūdens uzsūkšanas spēja, augsts cietes saturs, rupji un izlīdzināti graudi. Alus ražotāji dod priekšroku miežiem, kas nodrošina augstu iesala iznākumu (zems kokšķiedras saturs, augsts cietes saturs) un ātras pārstrādes īpašības (ātra ūdens uzsūkšanas spēja). Graudu izlīdzinātība ir svarīga vienmērīgai dīgšanai iesala veidošanās procesā. Tāpēc, pēc D. Hicklinga (1999) domām, attiecībā uz graudu kvalitāti nerodas sevišķas domstarpības starp abām graudu pārstrādes nozarēm. Kanādā divkanšu alus miežu šķirne 'Harington' ir lopbarības miežu pārstrādātāju iecienīta, jo raksturojas ar plānu plēksni un augstu cietes saturu graudos. Kanādā reģistrētas lopbarības miežu šķirnes netiek izmantotas alus vajadzībām, bet tikai lopbarībai. Populārākas lopbarības miežu šķirnes ir 'Bedford', 'Brier','Bridge', 'CDC Dully', 'Duke', 'Leduc'. Kanādā plaši tiek audzēti arī kailgraudu mieži, kurus galvenokārt izmanto lopbarībā cūku ēdināšanai (Edney, Tipples, 1999). Populārākās kailgraudu šķirnes ir 'Condor', CDC Richard', 'Buck', kā arī šķirnes ar vaskveida endospermu 'CDC Candle', 'Merlin', HB 803' [7].

ASV mieži ir trešā visplašāk izmantotā graudaugu suga dzīvnieku ēdināšanā. Lopbarībai izmanto 55% no miežu kopražas. Tā kā alus miežu graudu iepirkšanas kritēriji loti augsti, tad to cenas vienmēr ir augstākas, salīdzinot ar lopbarības miežiem, kas stimulē fermerus audzēt alus miežus (Tailor, Boland, Brester, 2003). Tāpēc arī ASV vairums miežu šķirņu, kuras tiek izbarotas mājlopiem, ir audzētas alus rūpniecības vajadzībām, bet nav sasniegušas kādu no alus miežu noteiktajām standartprasībām. Parasti to kvalitāte neatbilst augstākajām lopbarības graudu kategorijām, jo raksturojas

[6]Feed grains in Canada, Bi-weekly Bulletin, April, 2005, Volume 18, Number 7, [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 5. janv.] http://www.agr.gc.ca/mad-dam/index_e.php?s1=pubs&s2=bi.

[7] Field Crop Development Centre – Barley Development Projects, 2005, Alberta government, Agriculture, food and rural development. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 15. janv.] htpp://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/fcd4953?opendocument

ar zemu kopproteīna saturu un zemu tilpummasu[8]. Tomēr Vašingtonas sausajos apgabalos, 92% no audzēšanā esošajiem miežiem ir lopbarības miežu šķirnes, bet tikai 8% - alus miežu šķirnes. Miežu šķirne 'Baronesse' aizņem 85% no sējplatībam[9]. ASV galvenie kvalitātes radītāji, kurus izmanto lopbarības graudu raksturošanai, ir graudu piepildījums (tilpummasa > 620 g l^{-1}**)** un piemaisījumu īpatsvars (<2.5 %). Šīs pazīmes ņem vērā nosakot graudu iepirkuma cenu. Tāpat vērtē graudu krāsu, infekciju ar slimībām un kaitēkļiem (Karow, Hilliker, 1993).

Lopbarības miežu graudu kvalitātes nosacījumi citās pasaules valstīs nav vienoti un atkarīgi no tālākās graudu pārstrādes un izmantošanas veida. Tā, Sauda Arābijā, kas ir viena no lielākajām lopbarības miežu importētājvalstīm, miežus parasti lieto tieši bez papildus apstrādes aitu un kamieļu ēdināšana. Miežu graudi no Kanādas, Eiropas, Austrālijas un ASV tiek eksportēti uz šo valsti. Tāpēc vienīgie lopbarības miežu kvalitātes nosacījumi šajā valstī ir graudu mitrums un piemaisījumu procents. Japānā, kas ir otrā lielākā lopbarības graudu importētāja, izmanto miežu graudus mājdzīvnieku ēdināšanā pēc to plaucēšanas[6]. Tāpēc lopbarības graudu kvalitātes nosacījumi šeit ir līdzīgi kā Kanādā. Galvenie ir graudu rupjums, izlīdzinātība un graudu tīrība, kas ir ietverta miežu cenā. Priekšroku dod miežu graudiem ar zemāku mitruma saturu nekā Kanādā, jo tas rada izdevumus graudus papildus žāvējot pēc plaucēšanas. Ir atsevišķi liellopu audzētāji, kas vēlas, lai graudi būtu ar gaišu krāsu. Graudu kvalitātes radītāji, kā proteīna saturs graudos un enerģētiskā vērtība, Japāņu miežu uzpircējiem ir mazāk svarīgi. Kanāda eksportē lopbarības miežu graudus uz ASV un Irānu slaucamo govju, uz Meksiku – cūku un nobarojamo liellopu ēdināšanai. Graudu kvalitātes nosacījumi tur parasti ir līdzīgi kā Kanādā[8].

Kailgraudu miežu ražošanas apjomi Kanādā pēdējos desmit gados ir strauji palielinājušies un šī miežu forma ir populāra cūku un putnu audzētāju vidū, jo raksturojas ar augstāku enerģijas saturu graudos nekā plēkšņainie (Kong et al., 1995). Tā kā β-glukāna saturs graudos ir viens no ierobežojošiem faktoriem kailgraudu miežu izmantošanai šīm dzīvnieku grupām, tad β-glukāna negatīvas ietekmes mazināšanai, cāļu un sivēnu diētai tiek pievienots enzīms β-glukanāze (Classen, 1996). Viens no galvenajiem kailgraudu miežu lopbarības kvalitāti raksturojošajiem radītājiem ir plēkšņaino miežu procents (kernels with adhering hulls) kopējā miežu masā, kas Kanāda ir 15% (Hickling, 1999).

Arī Latvijā apmēram 80% no miežu kopražas izmanto lopbarības vajadzībām. Latvijā graudu pārstrādes uzņēmumi un citi graudu iepircēji, iepērkot graudus, arī ņem vērā tādus rādītājus kā graudu tīrību, tilpummasu un mitrumu. Lopbarības graudiem kā tādiem nav noteikti kvalitātes kritēriji. Parasti tie ir visi tie graudi, kuri nav sasnieguši pārtikai noteiktos graudu kvalitātes standartus.

1.2.2. Mieži iesalam un spirtam

Iesala ražošanas procesā miežus noteiktos apstākļos uzbriedina ūdenī, ļaujot tiem sadīgt. Ciete tiek hidrolizēta ar α-amilāzes un β-amilāzes enzīmiem līdz maltozei un dekstrīniem, arī proteīns tiek sadalīts ar enzīmu palīdzību. Iesals ir pirmējais produkts,

[8]Feed barley: situation and outlook, Bi-weekly Bulletin, 2007, October 12, Volume 20, No. 15, [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] http://www.agr.gc.ca/mad-dam/index_e.php?s1=pubs&s2=bi.
[9]Barley for Eastern Washington Dryland Area, [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 5. janv.] http://pnwag.wsu.edu/AgHorizons/crop/crops/csr2no3.htm.
[6]Feed grains in Canada, Bi-weekly Bulletin, April, 2005, Volume 18, Number 7, [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 5. janv.] http://www.agr.gc.ca/mad-dam/index_e.php?s1=pubs&s2=bi.

ko tālāk izmanto alus ražošanas procesā. Iesalu tālāk var izmantot gan alus ražošanā, gan spirta, gan iesala ekstrakta un citu pārtikas produktu ražošanā (Edney, 1996).

Gandrīz visas pazīmes, kuras nosaka labu iesala kvalitāti, ir atkarīgas no šī produkta izejvielu - miežu graudu kvalitātes. Graudu krāsa, mitrums (<14%), izlīdzinātība (>91% virs 2.5 mm sieta, <3% zem 2.2 mm sieta), tilpummasa (650 g L^{-1}), dīgtspēja (>95%), kopproteīna saturs (<11.5%) ir kvalitātes rādītāji, kurus nosaka vispirms, graudus pieņemot pārstrādei iesala ražošanai (Fox et al., 2003) Alus ražotāji ņem vērā arī dažādus iesala kvalitāti raksturojošus rādītājus - β-glukāna saturu, cieti šķeļošo fermentu α-amilāzes un β-amilāzes aktivitāti, ekstrakta iznākumu (Larsen, 2001; Harvey, Leach, Li, 2001). Alus miežu graudu kvalitāti nosaka gan šķirnes izvēle, gan audzēšanas apstākļi (Eagles et al., 1995; Schelling et al., 2003).

Japānā miežus izmanto kā izejvielu alkaholiskā dzēriena sohu (shochu) un misas (miso) ražošanai. Šim pārstrādes veidam piemērotiem miežu graudiem jābūt izlīdzinātiem un ar zemu kopproteīna saturu (Washington et al., 2000).

Tiek apgalvots, ka alus miežu šķirnes ir ar labāku graudu kvalitāti nekā tā saucamās lopbarības miežu šķirnes. Viens no iemesliem šim apgalvojumam ir tas, ka parasti par lopbarības miežu šķirnēm tika uzskatītas šķirnes, kas nodrošina labus saimnieciskos rādītājus, bet neatbilst kādam no alus pārstrādei izvirzītajiem kritērijiem.

1.2.3. Mieži pārtikai

Parasti miežus vairāk izmanto pārtikā tajos pasaules reģionos, kur sakarā ar augsnes un klimatiskajiem apstākļiem (sausums, augsnes sāļums) citu graudaugu sugu audzēšana ir apgrūtināta (Edney, 1996). Interese par miežu izmantošanu pārtikā ir galvenokārt to uzturvērtības dēļ. Starp graudaugiem, mieži ir viena no vadošajām sugām funkcionālās pārtikas ieguvei, jo satur veselībai nozīmīgus ķīmiskos savienojumus: β-glikānus un tokolus. Mieži ir vērtīgs šķīstošo diētisko šķiedru, antioksidantu, vitamīnu un minerālvielu avots. Tāpēc miežiem no medicīnas viedokļa ir liela nozīme dažādu sirds un asinsvadu slimību, gremošanas sistēmas saslimšanu profilaksē (Oakenfull, 1996). Miežiem, salīdzinot ar citiem graudaugiem, diētiskā šķiedra, kas ir bagāta ar šķīstošajiem β-glikāniem, ir atrodama ne tikai grauda apvalkā, bet arī grauda endospermas šūnapvalkos. Tāpēc miežu milti satur veselībai vērtīgos necietes polisaharīdus (Fastnaught et al., 1996). Graudu ķīmiskās pazīmes, kas raksturo miežus pārtikai ir graudu cietība, krāsa, β-glikānu saturs, ciete un tā ķīmiskais sastāvs (Byung-Kee, Ullrich, 2008). Mieži pārtikā parasti tiek izmantoti grūbu, putraimu un miltu ražošanā. Inovatīvu pārstrādes tehnoloģiju attīstība palielina miežu produktu daudzveidību. Miežu izcelsmes izejvielas pievienojot makaroniem, maizei, konditorijas izstrādājumiem un brokastu maisījumiem, palielina to šķiedras saturu un samazina cietes saturu [10]. Miežu grūbas un putraimus izmanto zupu un biezputru gatavošanā, kā arī rīsu diētas papildināšanai vai aizvietošanai. Grūbu un putraimu ražošanas procesā mieži tiek atbrīvoti no plēksnēm un daļēji no arējā apvalka. Šī procesa blakusproduktus izmanto diētisku produktu un brokastu maisījumu ražošanā, ka arī samaisot ar kviešu miltiem, maizes cepšanā. No miežiem var izgatavot pārslas brokastu maisījumiem. Maize no miežu miltiem un miežu putraimu biezputra ir ļoti iecienīta Āzijas un Ziemeļāfrikas reģionā (Edney, 1996).

Kailgraudu miežiem, salīdzinot ar plēkšņainajiem, ir priekšrocības, jo tiem nav nepieciešama plēksnes mehāniska atdalīšana. Kailgraudu miežus pārtikā vairāk lieto

[10] New Varieties and Techniques Make Barley Better For Fuel and Food" *Agricultural Research* magazine, July 2005, [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 5. janv.] http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/jul05/barley0705.htm.

Korejā, Ķīnā, Indijā, Taivānā un Japānā. Graudu kvalitātes pētījumi apliecina, ka, kailgraudu mieži, īpaši ar vaskveida endospermu, salīdzinot ar plēkšņainajiem, raksturojas ar augstāku β-glikānu un tokolu (tokofenolu un tokotrienolu) saturu (Bhatty, 1999). Ar pārtikai piemērotu šķirņu selekciju plašāk strādā ASV (Bhatty, 1999), Kanādā (Rossnagel, 2000), kā arī Čehijā (Vaculova et al., 1996), Francijā (Jestin et al, 1996), Austrālijā (Washington, Collins, Aeda, 2001). Arī Latvijā pēdējos gados tiek realizēta programma pārtikai piemērotu kailgraudu miežu šķirņu selekcijai (Legzdiņa, 2002). Kanādas selekcionāri ir selekcionējuši kailgraudu miežu šķirni 'Millhouse', kura raksturojas ar īpašu graudu kvalitāti, tas ir, cietes un proteīna profilu līdzvērtīgu kviešiem. Tas dod iespēju tos kopā ar kviešiem izmantot kvalitatīvu un veselīgu maizes izstrādājumu ražošanā, neradot tehnoloģiskas problēmas maizes cepējiem[11].

Šajā nodalā apkopotā informācija parāda, ka graudu kvalitātes nosacījumi visskaidrāk definēti graudiem, kurus iepērk iesala rūpniecībā. Miežus lopbarībā audzē galvenokārt ziemeļu apgabalos, kā piemēram, Kanādā, Ziemeļamerikā, Eiropā un arī Latvijā, kas nav piemēroti kukurūzas audzēšanai. Diferencējot cenas lopbarības miežiem, graudu pārstrādes uzņēmumi uzstāda noteikumus graudu rupjumam un izlīdzinātībai, ierobežojumus piemaisījumu un slimību bojātiem graudiem, tas ir, graudu kvalitātes rādītājiem, kas neraksturo graudu enerģētisko un barības vērtību.

1.3. Lopbarības miežu šķirņu selekcija pasaulē

Mieži lopbarībā tiek izmantoti galvenokārt tāpēc, lai nodrošinātu mājdzīvnieku ar iespējami lielāku enerģijas daudzumu. Tāpat miežu šķirnei, kuru izmanto iesala iegūšanai, rūgšanas procesā ir janodrošina ar nepieciešamo enerģiju rauga sēnītes. Tāpēc alus un lopbarības miežu šķirnēm augsta enerģētiskā vērtība ir noteicošais kritērijs (Ulrich, Coon, Sever, 1981). Tomēr līdz šim lopbarības miežu selekcija pasaulē vairāk ir balstījusies uz agronomiskiem un fizikālajiem rādītājiem, tādiem kā raža un tilpummasa. Tāpēc līdz šim lopbarības miežu selekcija ir attīstījusies ļoti lēni un veidojusies uz agronomisko un alus miežu kvalitatīvo rādītāju bāzes. Viens no iemesliem ir ļoti augstas dzīvnieku ēdināšanas eksperimentu izmaksas. Tāpat lopbarības miežu selekcijas virziena attīstību bremzēja graudu pārstrādes uzņēmumu graudu iepirkšanas politika, kas parasti ir saistījusi tikai graudu tilpummasu ar graudu cenu.

Kanādā Laukaugu attīstības centrā (Field Crop Development Centre) selekcionārs J. Helms (Helm) strādāja ar seškanšu un divkanšu lopbarības miežu šķirņu, ka arī kailgraudu miežu selekcijas programmām. Galvenie selekcijas kritēriji lopbarības miežu šķirņu selekcijā bija ražība, izturība pret slimībām, veldres izturība, agrīnums, augsta 1000 graudu masa un tilpummasa, augsts rupjo graudu iznākums. Izveidotās daudzkanšu šķirnes 'Niska', 'Trochus' un 'Vivar' raksturojas ar rupjiem graudiem, kas līdzinās divkanšu miežiem. Pašlaik galvenais kailgraudu selekcijas mērķis ir veidot veldres un slimību izturīgas šķirnes, kuras raksturotos ar augstāku kopproteīna saturu un sagremojamo enerģiju (digestable energy), kas paaugstinātu barības izmantošanas efektivitāti visām mājdzīvnieku grupām (liellopiem, cūkām, putniem). Vēlamā miežu šķirne raksturojas ar šādiem graudu kvalitātes rādītājiem: sagremojamās enerģijas saturs

[11]'Millhouse' kicks open door to health-boosting barley in bread market, [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 5. janv.] http://www.westerngrains.com/news/nr_050615.html.

graudos 14.644 MJ kg^{-1}, proteīna sagremojamība virs 85%, kopproteīna saturs no 13.5 līdz 16.0%, graudu tilpummasa virs 770 g L^{-1}, nodrošinot 105% no standarta ražas. Viena no jaunākajām kailgraudu šķirnēm 'Tyto' ir garstiebraina, augstražīga, izmantojama arī zaļmasas ieguvei [7].

Laukaugu attīstības centrā kā galvenos prioritāros virzienus lopbarības miežu selekcijā izvirza šādus:

- atrast ātrus un lētus mērīšanas un analītiskos paņēmienus lopbarības kvalitatīvo radītāju noteikšanai miežiem, īpaši saistībā ar dzīvnieku produktivitāti, barības enerģijas saturu;
- analizēt lopbarības miežu infekcijas ar *Fusarium* ietekmi uz dzīvnieku produktivitāti un veselību;
- noteikt ģenētisko un vides faktoru ietekmi uz miežu graudu lopbarības kvalitātes radītājiem;
- uzlabot miežu lopbarības kvalitāti atsevišķām mājdzīvnieku grupām ar selekcijas un ģenētikas metodēm;
- noteikt sakarības starp alus un lopbarības kvalitatīvajiem rādītājiem;
- veikt miežu šķirņu selekciju, kas raksturotos ar īpaši augstvērtīgām īpašībām (augsts cietes un tauku saturs, zems fitīnskābes saturs graudos)[12].

Kopš 1973. gada ir izveidotas deviņas seškanšu, četras divkanšu un septiņas kailgraudu lopbarības miežu šķirnes.

Saskačevanas Universitātes Laukaugu Attīstības Centrā (Crop Development Centre) R. Bhatty un B. Rosnagels jau kopš septiņdesmitajiem gadiem strādā pie lopbarības miežu šķirņu izveides (Bhatty et al., 1974; Bhatty, Christison, Rossnagel, 1979). Pēdējos gados ir izveidotas divas plēkšņainās lopbarības miežu šķirnes 'CDC Earl' un 'CDC Helgason'[13]. Īpaša uzmanība pievērsta kailgraudu miežu šķirņu izpētei un selekcijai (Bhatty, Rossnagel, 1981). Viena no jaunākajām kailgraudu lopbarības miežu šķirne ir 'CDC McGwire', kas raksturojas ar augstu ražas potenciālu un labu kuļamību[7]. Īpaša uzmanība tiek pievērsta miežu šķirņu selekcijai ar pazemināt fitīnskābes saturu graudos (Rossnagel et al., 2005).

ASV jau 70 gados lopbarības miežu šķirņu selekciju izdala kā atsevišķu selekcijas virzienu. Galvenie izlases kritēriji ir ražība, kopproteīna un lizīna saturs graudos, enerģijas saturs no platības vienības. Tomēr tiek secināts, ka alus un lopbarības miežu selekciju ir iespējams daļēji veikt vienlaicīgi (Anderson, 1885). Kopš 1992. gada Montanas Valsts Universitatē J. Bowmana un T. Bleika vadībā tika realizēts liels projekts 'Lopbarības mieži Rangeland liellopiem" (Feed Barley for Rangeland Cattle). Projekta galvenais mērķis bija noskaidrot vai pastāv ģenētiskas atšķirības starp miežu šķirnēm, kas nosaka liellopu produktiviti[14]. Izmantojot dubultoto haploīdu līnijas no krustojumu kombinācijas starp 6-kanšu alus miežu šķirni 'Steptoe' un 6-kanšu lopbarības miežu šķirni 'Morex', projekta ietvaros tika atrasti ģenētiskie marķieri, kuri saistīti ar lopbarības kvalitāti noteicošām pazīmēm – cietes un sausnes sagremojamību (Bowman, Blake, Surber et al., 1996). Tika veikti liellopu nobarošanas pētījumi, lai salīdzinātu divas miežu izogēnās līnijas (Boss, Bowman, Surber et al., 1999). Šī darba

[7] Field Crop Development Centre – Barley Development Projects, 2005, Alberta government, Agriculture, food and rural development, [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] htpp://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/fcd4953?opendocument.

[12] Barley research needs and priorities**,** 2005, [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/fcd4603.

[13] Group feature:barley and oat research and development. Plant Science News, January 2006, [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] http://www.ag.usask.ca/department/plsc/whatsnew/january06pdf.

[14] Feed Barley for Rangeland Cattle: The Project, [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] http://hordeum.oscs.montana.edu/home/documents/home.htm.

rezultātā 2000. gadā ražošanā nodota lopbarības miežu šķirne 'Valier' (Lewis/Baronesse), kura īpaši domāta izmantošanai liellopu ēdināšanā. Šķirne raksturojas ar augstiem agronomiskajiem rādītājiem, augstu cietes sagremojamību, kas barošanas izmēģinājumos devusi vairāk par 10% lielāku dzīvmasas pieaugumu, salīdzinot ar standartu[15]. Projekta ietvaros 1500 miežu genotipiem noteica sausnes sagremojamību *in situ* (Bowman et al., 1997). Balstoties uz šī pētījuma rezultātiem, vienpadsmit genotipus, kuri atšķīrās pēc sausnes *in situ* sagremojamības, pētīja nobarošanas pētījumā, kā modeli izmantojot laboratorijas žurkas (Regli et al., 1999). Sadarbības ietvaros starp Montanas Valsts Universitāti un Montanas lauksaimniecības izmēģinājumu staciju, tika veikti plaši dažādu sugu mājdzīvnieku nobarošanas eksperimenti, pētījumos iekļaujot dažādas miežu šķirnes un formas, lai noteiktu to ietekmi uz dzīvnieku nobarošanas rezultātiem (Newman, Newman, 1989; Newman, Newman, 1992a). Zinātnieki strādā arī pie kailgraudu miežu šķirņu izveides, kas raksturotos ar augstu cietes saturu, zemu ADF (skābi skalotā kokšķiedra) saturu, lēnu sausnas sagremojamību (Bowman et al., 2001).

Austrālija. Dienvidaustrālijas miežu attīstības programmas (SA Barley Improvement Program) ietvaros Adelaides Universitātē un Dienvidaustrālijas zinātnes un attīstības institūtā (South Australian Research and Development Institute) strādā pie miežu šķirņu selekcijas dažādiem izmantošanas virzieniem, tai skaitā lopbarībai. Pēdējos desmit gados programmas ietvaros ražošanai nodotas vairākas lopbarības miežu šķirnes 'Barque', 'Keel', 'WI 3297' un 'WI 3385'[16]. Izveidota arī kailgraudu šķirne 'Torrens', kura iekļauta mājdzīvnieku nobarošanas izmēģinājumos (Box, Washington, Eglington, 2004). Viens no selekcijas virzieniem ir miežu šķirņu ar vaskveida endospermu izveide pārtikas, lopbarības un alus ražošanai. Selekcijas mērķis lopbarības miežu virzienam ir veidot kailgraudu šķirni ar vaskvieda endospermu, zemu kokšķiedras saturu, vidēju vai zemu β-glikānu saturu (Henry, 1990; Washington et al., 2000).

Zviedrija. Selekcijas firmas Svalef (Swalöf) zinātnieki L. Munka vadībā 1966. gadā, pētot pasaules miežu kolekciju, atrada Etiopijas līniju 'Hyproly' (CI 3947), kas satur *lys1* gēnu un raksturojas ar paaugstinātu lizīna saturu proteīnā (Munk et al., 1970). Miežu augsta lizīna mutantās līnijas plaši izmantoja hibridizācijā, pētot šīs pazīmes iedzimstamību, perspektīvo līniju barības vērtību mājdzīvnieku nobarošanas eksperimentos (Munk, 1981; Eggum, Braunsgaard, Jensen, 1995).

Čehijas Republika. Kromerižas (Kroměříž) Lauksaimniecības Zinātnes Institūtā (Agricultural Research Institute Kromeriz, Ltd) miežu selekcijas programmā līdz šim lielāka uzmanība tika pievērsta alus un pārtikas miežu šķirņu selekcijai (Vaculova, Ehenbergerova, Zimolka, 1996; Langer, 2004). Notiek darbs plēkšņaino un kailgraudu miežu selekcijas programmām nepieciešamo ģenētisko resursu izveidei, īpaši uzmanību pievēršot graudu kvalitātes rādītājiem: β-glikānam, cietei, proteīnam, neaizvietojamām aminoskābēm un E vitamīnam (Ehrenbergerova et al., 1998; Vaculova et al., 2000). Pēdējos piecos gados tiek realizēti vairāki projekti selekcionāres K. Vaculovas vadībā, kas saistīti ar miežu ģenētiskā materiāla izpēti un izmantošanu lopbarībai dažādām mājdzīvnieku grupām[17]. Sadarbībā ar Liellopu Audzēšanas Zinātnisko Institūtu (Research Institute for Cattle Breeding), izmantojot ķīmiskās un

[15]Registration of variety 'Valier', [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] http://hordeum.oscs.montana.edu/cowdocs/valreg.htm.

[16] The South Australian Barley Improvement Program, [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] htpp://www.agwine.adelaide.edu.au/research./plant/crop_breeding/barley/index.html.

[17] The Czech Republic – research and development for economy and society. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] http://www.circ.cz.

elektroforēzes analīzes, *in vitro* modeļa pētījumus un *in vivo* izpētes metodes, tiek noteikta miežu līniju un šķirņu ietekme uz liellopu produktivitāti [18].

Dānija ir viena no lielākajām gaļas un piena produktu ražotājvalstīm pasaulē, tāpēc pētījumi tiek veltīti tieši lopbarības graudu kvalitātes uzlabošanai. Zinātniskais darbs Riso Nacionālajā Laboratorijā bija vērsts uz to, lai izpētītu ģenētisko daudzveidību un iegūtu genotipus, kuri raksturotos ar paaugstinātu neizvietojamo aminoskābju saturu, kas būtu vairāk atbilstošas dzīvnieku prasībām. Plaši pielietoja mutaģenēzes metodes. Manipulējot ar mutāciju gēniem, ir iegūts mutants 'Riso 1508' (satur *lys3a* gēnu), kurš parādīja arī salīdzinoši labus rezultātus pēc agronomiskiem rādītājiem. Hibridizācijas ceļā selekcionēta augsta lizīna šķirne 'Lysimax' (satur *lys3a* gēnu). Turpmākais selekcijas darbs tika vērsts, lai uzlabotu augsta lizīna genotipu produktivitāti, pārnesot *lys3a* gēnu uz augstražīgām šķirnēm (Gabert, Brunsgaard, Eggum, 1995; Gabert et al., 1996; Jorgensen, Gabert, Eggum, 1997). Arī 90. gados turpinājās darbs pie augsta lizīna mutanto līniju izveides un to pārbaudes dzīvnieku nobarošanas izmēģinājumos (Gabert et al., 1996).

Dānijas Lauksaimniecības zinātnes institūtā strādā arī pie miežu proteīna kvalitātes uzlabošanas, izmainot aminoskābju procentuālo sastāvu. Īpaša vērība ir pievērsta, lai samazinātu nevērtīgās aminoskābes prolīna saturu proteīnā, tā risinot apkārtējās vides piesārņošanas samazināšanas risku ar slāpekli saturošiem savienojumiem[19]. Šī institūta Flakebjergas Zinātnes Centrā, izmantojot modernas biotehnoloģijas metodes tiek pētīti graudu kvalitātes rādītāju ģenētiskie un fizioloģiskie aspekti. Pētījumu mērķis ir izmainīt hordeīna frakciju attiecības, tādā veidā uzlabojot neaizvietojamo aminoskābju sastāvu proteīnā (Lange et al., 2008).

Latvijā līdz šim ar vasaras miežu šķirņu selekciju lopbarības virzienam vairāk ir strādājuši Valsts Priekuļu Laukaugu selekcijas institūta selekcionāri (Laukaugu selekcija Latvijā, 1992). Jau kopš 1970. gada selekcijas programmā īpašu uzmanību pievērsa paaugstinātam kopproteīna saturam graudos. Hibridizācijā kā donori augstam lizīna saturam izmantoti Dānijā un Zviedrijā iegūtie mutanti un Etiopijas vietējo miežu formas 'Hyproly'. Svarīgi selekcijas kritēriji bija arī ražība, graudu rupjums un izturība pret slimībām (Gaike, 2001). Institūtā izveidotās miežu šķirnes, kuras pašlaik rekomendētas tieši izmantošanai lopbarībā, ir 'Linga', 'Balga' un 'Idumeja' (Gaiķe, Sovere, 1995; Gaiķe, 2002). Šķirne 'Linga' ir vidēji agrīna, īsstiebraina, augstražīga. Labvēlīgos apstākļos tā spēj uzkrāt graudos līdz 14% kopproteīna. 90. gadu vidū uzsākts darbs arī pie kailgraudu miežu šķirņu selekcijas programmas. Ir savākta un izvērtēta plaša kailgraudu miežu kolekcija (Legzdiņa, 2002). Jau kopš 1986. gada ar plēkšņaino un kailgraudu miežu šķirņu selekciju lopbarības vajadzībām strādāja LLU Augkkopības katedrā. Kā izejmateriālu selekcijas programmā, lai iegūtu līnijas ar paaugstinātu kopproteīna saturu, izmantoja Lietuvas Bioloģijas institūtā mutaģenēzes ceļā no izejas formas 'Hyproli' iegūtu kailgraudu mutantu 'X-4'. Šī darba rezultātā iegūta kailgraudu līnija 'L-302', kura raksturojās ar paaugstinātu koproteīna un lizīna saturu graudos (Belicka, 1998a, 1998b, 1999, 2000). Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūtā līdz šīm ir strādāts alus miežu šķirņu selekcijas virzienam, tomēr pēdējos gados ir uzsākts arī kailgraudu miežu izpētes darbs saistībā ar to izmantošanas iespējām lopbarībā. Sadarbībā ar LLU Lauksaimniecības fakultātes Agrobiotehnoloģijas institūtu realizēts projekts, kura ietvaros Vecaucē iekārtoja cūku nobarošanas

[18] Study of grain nutritive value in different cereal species and types for intensive feeding parctices of highly productive ruminants, Research Institute for Cattle Breeding, Project No. QF 3133, [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] htpp://www.vuchs.cz/eng/workplace/research/nutrition/projects_present.htm.
[19] http://www.agrsci.org

eksperimentu, lai salīdzinātu plēkšņaino un kailgraudu miežu šķirņu ietekmi uz dzīvnieku nobarošanas rezultātiem (Degola, Belicka, 2005).

Pārstrādes uzņēmumu graudu iepirkšanas politika un augstās dzīvnieku ēdināšanas eksperimentu izmaksas nav sekmējušas lopbarības miežu šķirņu selekciju pasaulē. Šis darbs balstījās galvenokārt uz agronomisko un fizikālo, labākajā gadījumā uz alus miežu kvalitatīvo rādītāju bāzes, nevis uz barības vērtību raksturojošiem rādītājiem. Kanādā un ASV uzmanība pievērsta pētījumiem, lai atrastu ātrus un lētus mērīšanas un analītiskos paņēmienus lopbarības miežu barības vērtību raksturojošo radītāju noteikšanai selekcijas procesā, uzsākta lopbarības miežu šķirņu selekcija, kas raksturojas ar zemu fitīnskābes saturu graudos. Zviedrijā un Dānijā līdz šim īpaša uzmanība pievērsta proteīna kvalitātes uzlabošanai. Notiek arī kailgraudu lopbarības miežu šķirņu selekcijas darbs, tādās valstīs kā ASV un Kanāda. Latvijā līdz šim īpaša uzmanība pievērsta kailgraudu genotipiem ar paaugstinātu kopproteīna saturu graudos.

1.4. Lopbarības miežu graudu kvalitātes radītāju raksturojums

Miežu lopbarības kvalitāti raksturo gan fizikālie, gan ķīmiskie radītāji, kas atrodas kompleksā mijiedarbībā un nosaka miežu graudu lopbarības kvalitāti.

1.4.1. Graudu kvalitātes fizikālie rādītāji

Miežu grauds (cariopsis) sastāv no plēksnes, perikarpa, sēklapvalka, aleirona slāņa, sub-aleirona slāņa, endospermas un dīgļa (Evers, Blakeney, Brien, 1999). Lopbarības miežu graudu kvalitāti raksturo **graudu krāsa**. Tumšu graudu krāsu gan plēkšņainajiem, gan kailgraudu miežiem piešķir plēksnē un aleirona slānī esošie tannīni jeb ūdenī šķīstošie polifenolu savienojumi (Evers, Blakeney, Brien, 1999). Ir noskaidrots, ka šie savienojumi ierobežo atsevišķu mājdzīvnieku gremošanas traktā esošo mikroorganismu augšanu un attīstību, ķīmiski saistās ar proteīniem un polisaharīdiem, kavē gremošanas enzīmu darbību. Tannīna-proteīna molekulas ir pārāk lielas, lai mājdzīvnieku gremošanas traktā absorbētos. Graudi ar tumšu aleirona slāni ļoti lēni uzsūc mitrumu, tas ierobežo enzīmu saskari ar graudos esošajām barības vielām, kas ietekmē barības vielu sagremojamību visām mājdzīvnieku grupām. Šādus nesamaltus miežu graudus putni praktiski nespēj sagremot. Tannīni rada mutē savelkošu garšu, kas nepatīk vairumam mājdzīvnieku (Shirley, 1998). Lopbarībai, īpaši putniem, vairāk piemēroti ir miežu graudi ar zemu tanīnu saturu graudos, tas ir, ar gaišu aleirona krāsu (Black, Tredrea, Nielsen, 2005). Miežu graudos tannīnu saturs sastāda apmēram 0.7%, kviešos 0.4%, sorgo 1.5% (Evers, Blakeney, Brien, 1999).

Plēkšņu saturs miežiem sastāda vidēji 13% no grauda svara un šī proporcija, atkarībā no genotipa, augšanas apstākļiem un graudu rupjuma, var būt attiecīgi no 7 līdz 25% (Evers, Blakeney, Brien, 1999). Plēksne sastāv galvenokārt no celulozes, hemicelulozes un lignīna (Munk, 1981). Vairāk kā 96% no kopējās miežu celulozes atrodas plēksnēs (Andersson et al., 1999b). Graudu nogatavošanās pēdējās fāzēs plēksnes ierobežo miežu sadīgšanu vārpās. Ražas novākšanas laikā plēksne aizsargā graudu no dīgļa izsišanas (Olkku et al., 2005). Plēkšņu procentuālais saturs palielina kokšķiedras saturu graudos, līdz ar to tās pazemina sagremojamās enerģijas saturu graudos (Bell, Shires, Keith, 1983). Arī R. Bhatti (Bhatty) (1986) atzīmē, ka plēkšņu izslēgšana no barības devas var palielināt miežu sagremojamo enerģiju par 10-15%. C. Darroch u.c. (1996) pētījumā, mehāniska plēkšņu pievienošana kailgraudu miežu graudiem samazināja proteīna sagremojamību. Enerģijas sagremojamība kailgraudu

miežu šķirnes 'Condor' graudiem bija 87.4%, bet graudu un plēkšņu maisījumam (ar 20% plēkšņu piedevu) – 68.1%. Proteīna sagremojamība samazinājās attiecīgi no 88.6% uz 63.3%. No šī viedokļa kailgraudu miežiem, kas nesatur plēksnes, ir priekšrocības salīdzinot ar plēkšņainajiem.

Aleirona slānis sastāv no trīs šūnu kārtām, kas sastāda 5% no grauda sausnes un sastāv galvenokārt no proteīna, minerālvielām un vitamīniem. Atkarībā no aleirona slāņa krāsas, kuru nosaka fenolu saturošu pigmentu klātbūtne, graudi var būt melni, violeti, zili, zaļi vai dzelteni (Evers, Blakeney, Brien, 1999). J. Fregeau-Reida (Fregeau-Reid) u.c. (2001) pētījumā miežu līnijām ar violetu ziedplēksni bija par 10 līdz 16% augstāks kopproteīna saturs, par 5% augstāks β-glikānu saturs graudos nekā genotipiem ar dzeltenu ziedplēksni. Savukārt miežu līnijām ar dzeltenu graudu krāsu bija salīdzinoši augstāks cietes un kokšķiedras saturs nekā ar violetu ziedplēksni. Viņi norāda, ka violetu ziedplēksni varētu lietot kā izlases kritēriju uz mazāku kokšķiedras saturu graudos.

Graudu fizikālie radītāji ir cieši saistīti ar noteiktu barības vielu daudzuma koncentrāciju graudā, tāpēc, kopš pastāv selekcija kā zinātne, graudaugu selekcionāri ir turpinājuši veikt mērķtiecīgu izlasi, palielinot graudu masu un izmērus, tā uzlabojot šķirņu produktivitāti un citus saimnieciskos radītājus (Rodomiro et al., 2002; Pasarella, Savin, Slafer, 2005).

Graudu masa un izmēri (grain weight and size) ir nozīmīgi kvalitāti raksturojoši radītāji gan alus, gan lopbarības miežiem. Miežu graudu izmērus (size), jeb graudu izlīdzinātību nosaka, graudus sijājot un iegūstot 4 frakcijas: <2.2x20 mm (atsijas), >2.2x20 mm, >2.5x20 mm, un >2.8x20 mm. Sīkākiem graudiem ir parasti zemāks cietes saturs un attiecīgi augstāks proteīna saturs, kas samazina ekstrakta iznākumu (Edney, 1996). Tāpēc rupji un izlīdzināti graudi (graudu procents virs 2.5 mm sieta) ir svarīgs kritērijs, ko izvirza dažādu valstu iesala un alus ražotāji (Larsen, 2001). Šīs pazīmes uzlabošana ir iekļauta miežu selekcijas programmās (Henry, 1990; Fox, Kelly, Poulsen, 2006). Rupji graudi nodrošina augstāku lopbarības kvalitāti, jo šādi graudi satur vairāk cietes (Edney, 1996). Tomēr C. Elfversona u.c. (1999) pētījumā nav atrasta būtiska atšķirība pēc cietes satura starp dažādām graudu frakcijām. Novērota pat tendence cietes saturam nedaudz samazināties, pieaugot graudu izmēriem. Tāpat proteīna saturs dažādās graudu frakcijās ļoti maz atšķiras. Konstatēts, ka pieaugot graudu izmēriem, pieauga β-glikānu saturs, to izskaidrojot tādējādi, ka lielākiem graudiem ir biezāki endospermas šūnapvalki. **1000 graudu masa** ir graudu fizikālais rādītājs ko parasti selekcijā izmanto graudu masas raksturošanai (Andersson, Elferson, Andersson, 1999b). Šo rādītāju S. Fairbairns u.c. (1999) iesaka izmantot miežu enerģētiskās vērtības novērtēšanai, jo tas būtiski korelē ($p<0.01$) ar sagremojamo un maiņas enerģiju. **Graudu tilpummasa** ir radītājs, ko daudzās valstīs, arī Latvijā, parasti lieto, lai raksturotu lopbarības miežu graudu kvalitāti. Augstāka tilpummasa ir šķirnēm, kurām ir rupjāki un smagāki graudi (Andersson, Elferson, Andersson, 1999b). Miežu graudu tilpummasai samazinoties, kokšķiedras saturs pieaug un cietes saturs samazinās Tāpēc miežu tilpummasu uzskata par labu indikatoru miežu relatīvajai barības vērtībai un to iesaka ņemt vērā, nosakot lopbarības miežu cenu (Lardi, Bauer, 1999). Tomēr ir pētījumi, kas apliecina, ka miežiem ar pazeminātu tilpummasu ir tāda pati uzturvērtība kā ar normālu tilpummasu (Christison, Bell, 1975; Kennelly et al., 1995). Tāpēc īsti neskaidra ir miežu ar zemu (lightweight barley) tilpummasu patiesā barības vērtība. No graudu pārstrādes viedokļa miežu paraugi ar zemāku tilpummasu parasti satur vairāk krunkainas formas graudus, tāpēc tos ir grūtāk pārstrādāt nekā normālas vai augstas tilpummasas graudus (Boyles, Anderson, Koch, 1999).

Graudu cietība ir pazīme, kura līdz šim nav plaši lietota, lai raksturotu miežu graudu kvalitāti. Šo parametru parasti lieto kviešu graudu kvalitātes novērtēšanai, jo cietība raksturo grauda endospermas struktūru (Darlington et al., 2000). Tieši ņemot vērā šo rādītāju, kvieši tiek iedalīti mīkstajos un cietajos kviešos (Greenwell, Schofield, 1986). Endospermas cietību var mērīt izmantojot dažādus paņēmienus. To var izteikt ar:

- daļiņu izmēru (particle size), μm (Beecher et al, 2002),
- viena grauda analizēšanas sistēmas (Single Kernel Characterisation System/ SKCS) cietības indeksu (Hardness Index) (Gaines et al., 1996),
- malšanas enerģijas rādītāju (milling energy), J – kā enerģijas daudzumu, kas jāpatērē paraugu samaļot (cietākiem graudiem jātērē lielāka enerģija) (Wrigley, 1999; Camm, Ellis, Morrison, 2005).

Ir pētījumi, kas apliecina, ka graudu cietība miežiem var būtiski ietekmēt graudu kvalitāti. Tā atspoguļo kompleksu sakarību starp endospermas strukturālajiem komponentiem – cieti, proteīnu un β-glikāniem (Darlington et al, 2000). Kvantitatīvo pazīmju lokuss (QTL), kas visvairāk nosaka graudu cietību, atrodas miežu genoma 7. hromosomā (Beecher et al., 2002), ko ietekmē gēni *hin a*, *hin b1*, *hin b-2* (Fox, Nguyen, Bowman, 2007; Turuspekov et al., 2008). Graudu cietība bija salīdzinoši augstāka miežu genotipiem ar augstu un zemu amilozes saturu graudos (Jagtap et al., 1993). M. Izidorcziks u.c. (2005) pētīja endospermas šūnapvalku īpašības trīs miežu šķirnēm ar atšķirīgu graudu cietību. Paraugiem ar zemu kopproteīna saturu (10.8%), bija zemāks cietības indekss, zemāks β-glikānu saturs, bet paraugam ar augstu proteīna saturu (17.0%) bija augstākas β-glikānu saturs un augstāks cietības indekss. Arī G. Camms u.c. (2005) pētījumā konstatēja, ka šķirnei ar augstāku proteīna saturu bija cietāki graudi. Miežu šķirnes ar mīkstāku endospermu rekomendējamas alum (Holopainen et al., 2005), bet ar cietāku – lopbarībai (Beecher et al., 2002).

1.4.2. Graudu kvalitātes ķīmiskie rādītāji

Lopbarībā (barības līdzeklī) esošo barības vielu galvenais uzdevums ir nodrošināt dzīvnieka dzīvības procesus, izmantojot tos kā strukturālo materiālu ķermeņa veidošanai, kā enerģijas avotu ķermeņa funkciju regulēšanai, dzīvnieka aktivitātei un atražošanai. (Osītis, 1987). Nobriedušos miežu graudos parasti ir no 80 līdz 90% sausnas. Visu barības līdzekļu, arī miežu, sausnu sastāda organiskas un neorganiskas vielas (Osītis, 1987). Pie organiskajām vielām pieder slāpekli saturošas vielas (kopproteīns) un slāpekli nesaturošas vielas (ogļhidrātu, koptauki, vitamīni).

Ogļhidrāti miežu graudos ir galvenais enerģijas avots, kurus veido bezslāpekļa ekstraktvielas (BEV) un kokšķiedra (Osītis, 1987). Miežu enerģētiskā vērtība galvenokārt ir atkarīga no cietes satura, un mazāk no nesagremojamiem kokšķiedras komponentiem, tādiem kā celulozes un lignīna, necietes polisaharīdiem β-glikāniem un arabinoksilāniem (hemiceluloze) (Newman, Newman, 1992b). Ciete veido lielāko grauda endospermas daļu, kas miežu graudu sausnē parasti sastāda vidēji 62% (Evers, Blakeney, Brien, 1999). P. Amans u.c. (1985) pētījumā cietes saturs miežiem variēja no 53 līdz 67%. Ciete sastāv no polimēriem amilozes un amilopektīna (Mauro, 1996). Amilozes un amilopektīna attiecības cietē nosaka ģenētiskie faktori. Vaskveida cieti noteicošais gēns (*wx*) atrodas miežu 7. hromosomā, un nosaka tādas cietes veidošanos, kuras sastāvā ir 96-100% amilopektīna. Augstas amilozes (35-45%) cietes veidošanos nosaka *amo 1* gēns, kurš arī atrodas miežu genoma 1. hromosomā (Washington et al., 2000; Xue, Newman, Graham, 1997). Šiem abiem gēniem savstarpēji kombinējoties, iegūst genotipus ar vidēju amilozes saturu (Washington, Box, Karakousis, 2000). Vaskveida cieti noteicošo gēnu alēles uz šķirni var pārnest bekrosējot, vai arī izmantojot

mutaģenēzes metodes (Swanston, 1997). Amilozes un amilopektīna atšķirīgā ķīmiskā struktūra un attiecības nosaka cietes īpašības (Manner, 1985; Song, Jane, 2000). Amilozes molekula ir gara un lineāra, bet amilopektīna – īsa un zarota (Song, Jane, 2000). Vairākumam miežu ciete satur amilopektīnu no 70-80% un amilozi no 20-30%, tas ir, attiecībā 3:1. Genotipi ar atšķirīgu amilozes saturu būtiski atšķiras pēc graudu ķīmiskā sastāva. Tuvāk tas aplūkots 1.6.1. nodaļā.

Ciete grauda endospermā akumulējas cietes granulu (graudiņu) veidā, kuri ir ietverti proteīna matricā (Morrison, 1995), kas izkārtojās kārtās ar dažādu amilozes un amilopektīna saturu (Song, Jane, 2000; Svihus, Uhlen, Harstad, 2005). Miežiem, kā arī kviešiem un rudziem, ir divu veidu cietes granulas – lielās A (lenticular) (> 10 μm) un mazās B (small round) (<10 μm) (Vasanthan, Bhatty, 1996). Cietes granulas attīstās pakāpeniski graudu nogatavošanās periodā. Gatavos graudos tikai 10-15% ir A-tipa granulas, bet tās sastāda apmēram 90% no kopējā cietes svara (Baga, Chibbar, 2003). A-tipa cietes granulas satur vairāk amilozes nekā mazās B-tipa granulas (Ao, Jane, 2007; Kang et al.,1985). Ģenētiski cietes granulu izmērus un izvietojumu regulē vairāki lokusi miežu genoma 2. un 4. hromosomā un ir atrasti molekularie marķieri, kas regulē cietes granulu attiecības endospermā (Baga, Chibbar, 2003). Ir noradīts, ka cietes granulu attiecības miežu cietes endospermā ietekmē alus īpašības. Vērtīga alus miežu šķirnes īpašība ir veidot cieti ar pēc iespējas mazāku B granulu skaitu, jo tas dod mazāku ekstrakta iznākumu un zemāku tā kvalitāti (Baga, Chibbar, 2003). C. Brennans u. c. (1996) izpētot graudu struktūru šķirnēm ar atšķirīgiem iesala kvalitātes rādītājiem, konstatēja atšķirības cietes granulu uzbūvē un izkārtojumā proteīna matricā. Augstas kvalitātes alus miežiem A un B tipa granulas ir gludas un nav cieši saistītas ar proteīna matricu. Savukārt sliktas kvalitātes alus miežu šķirnēm A tipa granulas ir daļēji iegrimušas, bet vairākums B tipa granulu nav redzamas, jo pilnīgi iegrimušas proteīna matricā. Tas traucē cieti noārdošajiem enzīmiem nokļūt saskarē ar cietes graudiņiem un šķelt tos. J. Bowmans u.c.. (2001) un B. Svihus u.c. (2005) norāda, ka proteīni, kas ciešāk saistīti ar cietes granulām, kā tas ir novērots miežiem ar augstāku cietību, palēnina cietes sagremojamību kuņģī, tā pārnesot šo procesu uz tievajām zarnām, kas ir vēlama īpašība lopbarības miežiem. A un B cietes granulu skaitu un attiecības, kas savukārt ietekmē graudu cietību, nosaka gan genotips, gan vides faktori (Kang et al., 1985; Li et al., 2001; Morrison, Scott, Karkalas, 1986)

Necietes polisaharīdi - (1→3) un (1→4) β-D-glikāni (β-glikāni) un arabino-(1→4)β-D-ksilāni (arabinoksilāni) galvenokārt sastopami grauda aleirona slāņa un cietes šūnu apvalkos, kuri ir 3-5 μm plāni (Bacic, Stone, 1981; Newman, Newman, 1992b). Miežu cietes šūnu apvalki satur 75% β-glikānu, 20% arabinoksilānu un 2% celulozi (Evers, Blakeney, Brien, 1999; Shewry, Morell, 2001). Šķirnēm ar augtu β-glikānu saturu ir biezāki cietes šūnu apvalki (Oscarsson et.al., 1997; Zheng et al., 2000). β-glikānu saturs miežu sausnā parasti variē no 2 līdz 7% (Grausgruber et. al., 2004; Oscarsson et.al., 1997). Ne-cietes polisaharīdu īpašības ir svarīgas saistībā ar miežu graudu uzturvērtību un tiem ir nozīme gan pārtikā (Fastnaught et al., 1996), gan lopbarībā (Engstrom et al., 1992). Pārtikas rūpniecībā ar augstu šķiedras saturu bagātu produktu ražošanā vēlams pēc iespējas augstāks β-glikānu saturs graudos (Lorenz, Collins, 1995). Pētījumi apliecina, ka produktu lietošana ar augstu β-glikānu saturu pazemina holesterīna līmeni asinīs un stabilizē glikozes līmeni asinīs, ne tikai cilvēkiem, bet arī dzīvniekiem (Klopfenstein, 1988; Newman, Newman, Graham, 1989). Tomēr, izmantojot miežus putnu ēdināšanā, augsts β-glikānu saturs var radīt problēmas (Newman, Newman, 1992a). Ir konstatēts, ka nobarojot putnus, kuru barības devā ir galvenokārt mieži, β-glikāni ietekmē putnu veselību un līdz ar to produktivitāti, jo rada tiem viskozus izkārnījumus (McNab, Smithard, 1992; White, Bird, Sunde, 1983).

β-glikāniem, īpaši tā šķīstošajai frakcijai, ir būtiska ietekme uz miežu ekstrakta viskozitāti, tāpēc šis rādītājs plaši tiek pētīts gan saistībā ar miežu izmantošanu pārtikā (Andersson, Andersson, Autio, 1999a), gan lopbarībā (Campbell et al., 1989; Izidorczyk et al., 2000; Rotter et al., 1989; Svihus, Gullord, 2002). Pētnieks R. Bhatty no Kanādas ekstrakta viskozitātes mērījumu ieteica kā vienkāršu metodi, lai agrīnās hibrīdajās paaudzēs novērtētu lopbarībai piemērotām līnijām β-glikānu saturu graudos (Bhatty, 1987). Miežu genotipiem ar zemu un augstu β-glikānu saturu graudos ir atšķirības pēc tā izvietojuma grauda endospermā. Šķirnēm ar zemu β-glikānu saturu, tas uzkrājās galvenokārt grauda ailerona slānī, savukārt augsta β-glikāna genotipiem – vienmērīgi pa visas grauda endospermas šūnapvalkiem. Tas rezultātā ietekmē maluma kvalitāti, kas jāņem vērā miežus izmantojot gan pārtikā, gan lopbarībā (Zheng et al., 2000).

Barības līdzekļu, arī miežu, sagremojamības raksturošanai bieži izmanto divus radītājus - neitrāli skaloto kokšķiedru (NSK; angliski NDF-neutral detergent fibre) un skābi skaloto kokšķiedru (SSK; angliski ADF-acid detegent fibre), kuri raksturo **kokšķiedras** saturu lopbarībā (Osītis, 1998). Šie rādītāji parasti uzrādīti barības līdzekļu ķīmiskā sastāva tabulās, tos iekļauj statistikas aprēķinos (Zhang, Campbell, Stothers, 1994), ka arī izmanto selekcijas materiāla novērtēšanā (Newman, Newman, 1992a). NSK sastāvā ietilpst hemiceluloze, celuloze, lignīns, lignificētais slāpeklis jeb nepieejamais proteīns, nešķīstošas pelnvielas, silicija oksīds. Tas ietekmē dzīvnieka sausnas, enerģijas un barības uzņemšanas spējas. SSK jeb lignocelulozes sastāvā ir celuloze, lignīns, lignificētais slāpeklis, silicija oksīds. Starpība starp NSK un SSK raksturo hemicelulozes jeb šūnu cukura daudzumu (Osītis, 1998). NSK un SSK ir praktiski nesagremojams gan cilvēka, gan neatgremotāju mājdzīvnieku zarnu traktā (Newman, Newman, 1992b). Starp dažādiem miežu genotipiem NSK variēja no 12 līdz 20%, bet SSK no 4 līdz 8% (Bhatty, Christison, 1975). Pieaugot kokšķiedras saturam, barības sagremojamība samazinās (Fairbairn et al., 1999). Šī sakarība darbojas visām dzīvnieku grupām, bet īpaši sugām ar vienkāršu kuņģi, tas ir, cūkām un putniem. Tāpēc miežu šķirnes ar pazeminātu kokšķiedras saturu ir ar paaugstinātu lopbarības vērtību. Neliels kokšķiedras saturs barības devā ir svarīgs visiem mājdzīvniekiem, kas nodrošina barības pārvietošanos zarnu traktā un sekmē toksisko vielu izvadīšanu (Newman, Newman, 1992a).

No lopbarības sausnā ietilpstošajām organiskajām vielām ļoti liela nozīme ir slāpekli saturošām vielām jeb **proteīnam** (Osītis, 1987; Degola, 2007). Proteīns miežos, tāpat kā citos graudaugos, ir 20 aminoskābju apkopojums, kuru kombinēšanās nosaka trīs galvenās proteīnu fizioloģiskās funkcijas organismā – metabolisko, strukturālo un rezerves funkciju (Evers, Blakeney, Brien, 1999; Newman, Newman, 1992b). Proteīns ir otra lielākā grauda endospermas sastāvdaļa. Miežu graudu sausnā ir no 8-20% kopproteīna (Evers, Blakeney, Brien, 1999).

Atkarībā no proteīnu šķīšanas dažādos šķīdinātājos tie iedalās četrās grupās. Miežu rezerves proteīni ir prolamīni (hordeīni), kuri šķīst spirtā, albumīni ir šķīstoši ūdenī, globulīni, kas šķīst sāļu šķīdumos un glutelīni, kas šķīstoši sārmu šķīdumos (Evers, Blakeney, Brien, 1999). Hordeīni iedalās četrās grupās. A-hordeīns, sēru saturoši prolamīni, kas sastāda 5% no prolamīniem, nav pieskaitāmi pie rezerves proteīnu grupas. B hordeīns- polimēri sēru saturoši prolamīni, ar molekulmasu no 35 līdz 46 kDd (kilodaltoni) sastāda apmēram 70 – 80% no prolamīnu frakcijas. C hordeīns - monomēri sēru nesaturoši prolamīni, ar molekulmasu no 55 līdz 72 kDd, sastāda 10-20% no prolamīniem. D hordeīns, polimēri augstas molekulāras masas prolamīni, ar molekulmasu > 100 kDd sastāda apmēram 5% no prolamīniem. B, C un D hordeīni konkrētai šķirnei variē atkarībā no proteīna uzbūves un tos nosaka attiecīgi trīs gēni *Hor2*, *Hor1* un *Hor3*, kas atrodas 5. hromosomā (Evers, Blakeney, Brien, 1999;

Shewry, Halford, 2002). Hordeīnu polipeptīdu profilu polimorfismu izmanto gan šķirņu identifikācijā (Shewry, Pratt, Miflin, 1978), gan nosakot graudu kvalitāti (Peltonen et al., 1994). B un C hordeīna frakciju attiecības proteīnā ietekmē graudu cietību un ekstraktivitāti (Peltonen et al., 1994). Pieaugot C hordeīna frakcijai, samazinās β-glikānu saturs un arī malšanas enerģija, tas ir, graudu cietība (Molina-Cano et al., 1996).

Ārzemēs lieto lopbarības kvalitātes vērtēšanas sistēmas, kurās kā galveno kritēriju izmanto aminoskābes (Jemeļjanovs, Mičulis, 1999). Ir divas lielas aminoskābju grupas – aizvietojamās un neaizvietojamās. Aizvietojamās aminoskābes sintezējas dzīvnieka organismā, bet neaizstājamas aminoskābes obligāti jāuzņem ar barību, lai nodrošinātu normālus maiņas procesus organismā (Degola, 2007). Tieši aminoskābes nosaka proteīna bioloģisko vērtību. No 20 aminoskābēm 8 ir neaizvietojamas (valīns, izoleicīns, leicīns, metionīns, treonīns, lizīns, triptofāns, fenilalanīns), 8 aizvietojamas (aspargīns, alanīns, glutamīns, glicīns, prolīns, serīns, aspargīnskābe, glutamīnskabe), 4 daļēji aizvietojamās (arginīns, histidīns, cistīns, tirozīns) (Jemeļjanovs, Mičulis, 1999). Neaizvietojamām aminoskābēm ir ne tikai nozīme olbaltumvielu sintēzē, bet arī vielu maiņas procesos organismā un specifisku funkciju norisē. Lizīns ieņem īpašu vietu aminoskābju vielu maiņā, jo tas tieši piedalās olbaltumvielu sintēzē un tātad olbaltumvielu daudzums organismā gandrīz pilnīgi atkarīgs no lizīna satura barības devā. Sabalansējot barību pēc aminoskābju nepieciešamības, par noteicošo aminoskābi pieņem lizīnu, ko izsaka kā 100%. Tas ir tāpēc, ka lizīns gandrīz pilnībā tiek izmantots olbaltumvielu veidošanai organismā, bet pārējās aminoskābes, kas arī ir nepieciešamas cūku barībā, olbaltumvielu ražošanā neizmantojas pilnīgi (Degola, 2007). Tāpēc, runājot par miežu proteīna kvalitāti, galvenais uzsvars parasti tiek likts uz lizīnu (Osītis, 1987; Degola, 2007). Proteīna saturam graudos pieaugot, samazinās neaizvietojamo aminoskābju saturs. Tas ir tāpēc, ka pieaug rezerves proteīna hordeīna saturs, kurš satur lielu procentu aizvietojamo aminoskābju glutamīnskābi un prolīnu, bet maz lizīna (Newman, Newman, 1992b). Augsts glutamīnskābes un prolīna saturs miežu proteīnā nav vēlams, jo dzīvniekiem šīs aminoskābes praktiski nav izmantojamas. Tas rada apkārtējās vides piesārņojumu ar slāpekli saturošiem savienojumiem (Lange et al., 2006).

Miežiem proteīna kvalitāti ir mēģinājuši uzlabot, manipulējot ar zināmiem mutāciju gēniem. 1967. gadā pasaules miežu kolekcijā konstatēja šķirni ar paaugstinātu lizīna saturu proteīnā ‘Hiproly’ (gena *lys1* nesējs) (Munk, Karlson, Hagberg, 1970). Citu gēnu (*lys3a*) atrada ‘ Riso 1508’ (Doll, 1973). Augsta lizīna genotipi raksturojās ar augstāku lizīna proporciju proteīnā, to proteīns ir sabalansētāks. Tas saistīts ar to, ka tiem ir pazemināta neatgremotajiem nevērtīgo aminoskābju glutaminskābes un prolīna proporcija proteīnā. Pētot augsta lizīna genotipu hordeīna frakcijas, konstatēts, ka tiem ir augstāks zemas molekulārās masas frakciju (B hordeīna) proporcija hordeīnā, kuras ir bagātākas ar lizīnu un citām neaizvietojamām aminoskābēm (Klemsdal, Olsen, Rorvik, 1987).

Svarīgs lopbarības miežu kvalitātes rādītājs ir **lipīdu jeb tauku** saturs graudos. Graudaugos lipīdu saturs variē no 1-14% (Svihus, Uhlen, Harstad, 2005), bet mieži parasti satur 2-3% koptauku (Newman, Newman, 1989; Newman, Newman, 1992b). Miežiem apmēram 30% tauku ir koncentrēti grauda dīglī (Andersson et al., 1999b). Daļa tauku atrodas uz cietes granulu virsmas (Welch, 1978). Tauki ir nozīmīgs enerģijas avots un var nodrošināt dzīvnieku, rēķinot uz vienu masas vienību, ar 2.25 reizes lielāku enerģiju nekā ogļhidrāti (Newman, Newman, 1992a). Tauki ir arī svarīgs dzīvnieka ķermeņa termoregulators (Osītis, 1987). Miežu graudi ar paaugstinātu tauku saturu atvieglo to malšanas procesu (Newmans, Newman, 1992a). Taukiem ir liela nozīme miežu barības vērtības uzlabošanā un ka to satura paaugstināšanu graudos var panākt

selekcijas ceļā (Welch, 1978). Viņa pētījumā starp 86 miežu šķirnēm koptauku saturs variēja no 1.9-4.1%.

Miežu graudos ir konstatēts neliels daudzums **minerālvielu**, kas pilnībā nenodrošina dzīvnieku vajadzības pēc tām (Newman, Newman, 1992a). Minerālvielas, galvenokārt P, Ca, Mg un K, pārsvarā atrodas miežu grauda aleirona slānī (Stewart, Nield, Lott, 1988). Minerālvielu saturs miežu graudos ir neliels - tādā koncetrācijā, lai nodrošinātu fizioloģiskos procesus grauda dīgšanas laikā (Evers, Blakeney, Brien, 1999). No minerālvielām, lielāka uzmanība tiek pievērsta fosforam, jo tā papildus pievienošana ļoti sadārdzina barības izmaksas. Mieži parasti satur apmēram 0.34-0.45% fosfora. Miežu graudos apmēram 70% fosfora ir fitīnskābes jeb fitātu formā (vidēji 0.25-0.30% graudu sausnā), kuru pilnībā izmanto atgremotājdzīvnieki, bet kas nav izmantojama neatgremotājiem, kas līdz ar to piesārņo ārejo vidi ar fosforu saturošiem savienojumiem un samazina barības izmantošanas efektivitāti (Evers, Blakeney, Brien, 1999; Linares et al., 2007; Raboy et al., 2000). Fitīnskābe bremzē arī citu svarīgu mikroelementu – cinka, magnija un kalcija apmaiņu organismā, kas netgremotājiem mājdzīvniekiem var izraisīt cinka deficīta problēmas (Selle et al., 2000; Veum et al., 2002). Fitīnskābe ietekmē samazinās arī proteīna un aminoskābju sagremojamība, jo tā veido kompleksus savienojumus ar proteīniem (Kies, Van Hemert, Sauer, 2001). Tiek realizētas īpašas selekcijas programmas, lai paaugstinātu izmantojamā fosfora saturu graudos (Poulsen et al., 2001; Rosnagel, 2000; Rossnagell, Zatorsky, Arganosa, 2005). Tomēr parasti, samazinot fitīnskābes saturu, samazinās arī kopējais fosfora saturs graudos (Newman, Newman, 1992b). Miežu genotipiem, kas radīti mutaģenēzes ceļā, kopējam fosfora saturam neizmainoties, ir paaugstināts neorganiskā fosfora saturs, jo fitīnskābes īpatsvars sastāda tikai 13-43% no kopējā graudos esošā fosfora (jeb 0.09-0.14% sausnā) (Bowen et al., 2006; Poulsen et al., 2001). Arī alus miežu šķirnei ir svarīgs zems fitātu saturs graudos, jo konstatēta būtiska negatīva korelācijas starp fitātu saturu un ekstraktvielu iznākumu, un būtiska pozitīva korelācija starp fitātu un kopproteīna saturu graudos (Dai et al., 2007). Pārtikas miežiem, arī būtu vēlams zems fitātu saturs, jo tāpat kā mājdzīvniekiem, tie ierobežo minerālvielu izmantošanos. Ir pētījumi, kas apliecina fitātu pozitīvo nozīmi pretvēža profilaksē (Selle, Ravindran, Cardvell, 2000). Kalcijs sastāda vidēji tikai 0.05% no miežu graudu sausnas. Tā ir minerālviela, kura visvairāk nepieciešama gan dzīvniekiem, gan putniem, tomēr tā ir salīdzinoši lēta un viegli pievienojama dzīvnieku barības devā (Lardy, Bauer, 1999).

Mieži satur E vitamīnu, kas ir viens no nozīmīgākajiem dabiskajiem antioksidantiem. E vitamīna daudzums miežu graudos ir ģenētiski noteikts un atkarībā no šķirnes variē no 16.2 līdz 23.8 mg kg^{-1} (Pryma et al., 2007). Mieži ir vērtīgs B vitamīnu, izņemot B12, avots (Newman, Newman, 1992b).

Kopumā miežiem, salīdzinot ar citiem lopbarībā plašāk izmantojamiem graudaugiem kukurūzu un kviešiem, ir augstāks kopproteīna saturs graudos. Vidēji mieži pēc vairākiem lopbarībai svarīgiem radītājiem apsteidz kukurūzu. Kopproteīna saturs graudos, kā arī pieejama lizīna daudzums ir augstāks nekā kukurūzai. Neaizvietojamās aminoskābes, kā lizīns, metionīns, cistīns, un triptofāns miežu graudos ir augstākā koncentrācijā nekā kukurūzai. Tas ļauj samazināt nepieciešamību pievienot dārgās proteīna un aminoskābju piedevas, kas samazina barības izmaksas un līdz ar to paaugstina relatīvo miežu barības vērtību.

Miežu graudos ir konstatēts augstāks A un E vitamīna saturs, salīdzinot ar citām vadošajām graudaugu sugām(1.1. tabula) [18].

1.1. tabula

Miežu graudu vidējais ķīmiskais sastāvs salīdzinājumā ar kukurūzu un kviešiem

Rādītājs	Mieži	Kukurūza	Kvieši
Kopproteīna saturs, %	13.2	9.8	14.2
Cietes saturs, %	64.5	71.9	63.8
Koptauki, %	1.9	3.8	2.2
Koppelni, %	2.3	1.4	1.7
Neitrāli skalotā kokšķiedra (NSK), %	18.1	10.8	11.8
Skābi skalotā kokšķiedra (SSK), %	5.8	3.3	4.2
Kalcijs, %	0.1	0.0	0.1
Fosfors, %	0.4	0.3	0.4
Lizīns, %	0.4	0.2	0.4
Metion. + cistīns, %	0.4	0.4	0.5
Triptofāns, %	0.2	0.1	0.2
Vitamīns A (mg kg^{-1})	3.8	1.0	0.0
Vitamins E (mg kg^{-1})	26.2	25.0	14.4

Lai lopbarības miežu audzēšana būtu ekonomiski izdevīga, svarīgi, lai šķirnei būtu pietiekoši augsts ražības potenciāls. Tāpēc selekcionāram, strādājot lopbarības miežu šķirņu selekcijas virzienā, vienlaicīgi jādomā par graudu kvantitatīvo un kvalitatīvo rādītāju sabalansētību (Black, Tredrea, Nielsen, 2005; Newman, Newman, 1992a). Tāpat, audzējot lopbarības miežus, ir jāņem vērā, ka meteoroloģiskie apstākļi graudu nogatavošanās periodā var nelabvēlīgi ietekmēt lopbarības graudu kvalitāti. Silti un mitri laika apstākļi pēc ziedēšanas, ko pēdējos gados biežāk novēro arī Latvijā, sekmē miežu inficēšanos ar slimībām, ko izraisa *Fusarium* spp., kas izdala mikotoksīnus kā, piemēram, deoxinovalenolu (DON). Šādi graudi nav izmantojami mājdzīvnieku ēdināšanai, kur sevišķi jutīgi ir sivēni. Tāpēc lopbarības miežu šķirnei ir svarīga ģenētiskā izturība pret fuzariozi. Tā kā mikotoksīni vairāk uzkrājas miežu graudu plēksnēs, tad kailgraudu miežu graudos konstatēja būtiski ($p<0.05$) zemāku mikotoksīnu saturu nekā plēkšņaino miežu graudos (Legzdina, Buerstmayr, 2004). Ātrai selekcijas materiāla izvērtēšanai uz mikotoksīnu klātbūtni graudos ir iespējas izmantot spektroskopijas (NIRS/Near infrared spectroscopy) tehnoloģijas (Arganosa et al., 2003).

Šajā nodaļā apkopotā informācija liecina, ka miežu lopbarības kvalitāti ietekmē gan fizikālie graudu kvalitātes rādītāji (graudu krāsa, graudu masa un izmēri, 1000 graudu masa, tilpummasa, graudu cietība), gan graudu ķīmiskais sastāvs (ogļhidrāti, necietes polisaharīdi, kokšķiedra, proteīns, tauki un minerālvielas). Selekcionāram, strādājot lopbarības miežu šķirņu selekcijas virzienā, vienlaicīgi jādomā par graudu kvantitatīvo un kvalitatīvo rādītāju sabalansētību.

[18] Study of grain nutritive value in different cereal species and types for intensive feeding parctices of highly productive ruminants, Research Institute for Cattle Breeding, Project No. QF 3133, [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] htpp://www.vuchs.cz/eng/workplace/research/nutrition/projects_present.htm.

1.5. Korelatīvās sakarības starp graudu kvalitātes rādītājiem

Miežu šķirņu selekcija noteiktam graudu izmantošanas virzienam ir saistīta ar izlasi uz dažādiem kvalitātes rādītājiem, tāpēc selekcijas darbā un pazīmju ģenētikas pētījumos liela uzmanība tiek pievērsta korelatīvo sakarību izpausmei konkrētos agroklimatiskajos apstākļos. Tā kā starp daudzām kvantitatīvām pazīmēm pastāv noteikta saistība jeb sakarības, tad selekcijas procesā nozīmīgi ir apzināt šīs sakarības, kas pastāv starp pazīmēm, pēc kurām tiek veikta izlase. Veicot izlasi pēc vairākām pazīmēm jeb pazīmju kompleksa, svarīgi pārzināt sakarības, kas pastāv starp tām. Korelācija raksturo pazīmju savstarpējo sakarību pakāpi, aprēķinot to izsaka ar korelācijas koeficientu (Falconer, Mackay, 1996). Sakarības, kas pastāv starp pazīmēm, nosaka gan vides, gan ģenētiskie faktori. Meklējot piemērotākos izlases kritērijus, balstoties uz vēlamo šķirnes modeli, šīs sakarības var būt vai nu selekcijas procesu veicinošas, vai bremzējošas. Korelācija, kas noteikta starp pazīmju fenotipiskiem mērījumiem vai vērtējumiem, tiek saukta par fenotipisko korelāciju (Falconer, Mackay, 1996). Tā ietver pazīmju saistību genotipa un vides ietekmē. Genotipiskā korelācija raksturo iedzimstamības faktoru jeb gēnu saistību, šo gēnu pleiotropo darbību, kas var izpausties kā viena gēna ietekmi un vairākām pazīmēm vai arī vairāku gēnu ietekmi uz vienu pazīmi. Gēnu ietekmes virziens var būt vienāds un pazīmes fenotipisko vērtību palielināt, bet to ietekmei var būt arī savstarpēji pretēji virzieni. Genotipisko korelāciju starp pazīmēm var noteikt, aprēķinos izmantojot genotipu pazīmju vidējos lielumus (Смиряев, Мартынов, Кильчевский, 1992). Izlases procesā nozīmīgāka ir tieši genotipiskās korelācija, jo tā dod iespēju izlases ceļā uzlabot kādu pazīmi, vienlaicīgi mainīt korelējošo pazīmi.

Tā kā ķīmiskās graudu analīzes parasti ir dārgas un laikietilpīgas, tad to plaša izmantošana selekcijas materiāla izvērtēšanā ir apgrūtinoša, īpaši agrīnajās paaudzēs. Tāpēc selekcionāri cenšas meklēt dažādas netiešas novērtēšanas metodes. Šeit var noderēt korelatīvo sakarību izpēte starp dažādām graudu kvalitāti raksturojošām fizikālajām un ķīmiskajām pazīmēm.

Dažādos pētījumos starp graudu kvalitātes rādītājiem konstatētas būtiskas gan pozitīvas, gan negatīvas korelatīvas sakarības (1.2. tabula).

No graudu fizikālajiem rādītājiem būtiska negatīva korelācija konstatēta starp 1000 graudu masu un tilpummasu (Helm, Temelli, Juskiw, 2000). Plēkšņu saturs negatīvi korelēja ar graudu tilpummasu (r=-0.51) un cietes saturu graudos (r=-0.53) (Bowman et al., 2001). Pozitīvā korelācija starp tilpummasu un cietes saturu graudos norāda, ka tos var izmantot lopbarības miežu selekcijā, lai izlasītu genotipus ar paaugstinātu enerģētisko vērtību (Matison et al., 1991; Helm, Temelli, Juskiw, 2000; Helm et al., 2000). Sīkākos graudos veidojas mazāk cietes, bet vairāk kopproteīna, uz ko norāda negatīva korelācija starp 1000 graudu masu un kopproteīna saturu graudos (Li et al., 2001). Iepriekšminēto apstiprina arī J. Helma u.c. (2000) pētījumi, kur starp 1000 graudu masu un cieti novēroja būtisku pozitīvu korelāciju ($p<0.01$) (Helm, Temelli, Juskiw, 2000; Helm et al., 2000).

No lopbarības graudu kvalitātes viedokļa, svarīgas ir sakarības starp kokšķiedras saturu graudos un citiem graudu kvalitātes rādītājiem. NSK (neitrāli skalotā kokšķiedra) pozitīvi korelēja ar SSK (skābes skalotā kokšķiedra) saturu gan divkanšu, gan seškanšu miežu līnijām (Fregeau-Reid et al., 2001). Plēkšņu saturs būtiski ($p<0.05$) pozitīvi korelēja ar miežu graudu NSK (r=0.63) un SSK (r=0.77) (Bowman et al., 2001). Vairākos pētījumos SSK un NSK saturs būtiski pozitīvi korelēja ar kopproteīna saturu graudos (Amana, Hesselman, Tilly, 1985; Fregeau-Reid et al., 2001). Arī D. Engstroma

u.c. (1992) pētījumā miežu šķirnēm ar augstu kopproteīna saturu bija raksturīgs būtiski augstāks kokšķiedras saturs graudos.

Divkanšu miežu genotipiem SSK un NSK saturs negatīvi korelēja ar β-glikānu saturu graudos (Fregeau-Reid et al., 2001).

Negatīva korelācija starp cietes un kopproteīna saturu graudos konstatēta daudzos pētījumos (1.2. tabula). Tas norāda, ka ir grūtības vienā genotipā apvienot paaugstinātas šo abu galveno endospermu veidojošo komponentu vērtības. Tāpat jāņem vērā, ka, pieaugot cietes saturam, samazinās β-glikānu, koptauku, koppelnu saturs (Helm, Temelli, Juskiw, 2000).

1.2. tabula

Pētījumos konstatētās sakarības starp graudu kvalitātes rādītājiem

Graudu kvalitātes rādītāji		Literatūras avots
Pozitīva korelācija		
Plēkšņu saturs	NSK; SSK	Bowman et al., 2001
SSK	NSK	Fregeau-Reid et al., 2001
Ciete	tilpummasa	Matisons et al., 1991; Helm et al., 2000
	1000 graudu masa	Helm, Temelli, Juskiw, 2000; Helm et al., 2000
	kokšķiedra	Engstrom, Mathison, Goonewardene et al., 1992
	SSK; NSK	Aman, Hesselman, Tilly, 1985; Fregeau-Reid et al., 2001
Kopproteīns	β-glikāni	Aman, Newman, 1986; Holtejolen et al., 2006
	koptauki	Welch, 1978; Aman, Newman, 1986
β-glikāni	tilpummasa	Helm, Temelli, Juskiw, 2000
	1000 graudu masa	Helm, Temelli, Juskiw, 2000
	cietības indekss	Henry, Cowe, 1990
Negatīva korelācija		
Tilpummasa	plēkšņu saturs	Bowman et al., 2001
	kokšķiedra	Metayer, Grosjean, Castaing, 1993; Sibbald, Price, 1976
SSK	viskozitāte	Svihus et al., 2000
Ciete	plēkšņu saturs	Bowman et al., 2001
	kopproteīns	Aman, Hesselman, Tilly, 1985; Aman, Newman, 1986; Li, Vasanthan, Rossnagel, 2001; Fregeau-Reid et al., 2001; Helm et al., 2000;
	β-glikāni	Helm, Temelli, Juskiw, 2000
	koptauki	Helm, Temelli, Juskiw, 2000
	koppelni	Helm, Temelli, Juskiw, 2000
Kopproteīns	1000 graudu masa	Fox, Panozzo, Li, Vasanthan, 2003; Fox, Kelly, Poulsen, 2006
	β-glikāni	Engstroms, Mathison, Goonewardene, 1992; Helm, Temelli, Juskiw, 2000
	koptauki	Helm, Temelli, Juskiw, 2000

Ir korelatīvās sakarības, kuras starp atsevišķiem graudu kvalitātes rādītājiem dažādos pētījumos, tas ir, dažādos izpētes apstākļos, ir uzrādījušas dažādu virzību. Vairākos pētījumos konstatēts, ka pieaugot kopproteīna saturam, pieaug arī β-glikānu

saturs graudos (Aman, Newman, 1986; Holtejolen et al., 2006). Tomēr citā pētījumā seškanšu un divkanšu miežu genotipiem šī sakarība nebija būtiska, tāpēc zinātnieks uzskata, ka šīs sakarības trūkums paver iespējas miežu selekcijai, kuras uzdevums ir izveidot šķirni ar paaugstinātu kopproteīna saturu, bet zemu β-glikānu saturu graudos (Fregeau-Reid et al., 2001). Tāpat ir pētījumi, kuros starp šiem abiem rādītājiem konstatēja negatīvas korelatīvās sakarības (Engstroms, Mathison, Goonewardene, 1992; Helm, Temelli, Juskiw, 2000). Korelatīvas sakarības ar atšķirīgu virzību dažādos pētījumos konstatētas arī starp kopproteīna un koptauku saturu graudos (1.2. tabula).

Veicot miežu šķirņu selekciju uz graudu kvalitāti, vispirms jāņem vērā potenciālās šķirnes saimnieciskie rādītāji – ražība, veldres un slimību izturība. Graudu raža plēkšņainajiem miežiem pozitīvi korelē ar cietes saturu un negatīvi ar proteīna saturu graudos (Oscarsson et al., 1996). Tomēr kailgraudu miežiem J. Helma u.c. (2000) pētījumā korelatīvās sakarības starp ražu un cieti, kā arī β-glikāniem nebija būtiskas, kas dod iespēju veidot augstražīgas kailgraudu šķirnes ar daudzveidīgu ķīmisko sastāvu (Helm et al., 2000).

Šajā nodaļā apkopotie dažādu pētījumu dati liecina, ka genotipi ar paaugstinātu 1000 graudu masu un tilpummasu raksturojas ar salīdzinoši augstāku cietes saturu graudos un zemāku plēkšņu saturu. Pieaugot cietes saturam graudos, samazinās kopproteīna saturs graudos, kā arī iespējama koptauku, β-glikānu un koppelnu satura samazināšanās. Tas norāda, ka selekcionāram ir jārēķinās, ka starp grauda endospermu veidojošiem komponentiem pastāv kompensējošas attiecības, kas var traucēt izlases ceļā vienlaicīgi paaugstināt vairāku graudu ķīmiskā sastāva raksturojošo rādītāju vērtības. Pieaugot kopproteīna saturam graudos, paaugstinājās kokšķiedras saturs, kas savukārt palielināja SSK un NSK saturu graudos. Starp kopproteīna saturu un koptauku, β-glikānu saturu graudos dažādos pētījumos konstatēta gan pozitīva, gan negatīva korelācija. Tas liecina, ka starp graudu kvalitātes rādītājiem korelatīvo sakarību virzību un ciešumu ietekmē ne tikai pētījumā iekļautais materiāls jeb genotips (plēkšņains, kailgraudu, divkanšu, daudzkanšu), bet arī agroklimatiskie jeb vides apstākļi.

1.6. Miežu graudu kvalitātes rādītājus ietekmējošie faktori

Miežu graudu ķīmiskais sastāvs ir cieši saistīts ar auga nodrošinājumu ar barības vielām. Relatīvais katra graudu kvalitātes rādītāja daudzums graudos variē arī atkarībā no graudaugu sugas, genotipa un meteoroloģiskajiem apstākļiem veģetācijas periodā. Dažādu metabolisko procesu rezultātā miežu graudā veidojas noteikta rakstura barības vielu sakopojums, kas tad arī nosaka graudu specifiskās kvalitatīvās īpašības (Hay, Porter, 2006). Šo īpašību iedzimstošā mainība dod iespēju selekcionāriem, atkarībā no konkrētā selekcijas mērķa, izmainīt komponentu attiecības. Sasniegumi molekulārajā ģenētikā, biotehnoloģijā un miežu selekcijā ir paplašinājuši zināšanās par miežu grauda bioķīmisko uzbūvi. Tas dod iespēju apzināt jaunas miežu formas, kas palīdz veikt mērķtiecīgu, dažādiem izmantošanas virzieniem piemērotu šķirņu selekciju.

1.6.1.Genotips

Ģenētiska atšķirība pēc graudu fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem starp dažādiem genotipiem ir priekšnoteikums, lai varētu mērķtiecīgi veikt lopbarībai piemērotu miežu šķirņu selekciju. Dažādos pētījumos, salīdzinot divkanšu un daudzkanšu miežu genotipus, gan plēkšņainos un kailgraudu miežu genotipus, konstatēta genotipa kā faktora būtiska ietekme uz graudu fizikālās un ķīmiskās

kvalitātes rādītājiem. Tāpat konstatēta augsta mainība pēc graudu ķīmiskajiem rādītājiem visu minēto miežu formu ietvaros.

Divkanšu un daudzkanšu mieži. Salīdzinot graudu rupjumu dažādiem miežu genotipiem, vidējā grauda masa variēja no 25.4 līdz 58.2 mg. Divkanšu genotipiem tā bija būtiski augstāka ($p<0.001$) nekā daudzkanšu (attiecīgi 45.4 un 40.1 mg) (Welch, 1978).

P. Amans u.c. (1985) pētīja ķīmisko sastāvu 81 divkanšu un 11 daudzkanšu miežu paraugiem, kas savākti Zviedrijā. Šajā pētījumā divkanšu miežiem bija vidēji augstāks cietes saturs (62.2%), salīdzinot ar daudzkanšu (58.9%). Abām miežu formām cietes saturam graudos bija viszemākais variācijas koeficients (Aman, Hesselman, Tilly, 1985; Aman, Newman, 1986). Daudzkanšu mieži raksturojās ar augstāku kopproteīna un kokšķiedras saturu graudos. Arī J. Fregeau-Reida u.c. (2001), salīdzinot 190 dubultoto haploīdu divkanšu un daudzkanšu līnijas pēc graudu ķīmiskā sastāva konstatēja, ka daudzkanšu genotipiem bija par 14 līdz 20% augstāks kopproteīna saturs graudos nekā divkanšu miežu līnijām. Līdzīgi rezultāti iegūti arī citos divkanšu un daudzkanšu miežu šķirņu salīdzinājumos (Aman, Hesselman, Tilly, 1985; Aman, Newman, 1986; Narasimhalu et al., 1995; Kong et al., 1995; Bowman et al., 2001).

R. Welchs (1978) pētīja koptauku saturu dažādas izcelsmes 43 divkanšu un 43 daudzkanšu miežu genotipiem. Viņš konstatēja, ka vidējais koptauku saturs bija būtiski augstāks ($p<0.001$) divkanšu miežiem (2.5%) nekā daudzkanšu (2.3%). Viņš secināja, ka modernajām Eiropas miežu šķirnēm koptauku saturs variēja no 2.2-2.8%, norādot, ka augstražīgu šķirņu selekcija nav ietekmējusi koptauku satura pazemināšanos un šī rādītāja genotipiskās mainības samazināšanos.

Daudzkanšu miežiem parasti ir augstāks plēkšņu un līdz ar to kokšķiedras saturs graudos nekā divkanšu formām (Evers, Blakeney, Brien, 1999). Kokšķiedras saturam graudos konstatēts augsts variācijas koeficients gan divkanšu, gan daudzkanšu miežiem. Divkanšu miežiem kokšķiedras saturs variēja no 2.5 līdz 5.2%, bet daudzkanšu miežiem no 3.1 līdz 6.0% (Aman, Hesselman, Tilly, 1985). Kā liecina arī citu pētījumu rezultāti, divkanšu miežu genotiem ir būtiski zemāks NSK un SSK saturs graudos nekā daudzkanšu (Narasimhalu et al., 1995; Kong et al., 1995; Bowman et al., 2001).

J. Fregeau-Reidas u.c. (2001) pētījumā divkanšu līnijām bija par 6-7% augstāks β-glikāna saturs nekā daudzkanšu līnijām, un šī atšķirība bija būtiska. Tāpat būtiski augstāku β-glikānu saturu graudos divkanšu genotipiem salīdzinājumā ar daudzkanšu konstatēja M. Lehtonens un R. Aikasalo (1987). Turpretī P. Narasimhalu u.c. (1995) pētījumā divkanšu genotipiem konstatēts zemāks β-glikānu saturu graudos nekā daudzkanšu.

Vairākos pētījumos divkanšu un seškanšu miežu genotipi neatšķīrās būtiski pēc atsevišķiem graudu ķīmiskajiem rādītājiem. Nebija konstatēta atšķirība starp divkanšu un seškanšu miežu paraugiem pēc kopproteīna (Welch, 1978), koptauku un koppelnu satura graudos (Aman Hesselman, Tilly, 1985). J. Fregeau-Reidas u.c. (2001) pētījumā divkanšu un daudzkanšu genotipi būtiski neatšķīrās pēc kokšķiedras satura graudos.

Plēkšņainie un kailgraudu mieži. R. Welcha (1978) pētījumā kailgraudu miežu genotipiem bija būtiski zemāka ($p<0.001$) vidējā grauda masa nekā plēkšņainajiem (attiecīgi 33.0 un 43.5 mg). Abām minētajām miežu formām konstatēta augsta mainība pēc graudu rupjuma. Plēkšņainajiem genotipiem grauda vidējā masa variēja no 28.7 līdz 58.2 mg, bet kailgraudu – no 25.4 līdz 40.1 mg. L. Legzdiņas (2002) pētījumā kailgraudu genotipiem bija būtiski zemāka vidējā 1000 graudu masa un būtiski augstāka tilpummasa, salīdzinot ar plēkšņainajām standartšķirnēm.

Dažādos šķirņu salīdzinājumos konstatēta salīdzinoši augsta ģenētiskā mainība arī pēc graudu ķīmiskā sastāva gan plēkšņainajiem, gan kailgraudu miežiem. Būtiska

starpība starp kailgraudu un plēkšņainajiem genotipiem konstatēta pēc tiem ķīmiskiem rādītājiem, kuri ir plēkšņu sastāvā. Kailgraudu miežiem bija būtiski zemāks lignīna un koppelnu saturs nekā plēkšņainajiem miežiem. Līdz ar to kailgraudu mieži raksturojas ar būtiski zemāku kokšķiedras saturu graudos nekā plēkšņainie (Aman, Newman; 1986; Bowman et al., 2001). Kailgraudu šķirnei 'Condor' SSK saturs sausnā bija 0.8-1.0%, bet plēkšņainajiem miežiem 'Harrington' 3.5% (Edney, 1992). Kailgraudu miežiem konstatēts augsts variācijas koeficients (20.4%) pēc koppelnu satura graudos (Oscarssons et al., 1996). R. Welcha (1978) pētījumā kopproteīna saturs plēkšņainajiem miežiem variēja no 9.9 līdz 18.4%, kailgraudu – no 16.1 līdz 18.7%, savukārt kopptauku saturs plēkšņainajiem miežiem bija no 1.9 līdz 4.1%, bet kailgraudu genotipiem – no 2.4 līdz 3.4%. J. Qi u.c. (2005) konstatēja, ka pētījumā iekļautajām desmit plēkšņainajām miežu šķirnēm B hordeīna saturs proteīnā variēja no 34.5 līdz 127.4 mg g^{-1} (Qi, Chen, Wang, 2005). Vairākos pētījumos kailgraudu miežiem konstatēts būtiski augstāks kopproteīna un koptauku saturs graudos nekā plēkšņainajiem (Welch, 1978; Oscarssons, Andersson,, Salomonsson et al., 1996). P. Amana un C. Newmana (1986) pētījumā kailgraudu miežiem bija būtiski augstāks vidējais cietes saturs graudos (63.4%) nekā plēkšņainajiem miežiem (58.2%). To pašu apstiprina arī Bowmana u.c. (2001) pētījuma rezultāti. Starp kailgraudu miežu genotipiem ar tumšu un gaišu aleirona krāsu nekonstatēja būtiskas atšķirības pēc cietes satura, SSK satura un graudu cietības, kas noteikta kā daļiņu izmērs (Bowman et al., 2001). Kailgraudu miežu šķirnei 'Condor' no Kanādas sešu neaizvietojamo aminoskābju saturs bija būtiski augstāks nekā plēkšņainajiem miežiem (Edney, 1992). β-glikāni kailgraudu miežu genotipiem parasti ir 4-8% robežās, turklāt kailgraudu miežiem ir salīdzinoši augstāks vidējais β-glikānu saturs graudos nekā plēkšņainajiem miežiem (Andersone et. al., 1999b; Izydorczyk et al., 2000), jo β-glikāni atrodas galvenokārt endospermas šūnapvalkos nevis plēksnēs. L. Jestins u.c. (1996) selekcijas programmā izmantoja kailgraudu šķirni 'Arizona' ar 11.3% augstu β-glikānu saturu graudos. β-glikānu saturs, īpaši tā šķīstošā frakcija, nosaka atšķirības starp kailgraudu miežu genotipiem pēc ekstrakta viskozitātes. G. Capmbell u.c. (1993) pētījumā šis rādītājs variēja no 45-917 s (caurplūšanas laiks), bet R. Bhatty (1987) pētījumā no 66.8-297.0 s.

Mieži ar atšķirīgu amilozes un amilopektīna attiecību. Dažādos pētījumos konstatētas būtiskas atšķirības pēc ķīmiskā sastāva kailgraudu genotipiem ar normālu un augstu vai zemu amilozes saturu. J. Li u.c. (2001) salīdzināja kailgraudu genotipus ar atšķirīgu amilozes saturu graudos - zemu (vaskveida endosperma), vidēju un augstu. Cietes saturs variēja no 56.0-64.7%, β-glikānu saturs no 3.7-7.7%, kopproteīna saturs no 11.5-14.2%, koptauki no 4.7-6.8% un koppelnu saturs no 1.8-2.4%. Genotipiem ar augstu un zemu amilozes saturu parasti ir augstāks kopproteīna saturs graudos (Oscarsson et al., 1997). Miežu šķirnēm ar zemu un augstu amilozes saturu β-glikānu saturs pārsniedza 5.9% (parastajiem kailgraudu miežiem 3.65-4.44%). M. Izidorczika (Izydorczyk) u.c. (2000) pētījumā miežu šķirnēm ar vaskveida endospermu β-glikānu saturs graudos bija vidēji 6.30% (parastajiem miežiem 4.38%). A. Andersones u.c. (1999a) pētījumā kailgraudu šķirnei ar vaskveida endospermu 'Provashanupana' β-glikānu saturs graudos sasniedza 14.9%.

Kailgraudu mieži ar vaskveida endospermu parasti raksturojas ar ļoti augstu koptauku saturu (6.06-6.81%), kā arī salīdzinoši augstāku koppelnu saturu graudos (2.33-2.36%) (Andersone et al., 1999a; Li et al., 2001). Tā kā endospermas šūnapvalki tiem ir salīdzinoši biezāki, tad β-glikānu saturs graudos tiem ir augstāks nekā parastajiem miežiem (atbilstoši 6.4% un 4.8%), (Ullrich et al, 1996). M. Izidorczika u.c. (2000) pētījumā miežu šķirnēm ar augstu amilozes saturu vidējais β-glikānu saturs graudos bija 7.49%, bet parastajiem miežiem 4.38%. J. Svanstsona (1997) iegūtie

rezultāti liecina, ka selekcijas ceļā ir iespējams iegūt līnijas ar vaskveida endospermu un pazemināt β-glikānu saturu graudos. Tāpat viņš konstatēja, ka genotipiem ar vaskveida endospermu bija augstāks malšanas enerģijas rādītājs, tas ir, to graudi bija cietāki nekā parastajiem miežiem (Swanstson, 1997). Genotipiem ar augstu un zemu amilozes saturu ir raksturīgs zemāks cietes saturs nekā parastajiem miežiem (Oscarsson et al, 1997). Tā šķirnei ar vaskveida endospermu 'Prowashonupana' cietes saturs nepārsniedza 24% (Andersone et al., 1999a).

Mieži ar augstu lizīna saturu. Augsta genotipiskā mainība pēc graudu ķīmiskajiem radītājiem konstatēta genotipiem, kas iegūti mutaģenēzes ceļā un raksturojas ar paaugstinātu lizīna saturu proteīnā. Augsta lizīna genotipiem raksturīgs zems hordeīna saturs un līdz ar to paaugstināts neaizvietojamo aminoskābju saturs proteīnā. Salīdzinot ar parastajiem miežiem, glutamīnskābes saturs augsta lizīna genotipiem bija par 7.2 līdz 31.3% zemāks (Gabert et al., 1996). A. Rhodes un G. Jenkina (1975) pētījumā mutantai līnijai 'Riso 1508' lizīna proporcija proteīnā sastādīja 6.3% (parastajiem miežiem 'Maris Mink' – 4.9%), bet nevērtīgo aminoskābju glutamīnskābes un prolīna proporcija bija attiecīgi 15.9 un 6.5% (parastajiem miežiem – 20.4 un 9.7%). Arī citas neaizvietojamās aminoskābes – treonīns, histidīns un arginīns šai līnijai bija salīdzinoši augstākā koncentrācijā. Šajā pētījumā iekļautajai Etiopijas izcelsmes augsta lizīna šķirnei 'Hiproly' līzina saturs bija 5.4%. Šķirnēm 'Hiproly' un 'Riso 1508' konstatēts arī paaugstināts koptauku saturs (attiecīgi 3.4 un 4.1%) (Welch, 1978). Augsta lizīna mutantiem raksturīgs pazemināts cietes saturs (Helm, Metzer, Kronstad, 1974; Salomonsson, Theander, Aman, 1980). P. Amana un C. Newmana (1986) pētījumā augsta lizīna genotipiem cietes saturs variēja no 25% līnijai 'Riso 13' līdz 54% līnijai 'Riso 56'. Tā kā šiem genotipiem raksturīga zemāka vidējā graudu masa, tad plēkšņu saturs genotipiem bija par 2% augstāks (kas attiecīgi paaugstināja kokšķiedras saturu graudos), salīdzinot ar parastajiem miežiem (Gabert et al., 1996). V. Gaberta u.c. (1996) pētījumā augsta lizīna mutantām līnijām, kuras iegūtas no šķirnes 'Sultan' un 'Lysimax', kopproteīna saturs variēja no 11.5 līdz 12.6%, cietes saturs no 52.0 – 61.2%, β-glikānu saturs - no 3.1 līdz 5.0%. Citā pētījumā (Eggum, Braunsgaard, Jensen, 1995) augsta lizīna mutantām līnijām bija par 40% augstāks lizīna saturs un par 20% augstāks koptauku saturs graudos, bet būtiski zemāks cietes saturs graudos nekā parastajiem miežiem (attiecīgi 51.2 un 58.2%). Arī agronomiskie rādītāji, tādi kā 1000 graudu masa un graudu ražība, augsta lizīna līnijām bija būtiski zemāki nekā parastajiem miežiem (Eggum, Braunsgaard, Jensen, 1995).

1.6.2. Agrometeoroloģiskie apstākļi

Lai šķirne nodrošinātu vēlamo vai potenciālo interesējošas pazīmes vērtību, ir svarīgi noskaidrot pielietojamos agrotehniskos paņēmienus, lai iegūtu sagaidāmo rezultātu. Izlase uz kādu noteiktu graudu kvalitātes rādītāju ir apgrūtinoša, ja pazīmes iedzimstamība ir zema, tas ir, ja genotipa un vides mijiedarbība uz pazīmes izpausmi ir augsta. Lai mērķtiecīgi varētu veikt izlasi uz graudu kvalitātes rādītājiem, vēlams kā izlases kritēriju izmantot pazīmi, kura ir stabila neatkarīgi no vides apstākļu izmaiņām pa gadiem, tas ir, uzrāda augstu homeostatisko stabilitāti.

Agrotehnika. Lai paaugstinātu ražu un kopproteīna saturu lopbarības miežu graudos, viena no iespējām ir izmantot atbilstošus agrotehniskos paņēmienus. Paaugstinot minerālā slāpekļa saturu augsnē, īpaši pēc ziedēšanas, koproteīna saturs pieaug (Krotovs, Maļecka, 2003; Givens, 2003; Eagles et al., 1995). Ir pētījumi, kas apstiprina, ka paaugstinot N mēslojuma normu, lizīna koncentrācija proteīnā samazinās (Edney, 1996). Tas izskaidrojams ar to, ka N mēslojums ietekmē galvenokārt prolamīna

jeb hordeīna frakcijas pieaugumu, bet tā kā šī frakcija satur mazāk lizīna, tad samazinās kopējais lizīna daudzums proteīnā. Tāpēc graudi, kas auguši pie augstām mēslojuma normām ir ar zemāku lopbarības vērtību (Berneveld, 1999). Arī J. Qi u.c. (2006) pētījumā B, C un D hordeīnu saturs pieauga līdz ar pielietotās N mēslojuma normas pieaugumu, un šis pieaugums starp šķirnēm bija atšķirīgs. Pieaugot slāpekļa mēslojuma normai, pieauga C hordeīna saturs, līdz ar to izmainot B un C hordeīnu attiecības (Qi, Zhang, Zhou, 2006). J. Peltonena u.c. (1994) pētījumā augstāka slāpekļa nodrošinājuma apstākļos pieauga D hordeīna proporcija. H. Jorgensens ar kolēģiem (1998) secina, ka, palielinot mēslojuma normu, pieauga ne tikai kopproteīna saturs graudos, bet arī neaizvietojamo aminoskābju saturs graudu sausnā. Lizīna saturs graudu sausnā pieauga par 36.1%, treonīna - par 40.1%, metionīna saturs - par 41.8%, kas nodrošināja cūkām lielāku diennakts dzīvsvara pieaugumu. A. Rhodes un G. Jenkins (1975), pētot augsta lizīna šķirnes 'Riso 1508' proteīna kvalitāti dažādos mēslojuma fonos, konstatēja, ka augsta lizīna proporcija proteīnā šai šķirnei saglabājas neatkarīgi no mēslojuma režīma. Ja šķirnei 'Riso 1508' trīs mēslojuma režīmos lizīna saturs proteīnā bija no 6.3-7.1%, tad parastajiem miežiem 'Maris Mink'– no 3.7-5.5% (Rhodes, Jenkins, 1975).

Palielinot pielietoto mēslojuma normu, paaugstinās β-glikānu saturs un ekstrakta viskozitāte (Campbell et al., 1989), novēro augstāku graudu cietību (Camm, Ellis, Morrison, 1990; Henry, Cowe, 1990).

Miežu graudu kvalitāti ietekmē sējas laiks. Kā secina J. Qi u.c. (2005), novēloti sējas termiņi paaugstina kopproteīna saturu graudos. No hordeīna frakcijām šādos apstākļos pieauga arī B hordeīna saturs proteīnā, bet C un D hordeīnu saturu sējas termiņi būtiski neietekmēja. Miežu graudu kvalitāti ietekmē arī novakšanas termiņi. Ja graudi tiek novākti dzeltengatavības fāzē, tad tie satur vairāk β-glikānu un ir līdz ar to ar augstāku ekstrakta viskozitāti (Campbell Rossnagel, Classen et al., 1989).

Meteoroloģiskie apstākļi (temperatūra, mitrums). Graudu masa un izmērs ir graudu morfologiskie radītāji, kuri vairāk atkarīgi no fizioloģiskajiem procesiem grauda attīstībā. Grauda masu un izmērus nosaka vides apstākļu ietekme, kā arī bioķīmiskie procesi pašā graudā. Sīki graudi parasti veidojas vai nu no nelabvelīgiem audzēšanas apstākļiem, vai slimību rezultātā. Ļoti sausi laika apstākļi graudu nogatavošanās fāzē, īpaši šīs fāzes sākumā, ietekmē paātrinātu graudu nobriešanu un kavē normālu graudu piebriešanu, līdz ar to veidojas graudi ar pazemināt u 1000 graudu masu (Savin, Nicolas, 1999; Pasarella, Savin, Slafer, 2005; Gonzalez, Martin, Ayerbe, 2007). Nepietiekams mitruma daudzums augsnē kavē barības vielu uzņemšanu, rezultātā veidojas krunkaini graudi (Coventry et al., 2003). Tāpēc graudu izmēri un graudu rupjums ir pazīmes, kurām ir augsta mainība pa gadiem un ietekme uz graudu ķīmisko sastāvu (Bertholdsson, 2004).

Cietes saturs miežu graudos var izmanīties atkarībā no meteoroloģiskiem apstākļiem, kā arī no audzēšanas vietas (Zheng et al., 2000). Paaugstināta temperatūra graudu veidošanās periodā pazemina cieti veidojošo enzīmu aktivitāti, kas kavē cietes veidošanos (mazākas cietes granulas, mazāk cietes endospermas) (Savin, Nicolas, 1999; Wallwork et al., 1998), sekmē augstāku amilozes satura veidošanos graudos (Kong et al., 1995; Tester et al., 1991) un līdz ar to izmaina arī citu endospermu veidojošo komponentu procentuālo sastāvu. A tipa cietes granulas formējas pirmajās 15 dienās pēc ziedēšanas, bet B granulas – turpmakajās dienās līdz pilngatavībai (McDonald et al., 1991). V. Morisons u.c. (1986) pētot miežu šķirnēm cietes saturu, A un B cietes granulu attiecības dažādos agrometeorologiskajos apstākļos, konstatēja, ka variācijas koeficients cietes saturam endospermā dažādos vides apstākļos bija 10%, B granulu īpatsvaram endospermā - 35%.

Tāpat kopproteīna saturs graudos ir rādītājs, kuru ietekmē konkrētā gada meteoroloģiskie apstākļi un audzēšanas vieta (Zheng et al., 2000) un graudu nogatavošanās pakāpe (Bertholdsson, 1999). Proteīna saturs pieaug, ja graudu nogatavošanās periodā ir karsti un sausi laika apstākļi (Morgan, Riggs, 1981), turklāt relatīvais gaisa mitrums ir indikators, kuru var izmantot, lai raksturotu klimatisko apstākļu ietekmi uz kopproteīna uzkrāšanos graudos (Schelling et al., 2003). Meteoroloģiskie apstākļi ietekmē gan graudu proteīna saturu kopumā, gan aminoskābju sastāvu, jo četras proteīna frakcijas veidojas atšķirīgos graudu nogatavošanās posmos. Piemēram, albumīnu un globulīnu uzkrāšanās beidzas līdz ar grauda nogatavošanos, bet prolamīnu frakcija pieaug proporcionāli kopējam proteīna saturam graudos vēlīnās graudu attīstības stadijās. Līdz ar to graudu nogatavošanās pakāpe var ietekmēt ne tikai kopējo proteīna saturu, bet arī proteīna frakciju sastāvu un līdz ar to proteīna kvalitāti (Barneveld, 1999). J. Molina-Cano u.c. (1996) konstatēja, ka Spānijas sausajā un karstajā klimatā augošiem miežiem B un C hordeīnu attiecības bija 1.39, bet Skotijas mērenajos laika apstākļos – 2.76.

Arī β-glikānu saturs miežu endospermā ir atkarīgs ne tikai no ģenētiskajiem, bet arī vides faktoriem (Zheng et al., 2000; Fastnaught et al., 1996). Tā uzkrāšanās notiek pakāpeniski graudu veidošanās periodā, apmēram sešas nedēļas pēc ziedēšanas, maksimālo tā koncentrāciju sausnā sasniedzot pirms pilngatavības (Aman, Graham, Tilly, 1989). Kopējais β-glikānu saturs pieaug, ja šajā periodā ir karsti un sausi laika apstākļi (Morgan, Riggs, 1981). Arī A. Perez-Vendrells u.c. (1996) konstatēja būtisku gan genotipa, gan vides kā faktoru ietekmi uz šīs pazīmes izpausmi. Mitri laika apstākļi bremzēja β-glikānu uzkrāšanos. Turklāt šķirnes ar augstu β-glikānu saturu graudos raksturojās ar augstāku šīs pazīmes variabilitāti (Perez-Vendrell et al., 1996). Tā kā miežu viskozitāte ir cieši saistīta ar β-glikāna saturu graudos, tad karsti un sausi laika apstākļi paaugstina miežu viskozitāti (Campbell et al, 1989), tas ir, tieši šķīstošo β-glikānu frakciju (Bhatty, 1987).

Vides apstākļi var ietekmēt arī graudu cietību. G. Camms un B. Rossnagels (2005) pētot malšanas enerģijas un SKCS (viena grauda analizēšanas sitēma) cietības radītāju lopbarības un alus miežu šķirnēm dažādās audzēšanas vietās, konstatēja būtisku ne tikai genotipa, bet arī vides kā faktora ietekmi uz abu pazīmju izpausmi. Malšanas enerģija starp dažādām miežu audzēšanas vietām Kanādā variēja no 625 līdz 709 J, bet SKCS cietības indekss no 40.4 līdz 55.8 (Camm, Rossnagel, 2005). N. Bertholdssona (2004) pētījumā Zviedrijas apstākļos malšanas enerģija, kā arī graudu garums, graudu frakcija virs 2.5 mm sieta un β-glikānu saturs bija pazīmes ar augstu homeostatisko stabilitāti.

Miežu graudu kvalitāte izmainās atkarībā no to audzēšanas vietas. Novērots, ka plēkšņu saturs miežiem pieaug virzienā uz ekvatoru, tas ir, 7-8% Zviedrijā, 8-9% Francijā, 13-14% Tunisijā (Evers, Blakeney, Brien, 1999). Virzienā uz ziemeļiem palielinās graudu masa, NSK saturs un samazinās β-glikāna saturs graudos (Ulrich, Husby, Lewis, 1992).

Šajā nodaļā apkopotā informācija liecina, ka selekcionāram ir iespējams darba kolekciju papildināt ar daudzveidīgu selekcijas izejmateriālu, kas raksturojas ar augstu genotipisko mainību pēc graudu kvalitāti raksturojošiem fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem, tālākai izmantošanai lopbarības miežu selekcijā. Graudu kvalitāte ir atšķirīga dažādām miežu formām, tas ir, divkanšu, daudzkanšu, plēkšņainajiem un kailgraudu genotipiem. Specifisks ķīmiskais sastāvs (augts β-glikānu un koptauku saturs) raksturīgs genotipiem ar vaskveida endospermu, bet augsta-lizīna genotipiem ir paaugstināta neaizvietojamo aminoskābju proporcija proteīnā. Miežiem ar vaskveida endospermu un augsta lizīna genotipiem parasti ir pazemināta 1000 graudu masa un cietes saturs

graudos. Graudu kvalitātes rādītāju mainību ietekmē arī konkrētās miežu audzēšanas vietas agroklimatiskie apstākļi. Tāpēc, pirms selekcijas darba uzsākšanas, ir svarīgi novērtēt miežu ģenētisko daudzveidību pēc to fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem arī Latvijas klimatiskajos apstākļos. Tāpat ir svarīgi noskaidrot vai šīs atšķirības starp šķirnēm pēc graudu kvalitātes rādītājiem ietekmē miežu barības vērtību dažādām mājdzīvnieku grupām. Atbilde uz šo jautājumu tiks sniegta nākamajā nodaļā.

1.7. Miežu šķirņu barības vērtības salīdzinājums dažādu grupu mājdzīvniekiem

Kā jau atzīmēts 1.3. nodaļā, līdz šim selekcijas programmās lopbarības virzienam galveno uzmanību pievērsa agronomiskajām pazīmēm. Tāpat nepilnīgas zināšanas par miežu graudu kvalitāti saistībā ar to izmantošanu dažādu mājdzīvnieku grupu ēdināšanā, nav sekmējušas lopbarības šķirņu selekciju, kas būtu balstīta uz graudu kvalitātes rādītājiem, vai vēl labāk, uz mājdzīvnieku nobarošanas rezultātiem. Parasti šķirnēm, kuras izmanto mājdzīvnieku ēdināšanā, reti tiek novērtēta to ietekme uz mājdzīvnieku produktivitāti. Graudu partijai nonākot spēkbarības ražotnēs, lopbarības mieži netiek sadalīti pa šķirnēm, līdz ar to graudu pārstrādātājiem un dzīvnieku audzētājiem šķiet, ka visas lopbarības miežu šķirnes raksturojas ar salīdzinoši vienādu barības vērtību. Tomēr pētījumi liecina, ka tas tā nav. Rezultāti parāda ekonomiski nozīmīgu variēšanu mājlopu produktivitātē atkarībā no barībā izmantotās miežu šķirnes. Tāpēc svarīgs uzdevums ir noskaidrot šo atšķirību ģenētiskos iemeslus, kas ļautu šīs zināšanas efektīvi izmantot augstas kvalitātes lopbarības miežu selekcijā. Tāpat selekcionāram, uzlabojot lopbarības miežu graudu kvalitāti ir skaidri jāzina, vai izlase uz kādu graudu kvalitātes rādītāju, kas nozīmīgs cūkām un putniem piemērotai lopbarības miežu šķirnei, vienlaicīgi uzlabos liellopiem piemērotas miežu šķirnes barības vērtību.

1.7.1. Miežu graudu barības vērtību raksturojošie rādītāji un novērtēšanas metodes

Daudzi no organiskas izcelsmes komponentiem lopbarībā ir lielu, nešķīstošu molekulu veidā, kuri jāsašķeļ vienkāršākās sastāvdaļās, pirms tie var izkļūt caur kunģa-zarnu trakta šūnu gļotainajām membrānām un nokļūt asinīs un limfā. Sašķelšanas process tiek dēvēts par sagremošanu (digestion). Atkarībā no to gremošanas fizioloģijas, visi mājdzīvnieki iedalās: neatgremotājos (cūkas, zirgi, truši) un atgremotājos (govis, aitas, kazas). Neatgremotājiem ir vienkameras kuņģis un tie neatgremo. Atgremotāji atrij kumosu atpakaļ atkārtotai sagremošanai.

Tā kā miežu graudus mājdzīvnieku ēdināšanā izmanto galvenokārt kā enerģijas avotu, tad miežu barības vērtība ir atkarīga no enerģijas satura graudos un no šīs enerģijas izmantošanas efektivitātes (Hogan, Flinn, 1999). Enerģijas saturs graudos ir atkarīgs gan no graudu fizikālajiem, gan ķīmiskajiem rādītājiem un to savstarpējās kompleksas mijiedarbības, kā arī no katra ķīmiskā komponenta relatīvajām attiecībām graudā (Black, 2001). Enerģijas izmantošanas efektivitāte ir atkarīga no formas kādā veidā tā tiek piegādāta, sagremošanas vietas un apjoma un no gremošanas metabolītu dabas un efektivitātes (Hogan, Flinn, 1999). Miežu graudi, pirms tos izbaro liellopiem un cūkām, parasti tiek rupji samalti (0.4-0.8 mm siets, maluma daļiņu izmērs 700µ), jo pulverveida malumu mājdzīvnieki ēd nelabprāt (Osītis, 1987). Mājdzīvnieki saņem enerģiju no miežu graudiem galvenokārt ogļhidrātu, lipīdu un proteīna formā. Šo enerģijas avotu sagremošanas ātrumu mājdzīvnieka kuņģī ietekmē gan grauda koksnainais apvalks, gan cietes šūnapvalki un to ķīmiskais sastāvs, gan cietes un

proteīna matricas uzbūve miežu grauda endospermā (Brennan et al., 1996). Enzīmu labāku saskari ar grauda ķīmiskajiem komponentiem ietekmē sagremojamo daļiņu izmēri un virsmas laukums, fizikālās barjeras, ka piemēram, šūnu apvalki vai ķīmiskās barjeras, ka piemēram, amilozes hēliskā struktūra, lipīdu molekulu hidrofobiskās īpašības, kā arī aminoskābju sastāvs proteīnā. Aminoskābju sastāvs proteīnā vēlāk ietekmē proteīna sagremojamību un ietekmē enzīmu darbību citu graudu ķīmisko komponentu sašķelšanā (Izydorczyk, Lazaridou, Chornick, 2005). Turklāt barības virzīšanās ātrums cauri zarnu traktam nosaka, cik ilgi enzīmi iedarbojas uz graudu komponentiem un rezultātā tas ietekmē sagremošanas procesu. Šie visi faktori nosaka turpmākos metaboliskos procesus, to ātrumu un efektivitāti mājdzīvnieku kuņģī un zarnās, kas dažādām mājdzīvnieku grupām ir atšķirīgi (Hogan, Flinn, 1999).

Lai novērtētu miežu barības vērtību, pētījumos parasti nosaka:

- bruto enerģiju (net energy, NE), ko nosaka, pilnīgi oksidējot barības līdzekļa organisko vielu kalorimetriskā bumbā (Osītis, 1998),
- barības vielu sagremojamību gan gremošanas traktā kopumā, gan atsevišķi kuņģī un zarnās,
- izmaiņas dzīvnieku ķermeņa rādītajos (dzīvsvara pieaugumu) (Hogan, Flinn, 1999; Osītis, 1998).

Lopbarības graudu enerģētiskās vērtības raksturošanai cūkām lieto sagremojamās enerģijas rādītāju (digestable energy, DE), liellopiem un putniem – maiņas enerģijas rādītāju (metabolizable energy, ME). Šos rādītājus iegūst, ja no kopējās (bruto) enerģijas daudzuma barības līdzeklī atskaita enerģiju izkārnījumos un urīnā (Givens, 1993; Osītis, 1998; Hogan, Flinn, 1999; Farrell, 1999). Arī R. Bhatti (Bhatty) u.c. (1974) uzskata, ka sagremojamas enerģijas saturs ir galvenais lopbarības graudu kvalitāti raksturojošais rādītājs, tāpēc selekcijas uzdevums ir šķirņu veidošana ar pēc iespējas augstāku sagremojamās enerģijas saturu graudos. Svarīgi, lai šķirne būtu augstražīga, tā nodrošinot augstāku sagremojamās enerģijas apjomu no hektāra. Šķirne ar augstāku sagremojamās enerģijas saturu graudos nodrošina arī augstāku sagremojamo enerģiju, rēķinot uz graudu masu. Proteīna produktīvās vērtības izteikšanai parasti lieto sagremojamā proteīna radītāju (digestable protein, DP) (Osītis, 1998).

Šo rādītāju noteikšanai zinātniskos pētījumos izmanto dažādas novērtēšanas metodes. Visprecīzāk tos iespējams noteikt, izmantojot dažādu sugu dzīvniekus, kas ir tā saucamā *in vivo* metode (Bhatty, Christison, Rossnagel,1979, Hogan, Flinn 1999; Farell, 1999). *In vivo* ir ļoti dārgs paņēmiens, lai to izmantotu selekcijas programmās, tāpēc ir izstrādātas dažādas laboratorijas, tas ir, *in vitro* metodes barības vērtības novērtēšanai, kas simulē gremošanas procesus laboratorijas apstākļos (Osītis, 1998; Farell, 1999; Moughan, 1999). Tāpat, miežu enerģētiskās vērtības raksturošanai, pielieto statistiskas novērtēšanas metodes, kuras balstās uz izmērāmiem graudu fizikāliem un ķīmiskiem rādītājiem, iekļaujot tos regresijas vienādojumos (Fairbairn et al., 1999; Zhang Campbell, Stothers, 1994), ka arī infrasarkano staru laboratorijas iekārtas (Infratec, NIRS) (Wrigley, 1999; McCann, McCracken, Agnew, 2006). Bieži miežu šķirņu barības vērtības novērtēšanai neatgremotājdzīvniekiem selekcijas programmās kā modeli izmanto laboratorijas dzīvniekus: žurkas un peles (Bhatty et al., 1974; Bhatty, Christison, 1975, Bach-Knudsen, Aman, Eggum, 1987; Jorgensen, Lindberg, 2006; Regli et al., 1999).

Tradicionāli mājdzīvnieku barības devas sastādīšanā izmanto katrai graudaugu sugai raksturīgos vidējos graudu kvalitātes radītājus, kas neņem vērā patieso graudu partijas vai šķirnes barības vērtību. Ārzemēs, īpaši Kanādā un ASV, jau daudzus gadus pastiprināta uzmanība ir veltīta pētījumiem, lai noskaidrotu šķirnes kā faktora ietekmi

uz miežu barības vērtību. Turpmākās apakšnodaļas tiks apkopoti miežu šķirņu salīdzināšanas rezultāti dažādu mājdzīvnieku sugu ēdināšanas pētījumos.

1.7.2. Miežu šķirņu salīdzinājums izmantošanai liellopu ēdināšanā

Kā jau bija minēts 1.2. nodaļā, graudu tilpummasa ir viens no rādītājiem, ko parasti lieto, lai raksturotu lopbarības graudu kvalitāti un to barības vērtību liellopiem. Tomēr liellopu nobarošanas pētījumos neparādās pārliecinoša miežu ar atšķirīgu tilpummasu ietekme uz dzīvnieku nobarošanas rezultātiem. D. Hinmana (1978) pētījumā, salīdzinot miežus ar atšķirīgu tilpummasu (525, 560, 610 un 640 g L^{-1}), mieži ar augstāku tilpummasu nodrošināja augstāku diennakts dzīvmasas pieaugumu. Tāpat patērētās barības daudzums uz vienu dzīvmasas kg, izēdinot miežus ar zemu tilpummasu (525 g L^{-1}), bija augstāks. Savukārt R. Grimsons ar kolēģiem (1987) nenovēroja tilpummasas ietekmi uz buļļu nobarošanas rezultātiem, vienīgi sausnas sagremojamība zemas tilpummasas miežiem (462 g L^{-1}) bija par 2% zemāka. Lai arī miežiem ar zemu tilpumasu bija attiecīgi zemāks cietes saturs graudos (52%), liellopu dzīvsvara pieaugums nebija būtiski augstāks, barojot dzīvniekus ar augstas tilpummasas miežiem (650 g L^{-1}) (Mathison et al., 1991). Tāpēc C. Hunts (1996) uzskata, ka graudu tilpummasa un 1000 graudu masa nav pietiekoši kritēriji, lai to izmantotu miežu graudu barības vērtības novērtēšanai dzīvnieku ēdināšanā. Arī Foksa (Fox) u.c. (2009) pētījumā starp tilpummasu un lopbarības kvalitāti ietekmējošām pazīmēm (SSK, graudu cietība, plēkšņainība) nekonstatēja korelatīvas sakarības.

Tā kā ogļhidrāti un tauki ir galvenie enerģijas avoti atgremotājiem, tad enerģijas saturs graudos ir lielā mērā atkarīgs no to satura grauda sausnā. Jo augstāks cietes saturs jo augstāka graudos esošā sagremojamā enerģija (Engstroms, Mathison, Goonewardene, 1992). Salīdzinot ar neatgremotājiem, atgremotāju siekalas nesatur fermentu amilāzi, tāpēc mutē nenotiek cietes sašķelšana. Graudiem nonākot atgremotāju priekškuņģos, mikrobiālie enzīmi vispirms sašķel šķiedrainās struktūras, cieti un proteīnu, pirms tie nonāk īstajā kuņģī jeb dziedzerkuņģī un tievajās zarnās, kur nonāk saskarsmē ar amilāzes, proteāzes un lipāzes enzīmiem (Huntington, 1997). Tā kā priekškuņģis ir galvenā cietes sagremošanas vieta, tad cietes sagremošanas ātrums varētu būt galvenais faktors, kas var izraisīt gremošanas traucējumus un ietekmēt dzīvnieka produktivitāti. Tāpēc miežus parasti sauc par ‘karsto’ lopbarību, jo tā tiek sagremota pārāk ātri, dzīvniekam nepaspējot visu graudos esošo enerģiju pilnībā izmantot (Bowman et al., 1996). Ja cietes sagremojamība norit pārāk ātri, pH līmenis krītas, kā rezultātā mikrobiālā gremošana bremzējas, barības uzņemšana samazinās, un dzīvnieku masas pieaugums apstājas (Hogan, Flinn, 1999; Hunt, 1996). Kukurūzas cietei ir raksturīgs salīdzinoši zemāks sagremojamības ātrums kā miežiem un kviešiem. Konstatēts, ka tritikāles cietes sagremojamība norit vēl ātrāk nekā miežiem[18]. Lēns sausnas sagremojamības ātrums pārceļ cietes sagremošanu no kuņģa uz tievajam zarnām, tā samazinot gremošanas traucējumus atgremotājiem. Turklāt dziedzerkuņģī un tievajās zarnās no cietes amilotisko enzīmu ietekmē tiek iegūta par 42% lielāka enerģija nekā priekškuņģos (Owens, Zinn, Kim, 1986). Tāpēc selekcijas ceļā iegūti augstas kvalitātes lopbarības mieži var kļūt līdzvērtīgi vai pat apsteigt kukurūzu pēc to barības vērtības. Kanādā un ASV lopbarības miežu šķirņu selekcijas programmā ir atlasītas miežu šķirnes ar salīdzinoši zemu sausnes sagremojamības ātrumu (‘slow DMD’ barley) (Bowman, 2001). Salīdzinot 22 dažādas miežu šķirnes,

[18] Study of grain nutritive value in different cereal species and types for intensive feeding parctices of highly productive ruminants, Research Institute for Cattle Breeding, Project No. QF 3133, [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 11. janv.] htpp://www.vuchs.cz/eng/workplace/research/nutrition/projects_present.htm.

konstatēts, ka sausnas sagremojamības ātrums *in situ* miežu šķirnēm variēja no 25 līdz 35% stundā [20]. Citā pētījuma starp novērtētajām 60 miežu šķirnēm šis radītājs variēja no 20 līdz 62% stundā (Blackhurst et al., 1999).

J. Bowmans u.c. (2001) novērtēja 1480 miežu genotipiem sausnas sagremojamības ātrumu *in situ* liellopiem. Sausnas sagremojamība pēc 3 stundām starp šķirnēm variēja no 8.2 līdz 62.1%, cietes saturs no 387 līdz 593 g kg^{-1}, SSK no 15 līdz 96 g kg^{-1}, daļiņu izmērs no 1118 līdz 1572 μm. Šķirnēm ar ātru sausnas sagremojamību bija par 5% augstāks cietes saturs un par 31% mazāks daliņu izmērs (particle size), tas ir mīkstāki graudi, nekā genotipiem ar zemu sausnas sagremojamību. Cietāki graudi un līdz ar to lēnāka sausnas sagremojamība ir vēlamas īpašības liellopiem piemērotu lopbarības miežu šķirņu selekcijā. Pētījumā iekļautajiem miežu genotipiem ar gaišu aleirona krāsu sausnas sagremojamība noritēja ātrāk ($p<0.05$) nekā tas bija genotipiem ar tumšu aleirona krāsu (Bowman et al., 2001). Konstatēts, ka SSK saturs graudos negatīvi korelēja ar sausnas sagremojamības ātrumu ($r = -0.81$; $p<0.01$). Jo augstāks sausnas sagremojamības rādītājs, jo zemāks vidējais dzīvmasas pieaugums lielopiem ($r = -0.63$; $p<0.01$) (Surber et al. 2000).

Miežiem, atšķirībā no kviešiem, mājdzīvnieku kunģī pirms cietes sašķelšanas vispirms notiek plēkšņu sagremošana. T. McAllisters u.c. (1994) norāda, ka miežu plēksnes ierobežo mikrobu pēc iespējas ātrāku saskari ar cieti. Tāpēc miežu plēksnes un kokšķiedras saturs ir cieši saistīts ar miežu graudu sagremojamību. R. Bhatti (Bhatty) un G. Christisona (1975) pētījumā plēkšņu saturs būtiski atšķīrās starp dažādām miežu šķirnēm un variēja no 10 līdz 13%, kas savukārt ietekmēja miežu sausnas sagremojamību. Arī Pauly et al., (1992) norāda, ka graudus atbrīvojot no plēksnēm, palielinājās to sausnas *in situ* sagremojamība. K. Ovenell-Roy u.c. (1998a; 1998b) konstatēja atšķirības starp šķirnēm pēc enerģijas sagremojamības, kas pētījumos variēja no 72.5-84.8%. Pētījumā iekļautajām šķirnēm sausnas sagremojamība bija cieši saistīta ar SSK sagremojamību. Arī C. Hunts (1996) norāda, ka miežu enerģijas izmantošanas efektivitāti ietekmē grauda šķiedrainās daļas sagremojamības rādītājs. Konstatēts, ka NSK saturs un plēkšņu saturs graudos būtiski negatīvi ietekmēja *in situ* sagremojamību. Šķirne, kurai bija zemāka sausnas sagremojamība, raksturojas arī ar zemāku plēkšņu sagremojamību. Tas norāda, ka atgremotājiem mājdzīvniekiem ir izmantojamas šķirnes ar paaugstināt kokšķiedras, SSK un NSK saturu graudos, kas tādā veidā palēnina sausnas sagremojamību liellopu kunģī un rezultātā uzlabo cietē esošās enerģijas izmantošanas efektivitāti.

Liellopu nobarošanas pētījumā salīdzināja **divkanšu un daudzkanšu miežu** šķirnes, barības devu sastādot ar seškanšu lopbarības miežu šķirni ´Steptoe´ un divkanšu alus miežu šķirni 'Klages' (Blackhurst, Bowman, Surber, 1999). Abām šķirnēm bija vienāda tilpummasa. Netika konstatēta nekāda šķirnes ietekme uz nobarošanas rezultātiem. J. Bowmans u.c. (2001) pētījumā daudzkanšu šķirnēm sausnas sagremojamība bija lēnāka nekā divkanšu šķirnēm. Citā pētījumā D. Boss un J. Bowmans (1996) novērtēja miežu šķirnes 'Gunhilde' (divkanšu lopbarības mieži), 'Harington' (divkanšu alus mieži), 'Medallion' (daudzkanšu lopbarības mieži) pēc to sagremojamības liellopu gremošanas traktā *in situ*. Proteīna saturs visam šķirnēm bija vienāds. Lai arī sausnas sagremojamības ātrums divkanšu šķirnēm 'Harington' (89.7%) un 'Gunhilde' (91.3%) bija nedaudz augstāka nekā daudzkanšu šķirnei 'Medallion' (86.6%) (atšķirība nebija būtiska), tomēr lielāku dzīvmasas pieaugumu ieguva izbarojot divkanšu alus miežus 'Harington', tad sekoja 'Gunhilde' un 'Medallion'. Divkanšu

[20] 'Slow DMD' barley promise major gains, Industry Report, 2003, [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] http://westerngrains.com/news/ir_310b.html.

miežu šķirnei ‘Harington’, bija salīdzinoši augstāks cietes un zemāks NSK saturs graudos. Arī K. Ovenell-Roy u.c. (1998b) atzīmē, ka divkanšu mieži parādīja labākus rezultātus nobarošanas pētījumos nekā daudzkanšu mieži.

Salīdzinoši maz ir pētījumu, kur salīdzināti **kailgraudu un plēkšņainie mieži** izmantošanai liellopiem. R. Zinns u.c. (1996) salīdzināja kailgraudu miežu šķirni ‘Condor’ ar plēkšņaino miežu šķirni ‘Leduc’ pēc to barības vērtības liellopu ēdināšanā. Viņi konstatēja, ka kopējās enerģijas saturs kailgraudu miežiem bija par 5.6% augstāks, nekā plēkšņainajiem miežiem, tomēr tas neietekmēja liellopu diennakts dzīvmasas pieaugumu. Citā pētījumā W. Yang u.c. (1997) salīdzināja kailgraudu miežu šķirni ‘Condor’ un plēkšņaino miežu šķirni ’Duke’ slaucamo govju barības devā. Kailgraudu miežiem pētījumā bija augstāks proteīna saturs nekā plēkšņainajiem (attiecīgi 13.0 un 11.2%) un zemāks NSK (11.1 un 22.3%) un SSK saturs (attiecīgi 3.5 un 7.9%). Cietes saturs kailgraudu miežu šķirnei bija salīdzinoši augstāks nekā plēkšņainajai (attiecīgi 65.1 un 53.2%) un tā raksturojās ar augstāku sausnas sagremojamību. Tomēr kopumā tas neietekmēja govju izslaukumu, salīdzinot ar plēkšņainajiem miežiem. Izbarojot kailgraudu miežus liellopiem novēroja zemāku pH līmeni kunģī un vairāk uzpūšanās gadijumumus, ko izsauc paātrināta cietes fermentācija un pārmērīga skābes uzkrāšanās kuņģī (Zinn, Montano, Shen, 1996; Hunt, 1996). Līdz ar to kailgraudu miežiem bija zemāks sausnas apēdamības rādītājs, kas saistīts ar pārāk straujo sausnas sagremošanas ātrumu liellopu kuņģī. Tā kā miežu straujā sagremojamība var izraisīt gremošanas problēmas, tad barībai jāsatur pietiekošā daudzumā kokšķiedra, lai mieži izmantotos efektīvāk (Grant, 1994). Kailgraudu miežos β-glikanu saturs ir salīdzinoši augstāks nekā plēkšņainajos miežos, kas var ierobežot barības sagremojamību un izmantošanu putniem un cūkām (Newman, Newman, 1992a), tomēr tas nesagādā problēmas atgremotājdzīvniekiem un neietekmē sausnas sagremojamību un barības izmantošanas efektivitāti. Konstatēts, ka β-glikāni atgremotājiem raksturojas ar augstu sagremojamību un pat uzlabo miežu barības vērtību, jo ierobežo gremošanas enzīmu saskari ar cieti atgremotāju priekškuņģī (Engstroms, Mathison, Goonewardene, 1992).

Veicot dažādiem izmantošanas virzieniem piemērotu šķirņu selekciju, ir svarīgi noskaidrot vai pastāv sakarības starp alus, lopbarības un miežu barības vērtību raksturojošiem rādītājiem, tas ir, vai ir iespējams veikt šķirņu selekciju minētajos virzienos vienlaicīgi? Ir pētījumi, kas apliecina, ka miežu šķirņu selekciju iepriekšminētajiem izmantošanas virzieniem ir iespējams veikt tikai daļēji. J. Molina-Cano u.c. (1997) **alus un lopbarības šķirņu** salīdzinājumā liellopu ēdināšanas eksperimentā, ekstraktivitāte būtiski pozitīvi korelēja ar cietes saturu un maiņas enerģijas saturu graudos ($r=0.41$; $p<0.05$). Konstatēta arī būtiska negatīva korelācija starp ekstraktivitāti un kokšķiedras saturu, kopproteīna, β-glikānu saturu graudos (Molina-Cano et al., 1997). Šīs korelācijas norāda, ka starp šiem abiem selekcijas virzieniem nav pretrunu atgremotājiem piemērotu lopbarības šķirņu selekcijā. Kā norāda G. Fokss (Fox) u.c. (2009), tādu pazīmi kā ekstraktivitāti ietekmē dažādi graudu fizikālie (plēkšņainība, graudu cietība) un ķīmiskie rādītāji (proteīna saturs un tā kvalitāte, cietes saturs, β-glikānu saturs), kas kā noskaidrots, ietekmē arī liellopiem piemērotu lopbarības miežu kvalitāti. Negatīvā korelācija starp ekstraktivitāti un kokšķiedru ir tāpēc, ka plēksnes ir bagātas ar nešķīstošajiem polisaharīdiem. G. Camms un B. Rossnagels (2005) lopbarības un alus miežu šķirnēm pētīja sakarības starp graudu cietību un kopproteīna saturu graudos, kas, uzrādīja augstu pozitīvu korelāciju ($r=0.79$; $p<0.01$). Arī citos pētījumos konstatēts, ka šķirnēm ar augstāku kopproteīna saturu (Camm, Ellis, Morrison, 1990; Camms, Rossnagel, 2005) un arī β-glikānu saturu (Fox, Panozzo, Li, 2003) bija cietāki graudi. Tā kā graudu cietība ir nozīmīga pazīme atgremotājiem piemērotu šķirņu selekcijā, tad rezultāti liecina, ka alus miežu šķirnes ar

zemu kopproteīna saturu ir mīkstāki, kas līdz ar to būs mazāk piemēroti atgremotājiem. Tas saistīts ar sausnas pārāk ātru sagremošanu kunģī, kas šīs sugas mājdzīvniekiem nav vēlama. No šī viedokļa, tas apgrūtina veikt alum un lopbarībai piemērotu šķirņu selekciju vienlaicīgi atgremotājiem. Savukārt G. Fokss u.c. (2009), novērtējot ražošanā esošās alus un lopbarības miežu šķirnes, konstatatējuši, ka pazīmēm, kas svarīgas alus miežiem (ekstraktivitāte un friabilitāte) un lopbarības miežiem (graudu cietība, SSK, ciete, un sausnas sagremojamība) ir konstatēta augsta genotipiskā mainība, tomēr starp šīm alus un lopbarības graudu pazīmēm nekonstatēja būtiskas sakarības. Tāpēc viņi uzkata, ja gadijumā starp alus un lopbarības kvalitāti noteicošām pazīmēm nav tiešu korelatīvu sakarību, tad alus miežu šķirnes nodrošina līdzvērtīgu vai pat augstāku lopbarības kvalitāti nekā lopbarības miežu šķirnes. G. Foksa (Fox) u.c. (2009) pētījumā pierādīja, ka selekciju uz alum un lopbarībai piemērotām šķirnēm var veikt vienlaicīgi, jo šajā pētījumā augsta ($p<0.01$) negatīva korelācija konstatēta starp ekstraktvielu saturu graudos un graudu cietību, kokšķiedru un plēkšņainību, kur visu šo trīs pazīmju pēc iespējas zemākas vērtības ir nozīmīgas augstākas enerģijas iegūšanai atgremotājiem.

Proteīnam un aminoskābēm ir svarīga loma arī atgremotājdzīvnieku fizioloģiskajos procesos. Īpaši svarīgi tas ir jauniem dzīvniekiem, kuriem ir augstas prasības pēc proteīna (Osītis, 1987). Atgremotājdzīvnieki var iztikt ar barības devu, kas nesatur pilnvērtīgu proteīnu, jo kuņģa zarnu trakta mikrobi ir spējīgi sintezēt 50% no nepieciešamajām neaizvietojamām un aizvietojamām aminoskābēm. Šo aminoskābju sintēzei nepieciešamo slāpekli mikroorganismi iegūst, noārdot slāpekli saturošās barības līdzekļu frakcijas (Osītis, 1998). Tāpēc C. Newmans un R. Newmans (1992a) uzskata, ka atgremotājiem mājdzīvniekiem būtu vairāk piemērotas miežu šķirnes ar paaugstinātu kopproteīna saturu graudos. Viens no faktoriem, kas nosaka proteīna un aminoskābju izmantošanu atgremotājdzīvniekiem ir proteīna šķīšanas spēja kuņģī (rumen solubility). Proteīna frakcija albumīni un globulīni ir vairāk šķīstoši nekā prolamīni un glutelīni. Tā kā mieži pārsvarā satur prolamīnu frakciju, tad proteīna sagremojamība kunģī sastāda apmēram 70%. Proteīna sagremojamība sekojoši ietekmē arī cietes sagremojamību (Barneveld, 1999). R. Bhatty u.c. (1974) uzskata, ka lopbarības miežu graudos, ja tos izmanto liellopu barības devā, būtu pietiekoši 11% kopproteīna, norādot, ka selekcija uz zemu proteīna saturu parasti saistīta ar augstu cietes saturu graudos un paaugstinātu graudu ražu.

No apakšnodaļā apkopotajiem pētījumiem redzams, ka miežu šķirnei kā faktoram ir ietekme uz enerģijas saturu graudos atgremotājiem. Priekšrocības parādīja divkanšu mieži salīdzinot ar daudzkanšu miežiem, plēkšņainie mieži salīdzinot ar kailgraudu miežiem. Augstvērtīgai miežu šķirnei, kas nodrošina augstu sagremojamās enerģijas saturu graudos, izbarojot atgremotājiem mājdzīvniekiem, jāraksturojas ar šādiem graudu ķīmiskajiem rādītājiem: augsts cietes saturs, augsts koptauku saturs, lēni sagremojama ciete (ko nodrošina cieta graudu endosperma, biezi šūnu apvalki, augsts šķīstošo β-glikānu un arabinoksilānu saturs), vidējs līdz augsts kopproteīna saturs, vidējs kokšķiedras saturs.

1.7.3. Miežu šķirņu salīdzinājums izmantošanai cūku ēdināšanā

ASV un Kanādā cūku ēdināšanā kā pamatbarību izmantoto galvenokārt kukurūzu [8]. Tomēr miežu cenas parasti ir konkurētspējīgas ar citām graudaugu sugām, ja tiek bāzētas uz pieejamās enerģijas (available energy) daudzumu graudos un

[8] Feed barley: situation and outlook, Bi-weekly Bulletin, 2007, October 12, Volume 20, No. 15, [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 11. janv.] http://www.agr.gc.ca/mad-dam/index_e.php?s1=pubs&s2=bi

kopproteīna kvalitāti (Harrold, 1999). Atšķirībā no liellopiem, cūkām graudaugu barība nonākot kuņģī un tievajās zarnās, un uzreiz nonāk saskarē ar gremošanas sulas enzīmiem pirms barība nonāk resnajā zarnā, kas satur augstu mikrobiālo enzīmu koncentrāciju. Cūkas barību sagremo slikti, ja vien barība netiek kārtīgi samalta, tā mehāniski sašķeļot endospermas šūnapvalkus. Ja tas tā nav, tad liela daļa endospermā esošās cietes nenonāk saskarē ar amilotiskiem enzīmiem, un līdz ar to tās fermentācijas process tiek pārnests uz resno zarnu, kā rezultātā ir enerģijas zudumi, samazinās barības izmantošanas efektivitāte (Black, Tredrea, Nielsen, 2005)

Arī cūku nobarošanas pētījumos ir salīdzināti mieži ar atšķirīgu tilpummasu un to ietekme uz nobarošanas rezultātiem. Izbarojot cūkām nesamaltus graudus ar atšķirīgu tilpummasu (no 500 līdz 630 g L^{-1}) konstatēts, ka augstāku dzīvmasas pieaugumu, un barības izmantošanas efektivitāti nodrošināja augstas tilpummasas graudi ($p<0.05$). Ja šādi graudi pirms izbarošanas tika samalti, tad graudu tilpummasa neietekmēja nobarošanas rezultātus (Crenshaw et al., 1987).

R. Bhatti u.c. (1974), izmantojot peles kā modeli, salīdzināja **divkanšu un daudzkanšu miežu** šķirnes pēc enerģijas satura. Divkanšu un daudzkanšu genotipi raksturojās ar vienādu kopējās enerģijas saturu graudos. Sagremojamās enerģijas saturs variēja no 13.3-14.9 MJ kg^{-1}. Kaut arī šķirnēm bija atšķirīgs cietes saturs graudos, tomēr tas neietekmēja sagremojamās enerģijas radītāju. Tāpēc augsts cietes saturs graudos vēl negarantē augstu sagremojamās enerģijas saturu graudos. A. Kastels (Castell) un Bowrens (1980) cūku nobarošanas eksperimentā salīdzināja divkanšu un daudzkanšu miežu šķirnes. Proteīna saturs šķirnēm variēja no 11.3 līdz 13.1%. Starp šķirnēm netika konstatēta būtiska ietekme uz cūku diennakts dzīvsvara pieaugumu, tomēr nedaudz labākus rezultātus nodrošināja divkanšu mieži. Viens no iemesliem, kā norāda pētnieki, ir kokšķiedras saturs graudos, kas daudzkanšu miežu šķirnēm bija augstāks (attiecīgi 4.2-4.9 un 5.3-5.6%). Tāpēc daudzkanšu mieži nodrošināja būtiski zemāku enerģijas sagremojamību, salīdzinot ar divkanšu miežiem (attiecīgi 11.76-13.59% un 14.26-14.56%). Arī citos cūku nobarošanas eksperimentos kokšķiedras saturs graudos būtiski negatīvi korelēja ar proteīna sagremojamību, cietes sagremojamību, un līdz ar to arī kopējo enerģijas saturu graudos (Bhatty, Christison, 1975; Kaiser et al., 2004). Tas izskaidrojams ar to, ka plēksnes nomāc kuņģī esošo gremošanas enzīmu darbību. Turklāt šie enzīmi nespēj efektīvi sadalītu nešķīstošo ogļhidrātu frakcijas - celulozi un lignīnu, tāpēc to sagremošana notiek mikrobiāli tievajās un resnajās zarnās.

Tiek diskutēts arī par **alus miežu** izmantošanas efektivitāti salīdzinājumā ar lopbarības miežiem cūku ēdināšanā. K. Baha-Knudsena (Bach-Knudsen) u.c. (1987) pētījumā sagremojamā enerģija miežu šķirnēm variēja no 73.1 līdz 83.1%, jo šķirnes atšķīrās pēc polisaharīdu sastāva. Par 1.3% augstāka sagremojamā enerģija tika konstatēta tieši alus miežu šķirnēm, jo tām bija augstāks cietes saturs un zemāks kokšķiedras saturs graudos. Jo miežu šķirnei augstāks cietes saturs un zemāks kokšķiedra saturs, jo augstāka sagremojamā enerģija (Bach-Knudsen, Aman, Eggum, 1987). Arī R. Bhatti (Bhatty) un G. Christisons (1975) pētījumā sagremojamās enerģijas saturs divkanšu iesala šķirnēm bija augstāks nekā divkanšu lopbarības miežu šķirnēm. P. Juskivs (Juskiw) (2004) u.c. pētot korelatīvās sakarības starp alus un lopbarības miežu kvalitāti raksturojošiem rādītājiem, norāda, ka gan lopbarības, gan alus miežiem ir svarīga augsta tilpummasa, zems β-glikānu saturs, bet alus miežiem - zems kopproteīna saturs, augsta ekstraktivitāte un zema plēkšņainība. Lopbarības miežiem, kas piemēroti dzīvniekiem ar vienkameras kuņģi, tā ir sagremojamā enerģija un proteīna sagremojamība. Pētījumā konstatēja būtisku negatīvu korelāciju starp sagremojamo enerģiju un ekstraktivitāti, bet būtisku pozitīvu korelāciju ar kopproteīna saturu graudos. Pēc P. Juskivs (Juskiw) (2004) u.c domām, selekcija uz zemu kopproteīna saturu

(10-12%) un augstu ekstraktvielu saturu graudos nesekmē selekciju uz augstu sagremojamo enerģiju cūkām. Tā kā cūkām, tapat kā alus miežiem, vairāk ir piemēroti graudi ar mīkstāku endospermu, lai paaugstinātu cieti šķeļošo gremošanas enzīmu sakari ar cietes granulām, tad šiem miežu izmantošanas virzieniem šķirņu selekciju pēc graudu cietības veikt vienlaicīgi.

Daudzi pētījumi apliecina **kailgraudu miežu** priekšrocības cūku ēdināšanā. Tā kā nešķīstošie šķiedras komponenti (celuloze, hemiceluloze un lignīns), kas miežiem galvenokārt atrodas plēksnēs, ietekmē proteīna sagremojamību, cietes sagremojamību, un līdz ar to arī kopējo enerģijas saturu graudos, tad kailgraudu miežiem plēkšņu trūkuma dēļ, šie barības vērtību raksturojošie rādītāji ir būtiski augstāki nekā plēkšņainajiem miežiem (Bhatty, Christison, 1975; Kaiser et al., 2004; Beames et al., 1996). Kailgraudu miežiem tika konstatēta arī pozitīva sakarība starp kopproteīna saturu un kopējās enerģijas saturu graudos, proteīna sagremojamību, sagremojamās enerģijas saturu graudos (Beames et al., 1996). J Helms u.c. (2000) pētot kailgraudu miežu lopbarības kvalitāti cūku nobarošanas eksperimentā dažādiem kailgraudu genotipiem pēc šiem iepriekšminētajiem rādītājiem netika konstatēta būtiska atšķirība (Helm, Juskiw, Oatway, 2000). Savukārt dažādos cūku nobarošanas eksperimentos, ko prezentēja R. Bhatti (Bhatty) (1986), kailgraudu mieži nodrošināja par 14.7% augstāku sagremojamo enerģiju salīdzinot ar plēkšņainajiem miežiem. Salīdzinot kailgraudu miežus ar kviešiem, tika iegūti līdzvērtīgi rezultāti pēc sausnas sagremojamības un sagremojamās enerģijas satura graudos (Bhatty et al., 1974; Baidoo, Liu, 1997). Sagremojamās enerģijas saturs kailgraudu miežu šķirnei 'Condor' (15.4 MJ kg^{-1}) bija par 17% augstāks nekā plēkšņainajiem miežiem, un par 8% augstāks nekā kviešiem (Darroch, Aherne, Helm, 1996). Plēkšņu pievienošana barības devai lineāri ($p=0.027$) samazināja sagremojamās enerģijas saturu graudos. Ir pētījumi, kur nenovēroja būtiskas atšķirības starp kailgraudu un plēkšņainajiem miežiem uz cūku nobarošanas rezultātiem (Thacker, Bell, Classen, 1988). Augsts kokšķiedras saturs barībā sekmē barības ātrāku virzīšanos cūku gremošanas traktā, kas samazina gremošanas enzīmu saskares laiku ar graudos esošajām barības vielām. Tas var ietekmēt barības vielu izmantošanas efektivitāti un nobarošanas rezultātus (Izysorczyk, Lazaridou, Chornick, 2005). Arī Vecaucē (Latvija) iekārtotā cūku eksperimentā kailgraudu miežu līnija 'L-302' neparādīja būtisku ietekmi uz cūku dzīvmasas pieaugumu, salīdzinot ar plēkšņaino miežu šķirni 'Ansis'. Tomēr, izvērtējot nobarošanas dienu skaitu, cūku grupa, barota ar kailgraudu miežiem, to sasniedza 3-9 dienas ātrāk. Rēķinot patērēto barību 1 kg dzīvmasas pieaugumam, kailgraudu miežiem tas bija par 5% mazāks. Kailgraudu līnijai 'L 302' bija par 3.83% augstāks kopproteīna saturs graudos un gandrīz 2 reizes zemāks kokšķiedras saturs nekā 'Ansim' (4.55%) (Degola, Belicka, 2005).

Amilopektīna un amilozes attiecības miežu cietē arī ietekmē miežu graudu barības vērtību. Augstas amilozes (35-45%) ciete ir izturīgāka pret cieti šķeļošo enzīmu iedarbību nekā parastā un augsta amilopektīna ciete, sakarā ar amilozes un amilopektīna strukturālām atšķirībām (Manner, 1985; Song, Jane, 2000). Nobarojamo cūku barības devā iekļaujot kailgraudu miežu šķirni ar vaskveida endospermu (augsta amilopektīna saturs), novērota būtiski ($p<0.05$) augstāka barības vielu (cietes, kopproteīna, koptauku, β-glikānu, kokšķiedras) sagremojamība nekā tas bija parastajiem kailgraudu un plēkšņainajiem miežiem (Pettersson, Lindberg, 1999).

Literatūrā atrodami pretrunīgi dati par β-glikānu ietekmi uz cūku nobarošanas rezultātiem un barības izmantošanas efektivitāti. P. Teilora (Taylor) u.c. (1985) pētījumā β-glikānu saturs miežos negatīvi korelēja ($r=-0.84$) ar sagremojamās enerģijas saturu. Savukārt K. Baha-Knudsena (Bach-Knudsen) u.c. (1987) un Fairbairna u.c. (1999) pētījumos β-glikānu saturs graudos nav ietekmējis sagremojamās enerģijas

saturu. Citā cūku nobarošanas eksperimentā zema β-glikānu satura miežu mutantā šķirne 'Minerva-737' (2.5%) nodrošināja lielāku diennakts dzīvsvara pieaugumu nekā izejas šķirne 'Minerva' (5.2%) (Newman, Newman, 1990). Tāpēc β-glikāna saturu graudos min kā vienu no limitējošiem miežu kvalitāti raksturojošiem radītājiem izmantošanai cūkām (Newman, Newman, 1989; Beames et al., 1996), kas kopā ar kokšķiedras komponentiem var ietekmēt barības vielu sagremojamību (Pettersson, Lindberg, 1999). Šī graudu ķīmiskā komponenta negatīvā ietekme ir lielāka uz sivēnu nobarošanas rezultātiem (Newman, Newman, 1992a).

Kopumā miežu proteīns, lietojot to neatgremotājdzīvnieku barības devā, ir nepietiekošs gan apjoma, gan relatīvi neaizvietojamo aminoskābju satura ziņā, no kurām lizīns ir pirmā limitējošā (Degola, 2007). Cūkām atkarībā no vecuma grupas ir 9 līdz 10 neaizvietojamas aminoskābes, no kurām limitējošākās ir lizīns, treonīns, metionīns, izoleicīns un triptofāns (Newman, Newman, 1992a; 1992b). Lizīna deficīts cūku barības devā rada olbaltumvielu sintēzes traucējumus un pazemina gaļas kvalitāti. Sabalansējot barības devu pēc lizīna, palielinās liesās gaļas īpatsvars un olbaltumvielu saturs tajā (Osītis, 1987; Degola, 2007). Nobarošanas pētījumos ir apstiprinājušās **augsta lizīna genotipu** priekšrocības salīdzinājumā ar zema lizīna genotipiem. Augsta lizīna līnija 'Riso 1508' pētījumā ar laboratorijas žurkām uzrādīja augstāku bioloģisko vērtību un līdz ar to augstākus dzīvnieku nobarošanas rezultātus (Jood, Singh, 2001). Izmantojot augsta lizīna satura šķirnes cūku ēdināšanā, palielinās N saturošo savienojumu izmantošana, jo līdz ar lizīna palielināšanos šo genotipu proteīnā, attiecīgi ir samazināta nevērtīgo aminoskābju daļa proteīnā, kuras praktiski mājdzīvniekiem nav izmantojamas. Augsta lizīna mutantajām līnijām un šķirnei 'Lyzimax', cūku nobarošanas pētījumā konstatēta būtiski augstāka bioloģiskā vērtība nekā parastajai miežu šķirnei 'Sultan', jo lizīna saturs tiem bija par 25-27% augstāks, bet glutamīnskābes saturs par 31.3% zemāks (Gabert, Brunsgaard, Eggum, 1995). Augsta lizīna genotipiem bija zemāka proteīna sagremojamība un enerģijas sagremojamība, saistot to ar zemāku 1000 graudu masu un paaugstināto kokšķiedras saturu graudos (Gabert et al., 1996). Arī H. Jorgensena u.c. (1997) pētījumā miežu šķirne 'Lyzimax' nodrošināja par 34.8% augstāku ($p<0.05$) bioloģisko vērtību nekā parasta miežu šķirne 'Lami'. Paaugstinātais lizīna saturs un samazinātais glutamīnskābes un prolīna saturs šķirnei 'Lizimax' ļoti uzlaboja slāpekļa izmantojamību un dzīvnieku augšanas rādītājus, neskatoties uz salīdzinoši zemāku proteīna un enerģijas sagremojamību. Tāpēc autors iesaka augsta lizīna miežus izmantot maisījumā kopā ar parastajiem miežiem sivēnu un nobarojamo cūku ēdināšanā. Tas ir arī ekonomiski izdevīgi. Vecaucē iekārtotajā cūku nobarošanas eksperimentā augstāks lizīna saturs sausnā kailgraudu miežu līnijai 'L 302' (0.79%) salīdzinot ar plēkšņaino šķirni 'Ansis' (0.36%) palētināja cenu katrai barības tonnai par 3-4 Ls, jo, sastādot barības devu ar kailgraudu miežiem, varēja pievienot mazāku proteīna un lizīna piedevu (Degola, Belicka, 2005). Pēdējos gados pastiprināta uzmanība, īpaši valstīs ar attīstītu cūkkopības nozari, tiek pievērsta arī aizvietojamo aminoskābju sastāvam proteīnā. Slāpekli saturošās aminoskābes, tādas kā glutamīnskābe, prolīns, asparagīnskābe u.c., neatgremotāju mājdzīvnieki gremošanas traktā netiek pilnībā sagremotas, tāpēc intensīvas ražošanas apstākļos izraisa vides piesārņojumu ar slāpekli saturošiem savienojumiem. Konstatēts, ka augsta proteīna mieži satur augstāku aizvietojamo aminoskābju proporciju, jo, pieaugot kopproteīna saturam, pieaug hordeīna proporcija proteīnā, kas ir bagātāka tieši ar slāpekli saturošām aminoskābēm (Lange et al., 2006; Newman, McGuires, 1985). Tāpēc miežu šķirnei ar augstu barības vērtību ir jābūt arī pazeminātam aizvietojamo aminoskābju sastāvam proteīnā, kā tas ir raksturīgi augsta lizīna genotipiem (Eggum, Braunsgaard, Jensen, 1995; Gabert et al., 1996).

Miežu šķirņu graudu fizikālo un ķīmisko rādītāju rezultātus saistot kopā ar cūku nobarošanas eksperimentu rezultātiem, ir izstrādāti dažādi regresijas vienādojumi graudu sagremojamās enerģijas (digestable energy, DE) aprēķināšanai. S. Fairbairna u.c. (1999) pētījumā cūku nobarošanas eksperimentā sagremojamās enerģijas saturs miežu graudos vidēji bija 1870 kJ kg^{-1} ar pazīmes variācijas koeficientu 15.2%. Viņi izstrādāja vairākus sagremojamās enerģijas satura prognozēšanas vienādojumus, ņemot vērā gan graudu fizikālos, gan ķīmiskos rādītājus. Miežu graudu fizikālie rādītāji, ar vislielāko ietekmi uz kopējo sagremojamās enerģijas satura mainību (85% no kopējās dispersijas) bija graudu izlīdzinātība, tilpummasa tīrītiem un netīrītiem graudiem un 1000 graudu masa. Šajā pētījumā apstiprinājās, ka celulozes un lignīna frakciju īpatsvaram, kas izteikts kā SSK, bija vislielākā ietekme uz sagremojamās enerģijas saturu. Ja SSK saturs graudos palielinājās par 1%, tad enerģijas saturs pazeminājās par 3%. Turklāt SSK saturs negatīvi ietekmēja arī proteīna sagremojamību (Fairbairn et al., 1999). Savukārt pieaugot kokšķiedras saturam miežu graudos par vienu vienību, sagremojamās enerģijas saturs samazinājās par 3.6% (Pettersson, Lindberg, 1997). R. Ziljstra u.c. (2000) sagremojamās enerģijas prognozēšanai, 20 miežu šķirnēm analizēja graudu fizikālos (tilpummasu) un ķīmiskos rādītājus - necietes polisaharīdu, SSK, NSK, kokšķiedru, cieti un kopproteīna saturu graudos (Ziljstra et al., 2000). Sagremojamās enerģijas satura aprēķināšanai graudos konkrētai lopbarības miežu partijai vai šķirnei viņi arī iesaka izmantot datus par SSK saturu graudos, jo šim rādītājam bija vislielākā ietekme uz sagremojamās enerģijas satura mainību. Būtiska negatīva korelācija starp SSK un sagremojamās enerģijas saturu graudos konstatēta arī citos cūku nobarošanas pētījumos (Bach-Knudsena, Aman, Eggum, 1987; Beames, Helm, Eggum, 1996; Bell, Shires, Keith, 1983). Sagremojamās enerģijas prognozēšanai miežu šķirnēm S. Fairbairns u.c. (1999) noteica arī ar graudu cietību saistītus rādītājus – maluma daļiņu izmēru (particle size), daļiņu skaitu 1 g un daļiņu virsmas laukumu, tomēr šiem rādītājiem nebija būtiska ietekme uz miežu enerģētisko vērtību.

Lai paaugstinātu minerālvielu un proteīna izmantošanas efektivitāti cūkām, barības devai iesaka pievienot enzīmu fitāzi (Kies, Van Hemert, Sauer, 2001; Selle et al., 2000). Tāpēc, lai samazinātu barības izmaksas, augstvērtīgai lopbarības miežu šķirnei ir jāraksturojas ar pēc iespējas zemāku fitīnskābes īpatsvaru no kopējā fosfora daudzuma. Dānijas zinātnieki (Poulsen et al., 2001), pētījumā izmantojot laboratorijas žurkas kā modeli konstatēja, ka izbarojot mutanto miežu genotipu graudus, kuriem bija zems fitātu īpatsvars (13-43% no kopējā fosfora satura, parastajiem genotipiem-70%), par 13% pieauga fosfora sagremojamība un paaugstinājās zinka absorbcija. Tāpēc viņi iesaka selekcionāriem izmantot laboratorijas žurkas kā modeli, lai selekcijas agrīnajās fāzēs novērtētu selekcijas materiālu pēc minerālvielu pieejamības cūkām. Arī citos cūku nobarošanas pētījumos, izmantojot parastus kailgraudu miežus (barības deva papildināt ar fermentu fitāzi un neorganisko fosforu) un kailgraudu miežus ar zemu fitātu saturu (barības deva ar fermentu fitāzi, bez neorganiskā fosfora), iegūti līdzvērtīgi rezultāti, kas dod iespēju samazināt barības izmaksas (Thackera et. al., 1988; Rossnagel et al., 2006). Miežu ar zemu fitātu saturu (fosfora saturs sausnā 0.35%, fitīnskābes saturs 0.14%) izmantošana cūku ēdināšanā par 50% samazināja neizmantotā fosfora saturu cūku mēslos, salīdzinot ar parastajiem miežiem (fosfora saturs 0.35%, fitīnskābes saturs 0.24%), kas svarīgi no vides aizsardzības viedokļa (Veum et al., 2002).

No apakšnodaļā apkopotās informācijas var secināt, ka ir iespējams selekcijas ceļā uzlabot cūkām piemērotu lopbarības miežu šķirņu kvalitāti, uz ko norāda būtiskas atšķirības starp miežu formām un šķirnēm pēc barības vielu sagremojamības rādītājiem. Priekšrocības parādīja divkanšu mieži salīdzinot ar daudzkanšu miežiem, kailgraudu

mieži salīdzinot ar plēkšņainajiem miežiem, šķirnes ar zemu amilozes saturu. Apkopotie pētījumu rezultāti parāda, ka augstvērtīgai miežu šķirnei, kas nodrošina augstu sagremojamās enerģijas saturu graudos izbarojot cūkām, jābūt ar šādiem rādītājiem: zems kokšķiedras saturs (plēkšņainie mieži ar pazemінātu plēkšņu saturu, kailgraudu mieži), augsts cietes saturs, ātri sagremojama ciete (zemas amilozes jeb vaskveida endosperma, plāni un viegli sašķeļami šūnu apvalki (zems šķīstošo β-glikānu, arabinoksilānu saturs), zems fitīnskābes saturs, augsts koptauku saturs, vidējs kopproteīna saturs (ar augstu neaizvietojamo aminoskābju un pazemінātu aizvietojamo aminoskābju īpatsvaru proteīnā).

1.7.4. Miežu šķirņu salīdzinājums izmantošanai putnu ēdināšanā

Putniem, atšķirībā no cūkām un liellopiem, gremošanas traktā mikrobiālā populācija ir salīdzinoši neliela, līdz ar to kokšķiedra un necietes polisaharīdi (β-glikānu un arabinoksilānu) tiem ir grūti sašķeļami. Graudu ensopermas šūnapvalki ar intensīvu muskuļu darbību tiek sašķelti guzā, pirms tie nonāk tālāk tievajās zarnās, kur cietei viegli piekļūst gremošanas enzīmi. Tā kā miežu barība arī putnu gremošanas traktā tiek sagremota salīdzinoši ātri, tad barības izmantošanas efektivitāte ir ļoti svarīga. Ātrais barības vielu sagremošanas ātrums, barība ar augstu sausnas un kokšķiedras saturu, kā arī augsts necietes polisaharīdu saturs, kas paaugstina gremošanas trakta viskozitāti, rada enerģijas zudumus (Black et al., 2005).

Tāpēc kokšķiedras saturs miežu graudos ir viens no limitējošiem faktoriem to izmantošanai putnu ēdināšanā. Nešķīstošās kokšķiedras frakcijas, kuras satur galvenokārt miežu plēksnes, var samazināt kopējo barības vielu saturu graudos (Scott et al., 1998). G. Campbell u.c. (1989) pētījumā zemākus nobarošanas rezultātus putniem parādīja šķirnes ar augstāku NSK, tas ir, kokšķiedras saturu graudos. Plēkšņu īpatsvars miežu graudos būtiski negatīvi korelēja ar maiņas enerģijas saturu graudos (Svihus, Gullord, 2002). Tomēr neliels kokšķiedras saturs barības devā putniem ir svarīgs, kas nodrošina barības pārvietošanos zarnu traktā un sekmē toksisko vielu izvadīšanu (Newman, Newman, 1992a).

B. Svihus un M. Gullord (2002) izvērtējot miežu šķirnes pēc graudu fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem, un novērtējot to izmantošanas iespējas putnu ēdināšanā, secina, ka 71 līdz 89% no dzīvsvara pieauguma un maiņas enerģijas rādītāja dispersijas noteica miežu graudu fizikālie un ķīmiskie rādītāji. Putnu diennakts dzīvmasas pieaugumu būtiski ietekmēja ($p<0.05$) gan 1000 graudu masa (Svihus, Gullord, 2002), gan tilpummasa (Molina-Cano et al., 1997; Svihus, Gullord, 2002). Konstatēja būtisku sakarību starp maiņas enerģijas saturu (apparent metabolizable energy) un koptauku saturu graudos ($r=0.67$; $p<0.05$) (Svihus, Gullord, 2002). Novērota negatīva sakarība starp maiņas enerģijas saturu un koppelnu saturu graudos (Molina-Cano et al.,1997).

Šķīstošās diētiskās šķiedras frakcijas, kas satur pārsvarā necietes polisaharīdu β-glikānus, putniem palielina guzas satura un zarnu trakta viskozitāti (Wang et al., 1992). Vairākos pētījumos viskozitāte skābes buferī uzrādīja augstu būtisku pozitīvu korelāciju ar β-glikānu šķīstošo frakciju ($r=0.75-0.91$) (Bhatty, 1987; Svihus et al., 2000; Zheng et al., 2000). Gremošanas enzīmu saskare ar cieti un proteīnu saturošo grauda endospermu ir svarīgs priekšnoteikums barības vielu labākai uzsūkšanai. Necietes polisaharīdi putnu zarnu traktā traucē cieti sašķeļošo amilolitisko enzīmu saskari ar cietes granulām, kas rezultātā kavē cietes sagremojamību (Classen, 1996). Zarnu trakta viskozitāte palēnina arī barības pārvietošanos, veicinot zarnu mikrofloras pastiprinātu vairošanos, kā attīstībai arī nepieciešama enerģija (McNab, Smithard, 1992). Tas viss negatīvi ietekmē barības sagremošanu un uzsūkšanu, rezultātā

samazinot putnu diennakts dzīvsvara pieaugumu. Turklāt cāļiem šī negatīvā ietekme ir izteiktāka nekā pieaugušiem putniem (Almirall et al., 1995). G. Campbels (Campbell) u.c. (1989), salīdzinot kailgraudu un plēkšņainās miežu šķirnes ar atšķirīgu ekstrakta viskozitāti skābes buferī, konstatēja būtiskas atšķirības pēc to izmatošanas efektivitātes cāļu ēdināšanā. Izbarojot putniem miežus ar augstu viskozitāti (ar relatīvās viskozitātes vidējo rādītāju 6.5), viņš novēroja, ka to diennakts dzīvsvara pieaugums bija būtiski zemāks nekā putnu grupai (attiecīgi 250 g un 395 g diennaktī), kuru barības devā bija iekļautas šķirnes ar zemu viskozitāti (ar relatīvās viskozitātes vidējo rādītāju 2.5). Tas apstiprinājās arī citā putnu nobarošanas eksperimentā, barības devā izmantojot kailgraudu miežu šķirnes ar atšķirīgu ekstrakta viskozitāti (Campbell, Rossnagel, Bhatty, 1993). Pētījumu rezultāti liecina, ka šis rādītājs var būt nozīmīgs izlases kritērijs lopbarības miežu šķirņu selekcijā. Viskozitātes negatīvās ietekmes samazināšanai, barībai iesaka pievienot enzīmu β-glukanāzi, tādējādi paaugstinot cietes sagremojamību putnu gremošanas traktā par 10% (Hesselman, Aman, 1986). Tā kā viskozitātes rādītāja noteikšana nav tik komplicēta kā β-glikānu analīze, to iesaka izmantot lai iegūtu datus par β-glikānu šķīstošo frakciju, kas tieši nosaka gremošanas trakta viskozitāti neatgremotājiem. R. Bhatty (1987) viskozitātes rādītāju iesaka izmantot, lai agrīnajās hibrīdajās paaudzēs veiktu izlasi uz augstu vai zemu β-glikānu saturu graudos. J. Bleka (Black) u.c. (2005) pētījumā visvairāk maiņas enerģijas satura mainību putniem ietekmēja graudu cietība – jo cietāki graudi, jo sliktāka gremošanas enzīmu saskare ar graudos esošo cieti.

B. Svihus un M. Gullords (2002) konstatēja būtisku miežu genotipa kā faktora ietekmi uz maiņas enerģijas rādītāju putniem. Kā izlases kritēriju miežu šķirņu piemērotības noteikšanai putnu ēdināšanā, viņi izmantoja ūdens ekstrakta viskozitātes rādītāju. Miežu šķirnēm ar augstu ekstrakta viskozitāti, šis rādītājs bija 2-3 reizes augstāks nekā šķirnēm ar zemu ekstrakta viskozitāti un tā relatīvā vērtība variēja no 4.7-15.0%. Šajā pētījumā ekstrakta viskozitātes rādītājs negatīvi ietekmēja gan putnu diennakts dzīvsvara pieaugumu, gan maiņas enerģijas rādītāju. Miežiem noteica arī krišanas skaitli un konstatēja, ka šī pazīme būtiski pozitīvi korelēja ar ūdens ekstrakta viskozitāti ($r=0.69$; $p<0.05$). Šķirnes ar augstu krišanas skaitli parādīja sliktākus nobarošanas rezultātus (Svihus, Gullord, 2002).

Barības izmantošanas efektivitāte putniem pieaug, ja pievieno β-glukanāzi, kas samazināja šķirnes kā faktora ietekmi uz maiņas enerģijas saturu (Jeroch, Danicke, 1995). Konstatēts, ka šo rādītāju samazina ne tikai paaugstināts necietes polisaharīdu, īpaši β-glikānu saturs, bet arī zems cietes saturs graudos (Hughes, Chocht, 1999). Nobarošanas rezultātus neietekmēja kopproteīna saturs graudos (Campbell et al., 1989). Tomēr ir konstatēts, ka putnu ēdināšanā izmantojot miežu šķirnes ar augstu proteīna saturu, samazinās cietes sagremojamība putnu zarnu traktā (Almirall Francesch et al., 1995). Tas ļauj secināt, ka pārāk augsts kopproteīna saturs graudos lopbarības miežu šķirnei nemaz nav vēlams.

Kalkulējot putnu diētu, atšķirības starp dažādām šķirnēm pēc graudu fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem tiek izmantotas, arī lai teorētiski prognozētu maiņas enerģijas saturu graudos. I. Sibbalds un K. Price (1976) konstatē, ka regresijas vienādojumu, kas balstīts tikai uz graudu fizikālajiem rādītājiem - tilpummasu un 1000 graudu masu, nevar izmantot, lai paredzētu maiņas enerģijas saturu graudos. Lai teorētiski aprēķinātu šo rādītāju dažādām graudaugu šķirnēm, iesaka izmantot datus par kokšķiedras, cietes, tauku, proteīna un beta-glikāna saturu graudos (Sibbald, Price, 1976; Zhang, Campbell, Stothers, 1994).

Tā kā kailgraudu mieži raksturojas ar zemu kokšķiedras saturu, tad no šī viedokļa tie ir vērtīga barība putniem, jo pēc barības vērtības ir līdzvērtīgi kukurūzai un kviešiem

(Bhatty, 1986). Tā kā kailgraudu miežu endospermas šūnapvalki satur salīdzinoši vairāk β-glikānu nekā plēkšņainie mieži, tad kailgraudu miežu izmantošanas efektivitāti putnu ēdināšanā var uzlabot, pievienojot gremošanas enzīmus (Bergh, Razdan, Aman, 1999). Mieži ar vaskveida endospermu ir vieglāk sagremojami, jo tie ir jutīgāki pret cieti šķeļošo enzīmu darbību, kas līdz ar to nodrošināja nobarojamos putnus ar lielāku enerģijas daudzumu (Moss, El-Negoumu, Newman, 1983). Tomēr putnu nobarošanas eksperimentu rezultāti liecina, ka barības deva ar vaskveida miežiem deva būtiski zemāku dzīvsvara pieaugumu nekā ar parastiem miežiem. Galvenā nozīme šeit bija viskozitātei, jo miežiem ar vaskveida endospermu tā ir būtiski augstāka (Moss, El-Negoumu, Newman, 1983; Vasanthan, Bhatty, 1996). Tāpēc miežus ar vaskveida endospermu nerekomendē putnu, īpaši cāļu ēdināšanā augstā β-glikānu satura un līdz ar to viskozitātes dēļ, kuru negatīvo ietekmi nesamazina pat enzīmu pievienošana barībai (Bergh, Razdan, Aman, 1999).

Lopbarības mieži ar zemu fitīnskābes saturu svarīgi arī putniem (Black, 2001; Jeroch, Danicke, 1995). Konstatēts, ka, izbarojot broileriem miežu graudus ar zemu fitīnskābes saturu graudos, būtiski ($p<0.05$) pieauga gan fosfora un cinka uzņemšanas efektivitāte, gan novēroja salīdzinoši augstāku dzīvmasas pieaugumu, salīdzinot ar kontroli (Linares et al., 2007). Šādu miežu izmantošana ļauj samazināt barības devai nepieciešamā fosfora un cinka daudzumu, kas būtiski samazina barības izmaksas.

No apakšnodaļā apkopotās informācijas var secināt, ka ir iespējams selekcijas ceļā uzlabot arī putniem piemērotu lopbarības miežu šķirņu kvalitāti. Priekšrocības parādīja kailgraudu mieži salīdzinot ar plēkšņainajiem, parastie mieži salīdzinot ar miežiem ar vaskveida endospermu. Apkopotie pētījumu rezultāti parāda, ka augstvērtīgai miežu šķirnei, kas nodrošina augstu sagremojamās enerģijas saturu graudos izbarojot putniem, jābūt ar šādiem rādītājiem: augsts cietes saturs, zema viskozitāte (ko nodrošina zems šķīstošo β-glikānu un arbinoksilānu saturs graudos), zems fitīnskābes saturs, zems fenolsavienojumu (tannīnu) saturs. Viskozitāte skābes buferī un krišanas skaitlis, ir izmantojami kā izlases kritēriji gan kopējā β-glikānu satura, gan to šķīstošās frakcijas raksturošanai.

Pamatojoties uz literatūrā un citos pētījumos iegūto informāciju, 1.3. tabulā apkopoti augstvērtīgas lopbarības miežu šķirnes raksturojums izmantošanai dažādām mājdzīvnieku grupām.

1.3. tabula

Pēc graudu kvalitātes rādītājiem augstvērtīgas vasaras miežu šķirnes modeļa raksturojums izmantošanai dažādām mājdzīvnieku grupām

Pazīme	Lielopi	Cūkas	Putni
1000 graudu masa	augsta	augsta	augsta
Tilpummasa	augsta	augsta	augsta
Cietes saturs	Augsts (augstas amilozes ciete)	augsts (vaskveida endosperma, augsts B granulu īpatsvars)	augsts (vaskveida endosperma, augsts B granulu īpatsvars)
Kopproteīna saturs	vidējs līdz augsts, zema hordeīna proporcija proteīnā	vidējs	vidējs

1.3. tabulas nobeigums

Pazīme	Lielopi	Cūkas	Putni
Aminoskabju saturs	sastāvs nav nozīmīgs	augsta neaizvietojamo, zema aizvietojamo aminoskābju proporcija proteīnā	augsta neaizvietojamo aminoskābju, zema aizvietojamo aminoskābju proporcija proteīnā
Koptauku saturs	augsts	augsts	augsts
Plēkšņu saturs	Zems līdz vidējs	zems (kailgraudu mieži-augstvērtīga barība)	zems (kailgraudu mieži-ausgtvērtīga barība)
Kokšķiedras saturs	Zems līdz vidējs	zems	zems
Graudu cietība	Cieta graudu endosperma	Vidēji mīksta graudu endosperma	Vidēji mīksta graudu endosperma
Minerālvielu un vitamīnu saturs	augsts	Augsts organiskā jeb izmantojamā fosfora saturs graudos (zems fitīnskābes saturs)	Augsts izmantojamā fosfora saturs graudos (zems fitīnskābes saturs)

No literatūras apskatā apkopotās informācijas var secināt, ka vasaras mieži ir vērtīga lopbarība, izmantošanai dažādu mājdzīvnieku ēdināšanā. Atšķirības starp miežu formām un šķirnēm pēc graudu kvalitātes rādītājiem būtiski ietekmē miežu enerģētisko un barības vērtību mājdzīvniekiem, turklāt šī ietekme dažādām mājdzīvnieku sugām ir atšķirīga. Tas norāda, ka augstvērtīgu lopbarībai piemērotu šķirņu selekcijas darbs ir jāveic vairākos virzienos, ņemot vērā katras mājdzīvnieku grupas specifiskās īpatnības, miežos esošo barības vielu efektīvākai izmantošanai.

1.8. Selekcijas metodes lopbarības miežu graudu kvalitātes uzlabošanai

Līdz šim miežu graudu kvalitātes pilnveidošana selekcijas ceļā ir bijusi veiksmīga, jo daudzas selekcijas programmas ir bijušas veidotas ar noteiktu mērķi – lai uzlabotu gan miežu graudu iesala kvalitāti (Edney, 1999), gan to lopbarības vērtību (Eggum et al., 1995; Shewry, Morell, 2001). Tas nozīmē, ka miežu graudu kvalitātes uzlabošana noteiktam miežu izmantošanas virzienam ir iespējama, izmantojot dažādas selekcijas un statistikas metodes.

Selekcionārs var izveidot jaunas šķirnes izlases ceļā tikai tad, ja fenotipiskā mainība ir rezultāts tam, ka populācijā atrodas īpatņi ar dažādu genotipu. Tāpēc, lai palielinātu izlases efektivitāti, ir jānovērtē genotipiskās variabilitātes lomu kopējā, fenotipiskajā pazīmju mainībā (Bernardo, 2003). Lai to novērtētu, selekcijā izmanto iedzimstamības koeficientu. Pazīmes iedzimstamības koeficients šaurā nozīmē (h^2) raksturo summārās jeb aditīvās iedarbības gēnu dažādības izraisītās mainības daļu, bet iedzimstamības koeficients plašā nozīmē (H^2) - fenotipiskās mainības daļu, ko nosaka gēnu aditīvie un mijiedarbības efekti. To izmanto gan populāciju ģenētiskās struktūras pētījumos, gan izlases efektivitātes prognozēšanā. Jo augstāks iedzimstamības koeficients, jo vairāk hibrīdajā populācijā īpatņu mainību pēc vērtējamās pazīmes

nosaka ģenētiskie faktori un sagaidāms labāks izlases efekts (Falconer, Mackay, 1996). Iedzimstamības koeficientu nosaka galvenokārt ar dispersijas, regresijas un korelācijs analīzi (Frey, Horner, 1957; Smith, Kinman, 1965; Nyquist, 1991).

Svarīga ir ne tikai konkrētās pazīmes iedzimstamība, bet arī tas, ar kādu materiālu tiek strādāts, piemēram, ar plēkšņaino miežu genotipiem vai kailgraudu. Kailgraudainības *nud* gēna nozīme kailgraudu miežiem nav vēl pilnībā izpētīta. Ir noskaidrots, ka kailgraudainības gēnam ir ietekme uz dažādu miežu agronomiskajām pazīmēm, tādām kā auga garums, graudu masa, tilpummasa, raža, bet tas neietekmē vārpas blīvumu, veģetācijas perioda garumu un izturību pret melnplauku (Choo, Ho, Martin, 2001). Tāpēc pēcnācēju izpēte pēc graudu kvalitātes rādītājiem krustojumu kombinācijās starp plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem var sniegt informāciju par kailgraudainības gēna ietekmi arī uz graudu kvalitāti (Xue, Newman, Graham, 1997; Belicka, 1998; Belicka, 2000).

Viens no selekcionāra uzdevumiem ir atkarībā no izvirzītā selekcijas mērķa identificēt un atlasīt indivīdus, kuri pēc interesējošās pazīmes vērtības pārsniedz vecāku šķirnes pozitīvā vai negatīvā virzienā, tas ir, uzrāda transgresīvas īpašības (Rieseberg, Archer, Wayne, 1999). Parasti visvairāk transgresīvi indivīdi ir atrodami agrīnās hibrīdās paaudzēs (F_2, F_3), kas bieži vien ir heterozigotiski un vēlākās paaudzēs bieži vien nesaglabā transgresīvas īpašības. Varbūtība atrast transgresīvas homozigotiskas līnijas arī vēlākās paaudzēs ir atkarīga no krustojumu kombinācijas, tas ir, no vecākaugu šķirņu izvēles (Kuczinska, Surma, Adamski, 2008). Pozitīva un negatīva transgresija pēc graudu kvalitātes rādītājiem novērota krustojumu kombinācijās, kur savstarpēji krustotas plēkšņainās divkanšu miežu šķirnes, divkanšu un daudzkanšu miežu šķirnes, kā arī plēkšņainās un kailgraudu miežu šķirnes (Thomas et al., 1995; Surma et al., 1998; Surma, Adamsky, Kaczmarek, 2006).

Kā jau minēts 1.6. nodaļā, graudu kvalitātes rādītāju mainība ir atkarīga gan no genotipa, gan no dažādu agroklimatisko apstākļu ietekmes. Tāpat genotipa un vides kā faktoru mijiedarbība ir viens no neprognozējamiem mainības cēloņiem, ko jāņem vērā, novērtējot selekcijas materiālu (Schut, Dourleijn, 1999). Lai uzlabotu graudu kvalitāti izlases ceļā, selekcionāram ir jāņem vērā pazīmes iedzimstamība, koleratīvās sakarības starp pazīmēm un vides faktoru ietekme uz pazīmes mainību (Falconer, Mackay, 1996). Informācija par pazīmes iedzimstamību ir svarīga, lai prognozētu izlases efektivitāti, jo tā parāda, kādu daļu no pazīmes mainības dispersijas nosaka ģenētiskie faktori. Tā kā vairumam no graudu kvalitātes rādītājiem ir kvantitatīvi iedzimstošs mehānisms, to fenotipiskās vērtības ir atkarīgas gan no ģenētiskajiem faktoriem, gan ārējās vides apstākļiem (O'Brien, 1999). Līdz šim graudu kvalitātes rādītāju iedzimstamība plaši ir pētīta ar iesala kvalitāti saistītām graudu kvalitātes pazīmēm (Eagles et al., 1995; Fox, Kelly, Poulsen, 2006; Molina-Cano et al., 1997; Lu, O'Brien, Stuart, 1999; Therrien, 2006). Informāciju par graudu kvalitātes iedzimstamību var izmantot arī, lai novērtētu graudu kvalitātes novērtēšanas metožu efektivitāti izlases procesā, tas ir, izlases metodes spēju noteikt interesējošai līnijai dotās pazīmes patieso genotipisko vērtību (Rasmusson, Glass, 1966).

Agrīnajās hibrīdajās paaudzēs (F2 un F3) graudu kvalitāti iesaka novērtēt galvenokārt pēc fizikālajiem rādītājiem – pēc graudu krāsas, izmēriem un masas, pieņemot, ka rupjāki un smagāki graudi arī pēc ķīmiskā sastāva būs sabalansētāki (Edney, 1996; Fox et al., 2006). Izlasi pēc graudu ķīmiskajiem rādītājiem, izmantojot tradicionālās selekcijas metodes, parasti iespējams uzsākt ar F_4 paaudzi, kad selekcionāra rīcībā ir pietiekošs parauga apjoms graudu kvalitātes analīžu veikšanai. Tāpēc agrīnajās hibrīdajās paaudzēs liela nozīme ir tām, pēc iespējas vienkāršākām graudu kvalitātes novērtēšanas metodēm, ar kuru palīdzību ir iespējams noteikt īsā laikā

graudu kvalitāti neliela apjoma graudu paraugam, turklāt ar iespēju saglabāt graudus turpmākajam selekcijas darbam. C. Wrigley (1999) apkopojis plašu informāciju par ātrām lopbarības graudu kvalitātes novērtēšanas metodēm, kas izmantojamas selekcijā. Vienkāršākās no tādām varētu būt graudu vizuāla novērtēšana un graudu fizikālo rādītāju analīze. Izmantojot attēlu analizēšanas iekārtas (image analysis), graudiem iespējams novērtēt krāsu, frakciju īpatsvaru. Šīs iekārtas dod iespēju novērtēt arī necietes polisaharīdu proporciju, izvērtējot endospermas šūnapvalku biezumu. Arī Viena grauda analizēšanas sistēma (Singe kernel characterisation system/SKCS) dod iespēju īsā laikā nelielam graudu paraugam novērtēt ar lopbarības kvalitāti saistītus rādītājus - graudu izmērus un cietību, šo rādītāju izlīdzinātību (Edney, 1996; Gaines et al., 1996; Wriglay, 1999), ko iespējams veiksmīgi izmantot līniju izlasē jau agrīnās hibrīdajās paaudzēs (Osborne, Anderssen, 2003). Pēdējos gados selekcijas programmās graudu kvalitātes novērtēšanai plaši izmanto automātiskās graudu analizēšanas iekārtas - Infratec un NIRS. Tas dod iespēju novērtēt ne tikai atsevišķus graudu ķīmiskā sastāva rādītājus, kas nozīmīgi lopbarības graudu kvalitātes raksturošanai (sausna, ciete, kopproteīns, koptauki, kokšķiedra, koppelni, SSK, NSK, aminoskābes u.c.), bet arī tos rādītājus, kas raksturo lopbarības graudu barības vērtību dažādām mājdzīvnieku grupām (maiņas enerģijas saturs, sagremojamās enerģijas saturs, barības vielu sagremojamība). Pēdējos gados liels darbs šajā virzienā tiek veikts, lai, balstoties uz mājdzīvnieku nobarošanas eksperimentiem, veiktu NIRS iekārtu kalibrāciju šādu analīžu veikšanai, ko tālāk var izmantot praktiskajā selekcijas darbā (Wrigley, 1999).

Nākotnes iespējas miežu graudu kvalitātes uzlabošanai ir tradicionālo selekcijas metožu, kas balstās uz izlasi un tālāko pēcnācēju pārbaudi, papildināšana ar jaunām biotehnoloģijas metodēm, kas paaugstina izlases efektivitāti. Dubultoto haploīdu metodes pielietošana ļauj ātrāk iegūt selekcijas materiālu, kas ir homozigotisks arī pēc graudu kvalitāti noteicošo gēnu lokusiem. Tas dod iespēju daudz ātrāk uzsākt un ar lielāku ticamību novērtēt selekcijas materiāla graudu kvalitātes rādītājus. Ar haploīdijas metodi iegūtās homozigotiskās līnijas iespējams izmantot ģenētiskajos pētījumos, tai skaitā, graudu kvalitātes rādītāju iedzimstamības pētījumos (Fregeau-Reid et al., 2001; Choo, Ho, Martin, 2001), kartēšanas populāciju veidošanai, lai identificētu molekulāros marķierus, kas saistīti ar lopbarības graudu kvalitātes rādītāju noteicošajiem gēniem (Dailey, Peterson, Osborn, 1988; Han, Ulrich, Romagosa, 2003; Thomas, Powell, Waugh, 1995; Ullrich, Han, Froseth, 1996). G. Fokss (Fox) u.c. (2003) apkopojis plašu informāciju par molekulārās ģenētikas pētījumiem graudu kvalitātes izpētes jomā, kas galvenokārt saistīti ar alus miežiem. Graudu kvalitātes izpētei miežiem izmanto gan proteīna marķierus (Howard et al., 1996; Molina-Cano et al., 2000; Paplauskiene, Lestrumaite, 2002), gan DNS marķierus (Fox et al., 2003), gan ģēnu inženierijas metodes (Lange et al., 2006). Jaunākie pētījumi liecina, ka arī miežu lopbarības kvalitātes uzlabošanai paveras praktiskas iespējas izmantot ar marķieriem saistītas selekcijas metodes (MAS), piemēram, lai identificētu genotipus ar vaskveida endospermu (Spunarova, Pouch, Spunar, 2007), ar cietu endospermu, kas nodrošina lēnu sausnas sagremojamību (Fox et al., 2007; Turuspekov, Beecher, Darlington, 2008), zemu SSK saturu graudos (Han, Ulrich, Romagosa, 2003).

Lopbarības miežu graudu kvalitātes uzlabošana ir iespējama, izmantojot gan tradicionālās, gan modernās biotehnoloģijas metodes. Liela nozīme sekmīgam lopbarības miežu šķirņu selekcijas darbam ir selekcionāra rīcībā esošā ģenētiskā daudzveidība pēc lopbarības kvalitāti raksturojošām pazīmēm. Pieredze rāda, ka to efektīvi izmantojot, ir iespējams selekcionēt šķirni ar tādiem graudu kvalitātes

fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem, kas nodrošinātu mājdzīvnieku ar pēc iespējas lielāku enerģijas daudzumu, kā arī samazinātu barības izmaksas.

No ekonomiskā viedokļa, ražība un izturība pret slimībām arī turpmāk būs svarīgi lopbarības miežu šķirni raksturojošie rādītāji. Kvalitatīviem lopbarības miežiem tāpat nozīmīgi ir arī tādi rādītāji kā graudu tīrība, zems piemaisījumu procents, graudu krāsa, atbilstošs mitruma saturs, kas var ietekmēt graudu uzglabāšanu, sagremojamību un pārstrādi. Tomēr intensīvas ražošanas apstākļos lopbarības miežu izmantotāji, formulējot barības devas un kalkulējot barības izmaksas, būs aizvien vairāk ieinteresēti ņemt vērā arī miežu graudu barības vērtību ietekmējošos rādītājus un to augstvērtīgumu atkarībā no to izmantošanas dažādām mājdzīvnieku sugām.

2. MATERIĀLS UN METODIKA

2.1. Pētījumu objekts

Pētījumā vērtēti genotipi no darba kolekcijas un selekcijas izejmateriāls no vasaras miežu selekcijas programmas.

Miežu genotipu forma un izcelsme. Lai izpētītu miežu genotipu graudu kvalitāti, izvēlētas dažādās pasaules valstīs selekcionētas 52 vasaras miežu šķirnes un līnijas no vasaras miežu kolekcijas, tai skaitā 27 divkanšu plēkšņainie genotipi, 10 daudzkanšu plēkšņainie genotipi un 15 divkanšu kailgraudu genotipi (2.1. tab.).

2.1. tabula

Pētījumā iekļautie vasaras miežu genotipi

Miežu forma	Genotipu skaits	Izcelsme: (Nr), genotips
Divkanšu, plēkšņains	27	**Latvija**: (1)Abava, (2)Ansis, (3)Balga, (4)Gate, (5)Idumeja, (6)Klinta, (7)Kristaps, (8)Linga, (9)Malva, (10)Rasa, (11)Ruja, (12)Sencis; **Austrālija**: (13)Grimmet; **Austrija**: (14)Austrian Early, (15)Landsorte Aus Tirol; **Čīle**: (16)379; **Dānija**: (17)Lysimax; **Vācija**: (18)Annabell, (19)Danuta, (20)Hanka, (21)Justina, (22)Polygena; **Lielbritānija**: (23)Century, (24)Cork; **Ungārija**: (25)Hatvani 45/25; **Portugāle**: (26)Lechtaler; **Zviedrija**: (27)Primus II
Daudzkanšu, plēkšņains	10	**Latvija**: (28)Druvis; **Bolīvija**: (29)Valluno; **Dānija**: (30)Colsess IV, (31)July; **Maķedonijas Republika**: (32)IV/192; **Meksika**: (33)Puebla, (34)Zoapila; **Nepāla**: (35)B90A, (36)RNB-367; **Ziemeļkoreja**: (37)Chosen
Divkanšu, kailgraudu	15	**Latvija**: (38)L 302; **Kanāda**: (39)CD Candle, (40)Gainer, (41)McGwire; **Čehija**: (42)KM 2084; **Gvatemala**: (43)2474, (44)Clho 7799; **Itālija**: (45) Orzo Nudo di Altamura; **Japāna**: (46)'Sumire Mochi', (47)Wanubet; **Lietuva**: (48)X-4; **Krievija**: (49)C.P.I. 22817; **Zviedrija**: (50)SW 1291; **Turkistāna**: (51)10250; **ASV**: (52)Merlin

Miežu genotipi izvēlēti balstoties uz iepriekšējo gadu pētījumu rezultātiem par kopproteīna saturu graudos, pētījumā iekļaujot genotipus ar atšķirīgu šī rādītāja vērtību - no 100 līdz 200 g kg^{-1}. Kailgraudu šķirnes 'Merlin', 'Candle', 'Sumire Mochi' un 'Wanubet' ir miežu genotipi ar vaskveida endospermu.

Plēkšņaino un kailgraudu miežu līniju izveide. Miežu selekcijas darba pamatā ir hibridizācija, miežu hibrīdo populāciju pavairošana ar pārsējas metodi, tai sekojoša individuālā augu izlase un līniju pārbaude. Analizētas 34 plēkšņainās un 40 kailgraudu līnijas no 6 krustojumu kombinācijām, kas iegūtas 2004. gadā starpšķirņu hibridizācijas rezultātā starp plēkšņainajiem un kailgraudu vecākaugiem, kur kā mātes augs izvēlēta kailgraudu miežu forma, bet kā tēva augs plēkšņainā miežu forma (2.2. tab.).

2.2. tabula

Pētījumā iekļautās krustojumu kombinācijas un līnijas

Kombi-nācijas Nr.	Vecākaugi		Iegūtas līnijas	
			plēkšņainas	kailgraudu
	♀/ plēkšņains	♂/ kailgraudu	līnijas Nr.	līnijas Nr.
04-09	Justina	L 302	558, 559, 565, 567, 568	555, 556, 564, 562, 564, 569, 570, 571
04-10	Simba	Wanubet	578, 579, 581, 582	574, 575, 584, 587, 590
04-21	Austris/Danuta	Freedom	655, 656, 657, 665, 668, 669, 671, 672, 673, 674	646, 647, 648, 649, 650, 652, 658, 661, 662, 664
04-22	Austris/Danuta	KM 2045	686, 689, 690, 691, 692, 701	679, 682, 694, 695, 696, 698, 699
04-27	Linga/Kristaps	SW 1291	713, 723, 728, 729	715, 719, 720, 725
04-41	Gāte	Freedom	825, 830, 834, 835, 836	821, 822, 824, 828, 829, 833
		Līniju skaits:	34	40

Krustojumos kā vecākaugi izmantotas divkanšu plēkšņainās šķirnes ‘Gāte’, ‘Linga’, ‘Austris’, ‘Kristaps’ (visas selekcionētas Latvijā), ‘Justina’ (Vācija), ‘Simba’, ‘Danuta’ (Dānija), divkanšu kailgraudu šķirnes un līnijas - ‘L 302’ (Latvija), ‘KM 2045’, (Čehija), ‘SW 1291’ (Zviedrija), ‘Freedom’ (Kanāda), ‘Wanubet’ (ASV). Plēkšņainie vecāki raksturojas ar augstu ražību, augstu slimību un veldres izturību. Kailgraudu vecāki raksturojas ar paaugstinātu kopproteīna, cietes un β-glikānu saturu graudos.

Miežu līniju ieguves metodoloģija krustojumu kombinācijās starp plēkšņainajiem un kailgraudu vecākaugiem bija sekojoša. No 2006. gada pavasarī iesētajām F_2 paaudzes hibrīdajām populācijām rudenī veikta augu individuālā izlase. Balstoties uz novērtēto augu morfoloģisko pazīmju vidējiem rādītājiem un standartnovirzi, turpmākajam darbam atlasīti tikai produktīvākie F_3 paaudzes plēkšņainie un kailgraudu elites augi, kur sējai atstāti 50 graudi no katra auga.

2007. gada pavasarī 50 graudi no F_3 paaudzes elites augiem un atbilstošās kombinācijas vecākaugu šķirnes izsētas 1 m garā rindiņā. Rudenī iegūtas F_4 paaudzes plēkšņainās un kailgraudu miežu līnijas.

2008. gada pavasarī F_4 paaudzes plēkšņainās un kailgraudu līnijas iesētas 1 m^2 lielos lauciņos. Izsējas norma 400 dīgtspējīgas sēklas uz 1 m^2 plēkšņainajiem genotipiem, 450 dīgtspējīgas sēklas uz 1 m^2 – kailgraudu miežu genotipiem. Rudenī novāktas F_5 paaudzes kailgraudu un plēkšņainās miežu līnijas.

2.2. Izmēģinājumu vietas un apstākļu raksturojums

Lauka izmēģinājumi iekārtoti Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūtā. Pētījumi graudu kvalitātes novērtēšanai dažādu vasaras miežu genotipiem no kolekcijas materiāla veikti no 2004. līdz 2006. gadam, graudu kvalitātes izpēte F4 un F5 paaudzēs miežu līnijām - no 2007. līdz 2008. gadam.

2.2.1. Augsnes raksturojums un pielietotā agrotehnika

Pētījumu **kolekcijas materiāla** graudu kvalitātes novērtēšanai iekārtoja graudaugu selekcijas augu sekas laukos. Lauku reljefs līdzens, platība nosusināta, drenēta, akmeņu maz. Augsne izmēģinājumu laukos velēnu podzolaugsne Albeluvisol (Eutric), kas raksturojās ar 2.3. tabulā apkopotajiem agroķīmiskajiem rādītājiem. Augsne atbilst vāji skābai līdz tuvu neitrālai, ar augstu kustīgā fosfora un vidēju kustīgā kālija nodrošinājumu.

2.3. tabula

Augsnes agroķīmisko rādītāji graudaugu selekcijas augu sekas laukos, 2004.-2006. g.

Rādītājs	2004. gads	2005. gads	2006. gads
Augsnes tips	Velēnu podzolaugsne	Velēnu podzolaugsne	Velēnu podzolaugsne
Granulometriskais sastāvs	mālsmilts (mS)	mālsmilts (mS)	mālsmilts (mS)
pHKCl	6.3-6.7	6.1-6.8	6.2-6.4
Organiskās vielas saturs, g kg^{-1}	14	12	13
P_2O_5, mg kg^{-1}	202-205	216-223	224-278
K_2O, mg kg^{-1}	144-147	124-139	110-134

Lauciņu lielums 2 m^2, 2 atkārtojumos. Lauciņi sakārtoti pēc parastās atkārtojumu metodes. Izsējas norma plēkšņainajiem miežiem 400 dīgtspējīgas sēklas uz 1 m^2, kailgraudu miežiem - 450 dīgtspējīgas sēklas uz 1 m^2.

Pētījuma gados (2004.-2006. g.) pielietotā agrotehnika selekcijas augu sekas laukos apkopota 2.4. tabulā.

Visi agrotehniskie pasākumi veikti optimālos termiņos atbilstoši meteoroloģiskajiem apstākļiem veģetācijas periodā un augu attīstības fāzēm. Sēja veikta ar mazgabarīta sējmašīnu ‘Hege 80’, novākta - ar kombainu ‘Hege 140’. Pavasarī pēc lauka nošļūkšanas pirms kultivācijas pamatmēslojumā iestrādāts kompleksais minerālmēslojums Kemira N17P10K14+12S. Herbicīdi lietoti miežu cerošanas fāzē (20.-23.05).

2.4. tabula

Pielietotā agrotehnika graudaugu selekcijas augu sekas laukos, 2004.-2006. g.

Agroteh-niskais elements	2004. gads		2005. gads		2006. gads	
Priekšaugs	kartupeļi		kartupeļi		kartupeļi	
Augsnes apstrāde	šļūkšana	05.04	šļūkšana	07.04	šļūkšana	12.04
	kultivēšana	19.04	kultivēšana	21.04	kultivēšana	29.04
Mēslojums	N17P10K14+12S, norma 350 kg ha^{-1} (tīrv. kg ha^{-1}: N-60, P_2O_5–35, K_2O – 50, S – 42)	18.04	N17P10K14+12S, norma 350 kg ha^{-1} (tīrv. kg ha^{-1}: N60, P_2O_5–35, K_2O – 50, S – 42)	19.04	N17P10K14+12S, norma 350 kg ha^{-1} (tīrv. kg ha^{-1}: N60, P_2O_5–35, K_2O – 50, S – 42)	28.04
Sēja	sējmašīna Hege 80	20.04	sējmašīna Hege 80	21.04	sējmašīna Hege 80	01.05
Nezāļu ierobežo-šana	Granstars 75 d.g. (metil-tribenurons, 750 g kg^{-1}) - 8 g ha^{-1}; Primuss s.k. (florasulams, 50 g l^{-1}) – 0.08 L ha^{-1}	20.05	Granstars 75 d.g. (metil-tribenurons, 750 g kg^{-1}) - 8 g ha^{-1}; Banvels 4S š.k. (dikamba, 480 g L^{-1}) - 230 g ha^{-1}	23.05	Granstars 75 d.g. (metil-tribenurons, 750 g kg^{-1}) - 8 g ha^{-1}; Banvels 4S š.k. (dikamba, 480 g L^{-1}) - 230 g ha^{-1}	20.05
Novākšana	kombains ‘Hege 140’	20.08	Kombains ‘Hege 140’	19.08	kombains ‘Hege 140’	10.08

Lai izvērtētu miežu graudu kvalitāti **selekcijas materiāla** F_4 un F_5 paaudzēs plēkšņainajām un kailgraudu miežu līnijām, sējumi izvietoti graudaugu selekcijas augu sekas laukos. Lauku reljefs līdzens, platība nosusināta, drenēta, akmeņu maz. Augsne izmēģinājumu laukos velēnu podzolaugsne Albeluvisol (Eutric), kas raksturojās ar 2.5. tabulā apkopotajiem agroķīmiskajiem rādītājiem. Augsne atbilst vāji skābai, ar augstu kustīgā fosfora un vidēju kustīgā kālija nodrošinājumu.

2.5. tabula

Augsnes agroķīmisko rādītāji graudaugu selekcijas augu sekas laukos, 2007.-2008.g.

Rādītājs	2007. gads	2008. gads
Augsnes tips	velēnu podzolaugsne	velēnu podzolaugsne
Augsnes granulometriskais sastāvs	smilšmāls	smilšmāls
pHKCl	5.9	6.3
Organiskās vielas saturs, g kg^{-1}	26	26
P_2O_5, mg kg^{-1}	182	334
K_2O, mg kg^{-1}	168	250

Pētījuma gados (2007.-2008. g.) pielietotā agrotehnika augu sekas laukos apkopota 2.6. tabulā.

2.6. tabula

Pielietotā agrotehnika graudaugu selekcijas augu sekas laukos, 2007.-2008. g.

Agrotehniskais elements	2007. gads		2008. gads	
Priekšaugs	kartupeļi		kartupeļi	
Augsnes apstrāde	šļūkšana	02.04	šļūkšana	05.04
	kultivēšana	20.04	kultivēšana	24.04
Mēslojums	N17P10K14+12S, norma 470 kg ha^{-1} (tīrv. kg ha^{-1}: N-80, P_2O_5–47, K_2O – 66, S – 56)	19.04	N17P10K14+12S, norma 470 kg ha^{-1} (tīrv. kg ha^{-1}: N-80, P_2O_5–47, K_2O – 66, S –56)	23.04
Sēja	sējmašīna 'Hege 80'	22.04	sējmašīna 'Hege 80'	26.04
Nezāļu ierobežošana	Granstars Prēmija 50 š.g. (metil-tribenurons, 500 g kg^{-1}) 8 g ha^{-1}	22.05	Mustangs s.e. (florasulams, 6.25 g l^{-1}; 2.4-D etil-heksil estera formā, 300 g l^{-1}) – 0.5 l ha^{-1}	21.05
Novākšana	ar sirpi, pēc tam izkuļot ar kombainu 'Hege 140'	15.08	kombains 'Hege 140'	20.08

Priekšaugs abos izmēģinājuma gados bija kartupeļi Pavasarī pēc lauka nošļūkšanas pirms kultivācijas pamatmēslojumā iestrādāts kompleksais minerālmēslojums Kemira N17P10K14+12S. Sēja veikta ar mazgabarīta sējmašīnu 'Hege 80'. Izsējas norma 2007. gadā – 50 graudi 1 m garā rindiņā, 2008. gadā - plēkšņainajiem genotipiem 400 dīgtspējīgas sēklas uz 1 m^2, kailgraudu genotipiem - 450 dīgtspējīgas sēklas uz 1 m^2. Herbicīdi lietoti miežu cerošanas fāzē (21.-22.05). Raža 2007. gadā F_4 paaudzes selekcijas līnijām novākta ar sirpi, bet 2008. gadā F_5 paaudzes miežu līnijām - ar graudu kombainu Hege 140 (2.6. tab.).

2.2.2. Meteoroloģisko apstākļu raksturojums

Meteoroloģisko apstākļu raksturojumam izmantoti Valsts Stendes Graudaugus selekcijas institūta teritorijā atrodošās Stendes hidrometeoroloģiskās stacijas dati (skat. 2.1. un 2.2. att., 1. pielik.). Kā norma tika definēti ilggadīgie vidējie temperatūras un nokrišņu mērījumi.

Aprīļa mēneša vidējā gaisa temperatūra visos pētījuma gados bija augstāka par normu. Salīdzinoši augstākā tā novērota 2008. gadā (6.5 °C), 2004. gadā (5.9 ºC) un 2005. gadā (5.6 °C), kas par 1.2 līdz 2.2 °C pārsniedza ilggadējos vidējos novērojumus. Arī nokrišņu daudzums 2004. un 2005. gadā bija neliels – 9.6 līdz 7.8 mm, līdz ar to šajos pētījuma gados miežu sēju varēja veikt jau aprīļa trešās dekādes sākumā.

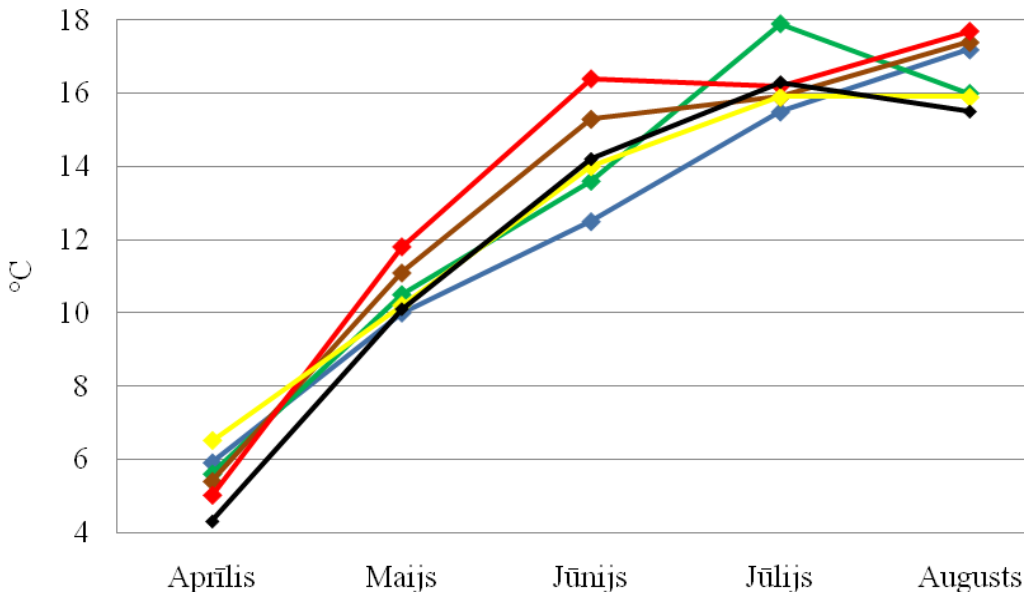
Maija mēnesī, kad norit miežu augu cerošana, salīdzinoši zemāka vidējā gaisa temperatūra novērota 2004. gadā, 2008. gadā tā atbilda ilggadējiem vidējiem novērojumiem. Pārējos pētījuma gados vidējā gaisa temperatūra bija par 0.3 līdz 1.6 °C augstāka par normu. Nokrišņiem bagāts maija mēnesis bija 2005. gadā (179% no mēneša normas) un 2007. gadā (148% no mēneša normas). Apstākļi šajos pētījuma gados bija labvēlīgi miežu cerošanai. Neliels nokrišņu daudzums maijā (45 mm jeb 36% no normas) novērots 2008. gadā. Šādi apstākļi nelabvēlīgi ietekmēja vienmērīgu miežu sējumu sadīgšanu.

Jūnija mēnesī vidējā gaisa temperatūra 2006. un 2007. gadā bija par 1.1 līdz 2.2 °C augstāka par normu, bet 2004. un 2005. gadā tā bija zemāka par ilggadējiem vidējiem novērojumiem. Salīdzinoši neliels nokrišņu daudzumu šajā mēnesī bija 2005. un 2007. gadā (attiecīgi 78 un 74% no mēneša normas), kas saīsināja augu stiebrošanas fāzes garumu. Nokrišņiem bagāts jūnija mēnesis bija 2004. un 2008. gadā (attiecīgi 199 un 126% no mēneša normas), kas nodrošināja labvēlīgus apstākļus miežu cerošanai un stiebrošanai.

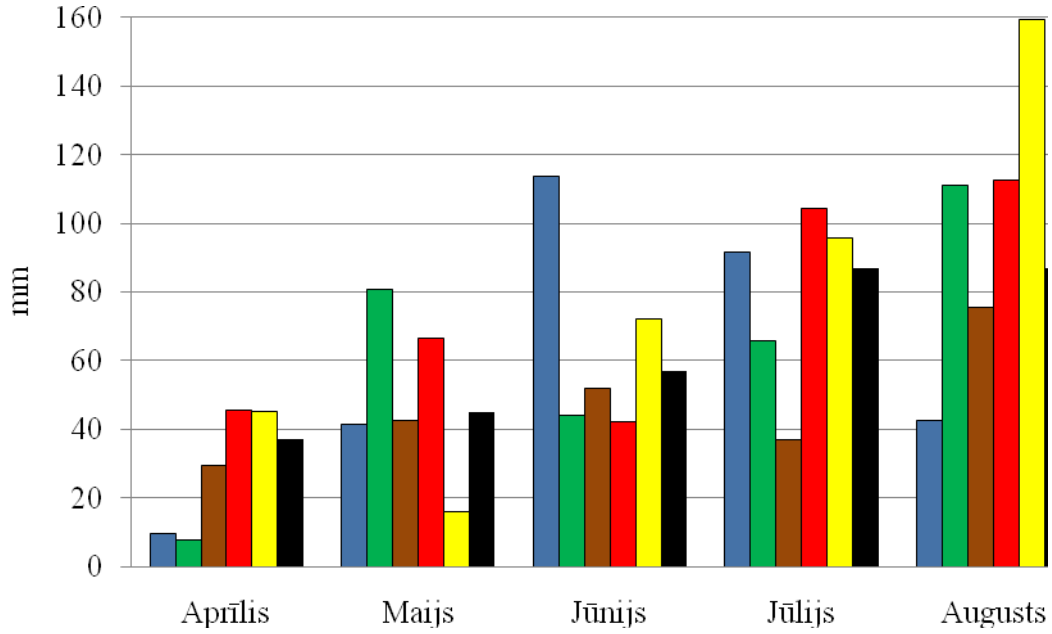
Jūlija mēnesis 2004., 2006. un 2008. gadā bija salīdzinoši vēss - ar vidējo diennakts gaisa temperatūru no 15.5 līdz 15.9 °C (vidēji 0.4 līdz 0.8 °C zem normas). Ļoti silti laika apstākļi jūlija mēnesī novēroti 2005. gadā, kad vidējā diennakts gaisa temperatūra par 1.6 °C pārsniedza normu (16.3 °C). Jūlija mēnesī paaugstināts nokrišņu daudzums novērots 2004., 2007. un 2008. gadā, kad nolija attiecīgi 105, 120 un 110% no mēneša normas. Ļoti sausus laika apstākļus jūlija mēnesī novēroja 2006. gadā, kad nokrišņu summa sastādīja tikai 36.9 mm jeb 42% no mēneša normas. Pazemināts nokrišņu daudzums šajā mēnesī novērots arī 2005. gadā – 65.8 mm jeb 75.6% no mēneša normas.

Augusta mēnesī vidējā gaisa temperatūra visos pētījuma gados bija augstāka par normu. Salīdzinoši neliels nokrišņu daudzums novērots 2004. un 2006. gadā (attiecīgi 49 un 87% no mēneša normas). Nokrišņiem bagāts augusta mēnesis bija 2005. 2007. un 2008. gadā (128 līdz 183% no mēneša normas). Mitrie laika apstākļi šajos gados sekmēja miežu veldrēšanos un kavēja miežu ražas novākšanu.

Kopumā 2004. gada laika apstākļi bija labvēlīgi miežu augšanai un attīstībai. Veģetācijas periods pārsvarā bija vēss un mitrs. 2005. gada laika apstākļi bija labvēlīgi augstu graudaugu ražu ieguvei, bet nelabvēlīgi ražas novākšanas periodā, kas ietekmēja graudu kvalitāti. 2006. gada veģetācijas periodā laika apstākļi bija nelabvēlīgi vasaras miežu augšanai un attīstībai. Dīgstu veidošanās fāzē augiem trūka mitruma. Optimāli apstākļi bija cerošanas periodā. Izteiktu mitruma deficītu novēroja graudu veidošanās periodā.



2.1. att. **Vidējā diennakts gaisa temperatūra pa mēnešiem, °C, 2004.-2008. g.**
2004; 2005; 2006; 2007; 2008; Ilggadīgie vidējie novērojumi.



2.2. att. **Nokrišņu sadalījums pa mēnešiem, mm, 2004.-2008. g.**
2004; 2005; 2006; 2007; 2008; ilggadīgie vidējie novērojumi.

2007. gada veģetācijas periodā laika apstākļi bija ierobežojoši vasaras miežu augšanai un attīstībai, jo cerošanas fāzē augiem trūka mitruma, kas ļoti saīsināja šīs fāzes garumu. Mitruma pārbagātība tika novērota graudu veidošanās periodā. 2008. gada veģetācijas periodā laika apstākļi bija samērā nelabvēlīgi vasaras miežu augšanai un attīstībai, jo pavasarī sējumi nevienmērīgi sadīga un nevienmērīgi attīstījās. Stiprās lietusgāzes jūlija vidū un paaugstinātais nokrišņu daudzums augusta mēnesī radīja stipru veldri labi sacerojušajos miežu sējumos.

2.3. Materiāla novērtēšanas metodika

Lauka apstākļos pētījumā iekļautajiem genotipiem veica augu fenoloģiskos novērojumus, bet laboratorijas apstākļos analizēja graudu kvalitātes fizikālos rādītājus un ķīmisko sastāvu. Kolekcijas materiālam graudu kvalitātes fizikālie rādītāji noteikti 2 atkārtojumos, bet graudu ķīmiskais sastāvs noteikts divu atkārtojumu vidējam paraugam pēc tīrīšanas uz 2.1 x 20 mm sieta.

2.3.1. Augu fenoloģiskie novērojumi

Veģetācijas periodā atzīmēts katra genotipa plaukšanas fāzes (55.-59. etaps) iestāšanās datums (80% augu ziedkopa pilnīgi izaugusi ārpus lapas maksts) un nogatavošanās fāzes (91.-93. etaps) (graudi cieti, viegli atdalās no vārpas). Aprēķināts perioda ilgums no plaukšanas līdz nogatavošanās fāzei. Balstoties uz novērojumu datiem, katram pētījuma gadam aprēķināts vidējais plaukšanas fāzes iestāšanās datums, vidējais nogatavošanās fāzes iestāšanās datums, vidējais perioda ilgums no plaukšanas līdz nogatavošanās fāzei. (skat. 2., 3. pielik.). Lai noskaidrotu graudu kvalitātes mainības cēloņus starp dažādiem pētījuma gadiem, izmantoja fenoloģiskos un meteoroloģiskos datus (2.,3. pielik.). Graudu veidošanās periods pētījumā pieņemts kā periods no plaukšanas līdz nogatavošanās fāzei, kas meteoroloģisko datu salīdzināšanai,

sadalīts divās daļās – graudu veidošanās perioda pirmā puse un graudu veidošanās perioda otrā puse (20 līdz 25 dienām atkarībā no šī perioda garuma) (3.12. tab.). Par graudu veidošanās sākumu pieņemts pētījumā iekļauto genotipu vidējais plaukšanas datums, bet šī perioda beigas – vidējais nogatavošanās datums (2. pielik.).

2.3.2. Graudu kvalitātes fizikālie rādītāji

- **1000 graudu masa** (g) pēc ISTA (Starptautiskā sēklu kontroles asociācija) metodikas. No graudu vidējā parauga noskaita un nosver 10 paraugus pa 100 graudiem, aprēķina vidējo 100 graudu masu (g). 1000 graudu masu aprēķina, vidējo 100 graudu masu reizinot ar 10.
- **tilpummasa** (g L^{-1}) noteikta ar 1 litra tilpuma mērtrauku, rezultātu aprēķinot ar precizitāti līdz 1.0 g L^{-1} (LVS ISO 7971-2:2003);

- **plēkšņu īpatsvars** (%) (Василенко, Комаров, 1989);

Darba gaita:

- sagatavo divus paraugus - pa 50 graudiem katrā paraugā;
- paraugus nosver, aplej ar 10 ml 3% NaOH un notur istabas temperatūrā 1 stundu un 15 min;
- paraugus mazgā tekošā aukstā ūdenī. Plēksnes noņem ar pinceti. Plēksnes žāvē 1 stundu 130 ºC temperatūrā;
- paralēli nosaka graudu mitrumu;
- izžāvētās plēksnes nosver un izrēķina starpību starp parauga sākotnējo un beigu svaru, ņemot vērā, ka NaOH ietekmē plēksnes zaudē 1/12 daļu no svara.

- **viena grauda diametru** (mm);
- **viena grauda masa** (mg);
- **graudu cietību**;

Viena grauda diametru, viena grauda svaru un graudu cietību pētījuma autore analizēja Dānijas Karaliskajā Lauksaimniecības un Veterinārijas Universitātes Graudu tehnoloģijas laboratorijā ar Viena Grauda Analizēšanas Sistēmu 4100 (Single Kernel Characterisation System, SKCS) (Pertena instruments, ASV) (Osborne, Anderssen, 2003). Analizētajām pazīmēm iekārta monitorā sniedz vidējo rezultātu no 300 individuālu graudu mērījumiem, aprēķinot vidējo vērtību un standartnovirzi. Tā kā graudu cietības indekss nav izstrādāts miežiem, tad graudu cietību miežiem apzīmēja kā relatīvo cietības indeksu (RCI). Graudu cietība variē no mīkstiem līdz cietiem graudiem, kas atbilst zemai un augstai relatīvā cietības indeksa vērtībai. Paraugi ar RCI<30 raksturojas ar mīkstu grauda endospermu, 30>RCI<60 vidēji mīkstu endospermu, RCI>60 cietu endospermu (Nielsen, 2003).

2.3.3. Graudu kvalitātes ķīmiskie rādītāji

1. Valsts Stendes Graudaugu selekcijas institūta graudu kvalitātes un agroķīmijas laboratorijā genotipiem no kolekcijas materiāla (2004.-2006. g.) analizēts:

- **kopproteīna saturs** (g kg^{-1}), kopslāpekli nosakot ar Kjeldāla metodi (LVS 277). Rezultātu pareizinot ar vispārpieņemto faktoru 6.25, iegūts kopproteīna saturu analizējamā paraugā;
- **cietes saturs** (g kg^{-1}) ar Eversa polarimetrisko metodi (ISO 10520);
- **koptauku saturs** (g kg^{-1}) ar ekstrakcijas metodi (ISO 6492);

- **koppelnu saturs** (g kg^{-1}), paraugus sadedzinot mufeļkrāsnī pie 550 °C (LVS 276:2000);
- **kopējās kokšķiedras saturs** (g kg^{-1}) paraugu apstrādājot ar sērskābi un nātrija sārmu, un nosverot nešķīstošo atlikumu (ISO 5498);
- **fosfora saturs** (g kg^{-1}) ar spektrometrijas metodi (ISO 6492).

2006. gadā ievāktiem miežu šķirņu 'Ansis' un 'Linga' paraugiem ar laboratorijas iekārtu Sortimat (Bauman Saatzuchtbedart) atdalīja sīko graudu frakciju (zem 2.2 x 20 mm sieta) un rupjo graudu frakciju (virs 2.8 x 20 mm sieta). Abu frakciju paraugiem noteica 1000 graudu masu un graudu ķīmiskos rādītājus - kopproteīna, cietes, koptauku, koppelnu, kokšķiedras saturu graudos.

Vecākaugu šķirnēm, F_4 paaudzes plēkšņainajām un kailgraudu miežu līnijām (2007. g.), F_5 paaudzes kailgraudu un plēkšņainajām miežu līnijām (2008. g.) ar graudu automātisko analizatoru Infratec Analysis 1241 (pielietojot 0.1 kg kiveti) noteikts:

- **kopproteīna saturs** (g kg^{-1});
- **cietes saturs** (g kg^{-1});
- **β-glikānu saturs** (g kg^{-1}).

2. LLU Agronomisko analīžu zinātniskajā laboratorijā analizēts:

- **NSK - neitrāli skalotā kokšķiedra** (g kg^{-1}) (*angl.* NDF - Neutral Detergent Fibre) (LVS EN ISO 16472; 2006);
- **SSK - skābi skalotā kokšķiedra** (g kg^{-1}) (*angl.* ADF - Acid Detergent Fibre) izmantojot Van Soesta barības līdzekļu analīžu metodi (Forage analysis, ASV, met. 4.1: 1993);
- **lizīna saturs** (g kg^{-1}) atbilstoši LVS EN ISO 13903:2005 metodikai. Aprēķināts lizīna relatīvais saturs proteīnā (g 100g proteīna).

3. Aarhus Universitātes Flakjebjergas Zinātnes Centra (Dānija) Biotehnoloģijas un ģenētikas laboratorijā analizēts:

- **aminoskābju saturs** (g kg^{-1}) ar augstas izšķirtspējas šķidruma hromotogrāfu (Ultra Performance Liquid Chromatography/UPLC), tai skaitā alanīns, arginīns, aspargīnskābe, cisteīns, fenilalanīns, glicīns, glutamīnskābe, histidīns, izoleicīns, leicīns, lizīns, metionīns, prolīns, serīns, tirozīns, treonīns, triptofāns, valīns. Aminoskābju saturs noteikts vecākaugu šķirnēm ('Justina', 'L 302'), kailgraudu un plēkšņainajām līnijām (5 plēkšņainas, 8 kailgraudu) no krustojumu kombinācijas 04-09 (Justina/L 302). Aprēķināts aminoskābju relatīvais saturs proteīnā (g 100 g proteīna).

4. Pētījuma autores adaptētās metodes:

- **β-glikānu saturs** (g kg^{-1}) (darbs veikts Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Agronomisko analīžu zinātniskajā laboratorijā), adaptējot B. McCleary un H. Glennie-Holmes (1985) metodiku (EBC metode 3.11.1) Izmantoti ķīmiskie reaģenti no Megazyme (Megazyme International Ireland Ltd.). Metode balstās uz paraugā esošo β-glikānu depolimerizāciju ar lihenazes enzīmu līdz oligosaharīdiem un hidrolīzi līdz glikozei ar β-glikosidāzes enzīmu.

Darba gaita:

- samaļ miežu graudus ar Tecator Cyclotec maltuvi, lietojot 0.5 mm sietu;
- miltu paraugam nosaka mitrumu;
- iesver miltu paraugu (0.5 g) stikla mēģenē;
- pievieno 1 ml 50% metanola šķīdumu, mēģeni enerģiski sakrata ar mikseri;

- pievieno 5.0 ml nātrija fosfāta buferi (pH 6.6);
- notur mēģenes vārošā ūdenī 45 s. Mēģeni enerģiski sakrata ar mikseri. Šo procedūru veic 2 x;
- atdzesē mēģeni līdz 40 °C un pievieno 0.2 ml lihenāzes enzīmu. Mēģenes sakrata, aiztaisa un notur 1 h 40 °C ūdens peldē;
- papildina tilpumu mēģenē līdz 30 ml ar destilētu ūdeni. Enerģiski sakrata ar mikseri;
- mēģenes saturu centrifugē (5 min 10000 rpm);
- sadala atdalīto šķīdumu (0.1 ml) uz trīs mēģenēm;
- vienai parauga mēģenei pievieno 0.1 ml nātrija acetāta buferi (pH 4.0), bet pārējām divām parauga mēģenēm pievieno 0.1 ml β-glikozidāzes enzīmu;
- paraugus notur 15 min 40 °C ūdens peldē;
- visām trīs parauga mēģenēm pievieno 3.0 ml glikozes oksidāzes/peroksidāzes reaģentu (GOPOD);
- paraugus notur 20 min 40 °C ūdens peldē;
- paraugiem ar UV spektrofotometru nosaka paraugu absorbciju pie viļņu garuma 510 nm;
- β-glikānu saturu sausnā (g kg^{-1}) aprēķina izmantojot formulu (1):

$$\boldsymbol{\beta - glikāni = \frac{\Delta E \times F}{W \times 270}} \quad (1)$$

kur,

ΔE UV spektrofotometra absorbcijas starpības mērījums pie viļņu garuma 510 nm pirms un pēc apstrādes ar β-glikozidāzes enzīmu;

W parauga svars mg pārrēķinot sausnā;

F absorbcijas indekss vērtības konvertēšanai uz μg glikozes (88.85).

- **Rezerves proteīna D, C un B hordeīnu profilu daudzveidības noteikšana** (darbs veikts Valsts Stendes Graudaugu selekcijas institūta laboratorijā). Hordeīnu profilu daudzveidība analizēta vasaras miežu genotipiem (divkanšu, daudzkanšu, plēkšņainajiem, kailgraudu), adaptējot nātrija dodecilsulfāta (SDS)-poliakrilamīda gēla elektroforēzes (SDS-PAGE) metodi (Doll, Andersen, 1981). Proteīna ekstrakcijai izmantota modificēta metode (E. Vincze, Flakebjergas Zinātnes Centrs, Dānija, 2006; N. Rostoks, LU Bioloģijas fakultāte, 2008 – personīgā komunikācija). Hordeīna elektroforēze veikta vārpu paraugiem, kas ievākti 2006. gadā. Parauga analīze katram genotipam veikta divos atkārtojumos (60. pielik.). Paraugs analīzei iegūts graudus no vienas vārpas samaļot piestā un izsijājot caur 0.5 mm sietu.

Darba gaita:

- miežu miltiem (0.2 g) pievieno 600 ml ekstrakcijas buferi (55% propan-2-ols, 2% β-merkaptoetanols, 1% etiķskābe);
- paraugu notur 1h 60°C, 3 reizes enerģiski sakratot ar mikseri;
- paraugu centrifugē - 10 min 14000 rpm;
- atdalītajam šķīdumam (10 μl) pievieno 90 μl parauga buferi (50 mM Tris x Cl (pH 6.8); 100 mM dithiothreitols; 2% SDS; 0.1% bromfenol zilais; 10% glicerīns);
- hordeīni sadalīti ar vertikālo nātrija dodecilsulfāta polyakrilamīda gela elektroforēzes (SDS-PAGE) iekārtu omniPAGEmini (Cleaver Scientific);
- elektroforēzes veikšanai pagatavo poliakrilamīda gēlu. Koncetrējošais gēls satur 5% akrilamīda, bet sadalošais gēls - 10% akrilamīda;

- paraugus (10 µl) uznes uz gēla;
- elektroforēzi veic 2h 100 mA pie konstantas strāvas;
- gēlu fiksē 50% etilspirta un 12% etiķskābes šķīdumā 40 min;
- gēlu iekrāso ar Kumassia briljantzilo G-250 krāsu 20 min;
- gēlu atmazgā ar 17% etilspirta un 2% glicerīna šķīdumu 2 reizes pa 30 min;
- gēlu fotografē ar digitālo analizēšanas sistēmu DigiGenius (Syngene);
- B, C and D hordeīnu profilu daudzveidību analizē ar datorprogrammu GeneTools 4.0. Hordeīna elektroforēzes datu rezultātu analīzes gaita aprakstīta 2.4. apakšnodaļā.

2.4. Datu statistiskā analīze

Iegūtie rezultāti statistiski apstrādāti, pielietojot aprakstošās un variācijas statistikas, dispersijas analīzes, korelācijas analīzes metodes ar Microsoft Excel for Windows 2000 programmas paketi (Arhipova, Bāliņa, 2006).

Veikta **pazīmju aprakstošā statistika**, nosakot pazīmju vidējās vērtības, izkliedes rādītāju – standartnovirzi (s), minimālo (*min*) un maksimālo vērtību (*max*). Variācijas koeficientu (V%) izmantoja kā relatīvo indikatoru pazīmes fenotipiskās mainības raksturošanai starp dažādiem genotipiem (3.1., 3.5. nodaļa), ko aprēķināja no genotipu raksturojošo pazīmju vidējo vērtību datiem, un pazīmes fenotipiskās mainības raksturošanai pa gadiem (3.4. nodaļa), ko katram genotipam aprēķināja no pazīmes trīs gadu datiem. Pazīmes mainība vērtēta kā zema, ja V%<10, vidēja, ja V% ir 10.1-20.0, augsta, ja V%>20 (Kronberga, 2000; Rubenis, 1987).

Divfaktoru dispersijas analīze bez atkārtojumiem pielietota, lai novērtētu genotipa (faktors A) un gada agrometeoroloģiskie apstākļu (faktors B) kā faktoru ietekmes būtiskumu uz graudu kvalitātes rādītāju mainību (Arhipova, Bāliņa, 2006). Tā kā pilnīgu abu faktoru mijiedarbības modeli (AxB) nevarēja izveidot, tad atlikuma dispersija pieņemta kā gada un šķirnes mijiedarbības raksturotāja, pieņemot, ka kļūdas dispersija ir vienāda ar nulli, jo pa gadiem pielietota vienāda audzēšanas tehnoloģija. Faktoru ietekmes būtiskuma novērtēšanai izmantoti divi būtiskuma līmeņi: *p<0.05 un ** p<0.01. No dispersijas analīžu datiem aprēķināts faktoru ietekmes īpatsvars (η^2,%) (3.4. nodaļa).

Ar t-testu novērtēja divu neatkarīgu paraugkopu **vidējo starpības būtiskumu** (Arhipova, Bāliņa, 2006), salīdzinot graudu kvalitātes rādītāju vidējās vērtības starp izmēģinājuma gadiem (3.4. nodaļa). Lai novērtētu graudu kvalitātes rādītāju vidējo vērtību starpības būtiskumu starp dažādām miežu formām (3.1. nodaļa), starp genotipu grupām ar atšķirīgu kopproteīna saturu graudos, izmantoja t-testu vidējo salīdzināšanai, ar nosacījumu, ka pētāmo paraugkopu dispersijas nav vienādas (Arhipova, Bāliņa, 2006). Indeksi ^{abc} nozīmē, ka vidējie rādītāji katrā salīdzinājuma pārī ar dažādiem burtiem augšrakstā ir būtiski atšķirīgi p<0.05 līmenī.

Klasteru analīze, pielietojot Varda metodi (veido klasterus jeb grupas pamatojoties uz minimālu dispersiju grupu iekšpusē) (Бууль, Цёфель, 2002), izmantota, lai pētāmo selecijas materiālu sagrupētu pēc graudu fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem (3.1. un 3.5. nodaļa). Pazīmju vidējo vērtību salīdzināšanai starp grupām izmantoja t-testu vidējo salīdzināšanai, ar nosacījumu, ka pētāmo paraugkopu dispersijas nav vienādas (Arhipova, Bāliņa, 2006) (3.4. nodaļa) .

Lineāro sakarību novērtēšanai starp analizētajām pazīmēm noteica Pīrsona korelācijas koeficientus (3.3. nodaļa). Genotipiskās korelācijas koeficienti starp pazīmēm noteikt, aprēķinos izmantojot genotipu pazīmju vidējos lielumus (Смиряев, Мартынов, Кильчевский, 1992) Korelācijas koeficientus plēkšņaino miežu

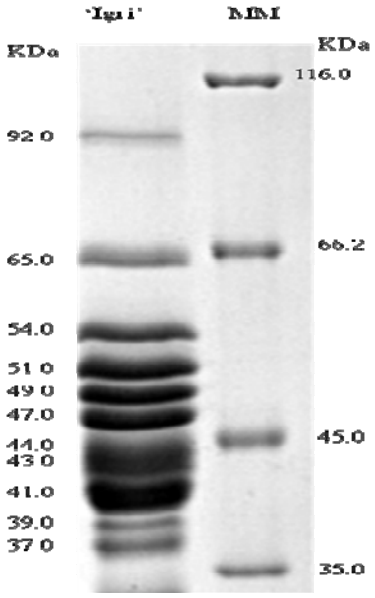
paraugkopā apzīmēja kā r_{Pl}, bet kailgraudu – r_K. Sakarību linearitātes raksturošanai aprēķināti regresijas vienādojumi un determinācijas koeficienti. Korelatīvo sakarību būtiskuma pārbaude veikta ar t-testu (Arhipova, Bāliņa, 2006).

Galveno komponentu analīze izmantota, lai pētāmās šķirnes sadalītu grupās ar līdzīgām pazīmju kombinācijām, ņemot vērā korelatīvās sakarības starp pazīmēm (Zakova, 2006) (3.3. nodaļa). Galveno komponentu analīzi veica ar SPSS 8.0 programmas paketi (Arhipova, Bāliņa, 2006). Lai likvidētu atšķirības starp dažādu pazīmju mērvienībām, katras pazīmes vidējās vērtības standartizētas pirms analīzes. Komponentu īpašvērtības, kas augstākas par vienu vienību uzskatītas kā būtiskas. Jo lielāks komponenta relatīvais nozīmīgums, jo lielāku dispersijas daļu tas izskaidro starp mainīgajiem sākotnējā korelāciju matricā. Galveno komponentu slodzes ir definētas korelācijas koeficienta veidā, tas ir, starp aplūkojamo mainīgo (pētāmo pazīmi) un kādu no galvenajiem komponentiem. Pie apskatāmā galvenā komponenta pieder tie mainīgi, kuru komponentu slodze ir lielāka par 0.5. Sastopamo galveno komponentu slodzes ar pretējām zīmēm norāda, ka starp mainīgajiem ir apgriezti proporcionāla sakarība. Lai noteiktu dispersijas daļu (%), ko plēkšņaino un kailgraudu miežu graudu kvalitātes rādītājiem izskaidro trīs galvenie komponenti (GK1, GK2, GK3), no galveno koponentu matricas saskaita attiecīgā mainīgā visu komponentu slodžu kvadrātus (Lasmanis, Kangro, 2004).

Iedzimstamības koeficients (H^2) graudu kvalitātes rādītājiem raksturots divējādi – ar starppaaudžu korelācijas koeficientu ($r_{F4:F5}$) (Frey, Horner, 1957) un ar lineārās regresijas koeficientu (b) (Smith, Kinman, 1965), regresējot F_5 paaudzes līniju datus pret atbilstošiem F_4 paaudzes līniju datiem (3.5. nodaļa).

Lai veiktu D, C un B hordeīna profilu **elektroforēzes datu apstrādi** (3.2. nodaļa), datora failā fiksētie gēla attēli pārvērsti skaitliskā izteiksmē. Katra individuālā hordeīnu polipeptīdu josla identificēta manuāli ar *GeneTools* datorprogrammas piedāvāto opciju un molekulmasa aprēķināta, balstoties uz molekulmasas (MM) marķieri – ar proteīniem β-galaktozidāze (MM 116.0 kDa), albumīns (66.2 kDa), ovalbumīns (45.0 kDa), laktāta dehidrogenāze (35.0 kDa) (*Fermentas*)[21]. Šķirne 'Igri' izmantota kā kontrole uz katra gēla (skat. 2.3. att.; 57 .pielik.). Programmas aprēķinātie dati pārsūtīti uz Excel programmas dokumentu, tālākai datu apstrādei. Hordeīna joslu izvietojums gēlā tika atzīmēts tabulā, kur individuālās hordeīnu joslas vai D, C, un B hordeīnu joslu profilu esamība atzīmēta kā 1, bet to trūkums kā 0. Hordeīna polipeptīdu joslas pētījumā numurētas pēc to elektroforētiskās mobilitātes. Miežu D, C un B hordeīnu joslu profili reprezentēti diagrammu veidā (Leistrumaite, Paplauskiene, 2007). Ar datorprogrammu STATISTICA, balstoties uz bināro datu matricu, ar klasteru analīzi, kur piemērota tuvākā kaimiņa (Neighbor-joining) klasteru veidošanas metode, kā mērogu starp objektiem izvēloties Euklīda (Euclideant) attāluma jeb distances aprēķināšanas metodi, konstruēta dendrogramma[22], kas genotipus apvieno radniecīgās grupas pēc hordeīnu joslu profiliem (Atanassov et al., 2001; Echart-Almeida, Cavalli-Molina, 2000).

[21] http://www.syngene.com/
[22] http://www.statsoft.com/



2.3. att. **Kontrolšķirnes ‘Igri’ un molekulmasas marķiera (MM) polipeptīdu joslu molekulmasa, kilodaltoni (kDa).**

Lai noskaidrotu genotipu piemērotību izmantošanai atgremotājiem un neatgremotājiem (cūkas, putni) mājdzīvniekiem, veikta genotipu salīdzināšana pēc analizētajiem graudu fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem, izmantojot selekcijas materiāla **integrālā novērtējuma metodi** (Мартынов, 1987) (3.1. nodaļa).

$$\mathbf{SD} = \sum_{i=1}^{N} \omega_i \, (I_i - x_{vid,i})/s_i \qquad \text{jeb } \mathbf{SD} = \sum_{i=1}^{N} \omega_i \delta_i / s_i \tag{2}$$

kur,
SD integrālā novērtējuma indekss;
i kvantitatīvā pazīme;
I_i vēlamā pazīmes vērtība;
$x_{vid,i}$ genotipa graudu kvalitāti raksturojošās pazīmes faktiskā vērtība;
ω_i pazīmes ieguldījuma koeficients;
s_i standartnovirze;
δ_i pazīmes faktiskās vērtības novirze no vēlamās pazīmes;
N pazīmju skaits;
Ja vēlamā pazīmes vērtība:
- atbilst *min* vērtībai vai ir ierobežojumi no augšas, tad $\omega_i<0$;
- atbilst *max* vērtībai vai ir ierobežojumi no apakšas, tad $\omega_i>0$;

$$\omega_i = p_k \, N/n_k \, ; \qquad \sum p_k = 1 \;\; \text{un} \;\; \sum n_k = N \tag{3}$$

kur,
ω_i pazīmes ieguldījuma koeficients;
p_k pazīmju grupu procentuālais ieguldījums;
n_k pazīmju skaits grupā;

Vasaras miežu genotipu integrālais novērtējums veikts vasaras miežu genotipiem pēc 11 lopbarības graudu kvalitāti raksturojošām pazīmēm (N=11). Pazīmes sadalītas

3 grupās (k). Ņemot vērā katra graudu izmantošanas virziena (atgremotāji un neatgremotāji) izvirzītos graudu kvalitātes kritērijus noteikts pazīmju grupu procentuālais ieguldījums.
1. grupa – graudu fizikālie rādītāji – plēkšņainība, 1000 graudu masa, tilpummasa, relatīvais cietības indekss (n_k=4);
2. grupa – graudu sausnā esošo organisko vielu raksturojošie rādītāji - cietes, kopproteīna, koptauku, β-glikānu, kokšķiedras saturs (n_k=5);
3. grupa – graudu sausnā esošo neorganisko vielu raksturojošie rādītaji – koppelnu un fosfora saturs (n_k=2);

Iepriekšminēto pazīmju grupu procentuālais ieguldījums vasaras miežu genotipu integrālajā novērtējumā pēc miežu graudu kvalitātes rādītājiem pieņemts, pamatojoties uz literatūras apskatā apkopoto informāciju par augstvērtīgai miežu šķirnei izvirzītajiem kritērijiem, kas nodrošina augstāko sagremojamās enerģijas saturu graudos dažādām mājdzīvnieku grupām. Tā kā kritēriji pētījumā vērtētajām pazīmēm, kas svarīgi cūkām un putniem, ir līdzīgi, tad miežu genotipu integrālais novērtējums apvienots un atbilst neatgremotāju mājdzīvnieku specifiskajām prasībām.

Pazīmju grupu procentuālais ieguldījums, kas atbilst atgremotājiem mājdzīvniekiem ir šāds:
1. grupa - 40% (p_k=0.40), ar piebildi, ka graudu relatīvajam indeksam piešķirti 40% (p_k=0.40), 1000 graudu masai un tilpummasai 50% (p_k=0.50), plēkšņainībai piešķirti 10% (p_k=0.10) no kopējā graudu fizikālo rādītāju ieguldījuma.
2. grupa - 50% (p_k=0.50), ar piebildi, ka cietes, kopproteīna, tauku saturam piešķirts 70% (p_k=0.70), bet β-glikāniem un kokšķiedras saturam 30% (p_k=0.30) no kopējā organiskās vielas saturu raksturojošo rādītāju ieguldījuma.
3. grupa – 10% (p_k=0.10).
Atgremotājiem mājdzīvniekiem vēlamā pazīmes vērtība plēkšņaino un kailgraudu miežu 1000 graudu masai, tilpummasai, relatīvajam cietības indeksam (RCI), cietei, koptauku un β-glikānu saturam atbilst pazīmes maksimālai vērtībai (I_i=max_i), bet plēkšņainībai un kokšķiedras saturam plēkšņainajiem miežiem - pazīmes minimālā vērtība (I_i=min_i). Vēlamai pazīmes vērtībai kopproteīna saturam ir ierobežojums no apakšas ($I_i \geq 120$ g kg^{-1}).

Pazīmju grupu procentuālais ieguldījums, kas atbilst neatgremotājiem mājdzīvniekiem ir šāds:
1. grupa - 40% (p_k=0.40), ar norādi, ka graudu relatīvajam indeksam piešķirti 40% (p_k=0.40), plēkšņainībai 40% (p_k=0.40), 1000 graudu masai un tilpummasai 20% (p_k=0.20) no kopējā graudu fizikālo rādītāju ieguldījuma.
2. grupa - 50% (p_k=0.50);
3. grupa – 10% (p_k=0.10).
Neatgremotājiem mājdzīvniekiem vēlamā pazīmes vērtība plēkšņaino un kailgraudu miežu 1000 graudu masai, tilpummasai, cietei, koptauku saturam atbilst pazīmes maksimālai vērtībai (I_i=max_i), bet plēkšņainībai, graudu relatīvajam cietības indeksam un kokšķiedras saturam atbilst pazīmes minimālajai vērtībai (I_i=min_i), bet kokšķiedras saturam kailgraudu miežiem – pazīmes maksimālā vērtība. Ierobežojums no augšas ir β-glikānu saturam ($I_i \leq 40$), bet kopproteīna saturam vēlamajai pazīmes vērtībai ir ierobežojums no apakšas ($I_i \geq 120$ g kg^{-1}).

Minimālā SD vērtība atbilst labākajam genotipam pēc integrālā novērtējuma. Kā vispiemērotākie izvirzītajiem dažādu mājdzīvnieku grupu lopbarības graudu kvalitātes kritērijiem atbilst miežu genotipi, kas šķirņu salīdzinājumā nepārsniedz SD_{vid}-s līmeni ($SD \leq SD_{vid}$-s). Aprēķini veikti izmantojot *Excel* datorprogrammu.

3. REZULTĀTI UN TO ANALĪZE

3.1.Graudu kvalitātes rādītāju izvērtējums dažādām vasaras miežu formām

Šķirnes, ko krustošanā izmanto kā selekcijas izejmateriālu jaunu šķirņu veidošanai, parasti izvēlas pamatojoties uz to pazīmju, kas svarīgas selekcijas uzdevumu veikšanai, fenotipisko novērtējumu. Selekcijas programma būs rezultatīva, ja selekcionāra rīcībā būs hibrīdās populācijas, kur veic izlasi ar pēc iespējas augstāku fenotipisko un genotipisko mainību. To var panākt, ja krustošanā izmanto pēc fenotipa un genotipa neradnieciskus un atšķirīgus vecākus.

Miežu lopbarības kvalitāti raksturo gan fizikālie, gan ķīmiskie radītāji, kas atrodas kompleksā mijiedarbībā un var ietekmēt miežu graudu lopbarības kvalitāti. Turpmākajās apakšnodaļās būs sniegti rezultāti par šo kvalitātes rādītāju mainību dažādiem miežu genotipiem, salīdzinot tos starp divkanšu un daudzkanšu genotipiem, un plēkšņainajiem un kailgraudu genotipiem. Papildus uzmanība būs veltīta arī graudu kvalitātes raksturojumam miežu genotipiem ar atšķirīgu cietes sastāvu, tas ir, vaskveida endospermu.

3.1.1.Graudu kvalitātes fizikālo rādītāju novērtējums

Graudu plēkšņainība kā pazīme ir izmantojama ne tikai alus, bet arī lopbarības miežu šķirņu selekcijā. Augstvērtīgiem lopbarības miežiem reizē ar augstu produktivitāti ir jānodrošina mājdzīvnieki ar pēc iespējas augstāku maiņas enerģiju. Tas īpaši svarīgi, ja miežus izmanto cūku ēdināšanā. Uzlabojot šo rādītāju, ir konstatēta sakarība starp maiņas enerģijas vērtību un plēkšņu īpatsvaru (Darroch et al., 1996). Tā kā plēksne sastāv galvenokārt no celulozes, hemicelulozes un lignīna, tad, samazinot šo salīdzinoši grūti sagremojamo komponentu graudu masā un/vai lignīna saturu miežu plēksnēs, var palielināt maiņas enerģiju arī atgremotājiem mājdzīvniekiem (Zinn, Montano, Shen, 1996).

Plēkšņu īpatsvars graudu masā divkanšu miežiem vidēji trijos gados bija 8.6% (3.1. tab.; 4. pielik.). Rezultāti parāda, ka plēkšņu īpatsvars būtiski augstāks ($p<0.05$) bija daudzkanšu miežiem (10.4%) salīdzinājumā ar divkanšu miežiem (8.6%) (9. pielik.). To apstiprina arī citu pētījumu rezultāti (Evers, Blakeney, Brien, 1999; Kong et al., 1995). Alus miežu šķirnēm ir noteikts, ka plēkšņu saturam jābūt robežās no 8 līdz 10% (Fox et al., 2003). Piecpadsmit divkanšu genotipiem, kas sastāda vairāk nekā pusi no kopējā šķirņu skaita, šīs pazīmes vērtība bija robežās no 8 līdz 9%. Sešiem no desmit novērtētajiem daudzkanšu genotipiem, šis rādītājs pārsniedza 10% (skat. 3.1. att.; 3.1. tab.; 4. pielik.). Salīdzinoši augsta mainība pēc plēkšņainības konstatēta starp divkanšu genotipiem, ar pazīmes minimālo vērtību 6.9% šķirnei 'Cork' un maksimālo - 10.6% šķirnei 'Sencis' (pazīmes variācijas koeficients 10.4%) (3.1. tab.). Tas nozīmē, ka ir iespēja atlasīt genotipus izmantošanai jaunu šķirņu veidošanai, kuri raksturotos ar salīdzinoši zemāku plēkšņainību.

1000 graudu masu kā graudu kvalitātes rādītāju parasti izmanto selekcijā uz produktivitāti, jo šis rādītājs raksturojas ar zemāku mainību, salīdzinot ar citiem ražas komponentiem. 1000 graudu masa divkanšu miežiem bija robežās no 39.7 līdz 50.0 g ar vidējo vērtību 45.7 g (3.1. tab.; 5.pielik.). Daudzkanšu miežiem 1000 graudu masa variēja no 29.6 līdz 44.1 g ar pazīmes variācijas koeficienta vērtību 12.0%. Divkanšu miežiem tā bija būtiski augstāka ($p<0.05$), salīdzinot ar daudzkanšu miežu 1000 graudu masas vidējo vērtību (attiecīgi 45.7 un 40.1 g) (9. pielik.).

3.1. tabula

Vasaras miežu genotipu graudu kvalitātes fizikālo rādītāju raksturojums (vidēji 2004.-2006. g.)[1]

Šķirne, līnija	Plēkšņu īpatsvars, %	1000 graudu masa, g	Viena grauda diametrs, mm	Viena grauda masa, mg	Tilpummasa, g L^{-1}	Graudu relatīvais cietības indekss
Divkanšu, plēkšņains						
Ansis	9.1	46.4	2.57	45.6	680.8	67.8
Idumeja	8.9	49.4	2.53	47.4	648.7	61.3
Linga	10.6	43.0	2.24	40.8	683.0	66.7
Klinta	8.2	50.0	2.63	50.8	707.7	59.9
Abava	8.2	48.9	2.47	47.1	701.0	70.7
Sencis	10.6	46.5	2.38	43.8	701.3	47.1
Kristaps	9.4	44.7	2.61	44.8	670.0	79.2
Balga	8.1	42.7	2.29	41.1	687.5	72.1
Rūja	8.3	50.0	2.63	50.2	686.3	66.5
Gāte	8.0	45.2	2.46	44.1	702.5	68.6
Malva	8.7	44.2	2.35	42.5	699.5	63.7
Rasa	9.4	43.9	2.64	46.3	683.0	73.9
Austrian early	8.4	45.6	2.38	42.8	710.2	58.0
Primus II	8.0	49.5	2.60	45.5	712.2	63.4
Lechtaler	8.5	48.0	2.53	45.7	711.5	61.2
Grimmet	8.1	44.7	2.44	42.8	656.8	43.5
379	8.7	39.7	2.56	39.5	678.2	59.5
Justina	7.2	49.9	2.56	47.9	667.7	59.4
Hanka	8.3	43.8	2.31	42.3	680.8	48.7
Annabell	9.7	41.3	2.29	41.8	665.3	68.4
Danuta	8.4	46.3	2.56	46.6	683.7	73.9
Landsorte Aus Tirol	9.3	40.6	2.25	37.9	635.7	52.0
Hatvani 45/25	9.0	49.0	2.62	48.0	646.3	80.8
Cork	6.9	46.6	2.41	43.1	694.5	62.4
Century	8.8	47.1	2.28	42.2	680.7	63.4
Poligena	8.1	42.6	2.33	40.0	671.0	79.9
Lisymax	7.0	44.7	2.38	43.4	679.2	65.5
Vidēji	**8.6**	**45.7**	**2.45**	**44.2**	**682.4**	**64.3**
min	**6.9**	**39.7**	**2.24**	**37.7**	**635.7**	**43.5**
max	**10.6**	**50.0**	**2.64**	**50.8**	**712.2**	**80.8**
V%	**10.4**	**6.5**	**5.4**	**7.2**	**3.0**	**14.7**
Daudzkanšu, plēkšņains						
Druvis	10.3	44.1	2.34	42.4	651.0	80.4
Colsess IV	9.7	42.9	2.46	40.5	627.8	60.8
July	11.1	43.2	2.33	41.2	661.8	60.6
IV/192	10.1	34.3	2.51	47.7	627.8	67.8
Zoapila	11.0	39.8	2.39	38.4	645.0	76.7
Puebla	9.9	43.8	2.35	40.7	619.2	54.6
Valluno	9.6	38.2	2.30	36.8	641.7	65.7

3.1. tabulas nobeigums

Šķirne, līnija	Plēkšņu īpatsvars, %	1000 graudu masa, g	Viena grauda diametrs, mm	Viena grauda masa, mg	Tilpummasa, g L^{-1}	Graudu relatīvais cetības indekss
Chosen	11.7	43.1	2.59	43.2	647.5	58.1
B90A	10.5	29.6	2.09	29.7	601.8	66.9
RNB-367	9.8	42.5	2.4	43.2	614.0	80.4
Vidēji	**10.4**	**40.1**	**2.37**	**40.4**	**635.8**	**67.2**
min	**9.6**	**29.6**	**2.08**	**29.7**	**601.8**	**54.6**
max	**11.7**	**44.1**	**2.58**	**47.7**	**661.8**	**80.4**
V%	**6.8**	**12.0**	**5.69**	**11.8**	**3.0**	**13.7**
Divkanšu, kailgraudu						
10250	-	49.6	2.51	47.7	772.7	40.3
Orzo Nudo di Altamura	-	46.8	2.63	44.6	780.3	76.7
2747	-	47.3	2.41	44.9	765.3	64.9
Clho 7799	-	48.4	2.49	46.4	764.0	75.9
X-4	-	47.5	2.41	45.0	760.3	73.6
Gwire	-	37.9	2.30	37.3	763.3	63.3
Gainer	-	37.9	2.28	38.2	795.7	57.0
KM 2084	-	39.9	2.27	38.4	781.0	55.4
SW 1291	-	39.1	2.27	38.8	779.2	51.8
L-302	-	48.7	2.46	46.0	783.7	49.9
C.P.I. 22817	-	46.2	2.28	42.0	779.8	64.7
Sumire Mochi	-	31.2	2.21	32.4	738.0	64.5
Wanubet	-	46.7	2.15	35.3	665.5	84.9
CD Candle	-	39.3	2.36	37.6	798.3	77.2
Merlin	-	39.2	2.24	37.7	791.7	72.4
Vidēji	**-**	**43.0**	**2.35**	**40.8**	**774.6**	**64.8**
min	-	**31.2**	**2.15**	**32.4**	**738.0**	**40.3**
max	-	**49.6**	**2.63**	**47.7**	**798.3**	**84.9**
V%	-	**12.8**	**5.6**	**11.4**	**2.02**	**18.9**

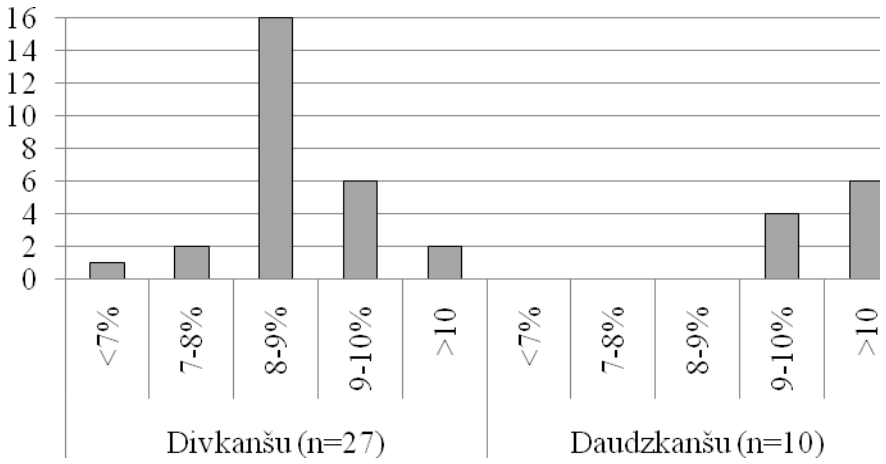
[1]graudu relatīvajam cietības indeksam vidēji 2004.-2005.g.;

Arī literatūra atzīmē, ka graudi divkanšu miežiem ir parasti izlīdzinātāki un rupjāki nekā daudzkanšu miežiem, jo divkanšu miežiem visi graudi vārpā ir izvietoti simetriski (Newman, Newman, 1992b; Fregeau-Reid et al., 2001).

Arī kailgraudu miežu genotipiem šīs pazīmes mainība bija salīdzinoši augsta (*min* vērtība – 31.2 g; *max* vērtība - 49.6 g) (3.1. tab.). Būtiska starpība netika konstatēta starp divkanšu plēkšņaino un kailgraudu miežu 1000 graudu masas vidējiem rādītājiem (9. pielik.).

Parauga 1000 graudu masu ietekmē katra individuālā grauda morfoloģiskie parametri – grauda garums, platums, biezums, grauda piepildījums, kā arī šo rādītāju izlīdzinātība. **Viena grauda diametru un masu** dažādu miežu formu genotipiem šajā pētījumā analizēja ar Viena grauda analizēšanas iekārtu (SKCS). Šādi selekcijas materiāls Latvijas miežu selekcijas programmās līdz šim nav analizēts. C. Wrigleys (1999) šo iekārtu iesaka izmantot, lai ātri novērtētu lopbarības graudu fizikālos

rādītājus. Vidējais grauda diametrs plēkšņainajiem divkanšu miežiem bija būtiski ($p<0.05$) augstāks nekā kailgraudu miežiem (attiecīgi 2.45 un 2.35 mm) (3.1. tab.; 6., 9. pielik.). Divkanšu plēkšņainajiem miežiem (44.2 mg), salīdzinot ar daudzkanšu (40.4 mg) un kailgraudu miežiem (40.8 mg), bija būtiski ($p<0.05$) augstāka vidējā viena grauda masa (9. pielik.). Mainība pēc šī rādītāja daudzkanšu plēkšņainajiem un divkanšu kailgraudu miežiem bija vidēja (pazīmes variācijas koeficients attiecīgi 11.8 un 11.4%) (3.1. tab.). Arī A. Anderssone u.c. (1999) savā pētījumā izmantoja SKCS iekārtu viena grauda masas analīzei dažādu formu genotipiem, kur kailgraudu genotipiem viena grauda masa variēja no 30.5 līdz 46.4 mg, plēkšņainajiem genotipiem no 33.5 līdz 52.4 mg.



3.1. att. **Divkanšu un daudzkanšu miežu šķirņu sadalījums pēc plēkšņu īpatsvara, 2004.-2006. g.**

Rupji un izlīdzināti graudi ir svarīgs kritērijs, ko parasti izvirza dažādu valstu iesala un alus ražotāji, tāpēc graudu īpatsvars virs 2.5 mm sieta ir viens no izlases kritērijiem alus miežu šķirņu selekcijā (Henry, 1990; Fox u.c., 2003). M. Edneys (1996) norāda, ka rupji graudi nodrošina augstāku lopbarības kvalitāti, jo šādi graudi satur vairāk cietes. Tāpēc ne tikai alus miežiem, bet arī lopbarības miežu graudiem, ir svarīgi būt izlīdzinātiem pēc rupjuma. C. Elfversona u.c. (1999) pētījumā nav atrasta būtiska atšķirība pēc cietes satura starp dažādām graudu frakcijām. Lai arī A. Anderssone u.c. (1999) pētījumā augstas amilozes genotipiem (‘Glacier’, ‘SW 906129’) konstatēts augstākais rupjo graudu (>2.8 mm) īpatsvars, tomēr tiem bija pazemināts cietes saturs graudos un paaugstināts plēkšņu īpatsvars. Lai noskaidrotu graudu kvalitātes atšķirības dažāda rupjuma graudiem, alus miežu šķirnei ‘Ansis’ un lopbarības miežu šķirnei ‘Linga’ divām graudu frakcijām (zem 2.2 mm sieta un virs 2.8 mm sieta) noteica 1000 graudu masu, kopproteīna, cietes, koptauku, koppelnu, kokšķiedras saturu graudos (3.2. tab.).

Analizētajām miežu šķirnēm un graudu frakcijām konstatētas atšķirības pēc graudu ķīmiskā sastāva. Graudu frakcijai virs 2.8 mm sieta (1000 graudu masa no 47.9-52.6 g), salīdzinot ar graudu frakciju zem 2.1 mm sieta (1000 graudu masa no 21.9 līdz 22.5 g), bija augstāks cietes saturs, zemāks kopproteīna, koppelnu un kokšķiedras saturs graudos. Abu šķirņu sīko un rupjo graudu frakcijai nebija lielas atšķirības pēc koptauku satura. Viena gada rezultāti liecina, ka rupjāki graudi no lopbarības kvalitātes viedokļa arī pēc ķīmiskā sastāva ir augstvērtīgāki. Tāpēc arī rupjo graudu frakcijas īpatsvars ir izmantojams kā izlases kritērijs lopbarības miežu šķirņu selekcijā. Alus miežu šķirnei ‘Ansis’ abām frakcijām bija labāki rezultāti, kas norāda,

ka šīs šķirnes graudi pēc graudu ķīmiskā sastāva ir izlīdzinātāki. Nevēlama pazīme no lopbarības graudu kvalitātes viedokļa šķirnei 'Linga' ir paaugstinātais kokšķiedras saturs (attiecīgi 69.0 un 60.1g kg^{-1}) gan sīko, gan rupjo graudu frakcijās.

3.2. tabula

Graudu kvalitātes raksturojums miežu šķirņu 'Ansis' un 'Linga' dažādu frakciju graudiem, 2006.g.

Kvalitātes rādītājs	'Ansis'		'Linga'	
	<2.2 mm	>2.8 mm	<2.2 mm	>2.8 mm
1000 graudu masa, g	21.9	52.6	22.5	47.9
Kopproteīna saturs, g kg^{-1}	134.0	121.7	150.9	135.3
Cietes saturs, g kg^{-1}	649.2	675.4	598.1	649.7
Koptauku saturs, g kg^{-1}	24.6	24.9	23.5	23.6
Koppelnu saturs, g kg^{-1}	33.1	19.1	36.8	22.4
Kokšķiedras saturs, g kg^{-1}	61.4	48.0	69.0	60.1

Graudu tilpummasu dažādu graudaugu selekcijas programmās izmanto, lai raksturotu selekcijas materiāla graudu kvalitāti. Šo rādītāju izmanto arī graudu pārstrādes uzņēmumi, iepērkot graudus gan pārtikai, gan lopbarībai. Tiek norādīts, ka graudi ar paaugstinātu tilpummasu raksturojas ar augstāku cietes saturu graudos un līdz ar to uzskatāmi par labu indikatoru miežu relatīvajai barības vērtībai (Lardy, Bauer, 1999).

Tilpummasa bija būtiski augstāka plēkšņainajiem divkanšu miežu genotipiem salīdzinājumā ar daudzkanšu miežu genotipiem ($p<0.001$) (3.1. att.; 7., 9. pielik.). Līdzīgus rezultātus ieguva arī P. Jui u.c. (1997) pētījumā (cit. no Fregeau-Reid et al., 2001). Tā kā daudzkanšu miežiem bija būtiski augstāka plēkšņainība un būtiski zemāka 1000 graudu masa, salīdzinot ar divkanšu genotipiem, tad šie rādītāji var ietekmēt arī tilpummasas vērtību, kur divkanšu miežiem (682.4 g L^{-1}) tā bija būtiski ($p<0.05$) augstāka nekā daudzkanšu miežu genotipiem (635.8 g L^{-1}) (3.1. att.; 7., 9. pielik.). Tā kā kailgraudu miežiem nav plēksnes, tad parasti tie pēc tilpummasas skaitliskās vērtības atbilst kviešiem (Bhatty, 1999). Kailgraudu miežu vidējā tilpummasa (774.6 g L^{-1}) bija būtiski augstāka ($p<0.001$) par plēkšņaino genotipu tilpummasu (divkanšu – 682.4 g L^{-1}, daudzkanšu – 635.8 g L^{-1}) (3.1. att.; 9. pielik), līdzīgi kā to konstatēja arī citos pētījumos (Barneveld, 1999; Belicka, 2000; Bhatty, 1999; Bowman et al., 1997; Bowman et al., 2001; Christison, Bell, 1975; Choo et al., 2001; Legzdiņa, 2002).

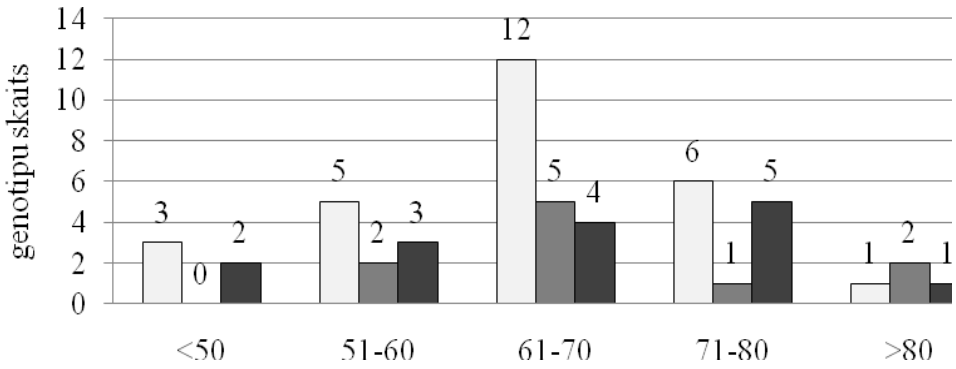
Līdz šim, kā jau minēts literatūras apskatā, dažādi mājdzīvnieku nobarošanas pētījumi bija veikti, lai noskaidrotu atšķirīgas tilpummasas graudu patieso barības vērtību (Grimsons, 1987; Hinman, 1978; Kennelly, Okine, Khorasani, 1995; Mathison et al., 1991). Iegūtie rezultāti liecina, ka graudu tilpummasa tomēr nav pietiekošs kritērijs, lai to pārliecinoši izmantotu miežu patiesās graudu barības vērtības raksturošanai dzīvnieku ēdināšanā.

Graudu cietība miežiem, tāpat kā kviešiem, raksturo endospermas struktūru. Šī pazīme ir izmantojama, lai raksturotu graudu kvalitāti dažādiem izmantošanas virzieniem. Miežu šķirnes ar mīkstāku endospermu rekomendējamas alum (Holopainen et al., 2005), bet ar cietāku – lopbarībai (Beecher et al., 2002). Kā norādīja Kenelly u.c. (1995) un Blacks (2001), izmantojot miežus liellopu ēdināšanā, svarīga ir pēc iespējas lēnāka sausnas sagremojamība, lai cietes sagremošana notiktu galvenokārt tievajās zarnās. To ietekmē gan miežu graudu endospermas struktūra, gan endospermas šūnapvalku uzbūve un biezums (Evers, Blakeney, Brien, 1999). Sausnas lēnāku

sagremojamību nodrošina graudi ar cietāku endospermu, jo konstatēta būtiska pozitīva korelācija starp *in situ* sausnas sagremojamību un graudu cietību (Bowman et al., 2001). Tāpēc miežu graudu cietība kā pazīme ir izmantojama kā izlases kritērijs liellopiem piemērotu lopbarības miežu šķirņu selekcijā (Black, 1999).

Pētījumā iekļautajiem dažādu miežu formu genotipiem graudu cietības indekss variēja no 43.5 divkanšu plēkšņainajam genotipam 'Grimmet' līdz 84.9 divkanšu kailgraudu šķirnei 'Wanubet' (3.1. att.; 8. pielik.). Nekonstatēja būtisku starpību starp dažādu miežu formu vidējiem relatīvās cietības indeksiem (9. pielik.). Kā redzams 3.2. attēlā, visām miežu formām bija vērojama šī rādītāja salīdzinoši augsta mainība starp genotipiem. Katras pētījumā iekļautās miežu formas šķirnes pārstāvēja gandrīz visas sadalījuma grupas. Gan divkanšu, gan daudzkanšu miežu šķirnēm visvairāk genotipu bija ar cietības indeksu robežās no 61-70, bet kailgraudu miežiem – no 71-80 (skat. 3.2. att.; 8. pielik.). Pētījumā iekļautajiem četriem genotipiem ar vaskveida endospermu ('Wanubet', Sumire Mochi', 'CD Candle' un 'Merlin') novēroja salīdzinoši augstu mainību pēc graudu cietības indeksa - no 64.5-84.9 (3.1. tab.).

Miežiem graudu cietība līdz šim nav plaši pētīta, tāpēc literatūrā minēts, ka miežiem parasti ir zemāka šī rādītāja mainība nekā tas ir kviešiem (Fox, Nguyen, Bowman, 2007). Salīdzinoši maz ir datu par miežu graudu cietību citos pētījumos, kas analizēta ar SKCS iekārtu. B. Beecher u.c. (2002) pētījumā miežu genotipiem relatīvais graudu cietības indekss variēja no 37.2 līdz 76.7. G. Camma un B. Rossnagela (2005) pētījumā - no 40.4 līdz 55.8. Salīdzinoši augstāks relatīvais cietības indekss konstatēts kailgraudu genotipiem ar augstas amilozes cieti ('Hashonuciers' - 81.6) un zemas amilozes cieti ('Prowashonupana' - 97.4). Tomēr genotipam 'BZ 489-30', arī ar vaskveida endospermu, konstatēts zemākais cietības indekss – 57.5 (Andersson et al., 1999), kas norāda, ka šī pazīme var variēt starp vienas formas genotipiem.



3.2. att. **Miežu genotipu sadalījums pēc graudu relatīvā cietības indeksa (RCI), 2004.-2005.g.**

□ divkanšu, plēkšņains (n=27); ▒ daudzkanšu, plēkšņains (n=10); ■ divkanšu, kailgraudu (n=15).

Ir pētījumu rezultāti, kur graudu cietība miežu genotipiem analizēta saistība ar lopbarības kvalitāti (Beecher et al., 2002; Bowman et al., 1997; Fox et al., 2008; Fox et al., 2007; Fox et al., 2009). Pētījumos konstatēta būtiska ($p<0.01$) negatīva korelācija starp sausnas sagremojamību un graudu cietību, kas izteikts kā daļiņu izmērs (Fox et al., 2009) un SKCS graudu cietības indekss (Beecher et al., 2002). No 52 pētījumā analizētajiem genotipiem, mīksta endosperma (RCI<30) nebija nevienai šķirnei, vidēji mīksta endosperma (30>RCI<60) bija 15 genotipiem (8 divkanšu, 2 daudzkanšu, 5 kailgraudu), bet cieta endosperma (RCI>60) – 37 genotipiem (19 divkanšu, 8 daudzkanšu, 10 kailgraudu) (skat. 3.2. att.; 3.1. tab.). G. Foksa u.c.

(Fox) (2007) pētījumā, kur miežu graudu cietība analizēta 35 genotipiem ar SKCS iekārtu, arī konstatēja salīdzinoši lielu daudzveidību pēc graudu cietības indeksa (51.3-80.1). Lopbarības miežu šķirne 'Valier', kuru autori reklamē kā šķirni ar zemu sausnas sagremojamību un tāpēc īpaši piemērotu liellopu ēdināšanai[23], graudu cietības indekss bija 71.3 (Fox et al., 2007). Tā kā cūkām un putniem ir svarīga pēc iespējas labāka gremošanas fermentu saskare ar cieti jau kuņģī, tad šeit būtu piemērotākas šķirnes ar vidēji cietu endospermu (30>RCI<60), jo mīksti graudi (RCI<30), kas ir vēlama pazīme augstvērtīgiem alus miežiem (Fox et al., 2003), arī neatgremotājiem nebūtu vēlami, jo šādiem graudiem veidojas pulverveida malums, ko nelabprāt ēd mājdzīvnieki (Osītis, 1987).

Izvērtējot dažādu miežu formu fizikālos graudu kvalitātes rādītājus, kopumā var secināt, ka

- divkanšu miežiem bija būtiski augstāka tilpummasa un 1000 graudu masa, un būtiski zemāka plēkšņainība nekā daudzkanšu miežiem. Pēc šiem radītājiem no divkanšu miežiem var iegūt augstākas kvalitātes lopbarības graudus nekā no daudzkanšu miežiem;
- kailgraudu mieži raksturojas ar būtiski augstāku tilpummasu salīdzinot ar plēkšņainajiem miežiem;
- rupjo graudu frakcijai (>2.8 mm sieta) bija salīdzinoši augstāks cietes saturs un zemāks kokšķiedras saturs graudos;
- izvērtētais materiāls pēc graudu relatīvā cietības indeksa bija daudzveidīgs visām miežu formām un ir izmantojams kā kritērijs dažādiem graudu izmantošanas virzieniem piemērotu šķirņu selekcijā.

3.1.2. Graudu ķīmisko kvalitātes rādītāju novērtējums

Lai precīzāk raksturotu miežu graudu patieso barības vērtību, svarīgi ir dati par graudu ķīmisko sastāvu.

Ciete graudos, ja tos izmanto mājdzīvnieku ēdināšanā, ir galvenais enerģijas avots. Atgremotājiem mājdzīvniekiem cieti kā enerģijas avotu attīstībai izmanto arī gremošanas mikroorganismi, tai ir liela nozīme proteīna sagremojamības paaugstināšanā (Svihus, Uhlen, Harstad, 2005). Tāpēc lopbarības miežiem jābūt ar pēc iespējas augstāku cietes saturu graudos.

Vidēji trīs gados cietes saturs divkanšu miežiem variēja no 581.6 g kg^{1} (šķirne 'Landsorte aus Tirol') līdz 640.9 g kg^{-1} (šķirne 'Lysimax'), bet daudzkanšu genotipiem no 563.0 g kg^{-1} (līnija 'B90A') līdz 621. g kg^{-1} (šķirne 'Druvis') (3.3. tab.; 10. pielik.). Vidējais cietes saturs divkanšu miežu graudos (620.1 g kg^{-1}) bija būtiski ($p<0.05$) augstāks nekā daudzkanšu miežu graudos (590.4 g kg^{-1}) (3.3. tab.; 10., 20. pielik.). Arī P. Amana u.c. (1985) šķirņu salīdzinājumā divkanšu miežiem vidējais cietes saturs graudos bija augstāks nekā daudzkanšu (attiecīgi 620 un 589 g kg^{-1}). Kailgraudu genotipi raksturojās ar salīdzinoši lielāko mainību pēc cietes satura graudos - tas variēja no 585.7 g kg^{-1} šķirnei 'Sumire Mochi' līdz 670.5 g kg^{-1} šķirnei 'CD Candle', kur abiem minētiem genotipiem ir vaskveida endosperma (3.3. tab.).

[23] Registration of variety 'Valier', [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 11. janv.] http://hordeum.oscs.montana.edu/cowdocs/valreg.htm

3.3. tabula

Vasaras miežu genotipu graudu kvalitātes ķīmisko rādītāju raksturojums (vidēji 2004.-2006. g.)

Šķirne, līnija	Cietes saturs, g kg^{-1}	Kop-proteīna saturs, g kg^{-1}	β-glikānu saturs, g kg^{-1}	Koptauku saturs, g kg^{-1}	Kok-šķiedras saturs, g kg^{-1}	Kop-pelnu saturs, g kg^{-1}	P saturs, g kg^{-1}
Divkanšu, plēkšņains							
Ansis	634.7	115.7	36.7	24.6	45.0	21.6	3.8
Idumeja	612.9	132.7	41.5	22.5	46.9	23.3	3.9
Linga	612.1	129.8	38.7	22.6	51.5	24.1	4.0
Klinta	614.6	136.7	40.4	21.5	45.8	21.8	4.0
Abava	619.9	128.7	40.3	23.3	46.2	22.6	3.8
Sencis	612.0	123.8	36.3	22.6	47.6	22.8	4.0
Kristaps	635.2	115.9	37.3	20.2	45.7	22.8	3.7
Balga	618.9	123.2	41.2	20.1	49.3	23.1	4.1
Rūja	627.2	119.7	37.2	24.1	44.8	22.0	3.9
Gāte	641.7	120.0	37.6	23.7	43.1	22.2	4.1
Malva	632.5	121.9	35.0	22.1	45.2	21.7	3.9
Rasa	632.6	124.4	37.9	24.1	43.5	22.2	3.5
Austrian Early	612.1	144.2	34.5	26.5	41.9	23.7	4.4
Primus II	602.0	154.3	43.9	23.8	47.0	23.8	4.1
Lechtaler	614.8	147.8	38.9	25.3	45.0	23.5	4.2
Grimmet	588.8	154.8	36.5	29.4	49.9	24.1	4.2
379	585.9	110.6	37.0	26.5	50.2	25.4	4.7
Justina	629.7	111.9	34.1	23.4	50.0	21.0	4.2
Hanka	623.5	130.4	35.4	20.6	48.6	22.9	4.2
Annabell	624.4	117.9	40.2	23.4	49.8	21.7	3.4
Danuta	631.7	120.6	36.7	22.8	43.0	21.8	3.4
Landsorte Aus Tirol	581.6	170.7	38.7	24.1	53.1	24.5	4.1
Hatvani 45/25	581.6	165.7	41.5	24.3	43.9	23.6	3.9
Cork	648.1	115.8	42.0	19.7	43.4	21.8	3.2
Century	650.0	117.0	41.0	20.3	50.1	24.2	3.5
Poligena	634.5	109.9	43.4	24.3	45.6	23.6	3.4
Lisymax	640.9	111.4	39.5	21.2	40.6	22.0	4.3
Vidēji	**620.1**	**128.7**	**38.6**	**23.2**	**46.5**	**22.9**	**3.9**
min	**581.6**	**109.9**	**34.1**	**19.7**	**34.9**	**21.0**	**3.2**
max	**650.0**	**170.7**	**43.9**	**29.4**	**53.1**	**25.4**	**4.7**
V%	**3.1**	**13.2**	**6.9**	**9.6**	**8.2**	**4.8**	**8.9**
Daudzkanšu, plēkšņains							
Druvis	621.0	118.8	45.0	20.1	55.8	22.6	3.7
Colsess IV	590.7	151.9	45.2	23.4	49.9	24.7	4.8
July	594.9	153.7	40.8	24.3	50.9	24.8	4.9
IV/192	605.5	135.4	36.2	23.1	55.6	24.4	4.4

Šķirne, līnija	Cietes saturs, g kg^{-1}	Kop-proteīna saturs, g kg^{-1}	β-glikānu saturs, g kg^{-1}	Koptauku saturs, g kg^{-1}	Kok-šķiedras saturs, g kg^{-1}	Kop-pelnu saturs, g kg^{-1}	P saturs, g kg^{-1}
Zoapila	587.7	154.2	40.0	22.4	54.6	26.1	4.8
Puebla	589.5	149.3	39.6	23.1	51.4	25.7	4.8
Valluno	602.9	144.8	40.2	23.6	49.3	22.9	4.6
Chosen	582.2	156.1	39.0	21.7	59.2	24.1	4.7
B90A	563.0	159.3	46.6	21.6	56.3	25.1	5.3
RNB-367	566.5	196.2	46.2	24.3	51.7	23.7	5.4
Vidēji	**590.4**	**152.0**	**41.9**	**22.7**	**53.5**	**24.4**	**4.7**
min	**563.0**	**118.8**	**36.2**	**20.1**	**49.3**	**22.5**	**3.7**
max	**621.0**	**196.2**	**46.6**	**24.3**	**59.2**	**26.1**	**5.4**
V%	**2.9**	**12.9**	**8.5**	**5.9**	**6.1**	**4.6**	**18.0**
Divkanšu, kailgraudu							
10250	627.6	159.8	52.3	21.2	22.4	22.8	4.9
Orzo Nudo di Altamura	606.6	156.6	46.1	24.7	25.2	22.2	4.9
2747	604.6	164.1	48.4	24.6	28.6	22.0	5.1
Clho 7799	599.4	163.4	52.2	25.1	26.2	23.0	5.2
X-4	600.4	173.4	51.6	24.7	25.4	23.5	5.0
Gwire	602.2	170.5	46.7	24.8	24.4	23.9	4.3
Gainer	664.3	135.2	37.0	24.6	21.6	19.7	4.3
KM 2084	660.4	133.0	50.6	24.0	22.2	19.1	4.1
SW 1291	656.8	135.4	41.2	26.2	23.5	19.1	4.2
L-302	664.7	130.3	48.2	25.7	23.5	18.8	5.2
C.P.I. 22817	617.6	155.9	42.5	21.7	28.4	22.3	4.5
Sumire Mochi	585.7	176.9	60.7	30.7	25.3	21.0	5.2
Wanubet	621.5	136.8	58.5	27.4	17.4	18.9	4.5
CD Candle	670.5	118.4	66.5	28.3	17.3	21.2	4.6
Merlin	658.4	130.9	53.9	27.1	24.8	20.9	4.6
Vidēji	**630.1**	**149.4**	**50.4**	**25.4**	**23.7**	**21.3**	**4.7**
min	**585.5**	**118.4**	**37.0**	**21.2**	**17.3**	**18.8**	**4.1**
max	**670.5**	**176.9**	**66.5**	**30.7**	**28.6**	**23.9**	**5.2**
V%	**4.9**	**12.5**	**15.2**	**9.4**	**13.8**	**8.3**	**8.4**

Kailgraudu miežu genotipiem vidējais cietes saturs graudos bija būtiski ($p<0.05$) augstāks nekā plēkšņainajiem miežiem (attiecīgi 630.1 g kg^{-1} un 620.1 g kg^{-1}) (skat. 3.3. att.; 10., 20. pielik.), kas atbilst arī citos pētījumos iegūtajiem rezultātiem (Aman, Newman,1986; Edney, 1996; Endney, Tipples, 1999; Yang et al., 1997). Ir noskaidrots, ka genotipi ar zemas amilozes cieti (vaskveida endospermu), raksturojas ar augstāku barības vielu sagremojamību nekā parastie mieži, tāpēc tie ir vairāk piemēroti cūkām (Pettersson, Lindberg, 1999). Savukārt paaugstinātas amilozes ciete ir grūtāk sagremojama, jo veido kompleksus savienojumus ar lipīdiem, kuri izturīgi pret gremošanas enzīmiem (Newman, Newman, 1992b). Tāpēc, lai uzlabotu lopbarības

miežu kvalitāti izmantošanai dažādām mājdzīvnieku grupām, selekcijas materiālu būtu svarīgi izvērtēt arī pēc amilozes satura graudos.

Augsta lizīna šķirnei 'Lysimax' (*lys3a* gēna nesēja) vidēji trīs gados cietes saturs graudos (640.9 g kg^{-1}) bija augstāks nekā parastajām miežu šķirnēm ('Ansis' – 634.7 g kg^{1}, 'Idumeja' – 612.9 g kg^{-1}) (3.3. tab.). Citos pētījumos augsta lizīna mutantajām līnijām konstatēts būtiski zemāks cietes saturs graudos nekā parastajiem miežiem, norādot, ka ģenētiski šiem genotipiem ir traucēta cietes sintēze (Gabert, Jorgensen, Brunsgaard, 1996; Eggum et al., 1995). P. Amana un C. Newmana (1986) pētījumā augsta lizīna mutantajiem genotipiem cietes saturs variēja no 250 līdz 540 g kg^{-1}, bet V. Gaberta u.c. (1996) pētījumā - no 520 līdz 612 g kg^{-1}.

Kopproteīna saturs miežu graudos parasti ir apgriezti proporcionāls cietes saturam un uzrāda vislielākās svārstības starp galvenajām graudos esošajām barības vielām (Welch, 1987). Pazemināts kopproteīna saturs graudos (<115g kg^{-1}) ir svarīgs alus rūpniecībai piemērotām miežu šķirnēm, bet šķirnes, kas neatbilst šim kritērijam parasti rekomendē izmantošanai lopbarībā (Fox et al., 2003). Pētījumā iekļautie dažādu formu genotipi izvēlēti pamatojoties uz to kopproteīna saturu graudos, lai materiāls pēc šīs pazīmes būtu pēc iespējas daudzveidīgāks un izmantojams turpmākai pārējo graudu kvalitātes rādītāju izpētei.

Divkanšu miežu graudos vidējais kopproteīna saturs variēja no 109.9 g kg^{-1} šķirnei 'Poligena' līdz 170.7 g kg^{-1} šķirnei 'Landsorte aus Tirol', bet daudzkanšu genotipiem - no 118.8 g kg^{-1} šķirnei 'Druvis' līdz 196.2 g kg^{-1} līnijai 'RNB 367' (3.3. tab.; 11. pielik.). Kailgraudu miežu genotipiem kopproteīna saturs graudos vidēji trīs gados variēja no 118.4 g kg^{-1} šķirnei 'CD Candle' līdz 176.9 g kg^{-1} šķirnei 'Sumire Mochi' (3.3. tab.; 11. pielik.). Kopproteīna satura izpētes rezultāti parāda, ka vidēji trīs gados kopproteīna saturs bija būtiski ($p<0.05$) augstāks daudzkanšu miežu genotipiem (152.0 g kg^{-1}) un kailgraudu miežu genotipiem (149.4 g kg^{-1}), salīdzinot ar divkanšu miežu genotipiem (128.7 g kg^{-1}), kas atbilst iepriekš aprakstītajai apgrieztajai proporcijai ar cietes saturu graudos (3.3. tab.; 20. pielik.).

Lopbarības miežu kvalitātes raksturošanai izmanto datus ne tikai par kopproteīna saturu graudos (Belicka, 1999), bet arī tā kvalitāti, īpaši, ja graudus izmanto cūku un putnu ēdināšanā (Shewry, 2007). Proteīnam un aminoskābēm ir svarīga loma arī atgremotajdzīvnieku fizioloģiskajos procesos, īpaši jauniem dzīvniekiem, kuriem ir augstas prasības pēc proteīna (Osītis, 1987). Miežu proteīna kvalitāti raksturo neaizvietojamo aminoskābju, īpaši lizīna proporcija proteīnā (Bhatty, Rossnagel, 1981; Black, 2001; Eggum, Braunsgaard, Jensen, 1995; Gabert et al., 1996; Givens, 1993; Jood, Singh, 2001), kas ir galvenā limitējošā aminoskābe neatgremotājiem mājdzīvniekiem (Degola, 2007). Dažādiem vasaras miežu genotipiem (divkanšu, daudzkanšu, plēkšņainajiem, kailgraudu), kas raksturojās ar atšķirīgu kopproteīna saturu graudos, noteica lizīna saturu graudu sausnā un proteīnā (3.4. tab.; 12. pielik.). Analizētos genotipus sadalot trīs grupās, kas savstarpēji būtiski ($p<0.05$) atšķīrās pēc vidējā kopproteīna satura graudos, konstatēts, ka pieaugot kopproteīna saturam, pieaug arī lizīna saturs graudu sausnā, ko apstiprina arī būtiska ($p<0.01$) pozitīva korelācija starp šiem abiem rādītājiem ($r=0.934>r_{n=9;0.01}=0.798$). Tomēr nekonstatēja statistiski būtiskas atšķirības pēc vidējā lizīna satura graudu sausnā starp 2. un 3. grupas genotipiem (attiecīgi 4.31 un 4.83 g kg^{-1}) ar kopproteīna saturu 133.0 un 162.8 g kg^{-1}. Savukārt lizīna saturs proteīnā (3.34 g 100 g proteīna) bija būtiski augstāks 1. grupas genotipiem ar pazeminātu (<120 g kg^{-1}) kopproteīna saturu graudos, salīdzinot ar 3. grupas genotipiem (2.97 g 100 g proteīna) ar paaugstinātu kopproteīna saturu graudos (>155 g kg^{-1}) (3.4. tab.; 13. pielik.). Tas norāda, ka genotipi, kas pēc kopproteīna satura graudos atbilst alus miežu prasībām, no proteīna kvalitātes viedokļa, ir augstvērtīgāki,

salīdzinot ar genotipiem ar paaugstinātu kopproteīna saturu graudos. J. Molina-Cano u.c. (1997) domā, ka starp alus un lopbarības miežu šķirņu selekcijas virzieniem nav pretrunu atgremotājiem piemērotu lopbarības šķirņu selekcijā, ja augstu cietes un zemu kokšķiedras saturu graudos pieņem kā galvenos izlases kritērijus. Arī R. Bhatty (1974) uzskata, ka lopbarības miežu graudos, ja tos izmanto liellopu barības devā, būtu pietiekoši 110 g kg^{-1} kopproteīna, norādot, ka selekcija uz zemu kopproteīna saturu graudos parasti saistīta ar augstu cietes saturu graudos un paaugstinātu graudu ražu. Tomēr alus ražošanai vairāk piemērotām miežu šķirnēm ar zemu kopproteīna saturu graudos parasti ir mīksta graudu endosperma, tāpēc tie ir mazāk piemēroti atgremotājiem, jo raksturojas ar ātru sausnas sagremojamību (Camm, Rossnagel, 2005). Tā kā aminoskābju sintēzei nepieciešamo slāpekli mikroorganismi iegūst, noārdot slāpekli saturošās barības līdzekļu frakcijas (Osītis, 1998), tad atgremotājiem mājdzīvniekiem, īpaši intensīvas ražošanas apstākļos, būtu vairāk piemēroti lopbarības mieži ar paaugstinātu kopproteīna saturu graudos (Newman, Newman, 1992a; LaFrance, Watts, 1986). Tāpēc P. Juskivs (Juskiw) u.c. secina, ka augstvērtīgai lopbarības šķirnei izmantošanai atgremotājiem, vēlamais kopproteīna saturs graudos ir 120-140 g kg^{-1} (Juskiw, Helm, Oatway, 2004).

3.4. tabula

Lizīna saturs graudu sausnā (g kg^{-1}) un proteīnā (g 100 g proteīna) dažādiem vasaras miežu genotipiem ar atšķirīgu kopproteīna saturu graudos, vidēji 2005.-2006.g.

Genotips	Raksturojums	Kop-proteīna saturs, g kg^{-1}	Lizīna saturs, g kg^{-1}	Lizīna saturs, g 100 g proteīna
1. grupa				
Lysimax	divkanšu, plēkšņains	111.4	3.90	3.50
Ansis	divkanšu, plēkšņains	116.3	3.85	3.32
Druvis	daudzkanšu, plēkšņains	119.2	3.80	3.19
	vidēji	115.7[c1]	3.82[b]	3.34[a]
2. grupa				
Linga	divkanšu, plēkšņains	127.9	4.20	3.28
Merlin	divkanšu, kailgraudu	129.5	4.20	3.25
KM 2084	divkanšu, kailgraudu	132.6	4.15	3.13
Wanubet	divkanšu, kailgraudu	136.7	4.55	3.33
Idumeja	divkanšu, plēkšņains	138.3	4.45	3.25
	vidēji	133.0[b]	4.31[a]	3.25[a]
3. grupa				
Primus II	divkanšu, plēkšņains	155.9	4.40	2.82
Landsorte Aus Tirol	divkanšu, plēkšņains	165.0	5.00	3.05
L 302	divkanšu, kailgraudu	167.5	5.10	3.05
	vidēji	162.8[a]	4.83[a]	2.97[b]

[1] vidējie rādītāji katrā salīdzinājumā starp grupām ar dažādiem burtiem augšrakstā, ir būtiski atšķirīgi $p<0.05$ līmenī.

Rezultāti liecina, ka genotipiem no 2. grupas ar vidēju kopproteīna saturu graudos (127.9 līdz 138.3 g kg^{-1}) lizīna īpatsvars proteīnā (3.25 g 100 g proteīna) būtiski

neatšķīrās no 1. grupas genotipiem (ar pazemināt kopproteīna saturu graudos (vidēji 115.7 g kg^{-1}), turklāt šo genotipu proteīna kvalitāte bija būtiski augstāka ($p<0.05$) nekā 3. grupas genotipiem (vidēji 2.97 g 100 g proteīna) ar paaugstinātu kopproteīna saturu graudos (vidēji 162.8 g kg^{-1}) (3.4. tab.; 13. pielik.). Līdzīgi rezultāti ir iegūti arī citos pētījumos (Bhatty, 1974; Frey, 1973), kur genotipiem ar pazemināt kopproteīna saturu graudos (95-109 g kg^{-1}) lizīna saturs proteīnā sastādīja vidēji 4.2 g 100 g proteīna, bet genotipiem ar paaugstinātu kopproteīna saturu graudos (178-181 g kg^{-1}) lizīna īpatsvars bija tikai 2.9 g 100 g proteīna, kā arī konstatēta negatīva korelācija ($r=-0.89$; $n=16$) starp kopproteīna saturu graudos un lizīna īpatsvaru proteīnā (Frey, 1973). Arī mūsu pētījumā konstatēts, ka, pieaugot kopproteīna saturam graudos, samazinās lizīna proporcija proteīnā, kā norāda būtiska negatīva korelācija starp šiem abiem rādītājiem ($r= -0.775 > r_{0.05;n=9}=0.666$). Kopumā no datu analīzes var secināt, ka miežiem ar vidēju kopproteīna saturu graudos (120-140 g kg^{-1}), bija tāds lizīna saturs sausnā un proporcija proteīnā, kas vislabāk apmierina arī neatgremotāju mājdzīvnieku prasības. Turklāt jāņem vērā, ka lopbarības miežu šķirnei ir svarīgs augsts ražības potenciāls, bet pastāvošā augsta negatīvā korelācija starp kopproteīna saturu graudos un ražu (Krotovs, Maļecka, 2003), kas ir ģenētiski noteikta (Simmonds, 1996), apgrūtina vai pat dara neiespējamu iegūt augstražīgu šķirni ar paaugstinātu (>140 g kg^{-1}) kopproteīna saturu graudos.

Dažādos pētījumos konstatēts, ka augsta lizīna genotipiem ir salīdzinoši augstāka lizīna proporcija proteīnā nekā tas ir parastajiem genotipiem (Gabert, Brunsgaard, Eggum, 1995; Jood, Singh, 2001; Jorgensen, Gabert, Fernandez, 1998; Rhodes, Jenkins, 1975). V. Gaberta u.c. (1995) pētījumā augsta lizīna šķirnei 'Lysimax' lizīna saturs proteīnā bija ievērojami augstāks (4.6 g 100 g proteīna), salīdzinot ar parasto šķirni 'Sultan' (3.3 g 100 g proteīna), kur kopproteīna saturs šķirnēm bija attiecīgi 126 un 131 g kg^{-1} (Gabert, Brunsgaard, Eggum, 1995). Minētais augsta lizīna genotips 'Lysimax' arī mūsu pētījumā vidēji divos gados parādīja salīdzinoši augstāku lizīna saturu sausnā (3.90 g kg^{-1}) nekā tas bija pārējām šķirnēm no 1. grupas ('Ansis', 'Druvis'). Tas līdz ar to nodrošināja arī augstāko lizīna proporciju proteīnā – 3.50 g 100 g proteīna, salīdzinot ar pārējiem analizētajiem genotipiem, kas no proteīna kvalitātes viedokļa apstiprina šī genotipa priekšrocības (3.4. tab.; 12. pielik.). Lizīna un arī citu aminoskābju sastāvu genotipiem ar atšķirīgu kopproteīna saturu graudos analizēs rezultātu 3.4. nodaļā, jo proteīna barības vērtību, no lopbarības kvalitātes viedokļa, raksturo ne tikai neaizvietojamo aminoskābju, bet arī aizvietojamo aminoskābju proporcija proteīnā (Lange et al., 2006).

Necietes polisaharīdiem, tai skaitā **β-glikāniem,** ir svarīga nozīme saistībā ar miežu graudu uzturvērtību, ja graudus izmanto lopbarībā (Engstrom et al., 1992). No vispārējā veselības viedokļa, tāpat kā visiem zīdītājiem, arī mājdzīvniekiem β-glikāni pozitīvi ietekmē imūnsistēmu un tiem piemīt holesterīna līmeni pazeminošs efekts (Newman, Newman, 1992b). Trūcīga informācija atrodama par vēlamo β-glikānu saturu miežu graudu endospermā dažādiem miežu izmantošanas virzieniem. G. Foksa (Fox) u.c. (2003) informatīvajā rakstā minēts, ka β-glikānu saturs graudos alus ražošanai piemērotiem miežiem vēlams robežās no 30 līdz 40 g kg^{-1}, bet lopbarības virzienam – virs 50 g kg^{-1}, ar piebildi, ka mājputniem tas nedrīkst pārsniegt 60 g kg^{-1}, nenorādot vēlamās vērtības atsevišķi liellopiem un cūkām. Pētījumi apliecina, ka β-glikāni negatīvi ietekmē barības vielu sagremojamību gan mājputniem (Classen, 1996; Wang et al., 1992), gan cūkām, īpaši sivēniem (Beames et al., 1996). Lopbarības miežu graudiem, izmantojot tos cūku un mājputnu ēdināšanā, līdzīgi alus miežiem, vēlamāks zemāks β-glikānu saturs graudos. Tāpēc mūsu pētījumā neatgremotājiem piemērota vēlamā šīs pazīmes vērtība, kas atbilst alus miežu kritērijiem (<40 g kg^{-1}). Savukārt

atgremotājiem mājdzīvniekiem miežu β-glikāni ir labi sagremojami un novērota pat pozitīva ietekme uz veselību un pārējo barības vielu izmantošanas efektivitāti (Engstrom, Mathison, Goonewardene, 1992). Turklāt, izbarojot miežu graudus ar cietu endospermu, paaugstinās β-glikānu uzsūkšanās liellopu kuņģī (Engstroms, Mathison, Goonewardene, 1992). Tāpēc atgremotājiem augstvērtīgāka ir šķirne ar paaugstinātu β-glikānu saturu graudos.

Divkanšu miežu genotipiem β-glikānu saturs graudos vidēji trīs gados bija 38.6 g kg^{-1} (*min* vērtība 34.1 g kg^{-1} šķirnei 'Justina' , *max* vērtība 43.9 g kg^{-1} šķirnei 'Primus II'), bet daudzkanšu miežu genotipiem tas variēja no 36.2 g kg^{-1} līdz 46.6 g kg^{-1} (3.3. tab.; 14. pielik.). Ar t-testu vidējo salīdzināšanai iegūtie rezultāti apstiprināja, ka vidēji trīs gados daudzkanšu miežiem β-glikānu saturs bija būtiski augstāks ($p<0.05$) nekā divkanšu miežiem (3.3. tab.; 20. pielik.). Kailgraudu miežu genotipiem vidēji trīs gados konstatēja būtiski augstāku vidējo β-glikānu saturu nekā plēkšņainajiem miežu genotipiem – attiecīgi 50.4 g kg^{-1} un 38.7 g kg^{-1} ($p<0.0001$) (20. pielik.). Šie rezultāti atbilst arī citos pētījumos iegūtajiem rezultātiem (Bhatty, 1999). Kailgraudu miežiem konstatēja salīdzinoši augstu mainību pēc β-glikānu satura graudos, kur pazīmes *min* vērtība bija 37.0 g kg^{-1} šķirnei 'Gainer', bet *max* pazīmes vērtība - 66.5 g kg^{-1} šķirnei 'CD Candle' (3.3. tab.; 14. pielik.), kas norāda, ka iespējams selekcionēt arī kailgraudu miežu šķirni ar pazeminātu β-glikānu saturu graudos, kas vairāk atbilst izmantošanai lopbarībā neatgremotājiem mājdzīvniekiem. Visaugstāko β-glikānu saturu novēroja kailgraudu miežu genotipiem ar vaskveida endospermu - 'Sumire Mochi', 'Wanubet' (Japāna) un 'CD Candle '(ASV) (attiecīgi 60.7, 58.5 un 66.5 g kg^{-1}) (3.3. tab.), kas apstiprina, ka genotipi ar zemas amilozes cieti, ir mazāk piemēroti izmantošanai lopbarībā, īpaši putniem (Bergh, Razdan, Aman, 1999). Arī citos pētījumos miežu genotipiem ar vaskveida endospermu bija paaugstināts β-glikānu saturs graudos (Oscarsson et al., 1996; Oscarsson et al., 1997). No lopbarības graudu kvalitātes viedokļa, turpmāk svarīga ir ne tikai kopējā β-glikānu satura, bet arī β-glikānu šķīstošās frakcijas izpēte graudos, kas ir galvenais iemesls paaugstinātai viskozitātei atgremotāju mājdzīvnieku zarnu traktā (Svihus et al., 2000; Zheng et al., 2000).

Koptauku saturs miežu graudos parasti ir zemāks salīdzinot ar auzām (Barneveld, 1999). Lielākā daļa koptauku ir miežu graudos endospermā (Shewry, Morell, 2001). Tauki mājdzīvniekiem ir nozīmīgs enerģijas avots (Newman, Newman, 1992a) un svarīgs dzīvnieka ķermeņa termoregulators (Osītis, 1987). Miežu graudi ar paaugstinātu tauku saturu atvieglo to malšanas procesu (Newman, Newman, 1992a). Tāpēc augstvērtīgai lopbarības miežu šķirnei svarīgs pēc iespējas augstāks koptauku saturs graudos. Arī R. Welchs (1978) uzskata, ka taukiem ir liela nozīme miežu barības vērtības uzlabošanā un to satura paaugstināšanu graudos var panākt selekcijas ceļā.

Koptauku saturs vidēji trijos gados divkanšu un daudzkanšu plēkšņainajiem miežu genotipiem bija attiecīgi 23.2 un 22.8 g kg^{-1} un šī starpība nebija būtiska (3.3. tab.; 15., 20. pielik.). Divkanšu miežiem šīs pazīmes vērtība variēja no 19.7 līdz 29.4 g kg^{-1}, bet daudzkanšu miežu genotipiem no 20.1 līdz 24.3 g kg^{-1} (3.3. tab.). Koptauku saturs kailgraudu miežu graudos variēja no 21.2 līdz 30.7 g kg^{-1} ar vidējo vērtību 25.4 g kg^{-1}, kas bija būtiski augstāka nekā plēkšņainajiem miežiem ($p<0.01$) (20. pielik.). Koptauku saturs vidēji trīs gados miežu šķirnēm ar vaskveida endospermu 'Merlin', 'Wanubet' un 'CD Candle' bija ievērojami augstāks (27.1-28.3 g kg^{-1}) nekā kailgraudu un plēkšņainajiem miežiem ar normālu endospermu (3.3. tab.; 15. pielik.). Arī citos pētījumos īpaši augsts koptauku saturs (>60 g kg^{-1}) konstatēts miežu genotipam ar vaskveida endospermu (Andersson et al., 1999a), paaugstināta šīs pazīmes vērtība (34-41 g kg^{-1}) novērota augsta lizīna genotipiem (Welch, 1978), kas norāda uz

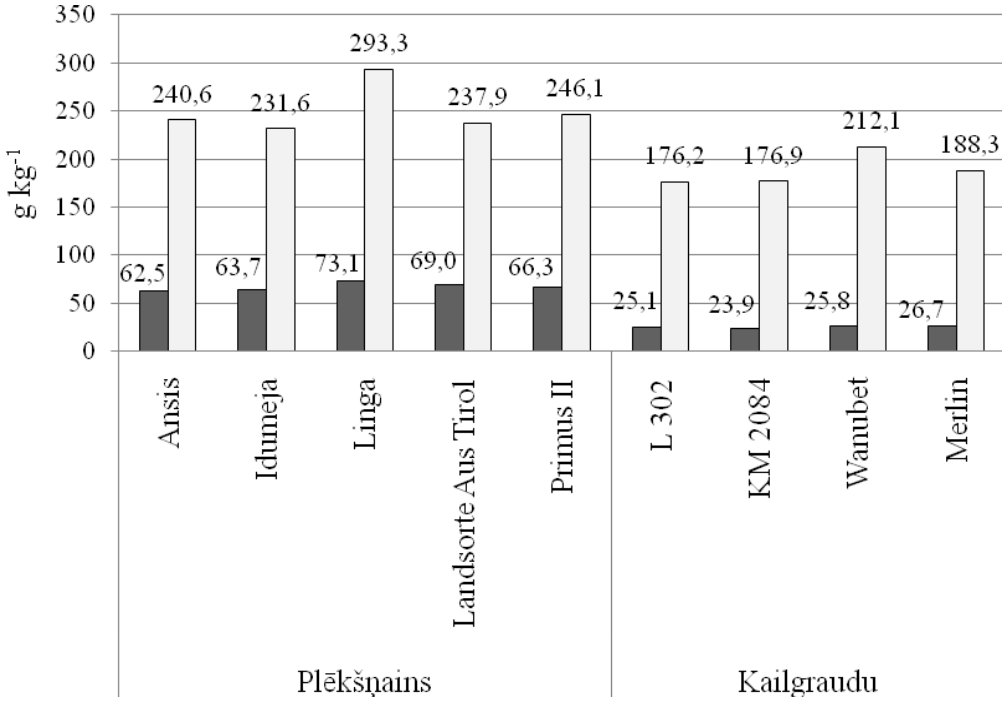
eksistējošu ģenētisko daudzveidību pēc koptauku satura graudos un līdz ar to iespējām selekcijas ceļā paaugstināt šīs pazīmes vērtību. Atbilstoši R. Welcha (1978) iegūtajiem rezultātiem, koptauku saturs graudos bija būtiski augstāks divkanšu miežiem, salīdzinot ar daudzkanšu miežiem. Zviedrijā plašāk audzētajām miežu šķirnēm koptauku saturs graudos bija robežās no 27 līdz 33 g kg^{-1} (Aman, Hesselman, Tilly, 1985), augstražīgākajām Eiropā selekcionētajām miežu šķirnēm – no 22 līdz 28 g kg^{-1}, bet savvaļas formām – no 21 līdz 27 g kg^{-1} (Welch, 1978), kas norāda, ka selekcijas ceļā augstražīgu šķirņu veidošana gadu gaitā nav ietekmējusi koptauku saturu graudos.

Mieži satur struktūras ogļhidrātus jeb **kokšķiedru**, kuru kopējo daudzumu galvenokārt ietekmē plēkšņu klātbūtne vai to trūkums. Paaugstināto kokšķiedras saturu lopbarības miežu graudos parasti min kā vienu no galvenajiem limitējošiem faktoriem, ja miežus izmanto neatgremotāju mājdzīvnieku ēdināšanā (Bhatty, Christison, 1975; Kaiser et al., 2004; Beames et al., 1996). Jo miežu šķirnei zemāks kokšķiedras saturs, jo augstāka sagremojamā enerģija, izbarojot tos cūkām (Bach-Knudsen, Aman, Eggum, 1987) un putniem (Campbell et al., 1989). Savukārt atgremotājiem mājdzīvniekiem miežu straujā sagremojamība var izraisīt gremošanas problēmas, tāpēc, lai mieži izmantotos efektīvāk, barībai jāsatur pietiekošā daudzumā kokšķiedra (Grant, 1994). Neliels kokšķiedras saturs barības devā ir svarīgs arī neatgremotājiem mājdzīvniekiem, jo nodrošina barības pārvietošanos zarnu traktā un sekmē toksisko vielu izvadīšanu (Newman, Newman, 1992a).

Rezultāti liecina, ka kokšķiedras satura atšķirības starp divkanšu plēkšņainajiem miežu genotipiem ir samērā lielas – no 34.9 g kg^{-1} šķirnei 'Grimmet' līdz 53.1 g kg^{-1} šķirnei 'Landsorte aus Tirol' (3.3. tab.; 16. pielik.). Vidējais kokšķiedras saturs daudzkanšu miežiem (53.5 g kg^{-1}) bija būtiski augstāks nekā divkanšu miežiem (46.5 g kg^{-1}) ($p<0.01$) (20. pielik.). Līdzīgus rezultātus ieguvis arī D. Kongs u.c. (1995), analizējot Kanādā selekcionētās šķirnes. Kailgraudu miežiem kokšķiedras saturs bija divas reizes mazāks nekā plēkšņainajiem miežiem: attiecīgi 23.8 un 46.5 g kg^{-1}, šī atšķirība bija statistiski būtiska ($p<0.001$) (20. pielik.). Zemāko kokšķiedras saturu graudos konstatēja kailgraudu miežu genotipiem ar vaskveida endospermu 'Wanubet', 'CD Candle' (attiecīgi 17.4 un 17.3 g kg^{-1}) (3.3. tab.). Tāpēc kailgraudu miežus raksturo kā augstvērtīgāku lopbarību cūku ēdināšanā nekā plēkšņainos miežus (Bhatty, 1999; Newman, Newman, 1992a).

Kokšķiedras satura raksturošanai lopbarībā bieži izmanto divus rādītājus - **skābi skaloto kokšķiedru, SSK (ADF)** un **neitrāli skaloto kokšķiedru, NSK (NDF)** (Osītis, 1998). NSK un SSK parasti uzrāda barības līdzekļu ķīmiskā sastāva tabulās kokšķiedras raksturošanai, tos iekļauj regresijas vienādojumos, lai teorētiski noteiktu sagremojamās enerģijas saturu graudos (Noblet, Perez, 1993; Fairbairn et al., 1999; Zhang, Campbell, Stothers, 1994; Ziljstra et al., 2000), ka arī izmanto selekcijas materiāla lopbarības kvalitātes novērtēšanā (Belicka, 2000; Bowman et al., 1997; Newman, Newman, 1992a). SSK saturs graudos ir negatīvi ietekmējis sagremojamās enerģijas saturu liellopiem (Bowman et al., 2001), cūkām (Beames et al., 1996; Fairbairn, Patience, Classen et al., 1999) un putniem (Molina-Cano, Francesch, Perez-Vendrell, 1997). Vairākos pētījumos SSK un NSK saturs negatīvi korelēja ar cietes saturu graudos (Aman, Hesselman, Tilly, 1985; Fregeau-Reida et al., 2001). Tāpēc zems SSK un NSK saturs miežu graudos ir saistāms ar augstāku lopbarības graudu kvalitāti. Pētījumā SSK un NSK salīdzinājumu veica pieciem divkanšu plēkšņainajiem un četriem kailgraudu miežu genotipiem (skat 3.3. att.; 17. pielik.). SSK saturs plēkšņaino miežu (66.9 g kg^{-1}) genotipiem bija būtiski ($p<0.001$) augstāks nekā kailgraudu genotipiem (25.4 g kg^{-1}) (20. pielik.). NSK saturs graudos variēja no 176 g kg^{-1} kailgraudu genotipam 'L-302' līdz 293.3 g kg^{-1} plēkšņainajai šķirnei 'Linga',

kur kailgraudu miežiem tas bija būtiski zemāks ($p<0.05$) nekā plēkšņainajiem miežiem (skat. 3.3. att., 20. pielik). Tas apliecina kailgraudu miežu priekšrocības mājdzīvnieku ēdināšanā salīdzinot ar plēkšņainajiem miežiem, jo tie var nodrošināt mājdzīvniekus ar augstāku sagremojamās enerģijas saturu graudos.



3.3. att. **SSK un NSK saturs plēkšņainajiem un kailgraudu miežu genotipiem, vidēji 2004.-2005. g.**

SSK (skābi skalota kokšķiedra); NSK (neitrāli skalota kokšķiedra)

Pēc graudu paraugā esošo organisko savienojumu sadalīšanas augstā temperatūrā pāri paliek **pelni,** kuri sastāv tikai no enerģiju nesaturošiem neorganiskajiem savienojumiem. Koppelnu saturu graudos izmanto, lai raksturotu minerālvielu saturu graudos, kur lielākā to daļa atrodas plēksnēs, aleirona slānī un grauda dīglī, bet pārējā daļa grauda endospermā[24]. Miežu miltos no minerālvielām galvenokārt atrod fosforu un kāliju, bet no mikroelementiem dzelzi un cinku (Bhatty, Christison, 1975). Pēc M. Oscarssona u.c. (1996) iegūtajiem rezultātiem, koppelnu saturs miežu graudos variēja no 13 to 21 g kg^{-1}.

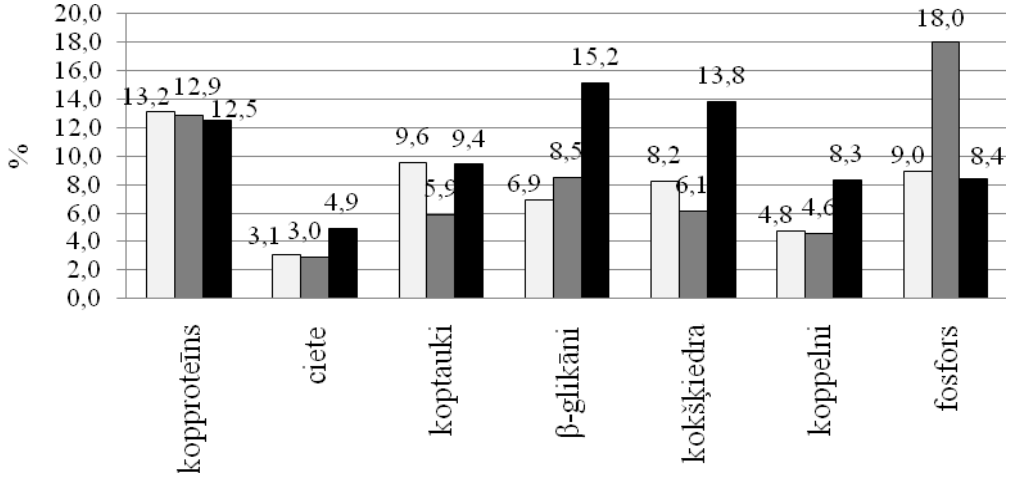
Vidējais koppelnu saturs plēkšņainajiem divkanšu miežiem graudos variēja no 21.0 līdz 25.4 g kg^{-1}, bet daudzkanšu miežu genotipiem - no 22.5 līdz 26.1 g kg^{-1} (3.3. tab.; 18. pielik.). Pētījumā ir konstatētas būtiskas koppelnu satura starpības starp visām miežu formām. Būtiski augstāks ($p<0.01$) koppelnu saturs graudos bija daudzkanšu plēkšņainajiem miežiem (24.4 g kg^{-1}) salīdzinot ar divkanšu plēkšņainajiem miežiem (22.9 g kg^{-1}) (20. pielik.). Kailgraudu miežiem koppelnu saturs bija no 18.8 līdz 23.9 g kg^{-1} (3.3. tab.; 18. pielik.). Kailgraudu miežiem vidējais koppelnu saturs (21.2 g kg^{-1}) bija būtiski zemāks ($p<0.01$) salīdzinot ar plēkšņainajiem miežiem (22.9 g kg^{-1}) (20. pielik.).

No minerālvielām, raksturojot lopbarības miežu kvalitāti, lielāku uzmanību parasti pievērš **fosfora saturam** graudos, jo tam ir liela nozīme mājdzīvnieku skeleta veidošanā un tā papildus pievienošana ļoti sadārdzina barības izmaksas (Newman, Newman,

[24] http://www.theartisan.net/flour_ash_content.htm, [tiešsaiste] [skatīts 2010. gada 10. janv.]

1992a). Fosfora saturs graudos plēkšņainajiem divkanšu miežiem variēja no 3.2 līdz 4.7 g kg^{-1}, daudzkanšu miežiem – no 3.7 līdz 5.4 g kg^{-1}, bet kailgraudu miežu genotipiem no 4.1 līdz 5.2 g kg^{-1} (3.3. tab.; 19. pielik.). Fosfora saturs graudos vidēji trijos gados divkanšu plēkšņainajiem miežiem (3.9 g kg^{-1}) bija būtiski zemāks ($p<0.001$) salīdzinot ar daudzkanšu plēkšņainajiem miežiem un divkanšu kailgraudu miežiem (abiem vidēji 4.7 g kg^{-1}) (20. pielik.). Miežu graudos apmēram divas trešdaļas kopējā graudos esošā fosfora ir fitātu formā, kuru pilnībā spēj izmantot atgremotājdzīvnieki, bet kas nav izmantojama neatgremotājiem (Evers, Blakeney, Brien, 1999; Raboy et al., 2000), jo to gremošanas traktā nav fitātus hidrolizējošā enzīma fitāzes. Tāpēc augstvērtīgai, neatgremotājiem mājdzīvniekiem izmantojamai lopbarības miežu šķirnei jābūt ar paaugstinātu organiskā fosfora saturu graudos, ko iespējams uzlabot selekcijas ceļā, veidojot šķirnes ar pazeminātu fitātu saturu graudos (Rossnagel, 2000; Rossnagel et al., 2005). Šī pētījuma ietvaros nenoteica fitātu saturu graudos, tomēr, pamatojoties uz rezultātiem nobarošanas pētījumos, kur izmantoti genotipi ar zemu fitātu saturu, augstvērtīgu lopbarības miežu iegūšanai cūkām un putniem selekcijas materiāls būtu jānovērtē pēc fitātu satura graudos.

Genotipiskā mainība pēc kopproteīna satura graudos bija līdzīga un salīdzinoši augsta visām pētītajām miežu formām (V%=12.5-13.2) (skat. 3.4. att.; 3.3. tab.). Augstāko mainību konstatēja daudzkanšu miežu genotipiem pēc fosfora satura graudos (V%=18.0), divkanšu plēkšņainajiem un kailgraudu genotipiem pēc koptauku satura graudos (V%= 9.6 un 9.4). Pazīmju mainība, salīdzinot ar citām miežu formām, pēc visiem novērtētajiem rādītājiem galvenokārt bija augstāka kailgraudu miežu genotipiem. Īpaši daudzveidīgs materiāls kailgraudu miežiem bija pēc β-glikānu satura (V%=15.2) un kokšķiedras satura graudos (V%=13.8).



3.4. att. **Miežu graudu ķīmisko kvalitātes rādītāju variācijas koeficienti (%) dažādu miežu formu genotipiem, vidēji 2004.-2006.g.**

□ divkanšu, plēkšņains; ■ daudzkanšu, plēkšņains; ■ divkanšu, kailgraudu.

Izvērtējot dažādu miežu formu ķīmiskos graudu kvalitātes rādītājus, kopumā var secināt, ka

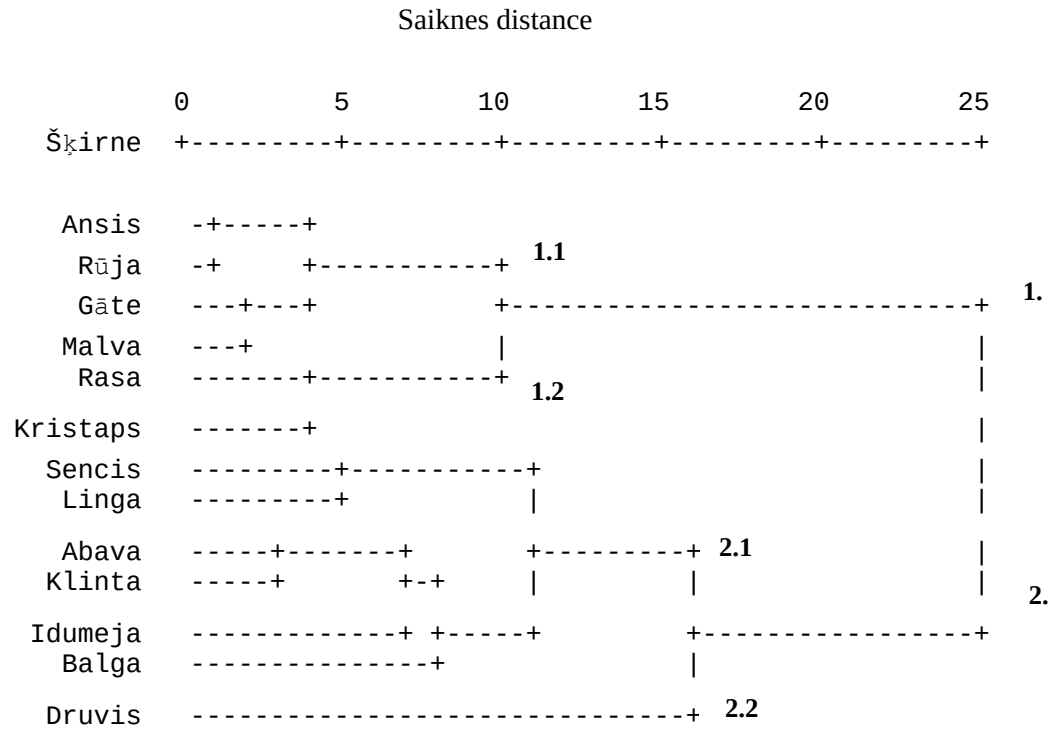
- divkanšu miežiem, salīdzinot ar daudzkanšu miežiem, bija būtiski augstāks cietes saturs, un būtiski zemāks β-glikānu, kokšķiedras, pelnu un fosfora saturs graudos, kas liecina, ka divkanšu mieži pēc ķīmiskā sastāva raksturojas ar augstāku lopbarības kvalitāti nekā daudzkanšu mieži;
- kailgraudu miežiem, salīdzinot ar plēkšņainajiem miežiem, bija būtiski augstāks cietes saturs, β-glikānu saturs, koptauku, kokšķiedras un fosfora saturs graudos.

Genotipiem ar vaskveida endospermu raksturojas ar paaugstinātu koptauku saturu graudos;

- pieaugot kopproteīna saturam graudos, samazinās lizīna proporcija proteīnā. Miežu graudiem ar vidēju kopproteīna saturu graudos (120-140 g kg^{-1}), bija tāds lizīna saturs sausnā un proporcija proteīnā, kas vislabāk apmierina gan neatgremotāju, gan atgremotāju mājdzīvnieku prasības.

3.1.3. Latvijā selekcionēto miežu šķirņu novērtējums pēc to atbilstības augstvērtīgas lopbarības ieguvei

Pētījumā salīdzināja 13 Latvijā selekcionētās šķirnes pēc graudu fizikālajiem un ķīmiskajiem kvalitātes rādītājiem, un izvērtēja šo šķirņu augstvērtīgumu no lopbarības kvalitātes viedokļa. Klasteru analīzē**,** pamatojoties uz minimālu dispersiju grupu iekšpusē (Бууль, Цёфель, 2002), šķirnes pēc 11 analizētajiem graudu fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem sadalījās divās grupās (ar saiknes distanci 25) (skat. 3.5. att.).



3.5. att. **Latvijā selekcionēto šķirņu sadalījums grupās pēc graudu fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem, vidēji 2004.-2006.g.**

Pirmā grupa apvienoja 6 šķirnes (‘Ansis’, ‘Rūja’, ‘Gāte’, ‘Malva’, ‘Rasa’, ‘Kristaps’), kurām bija būtiski augstāks vidējais cietes saturs (635.0 g kg^{-1}) un būtiski zemāks ($p<0.05$) vidējais kopproteīna saturs graudos (119.6 g kg^{-1}), salīdzinot ar 7 šķirnēm, kas apvienotas 2. grupā (‘Sencis’, ‘Linga’, ‘Abava’, ‘Klinta’, ‘Idumeja’, ‘Balga’, ‘Druvis’) (vidējais cietes un kopproteīna saturs attiecīgi 615.9 un 128.6 g kg^{-1}). Rezultāti liecina, ka 1. grupas šķirnes raksturojas ar paaugstinātu enerģētisko vērtību, īpaši izceļot šķirnes ‘Ansis’, ‘Rūja’ un ‘Rasa’, kurām bija salīdzinoši augstāks koptauku saturs graudos (24.1-24.6 g kg^{-1}). Salīdzinot grupu vidējos pēc pārējiem graudu kvalitātes rādītājiem konstatēts, ka pirmās grupas šķirnēm ir būtiski zemāks β-glikānu un kokšķiedras saturs graudos, kas no lopbarības kvalitātes

viedokļa, kā jau minēja iepriekš, ir īpaši svarīgi neatgremotājiem mājdzīvniekiem (cūkām un putniem). Šķirnēm 'Ansis', 'Rūja', 'Gāte' un 'Malva' (klasteru analīzē 1.1 apakšgrupa ar saiknes distanci 10) (skat. 3.4. att.) raksturīga salīdzinoši zemāka plēkšņainība (8.0-9.1%) un relatīvais cietības indekss (63.7-68.6), kas svarīgi ir neatgremotājiem mājdzīvniekiem (3.5. tab.).

3.5. tabula

Latvijā selekcionēto miežu šķirņu raksturojums pēc graudu fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem, vidēji 2004.-2006.g.

Šķirne	Kvalitātes rādītāji[1]										
	C	PR	BG	KT	KŠ	KP	P	PL	TGM	TM	RCI
1. grupa[2]											
Ansis	634.7	115.7	36.7	**24.6**	45.0	21.6	3.8	9.1	46.4	680.8	67.8
Rūja	627.2	119.7	37.2	**24.1**	44.8	22.0	3.9	8.3	**50.0**	686.3	66.5
Gāte	**641.7**	120.0	37.6	23.7	43.1	22.2	**4.1**	8.0	45.2	702.5	68.6
Malva	632.5	121.9	35.0	22.1	45.2	21.7	3.9	8.7	44.2	699.5	63.7
Rasa	632.6	124.4	37.9	**24.1**	43.5	22.2	3.5	9.4	43.9	683.0	73.9
Kristaps	635.2	115.9	37.3	20.2	45.7	22.8	3.7	9.4	44.7	670.0	79.2
Vidēji[3]	635.0^{a}	119.6^{b}	37.0^{b}	23.1^{a}	44.6^{b}	22.1^{b}	3.8^{a}	8.8^{a}	45.7^{a}	687.0^{a}	70.0^{a}
2. grupa											
Sencis	612.0	130.5	36.3	22.6	47.6	22.8	4.0	**10.6**	46.5	701.3	47.1
Linga	612.1	129.8	38.7	22.6	**51.5**	**24.1**	4.0	**10.6**	43.0	683.0	66.7
Abava	619.9	128.7	40.3	23.3	46.2	22.6	3.8	8.2	48.9	701.0	70.7
Klinta	614.6	**136.7**	40.4	21.5	45.8	21.8	4.0	8.2	**50.0**	**707.7**	59.9
Idumeja	612.9	132.7	41.5	22.5	46.9	23.3	3.9	8.9	49.4	648.7	61.3
Balga	618.9	123.2	41.2	20.1	49.3	23.1	**4.1**	8.1	42.7	687.5	72.1
Druvis	621.0	118.8	**45.0**	20.1	**55.8**	22.6	3.7	10.3	42.5	651.0	**80.4**
Vidēji	615.9^{b}	128.6^{a}	40.5^{a}	21.8^{a}	49.0^{a}	22.9^{a}	3.9^{a}	9.3^{a}	46.1^{a}	682.9^{a}	65.5^{a}

[1] C - ciete, g kg^{-1}; PR – kopproteīns, g kg^{-1}; BG - β-glikāni, g kg^{-1}; KT - koptauki, g kg^{-1}; P – fosfors, g kg^{-1}; PL – plēkšņainība, %); TGM - 1000 graudu masa, g; TM - tilpummasa, g L^{-1}; RCI-relatīvais cietības indekss; [2] ar uzbiezinājumu atzīmētas pazīmju *max* vērtības šķirņu salīdzinājumā; [3] vidējie rādītāji katrā salīdzinājumā starp grupām ar dažādiem burtiem augšrakstā, ir būtiski atšķirīgi $p<0.05$ līmenī.

Šķirnes 'Rasa' un 'Kristaps' (klasteru analīzē 1.2 apakšgrupa) pēc kokšķiedras (abām 9.4%) un relatīvā cietības indeksa (70-79.2) vairāk ir piemērotas izmantošanai atgremotājiem mājdzīvniekiem. Vienīgā pētījumā iekļautā Latvijā selekcionētā daudzkanšu miežu šķirne 'Druvis' klasteru analīzē pēc graudu fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem tika atdalīta atsevišķi (2.2. apakšgrupa ar saiknes distanci 15) no pārējām 2. grupā apvienotajām divkanšu miežu šķirnēm (2.1. apakšgrupa) (skat. 3.5. att.). Šajā šķirņu salīdzinājumā 'Druvis' raksturojās ar maksimālo pazīmes vērtību pēc β-glikānu satura (45.0 g kg^{-1}), kokšķiedras satura (55.8 g kg^{-1}) un relatīvā cietības indeksa (80.4), un ar minimālo pazīmes vērtību pēc koptauku satura (20.1 g kg^{-1}), 1000 graudu masas (42.5 g) un tilpummasas (651.0 g kg^{-1}) (3.5. tab.), kas liecina par šīs šķirnes salīdzinoši zemo graudu lopbarības kvalitāti.

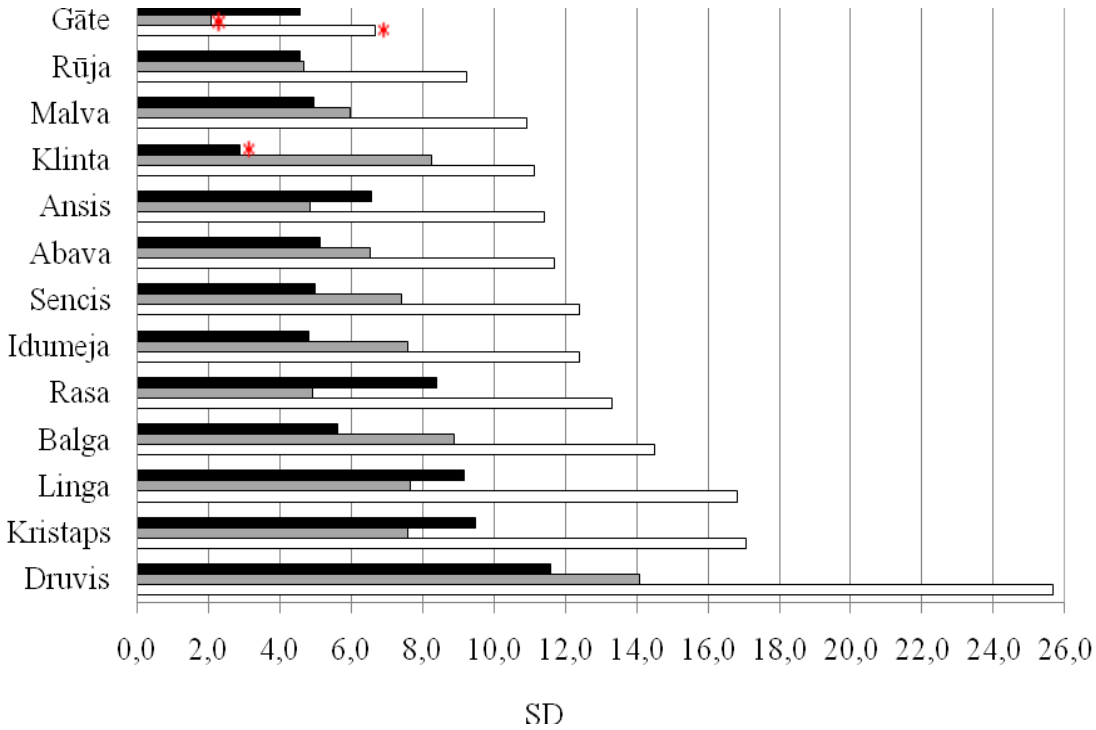
P. Amana u.c. (1985) pētījumā Zviedrijā selekcionēto vasaras miežu šķirņu kopproteīna saturs plēkšņainajiem divkanšu genotipiem variēja no 86 līdz 134 g kg^{-1}, daudzkanšu genotipiem – no 89 līdz 140 g kg^{-1}, savukārt cietes saturs no 559 līdz 666 g kg^{-1} un no 529-641 g kg^{-1}, kur arī konstatēta apgriezti proporcionāla sakarība starp šiem abiem rādītājiem. Latvijā selekcionētajām miežu šķirnēm šo abu rādītāju attiecība graudu endospermā kopumā atbilst Ziemeļu reģionā audzēto vasaras miežu līmenim. Tas arī norāda, ka kopproteīna saturs graudos no 120 līdz 140 g kg^{-1} mūsu

platuma grādos varētu būt optimālais un reāli sasniedzamais līmenis lopbarības miežiem, lai varētu vienlaicīgi nodrošināt ražošanas apstākļiem atbilstošu ražības potenciālu. Kopumā pētījumā analizētajām Latvijā izveidotām miežu šķirnēm raksturīgs zemāks β-glikānu saturs (arī Ziemeļu reģiona klimatiskajiem apstākļiem atbilstošs), salīdzinot ar pētījumā iekļautajiem genotipiem no citām izcelsmes valstīm (3.3. att.). Alus miežiem ieteicams pazemināts β-glikānu saturs (30-40 g kg^{-1}) (Fox, Panozzo, Li et al., 2003). β-glikānu saturs miežu šķirnēm 'Malva', 'Sencis', Ansis', Rūja' un 'Kristaps' nepārsniedza 40 g kg^{-1} nevienā no pētījuma gadiem (14. pielik.). Visas Latvijā izveidotās miežu šķirnes pēc β-glikānu satura graudos atbilst lopbarības prasībām neatgremotājiem mājdzīvniekiem un varētu būt izmantojamas kā izejmateriāls lopbarības miežu šķirņu veidošanā. Plēkšņaino miežu šķirņu veidošana ar paaugstinātu β-glikānu saturu graudos varētu būt viens no virzieniem atgremotājiem piemērotu lopbarības šķirņu selekcijā. Vidējais koptauku saturs divkanšu un daudzkanšu miežu šķirnēm Zviedrijā ir bijis attiecīgi 30 un 33 g kg^{-1} (Aman, Hesselman, Tilly, 1985), kas norāda, ka vēl pastāv potenciālas iespējas šī rādītāja paaugstināšanai arī Latvijas miežu selekcijas programmā veidotām lopbarības miežu šķirnēm.

Izmantojot S. Martinova (Мартинов, 1987) piedāvāto selekcijas materiāla daudzkritēriju izlasi jeb integrālā novērtējuma metodi, Latvijā selekcionētās šķirnes analizēja pēc graudu kvalitāti raksturojošām fizikālajām un ķīmiskajām pazīmēm vienlaicīgi, tas ir, noteica tās šķirnes, kuras raksturojās ar zemāko šķirņu raksturojošo pazīmju normēto noviržu summu no vēlamās vērtības izmantošanai neatgremotājiem un atgremotājiem mājdzīvniekiem. Analizētās šķirnes saranžēja pēc integrālā novērtējuma vērtībām pēc 4 fizikālajām un 7 ķīmiskajām pazīmēm, kā arī pēc šo pazīmju grupu integrālā novērtējuma vērtību summas (skat. 3.6. un 3.7. att.; 21., 22., 23. pielik.).

Kvalitatīvas lopbarības prasībām izmantošanai neatgremotājiem mājdzīvniekiem pēc graudu fizikālajiem rādītājiem visvairāk atbilst šķirne 'Klinta' ($SD=2.9 \leq SD_{vid}\text{-}s=3.8$) (skat. 3.6. att.; 21., 22. pielik.). Šķirne 'Klinta' raksturojas ar pazeminātu plēkšņu saturu (8.2%) paaugstinātu 1000 graudu masu un tilpummasa (attiecīgi 50.0 g un 707.0 g L^{-1}), un vidēji cietiem graudiem (RCI=59.9) (3.5. tab.). Labus rezultātus ($SD \leq SD_{vid}$) pēc fizikālajām pazīmēm, kas vairāk atbilst neatgremotāju mājdzīvnieku prasībām parādīja arī šķirnes 'Malva', 'Rūja' un 'Gāte' (SD=4.6-4.9). Daudzkanšu miežu šķirne 'Druvis', kā arī divkanšu miežu šķirnes 'Kristaps' un 'Linga' pēc analizētajiem fizikālajiem rādītājiem saņēma zemāko novērtējumu (SD=9.2-11.6), jo raksturojās ar paaugstinātu plēkšņu saturu graudos (9.4-10.6%), pazeminātu 1000 graudu masu (42.5-44.7 g) un paaugstinātu relatīvās cietības indeksu, kas atbilst cietiem graudiem (RCI=66.7-80.2).

Augstāko novērtējumu pēc graudu ķīmiskā sastāva izmantošanai neatgremotājiem saņēma šķirne 'Gāte' ($SD=2.1 \leq SD_{vid}\text{-}s=4.1$) (skat. 3.6. att.; 21., 22. pielik.). Šķirnei 'Gāte', Latvijā selekcionēto šķirņu salīdzinājumā, vidēji trīs gados konstatēts augstākais cietes saturs graudos (641.7 g kg^{-1}) un fosfora saturs (4.0 g kg^{-1}), zemākais kokšņiedras saturs graudos (43.1 g kg^{-1}), tai raksturīgs paaugstināts koptauku saturs graudos (23.7 g kg-1), vidējs kopproteīna saturs graudos (120 g kg^{-1}). Sasummējot abu pazīmju grupu (fizikālo un ķīmisko) integrālā novērtējuma vērtības, šķirne 'Gāte' pēc graudu kvalitātes visvairāk atbilda neatgremotāju mājdzīvnieku prasībām ($SD=6.7 \leq SD_{vid}\text{-}s=8.7$) (skat. 3.6. att.; 21., 22. pielik.).



3.6. att. **Latvijā selekcionēto vasaras miežu šķirņu integrālais novērtējums pēc to piemērotības izmantošanai neatgremotājiem mājdzīvniekiem.**

■ SD graudu fizikālajiem rādītājiem (SD_{vid}-s=3.8); ▩ SD graudu ķīmiskajiem rādītājiem (SD_{vid}-s=4.1); □ SD summa graudu fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem (SD_{vid}-s=8.7); * $SD \leq SD_{vid}$-s;

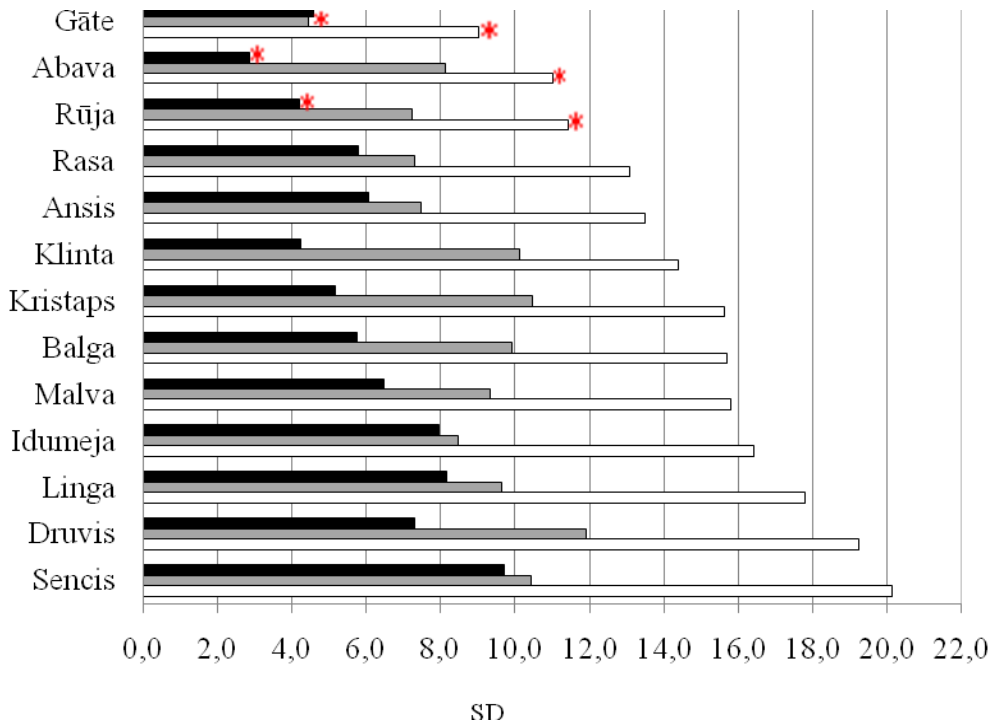
Kvalitatīvas lopbarības prasībām izmantošanai atgremotājiem mājdzīvniekiem pēc graudu fizikālajiem rādītājiem labākos rezultātus parādīja šķirnes ‘Abava’ un ‘Rūja’ ($SD=2.9\text{-}4.1 \leq SD_{vid}\text{-s}=4.1$) (skat. 3.7. att.; 21., 23. pielik.), kurām vidēji trīs gados salīdzinot ar citām Latvijas izcelsmes šķirnēm, bija pazemināts plēkšņu īpatsvars (8.2-8.3%), paaugstināta 1000 graudu masa (48.9-50.0 g), tilpummasa (686.3-701.0 g L^{-1}), tās raksturojas ar cietu graudu endospermu (66.5-70.7) (3.5. tab.; 21., 23. pielik.).

Tā kā graudu kvalitāti raksturojošie rādītāji, kas visvairāk nosaka graudu enerģētisko vērtību (cietes un koptauku saturs), ir svarīgi abām mājdzīvnieku grupām, tad šķirne ‘Gāte’ parādīja pārliecinoši labākos rezultātus pēc graudu ķīmiskā sastāva atbilstības arī atgremotājiem mājdzīvniekiem ($SD=4.5 \leq SD_{vid}\text{-s}=6.9$) (skat. 3.7. att.; 21., 23. pielik.). Graudu ķīmiskais sastāvs atgremotājiem mājdzīvniekiem vairāk atbilstošs arī šķirnēm ‘Rūja’, ‘Rasa’, ‘Ansis’, ‘Abava’ un ‘Idumeja’ ($SD=7.2\text{-}8.5 < SD_{vid}=8.8$) (skat. 3.7. att., 21., 23. pielik.).

Kā liecina rezultāti, tad atgremotājiem mājdzīvniekiem piemērotākās ir miežu šķirnes ‘Gāte’, ‘Abava’ un ‘Rūja’, uz ko norāda zemākā integrālā novērtējuma vērtība pēc graudu fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem ($SD=9.0\text{-}11.4 \leq SD_{vid}\text{-s}=11.6$) (skat. 3.7. att.; 21., 23. pielik.).

Kopumā šķirne ‘Gāte’, no pētījumā iekļautajām Latvijā selekcionētajām šķirnēm, pēc graudu fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem nodrošinājusi zemāko normēto noviržu summu no vēlamo graudu fizikālo un ķīmisko rādītāju vērtībām abām mājdzīvnieku grupām. Ja relatīvo cietības indeksu pieņem kā galveno izlases kritēriju, tad tā vairāk piemērota atgremotāju mājdzīvnieku prasībām, jo atbilst genotipiem ar cietu endospermu (RCI=67>60). Integrālā novērtējuma metode ir ērti pielietojama selekcijas praksē dažādu formu genotipu novērtēšanā un selekcijas materiāla izlasē, jo

piemērojama atbilstošajam lopbarības miežu graudu izmantošanas virzienam (liellopiem, cūkām, putniem) un noteiktiem graudu kvalitātes kritērijiem.



3.7. att. **Latvijā selekcionēto vasaras miežu šķirņu integrālais novērtējums pēc to piemērotības izmantošanai atgremotājiem mājdzīvniekiem.**

■ SD graudu fizikālajiem rādītājiem (SD_{vid}-s=4.1); ▩ SD graudu ķīmiskajiem rādītājiem (SD_{vid}-s=6.9); □ SD summa graudu fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem (SD_{vid}-s=11.6); * $SD \leq SD_{vid}$-s;

Dati, kas sniegti 3.1. nodaļā, par miežu graudu svarīgāko komponentu būtiskām atšķirībām starp dažādām miežu formām, kā arī par dažādu graudu kvalitātes rādītāju mainību starp dažādiem miežu genotipiem, izmantojami ne tikai kā vērtīgs izejmateriāls selekcijā, bet arī turpmākai pazīmju savstarpējo sakarību izpētei.

3.2. Hordeīnu daudzveidības izvērtējums vasaras miežu genotipiem ar dažādu kopproteīna saturu graudos

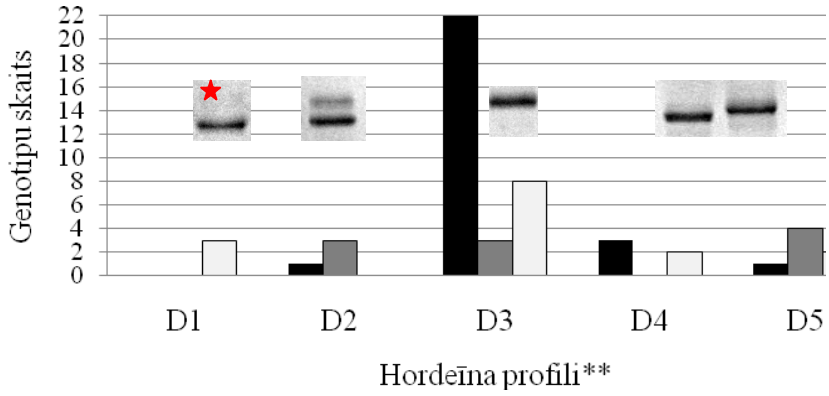
Graudaugu, arī miežu proteīns, ja to izmanto neatgremotāju mājdzīvnieku ēdināšanā, tiek uzskatīts par mazvērtīgu, jo raksturojas ar zemu neaizvietojamo aminoskābju saturu. Miežu endospermā hordeīni veic rezerves proteīnu funkcijas un satur apmēram 30-50% no kopējā graudos esošā slāpekļa (Shewry, Morell, 2001). Hordeīniem, salīdzinot ar citiem proteīniem, ir zems neaizvietojamo aminoskābju - lizīna, metionīna un triptofāna saturs, bet augsts prolīna un glutamīnskābes saturs, kas kopumā tad arī nosaka miežu proteīna zemo kvalitāti (Shewry, Halford, 2002). Atkarībā no hordeīnus veidojošo polipeptīdu molekulmasas, izdala D, C, un B hordeīnus. C hordeīni, salīdzinot ar D un B hordeīniem, raksturojas ar zemu sēra saturu un līdz ar to zemu neaizvietojamo aminoskābju un augstu aizvietojamo aminoskābju, īpaši prolīna un glutamīnskābes, saturu (Shewry, Halford, 2002).

Tā kā miežu genotipiem konstatēts augsts C un B hordeīnu polimorfisms, tad hordeīnu profilu daudzveidību izmanto miežu sugas evolucionārajos pētījumos (Yin, Ma, Ding, 2003), šķirņu identificēšanai un ģenētiskās daudzveidības analizēšanai kolekcijās (Shewry, Pratt, Miflin, 1978). Starp bioķīmiskām metodēm, nātrija dodecilsulfāta (SDS)-poliakrilamīda gēla elektroforēze (SDS-PAGE) ir sistēma, kuru visplašāk izmanto proteīnu sadalīšanai un hordeīna bioķīmisko īpašību pētīšanai, kā arī lai raksturotu selekcijas izejmateriāla ģenētisko struktūru. Hordeīna SDS-PAGE metodi izmantoja, lai raksturotu plēkšņaino miežu genotipus no Lielbritānijas (Shewry, Pratt, Miflin, 1978), Dienvidslāvijas (Radovic, Vapa, 1996), Brazīlijas (Echart-Almeida, Cavali-Molina, 2000), Tibetas (Yin, Ma, Ding, 2003), ASV (Heisel, Peterson, Jones, 1986) un Lietuvas (Leistrumait, Paplauskiene, 2007). Hordeīnu daudzveidību analizēja arī kailgraudu miežu kolekcijai (Atanassov et al., 2001). Šajos pētījumos izdalīja dažādus D, C un B hordeīnu profilus. Pētījumos ir atrastas sakarības starp alus miežu graudu kvalitātes rādītājiem un dažādu hordeīnu frakciju kvantitatīvo saturu kopējā hordeīnā (Howard et al., 1996; Qi, Zhang, Zhou, 2006; Molina-Cano, Voltas, Irta, 1996; Molina-Cano et al., 2000), kā arī ar hordeīna profilu un atsevišķu polipeptīdu joslu klātbūtni (Echart-Almeida, Cavali-Molina, 2000).

Šī nodaļa sniegs rezultātu analīzi, kur 52 dažādas izcelsmes vasaras miežu genotipiem novērtēs hordeīnu profilu daudzveidību, lai noteiktu dažādu D, C un B hordeīna profilu un atsevišķu hordeīna polipeptīdu joslu saistību ar kopproteīna saturu graudos.

Pēc SDS-PAGE rezultātiem, un, ņemot vērā proteīna marķiera un standartšķirnes ‘Igri’ hordeīnu molekulmasas datus, hordeīnu polipeptīdu joslu molekulmasa bija no 35 līdz 94 kDa (kilodaltoniem) (56. pielik.).

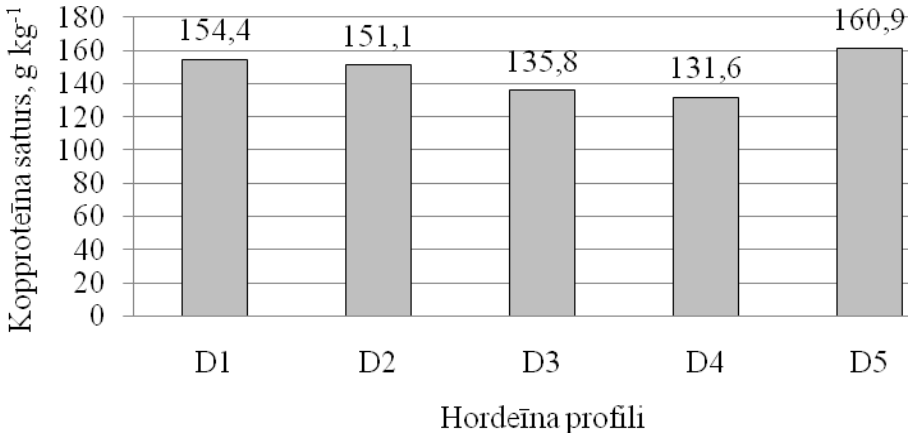
Hordeīnu polipeptīdu joslu analīze pētījumā iekļautajām 52 šķirnēm liecina, ka vasaras miežu šķirnes ir daudzveidīgas pēc D, C un B hordeīnu polipeptīdu joslu profiliem. D hordeīna polipeptīdiem molekulmasa bija robežās no 82 līdz 94 kDa (56. pielik.). Analizējot ar SDS-PAGE proteīna elektroforēzi D hordeīnu, šķirnēm konstatēja 5 atšķirīgus profilus, kas sastāvēja no 4 polipeptīdu joslām (skat. 3.8. att.; 56. pielik). Tikai trīs kailgraudu miežu genotipiem ‘L 302’, ‘X-4 un ‘Gainer’ bija joslu profils D1, kuru veidoja viena josla ar molekulmasu 82 kDa (skat. 3.8. att.; 57. pielik.). D2 hordeīna profilu, kuru veidoja divas joslas, konstatēja vienai divkanšu šķirnei ‘Lysimax’ un trīs daudzkanšu miežu šķirnēm. Trīsdesmit trīs genotipi (22 divkanšu plēkšņainie, 3 daudzkanšu, 8 kailgraudu) no kopējā šķirņu skaita raksturojas ar D3 hordeīna joslu profilu, kuru veido viena polipeptīdu josla ar molekulmasu 92 kDa (3.8. att.; 56., 57. pielik.).



3.8. att. **Dažādu vasaras miežu formu sadalījums pēc D hordeīna profiliem**
■ - Divkanšu, plēkšņins; ■ - daudzkanšu, plēkšņains; □ - divkanšu, kailgraudu; ★ - D hordeīna profili; ** profilu shematisku interpretāciju atbilstoši molekulmasas (MM) marķierim skat. 56. pielik.

Arī A. Leistrumaites un V. Paplauskienes (2007) pētījumā vairumam Eiropas izcelsmes šķirnēm D hordeīnu veido viena polipeptīdu josla, bet ir rezultāti, kur dažādas izcelsmes kailgraudu miežu genotipiem konstatē trīs dažādas D hordeīna polipeptīdu joslas (Attanasov et al., 2001). Plēkšņaino divkanšu miežu genotipiem bija četras D hordeīna joslas, seškanšu genotipiem trīs joslas, bet kailgraudu miežu genotipiem – četras D hordeīna joslas (skat. 3.8. att., 57. pielik.)

Genotipiem ar atšķirīgiem D hordeīna profiliem, konstatētas atšķirības pēc kopproteīna satura graudos (skat. 3.9.; att., 57. pielik).

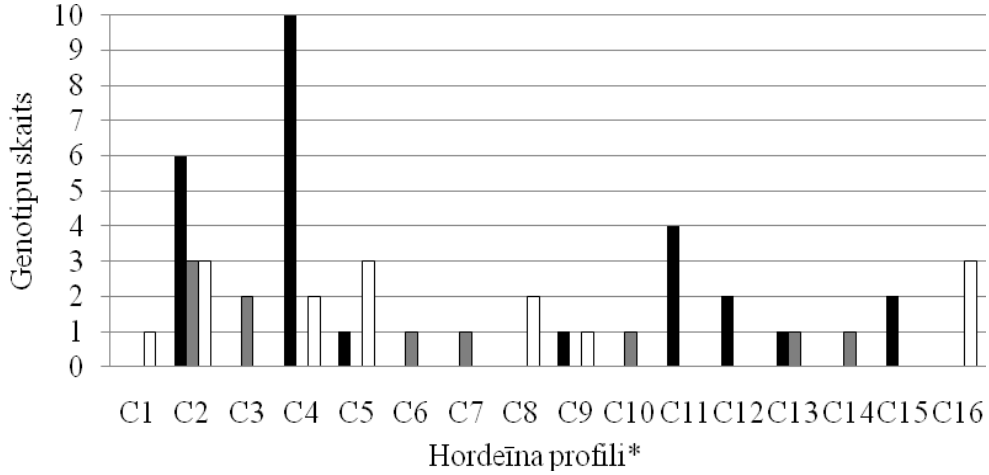


3.9. att. **Kopproteīna saturs graudos vasaras miežu genotipiem ar dažādiem D hordeīna profiliem**

Augstākais vidējais kopproteīna saturs (160.9 g kg^{-1}) bija genotipiem ar hordeīna joslu profilu D5. Savukārt salīdzinoši zemākais kopproteīna saturs bija genotipiem, kuri raksturojās ar D4 hordeīna profilu (131.6 g kg^{-1}; V%=4). Ar D1, D2 un D3 hordeīna joslu profiliem raksturojas šķirnes, kuras bija daudzveidīgas pēc kopproteīna satura graudos, kā liecina variācijas koeficients, attiecīgi 13, 23 un 14% (57. pielik.).

C hordeīna frakcijā dažādām miežu formām konstatēja 16 hordeīna profilus, ko veidoja 10 hordeīna polipeptīdu joslas (56. pielik.). C hordeīna polipeptīdiem molekulmasa bija robežās no 49 līdz 66 kDa. Identificētos 16 C hordeīna profilus veidoja 2 līdz 5 joslas. Divdesmit septiņām plēkšņaino divkanšu miežu šķirnēm

konstatēja 8 hordeīna profilus, kurus veidoja 10 polimorfas polipeptīdu joslas. Daudzkanšu genotipiem izdalīja 7 C hordeīna joslu profilus ar 7 polipeptīdu joslām, bet kailgraudu genotipiem 7 C hordeīna profilus ar 8 hordeīna polipeptīdu joslām (skat. 3.10. att.; 56. pielik.).



3.10. att. **Dažādu vasaras miežu formu sadalījums atbilstoši C hordeīna joslu profiliem**

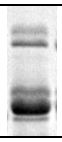
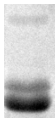
■ - divkanšu, plēkšņins; ▒ - daudzkanšu, plēkšņains; □ - divkanšu, kailgraudu; * profilu shematisku interpretāciju atbilstoši molekulmasas MM marķierim skat. 56. pielik.

Divkanšu genotipi raksturojas galvenokārt ar C4, C2 un C11 hordeīna profiliem. C2 hordeīna profils konstatēts arī trīs daudzkanšu un trīs kailgraudu miežu genotipiem. Vienpadsmit miežu genotipi raksturojās ar atšķirīgiem C hordeīna profiliem (skat. 3.10. att.; 57. pielik.). Miežu genotipi ar C2, C3 un C4 hordeīna profiliem bija daudzveidīgi pēc kopproteīna satura graudos, ko apliecina variācijas koeficienti (attiecīgi 11, 12 un 12%) (3.6. tab.; 57. pielik). Miežu genotipiem ar salīdzinoši zemāku vidējo kopproteīna saturu (114.3 līdz 121.7 g kg^{-1}) ir konstatēti C11, C13 un C15 hordeīna profili. Pieci C hordeīna profili (C3, C6, C7, C10 un C14) bija specifiski tikai daudzkanšu miežu genotipiem, kas raksturojas ar paaugstinātu kopproteīna saturu graudos – no 149.3 līdz 190.2 g kg^{-1}. Visiem kailgraudu miežu genotipiem ar hordeīna profiliem C5 un C16 bija salīdzinoši augsts vidējais kopproteīna saturs graudos – attiecīgi 166.2 un 164.4 g kg^{-1} (variācijas koeficients – attiecīgi 3% un 5%) (3.6. tab.; 57. pielik).

Analizētie genotipi bija daudzveidīgi arī pēc B hordeīna profiliem. Kopumā izdalīja 28 B hordeīna profilus ar 12 hordeīna polipeptīdu joslām. B hordeīna polipeptīdiem molekulmasa bija robežās no 35 līdz 46 kDa. Analizētajiem plēkšņainiem divkanšu miežu genotipiem konstatēti 12 hordeīna joslu profili, kurus veidoja 12 hordeīna polipeptīdu joslas (skat 3.11. att., 57. pielik.). Šīs miežu formas deviņas šķirnes raksturojās ar B3 hordeīna joslu profilu, pieciem genotipiem konstatēts B13 hordeīna profils, bet sešiem divkanšu plēkšņainajiem genotipiem konstatēja atšķirīgus B hordeīna profilus. Visi desmit analizētie daudzkanšu miežu genotipiem konstatēti savstarpēji atšķirīgi B hordeīna profili. Analizētajiem piecpadsmit kailgraudu miežu genotipiem konstatēja 10 hordeīna joslu profilus. B hordeīna profili B10 un B24 konstatēti vienlaicīgi gan divkanšu, gan daudzkanšu miežu genotipiem, bet B6 un B20 – divkanšu plēkšņainajiem un kailgraudu miežu genotipiem (skat 3.11. att., 57. pielik.).

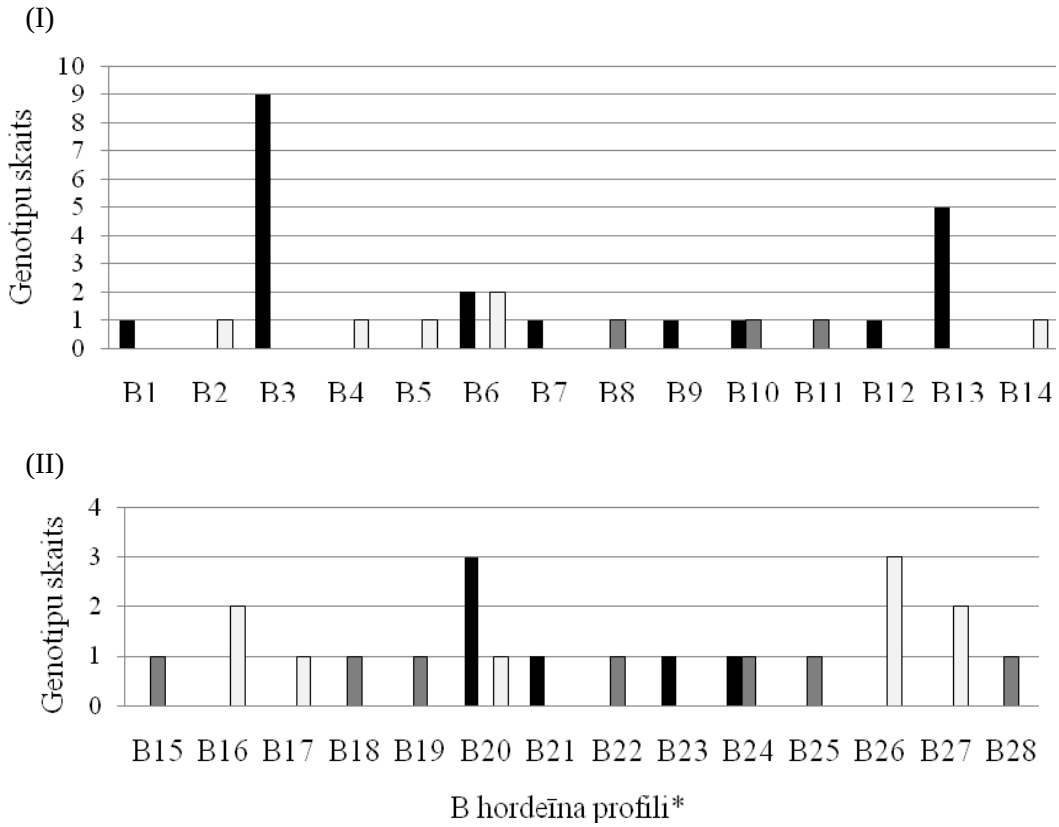
3. 6. tabula

Kopproteīna saturs graudos vasaras miežu genotipiem ar dažādiem C hordeīna profiliem

C hordeīna profili*	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
								
Kopproteīna saturs, g kg^{-1}	173.0	142.7	150.7	130.1	166.2	155.1	196.2	127.9
V%	-	11	12	12	3	-	-	5
C hordeīna profili	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
Kopproteīna saturs, g kg^{-1}	123.4	151.9	121.7	132.7	114.3	149.3	120.2	164.4
V%	8	-	4	-	3	-	4	5

* profilu shematisku interpretāciju atbilstoši molekulmasas (MM) marķierim skat. 58. pielik.

Deviņiem divkanšu miežu genotipiem ar hordeīna profilu B3 bija salīdzinoši zems vidējais kopproteīna saturs graudos (122.4 g kg^{-1}; V%=5) (3.7. tab.; 57. pielik.).

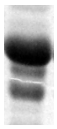
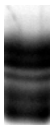
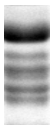
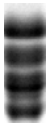
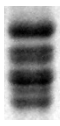
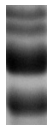
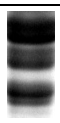
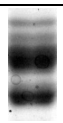
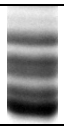
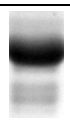
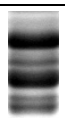
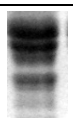


3.11. att. **Dažādu vasaras miežu formu sadalījums atbilstoši B hordeīna profiliem.**
■ - Divkanšu, plēkšņins; ▩ - daudzkanšu, plēkšņains; □ - divkanšu, kailgraudu; (I) – B1-B14; (II) – B15-B28; * profilu shematisku interpretāciju atbilstoši molekulmasas MM marķierim skat. 58. pielik.

Arī miežu genotipiem ar hordeīna profiliem B3, B5, B9, B10, B20, B23 kopproteīna saturs graudos bija salīdzinoši zemāks - nepārsniedza 130 g kg^{-1}. Savukārt kailgraudu miežu genotipiem ar B hordeīna profiliem B2, B4, B17, B26 un B27 bija salīdzinoši augsts kopproteīna saturs graudos – no 155.9 līdz 173.0 g kg^{-1} (3.7. tab.; 57. pielik.).

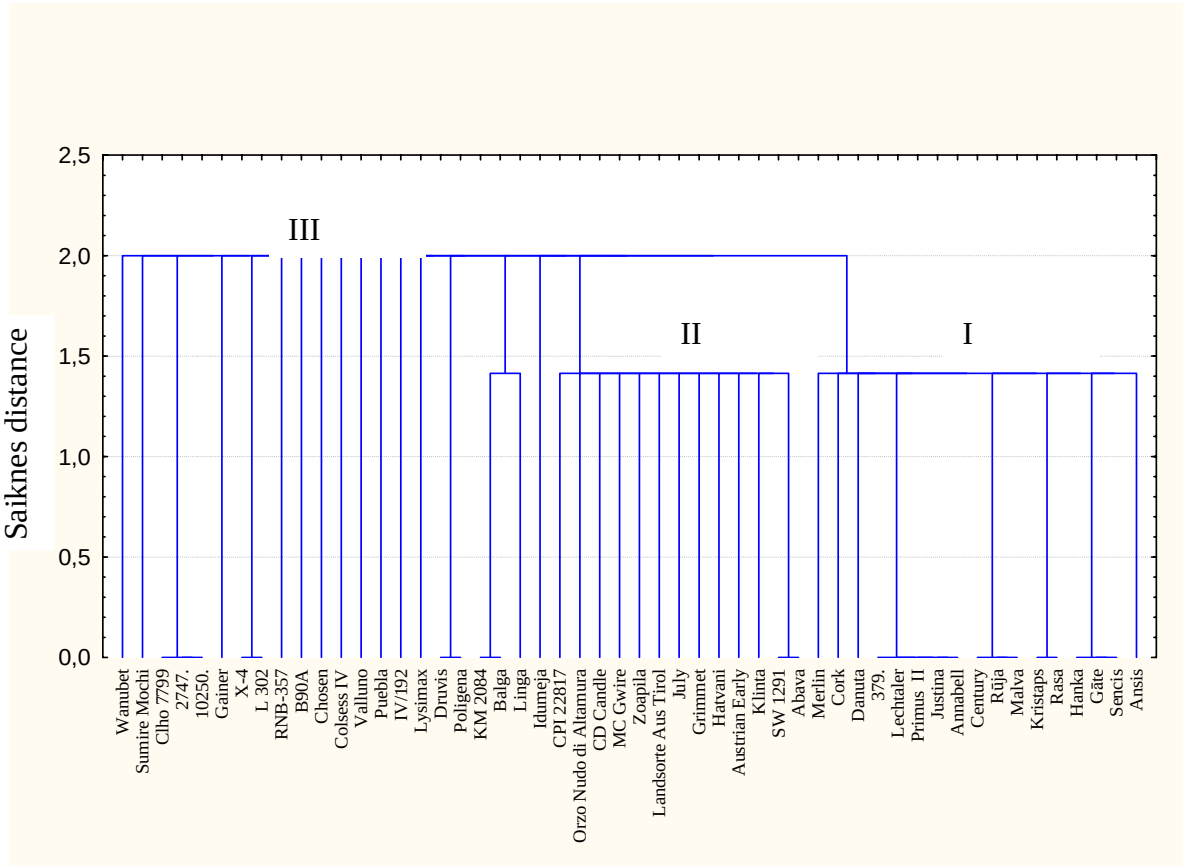
3.7. tabula

Kopproteīna saturs graudos vasaras miežu genotipiem ar dažādiem B hordeīna profiliem

B hordeīna profili	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
										
Kopproteīna saturs, g kg^{-1}	170.7	173.0	122.4	164.1	120.6	137.2	137.8	159.3	111.6	114.3
V%	-	-	5	-	-	8	-	-	-	4
B hordeīna profili	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20
										
Kopproteīna saturs, g kg^{-1}	157.5	132.7	137.2	133.0	149.3	134.0	155.9	144.8	155.1	123.7
V%	-	-	13	-	-	2	-	-	-	6
B hordeīna profili	B21	B22	B23	B24	B25	B26	B27	B28		
										
Kopproteīna saturs, g kg^{-1}	165.7	196.2	129.8	161.4	142.1	164.4	165.1	151.9		
V%	-	-	-	8	-	5	3	-		

* profilu shematisku interpretāciju atbilstoši molekulmasas (MM) marķierim skat. 56. pielik.

Pamatojoties uz datiem par D, C un B hordeīna joslu profiliem, klasteru analīzē 52 genotipi sadalījās trīs grupās (skat. 3.12. att.). Vairākiem genotipiem konstatēts identisks hordeīna joslu profils (dendrogrammā ar saiknes distanci 0), izdalot deviņas līdzības grupas ar 2 līdz 5 genotipiem katrā grupā. To novēroja ne tikai starp vienas un tās pašas miežu formas genotipiem, bet arī starp dažādām miežu formām (divkanšu un daudzkanšu, plēkšņainajiem un kailgraudu). Piemēram, plēkšņaino miežu šķirnei ‘Balga’ (Latvija) bija tāds pats hordeīna joslu profils kā kailgraudu miežu līnijai ‘KM 2084’ (Čehija), seškanšu miežu šķirnei ‘Druvis’ (Latvija) bija tāds pats hordeīna profils kā divkanšu miežu šķirnei ‘Poligena’ (Vācija). Plēkšņaino divkanšu miežu šķirnei ‘Abava’ (Latvija) bija identisks hordeīnu profils ar kailgraudu miežu genotipu ‘SW 1291’ (Zviedrija). Minēto šķirņu pāri bija līdzīgi arī pēc kopproteīna satura graudos (skat. 3.12. att.; 11., 57. pielik).



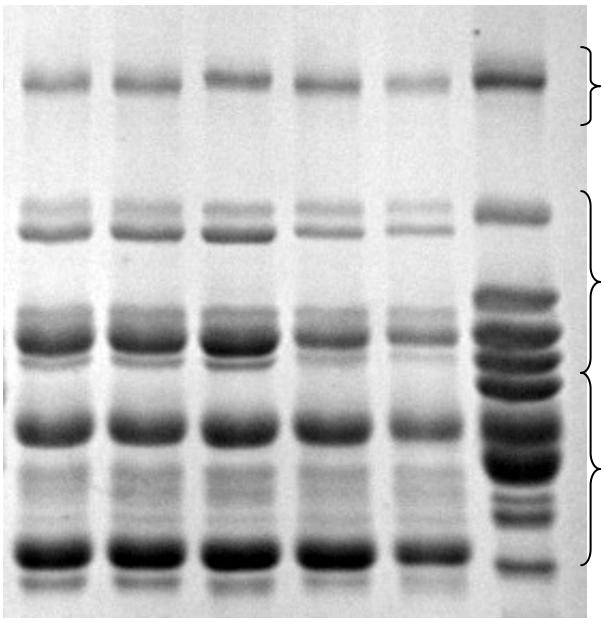
3.12. att. **Dendrogramma, piemērojot tuvākā kaimiņa (Neighbor-joining) klasteru veidošanas un Euklīda (Euclideant) distances aprēķināšanas metodes, kas miežu genotipus apvieno radniecīgās grupās (I, II, III) pēc hordeīnu joslu profiliem.**

Arī F. Liu u.c. (2000) savā pētījumā ar proteīna elektroforēzi nevarēja skaidri atdalīt vasaras un ziemas miežu šķirnes, kā arī divkanšu un daudzkanšu miežu šķirnes atsevišķās grupās. Tāpat konstatēts, ka kailgraudu miežu genotipu hordeīna profilu polimorfisms neatšķīrās no tā, kādu parasti novēro plēkšņainiem miežiem (Atanassov et al., 2001). Konstruētā dendrogramma parāda miežu daudzveidības strukturēšanos, ņemot vērā radniecību starp dažādām šķirnēm pēc hordeīna joslu profiliem. Miežu genotipi, kas dendrogrammā sagrupējās ar saiknes distanci 1.4, ir līdzīgi pēc vienas vai divām hordeīna joslu profila grupām (D, C vai B). Tie ir galvenokārt Eiropas izcelsmes genotipi, kas norāda uz ģenētisko līdzību starp tiem. Šie genotipi izveidoja divus klāsterus jeb grupas pēc hordeīna profiliem. I grupa apvienoja galvenokārt plēkšņaino divkanšu miežu genotipus ar salīdzinoši zemāku vidējo kopproteīna saturu graudos (127.3 g kg^{-1}). Savukārt II grupa apvienoja genotipus ar paaugstinātu kopproteīna saturu graudos (145.1 g kg^{-1}) (skat. 3.12. att.; 58. pielik.). Novērtējot ar t-testu abu grupu vidējo starpību pēc kopproteīna satura graudos, konstatēts, ka šī starpība bija būtiska ($p<0.01$) (59. pielik.). Analizējot D, C, un B hordeīna profilus minētajām genotipu grupām, konstatēts, ka pie I grupas pieder miežu genotipi, kas raksturojas tikai ar D3 hordeīna profilu. Pazemināts kopproteīna saturs (115.7-130.5 g kg^{-1}) šajā grupā bija genotipiem, kur savstarpēji kombinējās C11B3, C15B3, C4B3 un C9B3 hordeīna profili, kas norāda, ka B3 hordeīna profils varētu būt izmantojams, lai identificētu miežu genotipus ar pazeminātu kopproteīna saturu graudos (58. pielik.). Arī pie II grupas pieder genotipi, kas raksturojas galvenokārt ar D3 hordeīna profilu, kur hordeīna profilu kombināciju D3C2 un D3C5 klātbūtne nodrošināja paaugstinātu kopproteīna saturu graudos. III grupa apvienoja genotipus ar

savstarpēji atšķirīgiem hordeīna joslu profiliem. Šo miežu genotipu izcelsme ir no attālākiem pasaules reģioniem. Pie III grupas pieder galvenokārt šajā pētījumā iekļautie kailgraudu un daudzkanšu miežu genotipi ar paaugstinātu kopproteīna saturu graudos (vidēji 150.2 g kg^{-1}) (58. pielik.). Pētījumā iekļautajam augsta lizīna genotipam 'Lysimax' hordeīna joslu profils arī atšķīrās no citu genotipu profiliem.

Analizējot Latvijā selekcionēto šķirņu hordeīna profilus, konstatēts, ka šķirņu sadalījumam pēc hordeīna profiliem dendrogrammā 3.12. attēlā vērojama līdzība ar šķirņu sadalījumu dendrogrammā 3.5. attēlā pēc graudu fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem. Šķirnes 'Ansis', 'Rūja', 'Malva', 'Ruja', 'Gāte', 'Rasa', 'Kristaps', kas pieder pie 1.1 un 1.2. grupas pēc graudu kvalitātes rādītājiem, pieder pie I grupas arī pēc hordeīna profiliem. Īpaši šeit jāatzīmē šķirnes 'Rasa' un 'Kristaps', kurām ir identiski hordeīnu profili (saiknes distance 0), ir konstatēta ļoti cieša saistība arī pēc graudu kvalitātes rādītājiem (1.2. grupa 3.5. attēlā). Tāpat šķirnes 'Linga', 'Abava', 'Klinta', 'Idumeja', 'Balga' (izņemot 'Sencis'), kas pieder pie 2.1. grupas pēc graudu kvalitātes rādītājiem, pieder pie II grupas pēc hordeīnu profiliem. Savukārt šķirne 'Druvis', kas klasteru analīzē pēc graudu kvalitātes rādītājiem atrodas atsevišķā 2.2. grupā, raksturojas ar atšķirīgu hordeīnu profilu un pieder pie III grupas (skat. 3.5., 3.12. att.).

Analizējot hordeīnu profilu datus, konstatēja, ka I grupā piecām plēkšņainās divkanšu miežu šķirnēm ar atšķirīgu kopproteīna saturu graudos ir identiski hordeīna profili (D3C4B13) (skat. 3.13. att.; 57. pielik.). Savstarpēji salīdzinot atsevišķu hordeīna frakciju profilus konstatēja, ka D, C un B profili šiem genotipiem skaidri atšķiras pēc to krāsas intensitātes un hordeīna polipeptīdu joslu blīvuma (skat.3.13. att.).



	1	2	3	4	5	6
Kopproteīna saturs, g kg^{-1}	154.3	147.8	154.1	117.9	111.9	

3.13. att. **Vasaras miežu genotipi, kas raksturojas ar identiskiem hordeīna joslu profiliem un atšķirīgu kopproteīna saturu graudos.**
(1) 'Primus II'; (2) 'Lechtaler'; (3) '379'; (4) 'Annabell'; (5) 'Justina'; (6) 'Igri' (standarts).

Miežu genotipiem '379', 'Lechtaler' un 'Primus II', kuru kopproteīna saturs vidēji trīs gados bija attiecīgi 154.3, 147.8 un 154.1 g kg^{-1}, hordeīna polipeptīdu joslas bija blīvākas un intensīvākā krāsā nekā šķirnēm 'Annabell' un 'Justina' ar salīdzinoši

zemāku kopproteīna saturu graudos (attiecīgi 117.9 un 111.9 g kg^{-1}). To konstatēja visām hordeīna frakcijām, bet īpaši C hordeīnam. Saskaņā ar iepriekš publicētajiem rezultātiem, izmaiņas kopproteīna saturā graudos galvenokārt nosaka izmaiņas hordeīna frakcijās (Shewry, Morell, 2001). Hordeīna akumulācija graudu attīstības laikā ir ģenētiski noteikta un ir atkarīga no hordeīna gēnu izpausmes graudu augšanas un attīstības laikā (Kirkman, Shewry, Miflin, 1982). Tas nozīmē, ka genotipiem ar paaugstinātu kopproteīna saturu graudu endospermā, slāpekļa pastiprināta uzkrāšanās graudu nogatavošanās periodā ir ģenētiski noteikta. Kā norāda J. Daileis (Dailey) u.c. (1988), tad pieaugot hordeīna frakciju kvantitatīvajam saturam, B hordeīna frakcijā konstatē ārēji redzamas izmaiņas hordeīna joslu krāsas intensitātē, bet C hordeīna frakcijā novēro divu blakus esošo hordeīna polipeptīdu joslu saplūšanu, veidojot vizuāli redzamu vienu joslu. Pieaugot kopproteīna saturam graudos, parādās izmaiņas arī B un C hordeīna savstarpējās attiecībās (Kirkman, Shewry, Miflin, 1982; Molina-Cano et al., 2001). Tāpēc, analizējot hordeīna profilus dažādiem genotipiem, kas auguši vienādos augšanas apstākļos, kuriem ir identiski hordeīna joslu profili, būtu jāņem vērā arī hordeīna joslu blīvums, kas varētu sniegt papildus informāciju par atšķirībām starp genotipiem pēc kopproteīna satura graudos.

Balstoties uz dažādu joslu profilu daudzveidību, pētījumā iekļautajiem genotipiem kopumā identificēja 26 hordeīna joslas. Kopumā novērota augsta daudzveidība pēc C un B polipeptīdu joslām, ko konstatēja arī citos pētījumos. Visas identificētās hordeīna polipeptīdu joslas bija polimorfiskas un ar t-testu konstatēts, ka 10 polipeptīdu joslas uzrādīja būtisku saistību ar kopproteīna saturu graudos (3.8. tab.; 60., 61., 62. pielik.). Kopproteīna vidējā vērtība bija būtiski augstāka hordeīna polipeptīdu joslu Nr. 1, 7, 12, 15, 20 un 24 klātbūtnē un iztrūkstot hordeīna polipeptīdu joslām Nr. 2, 3, 5 un 17 (3.8. tab., 60., 61., 62. pielik.). Pētījuma rezultāti parāda, ka šīs minētās hordeīna polipeptīdu joslas varētu izmantot miežu selekcijas materiāla izlasē pēc kopproteīna satura graudos.

P. Shevri (Shewry) u. c. (1980) 183 miežu šķirņu kolekcijā identificēja 8 C hordeīna un 21 B hordeīna polipeptīdu joslas, savukārt G. Nielsens un H. Johansens (1986) 66 Dānijā plašāk audzētām miežu šķirnēm konstatēja 12 C hordeīna un 15 B hordeīna polipeptīdu joslas. Pētījumā, kuru veica F. Liu u. c. (2000), visās trīs hordeīna frakcijās kopā arī identificēja 26 hordeīna polipeptīdu joslas, kur dažādām miežu šķirnēm raksturīgos hordeīna joslu profilus veidoja 7 līdz 14 joslas.

Apkopojot iegūtos rezultātus par hordeīna daudzveidību genotipiem ar atšķirīgu kopproteīna satura graudos, pavisam konstatēja 26 hordeīna polipeptīdu joslas, kas veidoja 5 D hordeīna, 16 C hordeīna un 28 B hordeīna profilus. Atrastas būtiskas atšķirības pēc kopproteīna satura graudos starp noteiktiem D, C un B hordeīnu joslu profiliem. Pamatojoties uz datiem par hordeīna profiliem, klasteru analīzē genotipi sadalījās trīs grupās. Starp divām grupām konstatēja būtisku atšķirību pēc kopproteīna satura graudos. Daļai no pētījumā iekļautajām šķirnēm konstatēja identiskus hordeīna joslu profilus, bet ar atšķirīgu kopproteīna saturu graudos. Hordeīna polipeptīdu joslas šīm šķirnēm atšķiras pēc krāsas intensitātes un blīvuma, īpaši C hordeīnā. Tāpēc analizējot hordeīna profilus dažādiem genotipiem ar identiskiem hordeīna joslu profiliem, kas auguši vienādos augšanas apstākļos, ir jāņem vērā arī hordeīnu joslu blīvums, kas sniedz informāciju par atšķirībām starp genotipiem pēc kopproteīna satura graudos. Pētījumā konstatēts, ka 6 hordeīna polipeptīdu joslu klātbūtne un 4 hordeīna polipeptīdu joslu trūkums būtiski ietekmēja kopproteīna saturu graudos.

3.8. tabula

D, C un B hordeīna polipetīdu joslu klātbūtnes un iztrūkuma saistība ar kopproteīna saturu graudos

Joslas Nr.	Joslas klātbūtne		Joslas iztrūkums		Vidējo starpība[1]
	genotipu skaits	kopproteīns, g kg^{-1}	genotipu skaits	kopproteīns, g kg^{-1}	
D hordeīns					
1	7	160.9	45	137.0	23.9**
2	5	131.7	47	141.1	9.4*
3	37	136.3	15	149.9	13.5*
4	7	147.3	45	139.1	8.2
C hordeīns					
5	21	128.5	31	148.2	19.7**
6	34	140.5	18	139.5	1.1
7	7	165.7	45	136.9	29.2**
8	4	144.9	48	139.8	5.2
9	2	175.6	50	138.8	36.8
10	5	146.7	47	139.5	7.2
11	40	140.4	12	139.7	0.7
12	48	142.1	4	117.2	24.9**
13	41	139.6	11	142.6	3.0
14	8	140.8	44	140.1	0.7
B hordeīns					
15	16	151.7	36	135.1	16.6**
16	9	142.9	43	139.7	3.3
17	36	135.2	16	151.5	16.3**
18	29	143.1	23	139.1	4.0
19	30	143.1	22	136.7	6.4
20	16	149.9	36	135.3	14.6**
21	17	145.6	35	137.6	7.9
22	38	141.3	14	137.5	3.8
23	5	139.2	47	140.3	1.2
24	41	141.9	11	133.7	8.2*
25	5	141.5	47	140.1	1.4
26	10	145.5	42	139.0	6.6

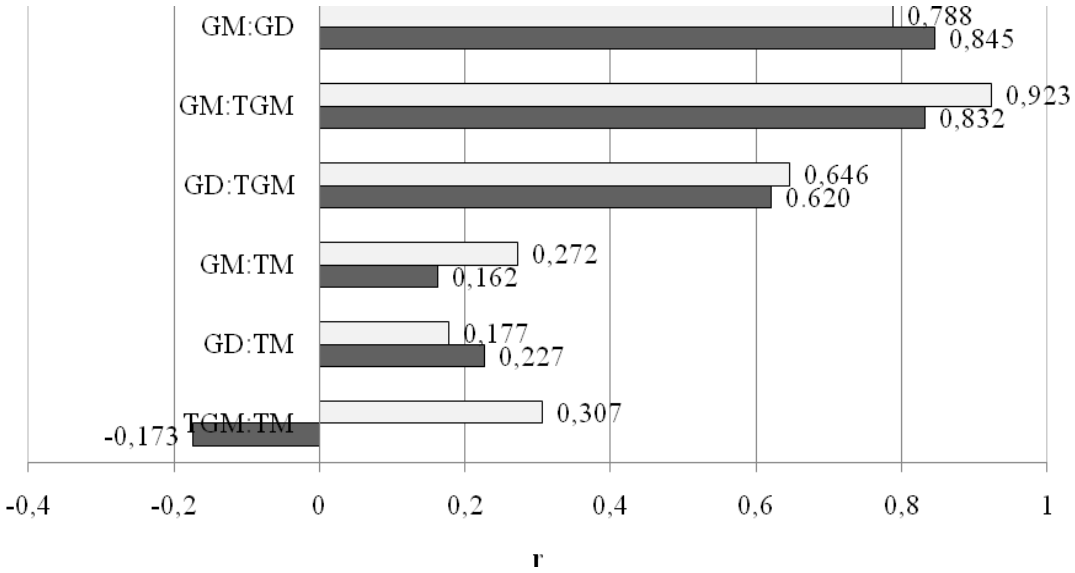
[1] *, ** – vidējo starpība būtiska ar 95% un 99% ticamību.

Tā kā miežu hordeīnu profilu struktūru neietekmē agroklimatisko apstākļu izmaiņas pa gadiem, un tā kā hordeīna elektroforēzi ir iespējams veikt arī no viena grauda, tad iegūtie dati par hordeīna daudzveidību varētu būt izmantojami selekcijas sākumposmā gan selekcijas izejmateriāla ģenētiskās daudzveidības, gan selekcijas līniju kopproteīna satura izvērtēšanā. Iegūtie rezultāti ir iedrošinoši, jo norāda atrašanās vietu ģenētiskiem faktoriem, kuri ietekmē kopproteīna saturu graudos. Konstatētā hordeīna polimorfismu saistība ar interesējošās pazīmes mainību, šajā gadījumā ar kopproteīna saturu graudos, varētu palīdzēt selekcionāram, pamatojoties uz mērķtiecīgu vecākaugu izvēli, radīt ģenētiski daudzveidīgāku selekcijas izejmateriālu.

3.3. Korelatīvās sakarības starp miežu graudu kvalitātes rādītājiem

Selekciju uz kvalitāti, izmantojot tradicionālās selekcijas metodes, varētu apgrūtināt starp graudu kvalitātes rādītājiem esošās lineārās (korelatīvās) sakarības. Tāpēc ir svarīgi noteikt sakarības starp atsevišķām pazīmēm, lai pārliecinātos par to, vai pētāmo pazīmju izmaiņas konkrētajā ģenētiskajā materiālā un konkrētajos apstākļos ir atkarīgas no kopīgu gēnu un/vai vides apstākļu ietekmes. Sakarības, kuras iegūtas šajā pētījumā, varētu būt noderīgas, lai saprastu saistību starp graudu kvalitātes rādītājiem, kas palīdzētu optimizēt izlases kritērijus dažādiem miežu izmantošanas virzieniem piemērotu šķirņu selekcijā. Lielais analizēto paraugu apjoms deva iespēju pētīt šīs sakarības starp graudu kvalitātes fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem. Ņemot vērā būtiskās atšķirības pēc graudu kvalitātes rādītājiem starp plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem, tad korelācijas koeficientus aprēķināja atsevišķi abām miežu formām.

Graudu kvalitāti raksturojošie fizikālie rādītāji ir tie, kurus kā izlases kritērijus izmanto visiem izmantošanas veidiem piemērotu šķirņu selekcijā. Rupji un izlīdzināti graudi (graudu iznākums virs 2.5 mm sieta) ir svarīgs kritērijs, ko izvirza dažādu valstu iesala un alus ražotāji, tāpēc šīs pazīmes uzlabošana parasti ir iekļauta miežu selekcijas programmās (Henry, Cowe, 1990; Fox et al., 2006). Graudu masu un izmērus, šo rādītāju viendabīgumu kā izlases kritērijus bieži izmanto, lai vizuāli novērtētu selekcijas materiālu agrīnajos selekcijas posmos. Kā liecina rezultāti, starp **viena grauda masu un viena grauda diametru** bija būtiskas ($p<0.05$) lineāras sakarības gan plēkšņainajiem ($r_{Pl}=0.788>r_{0.05}=0.396$), gan kailgraudu miežiem ($r_K=0.845> r_{0.05}=0.553$) (skat. 3.14. att.).



3.14. att. **Korelācijas koeficienti starp graudu fizikālajiem rādītājiem (2004.-2005.g.)**

GD-viena grauda diametrs; GM-viena grauda masa; TGM – 1000 graudu masa; TM - tilpummasa ($r_{Pl.\ n=25;\ 0.05}=0.396$; $r_{K.\ n=13;\ 0.05}=0.553$); plēkšņains; kailgraudu.

Determinācijas koeficienti liecina, ka divkanšu plēkšņainajiem miežiem 62% no graudu masas izmaiņām nosaka grauda diametra izmaiņas, bet kailgraudu miežiem tie bija 70%. Lineāro sakarību izpēte parādīja, ka 1000 graudu masa ir cieši saistīta ar

grauda masu un grauda diametru. Šīs korelatīvās sakarības bija būtiskas ($p<0.05$) abām miežu formām (skat. 3.14. att.).

- Plēkšņainie GD:TGM $R^2=0.417$, $p<0.01$; $y=15.57x+6.702$;
  GM:TGM $R^2=0.852$, $p<0.001$; $y=0.926x+3.912$;
- Kailgraudu GD:TGM $R^2=0.384$, $p<0.05$; $y=24.57x+15.40$;
  GM:TGM $R^2=0.692$, $p<0.001$; $y=0.926x+4.512$.

Pēc grauda masas un diametra nevar spriest par graudu tilpummasu, jo starp šiem rādītājiem nekonstatēja lineāras sakarības ne plēkšņainajiem, ne kailgraudu miežiem. Būtiskas lineāras sakarības nepastāvēja arī starp 1000 graudu masu un tilpummasu. Izmaiņas graudu izmēros var ietekmēt grauda anatomiskās uzbūves proporcijas un līdz ar to graudu ķīmisko sastāvu. Turpmākajā rezultātu daļā skaidros kādas sakarības pastāv starp graudu kvalitātes fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem.

Korelatīvās sakarības aprēķināja starp **relatīvo graudu cietības indeksu** un citiem graudu fizikālajiem rādītājiem, iekļaujot korelācijas matricā arī miežu graudu galvenos ķīmiskos komponentus – cieti, kopproteīnu un β-glikānus (3.9. tab.).

3.9. tabula

Genotipiskie korelācijas koeficienti starp relatīvo cietības indeksu un citiem plēkšņaino un kailgraudu vasaras miežu genotipu graudu fizikāliem un ķīmiskiem rādītājiem (2004.-2005. g.)

Graudu kvalitātes rādītājs	Divkanšu, plēkšņainie n=27; $r_{0.05;n-2}=0.396$	Daudzkanšu, plēkšņainie n=10; $r_{0.05;n-2}=0.707$	Divkanšu, kailgraudu n=15; $r_{0.05;n-2}=0.514$
1000 graudu masa	0.031	-0.432	0.212
Tilpummasa	-0.027	0.289	-0.435
Kopproteīna saturs	-0.255	-0.043	0.089
Cietes saturs	0.177	-0.036	-0.213
β-glikānu saturs	0.418*	0.426	0.503

* korelatīvās sakarības būtiskas pie $p<0.05$.

Būtisku pozitīvu korelāciju konstatēja starp graudu cietību un β-glikāniem plēkšņaino divkanšu miežu formām ($r_{2\text{-}k,Pl}=0.418>r_{0.05}=0.396$) (3.9. tab.; 27. pielik.). Arī daudzkanšu plēkšņainajiem un divkanšu kailgraudu miežiem šī sakarība bija pozitīva ($r_{6\text{-}k,Pl}=0.426$; $r_{2k,K}=0.503$), lai gan nelielā paraugu skaita dēļ tā nebija būtiska pie 0.05 ticamības līmeņa. Līdzīgs rezultāts iegūts arī citos pētījumos (Henry, Cowe, 1990; Gamlath, Aldred, Panozzo, 2008). Tā kā 70% no graudā esošajiem β-glikāniem atrodas endospermas šūnapvalkos, tad to biezums ietekmē graudu cietību (Nielsen, 2003). Ģenētiskajos pētījumos miežu ceturtajā hromosomā konstatēja vairākus kvantitatīvo pazīmju lokusus (QTL), kas vienlaicīgi ietekmēja gan miežu graudu cietību, gan β-glikānu saturu graudos (Darlington et al., 2001). H. Darlingtona u.c. (2001) pētījumā būtiskas korelatīvās sakarības nekonstatēja starp graudu cietību, kas noteikts ar SKCS iekārtu, un kopproteīna saturu graudos, kas sakrita arī ar B. Beechera u.c. (2002) pētījuma rezultātiem. Tomēr ir pētījumi, kur kopproteīna saturs graudos pozitīvi korelē ar graudu cietību (Henry, Cowe, 1990). C. Brennans u.c. (1996) konstatēja, ka cieša saikne starp cietes graudiņiem un proteīnu grauda endospermā (augsta graudu cietība) ir raksturīga zemas kvalitātes alus miežiem. Augstvērtīgiem alus miežiem ir vāja saikne starp cietes graudiņiem un proteīna matricu, tā nodrošinot zemu graudu cietību. Šī sakarība parādījās neatkarīgi no kopproteīna satura graudos. Tāpēc viena grauda analizēšanas iekārtai ir potenciālas iespējas, lai to izmantotu izlasē

agrīnajās hibrīdajās paaudzēs dažādiem izmantošanas virzieniem piemērotu miežu šķirņu selekcijā.

Tā kā pētījumā iekļautas šķirnes, kas atšķirīgas pēc **kopproteīna satura graudos**, tas ļāva novērtēt korelatīvās sakarības starp kopproteīna saturu graudos un pārējiem fizikālajiem un ķīmiskajiem graudu kvalitātes rādītājiem (3.10. tab.; 24., 25., 26., 27. pielik.). Genotipiskās korelācijas koeficientus novērtēja atsevišķi divkanšu plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem.

3.10. tabula

Genotipiskās korelācijas koeficienti starp kopproteīna saturu graudos un citiem graudu kvalitātes rādītājiem plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem, (2004.-2006.g.)

Pazīmes	2004	2005	2006	Vidējiem datiem
Plēkšņainie; n=27; $r_{0.05; n-2}$=0.396				
1000 graudu masa	-0.241	-0.01	-0.027	-0.047
Tilpummasa	-0.235	-0.06	-0.342	-0.202
Cietes saturs	-0.924*	-0.868*	-0.924*	-0.929*
Koptauku saturs	0.243	0.212	0.738*	0.531*
β-glikānu saturs	0.175	0.178	-0.02	0.067
Koppelnu saturs	0.224	0.688*	0.594*	0.670*
Kokšķiedras saturs	0.131	0.241	0.582*	0.308
Fosfora saturs	0.483*	0.489*	0.210	0.545*
Kailgraudu; n=15; $r_{0.05; n-2}$=0.514				
1000 graudu masa	0.326	0.309	0.434	0.429
Tilpummasa	-0.529*	-0.244	-0.164	-0.379
Cietes saturs	-0.888*	-0.903*	-0.817*	-0.935*
Koptauku saturs	-0.051	-0.375	0.003	-0.192
β-glikānu saturs	0.161	-0.226	-0.036	-0.013
Koppelnu saturs	0.605*	0.723*	0.663*	0.761*
Kokšķiedras saturs	0.624*	0.504	0.477	0.641*
Fosfora saturs	0.659*	0.370	0.867*	0.820*

*korelatīvās sakarības būtiskas pie p<0.05.

Ne plēkšņainajiem, ne kailgraudu genotipiem nekonstatēja lineāras sakarības starp kopproteīna saturu graudos un 1000 graudu masu vai tilpummasu, tāpēc pēc fizikālajiem rādītājiem nevar spriest par kopproteīna saturu graudos. Arī C. Elfversona u.c. (1999) pētījumā proteīna saturs dažādās graudu frakcijās būtiski neatšķīrās.

Būtiska (p<0.05) negatīva korelācija visos pārbaudes gados bija starp kopproteīna un cietes saturu gan plēkšņainajiem, gan kailgraudu miežu genotipiem (3.10. tab.). Citos pētījumos iegūtie rezultāti arī liecina par tādām pašām sakarībām starp šiem graudu endospermas galvenajiem komponentiem (Aman, Hesselman, Tilly, 1985; Aman, Newman, 1986; Fregeau-Reid et al., 2001; Juskiw, Helm, Oatway, 2004; Bowman et al., 1997; Zakova, 2006). Tas nozīmē, ka ir neiespējami apvienot vienā genotipā paaugstinātas šo abu rādītāju vērtības.

Vairākos pētījumos konstatēts, ka, pieaugot kopproteīna saturam, būtiski pieaug arī β-glikānu saturs graudos (Hang et. al., 2007; Holtejolen et al., 2006). Mūsu pētījumā starp šiem graudu kvalitātes rādītājiem nebija lineāras sakarības (3.10. tab.), kas atbilda J. Fregeau-Reida u.c. (2001) pētījumā iegūtajiem rezultātiem, kur ne seškanšu, ne

divkanšu miežu genotipiem sakarība starp kopproteīna un β-glikānu saturu graudos nebija būtiska. Pēc zinātnieku (Fregeau-Reid et al., 2001) domām šīs korelācijas trūkums paver iespējas miežu selekcijai, kuras uzdevums ir izveidot šķirni ar augstu kopproteīna saturu, bet zemu β-glikānu saturu graudos, kas būtu vairāk piemērota izmantošanai lopbarībā cūkām un putniem. Tomēr jārēķinās, ka korelatīvās sakarības starp kopproteīna saturu un β-glikāniem ir atkarīga no miežu populācijas ģenētiskās daudzveidības.

Pozitīva korelatīvā sakarība starp kopproteīna saturu un koptauku saturu graudos konstatēta tikai divkanšu plēkšņainajiem miežiem, kas būtiska bija 2006. gadā (r_{Pl}=0.738>$r_{Pl,0.05}$=0.396) un, statistiski analizējot trīs gadu vidējos datus pētījuma periodā (r_{Pl}=0.531>$r_{Pl;0.05}$=0.396) (3.10. tab.). Būtiska pozitīva korelācija konstatēta starp kopproteīna un koptauku saturu graudos arī citos pētījumos ar plēkšņainajiem miežiem (Welch, 1987; Aman, Newman, 1986). Tas norāda, ka iespējama selekcija vienlaicīgi uz augstu kopproteīna un koptauku saturu graudos, kas ir svarīgi, uzlabojot miežu barības vērtību.

Kā jau minēts iepriekš, fosfors ir svarīga minerālviela nobarojamo cūku un putnu ēdināšanā, miežu šķirnes ar pazeminātu fitātu saturu ir ar augstāku barības vērtību (Linares et al., 2007). Lai mērķtiecīgi veiktu selekcijas darbu, vērtīgi būtu noskaidrot sakarības starp fitīnskābes saturu graudos un citiem endospermu veidojošiem ķīmiskajiem komponentiem. Pētījumā ar kviešiem konstatēta cieša korelācija starp fitīnskābi un fosfora saturu graudos ar korelācijas koeficientu no 0.93-0.96 (Raboy et al., 1991). Tāpēc datus par fosfora saturu graudos iespējams izmantot, lai spriestu arī par fitīnskābes saturu graudos. Analizējot sakarības starp kopproteīna saturu graudos un citiem graudu ķīmiskajiem rādītājiem, būtiska ($p<0.05$) pozitīva korelācija gan plēkšņainajiem, gan kailgraudu miežiem konstatēta starp kopproteīna un fosfora saturu graudos (vidēji r_P=0.545; r_K=0.820) (3.10. tab.). Vidēja līdz cieša pozitīva korelācija (r=0.65-0.87) starp šiem abiem rādītājiem konstatēta arī citos pētījumos (Dai et al., 2007; Raboy et al., 1991).

Korelatīvās sakarības starp galveno endospermas komponenti **cieti** un pārējiem graudu fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem apkopotas 3.11. tabulā (24., 25., 26., 27. pielik.). Graudu tilpummasa ir radītājs, ko parasti lieto, lai raksturotu lopbarības miežu graudu kvalitāti. Nobarošanas pētījumos gan neparādās pārliecinoša miežu ar atšķirīgu tilpummasu ietekme uz dzīvnieku nobarošanas rezultātiem. D. Hinmana (1978) pētījumā mieži ar augstāku tilpummasu nodrošināja augstāku diennakts dzīvmasas pieaugumu. Arī patērētās barības daudzums uz vienu dzīvmasas kg, izēdinot miežus ar zemu tilpummasu, bija augstāks. G. Matisona (Mathison) u.c. (1991) pētījumā miežiem ar augstu tilpummasu bija augstāks cietes saturs graudos, tomēr liellopu dzīvsvara pieaugums nebija būtiski augstāks, barojot dzīvniekus ar augstas tilpummasas miežiem. Lai arī C. Hunts (1996) uzskata, ka graudu tilpummasa nav pietiekošs kritērijs, lai to izmantotu miežu graudu barības vērtības novērtēšanai dzīvnieku ēdināšanā, tomēr vērā ņemams ir fakts, ka arī šajā pētījumā gan plēkšņainajiem, gan kailgraudu miežiem atsevišķos gados konstatētas būtiskas pozitīvas korelatīvās sakarības starp graudu tilpummasu un cieti (3.11. tab.). Divkanšu plēkšņainajiem miežiem ar augstāku tilpummasu bija zemāks kokšķiedras saturs graudos (r_{Pl}=-0.419, $r_{0.05}$=0.381), kas ir vēlama pazīme, ja miežus izmanto neatgremotājiem mājdzīvniekiem. Tas norāda, ka miežu šķirnes ar augstāku graudu tilpummasu tomēr vairāk atbilst lopbarībai piemērotu šķirņu raksturojumam. Tāpēc tilpummasu var izmantot kā vienkāršu izlases kritēriju enerģijas un sagremojamības palielināšanai miežu graudos.

Cietes saturs graudos ierobežo pārējo ķīmisko barības vielu uzkrāšanos grauda endospermā. Analizējot korelatīvās sakarības starp graudu kvalitātes rādītāju trīs gadu

vidējiem rezultātiem pētījuma periodā, konstatēts, ka, pieaugot cietes saturam graudos, samazinās ne tikai kopproteīna saturs, bet arī kokšķiedras (r_{Pl}=-0.471; r_K=-0.539), koppelnu (r_{Pl}=-0.673; r_K=-0.673), fosfora saturs (r_{Pl}=-0.600; r_K=-0.845) graudos plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem, kā arī koptauku saturs plēkšņainajiem miežiem (r_{Pl}=-0.566). Šīs minētās korelatīvās sakarības bija būtiskas ar varbūtību 95% (3.11. tab).

3.11. tabula

Genotipiskās korelācijas koeficienti starp cietes saturu graudos un citiem graudu kvalitātes rādītājiem dažādām miežu formām, (2004.-2006. g.)

Pazīmes	2004	2005	2006	Vidēji pētījuma periodā
Plēkšņains; n=27; $r_{0.05; n-2}$=0.396				
1000 graudu masa	0.237	0.149	0.075	0.119
Tilpummasa	0.201	0.299	0.452*	0.348
Koptauki	-0.244	-0.405*	-0.638*	-0.566*
β-glikāni	-0.082	-0.060	-0.006	-0.035
Kokšķiedra	-0.056	-0.293	-0.685*	-0.471*
Koppelni	-0.220	-0.634*	-0.585*	-0.673*
Fosfors	-0.537*	-0.455*	-0.176	-0.600*
Kailgraudu; n=15; $r_{0.05; n-2}$=0.514				
1000 graudu masa	-0.380	-0.420	-0.437	-0.470
Tilpummasa	0.688*	0.148	0.531*	0.582*
Koptauki	0.054	0.447	-0.291	0.031
β-glikāni	-0.141	0.274	-0.369	-0.141
Kokšķiedra	-0.500	-0.553*	-0.333	-0.539*
Koppelni	-0.532*	-0.678*	-0.537*	-0.673*
Fosfors	-0.676*	-0.197	-0.777*	-0.845*

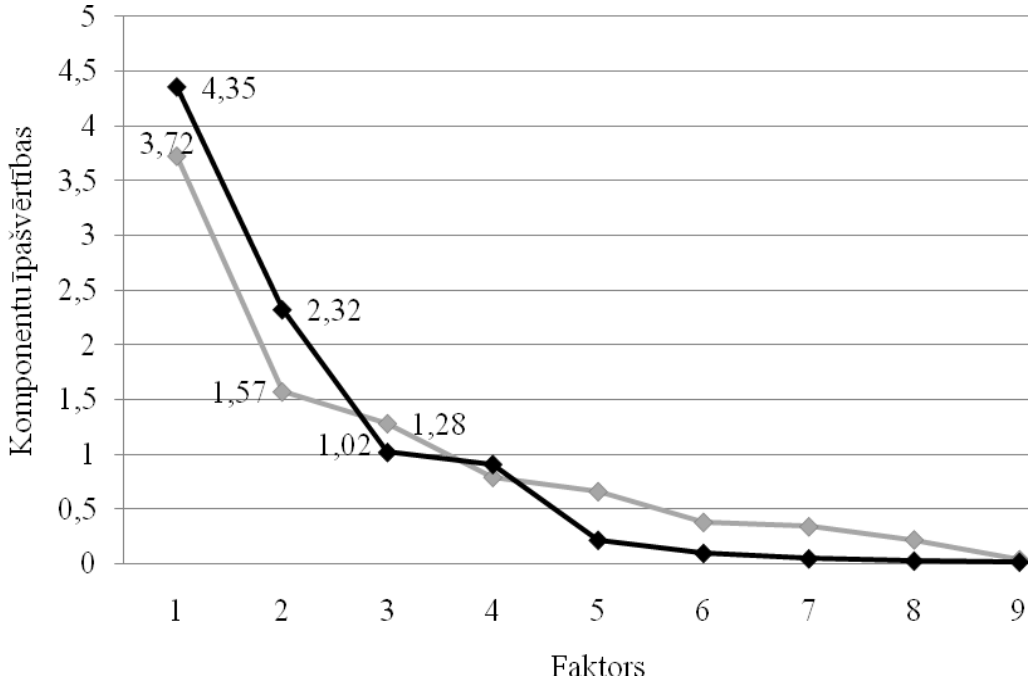
*korelatīvās sakarības būtiskas ar varbūtību 95%.

Korelatīvās sakarības starp atsevišķiem graudu kvalitātes rādītājiem dažādos pētījumos, tas ir, dažādos izpētes apstākļos, ir uzrādījušas dažādu virzību. Arī šajā pētījumā korelācijas koeficientu vērtības un to būtiskums starp graudu kvalitātes rādītājiem bija atšķirīgs starp plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem, un pa pētījuma gadiem (24., 25., 26., 27. pielik.). Tas norāda, ka korelatīvās sakarības ietekmē ne tikai genotips, bet arī konkrētā gada klimatiskie apstākļi, kuri sekmē vai ierobežo viena vai otra ķīmiskā rādītāja uzkrāšanos graudos un to attiecības grauda endospermā. Tikai plēkšņainajiem divkanšu miežiem negatīva korelācija konstatēta starp cieti un koptauku saturu graudos, kas būtiska ($p<0.05$) bija 2005. un 2006. gadā. (3.11. tab.). Būtisku pozitīvu korelāciju starp koptaukiem un β-glikānu saturu graudos konstatēja tikai kailgraudu miežiem (r_K=0.710) (27. pielik.). Tas paver iespējas veikt kailgraudu miežu šķirņu selekciju, kas raksturojas ar paaugstinātu β-glikānu un koptauku saturu graudos.

Lai pētāmās šķirnes sadalītu grupās ar noteiktām pazīmju kombinācijām, ņemot vērā korelatīvās sakarības starp pazīmēm, izmantoja faktoru analīzi, kā ekstrakcijas metodi pielietojot **galveno komponentu analīzi**. Tā ir daudzdimensiju analīzes metode, kas pēta korelāciju matricas iekšējo struktūru. Atklātie komponenti būs šīs struktūras raksturojums. Tādējādi, ja korelācija pēta sakarību ciešumu starp rādītājiem un regresija izzina šo sakarību formu un virzienu, tad komponentu analīze pēta šo sakarību iekšējo

struktūru un palīdz interpretēt korelācijas analīzes rezultātus. Izmantojot komponentu analīzi, datus iespējams reducēt, izdalot vairākus galvenos komponentus, kas ir savstarpēji neatkarīgi, tas ir, tie savstarpēji nekorelē (Lasmanis, Kangro, 2004).

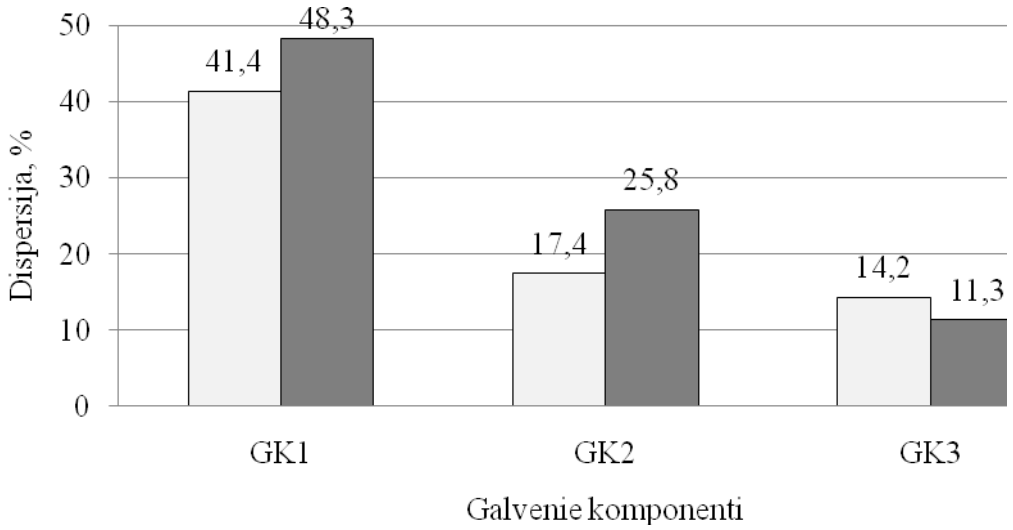
Galveno komponentu analīze parāda, ka plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem kopā izdalīti deviņi komponenti ar trīs galvenajiem komponentiem, kas atbilst kritērijam, ka to īpašvērtība ir lielāka vai vienāda ar 1 (skat. 3.15. att.; 28. pielik.). Pirmā galvenā komponente (GK1) raksturo pazīmju dispersijas lielāko daļu, otrā un trešā galvenā komponente (GK2 un GK3), savukārt, izsaka tās dispersijas lielāko daļu, kas palikusi pāri pēc pirmās galvenās komponentes aprēķināšanas. Šajā gadījumā katra izdalītā galvenā komponente reprezentē trīs dažādas populācijas, kuras pēc graudu fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem būtiski atšķiras.



3.15. att. **Komponentu īpašvērtības plēkšņaino un kailgraudu miežu graudu kvalitātes rādītājiem.**

plēkšņains; kailgraudu.

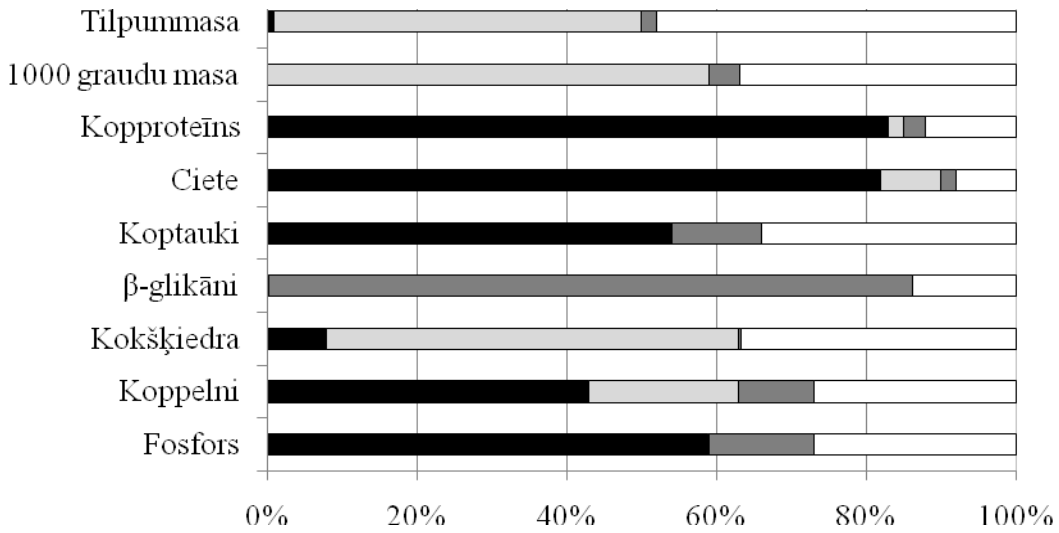
3.16. attēlā ir parādīts procents no kopējās datu mainības jeb dispersijas, ko faktoru analīzē izskaidro iegūtie trīs galvenie komponenti. Pirmā galvenā komponente (GK1) plēkšņainajiem miežiem izskaidro 41.4% no kopējās dispersijas, otrā galvenā komponente (GK2) – 17.4%, bet trešā (GK3) – 14.2% no kopējās dispersijas. Savukārt kailgraudu miežiem GK1 izskaidro 48.3% no kopējās dispersijas, GK2 – 25.8%, bet GK3 – 11.3% no sākotnējās korelāciju matricas dispersijas. Līdz ar to plēkšņainajiem miežiem trīs galvenie komponenti kopā izskaidro 72.0% no datu kopējās dispersijas, kailgraudu miežiem tie bija 85.3% no datu kopējās dispersijas sākotnējā korelāciju matricā.



3.16. att. **Dispersijas daļa (%) starp mainīgajiem sākotnējā korelāciju matricā, ko izskaidro trīs galvenie komponenti (GK1, GK2, GK3).**

Plēkšņains; Kailgraudu.

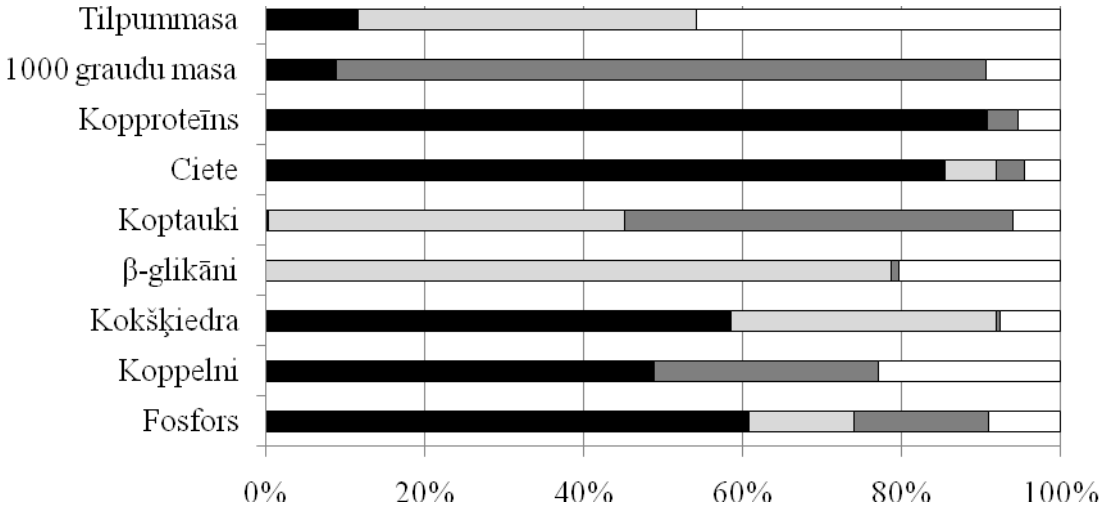
Datu analīzē noskaidrots, kādu dispersijas daļu plēkšņaino un kailgraudu miežu graudu kvalitātes rādītājiem izskaidro izdalītie trīs galvenie komponenti (skat. 3.17. un 3.18. att.). Plēkšņainajiem miežiem GK1 izskaidro galvenokārt kopproteīna (83%), cietes (82%), fosfora (59%), koptauku (54%) un koppelnu (43%) datu mainību (skat. 3.17. att., 29. pielik.). GK2 izskaidro 1000 graudu masas (59%), kokšķiedras (55%) un tilpummasas (49%) dispersiju, bet GK3 izskaidro 86% no β-glikānu kopējās dispersijas.



3.17. att. **Dispersijas daļa (%), ko plēkšņaino miežu graudu kvalitātes rādītājiem izskaidro trīs galvenie komponenti (GK1, GK2, GK3).**

GK 1 GK 2; GK 3; pārējie faktori

Arī kailgraudu miežiem lielāko dispersijas daļu GK1 izskaidro kopproteīns (91%), ciete (85%), koppelni (49%) un fosfors (61%) (skat. 3.18. att., 29. pielik.). Otrā galvenā komponente (GK2) izskaidro galvenokārt β-glikānu (79%), koptauku (45%) un tilpummasas (43%) dispersiju. Savukārt GK3 izskaidro 1000 graudu masas (82%) un koptauku (49%) dispersiju.



3.18. att. **Dispersijas daļa (%), ko kailgraudu miežu graudu kvalitātes rādītājiem izskaidro trīs galvenie komponenti (GK1, GK2, GK3).**

GK 1 GK 2; GK 3; pārējie faktori

Galveno komponentu īpašvērtības plēkšņaino un kailgraudu miežu graudu kvalitātes rādītājiem apkopotas 3.12. tabulā. Plēkšņainajiem miežiem kopproteīna, koptauku, koppelnu un fosfora saturam ar GK1 ir pozitīva korelācija (komponentu īpašvērtības attiecīgi 0.910, 0.732, 0.654 un 0.765), bet ar cietes saturu graudos – būtiska negatīva korelācija (-0.906).

3.12. tabula

Galveno komponentu slodzes kailgraudu un plēkšņaino miežu graudu kvalitātes rādītājiem, vidēji 2004. - 2006. g.*

Graudu kvalitātes rādītājs	Galvenie komponenti					
	Plēkšņainie			Kailgraudu		
	1	2	3	1	2	3
1000 graudu masa	0.038	**0.769**	0.212	0.297	-0.023	**0.904**
Tilpummasa	-0.087	**0.702**	-0.155	-0.341	**-0.652**	-0.025
Kopproteīns	**0.910**	-0.133	0.182	**0.952**	0.041	0.195
Ciete	**-0.906**	0.288	-0.124	**-0.924**	-0.252	-0.189
Koptauki	**0.732**	-0.004	-0.349	-0.057	**0.669**	**-0.699**
β-glikāni	-0.028	0.049	**0.930**	-0.005	**0.887**	-0.094
Kokšķiedra	0.280	**-0.741**	-0.018	**0.765**	**-0.577**	-0.077
Koppelni	**0.654**	-0.444	0.321	**0.699**	0.008	**0.530**
Fosfors	**0.765**	0.039	-0.379	**0.780**	0.363	0.411

* **Izceltas** galveno komponentu slodzes, kas lielākas par 0.5.

Tas nozīmē, ka GK1 apvieno plēkšņaino miežu genotipus ar paaugstinātu kopproteīna, koptauku un koppelnu saturu graudos un pazeminātu cietes saturu graudos. Savukārt GK2 pieder genotipi ar paaugstinātu 1000 graudu masu un tilpummasu (komponentu slodzes attiecīgi 0.769 un 0.702) un pazeminātu kokšķiedras saturu graudos (-0.741).

Plēkšņainajiem miežiem lielākā saikne ar GK3 ir tikai β-glikānu saturam graudos (komponenta slodze 0.930), kas norāda, ka plēkšņainajiem miežiem starp β-glikānu saturu graudos nepastāv korelatīvas sakarības ar pārējiem graudu kvalitātes rādītājiem. Rezultāti parāda, ka kailgraudu miežiem izdalītie trīs galvenie komponenti atšķīrās pēc to saistības ar fizikālajiem un ķīmiskajiem graudu kvalitātes rādītājiem. Ar GK1 pozitīva korelācija bija kopproteīna (komponenta slodze 0.952), kokšķiedras (0.765) un koppelnu saturam (0.699) un fosfora saturam (0.780), bet negatīva - cietes saturam (-0.924) (3.12. tab.). Tas norāda, ka izdalās kailgraudu miežu genotipi ar paaugstinātu kopproteīna, kokšķiedras, koppelnu, fosfora saturu un pazemināt cietes saturu graudos. Galveno komponentu analīzē GK2 galvenokārt saistāms ar paaugstinātu β-glikānu un koptauku saturu graudos (slodzes attiecīgi 0.887 un 0.669). Kā liecina rezultāti, šādiem kailgraudu genotipiem būs pazemināta tilpummasa un kokšķiedras saturs graudos, uz ko norāda negatīva korelācija starp GK2 un minētajiem graudu kvalitātes rādītājiem (slodzes attiecīgi -0.652 un -0.577). GK3 izdala kailgraudu genotipus, kuri raksturojas ar paaugstinātu 1000 graudu masu (0.904) un koppelnu saturu graudos (0.530), bet kuriem ir pazemināts kopptauku saturs graudos (-0.699).

Apkopojot iegūtos rezultātus par korelatīvajām sakarībām starp graudu kvalitātes rādītājiem plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem, konstatēts:

- jo augstāks β-glikānu saturs graudos, jo cietāka graudu endosperma, ko apstiprina pozitīva korelācija starp šiem graudu kvalitātes rādītājiem, kas nodrošina atgremotāju mājdzīvnieku izvirzītās prasības augstvērtīgai lopbarības miežu šķirnei;
- viena grauda masa un viena grauda diametrs ir cieši saistīts ar 1000 graudu masu, bet ne ar graudu tilpummasu;
- tilpummasa kā graudu kvalitātes rādītāju var izmantot kā izlases kritēriju augstvērtīgu lopbarības miežu selekcijā - divos pētījuma gados konstatēta būtiska pozitīva korelācija starp graudu tilpummasu un cieti, kur plēkšņainajiem miežiem augstākas tilpummasas graudiem bija zemāks kokšķiedras saturs graudos;
- ir neiespējami apvienot vienā genotipā paaugstinātas kopproteīna un cietes satura rādītāju vērtības - cieša negatīva korelācija konstatēta starp cietes un kopproteīna saturu graudos. Pieaugot cietes saturam graudos, samazinās arī kokšķiedras, koppelnu, fosfora saturs graudos abām miežu formām, bet plēkšņainajiem miežiem arī koptauku saturs graudos;
- korelācijas trūkums starp kopproteīna un β-glikānu saturu graudos paver iespējas neatgremotājiem mājdzīvniekiem piemērotu lopbarības miežu šķirņu selekcijai, kas raksturojas ar paaugstinātu kopproteīna saturu un pazemināt β-glikānu saturu graudos;
- galveno komponentu analīze izdala:
  - ✓ plēkšņaino miežu genotipus ar paaugstinātu kopproteīna, koptauku un koppelnu saturu graudos un pazemināt cietes saturu graudos, genotipus ar paaugstinātu 1000 graudu masu un tilpummasu, un pazemināt kokšķiedras saturu graudos;
  - ✓ kailgraudu miežu genotipus ar paaugstinātu kopproteīna, kokšķiedras, koppelnu, fosfora saturu, pazemināt cietes saturu graudos, genotipus ar pazemināt tilpummasu, kokšķiedras saturu graudos, paaugstinātu β-glikānu, koptauku saturu graudos, genotipus ar paaugstinātu 1000 graudu masu, koppelnu saturu graudos, pazemināt kopptauku saturs graudos.

Iegūtos rezultātus galveno komponentu analīzē iespējams izmantot selekcijā, lai mērķtiecīgi plānotu hibridizācijas programmu, savstarpēji krustojot genotipus, kas pieder pie dažādām galveno komponentu grupām.

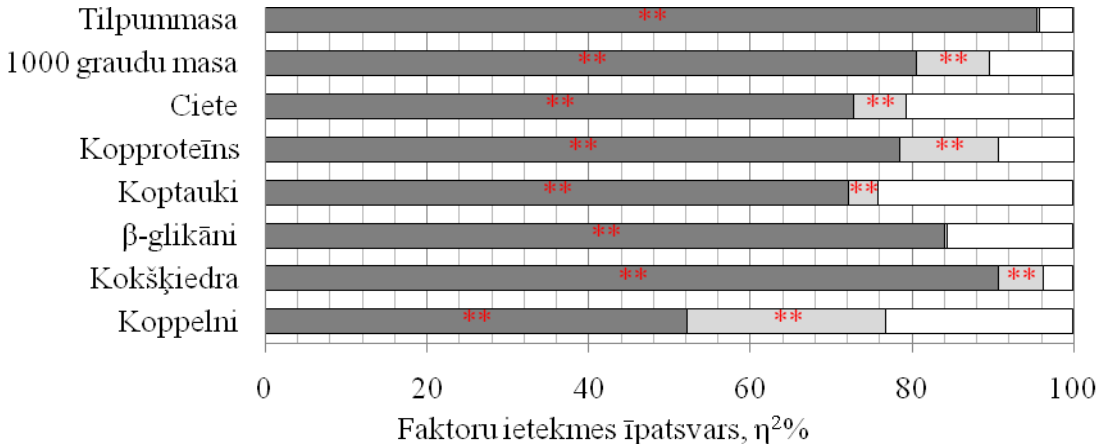
3.4.Genotipa un vides ietekme uz miežu graudu kvalitātes rādītājiem

Novērtējot miežu šķirņu graudu kvalitāti, selekcionāram jāņem vērā ne tikai šķirnes ģenētiskais potenciāls, bet arī vides apstākļu ietekme uz rezultātā iegūto graudu kvalitāti. Jārēķinās arī ar genotipa un vides savstarpējo mijiedarbību, kas arī lielā mērā nosaka atšķirības starp šķirnēm pēc graudu kvalitātes. Viens no selekcionāra uzdevumiem ir veidot šķirnes ar spēju nodrošināt atbilstošu graudu kvalitāti pa gadiem atšķirīgos audzēšanas un klimatiskajos apstākļos.

Viens no šī pētījuma uzdevumiem bija novērtēt genotipa, audzēšanas gada un to mijiedarbības kā faktoru ietekmi uz vasaras miežu genotipu graudu kvalitātes mainību. Ar audzēšanas gadu šeit jāsaprot agrometeoroloģiskie apstākļi, tas ir, iespējamo meteoroloģisko apstākļu, augsnes agroķīmiskā sastāva un agrotehnisko elementu (sējas laiks, augsnes apstrāde u.c.) atšķirības starp pētījuma gadiem. Lai labāk interpretētu graudu kvalitātes atšķirības pa gadiem dažādām miežu formām, papildus uzmanība pievērsta meteoroloģisko apstākļu raksturlielumu (vidējās diennakts gaisa temperatūras un nokrišņu summas) analīzei un to atšķirībām pa gadiem graudu veidošanās un nogatavošanās periodā.

Lai noskaidrotu cik lielu daļu no pazīmes vērtību variēšanas trīs pētījuma gados ir saistāma ar faktoriem – šķirni, gadu un šo faktoru mijiedarbības ietekmi, noteica šo faktoru ietekmes relatīvo īpatsvaru kopējā dispersijā. Rezultātu 3.1. nodaļā jau konstatēja būtiskas atšķirības starp dažādu formu (divkanšu, daudzkanšu, plēkšņaino, kailgraudu) graudu kvalitātes rādītāju vidējām vērtībām. Tāpēc arī dispersijas analīzē, analizējot visus genotipus kopā, šķirnei kā faktoram bija būtiska ($p<0.01$) ietekme uz visu analizēto graudu kvalitātes rādītāju mainību. Izvērtējot katra faktora relatīvo ieguldījumu uz kvalitātes rādītāju mainību, konstatēts, ka šķirnes kā faktora ietekmes īpatsvars (η^2%) uz analizēto pazīmju mainību bija ievērojami augtāks par gada un mijiedarbības faktoru ietekmi, kas variēja no 52.2% līdz 95.5% (3.19.att., 30. pielik.). Augstākais šķirnes kā faktora ietekmes īpatsvars ir 1000 graudu masai (80.6%), β-glikānu saturam (84.0%) un tilpummasai (95.5%).

Par genotipa kā faktora būtisku ietekmi uz graudu kvalitātes rādītāju mainību liecina arī analizētie rezultāti pētījuma 3.1. nodaļā, kur dažādām miežu formām salīdzināja fizikālos un ķīmiskos graudu kvalitātes rādītājus. Tā kailgraudu miežu graudiem konstatētas būtiski augstāka kopproteīna un koptauku satura vidējās vērtības un būtiski zemāks kokšķiedras saturs graudos nekā plēkšņainajiem miežiem. Daudzkanšu miežiem bija būtiski augstāks kopproteīna, kokšķiedras, koppelnu saturs, zemāks cietes saturs graudos nekā divkanšu miežiem (20. pielik.). Arī S. Ullriha (Ullrich) u.c. (1992) pētījumā, kur analizēja ķīmisko sastāvu dažādām miežu šķirnēm, dispersijas analīzē konstatēja būtisku genotipa kā faktora ietekmi uz kopproteīna, cietes, tauku un kokšķiedras satura mainību. Gads kā faktors būtiski ($p<0.01$) ietekmēja koppelnu, kopproteīna, 1000 graudu masas, kokšķiedras, koptauku mainību, bet šī faktora ietekmes īpatsvars bija neliels un variēja no 3.7% līdz 24.6%. A. Hanga u.c. (2007) pētījumā β-glikānu mainību ietekmēja gads un genotipa-gada mijiedarbība. Tomēr mūsu pētījumā vienīgi tilpummasas un β-glikānu mainība nebija atkarīga no gada kā faktora ietekmes. Konstatēta arī šķirnes un gada mijiedarbības ietekme uz miežu graudu kvalitātes mainību, kas variēja no 3.7% līdz 23.1%. Salīdzinoši lielākā šī faktora ietekme bija uz koptauku (η^2=24.1%), koppelnu (23.1%) un cietes satura (20.6%) mainību (3.19.att., 30. pielik.).



3.19. att. **Faktoru ietekmes īpatsvars uz vasaras miežu graudu kvalitātes rādītājiem (2004.-2006.g.)**

Šķirne; Gads Šķirne x Gads; ** p<0.01

Analizēto faktoru ietekmes būtiskums un īpatsvars uz miežu graudu kvalitāti atšķīrās, ja dispersijas analīzi veica atsevišķi divkanšu plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem, un plēkšņainajiem daudzkanšu miežiem (3.13. tab.; 30. pielik).

3.13. tabula

Faktoru ietekmes īpatsvars (η²,%) uz dažādu formu vasaras miežu graudu kvalitātes rādītājiem[1]

Kvalitātes rādītājs	Plēkšņainie, divkanšu			Kailgraudu, divkanšu			Plēkšņainie, daudzkanšu		
	A[1]	B	A x B	A	B	A x B	A	B	A x B
1000 graudu masa	60.3 **	19.5 **	20.1	86.6 **	7.7 *	5.7	81.7 **	6.0 **	12.3
Tilpummasa	81.0 **	2.4	16.7	84.8 **	2.2	13.0	65.1 **	3.3	31.5
Kopproteīna saturs	49.5 **	18.1 **	32.3	74.4 **	15.9 **	9.6	75.7 **	11.1 **	13.1
Cietes saturs	62.3 **	13.5 **	24.2	73.2 **	6.7 *	20.1	51.4 **	14.1 *	34.5
Koptauku saturs	62.6 **	7.8 **	29.6	73.8 **	3.2	23.0	32.3	14.4	53.3
β-glikānu saturs	47.2 **	3.2	49.6	79.5 **	0.1	20.3	69.5 **	5.3	25.2
Kokšķiedras saturs	29.0	19.5 **	51.5	67.1 **	17.2 **	15.7	37.7 *	39.8 **	22.6
Koppelnu saturs	23.2 **	59.0 **	17.7	71.2 **	10.1 **	18.6	41.4	10.6	48.1

* būtiskuma līmeņi: *p<0.05; **p< 0.01.

[1]A - genotips; B – gads; A x B – abu faktoru mijiedarbība.

Divkanšu plēkšņainajiem miežiem šķirnes kā faktora ietekme bija būtiska (p<0.01) uz visu analizēto graudu kvalitātes rādītāju mainību, izņemot kokšķiedras saturu graudos. Visaugstākais šī faktora ietekmes īpatsvars bija uz tilpummasu

(η^2%=81.0). Divkanšu kailgraudu miežiem šķirnes kā faktora ietekme bija būtiska ($p<0.01$) uz visu pazīmju mainību. Šī faktora ietekmes īpatsvars pētītajām pazīmēm variēja no 67.1% līdz 86.6%. Plēkšņainajiem daudzkanšu miežiem genotipa kā faktora ietekme uz 1000 graudu masas, tilpummasas, kopproteīna, cietes, β-glikānu un kokšķiedras mainību bija statistiski būtiska ($p<0.01$). Daudzkanšu miežu genotipi būtiski neatšķīrās pēc koptauku un koppelnu satura graudos. Arī gada kā faktora ietekmes īpatsvars uz graudu kvalitātes rādītāju mainību pieauga, ja graudu kvalitātes rādītāju mainību analizēja atsevišķi plēkšņainajām un kailgraudu miežu formām (3.13. tab.). Plēkšņainajiem divkanšu miežiem gada kā faktora ietekme bija būtiska ($p<0.01$) uz visu pazīmju, izņemot tilpummasas un β-glikānu satura mainību. Visaugstākais šī faktora ietekmes īpatsvars divkanšu plēkšņainajiem miežiem bija uz koppelnu saturu (η^2%=59.0). Kailgraudu miežiem gada kā faktora ietekme bija būtiska kopproteīna saturam, koppelnu, kokšķiedras saturam ($p<0.01$), 1000 graudu masai un cietes saturam graudos ($p<0.05$). Plēkšņainajiem daudzkanšu miežiem gads kā faktors būtiski neietekmēja koptauku, β-glikānu, koppelnu un tilpummasas mainību. Dispersijas analīze parādīja arī genotipa un gada mijiedarbību kā faktora ietekmi uz visiem novērtētajiem rādītājiem. Augsts šī faktora ietekmes īpatsvars divkanšu miežiem konstatēts kokšķiedras saturam (η^2%=51.5), β-glikāniem (η^2%=49.6), bet daudzkanšu miežiem uz koptauku satura (η^2%=53.3) un koppelnu satura (η^2%=48.1) mainību (3.13. tab.; 30. pielik.).

Ar t-testu konstatēts, ka kopproteīna, koppelnu, kokšķiedras un 1000 graudu masas vidējās vērtības trīs pētījuma gados būtiski atšķīrās (3.14. tab., 31. pielik.). 2004. gadā vasaras miežiem bija būtiski ($p<0.05$) augstākais koppelnu saturs, 1000 graudu masa nekā 2005. un 2006. gadā. Visaugstākais kokšķiedras saturs miežu graudos bija 2005. gadā. Šajā gadā miežu genotipi veidoja būtiski zemāku 1000 graudu masu. 2006. gadā miežiem bija būtiski ($p<0.05$) augstākais kopproteīna saturs graudos (150.8 g kg^{-1}), kā arī būtiski zemāks cietes (606.8 g kg^{-1}) un kokšķiedras saturs graudos (36.9 g kg^{-1}).

3.14. tabula

Vasaras miežu graudu kvalitātes rādītāju raksturojums, vidēji 2004.-2006.g.

Graudu kvalitātes rādītājs	2004	2005	2006
1000 graudu masa, g	45.5[a1]	41.8[c]	44.4[b]
Tilpummasa, g L^{-1}	701.8[a]	695.6[a]	697.0[a]
Kopproteīns, g kg^{-1}	137.3[b]	132.2[c]	150.8[a]
Ciete, g kg^{-1}	619.4[a]	624.9[a]	606.8[b]
Koptauki, g kg^{-1}	23.0[b]	24.6[a]	23.7[b]
β-glikāni, g kg^{-1}	42.7[a]	42.1[a]	43.2[a]
Koppelni, g kg^{-1}	24.3[a]	21.6[b]	22.2[c]
Kokšķiedra, g kg^{-}	42.3[b]	43.8[a]	36.9[c]

[1] vidējie katrā salīdzinājuma pārī starp gadiem ar dažādiem burtiem augšrakstā ir būtiski atšķirīgi $p<0.05$ līmenī

Šķirnes graudu kvalitātes mainību pa gadiem, ja to audzē pielietojot vienādu audzēšanas tehnoloģiju, nosaka galvenokārt meteoroloģisko apstākļu atšķirības audzēšanas gados un genotipa reakcija šajos apstākļos. Dažādos pētījumos konstatēta dažādu graudu kvalitātes rādītāju mainība atkarībā no meteoroloģisko un audzēšanas apstākļiem, tādiem kā temperatūras režīma veģetācijas periodā (Pasarella, Savin, Slafer, 2005), mitruma deficīta graudu veidošanās periodā (Fathi, McDonald, Lance, 1997), slāpekļa

mēslojuma (Jorgensen, Gabert, Fernandez, 1998). Graudu veidošanās un piepildīšanās notiek auga attīstības periodā no plaukšanas līdz pilngatavībai (Hay, Porter, 2006). Veģetācijas periodā dažādi miežu graudu fizikālie un ķīmiskie kvalitātes rādītāji formējas un sintezējas noteiktā secībā, kas balstīti uz fizioloģiskajiem un bioķīmiskiem procesiem pašā graudā. Pēc ziedēšanas grauda veidošanās un nogatavošanās periodam var izdalīt divas fāzes – šūnu dalīšanās un grauda piepildīšanās (Hay, Porter, 2006). Graudu veidošanās perioda garums ir ļoti atkarīgs no gaisa temperatūras, kas ir viens no svarīgākajiem faktoriem, kas ietekmē graudu kvalitāti (Pasarella, Savin, Slafer, 2005). Otrs svarīgs faktors, kas ietekmē graudaugu attīstības fāzu garumu un līdz ar to arī graudu kvalitāti, ir mitruma režīms. Mitruma deficīts graudu veidošanās periodā ierobežo barības vielu asimilāciju un translokāciju no auga veģetatīvajiem uz ģeneratīvajiem orgāniem (Conzales Martin, Ayerbe, 2007). Lai noskaidrotu graudu kvalitātes mainības cēloņus starp dažādiem pētījuma gadiem, izmantoja fenoloģiskos un meteoroloģiskos datus (2., 3. pielik.). Graudu veidošanās periods pētījumā pieņemts kā periods no plaukšanas līdz nogatavošanās fāzei, kas meteoroloģisko datu salīdzināšanai, sadalīts uz pusēm – graudu veidošanās perioda pirmā puse un graudu veidošanās perioda otrā puse (20 līdz 25 dienām atkarībā no šī perioda garuma) (3.15. tab.). Par graudu veidošanās sākumu pieņemts pētījumā iekļauto genotipu vidējais plaukšanas datums, bet šī perioda beigas – vidējais nogatavošanās datums (2. pielik.) Fenoloģisko novērojumu datu analīze liecina, ka augu attīstības periodu (00-91. etaps, 00-55. etaps, 55-91. etaps) garumi vasaras miežiem trīs pētījuma gados bija atšķirīgi (3.15. tab.). Visgarākais graudu veidošanās periods konstatēts 2005. gadā (51 diena), kad vidējais kopproteīna saturs miežiem bija būtiski zemāks nekā citos pētījuma gados. Savukārt 2006. gadā, kad kopproteīna saturs bija būtiski augstākais, vidējais graudu veidošanās perioda garums bija visīsākais (40 dienas) (3.15. tab.; 2. pielik.).

3.15. tabula

Augu attīstības periodu garums un meteoroloģisko apstākļu raksturojums vasaras miežu graudu veidošanās periodā, 2004-2006

Mainīgais	2004	2005	2006
Augu attīstības periodu garums, dienas			
No dīgšanas līdz pilngatavības fāzei (00.-91. etaps)	116	117	98
No dīgšanas līdz plaukšanas fāzei (00.-55. etaps)	71	66	58
No plaukšanas līdz nogatavošanās fāzei (55.-91. etaps)	45	51	40
Vidējā diennakts gaisa temperatūra, °C			
Graudu veidošanās periods	16.4[a1]	17.0[a]	16.3[a]
Graudu veidošanās perioda pirmā puse	15.0[c]	17.8[b]	19.4[a]
Graudu veidošanās perioda otrā puse	17.6[a]	16.2[b]	13.1[c]
Nokrišņu summa, mm			
Graudu veidošanās periods	117.6	168.4	50.4
Graudu veidošanās perioda pirmā puse	79.5	31.3	5.1
Graudu veidošanās perioda otrā puse	38.1	137.1	45.3

[1] vidējie katrā salīdzinājuma pārī starp gadiem ar dažādiem burtiem augšrakstā ir būtiski atšķirīgi $p<0.05$ līmenī

Graudu veidošanas periodā kopumā vidējā gaisa temperatūra nebija būtiski atšķirīga. Tomēr analizējot vidējo diennakts gaisa temperatūras režīmu graudu veidošanās perioda pirmajā un otrajā pusē, konstatētas būtiskas ($p<0.05$) atšķirības pa gadiem (3.15. tab.). Graudu veidošanās perioda pirmajā pusē būtiski augstākā vidējā gaisa temperatūra konstatēta 2006. gadā (19.4 °C). Turklāt šajā gadā nogatavošanās

perioda pirmajā pusē bija sevišķi sauss (nokrišņu summa 5.1 mm). M. Wallworks u.c. (1998) norāda, ka, ja graudu nogatavošanās periodā ir kaut neliels periods ar augstu gaisa temperatūru, tas var ietekmēt viena vai vairāku graudu ķīmisko komponentu sintēzi, līdz ar to rezultātā izmainīt pilngatavību sasniegušu graudu ķīmisko sastāvu. Paaugstināta gaisa temperatūra un mitruma deficīts negatīvi ietekmē galvenokārt cietes metabolisma procesus graudos. Turklāt ogļhidrātu biosintēzes un akumulācijas procesi ir jūtīgāki pret paaugstinātu temperatūru nekā slāpekļa akumulācija (Schelling et al., 2003). Tas izskaidro to, ka gadā ar paaugstinātu temperatūru un nelieliem nokrišņiem graudu veidošanās periodā, kā tas bija 2006. gadā, vidējais kopproteīna saturs graudos bija būtiski augstāks nekā 2004. un 2005. gadā. Tā kā nogatavošanās perioda pirmā puse ir saistīta galvenokārt ar šūnu dalīšanās periodu cieti veidojošajā grauda endospermā, tad karstais un sausais laiks saīsināja šī perioda garumu, tā ietekmējot cietes akumulāciju. Arī tas izskaidro, kāpēc 2006. gadā miežiem bija būtiski zemāks cietes un būtiski augstāks kopproteīna saturs graudos. Tā kā miežus lopbarībā izmanto galvenokārt kā enerģijas avotu, tad karsti un sausi apstākļi graudu nogatavošanās periodā var samazināt to barības vērtību. Lai arī 2005. gadā, kad konstatēja būtiski zemāko kopproteīna saturu graudos un augstāko cietes saturu graudos, graudu veidošanās periods arī bija salīdzinoši silts (17.0°C), tomēr šajā gadā šis periods kopumā bija ļoti bagāts ar nokrišņiem (168.4 mm), kas varēja sekmēt pastiprinātu cietes veidošanos miežu grauda endospermā.

Turklāt ļoti sausi laika apstākļi graudu nogatavošanās fāzē, īpaši šīs fāzes sākumā, ietekmē paātrinātu graudu nogatavošanos un traucē normālu graudu piepildīšanos, tāpēc parasti veidojas graudi ar pazeminātu 1000 graudu masu (Savin, Nicolas, 1999; Pasarella, Savin, Slafer, 2005; Conzales, Martin, Ayerbe, 2007). Lai arī 2006. gadā graudu veidošanās periods karsto un sauso apstākļu dēļ bija saīsināts, tas nesamazināja vidējo 1000 graudu masu. Zemākā 1000 graudu masa (41.8 g) konstatēta nokrišņiem bagātajā 2005. gadā. To var izskaidrot ar to, ka šajā gadā graudu veidošanās otrajā pusē (no 25. jūlija līdz 16. augustam) bija īpaši liels nokrišņu daudzums, kas daļai miežu genotipu radīja agrīnu veldrēšanos. Veldre rada nelabvēlīgus apstākļus augu augšanai, jo ir traucēta barības vielu asimilācija, kā rezultātā var samazināties graudu masa, kā to novēroja 2005. gadā. Tas varētu būt galvenais cēlonis, kāpēc šajā gadā novērots arī būtiski ($p<0.05$) augstāks vidējais kokšķiedras saturs graudos (43.8 g kg^{-1}), salīdzinot ar citiem pētījuma gadiem (3.14. tab. 31. pielik.).

Vasaras miešu šķirnes graudu kvalitātes rādītāju stabilitāte pa gadiem un dažādām audzēšanas vietām ir svarīga graudu pārstrādē dažādiem izmantošanas veidiem. Stingrus noteikumus izvirza alus rūpniecība, jo, lai iegūtu kvalitatīvu galaproduktu, nepieciešamas izejvielas ar noteiktu un konstantu kvalitāti. Lai efektīvi un kvalitatīvi ražotu noteiktas receptūras kombinēto spēkbarību, tad jautājums par graudu kvalitāti raksturojošo rādītāju stabilitāti ir aktuāls arī lopbarības pārstrādes uzņēmumiem. Tāpēc arī selekcijā, raksturojot šķirnes graudu kvalitāti noteiktam izmantošanas virzienam, jāanalizē interesējošā graudu kvalitātes rādītāja stabilitāte pa gadiem. Atšķirības starp šķirnēm pēc graudu kvalitātes ietekmē ģenētiskie faktori, kas nosaka to, kā katra šķirne spēj uzkrāt ķīmiskos struktūras un rezerves komponentus graudu veidošanās un nogatavošanās periodā. Īpaši to var attiecināt uz galvenajiem endospermas sastāvdaļām cieti un proteīnu (Savin, Molina-Cano, 2002). Genotipa un vides kā faktora īpatsvars kopējā dispersijā nosaka dažādu genotipu atšķirīgo reakciju un spēju veidot noteiktu graudu kvalitāti mainīgos klimatiskos apstākļos, ko arī nosaka ģenētiskās atšķirības starp šķirnēm. Tie genotipi, kuriem ir mazāks ieguldījums uz pazīmes kopējo mijiedarbības faktora dispersiju, ir stabilāki nekā tie genotipi, kuriem šī ietekme ir lielāka (Becker, Leon, 1988).

Novērtējot ar variācijas koeficientu astoņu pazīmju mainību trīs pētījuma gados Latvijā selekcionētajām šķirnēm konstatēts, ka tām dažādiem graudu kvalitātes rādītājiem ir atšķirīga stabilitāte pa gadiem (3.16. tab.; 5., 7., 10., 11., 14., 15., 16., 18., 19. pielik.).

3.16. tabula

Latvijā selekcionēto šķirņu graudu kvalitātes rādītāju mainības raksturojums ar pazīmes variācijas koeficientu (V%), 2004.-2006. g.

Šķirne	Rādītāji								Vidēji
	TGM[1]	TM	PR	Ciete	KT	BGL	KŠ	KP	
Ansis	**2.8**[2]	**0.9**	10.7	3.3	9.3	7.6	**6.9**	11.3	**6.6**
Abava	5.9	**0.7**	**5.6**	**1.4**	**2.7**	15.1	15.4	16.0	7.8
Sencis	**5.0**	2.7	19.2	**1.6**	**7.5**	9.8	16.8	14.1	9.6
Rasa	7.1	**0.7**	**2.4**	4.3	8.6	9.5	**3.2**	**7.0**	**5.4**
Druvis	**1.6**	**0.9**	**5.3**	**0.7**	**5.0**	**4.4**	10.7	**2.9**	**3.9**
Kristaps	6.0	2.0	10.9	3.2	**7.8**	**3.3**	10.3	12.3	7.0
Linga	7.6	**0.2**	**3.1**	**1.5**	**7.9**	9.3	10.4	13.4	**6.7**
Idumeja	7.1	**0.5**	13.7	2.6	13.3	**5.1**	**7.8**	12.3	7.8
Balga	**4.2**	1.1	**7.0**	**1.8**	15.4	**5.1**	**8.8**	12.3	7.0
Rūja	**4.0**	**0.4**	18.6	**1.7**	**5.3**	**5.4**	12.6	**8.8**	7.1
Gāte	**4.1**	**0.4**	**7.7**	2.8	12.5	10.2	13.8	14.4	8.2
Malva	**4.5**	**0.8**	12.3	2.8	8.6	11.4	**8.9**	**7.3**	7.1
Klinta	7.0	2.9	**8.9**	2.4	**7.0**	**3.3**	**6.7**	**5.8**	**5.5**
Vidēji	5.1	1.1	9.6	2.3	8.5	7.7	10.2	10.6	6.9

[1]TGM-1000 graudu masa, TM-tilpummasa, PR-kopproteīns, KT- koptauki, BGL- β-glikāni, KŠ-kokšķiedra; KP-koppelni. [2]Izceltas vērtības, kas mazākas par pazīmes variācijas koeficienta vidējo vērtību.

Viszemākā mainība novērtētajām pazīmēm konstatēta daudzkanšu miežu šķirnei ‘Druvis’, kurai variācijas koeficients visām pazīmēm, izņemot kokšķiedras saturam, bija zemāks par pazīmes vidējo variācijas koeficienta vērtību (visu pazīmju vidējais variācijas koeficients šķirnei 3.9%). Vidējais variācijas koeficients novērtētam pazīmēm bija zems arī alus miežu šķirnēm ‘Rasa’ (V%=5.4), ‘Klinta’ (V%=5.5) un ‘Ansis’ (V%=6.6), kā arī lopbarības miežu šķirnei ‘Linga’ (V%=6.7). Lopbarības miežu šķirnei ‘Linga’ pa gadiem stabilākās pazīmes bija tilpummasa, kopproteīna, cietes un koptauku saturs. Līdzīgus rezultātus analizēto pazīmju mainības struktūrā parādīja arī miežu šķirne ‘Abava’. Savukārt alus miežu šķirnei ‘Sencis’ piecas pazīmes (tilpummasa, kopproteīna, β-glikānu, kokšķiedras, koppelnu saturs) bija ar salīdzinoši augstu mainību pa gadiem. Tāpēc kopumā šķirnei ‘Sencis’ graudu kvalitāte pa gadiem ir visnestabilākā (V%=9.6).

Iegūtie rezultāti parāda, ka trīs pētījuma gados visi pētītie faktori (šķirne, gads un to mijiedarbība) ir ietekmējuši graudu kvalitātes rādītāju mainību dažādu formu vasaras miežu genotipiem. Šķirne kā faktors graudu kvalitātes rādītāju mainību ietekmēja visvairāk. Arī gada kā faktora ietekme uz graudu kvalitātes rādītāju, izņemot tilpummasas un β-glikānu satura, mainību bija būtiska. To ietekmēja pa gadiem atšķirīgie meteoroloģiskie apstākļi (temperatūras un mitruma režīms) graudu veidošanās un nogatavošanās periodā. Novērtēta arī Latvijā selekcionēto šķirņu graudu kvalitātes rādītāju mainība un iegūta informācija par šķirnēm, kuras raksturojas ar stabilu graudu kvalitāti.

3.5.Miežu graudu kvalitātes rādītāju novērtējums F_4 un F_5 hibrīdās paaudzes līnijām

Genotipiskā mainība pēc graudu kvalitātes rādītājiem, kas pastāv starp dažādiem miežu genotipiem, dod iespēja selekcionāram to prasmīgi izmantot selekcijas procesā. Selekcionārs var izvēlēties, vai veikt vēlamo genotipu izlasi jau agrīnajās paaudzēs, vai arī atlikt intensīvu izlasi uz vēlākām paaudzēm, kad pēcnācēji ir sasnieguši augstu homozigotitātes līmeni. Tomēr tā būtu liela priekšrocība, ja izdotos izlasīt jau agrīnajās hibrīdajās paaudzēs tās līnijas, kuras satur pēc iespējas vēlamāko interesējošo pazīmju noteicošo gēnu kombināciju (Bernardo, 2003). Informācija par pazīmes iedzimstamību ir svarīga, lai prognozētu izlases efektivitāti, jo tā parāda kādu daļu no pazīmes mainības dispersijas nosaka ģenētiskie faktori. Jaunas zināšanas par kvalitātes radītāju iedzimstamību konkrētajos klimatiskajos apstākļos, tas ir, apstākļos kur tiek veikta izlase, sekmē efektīvāku līniju izlasi pēc noteiktiem graudu kvalitātes kritērijiem arī agrīnajās hibrīdajās paaudzēs. Ir noskaidrots, ka kailgraudainības gēnam ir ietekme uz dažādu miežu agronomiskajām pazīmēm, tādām kā auga garums, graudu masa, tilpummasa, raža, bet tas neietekmē vārpas blīvumu, veģetācijas perioda garumu un izturību pret melnplauku (Choo, Ho, Martin, 2001). Tāpēc pēcnācēju izpēte pēc graudu kvalitātes rādītājiem krustojumu kombinācijās starp plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem var sniegt informāciju par kailgraudainības gēna ietekmi arī uz graudu kvalitāti. Tā kā kailgraudu miežiem, kā jau konstatēja rezultātu 3.1. nodaļā, bija būtiski augstāks cietes un β-glikānu saturs graudos, salīdzinot ar plēkšņainajiem, tad šīs miežu formas izmantošana krustojumos ar plēkšņainajiem miežiem būtu lietderīga, jo dotu iespēju selekcijas ceļā uzlabot plēkšņaino miežu graudu kvalitātes rādītājus.

Selekcionāra galvenais uzdevums ir atkarībā no izvirzītā selekcijas mērķa identificēt un atlasīt tos augus vai līnijas, kas pēc interesējošām pazīmēm būtu labākas par vecākaugu šķirnēm (Rieseberg, Archer, Wayne, 1999). Parasti visvairāk transgresīvi indivīdi ir atrodami agrīnās hibrīdās paaudzēs (F_2, F_3), kas bieži vien ir heterozigotiski, kas vēlākās paaudzēs var nesaglabāt transgresīvas īpašības. Varbūtība atrast transgresīvas homozigotiskas līnijas arī vēlākās paaudzēs ir atkarīga no krustojumu kombinācijas, tas ir, no vecākaugu šķirņu izvēles (Kuczynska, Surma, Adamski, 2007). Pozitīva un negatīva transgresija homozigotiskās miežu līniju populācijās novērota krustojumu kombinācijās, kur savstarpēji krustotas plēkšņainās divkanšu miežu šķirnes, divkanšu un daudzkanšu miežu šķirnes, kā arī plēkšņainās un kailgraudu miežu šķirnes (Thomas et al., 1995; Surma et al., 1998; Surma et al., 2006).

Šī nodaļa sniegs rezultātu analīzi par F_4 un F_5 paaudzes plēkšņaino un kailgraudu līniju graudu kvalitātes rādītajiem (1000 graudu masa, kopproteīna, cietes, β-glikānu saturs graudos), kas iegūtas no krustojumu kombinācijām starp plēkšņainiem un kailgraudu genotipiem. Pētījumā iekļautās plēkšņainās un kailgraudu līnijas analīzēs no lopbarības graudu kvalitātes perspektīvas. Novērtēs šo pazīmju iedzimstamību starp F_4 un F_5 paaudzes plēkšņainajām un kailgraudu līnijām.

3.5.1.Graudu kvalitātes rādītāju novērtējums krustojumu kombinācijās starp plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem

Lai arī rezultātu 3.1. nodaļā analizētie rezultāti rāda, ka atšķirības pēc **1000 graudu masas** starp plēkšņainajiem un kailgraudu miežu vidējām vērtībām nebija būtiskas, tomēr konstatēts, ka kailgraudu miežiem ir salīdzinoši zemāka vidējā 1000 graudu masa nekā plēkšņainajiem (3.2. tab., 9. pielik.). Viens no galvenajiem iemesliem varētu būt plēksnes trūkums, kas ietekmē ne tikai atsevišķu graudu diametru, bet arī

viena graudu masu, kas šajā pētījumā kailgraudu miežiem konstatēta būtiski zemāka nekā plēkšņainajiem (9. pielik.). Arī krustojumos izmantotās kailgraudu miežu vecākaugu šķirnes raksturojās ar salīdzinoši zemāku 1000 graudu masu nekā plēkšņainās šķirnes (3.17. tab., 32. pielik.).

3.17. tabula

1000 graudu masa F_4 un F_5 paaudzes miežu līnijām krustojumu kombinācijās starp plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem, 2007-2008. g.

Krust. komb.	Vidēji, g kg^{-1}				*min-max*, g kg^{-1}		V%	
	vecākaugi		līnijas		līnijas			
	♀ Pl[1]	♂ K	Pl	K	Pl	K	Pl	K
F_4/2007								
04-09	52.9	52.7	58.4*[2]	50.3	54.7-64.2	46.6-53.9	3.4	5.3
04-10	60.4	42.1	57.0*	50.6	54.8-59.3	48.9-53.5	3.3	3.6
04-21	52.3	50.8	53.1	50.7	47.5-58.9	44.8-58.2	7.5	8.6
04-22	52.3	43.2	51.2*	46.2	50.0-52.8	43.0-48.2	2.1	4.1
04-27	44.9	41.0	50.7	48.4	47.8-52.9	44.7-53.3	4.9	9.0
04-41	49.7	50.8	51.9	46.2	43.3-59.4	40.0-49.0	11.1	7.6
F_5/2008								
04-09	52.1	51.1	51.8*	48.5	49.4-56.6	44.7-52.9	5.5	6.1
04-10	56.4	40.1	49.0	46.9	42.5-52.8	43.7-49.2	9.7	4.6
04-21	51.0	46.8	47.4	49.9	44.1-49.7	45.8-55.6	4.5	6.6
04-22	51.0	45.2	47.4	46.5	44.1-49.7	42.0-51.9	4.5	7.9
04-27	45.8	45.3	46.9	45.7	42.7-48.9	44.7-46.7	6.1	1.9
04-41	46.8	45.7	45.7	42.6	41.3-50.4	39.7-47.0	8.6	5.9

[1]Pl-plēkšņains, K-kailgraudu; [2] pazīmes vidējie katrā salīdzinājumā starp plēkšņainajiem un kailgraudu miežu pāriem ir būtiski atšķirīgi pie p <0.05.

Četrās krustojumu kombinācijās (04-09, 04-21, 04-27, 04-41) starpība starp vecākaugu šķirnēm bija neliela (0.2-4.2 g) bet divās kombinācijās (04-10 un 04-22) šī starpība bija no 5.8 līdz 18.3 g. Pirmais solis selekcijas procesā ir vecākaugu šķirņu izvēle krustošanai. Neskatoties uz līdzšinējiem teorētiskiem sasniegumiem kvantitatīvajā ģenētikā, vēl aizvien nav atrastas ātras un vienkāršas metodes, lai, balstoties uz vecākaugu šķirņu vērtējumu, būtu iespējams pārliecinoši paredzēt pēcnācēju rezultātus atsevišķā krustojumu kombinācijā. Tas ir tāpēc, ka kvantitatīvo pazīmju izpausmi nosaka daudzi gēni jeb poligēni, kuriem ir atšķirīga ietekme uz pazīmi, ko papildus ietekmē arī vides apstākļi. Analizētajās krustojumu kombinācijās iegūtajām plēkšņainajām līnijām visās krustojumu kombinācijās abus pārbaudes gadus bija augstāka vidējā 1000 graudu masa nekā kailgraudu līnijām. Ar t-testu novērtējot kailgraudu un plēkšņaino līniju vidējo rādītāju starpības būtiskumu, konstatēts, ka būtiska šī starpība abās hibrīdajās paaudzēs bija krustojumu kombinācijā 04-09 (Justina/L 302), bet 2007. gadā to novēroja krustojumu kombinācijās 04-10 (Simba/Wanubet) un 04-22 (Austris/Danuta//KM2045) (3.17. tab., 33., 35. pielik.). Iegūto plēkšņaino un kailgraudu līniju 1000 graudu masas genotipiskā mainība, kas izteikta ar pazīmes variācijas koeficientu, atšķīrās starp dažādām hibrīdajām paaudzēm un krustojumu kombinācijām (V%=1.9-11.1).

Visās krustojumu kombinācijās kailgraudu līniju 1000 graudu masas maksimālā vērtība pārsniedza kailgraudu vecākauga šīs pazīmes vērtību. Tas norāda, ka krustojumu

kombinācijās starp plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem, iegūtas kailgraudu līnijas ar paugstinātu 1000 graudu masu. Tāpat jārēķinās, ka šādās kombinācijās būs plēkšņainās miežu līnijas, kuras raksturosies ar 1000 graudu masu, kas zemāka par plēkšņainā vecākauga šīs pazīmes vērtību, kā to novēroja krustojumu kombinācijās 04-10, 04-21, 04-22. A. Kuczinska (Kuczynska) u.c. (2008) norāda, ka 1000 graudu masa ir pazīme, pēc kuras visbiežāk konstatē trasngresīvas līnijas. Analizējot kailgraudu un plēkšņaino līniju 1000 graudu masu, salīdzinot ar vecākaugu šķirņu šīs pazīmes vērtību, atrastas līnijas, kas uzrādīja gan pozitīvu, gan negatīvu transgresiju (3.18. tab., 32., 33. pielik.). Trasgresīvas līnijas konstatētas četrās (04-9, 04-21, 04-27, 04-41) no sešām pētījumā iekļautajām krustojumu kombinācijām. Tās ir kombinācijas, kā jau iepriekš tika minēts, kurās starpība starp vecākaugu šķirnēm pēc 1000 graudu masas ir neliela. Arī literatūrā norādīts, ka transgresīvu skaldīšanos biežāk novēro tajās populācijās, kur ir neliela starpība starp vecākaugiem pēc pētāmās pazīmes un augsta aditīvā (summējošā) mainība (Kuczynska, Surma, Adamski, 2008). 3.18. tabulā apkopotas tās plēkšņainās un kailgraudu līnijas, kuras uzrādīja noturīgas transgresīvas īpašības, tas ir, abus pārbaudes gadus to 1000 graudu masa pārsniedza abu vecākaugu šīs pazīmes vērtību pozitīvā vai negatīvā virzienā (32., 33. pielik.). Rezultāti liecina, ka plēkšņainajiem miežiem pēc šīs pazīmes bija 8 transgresīvas līnijas (jeb 20% no analizēto līniju skaita), bet kailgraudu miežiem – 9 līnija (27%). A. Kuczinska (Kuczynska) u.c. (2008) atzīmē, ka pētot dažādu kombināciju pēcnācēju sadalījumu pēc dažādām pazīmēm, parasti vairāk konstatē līnijas ar pozitīvu transgresiju nekā ar negatīvu.

3.18. tabula

Plēkšņainās un kailgraudu līnijas ar pozitīvu un negatīvu transgresiju pēc 1000 graudu masas dažādās krustojumu kombinācijās

Krustojumu kombinācija	Plēkšņainās (n=40)		Kailgraudu (n=34)	
	negatīvā transgresija	pozitīvā transgresija	negatīvā transgresija	pozitīvā transgresija
04-09	-	L-559	L-562, L569, L-571, L-555	L-564
04-10	-	-	-	-
04-21	-	L-657, L-671, L-672	L-648	L-658
04-22	-	-	-	-
04-27	-	L-713, L-723, L-728	-	L-715
04-41	L-836	-	L-824	-

Arī šajā pētījumā pēc 1000 graudu masas salīdzinoši vairāk konstatētas līnijas ar pozitīvu transgresiju nekā ar negatīvu - tā novērota 7 plēkšņaino miežu līnijām un 3 kailgraudu miežu līnijām. Arī M. Surmas u.c. (1998) pētījumā no 145 dubultoto haploīdu līniju populācijām, 22 līnijām (jeb 15% no kopējā līniju skaita) 1000 graudu masa pārsniedza labāko vecākaugu šķirni, bet negatīva transgresija šajā līniju populācijā pēc šīs pazīmes konstatēta tikai 9 līnijām jeb 6%. Visvairāk pozitīvi transgresīvas līnijas pēc 1000 graudu masas pieder pie krustojumu kombinācijām 04-21 un 04-27. Šīs kailgraudu un plēkšņainās līnijas uzskatāms kā perspektīvs materiāls turpmākajām selekcijas darbam. Īpaši atzīmējamas kailgraudu līnijas L-564, L-658 un L-715, kuru 1000 graudu masa ir augstāka par krustojumu kombinācijā iesaistīto plēkšņaino vecākaugu šīs pazīmes vērtību.

Visās krustojumu kombinācijās kailgraudu vecākaugu šķirnēm **kopproteīna saturs** bija augstāks nekā plēkšņaino vecākaugu šķirnēm (3.19. tabula, 32. pielik.).

3.19. tabula

Kopproteīna saturs F_4 and F_5 paaudzes miežu līnijām krustojumu kombinācijās starp plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem, 2007-2008. g.

Krust. komb.	Vidēji, g kg^{-1}				min-max		V%	
	vecākaugi		līnijas					
	♀ Pl[1]	♂ K	Pl	K	Pl	K	Pl	K
F_4/2007								
04-09	109.0	180.0	132.8	152.1	113-160	129-195	16.6	13.8
04-10	117.0	153.0	146.0	159.0	139-167	149-163	9.3	3.5
04-21	115.0	155.0	138.6	154.9*[2]	108-164	128-175	11.8	10.4
04-22	115.0	156.0	144.6	149.0	138-158	124-168	5.1	10.1
04-27	140.5	156.0	143.8	158.2	126-165	152-165	11.3	3.9
04-41	124.0	155.0	128.6	143.1	113-158	128-162	13.8	8.4
F_5/2008								
04-09	119.0	159.0	126.8	148.9*	118-139	136-161	6.0	7.2
04-10	115.0	136.0	133.2	135.8	129-138	121-148	2.8	7.4
04-21	132.0	138.0	132.6	138.4	114-151	114-156	7.7	10.3
04-22	132.0	148.0	134.1	138.4	126-145	123-147	6.7	6.6
04-27	142.5	149.0	141.5	142.0	127-150	130-151	7.3	6.4
04-41	125.0	138.0	121.4	134.8*	114-130	126-142	5.1	4.6

[1]Pl-plēkšņains, K-kailgraudu; [2] pazīmes vidējie katrā salīdzinājumā starp plēkšņainajiem un kailgraudu miežu līniju pāriem ir būtiski atšķirīgi pie p <0.05.

2007. gadā atšķirība starp vecākaugu šķirnēm pēc kopproteīna satura graudos bija no 15.5 līdz 71.0 g kg^{-1}, bet 2008. gadā no 6 līdz 44 g kg^{-1}. Kā liecina t-tests dažādās krustojumu kombinācijās pārsvarā nav būtiskas atšķirības starp plēkšņaino un kailgraudu F_4 un F_5 paaudzes līniju kopproteīna satura vidējām vērtībām 95% ticamības līmenī (3.19. tab.; 36. pielik.). Kopproteīna saturs F_4 paaudzes kailgraudu līnijām bija par 4.4 līdz 19.3 g kg^{-1} augstāks nekā plēkšņainajām, bet starpība starp F_5 paaudzes plēkšņainajām un kailgraudu līnijām dažādas krustojumu kombinācijās bija no 0.5 līdz 22 g kg^{-1}. Tikai krustojumu kombinācijā 04-21 (Austris/Danuta//Freedom) vidējais kopproteīna saturs F_4 paaudzes kailgraudu līnijām bija būtiski ($p<0.05$) augstāks nekā plēkšņainajām, bet F_5 paaudzē tas pats konstatēts krustojumu kombinācijās 04-09 (Justina/L 302) un 04-41 (Gate/Freedom) (3.19. tab.; 36. pielik.). Arī citā pētījumā izogēno līniju graudu kvalitāti no krustojumu kombinācijas starp plēkšņainajiem un kailgraudu vecākaugiem, kailgraudu līnijām vidējais kopproteīna saturs bija par 59 g kg^{-1} augstāks nekā plēkšņainajam līnijām, bet šī starpība nebija būtiska 95% ticamības līmenī (Xue, Newman, Graham, 1997).

Novērtējot ar variācijas koeficientu kopproteīna satura mainību plēkšņainajām un kailgraudu līnijām, redzams, ka dažādās krustojumu kombinācijās tā atšķīrās. Augstākā mainība plēkšņainajām un kailgraudu F_4 paaudzes līnijām atsevišķas kombinācijas ietvaros novērota krustojumu kombinācijās 04-09 (Justina/L 302), kur variācijas koeficients bija attiecīgi 16.6 un 13.8%, kā arī krustojumu kombinācijā 04-21 (Danuta/Freedom) ar variācijas koeficientu attiecīgi 11.8 un 10.4%. Kopproteīna satura mainība F_5 paaudzē visās krustojumu kombinācijās, izņemot kombinācijā 04-21,

bija zemāka nekā tā bija F_4 paaudzē (3.19. tab.; 33. pielik.). Iemesls tam varētu būt genotipa un vides mijiedarbības efekts.

Kailgraudu un plēkšņaino līniju vidējās kopproteīna satura vērtības dažādās krustojumu kombinācijās galvenokārt iekļaujas robežās starp abām vecākaugu šķirnēm. Visās krustojumu kombinācijās plēkšņaino miežu populācijas kopproteīna satura vidējā vērtība ir augstāka nekā plēkšņainajai vecākaugu šķirnei, kas norāda uz iespēju izlasīt līnijas ar paaugstinātu kopproteīna saturu graudos. Izvērtējot līniju kopproteīna satura mainību atsevišķu krustojumu kombināciju ietvaros, konstatētas kailgraudu un plēkšņainās līnijas, kuras pēc šī kvalitātes rādītāja abās paaudzēs pārsniedz pozitīvā vai negatīvā virzienā abas vecākaugu šķirnes, tas ir, uzrāda transgresīvas īpašības (3.20. tab., 32., 33. pielik). Plēkšņaino miežu līniju populācijā tādas bija 6 līnijas (15%) – 4 ar negatīvo transgresiju, 2 ar pozitīvo transgresiju. Kailgraudu miežu populācijā konstatētas 7 līnijas (16%) – tikai ar pozitīvu transgresiju pēc kopproteīna satura graudos. Rezultāti parāda, ka arī pēc kopproteīna satura graudos pozitīva transgresija ir biežāk novērojama nekā negatīva. Pēc kopproteīna satura graudos iegūtā pozitīvi transgresīvo līniju populācija, turpmāk varētu būt izmantojama kā perspektīvs izejmateriāls augsta proteīna miežu selekcijā.

3.20. tabula

Plēkšņainās un kailgraudu līnijas ar pozitīvu un negatīvu transgresiju pēc kopproteīna satura graudos dažādās krustojumu kombinācijās

Krustojumu kombinācija	Plēkšņainās (n=40)		Kailgraudu (n=34)	
	Negatīvā transgresija	Pozitīvā transgresija	Negatīvā transgresija	Pozitīvā transgresija
04-09	-	-	-	-
04-10	-	-	-	L-587, L-590
04-21	L-655	L-669	-	L-646, L-647, L-650, L-662
04-22	-	-	-	-
04-27	-	L-713	-	L-720
04-41	L-830, L-834, L-835	-	-	-

Kopproteīna kvalitāte, tas ir, aminoskābju sastāvs proteīnā raksturo miežu kā lopbarības barības vērtību (Shewry, Halford**,** 2002). Miežu proteīns pēc aminoskābju sastāva ir nesabalansēts, ja miežus izmanto neatgremotāju mājdzīvnieku ēdināšanā, tomēr aminoskābju saturs tiem ir augstāks nekā kukurūzai (Newman, McGuire, 1985). Graudaugiem, arī miežiem, lizīns ir galvenā limitējošā aminoskābe neatgremotājiem, tāpēc pasaulē lopbarības miežu selekcijas programmās liela uzmanību pievērš augsta lizīna satura šķirņu veidošanai, ar mērķi iegūst šķirnes ar paaugstinātu barības vērtību (Newman, McGuire, 1985; Jood, Singh, 2001). Līdz šim Latvijā, strādājot lopbarības miežu selekcijas virzienā, izlases procesā liela uzmanība bija pievērsta miežiem ar augstu proteīna saturu (Belicka, 1998b). Plaši krustojumu kombinācijās izmantojot augstražīgas plēkšņaino miežu šķirnes un augsta proteīna satura kailgraudu miežu genotipus, tika iegūtas perspektīvas plēkšņaino un kailgraudu miežu līnijas ar paaugstinātu kopproteīna saturu un paaugstinātu lizīna saturu graudu sausnā (Belicka, 1999). Pēdējos gados pastiprināta uzmanība, īpaši valstīs ar attīstītu cūkkopības nozari, tiek pievērsta arī aizvietojamo aminoskābju sastāvam proteīnā. Slāpekli saturošās aminoskābes, tādas kā glutamīnskābe, prolīns, asparagīnskābe u.c., neatgremotāju mājdzīvnieku gremošanas traktā netiek pilnībā sagremotas, tāpēc

intensīvas ražošanas apstākļos izraisa vides piesārņojumu ar slāpekli saturošiem savienojumiem. Turklāt konstatēts, ka mieži ar augstu proteīna saturu graudos satur augstāku aizvietojamo aminoskābju proporciju, jo pieaugot kopproteīna saturam, pieaug hordeīna proporcija proteīnā, kas ir bagātāka tieši ar slāpekli saturošām aminoskābēm (Lange et al., 2006). Tāpēc miežu šķirnei ar augstu barības vērtību ir jābūt arī pazemінātam neaizvietojamo aminoskābju sastāvam proteīnā, kā tas ir raksturīgi augsta lizīna genotipiem (Eggum, Braunsgaard, Jensen, 1995; Gabert Brunsgaard, Eggum, 1995). Tāpēc, lai mērķtiecīgi veiktu lopbarības miežu šķirņu selekciju, ir jānoskaidro kādam ir jābūt kopproteīna saturam sausnā, kas nodrošinātu optimālu neaizvietojamo un aizvietojamo aminoskābju attiecību proteīnā. Līniju proteīna kvalitātes novērtēšanai izvēlēta krustojumu kombinācija 04-09 (Justina/L 302), kur vecākaugiem bija vislielākā starpība pēc kopproteīna satura graudos (40 g). Arī plēkšņaino un kailgraudu miežu līniju populācijai pēc kopproteīna satura bija augstākais variācijas koeficients (3.19. tab.; 33. pielik.). Tas deva iespēju novērtēt proteīna kvalitāti genotipiem ar atšķirīgu kopproteīna saturu graudos. Kopumā noteiktas 18 aminoskābes, bet rezultātu analīzē uzmanība pievērsta neatgremotājiem mājdzīvniekiem svarīgākajām neaizvietojamām aminoskābēm (lizīns, metionīns, cistīns, treonīns, triptofāns, izoleicīns, leicīns, valīns) un tām aizvietojamām aminoskābēm (glutamīnskābe, prolīns), kas miežu proteīnā sastāda procentuāli lielāko daļu. Analizējot aminoskābju saturu sausnā krustojumu kombinācijas vecākaugiem redzams, ka augsta proteīna kailgraudu līnijai ‘L 302’ ir augstāks gan aizvietojamo, gan neaizvietojamo aminoskābju saturs sausnā, salīdzinot ar plēkšņaino miežu šķirni ‘Justina’ (3.21. tab., 41. pielik).

3.21. tabula

Kopproteīna un aminoskābju saturs sausnā (g kg^{-1}) vecākaugu šķirnēm, plēkšņaino un kailgraudu līniju populācijai krustojumu kombinācijā 04-09 (Justina/L 302), 2008. g.[1]

Vecāki, līnijas	Rādī-tājs	KP	Neaizvietojamās aminoskābes								AA	
			Lys	Met	Thr	Trp	Leu	Ile	Val	Cys	Glu	Pro
Plēkšņains												
♀Justina		**119.0**	**3.3**	**1.0**	**3.1**	**0.4**	**6.1**	**2.5**	**3.5**	**1.2**	**23.1**	**10.6**
Līnijas	vid	126.0	3.8	1.0	3.7	0.5	7.3	2.9	4.0	1.3	28.1	13.5
	min	118.0	2.9	0.7	2.8	0.4	5.7	2.3	3.2	1.1	22.8	10.9
	max	139.0	4.6	1.2	4.3	0.5	8.6	3.5	4.8	1.5	33.0	16.2
	V%	6.0	17.1	20.1	15.2	14.5	14.9	16.9	15.7	13.7	13.2	14.0
Kailgraudu												
♂L 302		**159.0**	**4.3**	**1.2**	**4.6**	**0.6**	**9.3**	**3.6**	**4.9**	**1.6**	**38.1**	**19.4**
Līnijas	vid	148.9	3.8	1.1	3.7	0.5	7.7	2.9	4.0	1.5	31.3	15.5
	min	135.0	3.3	0.9	2.9	0.4	6.2	2.0	2.9	1.3	23.8	12.1
	max	161.0	4.4	1.5	4.4	0.6	9.2	3.4	4.7	1.7	36.4	18.3
	V%	7.2	11.0	19.8	12.7	12.2	12.4	16.4	14.5	9.3	12.7	13.2

[1]KP – kopproteīns; AA – aizvietojamās aminoskābes; Lys – lizīns, Met – metionīns, Thr – treonīns, Trp – triptofāns, Leu – leicīns, Ile – izoleicīns, Val – valīns, Cys – cistīns, Glu – glutamīnskābe, Pro – prolīns.

Lizīna saturs graudos šai līnijai bija augstāks par 1.0 g kg^{-1}, treonīna - par 1.5 g kg^{-1}, leicīna - par 3.2 g kg^{-1}, izoleicīna - par 1.1 g kg^{-1}, glutamīnskābes - par 15 g kg^{-1}, prolīna saturs - par 8.8 g kg^{-1}. Novēroja vidēju līdz augstu mainību pēc aminoskābju satura sausnā abu miežu formu līnijām – plēkšņainajām līnijām pazīmju variācijas koeficients variēja no 13.2 līdz 20.1%, bet kailgraudu līnijām – no 9.3 līdz 19.8% (3.21. tab.; 39., 40. pielik.). Abām miežu formām augstākā mainība konstatēta metionīna saturam

sausnā (pazīmes variācijas koeficients atbilstoši 20.1 un 19.8%). Lizīna saturs sausnā plēkšņainajām līnijām variēja no 2.9 līdz 4.6 g kg^{-1} (V%=17.1), bet kailgraudu līnijām – no 3.3 līdz 4.4 g kg^{-1} (V%=11.0). Kā liecina korelācijas koeficienti starp kopproteīna un atsevišķu aminoskābju saturu sausnā krustojumu kombinācijas līniju populācijā, tad, pieaugot kopproteīna saturam graudu sausnā, no analizētajām neaizvietojamām aminoskābēm, būtiski pieaug cistīna ($r=0.734>r_{0.01}=0.684$), leicīna (r=0.688), metionīna ($r=0.611>r_{0.05}=0.553$), triptofāna (r=0.666) saturs sausnā (44. pielik). Šajā miežu populācijā nekonstatēja būtisku korelāciju starp kopproteīna saturu un galvenās limitējošās aminoskābes lizīna saturu sausnā. Turklāt, pieaugot kopproteīna saturam sausnā, būtiski ($p<0.01$) pieauga aizvietojamo aminoskābju - glutamīnskābes un prolīna saturs sausnā (korelācijas koeficienti atbilstoši 0.796 un 0.836). Tāpēc ir grūti apvienot vienā genotipā paaugstinātu NA aminoskābju saturu un pazeminātu AA saturu sausnā. Te apstiprinās augsta lizīna genotipu priekšrocības, kuriem saskaņā ar literatūru konstatēts paaugstināts NA un pazemināts AA saturs (Jood, Singh, 2001).

Plēkšņaino un kailgraudu līnijas krustojumu kombinācijā pēc neaizvietojamo aminoskābju (NA) satura graudu sausnā (neatgremotājiem mājdzīvniekiem nozīmīgāko neaizvietojamo aminoskābju summa) atrodas starp abām vecākaugu šķirnēm (3.21. tab.; 41. pielik.). Lai salīdzinātu aminoskābju saturu graudu sausnā (g kg^{-1}) un proteīnā (g 100 g proteīna) miežu graudiem ar atšķirīgu kopproteīna saturu, plēkšņainos un kailgraudu miežu genotipus no krustojumu kombinācijas 04-09 (Justina/L 302) sadalīja divās grupās – kopproteīna saturs graudu sausnā < 140 g kg^{-1} (1. grupa) un >140 g kg^{-1} (2. grupa), kur vidējais kopproteīna saturs abām minētajām grupām bija būtiski ($p<0.05$) atšķirīgs (attiecīgi 129.2 un 156.7 g kg^{-1}) (3.22. tab.; 43. pielik.). Arī vidējais NA un AA aminoskābju saturs graudu sausnā (g kg^{-1}) bija būtiski ($p<0.05$) augstāks 2. grupas genotipiem ar paaugstinātu kopproteīna saturu graudos. Lai arī genotipi šajā krustojumu kombinācijā ir daudzveidīgi pēc kopproteīna satura graudos, tomēr mainība pēc NA satura proteīnā (g 100 g proteīna) vecākaugu un līniju starpā ir neliela. Augsta proteīna kailgraudu līnijai ‘L 302’ NA saturs proteīnā bija tikai par 1.9 g 100 g proteīna augstāks nekā zema proteīna satura šķirnei ‘Justina’. Tas nozīme, ka proteīna kvalitāte abiem vecākaugu genotipiem ir līdzvērtīga, ko apstiprina arī nebūtiska starpība starp 1. un 2. grupas genotipiem pēc NA un AA aminoskābju satura proteīnā (g 100 g proteīna) (3.22. tab.; 43. pielik.). Arī C. Ņūmens (Newman) un C. McGuires (1985) secina, ka, pieaugot kopproteīna saturam, procentuāli samazinās NA saturs proteīnā. Augstākais NA saturs proteīnā konstatēts līnijām L-567 (21.5 g 100 g proteīna), L-559 (20.6 g 100 g proteīna) un L- 568 (19.9 g 100 g proteīna), kas pārsniedz arī abas vecākaugu šķirnes (3.22. tab.). Kopproteīna saturs šīm līnijām variēja no 124 līdz 139 g kg^{-1} (3.19. tab.).

Ja analizē aizvietojamo aminoskābju (AA) saturu sausnā (neatgremotājiem mājdzīvniekiem nenozīmīgo N saturošo aminoskābju summa) redzams, ka, līnijas pēc šīs pazīmes arī atrodas starp abām vecākaugu šķirnēm (3.22. tab., 42. pielik). Zema proteīna satura vecākaugu šķirnei ‘Justina’ AA saturs sausnā bija 33.7 g kg^{-1}, bet augsta proteīna kailgraudu miežu genotipam ‘L 302’ – 57.5 g kg^{-1}, kas parāda, ka, pieaugot kopproteīna saturam, pieaug ne tikai NA, bet arī AA saturs graudu sausnā. Novērtējot proteīna kvalitāti (NA un AA aminoskābju attiecību proteīnā) genotipiem ar atšķirīgu kopproteīna saturu graudos, konstatēts, ka sabalansētāks proteīns pēc NA un AA satura 100 g proteīna, ir genotipiem no 1. grupas (kopproteīna saturs <140 g kg^{-1}), kā norāda arī šajā grupā būtiski ($p<0.05$) augstāka NA un AA aminoskābju grupu (NA un AA) attiecība proteīnā (3.22. tab.; 43. pielik.).

3.22. tabula

Neaizvietojamo (NA) un aizvietojamo (AA) aminoskābju saturs graudu sausnā (g kg^{-1}) un proteīnā (g 100 g proteīna) genotipiem no krustojumu kombinācijas 04-09 (Justina/L 302), 2008. g.

Genotips	Raksturojums	Kop-proteīna saturs, g kg^{-1}	Aminoskābes[1]				
			g kg^{-1} sausnas		g 100 g proteīna		
			NA saturs	AA saturs	NA saturs	AA saturs	NA/AA attiecība
1. grupa (kopproteīna saturs <140 g kg^{-1})							
Justina♂	plēkšņains	119.0	20.9	33.7	17.6	28.3	0.62
L-558	plēkšņains	118.0	22.2	39.8	18.8	33.7	0.56
L-567	plēkšņains	124.0	26.6	42.6	21.5	34.4	0.62
L-565	plēkšņains	126.0	19.3	33.8	15.3	26.8	0.57
L-568	plēkšņains	127.0	25.2	42.4	19.9	33.4	0.60
L-559	plēkšņains	139.0	28.6	49.2	20.6	35.4	0.58
L-562	kailgraudu	135.0	20.4	35.8	15.1	26.5	0.57
L-571	kailgraudu	137.0	26.5	47.3	19.3	34.5	0.56
L-557	kailgraudu	138.0	22.3	42.8	14.0	31.0	0.45
	vidēji	**129.2^{b}** [2]	**23.6^{b}**	**40.8^{b}**	**18.0^{a}**	**31.5^{a}**	**0.57^{a}**
2. grupa (kopproteīna saturs >140 g kg^{-1})							
L-556	kailgraudu	150.0	26.6	47.7	16.6	31.8	0.52
L-555	kailgraudu	154.0	23.2	43.9	15.1	28.5	0.53
L-570	kailgraudu	156.0	27.1	52.9	17.4	33.9	0.51
L-569	kailgraudu	160.0	29.6	54.8	18.5	34.2	0.54
L-564	kailgraudu	161.0	26.5	49.2	16.5	30.6	0.54
L 302♀	kailgraudu	159.0	30.1	57.5	19.5	37.4	0.52
	vidēji	**156.7^{a}**	**27.2^{a}**	**51.0^{a}**	**17.2^{a}**	**32.5^{a}**	**0.53^{b}**

[1]NA - neaizvietojamo aminoskābju (lizīna, metionīna, cistīna, treonīna, triptofāna, izoleicīna, leicīna, valīna) summa; AA - aizvietojamo aminoskābju (glutamīnskābes, prolīna) summa; [2]vidējie katrā salīdzinājumā starp grupām, kuriem seko dažādi burti augšrakstā, ir būtiski atšķirīgi pie p<0.05 līmeņa.

Kopumā var secināt, ka, pieaugot kopproteīna saturam graudos, pieaug gan NA, gan AA saturs graudu sausnā. Novērtējot NA un AA aminoskābju attiecību proteīnā (g 100 g proteīna), labākos rezultātus parādīja miežu genotipi ar vidēju kopproteīna saturu graudos – no 119 līdz 138 g kg^{-1}. Genotipiem ar paaugstinātu kopproteīna saturu graudos (>140 g kg^{-1}), no lopbarības kvalitātes viedokļa, ir sliktāka neizvietojamo un aizvietojamo aminoskābju attiecība proteīnā.

Tā kā kailgraudu miežiem parasti ir augstāks **cietes saturs** nekā plēkšņainajiem miežiem (Bhatty, 1999), ko apstiprina arī 3.1. nodaļā analizētie rezultāti, tad kailgraudu miežu izmantošana krustojumu kombinācijās ar plēkšņainajiem miežiem, paver iespējas paaugstināt cietes saturu plēkšņainajiem miežiem, kas no lopbarības miežu šķirņu selekcijas viedokļa ir svarīgs uzdevums. Cietes saturs pētījumā izmantotajiem kailgraudu vecākaugiem visās krustojumu kombinācijās, izņemot 04-9 (Justina/L 302) bija augstāks nekā plēkšņainajiem vecākaugiem (3.23. tab., 32. pielik.). Cietes saturs iegūtajām F_4 paaudzes kailgraudu līnijām bija par 9 līdz 14 g kg^{-1} augstāks nekā plēkšņainajām, bet F_5 paaudzē vidējo starpība starp plēkšņainajām un kailgraudu līnijām dažādas krustojumu kombinācijās bija no 7.5 līdz 26.6 g kg^{-1}. Vidējo starpība pēc cietes satura graudos abās paaudzēs starp kailgraudu un plēkšņainajām līnijām bija būtiska (p<0.05) visās krustojumu kombinācijās, izņemot kombinācijā 04-09 (Justina/L-302) 2007. gadā (3.23. tab.; 37. pielik.).

3.23. tabula

Cietes saturs F_4 and F_5 paaudzes miežu līnijām krustojumu kombinācijās starp plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem, 2007-2008. g.

Krust. komb.	Vidēji, g kg^{-1}				min-max		V%	
	vecākaugi		līnijas					
	♀ Pl[1]	♂ K	Pl	K	Pl	K	Pl	K
F_4/2007								
04-09	621.0	596.0	607.1	616.1	594-615	594-630	1.5	2.2
04-10	617.0	633.0	608.0	622.0*[2]	605-611	612-638	0.4	1.7
04-21	610.0	620.0	608.1	619.6*	595-627	601-641	1.5	2.0
04-22	610.0	620.0	603.0	613.0*	596-610	605-628	0.9	1.2
04-27	598.5	614.0	601.8	612.3*	593-613	606-618	1.4	1.0
04-41	616.0	620.0	617.8	629.8*	602-629	614-644	1.6	1.7
F_5/2008								
04-09	632.0	627.0	625.0	632.5*	624-643	624-649	0.4	1.5
04-10	622.0	672.0	627.5	651.0*	620-635	642-664	1.0	1.2
04-21	619.0	644.0	618.5	645.1*	602-635	622-673	1.4	2.8
04-22	619.0	626.0	617.3	631.8*	605-625	624-645	1.4	1.3
04-27	607.5	622.0	616.2	630.7*	609-625	630-631	1.4	0.1
04-41	616.0	644.0	628.4	646.2*	621-635	638-659	0.8	1.2

[1]Pl-plēkšņains, K-kailgraudu; [2] pazīmes vidējie katrā salīdzinājumā starp plēkšņainajiem un kailgraudu miežu pāriem ir būtiski atšķirīgi pie p <0.05.

Variācijas koeficienta vērtība, kas raksturo cietes satura genotipisko mainību plēkšņainajās un kailgraudu miežu populācijās, bija zema – no 0.1 līdz 2.8%. Kailgraudu miežu līniju populācijai tas bija salīdzinoši augstāks nekā plēkšņainajiem miežiem (3.23. tab.). Novērtējot dažādās krustojumu kombinācijās kailgraudu un plēkšņaino līniju mainību pēc cietes satura graudos konstatēts, ka arī pēc šīs pazīmes ir salīdzinoši daudz transgresīvu līniju (3.24. tab.; 32., 34. pielik.).

Plēkšņaino miežu populācijā četrām kombinācijām konstatētas 9 līnijas (visas ar negatīvo transgresiju), bet kailgraudu miežu populācijā no sešām četrās krustojumu kombinācijās atrastas 15 līnijas ar noturīgu transgresiju pēc cietes satura graudos - 2 ar negatīvo transgresiju, 13 ar pozitīvo transgresiju. Lai arī plēkšņaino miežu līniju populācijā pēc cietes satura pozitīvi trasgresīvas līnijas nekonstatēja, tomēr var atrast līnijas, kuru cietes saturs abās hibrīdajās paaudzēs ir bijis augstāks nekā plēkšņainā vecākauga šīs pazīmes vērtība (32., 34. pielik.). Te var minēt līnijas no trīs krustojumu kombinācijām - L-655, L-656 (04-21 Austris/Danuta//Freedom), L-723, L-728, 729 (04-27 Linga/Kristaps//SW 1291), L-830, L-834, L-835, L-836 (04-41 Gāte/Freedom). Īpaši jāatzīmē kailgraudu šķirne 'Freedom' (Kanāda), kuras iekļaušana krustojumu kombinācijā 04-41, salīdzinot ar citām krustojumu kombinācijām, devusi plēkšņaino miežu populāciju ar augstāko cietes saturu graudos (3.23. tab., 34., 35. pielik.).

3.24. tabula

Plēkšņainās un kailgraudu līnijas ar pozitīvu un negatīvu transgresiju pēc cietes satura graudos dažādās krustojumu kombinācijās

Krustojumu kombinācija	Plēkšņainās (n=40)		Kailgraudu (n=34)	
	Negatīvā transgresija	Pozitīvā transgresija	Negatīvā transgresija	Pozitīvā transgresija
04-09	L-559, L565, L568	-	L-564, L-570	L-555, L-556, L-557, L-562
04-10	L-581	-	-	-
04-21	L-657, L-665, L-671	-	-	L-648, L-649, L-652, L-661
04-22	L-686, L-692	-	-	L-698
04-27	-	-	-	-
04-41	-	-	-	L-822, L-824, L-828, L-829

Kailgraudu miežu vērtīga īpašība no graudu kvalitātes viedokļa ir to paaugstinātais **β-glikānu saturs** graudos, īpaši, ja tos izmanto pārtikā (Bhatty, 1999). Arī rezultātu 3.1. nodaļā konstatēts, ka kailgraudu miežiem vidējais β-glikānu saturs graudos bija būtiski augstāks nekā plēkšņainajiem. Tomēr, izmantojot kailgraudu miežus nobarojamo cūku un putnu ēdināšanā, augsts β-glikānu saturs graudos nebūtu vēlams (Miller et al., 1994). Tāpēc viena no iespējām, lai selekcionētu šķirnes ar pazeminātu tā saturu graudos, ir iesaistīt kailgraudu genotipus krustojumos ar plēkšņainajiem miežiem. Arī analizētajās krustojumu kombinācijās kailgraudu vecākaugiem β-glikānu saturs bija augstāks nekā plēkšņainajiem (3.25. tab., 32. pielik.). Visās krustojumu kombinācijās kailgraudu miežu līnijām vidējais β-glikānu saturs bija būtiski augstāks nekā plēkšņainajām līnijām. Arī citā pētījumā ar kailgraudu miežu izogēnām līnijām, kas iegūtas no krustojumu kombinācijas starp plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem, β-glikānu saturs bija būtiski augstāks nekā plēkšņainajām līnijām (Xue, Newman, Graham, 1997). Gandrīz visās krustojumu kombinācijās kailgraudu un plēkšņaino līniju β-glikānu minimālā un maksimālā vērtība iekļāvās robežās starp abām vecākaugu šķirnēm, kas nozīmē, ka krustojumos starp plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem ir iespējams izdalīt plēkšņainās līnijas ar paaugstinātu β-glikānu saturu un kailgraudu līnijas ar pazeminātu β-glikānu saturu graudos. Plēkšņaino miežu šķirni ar paaugstinātu β-glikānu saturu graudos varētu izmantot kā izejvielu pārtikā (Klopfenstein, 1988) vai arī droši izmantot liellopu ēdināšanā, kur konstatēta šī graudu komponenta pozitīva ietekme uz nobarošanas rezultātiem (Engstroms, Mathison, Goonewardene, 1992). No šī viedokļa līnijas no krustojumu kombinācijas 04-10 (Simba/Wanubet) uzrādīja salīdzinoši augstāku genotipisko mainību pēc β-glikānu satura graudos abās paaudzēs un abām miežu formām. Transgresīvas līnijas pēc β-glikānu satura konstatēja tikai kailgraudu miežu populācijā un tikai vienā krustojumu kombinācijā (04-22 Austris/Danuta//KM 2045) – pozitīvu transgresiju pēc šīs pazīmes novēroja līnijām L-679, L-682, L-694, L-696 (32., 34. pielik.).

Līdzīgi kā cietei un kopproteīnam, arī β-glikānu satura genotipiskās mainība F_4 paaudzes līnijām 2007. gadā bija augstāka nekā F_5 paaudzēs līnijām 2008. gadā (3.25. tab.). Iemesls tam varētu būt ne tikai genotipa un vides mijiedarbības kā faktora ietekme uz graudu kvalitātes rādītāju mainību, bet arī tas, ka F_4 hibrīdajā paaudzē daļa līniju vēl varētu būt heterozigotiskas pēc *Nud/nud* gēnu allelēm. Īpaši tas jāņem vērā plēkšņaino un kailgraudu miežu līniju populācijās no krustojumu kombinācijas starp

plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem, kur bieži šajā paaudzē novēro skaldīšanos pēc kailgraudainības un plēkšņainības. Ar katru nākamo paaudzi, pieaugot līniju homozigotitātei pēc šīs pazīmes, sekojoši var samazināties līniju populāciju genotipiskā mainība, kā to novēroja šajā pētījumā.

3.25. tabula

β-glikānu saturs F_4 and F_5 paaudzes miežu līnijām krustojumu kombinācijās starp plēkšņainajiem un kailgraudu miežiem, 2007-2008. g.

Krust. komb.	Vidēji, g kg^{-1}				min-max		V%	
	vecākaugi		līnijas					
	♀ Pl[1]	♂ K	Pl	K	Pl	K	Pl	K
F_4/2007								
04-09	31.0	54.0	32.8	45.7*[2]	31-34	43-51	4.0	5.2
04-10	32.0	53.0	35.2	47.0*	32-40	43-51	9.6	7.5
04-21	31.5	53.0	34.0	44.0*	32-36	42-47	4.1	4.0
04-22	31.5	41.0	33.3	42.6*	31-36	38-45	5.2	5.7
04-27	32.0	46.0	34.2	42.5*	32-35	41-44	4.4	3.0
04-41	34.0	53.0	35.6	46.3*	33-38	44-51	5.1	5.6
F_5/2008								
04-09	34.0	52.0	41.6	52.5*	39-43	51-54	3.6	2.0
04-10	40.0	60.0	45.7	55.0*	43-48	52-59	4.5	4.6
04-21	34.0	52.0	42.2	52.5*	40-44	51-54	3.3	1.9
04-22	34.0	47.0	44.3	53.8*	40-45	51-54	4.6	4.1
04-27	42.5	56.0	43.7	51.7*	43-45	50-53	2.2	2.9
04-41	38.0	52.0	43.2	53.8*	41-46	51-57	4.5	4.3

[1]Pl-plēkšņains, K-kailgraudu; [2] pazīmes vidējie katrā salīdzinājumā starp plēkšņainajiem un kailgraudu miežu pāriem ir būtiski atšķirīgi pie p <0.05.

Izmantojot **klasteru analīzi**, līnijas pēc četriem analizētajiem graudu kvalitātes rādītājiem (1000 graudu masa, kopproteīna, cietes, un β-glikānu saturs) sadalītas grupās. Plēkšņaino miežu līniju populācijā veidojās 4 grupas, bet kailgraudu līniju populācijā 3 grupas (3.26 tab., 3.27. tab., 45., 46. pielik). Katrai pazīmei ar t-testu salīdzinot katras grupas vidējo starpības būtiskumu, konstatēts, ka grupas gan plēkšņainajiem, gan kailgraudu miežiem būtiski ($p<0.05$) atšķiras viena no otras tikai pēc kopproteīna un cietes satura graudos (3.26. tab.; 49., 50., 51., 52. pielik.). Pēc iespējas augstāks cietes saturs sausnā ir svarīgs kritērijs lopbarības miežu selekcijā. Ir grūti un pat neiespējami apvienot vienā genotipā vienlaicīgi augstu kopproteīna un cietes saturu graudos, jo starp šiem endospermas galvenajiem komponentiem parasti pastāv cieša negatīva korelācija, kā tas bija konstatēts rezultātu 3.2. nodaļā (3.7. tab.) un arī citu autoru darbos (Aman, Hesselman, Tilly, 1985; Aman, Newman, 1986; Fregeau-Reid et al., 2001; Juskiw, Helm, Oatway, 2004; Bowman et al., 1997; Zakova, 2006). Kā jau konstatēja šīs nodaļas pirmajā punktā, tad vēlamākais kopproteīna saturs graudos, kas nodrošina augstvērtīgu proteīna kvalitāti, ir robežās no 125 līdz 140 g kg^{-1}. Tāpēc, ņemot vērā cietes un kopproteīna saturu graudos, kā augstvērtīgākās no lopbarības kvalitātes viedokļa uzskatāmas 6 plēkšņaino miežu līnijas, kas pēc klasteru analīzes pieder pie 3. grupas (3.26. tab., 47. pielik). Šīs grupas līnijas raksturojās ar vidēju kopproteīna saturu (137.0-148.0 g kg^{-1}) un paaugstinātu cietes saturu graudos (612-623 g kg^{-1}). Līnijas raksturojas ar salīdzinoši labu 1000 graudu masu (48.0-54.7 g) un, salīdzinot ar citu grupu līnijām, tām ir augstākais vidējais β-glikānu satura graudos –

39.3 g kg^{-1} (*min* vērtība - 37.0 g kg^{-1}, *max* vērtība - 44.0 g kg^{-1}). No lopbarības viedokļa šāds β-glikānu saturs ir atbilstošs izmantošanai gan cūku, gan putnu ēdināšanā (Fox et al., 2003).

3.26. tabula

Plēkšņaino līniju sadalījums grupās pēc graudu kvalitātes ar klāsteru analīzi, vidēji 2007.-2008

Rādītājs	1. grupa	2. grupa	3. grupa	4. grupa
	Krustojumu kombinācija / līnija			
	04-09 / L-558, L-567, L-568; **04-21** / L-655, L-656, L-668; **04-41** / L-830, L-834, L-835, L-836; **04-27** / L-729	**04-09** / L-559; **04-21** / L-657, L-669, L-671; **04-22** / L-701; **04-27** / L-728, L-713	**04-10** / L-579; **04-22** / L-689, L-690, L-691; **04-27** / L-723; **04-41** / L-825	**04-09** / L-565; **04-10** / L-578, L-581, L-582; **04-21** / L-665, L-672, L-673, L-674; **04-22** / L-686, L-692
1000 graudu masa, g*				
vidēji	50.2[a]	53.4[a]	50.6[a]	51.8[a]
min	42.3	48.9	48.0	48.5
max	58.2	59.8	54.7	55.0
V%	8.0	7.4	4.9	4.6
Kopproteīns, g kg^{-1}				
vidēji	120.9[a]	148.3[b]	143.5[c]	137.7[d]
min	111.0	142.0	137.0	133.5
max	128.0	157.8	148.0	141.5
V%	4.4	3.8	2.6	1.6
Ciete, g kg^{-1}				
vidēji	623.0[a]	604.5[b]	615.5[c]	612.5[c]
min	614.0	600.5	612.0	610.5
max	632.0	610.0	623.0	615.0
V%	0.9	0.7	0.7	0.3
β-glikāni, g kg^{-1}				
vidēji	37.9[a]	38.6[a]	39.3[a]	38.8[a]
min	36.0	37.5	37.0	35.5
max	39.5	40.0	44.0	42.0
V%	2.9	2.2	6.2	4.6

*vidējie katrā salīdzinājumā starp grupām, kuriem seko dažādi burti augšrakstā, ir būtiski atšķirīgi pie $p<0.05$ līmeņa.

Pamatojoties uz klasteru analīzi, kailgraudu miežu līniju populācijā pēc cietes un kopproteīna satura graudos kvalitatīvas lopbarības kritērijam vairāk atbilst 13 līnijas no 3. grupas (3.27. tab., 47. pielik.). Arī šīs grupas kailgraudu līnijas raksturojās ar vidēju kopproteīna saturu (121.0-144.5 g kg^{-1}) un paaugstinātu cietes saturu graudos (625.5-657.0 g kg^{-1}). Vidējā 1000 graudu masa šīs grupas līnijām bija salīdzinoši zemāka (47.1 g) nekā pārējām grupām. Visaugstākā 1000 graudu masa (>50 g) konstatēta līnijām L-557 (04-09 Justina/L 302) un L-652 (04-21 Austris/Danuta//Freedom). β-glikānu saturs graudos izdalītajām līnijām variēja no 47.0 līdz 53.5 g kg^{-1} ar šīs pazīmes vidējo vērtību 48.8 g kg^{-1}. β-glikānu saturs, kas

pārsniedz 50 g kg^{-1} šajā grupā konstatēts kailgraudu līnijām L-575 (04-10 Simba/Wanubet) un L-822 (04-41 Gāte/Freedom) (3.27. tab.; 34., 48. pielik.).

Analizējot pēc graudu kvalitātes rādītajiem (1000 graudu masa, kopproteīns, ciete, β-glikāni) F_4 un F_5 paaudzes plēkšņainās un kailgraudu līnijas, kas iegūtas no krustojumu kombinācijām, kur kā vecākaugi izmantoti plēkšņainie un kailgraudu genotipi, konstatēts, ka ir iespējams iegūt kailgraudu līnijas ar paugstinātu 1000 graudu masu, izdalīt plēkšņainās līnijas ar paaugstinātu un kailgraudu līnijas ar pazemināt β-glikānu saturu graudos. Pēc visām analizētajām pazīmēm izdalītas līnijas, kas uzrādīja noturīgu pozitīvu transgresiju, tas ir, abus pārbaudes gadus pēc pētāmās pazīmes pārsniedza abu vecākaugu šķirnes.

3.27. tabula

Kailgraudu līniju sadalījums grupās pēc graudu kvalitātes ar klāsteru analīzi, vidēji 2007.-2008

Rādītājs	1. grupa	2. grupa	3. grupa
	Krustojumu kombinācija / līnija		
	04-09 / L-555, L-556; 04-10 / L-574, L-587, L-590; **04-21** / L-646, L-658, L-664; **04-22** / L-682, L-696; **04-27** / L-715, L-725; **04-41** / L-828, L-821, L-883	**04-09** / L-564, L-569, L-570, L-571; **04-21** / L-647, L-650, L-662; **04-22** / L-679, L-694, L-695; **04-27** / L-719, L-720	**04-09** / L-557, L-562; **04-10** / L-575, L-584; **04-21** / L-648, L-649, L-652, L-661; **04-22** / L-698, L-699; **04-41** / L-822, L-824, L-829
1000 graudu masa, g*			
vidēji	48.3[a]	48.7[a]	47.1[a]
min	42.0	44.6	41.6
max	56.9	53.4	51.6
V%	8.2	5.6	5.5
Kopproteīns, g kg^{-1}			
vidēji	147.5[a]	157.7[b]	133.3[c]
min	142.0	149.0	121.0
max	154.5	166.0	144.5
V%	2.7	3.7	5.4
Ciete, g kg^{-1}			
vidēji	629.7[a]	617.7[b]	641.3[c]
min	623.5	611.5	620.5
max	637.5	624.0	657.0
V%	0.7	0.7	1.4
β-glikāni, g kg^{-1}			
vidēji	49.0[a]	48.6[a]	48.8[a]
min	46.0	46.0	47.0
max	55.0	52.5	53.5
V%	4.8	3.4	4.2

*vidējie katrā salīdzinājumā starp grupām, kuriem seko dažādi burti augšrakstā, ir būtiski atšķirīgi pie $p<0.05$ līmeņa.

Kopumā iegūtie rezultāti licina, ka, lai uzlabotu plēkšņaino un kailgraudu miežu lopbarības graudu kvalitāti, ieteicams savstarpēji krustot plēkšņainos un kailgraudu genotipus. Ar noturīgu pozitīvu transgresiju atlasītas 9 plēkšņaino miežu līnijas un 27 kailgraudu miežu līnijas. Augstvērtīgāko proteīnu pēc neaizvietojamo un aizvietojamo aminoskābju sastāva nodrošināja līnijas ar vidēju (125-140 g kg^{-1}) kopproteīna saturu graudos. Ņemot vērā cietes un kopproteīna saturu graudos (vidējs kopproteīna un augsts cietes saturs), izlasītas 6 plēkšņaino miežu un 13 kailgraudu miežu līnijas. Iegūtās līnijas ir izmantojamas kā perspektīvs izejmateriāls turpmākajam lopbarības miežu šķirņu selekcijas darbam.

3.5.2.Graudu kvalitātes rādītāju iedzimstamība F_4 paaudzes plēkšņaino un kailgraudu miežu līnijām

Tā kā pazīmes fenotipisko vērtību nosaka gan ģenētiskie, gan vides faktori, līniju graudu kvalitātes rādītāju vidējās vērtības var mainīties atkarībā no konkrētā gada meteoroloģiskajiem apstākļiem. Ar t-testu noskaidrots, ka starpība starp analizēto plēkšņaino un kailgraudu miežu līniju graudu kvalitātes radītāju vidējām vērtībām abos pārbaudes gados bija statistiski būtiska ($p<0.05$) (3.28. tab., 53. pielik.). Salīdzinot F_4 un F_5 paaudzi abām miežu formām, konstatēta būtiska starpība ($p<0.05$) starp 1000 graudu masas vidējiem rādītājiem, kur šīs pazīmes vērtība zemāka bija 2008. gadā. Būtiski augstāks ($p<0.05$) cietes saturs novērots 2008. gadā, kad meteoroloģiskie apstākļi (vēss un mitrs) graudu veidošanās perodā sekmēja cietes un ierobežoja proteīna uzkrāšanos. Tā kā β-glikāni graudā galvenokārt koncentrējas cietes endospermas šūnu apvalkos (Shewry, Morell, 2001), tad tas varētu būt iemesls, ka arī vidējais β-glikānu saturs 2008. gadā bija būtiski augtāks ($p<0.05$) nekā 2007. gadā. J. Šuts (Schut) un C. Dourleijns (1999) norāda, ka, novērtējot dažādu hibrīdo paaudžu līnijas, jāņem vērā arī genotipa un vides mijiedarbības kā faktora ietekme, kas galvenokārt nosaka atšķirībās starp līnijām dažādās paaudzēs pēc pētāmo pazīmju fenotipiskajām vērtībām, kā tas ir konstatēts arī šajā pētījumā. Novērotās atšķirības starp F_4 un F_5 paudzes līnijām pēc graudu kvalitātes norāda arī uz genotipa un vides mijiedarbības kā faktora ietekmi uz šīs pazīmes mainību, kā tas parasti ir raksturīgi kvantitatīvi iedzimstošām pazīmēm. Ja miežu graudu kvalitātes rādītāju mainība ir galvenokārt vides kā faktora ietekmes rezultāts, kas var ietekmēt gan miežu augu augšanu un attīstību, kā arī graudu veidošanās perioda garumu, tad līniju izlase, kas raksturotos ar noteiktu interesējošās pazīmes fenotipu, var būt neefektīva. Tāpēc, veicot noteiktam pārstrādes virzienam piemērotu šķirņu selekciju, īpaši izlasi agrīnajās hibrīdajās paaudzēs, ir svarīgi noskaidrot atsevišķu graudu kvalitāti raksturojošo pazīmju iedzimstamību hibrīdajās paaudzēs. Šis rādītājs raksturo fenotipa atbilstību genotipam un tā vērtību var lietot, lai iegūtu informāciju par interesējošās pazīmes kā izlases kritērija izmantošanas iespējām un efektivitāti selekcijā (Bernardo, 2003). Selekcijā pazīmju iedzimstamības raksturošanai pielieto dažādas metodes, kā piemēram, dispersijas analīzi (Falconer, Mackay, 1996), regresijas analīzi (Smith, Kinman, 1965) un standartnovirzes vienību metode (standard unit method) (Frey, Horner, 1957), kas reizē ir arī genotipa-vides mijiedarbības mērs pētāmajā populācijā. Pēc pazīmēm ar augstu iedzimstamību ir vieglāk sasniegt selekcijas efektu paaudzē (gadā), bet pazīmes ar zemu iedzimstamību ir grūtāk selekcionējamas, jo tās stipri variē dažādu neģenētisku faktoru ietekmē.

Šajā pētījumā graudu kvalitātes rādītāju iedzimstamība (H^2) raksturota divējādi – ar starppaaudžu korelācijas koeficientu (r) (Frey, Horner, 1957) un ar lineārās regresijas koeficientu (b) (Smith, Kinman, 1965), regresējot F_5 paaudzes līniju datus pret atbilstošiem F_4 paaudzes līniju datiem. Gadījumā, ja hibrīdajām paaudzēs nenovēro

genotipa un vides kā faktora ietekmi uz līniju graudu kvalitātes rādītāju mainību, tad aprēķinātais korelācijas koeficients būs augsts.

Korelācijas analīze starp F_4 un F_5 hibrīdās paaudzes kailgraudu un plēkšņainajām līnijām liecina, ka šīs sakarības ir pozitīvas un būtiskas ($p<0.05$) visiem analizētajiem graudu kvalitātes rādītājiem (3.28. tab., 54. pielik.). Novērtējot iegūto korelācijas koeficientu ciešumu, konstatēts, ka vidēji ciešs un salīdzinoši augstākais starppaaudžu korelācijas koeficients gan plēkšņainajā, gan kailgraudu miežu populācijā bija cietes saturam (attiecīgi $r_{F4:F5}$=0.580 un 0.635). Vidēji ciešu starppaaudžu korelācijas koeficienta vērtību novēroja kopproteīna saturam plēkšņaino miežu līnijām ($r_{F4:F5}$=0.598), bet 1000 graudu masai un β-glikāniem kailgraudu miežu līnijām (attiecīgi $r_{F4:F5}$=0.523 un 0.593). Konstatēts, ka arī augstākais lineārās regresijas koeficients gan plēkšņainajiem, gan kailgraudu miežiem bija cietes saturam graudos (atbilstoši b=0.549 un 0.703; $p<0.01$), bet kailgraudu miežiem 1000 graudu masai (b=0.517; $p<0.01$). Salīdzinoši augstākais determinācijas koeficients noteiktajām pazīmju korelatīvajām sakarībām starp F_4 un F_5 paaudzi konstatēts kopproteīna saturam graudos plēkšņainajiem miežiem (R^2=36%) un cietes saturam kailgraudu miežiem (R^2=40%). Aprēķinātie determinācijas koeficienti starppaaudžu korelatīvajām sakarībām 1000 graudu masai, kopproteīnam un β-glikāniem variēja no 11 līdz 35%, kas norāda uz salīdzinoši lielu genotipa un vides mijiedarbības kā faktora ietekmi uz šo miežu līniju graudu kvalitāti raksturojošo pazīmju mainību (3.28. tab.; 54. pielik.).

3.28. tabula

Plēkšņaino un kailgraudu miežu līniju graudu kvalitātes rādītāju vidējie F_4 un F_5 hibrīdajā paaudzē, determinācijas koeficients (R^2%) un iedzimstamības raksturojums ar starppaaudžu korelācijas koeficientu (r) un lineārās regresijas koeficientu (b)

Pazīme	Vidēji		H^2		R^2 %
	F_4	F_5	r	b	
Plēkšņainās līnijas					
1000 graudu masa, g	53.5[a1]	49.3[b]	0.405*[2]	0.341*[3]	16*[4]
Kopproteīns, g kg^{-1}	138.9[a]	131.4[b]	0.598**	0.368**	36**
Ciete, g kg^{-1}	607.7[b]	621.5[a]	0.580**	0.549**	34**
β-glikāns, g kg^{-1}	34.1[b]	42.9[a]	0.336*	0.342*	11
Kailgraudu līnijas					
1000 graudu masa, g	48.9[a]	47.1[b]	0.523**	0.517**	27**
Kopproteīns, g kg^{-1}	152.4[a]	139.5[b]	0.458**	0.347**	21**
Ciete, g kg^{-1}	618.9[b]	640.8[a]	0.635**	0.703**	40**
β-glikāns, g kg^{-1}	44.7[b]	52.9[a]	0.593**	0.373**	35**

[1]pazīmes vidējie katrā salīdzinājumā starp F_4 un F_5 hibrīdo paaudzi, kuriem seko dažādi burti augšrakstā, ir būtiski atšķirīgi pie p <0.05 līmeņa; [2] *, ** korelācijas koeficients būtisks pie $p<0.05$ un $p<0.01$ līmeņa; [3]*, ** regresijas koeficients būtisks pie $p<0.05$ un $p<0.01$ līmeņa; [4]*, ** determinācijas koeficients būtisks pie $p<0.05$ un $p<0.01$ līmeņa.

Graudu kvalitātes rādītāju iedzimstamības koeficients analizēts, aprēķinot lineārās regresijas koeficientu, regresējot F_5 hibrīdās paaudzes graudu kvalitātes rādītāju vērtības (atbilst rezultatīvai pazīmei regresijas analīzē) pret F_4 paaudzes vērtībām (faktoriālā pazīme regresijas analīzē). Jo regresijas koeficienta b vērtība tuvāka nullei, jo zemāka lineāra sakarība pēc analizētās pazīmes pastāv starp hibrīdajām paaudzēm, tas ir, pētāmās pazīmes variēšana F_5 paaudzē ir bijusi mazāk atkarīga no šīs pazīmes

variēšanas F_4 paaudzē. Konstatēts, ka augstākais lineārās regresijas koeficients gan plēkšņainajiem, gan kailgraudu miežiem bija cietes saturam graudos (atbilstoši b=0.549 un 0.703) (3.28. tab., 54. pielik.). 1000 graudu masai regresijas koeficients kailgraudu miežu populācijā bijā 0.517. Samazinātas šī koeficienta vērtības abām miežu formām konstatētas kopproteīna un β-glikānu saturam graudos, kas norāda, ka šo graudu kvalitātes rādītāju fenotipu lielā mērā ir noteikusi genotipa un vides faktoru mijiedarbība. Lai arī M. Therriena (2006) pētījumā kopproteīnam novērots salīdzinoši augsts vidējais iedzimstamības koeficients (virs 70%), tomēr, tas bija salīdzinoši nestabils, atkarībā no izpētes vietas, kas norāda uz pietiekoši lielu vides ietekmi uz šīs pazīmes izpausmi. R. Bernardo (2003) norāda, ka parasti augstākas iedzimstamības koeficientu vērtības novēro vēlākās hibrīdajās paaudzēs, kad ir pieaudzis līniju homozigotitātes līmenis, līdz ar to nodrošinot efektīvāku un drošāku izlasi pēc selekcionāru interesējošām pazīmēm.

Šī pētījuma rezultāti par pazīmju iedzimstamību liecina, ka veikt izlasi F_4 hibrīdajās paaudzēs gan plēkšņainajiem, gan kailgraudu miežiem ir mērķtiecīgāk uz cietes saturu graudos, bet kailgraudu miežiem – uz 1000 graudu masas, jo šīm pazīmēm konstatēja vidēju iedzimstamību. Izlase uz 1000 graudu masu un β-glikānu saturu graudos plēkšņainajiem miežiem, un uz kopproteīna saturu kailgraudu miežiem šajā izlases posmā bija mazāk rezultatīva.

SECINĀJUMI

1. Pētījumā konstatētie pozitīvie genotipiskās korelācijas koeficienti starp: cietes saturu un tilpummasu, kopproteīna un koptauku saturu, kopproteīna un fosfora saturu, relatīvās cietības indeksu un β-glikānu saturu, dod iespēju izlases procesā vienlaicīgi uzlabot abus graudu kvalitātes radītājus. Korelatīvo sakarību trūkums starp kopproteīna un β-glikānu saturu graudos nodrošina iespēju, atkarībā no izvirzītā selekcijas mērķa, veidot lopbarības miežu šķirnes ar dažādām šo abu rādītāju vērtībām.
2. Izvērtējot korelatīvās sakarības, galveno komponentu analīzē, plēkšņainie un kailgraudu genotipi sadalās grupās ar savstarpēji atšķirīgām graudu kvalitātes fizikālo un ķīmisko rādītāju vērtībām. Iegūtos rezultātus var izmantot selekcijā, lai mērķtiecīgi plānotu hibridizācijas programmu, savstarpēji krustojot genotipus, kas pieder pie dažādām galveno komponentu grupām.
3. Augstākais ietekmes īpatsvars uz graudu kvalitātes mainību ir šķirnes genotipam. Arī gada meteoroloģiskie apstākļi būtiski ietekmē visu analizēto graudu kvalitātes rādītāju, izņemot tilpummasas un β-glikānu satura, mainību. Cietes un kopproteīna saturu pētījuma gados būtiski ietekmēja diennakts gaisa vidējā temperatūra un nokrišņu daudzums graudu veidošanās perioda pirmajā pusē.
4. Veikt izlasi F_4 hibrīdajā paaudzē ir mērķtiecīgāk pēc cietes satura graudos gan plēkšņainajiem, gan kailgraudu miežiem, un pēc 1000 graudu masas - kailgraudu miežiem, jo šīm pazīmēm konstatēja vidēju iedzimstamību.
5. Plēkšņaino lopbarības miežu šķirņu selekcijai kā izejmateriālu lietderīgāk izmantot divkanšu miežu formas, jo pēc graudu kvalitātes fizikālajiem (tilpummasas, 1000 graudu masas, plēkšņainības) un ķīmiskajiem rādītājiem (cietes un kokšķiedras satura graudos), tie raksturojas ar būtiski augstāku lopbarības kvalitāti nekā daudzkanšu mieži.
6. Kailgraudu miežu genotipiem, salīdzinot ar plēkšņainajiem miežiem, ir būtiski augstāka tilpummasa, cietes, β-glikānu, koptauku un fosfora saturs graudos, kas atbilst kvalitatīvas lopbarības raksturojumam, tāpēc būtu vēlams attīstīt kailgraudu lopbarības miežu selekcijas virzienu.
7. Lai iegūtu plēkšņaino miežu līnijas ar paaugstinātu kopproteīna vai β-glikānu saturu graudos, kailgraudu līnijas ar paaugstinātu 1000 graudu masu vai pazeminātu β-glikānu saturu graudos, ieteicams savstarpēji krustot plēkšņainos un kailgraudu genotipus. Krustojumu kombinācijās ir iespējams atlasīt plēkšņainās un kailgraudu līnijas ar noturīgu pozitīvu transgresiju.
8. Augstākais lizīna saturs sausnā un proporcija proteīnā, un sabalansētākais proteīns pēc neaizvietojamo un aizvietojamo aminoskābju sastāva, konstatēts miežu genotipiem ar vidēju kopproteīna saturu graudos (120-140 g kg^{-1}). Atlasītas plēkšņaino un kailgraudu miežu F_5 paaudzes līnijas ar vidēju kopproteīna un paaugstinātu cietes saturu graudos, kas izmantojamas kā perspektīvs izejmateriāls lopbarības miežu šķirņu selekcijas darbam.
9. Miežu genotipi ir daudzveidīgi pēc hordeīnu profiliem - konstatētas 26 hordeīna polipeptīdu joslas, kas veidoja 5 D hordeīna, 16 C hordeīna un 28 B hordeīna profilus. Atrastas būtiskas atšķirības pēc kopproteīna satura graudos starp genotipiem ar noteiktiem D, C un B hordeīnu joslu profiliem. Sešu hordeīna polipeptīdu joslu klātbūtne un četru hordeīna polipeptīdu joslu trūkums miežu genotipiem norāda uz būtisku atšķirību pēc kopproteīna satura graudos.

10. Pierādītas 13 Latvijā selekcionēto šķirņu nozīmīgās atšķirības pēc graudu lopbarības kvalitātes fizikālo un ķīmisko rādītāju integrālā novērtējuma. Graudu cietības indeksam šķirņu integrālajā novērtējumā pēc graudu kvalitātes fizikālajiem rādītājiem ir izšķiroša nozīme, lai noteiktu šķirnes piemērotību neatgremotāju vai atgremotāju mājdzīvnieku ēdināšanai.

PATEICĪBA

Paldies maniem tuviniekiem par pacietību un stiprinājumu visā manu doktorantūras studiju laikā.

Pateicos par sniegto morālo un materiālo atbalstu pētījumu veikšanā un nobeiguma darba sagatavošanā kolēģiem Valsts Stendes graudaugu selekcijas institūtā. Īpaši pateicos kolēģiem miežu selekcijas grupā prof. Inai Belickai, Ilzei Gruntei, Valentīnai Mankevičai un Zaigai Jansonei par praktisko palīdzību.

Izsaku pateicību CIRIUS programmai un Aarhus Universitātes Flakkebjergas Zinātnes Centra (Dānija) biotehnoloģijas un ģenētikas laboratorijas kolektīvam par finansiālo atbalstu un īpaši vadošajai pētniecei Evai Vinczei par sniegtajām zināšanām proteīna elektroforēzes metodikas apguvē un atbalstu miežu līniju aminoskābju sastāva analīzē.

Paldies zinātniekiem Līgai Lepsei Pūrē, Nilam Rostokam LU Bioloģijas fakultātē un Reinei Koppel Jegevā par padomiem un palīdzību rezultātu analīzē.

Pāri visam es pateicos Dievam par šo iespēju, par veselību un spēku iesākto paveikt līdz galam.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

1. Almirall M., Francesch M., Perez-Vedrell A.M., Brufau A.M., Esteve-Garcia E. (1995) The difference in intestinal viscosity produced by barley and β-glucanase alter digesta enzyme activities and ileal nutrient digestibilities more in broiler chicks than in cocks. *Journal of Nutrition*, Vol. 125, p. 947 – 955.
2. Aman P., Hesselman K., Tilly A.C. (1985) The variation in chemical composition of Swedish barleys. *Journal of Cereal Science*, No. 3, p. 73 – 77.
3. Aman P., Newman C.W. (1986) Chemical composition of some different types of barley grown in Montana USA. *Journal of Cereal Science*, No. 4, p. 133 – 141.
4. Aman P., Graham H., Tilly A.C. (1989) Content and solubility of mixed-linked (1→3) un (1→4) β-D-glucan in barley and oats during kernel development and storage. *Journal of Cereal Science*, No. 10, p. 45 – 50.
5. Andersson A.A.M., Andersson R., Autio K., Aman P. (1999) Chemical composition and microstructure of two naked waxy barleys. *Journal of Cereal Science*, Vol. 30, p. 183 – 191.
6. Andersson A.A.M., Elferson C., Andersson R., Regner, S., Aman, P. (1999) Chemical and physical characteristics of different barley samples. *Journal of Science. Food and Agriculture*, Vol. 79, p. 979 – 986.
7. Anderson W.K. (1985) Barley breeding. In: *Barley*, Rasmussen D.C.(ed.), p. 231 – 237.
8. Ao Z., Jane J. (2007) Characterisation and modeling of the A- and B-granule starches of wheat, triticale and barley. *Carbonhydrate Polymers*, Vol. 67, p. 46 – 55.
9. Arganosa G.C., Rossnagel B.G., Legge B.G., Zatorski T., Tucker J. (2003) Prediction of Deoxynivalenol (DON) in Feed Barley using Near-Infrared Spectroscopy. **In:** *3rd Canadian Barley Symposium*, June 19 - 20, 2003. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.]. Pieejams: http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/fcd7495.
10. Arhipova I., Bāliņa S. (2006) *Statistika ekonomikā un biznesā. Risinājumi ar SPSS un MS Excel*. Mācību līdzeklis. 2. izdevums. Rīga: Datorzinību centrs. -364 lpp.
11. Atanassov P., Borries C., Zaharieva M., Monneveux P. (2001) Hordein polymorphism and variation of agromorphological traits in a collection of naked barley. *Genetic Resources and Crop Evaluation*, Vol. 48, p. 353 – 360.
12. Bach-Knudsen K.E., Aman P., Eggum, B.O. (1987) Nutritive value of Danish-grown barley varieties II. Effect of carbonhidrates composition on digestibility of energy and protein. *Journal of Cereal Science*, Vol. 6, p. 187 – 195.
13. Bacic A., Stone B.A. (1981) Chemistry and organization of aleirone cell wall components from wheat and barley. *Australian Journal Plant Physiology*, Vol. 8, p. 475 – 495.
14. Baga M., Chibbar R. (2003) Biochemical and molecular characterisation of genetic determinants of starch granule size distribution in barley. **In:** *3rd Canadian barley Symposium*, June 19-20, 2003. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.]Pieejams:http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/fcd7436?opendocument.
15. Barneveld S.L. (1999) Chemical and physical characteristics of grains related to variability in energy and amino acid availability in ruminants: a review, *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol. 50, p. 651 – 666.

16. Beames R.M., Helm J.H., Eggum B.O., Boisen S., Back-Knudsen K.E., Swift M.L. (1996) A comparison method for measuring for nutritive value for pigs of a range of halled and halless barley cultivars. *Animal feed Science Technology*, Vol. 62, p.189 – 201.
17. Becker H.C., Leon J. (1988) Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding*, Vol. 101, p. 1 – 23.
18. Beecher B., Bowman J., Martin J.M., Bettge A.D., Morris C.F., Blake T.K., Giroux M.J. (2002) Hordoindolines are associated with a major endosperm-texture QTL in Barley (*Hordeum vulgare* L.*)*. *Genome*, Vol. 45, p. 584 – 591.
19. Belicka I. (1998a) Barley breeding at Latvia University of Agriculture. **In:** *Materials of International Field Meeting „Cereal crop breeding and grain quality"*, 14 - 15 July, Latvia, p. 16 – 17.
20. Belicka I. (1998b) Comparison of protein content in hull-less and hulled barley. **In:** *Book of Abstracts of 16th ICC conference "Cereal science - its contribution to health and well being"*, p. 126.
21. Belicka I. (1999) The investigation of barley breeding lines with increased protein content. **In:** *Proceedings of International scientific conference "Agroecological optimization of husbandry technologies"*, Jelgava, March, 1999. p. 197 – 206.
22. Belicka I. (2000) Sudies on the agronomic traits and feed value of hulled and hull-less barley lines. **In:** *Proceedings of 8th Intenational barley genetic symposium*, 22 - 27 October, 2000, Adelaide, Australia, p. 279 – 281.
23. Bell J.M., Shires A., Keith M.O. (1983) Effect of hull and protein content of barley on protein and energy digestibility and feeding value of pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, Vol. 63, p. 201.
24. Bergh M.O., Razdan A., Aman P. (1999) Nutritional influence of broiler chichen diets based on covered normal, waxy and high amilose barleys with or without enzyme supplementation. *Animal feed science and technology*, Vol. 78, No. 3, p. 215 – 226.
25. Bernardo R. (2003) On the effectiveness of early generation selection in self-pollinated crops. *Crop Science*, Vol. 43, p. 1558 – 1560.
26. Bertholdsson N.O. (1999) Characterization of malting barley cultivars with more or less stable grain protein content under varying environmental conditions. *European Journal of Agronomy*, Vol. 10, p. 1 – 8.
27. Bertholdsson N.O. (2004) The use of environmentally stable grain characteristics for selection of high extract yield and low β-glukan in malting barley. *European Journal of Agronomy*, Vol. 20, p. 237 – 245.
28. Bhatty R.S., Christison G.I., Sosulski F.W., Harwey B.L., Hughes G.R., Berdahl J.D. (1974) Realtionships various physical and chemical characters to digestable energy of wheat and barley cultivars. *Canadian Journal of Animal Science*, Vol. 54, p. 419 – 427.
29. Bhatty R.S., Christison G.I., (1975) Chemical composition and digestable energy of barley. *Canadian Journal of Animal Science*, Vol. 55, p. 759 – 764.
30. Bhatty R.S., Christison G.I., Rossnagel B.G. (1979) Energy and protein digestibilities of halled and halless barley determined by swine feeding. *Canadian Journal of Animal Science*, Vol. 59, p. 585 – 588.
31. Bhatty R.S., Rossnagel B.G. (1981) Nutritional requirements in feed barley. **In:** *Proceedings of the Fourth International barley genetic Symposium*, Edinburg, p. 341 – 347.
32. Bhatty R.S. (1986) The potential of hull-less barley-a review. *Cereal Chemistry*, Vol. 63, p. 97 – 103.

33. Bhatty R.S. (1987) Relationship between acid extract viscosity and total soluble and insoluble β-glucan content of hulled and hulless barley. *Canadian Journal of Plant Science*, Vol. 67, p. 997 – 1008.
34. Bhatty R.S. (1999) The potential of hull-less barley. *Cereal Chemistry*, Vol. 76 (5), p. 589 – 599.
35. Blackhurst T.C., Bowman J.G.P., Surber L.M.M., Milner T. J., Daniels T. K. and Blake T. K. (1999) Feeding value of Levis x Baronesse recombinant inbred barley lines for finishinf steers. **In:** *Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science*, Vol. 50, 1999. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv] Pieejams: http://hordeum.oscs.montana.edu/cowdocs/cow753.htm.
36. Black J.K. (2001) Quality feed grains – research highlights and opprtunities. *Proceedings of the 10th Australian barley Technical Symposiumm Canberra*, Australia, 16-20 september, 2001. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] Pieejams: http://www.regional.org.au./au/abts/2001/m3/black.htm.
37. Black J.K., Tredrea A.M., Nielsen S.G. et al. (2005) Feed uses for barley. **In:** *Proceedings 12th Australian Barley Technical Symposium*, 2005. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] Pieejams: http://www.cdesign.com.au/proceedingsabts2005/papers%20(pdf)/mon_1230.pdf.
38. Boss D.L., Bowman J.G.P. (1996) Barley varieties for finishing steers: I Feedlot performance in vivo diet digestion, and carcass characteristics. *Journal of Animal Science*, Vol. 74, p. 1967 – 1972.
39. Bowen D.E. Guttieri M.J., Peterson K., Peterson K., Raboy V., Souza E.J. (2006) Phosphorus fractions in developing seeds of four low phytate barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes. *Crop Science*, Vol. 46, p. 2468 – 2473.
40. Bowman J.G.P., Blake T. K., Surber L.M.M., Habernicht D. K., Daniels T. K., Daniels J. T. (1996) Genetic factors controlling digestibility of barley for ruminants. **In:** *Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science*, Vol. 47, 1996. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] Pieejams: http://hordeum.oscs.montana.edu/cowdocs/cow596.htm.
41. Bowman J.G.P., Surber L.M.M., Daniels T. K., Daniels J. T., Kirschten D. P., Cote N. T., and Blake T. K. (1997) Variation in feed quality characteristics in the barley world collection. **In:** *Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science*, Vol. 48, 1997. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] Pieejams: http://hordeum.oscs.montana.edu/cowdocs/cow697.htm.
42. Bowman J.G.P., Blake T.K., Surber L.M.M., Habernicht D.K., Bockelman H. (2001) Feed-quality variation in barley core collection of the USDA National small grain collection. *Crop Science*, Vol. 41, p. 863 – 870.
43. Box A.J., Washington J.M., Eglington J.K. (2004) Torrens A New Hulless Barley Developed for Southern Australia. **In:** *Proceedings of 9th International Barley genetic symposium*, p. 267.
44. Boyles S.L., Anderson V.L., Koch K.B. (1999) Feeding barley to cattle. *Beef information*, Ohio State University Extention, 1999. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] Pieejams: http://beef.osu.edu/librery/barley.html.
45. Brennan C.S., Harris N., Smith D., Shewry P.R. (1996) Structural differences in the mature endosperm of good and poor malting barley cultivars. *Journal of Cereal Science*, Vol. 24, p. 171 – 177.
46. Byung-Kee B., Ullrich S.E. (2008) Barley for food: characteristics, improvement, and renewed interest. *Journal of Cereal Science*, Vol. 48, p. 233-242.

47. Camm J.P., Ellis R.P., Morrison W.R. (1990) Milling energy. An investigation into the biochemical basis of hardness in cereals. *Aspects of Applied Biology*, Vol. 25, p. 121 – 131.
48. Camm G., Rossnagel B. (2005) Milling energy and grain hardness in barley. **In:** *18th North American Barley Researchers Workshop*, July 17-20, 2005, Red Deer, Alberta, Canada, 2005. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] Pieejams: http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/fcd10134.
49. Campbell G.L., Rossnagel B.G., Classen H.L., Thacker P.A. (1989) Genotypic and environmental differences in extract viscosity of barley and their relationship to its nutritive value for broiler chickes. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 26, p. 221 – 230.
50. Campbell G.L., Rossnagel B.G., Bhatty R. (1993) Evaluation of hull-less barley genotypes varying in extract viscosity in broiler chich diet. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 41, p. 191 – 197.
51. Castell A.G., Bowren K.E. (1980) Comparison of barley cultivars in diet of growing and finishing pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, Vol.60, p. 159 – 167.
52. Christison G.I., Bell J.M. (1975) An assesment of bulk weight and other simple criteria for predicting the digestable energy values of feed grains. *Canadian Journal of Plant Science*, Vol. 55, p. 515 – 528.
53. Choo T., Ho K. M.H., Martin R.A. (2001) Genetic analysis of hulless x covered cross of barley using doubles-haploid lines. *Crop Science*, Vol. 41, p. 1021 – 1026.
54. Classen H.L. (1996) Cereal grain starch and exogenous enzymes in poultry diets. *Animal Feed Science Technology*, Vol. 62, p. 21 – 27.
55. Cockram J., Norris C., O'Sullivan D.M. (2009) PCR-based markers diagnostic for spring and winter seasonal growth habit in barley. *Crop Science*, Vol. 49, pp. 403-410.
56. Conzales A., Martin I., Ayerbe L. (2007) Response of barley genotypes to terminal soil misture stress: phenology, growth and yield. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol. 58, p. 29 – 37.
57. Coventry S.J., Barr A.R., Eglinto J.K., McDonald G.K. (2003) The determinants and genome locations influencing grain weight and size in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol. 54, p. 1103 – 1115.
58. Crenshaw J.D., Swantek R.L., Harrold R.L., Zimprich (1987) Effects of pelleting and test weight on the utilisation of barley. I. Swin performance and carcass measurements. *Journal of Animal Science*, Vol. 65, p. 316 – 320.
59. Dai F., Wang J., Zhang S., Xu Z., Zhang G. (2007) Genotypic and environmental variation in phytic acid content and its relation to protein content and malt quality in barley. *Food Chemistry*, Vol. 105, p. 606 – 611.
60. Dailey J., Peterson D.M., Osborn T.C. (1988) Hordein gene expression in a low protein barley cultivars. *Plant Physiology*, Vol. 88, p. 450 – 453.
61. Darlington H.F., Tesci L., Harris N., Griggs D.L:, Cantrell I.C., Shewry P.R. (2000) Starch granule associated proteins in barley and wheat. *Journal of Cereal Science*, Vol. 32, p. 21 – 29.
62. Darroch C.S., Aherne F.X., Helm J., Sauer W.C., Jaikaran S. (1996) Effect of dietary level of barley hulls and fibre type on protein and energy digestibilities of Condor hulless barley in growing swine. *Animal Feed Science Technology*, Vol. 61, p. 173 – 182.

63. Degola L. Belicka I. (2005) Hulless - barley for nutrition of high breeding value pig. **In:** *Proceeding of XI Baltic Animal Breeding and Genetics conference*, May 2005, Palanga, Lithuania, p. 202 – 206.
64. Degola L. (2007) Proteīna nozīme cūku ēdināšanā. *Saimnieks*, Nr. 6. 13.-14. lpp.
65. Doll H. (1973) Inheritance of the high-lysin character of a barley mutant. *Hereditas*, Vol. 74, p. 293 – 294.
66. Doll H., Andersen B. (1981) Preparation of barley storage protein, hordein, for analytical sodium dodecil sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis. *Analytical Biochemistry*, Vol. 115, No. 1, p. 61 – 66.
67. Eagles H.A., Bedgood A.G., Panozzo J.F., Martin P.J. (1995) Cultivar and environmental effects on malting quality in barley. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol. 46, p. 831 – 844.
68. Echart-Almeida C., Cavalli-Molina S. (2000) Hordein variation in Brazilian varieties (*Hordeum vulgare* L.) and wild barley. *Genetics and Molecular Biology*, Vol. 23, p. 425 – 433.
69. Edney M.J. (1992) Nutrient composition of the hull-less barley cultivar, Condor. *Journal of Science Food and Agriculture*, Vol. 60, p. 451 – 456.
70. Edney M. J. (1996) Barley. **In:** Henry R.J., Kettlewell P.S. (Eds.), Cereal Grain Quality, Chapman and Hall, The University Press, Cambridge, p. 113 – 146.
71. Eggum B.O., Braunsgaard G., Jensen J. (1995) The nutritive value of new high-lysine barley mutants. *Journal of Cereal Science*, Vol. 22, p. 171 – 176.
72. Ehrenbergerova J., Vaculova K., Chloupek O., Psota V., Zimolka J. (1998) The variability of the content of nutritionally valuable substances in spring barley grain. **In:** *Proceedings of the International Conference*, Brno, Czech Republic, July 7-11, p. 167 – 173.
73. Elfverson C., Andersson A.A., Aman P., Regner S. (1999) Chemical Composition of barley cultivars fractionated by weighing, pneumatic classification, sieving, and sorting on a specific gravity tabele. *Cereal Chemistry*, Vol. 76, No. 3, p. 434 – 438.
74. Endney M.J., Tipples K.H. (1999) Quality of Western Canadian Feed barley and hulless barley. *Crop Bulletin* No. 234, 1999. [tiešsaiste] [skatīts 2010. gada 10. janv.] Pieejams: http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca/Collection/A92-12-1997E.pdf
75. Engstrom D.F., Mathison G.W., Goonewardene L.A. (1992) Effect of beta-glucan, starch, and fibre content and steam vs. dry rolling of barley grain on its degradability and utilisation by steers. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 37, p. 33 – 46.
76. Evers A.D., Blakeney A.B., Brien L.O. (1999) Cereal structure and composition. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol. 50, p. 629 – 650.
77. Fairbairn S.L., Patience J.F., Classen H.L., Zijlstra R.T. (1999) The energy content of barley fed to growing pigs: charcterizing the nature of its variability and developing prediction equitions for its estimation. *Journal of Animal Science*, Vol. 77, p. 1502 – 1512.
78. Falconer D.S., Mackay T.F.C (1996). *Introduction to Quantitative Genetics*. 4th ed. Addison Wesley Longman, Harlow, Essex, UK, p. - 464.
79. Farrell D.J. (1999) *In vivo* and *in vitro* techniques for the assesment of the energy content of feed grains for poultry: rewiev. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol. 50, p. 881 – 888.
80. Fastnaught C.F., Berglund P.T., Holm E.T., Fox G.J. (1996) Genetic and environmental variation in β-glucan content and quality parameters of barley for food. *Crop Science*, Vol. 36, p. 941 – 946.

81. Fathi G., McDonald G.K., Lance R.C. (1997) Effect of post-anthesis water stress on the yield and grain protein concentration of barley grown at the two levels of nitrogen. *Australian Journal of Agriculture*, Vol. 48, p. 67 – 80.
82. Fox G.P., Panozzo J.F., Li C.D., Lance C.M., Inkerman P.A., Henry R.J. (2003) Molecular basis of barley quality. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol. 54, p. 1081 – 1101.
83. Fox G.P., Kelly A., Poulsen D., Inkerman A., Henry R. (2006) Selecting for increased barley grain size. *Journal of Cereal Science*, Vol. 43, p. 198 – 208.
84. Fox G.P., Nguyen L., Bowman J., Poulsen D., Inkerman A., Henry R. (2007) Relationships between hardness genes and quality in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Institute of Brewing*, Vol. 113, No. 1, p. 87 – 95.
85. Fox G.P., Bowman J., Kelly A., Inkerman A., Poulsen D., Henry R. (2008) Assessing for genetic and environmental effects on ruminant feed quality in barley (*Hordeum vulgare*). *Euphytica*, Vol. 163, No. 2, p. 249 – 257.
86. Fox G. P., Bowman J., Inkerman A., Poulsen D., Henry R. (2009) Is malting barley better for feed for cattle than feed barley. *Journal of Institute of Brewing*, Vol. 115, No. 2, p. 95 – 104.
87. Fregeau-Reid J., Thin-Meiw C., Ho K., Martin, R.A., Konishi, T. (2001) Comparison of two-row and six-row barley for chemical composition using doubled-haploid lines. *Crop Science*, Vol. 41, p. 1737 – 1743.
88. Frey K. J. and Horner T. (1957) Heritability in standard units. *Agronomy Journal*, Vol. 49, p. 59 – 62.
89. Gabert V.M., Brunsgaard G., Eggum B.O. (1995) Protein quality and digestibility of new high-lysine barley varieties in growing rats. *Plant foods for human nutrition*, Vol. 48, p. 169 – 179.
90. Gabert V.M., Jorgensen H., Brunsgaard G., Eggum B.O. and Jensen J. (1996) The nutritional value of new high-lysine barley varieties determined with rat and young pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, Vol. 76, p. 443 – 450.
91. Gaike V., Sovere M. (1995) Characterization and pedigree of spring barley varieties 'Linga', 'Balga' and 'Rūja'. **In:** *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*, Vol 5, No. 6, p. 20.
92. Gaike M. (2001) The results of barley breeding in Priekuli plant breeding station. **In:** *Materials of International Annual Seminar of cereal and Pea Breeders „Cereal and pea breeding achievements and problems*, Priekuli, 18-20 July, pp. 16-17.
93. Gaiķe M. (2002) Vasaras miežu 'Idumeja' izveidošana un tās raksturojums. *Agronomijas Vēstis*, Nr. 4., Jelgava, LLU, 170. –175. lpp.
94. Gaines C.S., Finney P.F., Fleege L.M., Andrews L.C. (1996) Predicting a hardness measurements using the Single Kernel Characterisation System. *Cereal Chemistry*, Vol. 73, p. 278 – 283.
95. Gamlath J., Aldred G.P., Panozzo J.F. (2008) Barley (1→3; 1→4)-β-glucan and arabinoxylan content are related to kernel hardness and water uptake. *Journal of Cereal Science*, Vol. 47, pp. 365–371.
96. Givens D.I. (1993) Factors influencing the nutritional quality of cereal grains. *Aspects of Applied Biology*, Vol. 36, p. 19 – 27.
97. Gonzalez A., Martin I., Ayerbe L. (2007) Response of barley genotypes to terminal soil moisture stress: phenologu, growth and yield. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol. 58, p. 29 – 37.

98. Grant R. (2004) Importance of grain quality, nutrient composition and processing for dairy cattle, **In:** *NebGuide*, University of Nebraska, 1994. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] Pieejams: http://ianrpubs.unl.edu/dairy/g1229.htm.
99. Grausgruber H., Schoenlechner R., Zahlner V., Berghofer E., Ruckenbauer P. (2004) Beta-glucan content of old and modern spring barleys, **In:** *9th International Barley Genetic Symposium*, Brno, Czech Republic, 20-26 June, pp. 442-448.
100. Greenwell P., Schofield J.D. (1986) A starch granule protein associated with endosperm softness in wheat. *Cereal Chemistry*, Vol. 63, p. 379 – 380.
101. Grimson R.E., Weisenburger R.D., Basarab J.A., Stilborn R.P. (1987) Effect of barley volume weight and processing method on feedlot performance of finishing steers. *Canadian Journal of Animal Science*, Vol. 67, p. 43 – 53.
102. Han F., Ulrich S.E., Romagosa I., Clancy J.A., Froseth J.A., Wesenberg D.M. (2003) Quantitative genetic analysis of acid detergent fibre content in barley grain. *Journal of Cereal Science*, Vol. 38, p. 167 – 172.
103. Hang A., Obert D., Ann Inez A., Gironella N., Burton C.S. (2007) Barley Amylose and ß-Glucan: Their Relationships to Protein, Agronomic Traits, and Environmental Factors. *Crop Science*, Vol. 47, p. 1754 – 1760.
104. Harrold R.L. (1999) Feeding barley to swine and poultry. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] Pieejams: http://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/swine/eb73w.htm.
105. Harvey B.L., Leach R., Li Y., Edney M. (2001) Evaluation malting quality in Canadian barley. **In:** *10th Australian barley technical symposium*. 2001. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] Pieejams: http://www.regional.org.au/au/abts/2001/w2/harvey.htm.
106. Hay R.K.M., Porter J.R. (2006) *Physiology of crop quality*. Chapter 8. **In:** Physiology of crop yield. Blackwell Publishing, - 352 p.
107. Heisel S.E., Peterson D.M., Jones B.L. (1986) Identification of United States barley cultivars by sodium dodecil sulphate polyacrylamide gel electrophoresis of hordeins. *Cereal Chemistry*, Vol 63, p. 500 – 505.
108. Helm J. H., Metzer R. J., Kronstad W. E. (1974) Inheritance of high lysine in Hiproly barley and its association with the Hiproly endosperm gene. *Crop Science*, Vol. 14, p. 637 – 640.
109. Helm J., Temelli F., Juskiw P. (2000) The effect of environment on the level of non-starch polysaccharides of hulless barley. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv..] Pieejams:http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/fcd4889?opendocument.
110. Helm J.H., Juskiw P.E., Oatway L., Sauer W.C. (2000) Genetic and Environmental Effects on the Feed Quality of Hulless Barley. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] Pieejams:http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/fcd4867?opendocument.
111. Henry R.J. (1990) Barley quality: an Australian perspective. *Aspects of Applied Biology*, Cereal quality II, Vol. 25, p. 5 – 13.
112. Henry R.J., Cowe I. (1990) Factors influencing the hardness (milling energy) and malting quality of barley. *Journal of the Institute of Brewing*, Vol. 96, p. 135 – 136.
113. Hesselman K., Aman P. (1986) Effect of β-glucanase on the utilisation of starch and nitrogen by broiler chickens fed on barley of high or low viscosity. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 15, p. 83 – 93.

114. Hickling D.R. (1999) Does the feed industry have barley quality needs? **In:** *Proceedings of the Canadian Barley Symposium'99*, February 23-25, Winnipeg, Manitoba, Canada, p. 55 – 58.
115. Hinman D.D. (1978) Influence of barley bushel weight on beef cattle performance. **In:** *Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science*. Vol. 29, p. 390 – 396.
116. Hogan J.P., Flinn P.C. (1999) An assessment by in vivo methods of grain quality for ruminants. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol. 50, p. 843 – 854.
117. Holopainen U.P., Wilhelmson A., Salmenkallio-Marttila M., Peltonen-Sainio P., Reinikainen P., Kotaviita E., Simolin H., Home S. (2005) Endosperm effects the malting quality of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, Vol. 53, p. 7279 – 7287.
118. Holtejolen A.K., Uhlen A.K., Brathen E., Sahlstrom S., Knutsen S.H. (2006) Content of starch and non-starch polyssacharides in barley varieties of different origin. *Food Chemistry*, Vol. 94, p. 348 – 358.
119. Howard K.A., Gayler K.R., Eagles H.A., Halloran G.M. (1996) The relationship between D hordein and malting quality in barley. *Journal of Cereal Science*, Vol. 24, p. 47 – 53.
120. Hughes R.J., Choct M. (1999) Chemical and physical characteristics of grains related to variability in energy and amino acid availability in poultry. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol. 50, p. 689 – 701.
121. Hunt C.W. (1996) Factors affecting the feeding quality of barley for ruminats. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 62, p. 37 – 48.
122. Huntington G.B. (1997) Starch utilization by ruminats: from basics to the bunk. *Journal of Animal Science*, Vol. 75, p. 852 – 867.
123. Izydorczyk M.S., Storslay J., Labossiere D., MacGregor A.W., Rossnagel B.G. (2000) Variation in total and solube β-glucan content in hulless barley: effects of thermal, physical and enzimatic treatments. *Journal of Agrculture, Food and Chemistry*, Vol. 48, p. 982 – 989.
124. Izydorczyk M.S., Lazaridou A., Chornick T., Duchincky L. (2005) Molecular structure and degradation patterns of endosperm cell walls from barley differing in hardness and β-glucan and protein content. **In:** *18th North American Barley research Workshop*, July 17 - 20, 2005.[tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] Pieejams: http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/fcd10192.
125. Jagtab S.S., Beardsley A., Forrest J., Ellis (1993) Protein composition and grain quality in barley. *Aspects of Applied Biology*, Vol. 36, p. 51 – 59.
126. Jemeļjanovs A., Mičulis J., (1999) Aminoskābes dzīvnieku ēdināšanā. *Latvijas Lauksaimnieks*, Nr. 5, 11. lpp.
127. Jeroch H., Danicke S. (1995) Barley in poultry feeding: a review. *World's Poultry Science Journal*, Vol. 51, p. 271 – 291.
128. Jestin L., Baron M., Bervas E., Joseph J.L., Mancuso T. (1996) Breeding adapted waxy barley cultivars for the food industry. **In:** *V International Oat conference & VII Barley genetic Symposium*, Poster No. 24, p. 71.
129. Jood S., Singh M. (2001) Amino acid composition and biological evaluation of the protein quality of high lysine barley genotypes. *Plant Food for Human nutrition*, Vol. 56, pp. 145-155.
130. Jorgensen H., Gabert V.M., Eggum B.O. (1997) The nutritional value of high-lysine barley determined in rats, young pigs and growing pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 73, p. 287 – 295.

131. Jorgensen H., Gabert V., Fernandez J.A. (1998) Influence of nitrogen fertilization on the nutritional value of high-lysine barley determined in growing pigs. *Animal Feed Science and Tecnology*, Vol. 79, p. 79 – 91.
132. Jorgensen H., Lindberg J.E. (2006) Prediction of energy and protein digestibility in pigs feed using growing rats as model. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 127, p. 55 – 71.
133. Juskiw P., Helm J., Oatway L. (2004) Relationship of malting to feed traits in two-row barley. In: *Materils of Canadian Society of Agronomy meeting*, University of Alberta, Edmonton, July 20 - 23, 2004. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] Pieejams: http://www1.agric.gov.ab.ca?$department/deptdocs.nsf/all/fed8888.
134. Kaiser C.R., Bowman J.G.P., Surber L.M.M., Blake T.K., Borkowski J.J. (2004) Variation in apparent component digestibility of barley in the rat from the core collection of the USDA National Small Grain Collection. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 113, p. 97 – 112.
135. Kang M. Y., Sugimoto Y., Kato I., Sakamoto S., Fuwa H. (1985) Some properties of large and small starch granules of barley (*Hordeum vulgare* L.) endosperm. *Agricultural Biology and Chemistry*, Vol. 49, p. 1291 – 1297.
136. Karow R.S., Hilliker A. (1993) Evaluating grain for livestock feed. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] Pieejams:http://www.extension.oregonstate.edu/catalog/pdf/fs/fs309.pdf.
137. Kennelly J., Okine E., Khorasani R. (1995) Barley as a grain and forage source for ruminants. **In:** *Proceedings of the Canada-US Barley Feed Quality Conference*, Calgary, Canada, 1995. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] Pieejams: http://wcds.afns.ualberta.ca/Proceedings/1995/wcd95259.htm.
138. Kies A. K., Van Hemert K. H. F., Sauer W. C. (2001) Effect of phytase on protein and amino acid digestibility and energy utilization. *World's Poultry Science Journal*, Vol. 57, p. 109 – 126.
139. Kirkman M.A., Shewry P.R., Miflin B.J. (1982) The effect of nitrogen nutrition on the lysine content and protein composition of barley seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 33, No 2, pp. 115 – 127.
140. Klemsdal S.S., Olsen O.A., Rorvik K.A. (1987) The barley high lysine genes of mutants 1508 and 527 alter hordein polypeptide composition quantitatively, but not qualitatively, Vol. 107, No. 1, p. 107-114.
141. Klopfenstein C.F. (1988) The role of cereal beta-glucans in nutrition and health. *Cereal Foods World*, Vol. 33 - 10, p. 865 – 869.
142. Kong D., Choo T.M., Jui P., Ferguson T., Therrien M.C., Ho K.M., May K.W., Narasimhalu P. (1995) Variation in starch, protein and fibre of Canadian barley cultivars. *Canadian Journal of Plant Science*, Vol.75, p. 865 – 870.
143. Kronberga A. (2000) Latvijas agroekoloģiskajiem apstākļiem piemērota ziemas tritikāles šķirnes modeļa izveidošana. *Agronomijas Vēstis*, Nr. 2, Jelgava, LLU, 96. – 101. lpp.
144. Krotovs M., Maļecka S. (2003) Miežu audzēšanas tehnoloģiju izmantošana kvalitatīvas lopbarības ieguvei. *Agronomijas Vēstis*, Nr. 5, Jelgava, LLU, 155. - 159. lpp.
145. Kuczynska A., Surma M., Adamski T. (2007) Methods to predict transgressive segregation in barley and other self-pollinated crops. *Journal of Applied Genetics*, Vol. 48, No. 4, p. 321 – 328.

146. LaFrance J.T., Watts J. (1986) The value of protein in feed barley for beef, dairy and swine feeding. *Western Journal of Agricultural Economics*, Vol. 11, No. 1, p. 76 – 81.
147. Lange M., Vincze E., Wieser E., Holm H. (2006) Developing a feed barley with improved amino acid composition to meet environmental and nutritional demands. **In:** Proceedings of Eucarpia conference *„Cereal Science and technology for feeding ten billion people:genomics era and beyond”*, November 13-17, 2006, Lleida, Spain, pp. 305-308.
148. Langer I. (2004) Barley breeding progress in the Czech Republic, *Proceedings of 9th International Barley genetic symposium*, pp. 235-236.
149. Lardy G., Bauer M. (1999) Feeding barley to beef cattle. EB-70, December 1999, North Dacota State University, 1999. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] Pieejams: http://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/beef/eb70w.htm.
150. Larsen J. (2001) Evaluation of new European malting barley varieties. **In:** *10th Australian barley technical symposium*, 2001. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] Pieejams: http://www.regional.org.au/au/abts/2001/t2/larsen.htm.
151. Lasmanis A., Kangro I. (2004) *Faktoru analīze*. Rīga: SIA Izglītības soļi. -53. lpp.
152. Legzdiņa L. (2002) Dažādas izcelsmes kailgraudu miežu pārbaudes rezultāti. *LLU Raksti*, Nr. 7, 8. – 12. lpp.
153. Legzdina L., Buerstmayr H. (2004) Comparison of infection with Fusarium head blight and accumulation of mycotoxins in grain of hulless and covered barley. *Journal of Cereal Science*, Vol. 40, Issue 1, p. 61 – 67.
154. Leistrumaite A., Paplauskiene V. (2007) Genetic resources of spring barley: analysis of hordein polymorphism. *Biologia*, Vol. 53, No. 3, p. 30 – 33.
155. Lextonen M., Aikasalo R. (1987) Beta-glucan in two- and six – rowed barley. *Cereal chemistry*, Vol. 64, p. 191 – 192.
156. Li J.H., Vasanthan T., Rossnagel B., Hoover R. (2001) Starch from hull-less barley: I Granule morphology, composition and amylopectin structure. *Food Chemistry*, Vol. 74, p. 395 – 405.
157. Linares L.B., Broomhead J.N., Guaiume E.A., Ledoux D.R., T. L. Veum T.L., Raboy V. (2007) Effects of low phytate barley (*Hordeum vulgare* L.) on zinc utilization in young broiler chicks. *Poultry Science*, Vol. 86, p. 299 – 308.
158. Liu F., Roland von Bothmer R., Salomon B. (2000) Genetic diversity in European accessions of the Barley Core Collection as detected by isozyme electrophoresis. *Genetic Resources and Crop Evolution*, Vol. 47, No. 6, p. 571 - 581.
159. Lorenz K., Collins F. (1995) Biochemical characteristics and functional properties of starch from a high β-glucan waxy barley. *Starch*, Vol. 47, No. 1, p. 14 - 18.
160. Lu Q.M., O'Brien L., Stuart I.M. (1999) Environmental and genetic variation for grain yield and barley malting quality atributes. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol. 50, p. 1425 – 1434.
161. Manner D.J. (1985) Some acpects of the structure of starch. *Cereal Food World*, Vol. 30, p. 461 – 467.
162. Mathison G.V., Hinoraka R., Kerrigan B.K., Vlach I., Milligan L.P., Weisenburger R.D. (1991) Rate of starch degradation, apparent digestibility and rate and efficiency of steer gain as influenced by barley grain volume weight and grain processing. *Canadian Journal of Animal Science*, Vol. 71, p. 867 – 878.
163. Mauro D. J. (1996) An update on Starch. *Cereal Food World*, Vol. 41, p. 776 – 780.
164. McAllister T.A., Bae G.A., Jones G.A., Cheng K.J. (1994) Microbial attachment and feed digeston in the rumen. *Journal of Animal Science*, Vol. 72, p. 304 – 308.

165. McCann M.E.E., McCracken K.J., Agnew K.J. (2006) The use of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) for prediction of the nutritive value of barley for growing pigs. *Irish journal of agricultural and food*, 2006. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] Pieejams:http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=19043765.
166. McCleary B.V., Grennie-Holmes H. (1985) Enzimatic quantitifacion of (1 - 3) (1 - 4) β-glucan in barley and mlt. *Journal of the Institute of Brewing*, Vol. 91, p. 285 – 295.
167. McDonald A.M.L., Stark J.R., Morrison W.R., Ellis R.P. (1991) The composition of starch granules from developing barley genotypes. *Journal of Cereal Science*, Vol. 13, p. 93 – 112.
168. McNab, J.M., Smithard R.R. (1992) Barley β-glucan: an antinutritional factor in poultry feeding. *Nutrition Research Reviews*, Vol. 5, p. 45 – 60.
169. Metayer J.P., Grosjean F., Castaing J. (1993) Study of variability in French cereals. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 43, p. 87 – 108.
170. Miller M.C., Froseth J.A., Wyatt C.L., Ullrich S.E. (1994) Effect of starch type, total beta-glucan, and acid detergent fibre level on the energy content of barley (*Hordeum vulgare* L.) for poultry and swine. *Canadian Journal of Animal Science*, Vol. 74, p. 679 – 686.
171. Molina-Cano J.L., Voltas J., Irta U. de L. (1996) β-glucan and hordein contents of developing grain in Spain and Scotland. **In:** *Proceedings of V International Oat conference & VII Barley genetic Symposium*, p. 132 – 133.
172. Molina-Cano J.L., Francesch M., Perez-Vendrell A.M., Ramo T., Voltas J., Brufau J. (1997) Genetic and environmental variation in malting and feed quality of barley. *Journal of Cereal Science*, Vol. 25, p. 37 – 47.
173. Molina-Cano J.L., Polo J.P., Sopena A. Voltas J., Perez-Vendrell A.M., Romagosa I. (2000) Mechanisms of malt extract development of barleys from different European regions II. Effects of barley hordein fractions on malt exstract yield, *Journal of Institute of Brewing*, Vol. 106, p. 117 – 123.
174. Molina-Cano J.L., Polo J.P., Romera E., Araust J.L., Zarco J., Swanston J.S. (2001) Relationships between barley hordein and malting quality in a mutant of cv Triumf I. Genotype by Environment interaction of Hordein Content. *Journal of Cereal Science*, Vol. 34, p. 285 – 294.
175. Morgan A.G., Riggs T.J. (1981) Effects of drought on yield and on grain and malt characters in spring barley. *Journal Science for Food and Agriculture*, Vol. 32, p. 333 – 338.
176. Morrison W.R., Scott D.C., Karkalas J. (1986) Variation in the composition and physical properties of barley starch. *Starke*, Vol. 38, No. 11, p. 374 – 379.
177. Morrison W.R. (1995) Starch lipids and how they relate to starch granules structure and functionality. *Cereal Food World*, Vol. 40, p. 437 – 446.
178. Moss B.R., El-Negoumu A.M., Newman C.W. (1983) Nutritional value of waxy barleys for broiler chichens. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 8, p. 25 – 34.
179. Moughan P.J. (1999) *In vitro* techniques for the assessment of the nutritive value of feed grains for pigs, a review. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol. 50, p. 871 – 879.
180. Munk L., Karlson K.E., Hagberg A., Eggum B.O. (1970) Gene for improved nutritional value in barley seed protein. *Science*, Vol. 168, p. 985 – 987.

181. Munk L. (1981) Barley for food, feed and industry. **In:** *Cereals*. A renewable Resource, Theory and Practice. eds. Y. Pomeranz and L. Munk, St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists. p. 427 – 459.
182. Narasimhalu P., Kong D., Choo T.M. et. al. (1995) Effect of environment and cultivar on total mixed-linkage β-glucan content in eastern and western Canadian Barley (*Hordeum vulgare* L.). *Canadian Journal of Plant Science*, Vol. 75, p. 371 – 376.
183. Newman C.W and McGuire C.F. (1985) Nutritional quality of barley. **In:** *Barley*, eds. D.C. Rasmusson. Madison. p. 403 – 456.
184. Newman R.K., Newman C.W., Graham H. (1989) The hypocholesterolemic function of barley β-glukans. *Cereal Food World*. Vol. 34, p. 883 – 886.
185. Newman C.W., Newman R.K. (1989) Nutritional aspects of barley as a livestock feed. **In:** *Proceedings of the prairie braley symposium*, March 20-22, 1989, Saskatoon, p. 99 – 107.
186. Newman C.W., Newman R.K. (1990) Improved performance of weanling pigs fed a low β-glucan barley. **In:** *Proceedings of the Western Section American Society Animal Science.* Vol. 41, p. 223 – 226.
187. Newman C.W., Newman R.K. (1992a) Characteristics of the ideal barley for feed, Barley research reviews 1986-91, **In:** *Barley Genetics VI Session and workshops summaries*, Vol. II, p. 925 – 939.
188. Newman C.W., Newman R.K. (1992b) Nutritional aspects of barley seed structure and composition. **In:** *Barley: Genetics, Biochemistry, Molecular Biology and Biotechnology*, eds. By P.R. Shewry, CAB International, p. 351 – 368.
189. Nielsen J.P. (2003) Evaluating of malting barley quality using exploratory data analysis. II The use of kernel hardness and image analysis as screening methods. *Journal of Cereal Science*, Vol. 38, p. 247 – 255.
190. Nielsen G., Johansen H.B. (1986) Proposal for the identification of barley varieties based on the genotypes for 2 hordein and 39 isoenzyme loci of 47 reference varieties. *Euphytica*, Vol. 35, No. 3, p. 717 – 728.
191. Nilan R.A. and Ullrich S.E. (1993) Barley: Taxonomy, origin, distribution, production, genetics and breeding. **In:** *Barley: Chemistry and Technology*, eds. A.W. MacGregor and R.S. Bhatty, p. 1 – 29.
192. Nyquist W.E. (1991) Estimation of heritability and prediction of selection response in plant populations. *Critical Reviews in Plant Science*, Vol. 10, p. 235-322.
193. Oakenfull D. (1996) Food applications for barley. In: *Proceedings of V International Oat conference & VII Barley genetic Symposium,* Invited papers, p. 50 – 57.
194. O'Brien L. (1999) Genotype and environment effects on feed grain quality. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol. 50, p. 703 – 719.
195. Olkku J., Kotaviita E., Salmenkallio-Martilla M., Sweins H., Holm S. (2005) Connection between structure and quality of barley husk. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, Vol. 63, p. 17 – 22.
196. Osborne B.G., Anderssen R.S. (2003) Single-Kernel Characterisation Principles and Applications. *Cereal Chemistry*, Vol. 80, No. 5, p. 613 – 622.
197. Oscarsson M., Andersson R., Salomonsson A.C., Aman P. (1996) Chemical composition of barley samples focusing on dietary fibre components. *Journal of Cereal Science*, Vol. 24, p. 161 – 169.

198. Oscarsson M., Parkkoen T., Auto K., Aman P. (1997) Composition and microstructure of normal, waxy and high-amylose barley samples. *Journal of Cereal Science*, Vol. 26, p. 259 – 264.
199. *Osītis* U. (*1987*) *Lauksaimniecības dzīvnieku ēdināšanas praktikums*. Rīga: Zvaigzne. 215 lpp.
200. Osītis U. (1998) *Barības līdzeklu novertēšana atgremotāju ēdināšanā*: *metodiskais materiāls.* Jelgava: LLU. 48 lpp.
201. Ovenell-Roy K.H., Nelson M.L., Froseth J.A., Froseth J.A., Parish S.M., Martin E.L. (1998a) Variation in chemical composition and nutritional quality among barley cultivars for ruminats. 1. Steer finishing performance, diet digestibilityes and carcass characteristics. *Canadian Journal of Animal Science*, Vol. 78, p. 369 – 375.
202. Ovenell-Roy K.H., Nelson M.L., Froseth J.A., Parish S.M. (1998b) Variation in chemical composition and nutritional quality among barley cultivars for ruminants. 2. Digestion, ruminal characteristicsm and in situ dissappearance kinetics. *Canadian Journal of Animal Science*, Vol. 78, p. 377 – 388.
203. Owens F.N., Zinn R.A., Kim Y.K. (1986) Limits to starch diggestion in the ruminants small intestine. *Journal of Animal Science*, Vol. 63, p. 1634 – 1648.
204. Paplauskiene V., Lestrumaite A. (2002) The hordein composition, grain yield and quality parameters of spring barley varieties and breeding lines. *Agriculture*, Scientific articles. Lithuanina University of Agriculture, Akademija, p. 64 – 70.
205. Pasarella V.S., Savin R., Slafer G.A. (2005) Breeding effects on sensitivity barley grain weight and quality to events of high temeprature during grain filling. *Euphytica*, Vol. 141, p. 41 – 48.
206. Pauly T., Sporndly R., Uden P. (1992) Rumen degradability *in sacco* of physically and chemically treated oat and barley grain. *Journal of the Science of Food and Agricultur*e, Vol. 58, p. 465 – 470.
207. Peltonen J., Rita H., Aikasalo R., Home S. (1994) Hordein and malting quality in northen barleys. *Hereditas*, Vol. 120, p. 231 – 239.
208. Perez-Vedrell A.M., Brufau J., Molina-Cano J.L., Francesch M., Guasch J. (1996) Effect of cultivar and environment on β-(1,3)-(1,4)-D-glukan content and acid extract viskosity of Spanish Barleys. *Journal of Cereal Science*, Vol. 23, p. 285 – 292.
209. Pettersson A., Lindberg J.E. (1999) Illeal and total tract digestibility in pigs of naked and hulled barley with different starch composition. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 66, p. 97 – 109.
210. Poulsen H.D., Johansen K. S., Hatzack F., Boisen S., Rasmussen S. K. (2001) Nutritional value of low-phytate barley evaluated in rats. *Acta Agriculturae Scandinavica*, Vol. 51, No. 1, p. 53 – 58.
211. Pryma J., Ehrenbergerova J., Belcrediova N., Vaculova K. (2007) Tocol content in barley. *Acta Chimica Slovenia*, Vol. 54, p. 102 – 105.
212. Qi J.C., Chen J., Wang J., Wu F., Cao L., Zhang G. (2005) Protein and hordein fraction content in barley seeds as affected by sowing date. *Journal of Zhejiang University Science*, Vol. 11, 2005. p. 1069 - 1075. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] Pieejams: http://www.zju.edu.cn/jzus/2005/B0511/B051104.pdf.
213. Qi J.C., Zhang G.P., Zhou M.X. (2006) Protein and hordein content in barley seeds as affected by nitrogen level and their relationship to β-amylase activity. *Journal of Cereal Science*, Vol. 43, p. 102 – 107.

214. Raboy V., Noaman M.M., Taylor G.A., Pickett G.S. (1991) Grain Phytic Acid and Protein are Highly Correlated in Winter Wheat. *Crop Science*, Vol. 31, p. 631-635.
215. Raboy V., Cook A., Wesenberg D., Rossnagel G. (2000) Low phytate barleys. In: *Proceedings of 8th Intrenational barley genetic symposium*, 22-27 October, 2000, Adelaide, Australia, p. 147 – 153.
216. Radovic D., Vapa L. (1996) Hordein composition of Yugoslav barley cultivars. *Cereal Research Communication*, Vol. 24, p. 331 – 337.
217. Rasmusson D.C. and Glass R.L. (1966) Effectiveness of early generation selection for four quality characters in barley. *Crop Science*, Vol. 5, p. 389 - 391.
218. Regli D.C., Bowman J.G.P., Blake T. K., Borkowski J. J., Surber L.M.M., Rolando S. J., Robinson B. L., Roth N. J., Brockleman H. (1999) Digestibility characteristics of barley lines from the world collection in rats. **In:** *Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science*, Vol. 50, 1999.[tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 13. janv.] Pieejams:http://hordeum.oscs.montana .edu/cowdocs/ cow499.htm.
219. Rhodes A.P. and Jenkins G. (1975) The effect of varying nitrogen sypply on the protein composition of a high lysine mutant of barley. *Journal of the Science of Food and Agricultur*e, Vol. 26, p. 705 – 709.
220. Rieseberg L.H., Archer M.A., Wayne R.K. (1999) Transsgressive segregation, adaptation and speciation. *Heredity*. Vol. 83, p. 363 – 372.
221. Rodomiro O., Nurminiemi M., Madsen S., Rognli O.A., Bjornstad A. (2002) Genetic gains of Nordic spring barley breeding over sixty years. *Euphytica*, Vol. 126, p. 283 – 289.
222. Rossnagel B.G. (2000) Hulless barley – Western Canada corn. *Proceedings of the 8th International Barley Genetics Symposium*, Vol. I, p. 135 – 142.
223. Rossnagel B.G., Zatorski T., Arganosa G., Raboy V. (2005) Low phytate barley (*Hordeum vulgare L.*) development at the Crop Development Centre. University of Saskatchewan, *North American Barley Researchers Workshop*, July 17 - 20, 2005, Alberta, Canada, [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] Pieejams: http://www1.agric.gov.ab.ca/$department /deptdocs.nsf/all/fcd10134
224. Rotter B.A., Marquardt R.R., Guenter W., Biliaderis C., Newman C.W. (1989) In vitro viscosity measurements of barley extracts as predictors of growth responses in shichs fed barley-based diets supplemented with a fungal enzyme preparation. *Canadian Journal of Animal Science*, Vol. 69, p. 431 – 439.
225. Salomonsson A.C., Theander O., Aman P. (1980) Composition of normal and high-lysine barleys. *Swedish Journal of Agricultural Research*, Vol. 10, p. 11 – 16.
226. Savin R., Nicolas M.E. (1999) Effects of timing of stress and drought on growth and quality of barley grains. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol. 50, p. 357 – 364.
227. Savin R., Molina-Cano J.L. (2002) Changes in malting quality and its determinants in response to abiotic stress, **In:** *Barley Science. Recent advances from molecular biology to agronomy of yield and quality*, ed. Slafer A.G.,USA: The Haworth Press, Inc., p. 523 – 550.
228. Schelling K., Born K., Weisteiner C., Kunbauch W. (2003) Relationships between yield and quality parameters of malting barley and phenological and meteorological data. *Journal of Agriculture and Crop Science*, Vol. 189, p. 113 – 122.
229. Schut J.W., Dourleijn C.J. (1999) Prediction of barley progeny performance in the presence of genotype environment interaction. *Plant Breeding*, Vol. 119, p. 47 – 50.

230. Scott T.A., Silversides F.G., Classen H.L., Swift M.L., Bedford M.R. (1998) Effect of cultivar and environments on the feeding value of Western Canadian wheat and barley samples with and without enzimes supplementation. *Canadian Journal of Animal Science*, Vol. 78, p. 649 – 656.
231. Selle P.H., Ravindran V., Caldwell R.A., Bryden W.L. (2000) Phytate and phytase: consecvences for protein utilization. *Nutrition Research Reviews*, Vol. 13, p. 255 – 278.
232. Shewry P.R., Pratt H.M., Miflin B.J. (1978) Variatal identification of single seeds of barley by analysis of hordein polipeptides. *Journal of Science, Food and Agriculture*, Vol. 29, p. 587 – 596.
233. Shewry P.R., Field J.M., Kirkman M.A., Audrey J., Miflin B.J. (1980) The Extraction, Solubility, and Characterization of Two Groups of Barley Storage Polypeptides. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 31, No 2, p. 393 – 407.
234. Shewry P.R., Morell M. (2001) Manipulating cereal endosperm structure, development and composition to improve end-use properties. *Advances in Botanical Research*, Vol. 34, p. 165 – 234.
235. Shewry P.R., Halford N.G. (2002) Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 53. p. 947 – 958.
236. Shewry P.R. (2007) Improving the protein content and composition of cereal grains. *Journal of Cereal Science*, Vol. 46, p. 239 – 250.
237. Shirley B.W. (1998) Flavonoids in seeds and grains: Physiological function, agronomic importance and the genetics of biosynthesis. *Seed Science Research*, Vol. 8, p. 415 – 422.
238. Sibbald I.R., Price K. (1976) True metabolize energy values for poultry of Canadian barleys measured by bioassay and predicted from physical and chemical data. *Canadian Journal of Animal Science*, Vol. 56, p. 775 – 782.
239. Simmonds N. W. (1996) Yields of cereal grain and protein. *Experimental Agriculture*, Vol. 32, p. 351-356.
240. Smith J.D., Kinman M.L. (1965) The use of parent-offspring regression as an estimator of heritability. *Crop Science*, Vol. 5, p. 595 – 596.
241. Song Y., Jane J. (2000) Characterisation of barley starches of waxy, normal and high amilose varieties. *Carbonhidrate Polymers*, Vol. 41, p. 365 – 377.
242. Spunarova M., Pouch M., Spunar J. (2007) Utilization of molecular marker fore evaluation of hybridisation success in spring barley genetics and breeding. *Szech Journal of Genetics and Plant Breeding*, Vol. 43, p. 144 – 148.
243. Stewart A., Nield H., Lott J.N.A. (1988) An investigation of the mineral content of barley grains and seedlings. *Plant Physiology*, Vol. 89, p. 93 – 97.
244. Surber L.M.M., Bowman J.G.P., Blake D.D., Hinman D.L., Boss D.L., Blackhurt T.C. (2000) Prediction of barley feed quality for beef catle from laboratory analysis. **In:** *Proceeding of Western Section American Society of Animal Science*, Vol. 51, p. 454 – 457.
245. Surma M., Adamsky T., Kaczmarek Z., Kapala A. (1998) Frequency of transgression and gene distribution in barley double haploid populations from first and second cycle hybrids. *Journal of Applied Genetics*, Vol. 39, p. 237 – 247.
246. Surma M., Adamski T., Kaczmarek Z., Czajka S. (2006) Phenotypic distribution of barely SSD lines and double haploids derived from F_1 and F_2 hybrids. *Euphytica*, Vol. 149, p. 19 – 25.

247. Svihus B., Edvarsen D.H., Bedford M.R., Gullord M. (2000) Effect of method of analysis and heat treatment on viscosity of wheta, barley and oats. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 88, p. 1 – 12.
248. Svihus B., Gullord M. (2002) Effect of chemical content and physical characteristics on nutritional value of wheat, barley and oat for poultry. *Animal Feed Science and Technology*, Vol 102, Issue 1 – 4, p. 71 – 92.
249. Svihus B., Uhlen A.K., Harstad O.M. (2005) Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch: A review. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 122, p. 303 – 320.
250. Swantston J.S. (1997) Waxy starch barley genotypes with reduced β-glucan content. *Cereal chemistry*, Vol. 74, p. 452 – 455.
251. Tailor M., Boland M., Brester G. (2003) Barley industry profile. Department of Agricultural Economics Kansas Sate University, August, 2003. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] Pieejams:http://agmanager.info/agribus/aconissues.barleyprofile.pdf.
252. Taylor P.F., Froseth J.A., Ullrich S.E., Males J.R. (1985) The effect of cultivar and growing season on the feeding value of barley for swine. *Proceedings of Western Section of Animal Society and Animal Science*, Vol. 36, p. 260 – 264.
253. Tester R.F., South J.B., Morrison W.P., Ellis R.P. (1991) The effect of ambient temperature during the grain – filling period on the composition and properties of four barley genotypes. *Journal of Cereal Science*, Vol. 13, p. 110 – 127.
254. Thacker P.A., Bell J.M., Classen H.L., Campbell G.L., Rossnagell B.G. (1988) The nutritive value of hulless barley for swine. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 19, p. 191 – 196.
255. Therrien M.C. (2006) Estimates of heritability of major malting quality traits in Canadian barley. *Barley Genetic Newslater*, Vol. 36, p. 10 – 11.
256. Thomas W.T.B., Powell W., Waugh R., Chalmers K.J., Baura U.M., Jack P. (1995) Detection of quantitative trait loci for agronomic, yield, grain and diseases characters in spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Theoretical Applied Genetics*, Vol. 91, p. 1037 – 1047.
257. Turuspekov Y., Beecher B., Darlington Y., Bowman J., Blake T.K. , Giroux M.J. (2008) Hardness locus sequence variation and endosperm texture in spring Barley. *Crop Science*, Vol. 48, p. 1007 – 1019.
258. Turuspekov Y, Martin J. M., Bowman J.G.P., Beecher, B.S., Giroux M.J. (2008) Associations between *Vrs*1 alleles and grain quality traits in spring barley *Hordeum vulgare* L., *Cereal Chemistry*, Vol. 85(6), pp. 817-823.
259. Ullrich S.E., Coon C.N., Sever J.M. (1981) Relationships of nutritional and malting quality traits of barley. Barley Genetic IV. **In:** *Proceedings of the 4th Intrenational Barley Genetics Symposium*, Edinburg, p. 225 – 233.
260. Ullrich S.E., Husby F.M., Lewis B.A., Newman C.W., Forseth J.A., Harrold R.L., Clancy J.A., Albrechtsen R.S., Helm J.H. (1992) Cultivar and growing location effects on composition of barley grains. Barley for food and malt, **In:** *Proceedings of International simposium*, September 7-10, 1992, Sweden, Uppsala, p. 308 – 312.
261. Ullrich, S.E., Han, F., Froseth, J.A., Jones, B.L., Newman, C.W., Wesenberg, D.M. (1996) Mapping of loci affect carbonhydrate content in barley grain. **In:** *Proceedings of V International Oat conference & VII Barley genetic Symposium*, p. 141 – 143.

262. Vaculova K., Ehenbergerova J., Zimolka J. (1996) Barley developing for human food in the Czech Republic. **In:** *Proceedings of V International Oat conference & VII Barley genetic Symposium*, p. 101 – 103.
263. Vaculova K., Ehrenbergerova J., Psota V., Havlova P., Spunarova M. (2000) Variability of β-glucan in early generations of barley hybrids. In: *Proceedings of Mendel Centenary Congress*, March 7-10, Brno, Czech Republic, Poster Abstracts, Vol. 47, p. 149.
264. Vasanthan T., Bhatty R.S. (1996) Physicochemical properties of small- and large-granule starches of waxy, regular and high amylose barleys. *Cereal Chemistry*, Vol. 73, p. 199 – 207.
265. Veum T.L., Ledoux D.R., Bollinger D.W., Raboi V., Cook A. (2002) Low phytic acid barley improves calcium and phosphorus utilisation and growth performance in growing pigs. *Journal of Animal Science*, Vol. 80, p. 2663-2670.
266. Wallwork M.A., Jenner C.F., Logue S.J., Sedgley M. (1998) Effect of high temperature during grain filling of the structure of developing and malted barley grain. *Annals of Botany*, Vol. 82, p. 587 – 599.
267. Wang L., Newman R.K., Newman C.W., Hofer P.J. (1992) Berley β-glucan alter intestinal viscosity and reduce plasma cholesterol concentration in chicks. *Journal of Nutrition*, Vol. 122, p. 2292 – 2297.
268. Washington J.M., Box A., Karakousis A., Barr A.R. (2000) Developing Waxy Barley cultivars for food, feed and malt. **In:** *Proceedings of the 8th International barley genetic Symposium*, Barley genetics, VIII, Volume II, p. 303 – 306.
269. Washington J., Collins H., Aeda Y., Box A., Barr A. (2001) Selection of quality Australian barley for the Japanese staple food market. In: *Proceedings of Australian barley technical symposium*, Australia, 2001. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] Pieejams: http://www/regional.org.au/au/abts/2001/m3/washington.
270. Welch R.W. (1978) Genotypic variation of oil and protein barley grain. *Journal of the Science Food and Agriculture*, Vol. 29, p. 953 – 958.
271. White W.B., Bird H.R., Sunde M.L., Marklett J.A. (1983) Viscosity of β-D-glucan as a factor in the enzimatic improvement of barley for chicken. *Poultry Science*, Vol. 62, p. 853 – 862.
272. Wrigley C.W. (1999) Potential methodologies and strategies for a rapid assessment of feed grain quality. *Australian Journal of Agricultural Research*, Vol. 50, p. 789 – 805.
273. Xue Q.L., Newman C.W., Graham H. (1997) Influence of the hulless, waxy starch and short-awn genes on the composition of barleys. *Journal of Cereal Science*, Vol. 26, p. 251 – 257.
274. Yang W.Z., Beauchemin K.A., Farr B.I., Rode L.M. (1997) Comparison of barley, hull-less barley, and corn in the concentrate of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Vol. 80, p. 2885 – 2895.
275. Yin Y.Q., Ma D.Q., Ding Y. (2003) Analysis of genetic diversity of hordein in wild close relatives of barley from Tibet. *Theoretical Applied Genetics*, Vol. 107, p. 837 – 842.
276. Zakova M. (2006) Characterisation of spring barley accessions based on multivariate analysis. *Communications in Biometry and Crop Science*, Vol.1, p. 124 – 134.
277. Zhang W.J., Campbell L.D., Stothers S.C. (1994) An investigation of the feasibility of predicting nitrogen corrected true metabolizable energy (TMEn)

content in barley from chemical composition and physical characteristics. *Canadian Journal of Animal Science*, Vol.74, p. 355 – 359.
278. Zheng G.H., Rossnagel B.G., Tyler R.T., Bhatty R.S. (2000) Distribution of β-glucan in the grain of hull-less barley. *Cereal Chemistry*, Vol. 77, p. 140 – 144.
279. Ziljstra R.T., Scott T., Ednay M.J. et. al. (2000) *Measurements to predicts barley DE content*, 2000. [tiešsaiste] [skatīts 2010. g. 10. janv.] Pieejams: http://www.banffpork.ca/proc/2000pdf/15-Zijlstra-BarleyDE.pdf.
280. Zinn R.A., Montano M., Shen S. (1996) Comparative feeding value of hulless *vs* covered barley for feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, Vol. 74, p. 1187 – 1193.
281. Бууль А., Цёфель П. (2002) SPSS: исскуство оброботки информации. Анализ восстановления скрытых закономерностей. с. 385 – 409.
282. Василенко И. И., Комаров В. У. (1989) Определение пленчатости зерна. В книге: Оценка качества зерна. Москва: Агропромиздат. с. 129.
283. Мартынов С. П. (1987) Метод многокритериального выбора на заключительном этапе селекции растенийю. *Сельскохозяйственная Биология*, № 6, с. 122 – 124.
284. Смиряев А.В., Мартынов С.П., Кильчевский А.В. (1992) Биометрия в генетике и селекции растений. Москва: Издательство МСХА, - 268 с.

PIELIKUMI

1. pielikums

Meteoroloģisko apstākļu raksturojums, 2004.-2008. g., Stendes HMS dati

Mēnesis	Gaisa vidējā temperatūra, °C						Nokrišņu summa, mm					
	I	II	III	Vidēji mēnesī	Norma	± norma	I	II	III	Vidēji mēnesī	Norma	Norma %
2004.g.												
Aprīlis	3.2	7.8	6.8	5.9	4.3	1.6	1.6	7.3	0.7	9.6	37	25.9
Maijs	14.9	7.0	8.0	10.0	10.2	-0.2	7.1	10.3	24.0	41.4	45	92.0
Jūnijs	12.2	11.4	14.0	12.5	14.2	-1.7	7.4	33.0	73.2	113.6	57	199.3
Jūlijs	14.7	15.0	16.9	15.5	16.3	-0.8	37.0	30.8	23.7	91.5	87	105.2
Augusts	19.7	16.8	15.0	17.2	15.5	1.7	11.9	6.0	24.7	42.6	87	49.0
2005. g.												
Aprīlis	5.9	6.6	4.4	5.6	4.3	1.3	6.2	1.3	0.3	7.8	37	21.1
Maijs	7.3	9.1	15.0	10.5	10.2	0.3	33.5	15.5	31.6	80.6	45	179.1
Jūnijs	11.3	14.7	14.9	13.6	14.2	-0.6	7.3	10.6	26.3	44.2	57	77.5
Jūlijs	18.3	19.0	16.5	17.9	16.3	1.6	5.1	11.8	48.9	65.8	87	75.6
Augusts	16.1	15.8	16.2	16.0	15.5	0.5	74.3	17.4	19.3	111.0	87	127.6
2006. g.												
Aprīlis	2.8	4.4	9.0	5.4	4.3	1.1	15.9	7.4	6.2	29.5	37	79.7
Maijs	13.2	10.2	9.9	11.1	10.2	0.9	0.5	10.4	31.8	42.7	45	94.9
Jūnijs	10.7	17.3	17.9	15.3	14.2	1.1	29.9	2.1	20.0	52.0	57	91.2
Jūlijs	20.9	17.0	9.9	15.9	16.3	-0.4	0.7	4.4	31.8	36.9	87	42.4
Augusts	18.2	17.8	16.2	17.4	15.5	1.9	13.5	27.2	34.6	75.3	87	86.6
2007.g.												
Aprīlis	1.7	6.5	6.8	5.0	4.3	0.7	3.1	35.0	7.3	45.4	37	122.7
Maijs	6.5	10.9	17.9	11.8	10.2	1.6	9.1	24.9	32.6	66.6	45	148.0
Jūnijs	17.7	16.1	15.3	16.4	14.2	2.2	1.7	11.0	29.6	42.3	57	74.2
Jūlijs	16.4	16.7	15.5	16.2	16.3	-0.1	35.1	12.0	57.4	104.5	87	120.1
Augusts	19.0	18.8	15.3	17.7	15.5	2.2	6.1	54.8	51.7	112.6	87	129.4
2008. g.												
Aprīlis	5.7	5.2	8.5	6.5	4.3	2.2	20.8	24.2	0.1	45.1	37	121.9
Maijs	10.5	8.6	11.5	10.2	10.2	0	2.9	13.2	0	16.1	45	35.7
Jūnijs	15.2	13.0	13.7	14.0	14.2	-0.2	0	49.1	22.9	72.0	57	126.3
Jūlijs	15.5	16.0	16.8	15.9	16.3	-0.4	35.7	58.4	1.5	95.6	87	109.8
Augusts	16.5	17.0	14.2	15.9	15.5	0.4	53.8	55.0	50.7	159.5	87	183.3

Vasaras miežu šķirņu un līniju fenoloģiskie novērojumi un augu attīstības periodu garumi, 2004.-2006. g.

Šķirne, līnija	Fenoloģisko fāžu iestāšanās datums						Perioda garums, dienas			Perioda garums, dienas		
	Plaukšanas fāze, 55. etaps			Nogatavošanās fāze 91. etaps			00.-55. etaps			55.-91. etaps		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Ansis	06.07	30.06	01.07	16.08	18.08	11.08	76	69	61	44	49	40
Linga	01.07	27.06	28.06	15.08	17.08	08.08	71	66	57	43	49	40
Klinta	03.07	29.06	30.06	16.08	18.08	09.08	73	68	60	45	51	41
Abava	05.07	01.07	02.07	17.08	19.08	09.08	74	70	62	43	49	39
Sencis	29.07	26.06	27.06	13.08	15.08	08.08	69	65	56	43	49	39
Kristaps	03.07	29.06	30.06	15.08	19.08	09.08	73	73	60	45	51	41
Idumeja	30.06	26.06	27.06	13.08	15.08	06.08	70	65	56	44	50	42
Balga	30.06	26.06	27.06	15.08	19.08	09.08	70	65	56	46	52	40
Rūja	05.07	01.07	02.07	16.08	19.08	11.08	74	70	62	44	50	41
Gāte	03.07	29.06	30.07	17.08	19.08	09.08	73	68	60	45	51	42
Malva	02.07	28.06	29.06	17.08	19.08	09.08	72	67	58	46	52	40
Rasa	02.07	28.06	29.07	12.08	15.08	07.08	72	67	58	43	49	42
Austrian early	01.07	27.05	28.06	11.08	13.08	04.08	71	66	57	42	48	38
Primus II	27.06	26.06	27.06	10.08	12.08	02.08	67	65	56	42	48	38
Lechtaler	03.07	29.06	30.06	16.08	18.08	09.08	73	68	60	44	50	40
Grimmet	27.06	23.06	25.06	10.08	12.08	03.08	67	62	54	43	51	41
379	02.07	28.06	29.06	15.08	17.08	08.08	72	67	58	44	50	40
Justina	04.07	30.06	01.07	16.08	18.08	09.08	73	69	61	44	50	41
Hanka	02.07	28.06	29.06	16.08	19.08	10.08	72	67	58	46	51	42
Annabell	03.07	29.06	01.07	16.08	18.08	10.08	73	73	61	46	52	41
Danuta	05.07	30.06	01.07	15.08	17.08	07.08	74	69	61	45	51	42
Landsorte Aus Tirol	01.07	27.06	28.06	15.08	17.08	07.08	71	66	57	45	51	41
Hatvani 45/25	30.06	26.06	26.06	13.08	15.08	05.08	70	65	55	44	50	42
Cork	05.07	01.07	02.07	16.08	18.08	08.08	74	70	62	45	51	41
Century	03.07	29.06	01.07	18.08	20.08	10.08	73	68	61	46	52	42

2. pielikums

Šķirne, līnija	Fenoloģisko fāžu iestāšanās datums						Perioda garums, dienas			Perioda garums, dienas		
	Plaukšanas fāze, 55. etaps			Nogatavošanās fāze 91. etaps			00.-55. etaps			55.-91. etaps		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Poligena	05.07	01.07	02.07	17.08	20.08	09.08	74	70	63	46	50	40
Lysimax	04.07	30.06	01.07	17.08	19.08	09.08	73	69	62	44	50	40
Colsess IV	28.06	24.06	25.06	10.08	12.08	02.08	68	63	54	44	53	42
July	01.07	27.06	29.06	15.08	17.08	07.08	71	66	59	47	53	43
IV/192	01.07	27.06	28.06	15.08	17.08	07.08	71	66	58	45	51	41
Zoapila	29.06	25.06	26.06	11.08	13.08	03.08	69	64	55	43	49	39
Puebla	28.06	25.06	27.06	09.08	11.08	01.08	68	64	56	42	48	38
Valluno	29.06	25.06	26.06	12.08	14.08	04.08	69	64	55	44	50	40
Chosen	30.06	22.06	23.06	12.08	14.08	04.08	70	61	53	44	50	40
B90A	27.06	23.06	23.06	09.08	11.08	01.08	67	62	53	45	53	39
RNB-367	26.06	22.06	23.06	09.08	12.08	01.08	66	61	53	45	51	40
Druvis	26.06	23.06	24.06	10.08	12.08	02.08	66	62	54	45	51	39
10250	24.06	23.06	25.06	11.08	13.08	03.08	64	62	55	45	51	41
Orzo Nudo di Altamura	27.06	23.06	24.06	12.08	13.08	04.08	67	62	54	46	52	42
2747	01.07	27.06	28.06	16.08	14.08	08.08	71	66	58	46	52	41
Clho 7799	28.06	24.06	26.06	13.08	18.08	05.08	68	63	56	45	51	41
X-4	28.06	24.06	25.06	13.08	15.08	06.08	68	63	55	47	51	41
Gwire	29.06	25.06	26.06	13.08	15.08	07.08	69	64	56	45	51	42
Gainer	01.07	25.06	26.06	13.08	17.08	07.08	71	64	56	45	51	43
KM 2084	02.07	27.06	28.06	13.08	19.08	08.08	72	66	58	45	51	40
SW 1291	28.06	28.06	29.06	16.08	18.08	10.08	68	67	59	45	51	41
L-302	28.06	23.06	25.06	11.08	13.08	03.08	68	62	55	44	50	40
C.P.I. 22817	02.07	28.06	29.06	15.08	17.08	08.08	72	67	59	46	52	42
Wanubet	02.07	28.06	29.06	15.08	17.08	07.08	72	67	59	46	51	40
Sumire Mochi	28.06	24.06	25.06	10.08	12.08	03.08	68	63	55	44	50	40
CD Candle	28.06	24.06	25.06	12.08	14.08	04.08	68	63	55	46	52	41
Merlin	02.07	28.06	28.06	15.08	16.08	06.08	72	67	58	45	51	40
Vidēji:	**01.07**	**27.06**	**28.06**	**14.08**	**16.08**	**06.08**	**71**	**66**	**58**	**45**	**51**	**40**

2. pielikuma nobeigums

Nokrišņu sadalījums (mm) un vidējā diennakts temperatūra (ºC) no plaukšanas līdz nogatavošanās fāzei (55.-91. etaps), 2004-2006. g. (Stendes HMS dati)

Datums	2004		2005		2006	
	mm	ºC	mm	ºC	mm	ºC
27.06	x	x	0.2	15.0	x	x
28.06	x	x	3.1	15.0	0.0	18.5
29.06	x	x	6.2	12.5	0.0	17.3
30.06	x	x	1.4	14.4	0.0	19.0
01.07	0.0	15.6	4.7	14.2	0.0	17.6
02.07	18.0	13.9	0.4	16.0	0.0	18.5
03.07	0.0	14.1	0.0	16.5	0.0	19.6
04.07	11.1	13.1	0.0	16.7	0.0	18.4
05.07	5.1	13.1	0.0	18.9	0.0	20.0
06.07	5.0	13.0	0.0	21.1	0.0	21.8
07.07	2.4	14.4	0.0	20.4	0.0	22.6
08.07	3.2	14.8	0.0	20.4	0.0	24.7
09.07	0.6	17.0	0.0	19.2	0.0	22.8
10.07	2.7	17.8	0.0	20.2	0.7	22.7
11.07	4.4	14.3	0.0	22.0	0.0	21.1
12.07	2.3	14.0	0.0	20.1	0.0	21.8
13.07	13.3	13.4	0.0	20.6	0.0	20.5
14.07	0.0	14.2	0.6	20.2	4.4	15.2
15.07	0.0	14.0	0.0	20.0	0.0	15.4
16.07	0.0	12.7	3.9	18.3	0.0	14.7
17.07	0.0	15.2	1.6	17.2	0.0	16.6
18.07	0.0	15.4	0.6	16.4	0.0	18.0
19.07	8.4	19.7	17.6	3.3	0.0	13.8
20.07	2.4	17.4	1.8	17.3	13.3	0.0
21.07	0.0	14.7	3.5	14.5	10.0	11.3
22.07	0.6	18.6	0.0	14.5	11.6	0.7
23.07	0.3	19.6	11.9	15.0	13.7	4.1
24.07	0.0	16.8	21.0	16.7	10.3	0.0
25.07	2.4	16.6	0.0	16.5	8.9	2.0

Datums	2004		2005		2006	
	mm	ºC	mm	ºC	mm	ºC
26.07	2.4	14.8	2.2	17.0	8.9	1.8
27.07	11.8	14.2	0.0	16.4	10.0	0.3
28.07	5.8	15.7	0.0	16.9	9.6	0.0
29.07	0.1	17.6	0.0	17.2	8.9	0.0
30.07	0.0	16.2	10.3	18.3	8.2	11.2
31.07	0.3	17.9	0.0	18.9	9.4	0.4
01.08	0.0	17.5	6.7	16.8	18.1	2.6
02.08	7.3	17.0	0.6	17.8	18.4	0.3
03.08	0.0	21.0	0.0	17.0	17.2	10.4
04.08	0.0	22.0	18.1	16.0	16.1	0.2
05.08	0.0	21.7	5.3	16.4	17.7	0.0
06.08	0.0	20.7	0.0	14.9	19.9	0.0
07.08	0.0	20.4	3.4	16.1	x	x
08.08	0.0	20.2	8.6	13.1	x	x
09.08	4.6	18.6	10.5	17.1	x	x
10.08	0.0	17.7	21.1	16.3	x	x
11.08	0.0	16.5	10.7	14.9	x	x
12.08	0.0	16.9	5.3	15.8	x	x
13.08	0.9	13.1	1.0	15.6	x	x
14.08	2.2	13.6	0.3	15.6	x	x
15.08	x	x	0.1	16.1	x	x
16.08	x	x	0.0	14.1	x	x
Vidēji	**117.6**	**16.4**	**168.4**	**17.0**	**50.4**	**16.3**

3. pielikuma nobeigums

4. pielikums

Vasaras miežu šķirņu plēkšņu īpatsvars plēkšņainajiem divkanšu un daudzkanšu genotipiem, %, 2004.-2006.g.

Šķirne, līnija	2004	2005	2006	Vidēji	s	V%
Divkanšu, plēkšņains						
Ansis	9.1	8.6	9.7	9.1	0.5	6.0
Idumeja	8.8	9.2	8.6	8.9	0.3	3.8
Linga	10.0	11.4	10.4	10.6	0.7	6.6
Klinta	7.4	8.0	9.1	8.2	0.9	10.5
Abava	8.4	8.9	7.3	8.2	0.8	10.0
Sencis	10.4	10.4	11.0	10.6	0.3	3.1
Kristaps	8.7	10.4	9.1	9.4	0.9	9.3
Balga	8.4	8.5	7.5	8.1	0.5	6.7
Rūja	8.0	8.3	8.5	8.3	0.3	3.2
Gāte	7.5	8.7	7.8	8.0	0.6	8.0
Malva	8.9	8.2	9.0	8.7	0.4	5.0
Rasa	9.2	9.7	9.3	9.4	0.2	2.3
Austrian Early	8.1	7.7	9.4	8.4	0.9	10.6
Primus II	8.2	8.6	7.3	8.0	0.7	8.3
Lechtaler	8.3	8.2	9.1	8.5	0.5	6.0
Grimmet	7.5	8.2	8.7	8.1	0.6	7.7
379	8.2	9.3	7.1	8.7	0.5	6.2
Justina	7.3	6.7	7.6	7.2	0.5	6.5
Hanka	7.4	9.4	8.3	8.3	1.0	12.1
Annabell	8.5	10.3	10.3	9.7	1.0	10.3
Danuta	8.0	7.6	9.4	8.4	1.0	11.5
Landsorte aus Tirol	8.1	9.6	10.4	9.3	1.3	13.5
Hatvani 45/25	8.5	9.1	9.7	9.0	0.6	7.2
Cork	7.5	6.6	7.5	6.9	0.3	4.7
Century	8.2	8.6	9.9	8.8	0.9	10.1
Poligena	8.5	8.4	7.7	8.1	0.7	7.2
Lisymax	7.2	7.2	6.6	7.0	0.4	5.5
Daudzkanšu, plēkšņains						
Druvis	10.1	10.1	10.7	10.3	0.3	3.5
Colsess IV	9.1	10.8	9.2	9.7	1.0	10.0
July	9.3	13.0	10.9	11.01	1.9	16.8
IV/192	10.2	10.1	10.1	10.1	0.1	0.7
Zoapila	9.4	10.9	12.7	11.0	1.7	15.1
Puebla	9.9	9.4	10.5	9.9	0.6	5.6
Valluno	7.8	11.2	9.8	9.6	1.7	17.8
Chosen	11.7	12.0	11.5	11.7	0.2	2.0
B90A	9.6	9.7	12.3	10.5	1.5	14.8
RNB-367	9.7	9.3	10.2	9.8	0.4	4.6

5. pielikums

Vasaras miežu šķirņu un līniju 1000 graudu masa, g, 2004.-2006. g.

Šķirne, līnija	2004	2005	2006	Vidēji	s	V%
Divkanšu, plēkšņains						
Ansis	46.0	45.4	47.9	46.4	1.3	2.8
Idumeja	53.4	46.7	48.1	49.4	3.5	7.1
Linga	43.8	39.4	45.7	43.0	3.2	7.6
Klinta	52.5	46.0	51.5	50.0	3.5	7.0
Abava	46.1	48.7	51.9	48.9	2.9	5.9
Sencis	48.6	44.0	46.8	46.5	2.3	5.0
Kristaps	47.8	43.3	43.1	44.7	2.7	6.0
Balga	41.6	41.8	44.8	42.7	1.8	4.2
Rūja	52.2	49.6	48.3	50.0	2.0	4.0
Gāte	45.4	43.3	47.0	45.2	1.9	4.1
Malva	45.8	42.0	44.9	44.2	2.0	4.5
Rasa	46.6	40.5	44.6	43.9	3.1	7.1
Austrian Early	45.7	43.3	48.0	45.6	2.4	5.2
Primus II	48.3	46.7	53.5	49.5	3.6	7.2
Lechtaler	46.6	46.8	50.5	48.0	2.2	4.5
Grimmet	46.0	40.7	47.3	44.7	3.5	7.9
379	39.0	39.5	40.6	39.7	0.8	2.1
Justina	52.4	46.2	51.1	49.9	3.3	6.6
Hanka	46.4	42.5	42.4	43.8	2.3	5.2
Annabell	45.2	37.7	41.0	41.3	3.8	9.1
Danuta	46.1	45.5	47.2	46.3	0.9	1.9
Landsorte aus Tirol	39.7	37.2	45.0	40.6	4.0	9.7
Hatvani 45/25	49.7	46.4	51.1	49.0	2.4	4.9
Cork	46.0	45.4	48.4	46.6	1.5	3.3
Century	44.4	43.7	53.2	47.1	5.3	11.2
Poligena	42.3	38.1	47.4	42.6	4.6	10.9
Lisymax	44.2	42.3	47.6	44.7	2.7	6.0
Daudzkanšu, plēkšņains						
Druvis	41.7	42.8	43.0	42.5	0.7	1.6
Colsess IV	45.9	41.0	45.5	44.1	2.7	6.1
July	37.7	46.3	44.8	43.0	4.6	10.7
IV/192	42.6	42.4	44.5	43.2	1.2	2.7
Zoapila	35.3	31.6	36.1	34.3	2.4	7.0
Puebla	40.2	37.6	41.6	39.8	2.0	5.0
Valluno	43.7	40.0	47.6	43.8	3.8	8.7
Chosen	38.3	35.5	40.8	38.2	2.7	7.0
B90A	45.3	41.1	43.0	43.1	2.1	4.8
RNB-367	27.2	30.2	31.3	29.6	2.1	7.3

5. pielikuma nobeigums

Šķirne, līnija	2004	2005	2006	Vidēji	s	V%
Divkanšu, kailgraudu						
10250	48.0	47.6	53.2	49.6	3.1	6.3
Orzo Nudo di Altamura	50.5	43.1	46.9	46.8	3.7	7.9
2747	45.9	45.9	50.3	47.3	2.5	5.3
Clho 7799	47.0	46.3	51.9	48.4	3.0	6.2
X-4	50.7	42.8	49.1	47.5	4.2	8.8
Gwire	40.8	36.0	36.8	37.9	2.6	6.8
Gainer	40.9	34.8	38.1	37.9	3.0	8.0
KM 2084	40.9	38.2	40.6	39.9	1.5	3.7
SW 1291	39.6	36.6	41.1	39.1	2.3	5.8
L-302	48.6	46.5	51.2	48.7	2.3	4.8
C.P.I. 22817	48.2	43.0	47.4	46.2	2.8	6.1
Sumire Mochi	31.2	30.3	32.2	31.2	0.9	3.0
Wanubet	46.9	45.7	47.4	46.7	0.9	1.9
CD Candle	39.2	38.2	40.4	39.3	1.1	2.8
Merlin	39.1	37.6	41.0	39.2	1.7	4.4

6. pielikums

Vasaras miežu genotipu viena grauda masa un diametrs, 2004.-2005. g.

Šķirne, līnija	Viena grauda diametrs, mm			Viena grauda masa, mg		
	2004	2005	Vidēji	2004	2005	Vidēji
Divkanšu, plēkšņains						
Ansis	2.6±0.4	2.5±0.5	2.6±0.5	46.6±8.3	44.7±10.1	45.6±9.2
Idumeja	2.6±0.4	2.4±0.5	2.5±0.5	51.3±9.7	43.6±8.5	47.4±9.1
Linga	2.3±0.4	2.2±0.4	2.2±0.4	41.9±8.0	39.8±8.2	40.8±8.1
Klinta	2.7±0.4	2.5±0.5	2.6±0.5	52.2±10.0	49.3±10.0	50.8±10.0
Abava	2.4±0.4	2.5±0.4	2.5±0.4	46.1±8.1	48.1±8.5	47.2±8.3
Sencis	2.4±0.4	2.3±0.3	2.4±0.4	44.8±8.6	42.9±8.1	43.8±8.3
Kristaps	2.7±0.5	2.5±0.5	2.6±0.5	47.8±9.4	41.9±9.5	44.8±9.4
Balga	2.3±0.4	2.3±0.4	2.3±0.4	41.5±8.5	40.6±8.4	41.1±8.4
Rūja	2.6±0.4	2.6±0.5	2.6±0.4	51.4±9.1	49.0±9.5	50.2±9.3
Gāte	2.5±0.4	2.4±0.4	2.5±0.4	46.6±9.0	41.5±8.6	44.1±8.8
Malva	2.4±0.3	2.3±0.5	2.3±0.4	43.7±7.3	41.1±8.0	42.4±7.7
Rasa	2.7±0.5	2.6±0.4	2.6±0.5	45.9±8.9	46.7±7.7	46.3±8.3
Austrian Early	2.4±0.3	2.4±0.4	2.4±0.4	45.1±7.3	40.6±6.8	42.8±7.1
Primus II	2.6±0.6	2.5±0.5	2.6±0.5	46.0±10.2	44.9±9.8	45.5±10.0
Lechtaler	2.5±0.4	2.5±0.4	2.5±0.4	46.2±8.8	45.2±8.6	45.7±8.7
Grimmet	2.5±0.4	2.4±0.5	2.4±0.4	44.2±8.3	41.4±8.4	42.8±8.4
379	2.5±0.5	2.6±0.3	2.6±0.4	40.3±8.5	38.8±5.9	39.5±7.2
Justina	2.7±0.4	2.4±0.5	2.6±0.5	51.8±10.1	44.0±9.4	47.9±9.7
Hanka	2.4±0.5	2.2±0.3	2.3±0.4	43.8±9.1	40.8±6.9	42.3±8.0
Annabell	2.4±0.4	2.2±0.4	2.3±0.4	44.5±9.1	39.0±9.3	41.8±9.2
Danuta	2.5±0.4	2.6±0.4	2.6±0.4	46.5±9.0	46.7±9.3	46.6±9.1
Landsorte aus Tirol	2.6±0.6	1.9±0.4	2.2±0.5	45.7±10.4	30.1±7.3	37.9±8.8
Hatvani 45/25	2.7±0.5	2.5±0.4	2.6±0.4	51.4±8.7	44.6±8.4	48.0±8.6
Cork	2.5±0.4	2.3±0.4	2.4±0.4	43.9±9.5	42.3±9.2	43.1±9.3
Century	2.4±0.5	2.2±0.4	2.3±0.5	43.0±9.2	41.5±9.0	42.2±9.1
Poligena	2.5±0.4	2.2±0.5	2.3±0.5	42.3±9.0	37.6±8.9	40.0±9.0
Lisymax	2.4±0.4	2.3±0.4	2.4±0.4	45.1±8.8	41.7±9.1	43.4±8.9
Daudzkanšu, plēkšņains						
Colsess IV	2.4±0.5	2.2±0.5	2.3±0.5	44.8±11.1	40.1±11.4	42.4±11.2
July	2.3±0.5	2.6±0.5	2.5±0.5	38.3±8.8	42.7±8.5	40.5±8.7
IV/192	2.4±0.5	2.3±0.5	2.3±0.5	41.9±8.6	40.5±8.7	41.2±8.6
Zoapila	2.4±0.5	2.6±0.5	2.5±0.5	47.0±9.6	48.5±9.4	47.7±9.5
Puebla	2.4±0.5	2.3±0.5	2.4±0.5	39.8±9.1	36.9±9.3	38.4±9.2
Valluno	2.5±0.6	2.2±0.5	2.3±0.5	43.1±11.2	38.2±9.4	40.6±10.3
Chosen	2.3±0.5	2.3±0.5	2.3±0.5	37.5±8.9	36.1±11.1	36.8±10.0
B90A	2.7±0.5	2.5±0.6	2.6±0.5	45.3±11.2	41.0±10.9	43.2±11.1
RNB-367	2.2±0.3	2.0±0.3	2.1±0.3	30.1±6.2	29.3±5.1	29.7±5.7
Druvis	2.4±0.4	2.4±0.5	2.4±0.5	44.0±9.2	42.4±9.4	43.2±9.3

Šķirne, līnija	Grauda masa, mg			Grauda diametrs, mm		
	2004	2005	Vidēji	2004	2005	Vidēji
Divkanšu, kailgraudu						
10250	2.4±0.5	2.6±0.5	2.5±0.5	47.0±10.2	48.5±9.2	47.7±9.7
Orzo Nudo di Altamura	2.7±0.6	2.5±0.5	2.6±0.6	46.5±10.0	42.6±9.0	44.6±9.5
2747	2.4±0.5	2.4±0.5	2.4±0.5	44.9±8.4	45.0±9.7	44.9±9.0
Clho 7799	2.5±0.4	2.5±0.5	2.5±0.5	47.3±8.1	45.4±10.6	46.4±9.4
X-4	2.5±0.5	2.3±0.5	2.4±0.5	48.9±10.0	41.1±8.1	45.0±9.0
Gwire	2.4±0.4	2.2±0.34	2.3±0.4	38.2±7.2	36.5±6.5	37.3±6.8
Gainer	2.4±0.5	2.2±0.4	2.3±0.4	40.4±7.7	36.0±7.4	38.2±7.6
KM 2084	2.4±0.4	2.2±0.4	2.3±0.4	40.8±7.3	36.1±6.4	38.4±6.9
SW 1291	2.3±0.4	2.2±0.4	2.3±0.4	39.6±7.0	38.1±7.1	38.8±7.1
L-302	2.5±0.5	2.4±0.4	2.5±0.4	47.1±8.3	44.8±8.3	46.0±8.3
C.P.I. 22817	2.2±0.5	2.4±0.5	2.3±0.5	42.9±8.9	41.2±8.8	42.0±8.8
Sumire Mochi	2.3±0.4	2.1±0.4	2.2±0.4	33.7±7.8	31.2±7.0	32.4±7.4
Wanubet	2.1±0.5	2.2±0.5	2.1±0.5	34.5±7.9	36.1±7.1	35.3±7.4
CD Candle	2.5±0.5	2.2±0.5	2.4±0.5	38.8±8.3	36.3±7.9	37.6±8.1
Merlin	2.2±0.5	2.3±0.5	2.2±0.5	38.6±7.9	36.9±7.6	37.7±7.8

7. pielikums

Vasaras miežu šķirņu un līniju graudu tilpummasa, g L^{-1}, 2004.-2006.g.

Šķirne, līnija	2004	2005	2006	vidēji	s	V%
Divkanšu, plēkšņains						
Ansis	679.0	676.0	687.5	680.8	6.0	0.9
Idumeja	652.0	648.0	646.0	648.7	3.1	0.5
Linga	681.5	684.0	683.5	683.0	1.3	0.2
Klinta	731.0	692.0	700.0	707.7	20.6	2.9
Abava	695.5	703.5	704.0	701.0	4.8	0.7
Sencis	722.5	694.0	687.5	701.3	18.6	2.6
Kristaps	675.5	680.0	654.5	670.0	13.6	2.0
Balga	680.0	687.0	695.5	687.5	7.8	1.1
Rūja	689.5	686.0	683.5	686.3	3.0	0.4
Gāte	705.0	702.5	700.0	702.5	2.5	0.4
Malva	706.0	697.0	695.5	699.5	5.7	0.8
Rasa	683.5	678.0	687.5	683.0	4.8	0.7
Austrian Early	725.5	697.0	708.0	710.2	14.3	2.0
Primus II	731.0	710.0	695.5	712.2	17.8	2.5
Lechtaler	725.5	705.0	704.0	711.5	12.1	1.7
Grimmet	653.5	644.0	673.0	656.8	14.8	2.2
379	675.5	684.0	675.0	678.2	5.1	0.7
Justina	673.0	659.0	671.0	667.7	7.6	1.1
Hanka	687.5	680.0	675.0	680.8	6.3	0.9
Annabell	685.5	660.0	650.5	665.3	18.1	2.7
Danuta	687.0	685.0	679.0	683.7	4.2	0.6
Landsorte aus Tirol	625.5	619.0	662.5	635.7	23.5	3.7
Hatvani 45/25	645.5	643.0	650.5	646.3	3.8	0.6
Cork	683.5	692.0	708.0	694.5	12.4	1.8
Century	680.0	674.5	687.5	680.7	6.5	1.0
Poligena	662.5	659.0	691.5	671.0	17.8	2.7
Lisymax	683.5	662.5	691.5	679.1	15.0	2.2
Daudzkanšu, plēkšņains						
Druvis	646.0	657.0	650.0	651.0	5.6	0.9
Colsess IV	629.5	608.0	646.0	627.8	19.1	3.0
July	646.0	681.0	658.5	661.8	17.7	2.7
0,30	629.5	608.0	646.0	627.8	19.1	3.0
IV/192	648.0	649.0	638.0	645.0	6.1	0.9
Zoapila	644.0	590.0	623.5	619.2	27.3	4.4
Puebla	644.0	635.0	646.0	641.7	5.9	0.9
Valluno	660.5	615.0	667.0	647.5	28.3	4.4
Chosen	592.5	600.0	613.0	601.8	10.4	1.7
B90A	623.5	617.5	601.0	614.0	11.7	1.9
RNB-367	657.5	648.0	640.0	648.5	8.8	1.4

7. pielikuma nobeigums

Šķirne, līnija	2004	2005	2006	vidēji	s	V%
Divkanšu, kailgraudu						
L-302	753.5	787.0	777.5	772.7	17.3	2.2
10250	787.5	778.0	775.5	780.3	6.3	0.8
Orzo Nudo di Altamura	787.5	775.5	733.0	765.3	28.6	3.7
2747	753.5	773.0	765.5	764.0	9.8	1.3
Clho 7799	767.5	760.0	753.5	760.3	7.0	0.9
X-4	791.5	741.0	757.5	763.3	25.8	3.4
Gwire	795.5	792.0	799.5	795.7	3.8	0.5
Gainer	777.5	788.0	777.5	781.0	6.1	0.8
KM 2084	799.5	799.0	739.0	779.2	34.8	4.5
SW 1291	793.5	792.0	765.5	783.7	15.8	2.0
C.P.I. 22817	775.0	789.0	775.5	779.8	7.9	1.0
Sumire Mochi	735.5	738.5	739.9	738.0	2.2	0.3
Wanubet	660.5	657.0	679.0	665.5	11.8	1.8
CD Candle	799.5	795.5	800.0	798.3	2.5	0.3
Merlin	799.5	802.0	773.5	791.7	15.8	2.0

8. pielikums

Vasaras miežu šķirņu relatīvais graudu cietības indekss, vidēji 2004.-2005. g.

Šķirne, līnija	2004	2005	Vidēji
Divkanšu, plēkšņains			
Ansis	68.6	67.0	67.8
Idumeja	66.0	56.7	61.3
Linga	66.2	67.2	66.7
Klinta	65.5	54.3	59.9
Abava	72.9	68.5	70.7
Sencis	46.7	47.6	47.1
Kristaps	78.1	80.2	79.2
Balga	71.8	72.3	72.1
Rūja	70.3	62.6	66.5
Gāte	68.4	68.8	68.6
Malva	64.2	63.1	63.7
Rasa	78.4	69.4	73.9
Austrian Early	59.5	56.6	58.0
Primus II	62.4	64.5	63.4
Lechtaler	68.2	54.3	61.2
Grimmet	47.0	40.0	43.5
379	57.4	61.6	59.5
Justina	61.8	57.0	59.4
Hanka	51.4	46.0	48.7
Annabell	67.2	69.6	68.4
Danuta	78.4	69.4	73.9
Landsorte aus Tirol	54.4	49.7	52.0
Hatvani 45/25	82.9	78.7	80.8
Cork	63.8	61.0	62.4
Century	64.5	62.3	63.4
Poligena	81.0	78.8	79.9
Lisimax	64.3	66.7	65.5
Daudzkanšu, plēkšņains			
Druvis	78.1	82.7	80.4
Colsess IV	65.0	56.5	60.8
July	65.6	55.5	60.6
IV/192	69.4	66.2	67.8
Zoapila	72.0	81.4	76.7
Puebla	57.7	51.6	54.6
Valluno	67.9	63.5	65.7
Chosen	60.7	55.5	58.1
B90A	71.5	62.4	66.9
RNB-367	78.7	82.0	80.4

8. pielikuma nobeigums

Šķirne, līnija	2004	2005	Vidēji
Divkanšu, kailgraudu			
L-302	41.9	38.7	40.3
10250	72.0	814	76.7
Orzo Nudo di Altamura	69.6	60.3	64.9
2747	79.1	72.7	75.9
Clho 7799	77.2	70.0	73.6
X-4	61.9	64.6	63.3
Gwire	58.7	55.4	57.0
Gainer	58.1	52.6	55.4
KM 2084	52.5	51.1	51.8
SW 1291	51.3	48.4	49.9
C.P.I. 22817	65.6	63.7	64.7
Wanubet	85.3	84.5	84.9
Sumire Mochi	65.2	63.7	64.5
CD Candle	77.8	76.6	77.2
Merlin	74.9	69.8	72.4

9. pielikums

Fizikālo graudu kvalitātes rādītāju vidējo starpības būtiskuma novērtējums starp dažādām miežu formām (vidēji 2004.-2006. g.)

Rādītājs	Raksturojums		Raksturojums	
	Divkanšu, plēkšņains	Daudzkanšu, plēkšņains	Kailgraudu, divkanšu	Plēkšņains, divkanšu
Graudu plēkšņainība, %				
Vidēji	8.59	10.37	-	-
Dispersija	0.79	0.49	-	-
n	27	10	-	-
t_{fakt}	6.32		-	-
t_{krit}	1.72		-	-
p	1.77E-06		-	-
1000 graudu masa, g				
Vidēji	45.72	40.15	43.05	45.72
Dispersija	8.96	23.38	30.41	9.27
n	27	10	15	27
t_{fakt}	3.40		1.72	
t_{krit}	1.78		1.75	
p	0.0028		0.051	
Tilpummasa, g L^{-1}				
Vidēji	682.40	635.83	774.58	682.40
Dispersija	416.84	366.12	247.13	416.84
n	27	10	15	27
t_{fakt}	6.45		16.31	
t_{krit}	1.73		1.69	
p	2.96E-06		1.63E-18	
Relatīvais cietības indekss				
Vidēji	64.3	67.2	64.8	64.3
Dispersija	89.9	85.1	150.1	89.93
n	27	10	15	27
t_{fakt}	0.82		0.12	
t_{krit}	1.73		1.71	
p	0.210		0.450	
Viena grauda masa, mg				
Vidēji	44.2	40.4	40.8	44.2
Dispersija	10.26	22.9	21.74	10.26
n	27	10	15	27
t_{fakt}	2.36		2.50	
t_{krit}	1.78		1.71	
p	0.018		0.010	
Viena grauda diametrs, mm				
Vidēji	2.45	2.37	2.35	2.45
Dispersija	0.02	0.02	0.02	0.02
n	27	10	15	27
t_{fakt}	1.60		2.44	
t_{krit}	1.75		0.01	
p	0.064		1.697	

10. pielikums

Cietes saturs vasaras miežu genotipu graudos, g kg^{-1}, 2004.-2006. g.

Šķirne	2004	2005	2006	Vidēji	s	V%
Divkanšu, plēkšņains						
Ansis	639.9	611.5	652.6	634.7	21.0	3.3
Idumeja	631.3	607.0	600.5	612.9	16.2	2.6
Linga	608.8	605.0	622.5	612.1	9.2	1.5
Klinta	627.1	598.5	618.2	614.6	14.6	2.4
Abava	626.1	610.0	623.5	619.9	8.6	1.4
Sencis	621.9	612.0	602.2	612.0	9.8	1.6
Kristaps	643.9	612.0	649.8	635.2	20.3	3.2
Balga	623.5	606.0	627.2	618.9	11.3	1.8
Rūja	639.2	618.0	624.3	627.2	10.9	1.7
Gāte	644.3	622.5	658.4	641.7	18.1	2.8
Malva	634.4	614.0	649.1	632.5	17.6	2.8
Rasa	627.7	608.0	662.1	632.6	27.4	4.3
Austrian Early	615.7	594.0	626.7	612.1	16.6	2.7
Primus II	602.3	598.5	605.1	602.0	3.3	0.6
Lechtaler	610.7	607.5	626.2	614.8	10.0	1.6
Grimmet	608.0	593.0	565.3	588.8	21.7	3.7
379	599.9	592.5	565.4	585.9	18.2	3.1
Justina	642.7	614.5	631.8	629.7	14.2	2.3
Hanka	626.4	616.0	628.0	623.5	6.5	1.0
Annabell	639.5	613.0	620.7	624.4	13.6	2.2
Danuta	634.9	611.5	648.8	631.7	18.8	3.0
Landsorte Aus Tirol	588.2	591.5	565.1	581.6	14.4	2.5
Hatvani 45/25	578.3	586.0	580.6	581.6	4.0	0.7
Cork	648.8	616.5	678.9	648.1	31.2	4.8
Century	630.0	622.5	677.5	650.0	29.8	4.6
Poligena	629.0	614.0	660.5	634.5	23.7	3.7
Lisimax	655.7	614.5	652.6	640.9	22.9	3.6
Daudzkanšu, plēkšņains						
Druvis	621.3	616.5	625.2	621.0	4.4	0.7
Colsess IV	598.8	609.0	564.3	590.7	23.4	4.0
July	595.7	593.5	595.6	594.9	1.2	0.2
IV/192	598.5	599.5	618.5	605.5	11.3	1.9
Zoapila	596.1	603.0	564.0	587.7	20.8	3.5
Puebla	591.3	601.0	576.3	589.5	12.4	2.1
Valluno	603.5	604.0	601.3	602.9	1.4	0.2
Chosen	584.9	593.5	568.2	582.2	12.9	2.2
B90A	582.1	598.0	509.0	563.0	47.5	8.4
RNB-367	553.3	580.0	566.3	566.5	13.3	2.4

Šķirne, līnija	2004	2005	2006	vid	s	V%
Divkanšu, kailgraudu						
L-302	631.3	614.5	636.9	627.6	11.7	1.9
10250	614.7	600.0	605.2	606.6	7.4	1.2
Orzo Nudo di Altamura	609.6	605.0	599.1	604.6	5.2	0.9
2747	589.1	594.5	614.7	599.4	13.5	2.3
Clho 7799	593.1	596.5	611.7	600.4	9.9	1.7
X-4	614.8	599.0	592.7	602.2	11.4	1.9
Gwire	653.0	640.0	699.9	664.3	31.5	4.7
Gainer	644.9	638.5	697.7	660.4	32.5	4.9
KM 2084	651.9	626.5	692.0	656.8	33.0	5.0
SW 1291	668.2	628.0	697.9	664.7	35.1	5.3
C.P.I. 22817	607.3	605.5	640.1	617.6	19.5	3.2
Sumire Mochi	595.0	600.0	571.0	588.7	15.5	2.6
Wanubet	620.0	641.5	603.0	621.5	19.3	3.1
CD Candle	650.0	661.0	700.4	670.5	26.5	3.9
Merlin	660.9	658.5	655.8	658.4	2.6	0.4

11. pielikums

Kopproteīna saturs vasaras miežu genotipu graudos, g kg^{-1}, 2004.-2006.g.

Šķirne, līnija	2004	2005	2006	vid	s	V%
Divkanšu, plēkšņains						
Ansis	114.3	104.0	128.7	115.7	12.4	10.7
Idumeja	121.5	123.0	153.6	132.7	18.1	13.7
Linga	133.4	125.5	130.4	129.8	4.0	31
Klinta	126.0	134.0	150.0	136.7	12.2	8.9
Abava	127.0	122.5	136.5	128.7	71	5.6
Sencis	121.7	111.0	138.7	123.8	25.0	19.2
Kristaps	106.1	111.4	130.1	115.9	12.6	10.9
Balga	114.3	123.8	131.5	123.2	8.6	7.0
Rūja	111.0	103.1	144.9	119.7	22.2	18.6
Gāte	119.0	111.3	129.6	120.0	9.2	7.7
Malva	117.1	109.9	138.8	121.9	15.0	12.3
Rasa	124.4	121.4	127.3	124.4	3.0	2.4
Austrian Early	130.0	149.0	153.6	144.2	12.5	8.7
Primus II	151.0	158.5	153.3	154.3	3.8	2.5
Lechtaler	143.0	147.4	153.0	147.8	5.0	3.4
Grimmet	140.0	143.2	181.3	154.8	23.0	14.8
379	151.9	145.0	165.5	110.6	10.4	9.4
Justina	113.1	95.5	127.1	111.9	15.8	14.2
Hanka	127.0	117.0	147.1	130.4	15.3	11.8
Annabell	116.0	101.6	136.2	117.9	17.4	14.7
Danuta	117.5	109.5	134.7	120.6	12.9	10.7
Landsorte Aus Tirol	173.5	157.5	181.1	170.7	12.0	7.1
Hatvani 45/25	167.6	157.0	172.4	165.7	7.9	4.8
Cork	112.5	117.0	117.8	115.8	2.9	2.5
Century	114.5	111.0	125.6	117.0	7.6	6.5
Poligena	115.0	97.5	117.1	109.9	10.8	9.8
Lisimax	112.0	107.0	115.8	111.4	4.4	4.0
Daudzkanšu, plēkšņains						
Druvis	118.0	112.9	125.5	118.8	6.3	5.3
Colsess IV	150.0	149.0	156.8	151.9	4.2	2.8
July	147.4	155.2	158.6	153.7	5.7	3.7
IV/192	144.0	115.0	147.2	135.4	17.7	13.1
Zoapila	159.0	158.3	175.6	154.2	9.8	6.4
Puebla	162.0	140.5	145.3	149.3	11.3	7.6
Valluno	146.5	142.5	145.3	144.8	2.1	1.4
Chosen	154.8	158.5	155.0	156.1	2.1	1.3
B90A	157.2	144.5	176.2	159.3	16.0	10.0
RNB-367	204.6	176.7	207.3	196.2	16.9	86.0

Šķirne, līnija	2004	2005	2006	vid	s	V%
Divkanšu, kailgraudu						
L-302	144.5	156.0	179.0	159.8	17.6	11.0
10250	156.9	142.7	170.3	156.6	13.8	8.8
Orzo Nudo di Altamura	156.9	156.6	178.7	164.1	12.7	7.7
2747	162.2	150.7	177.4	163.4	13.4	8.2
Clho 7799	172.0	169.0	179.3	173.4	5.3	3.1
X-4	148.1	168.8	194.6	170.5	23.3	13.7
Gwire	131.1	129.7	144.8	135.2	8.3	6.2
Gainer	116.4	128.8	153.8	133.0	19.1	14.3
KM 2084	141.0	130.0	135.3	135.4	5.5	4.1
SW 1291	125.5	128.0	137.5	130.3	6.3	4.9
C.P.I. 22817	158.0	149.3	160.5	155.9	5.9	3.8
Sumire Mochi	165.2	167.0	186.9	177.0	12.0	6.8
Wanubet	138.0	127.5	146.0	136.8	9.3	6.8
CD Candle	125.2	111.0	125.7	118.4	8.3	7.1
Merlin	133.5	120.0	139.1	130.9	9.8	7.5

12. pielikums

Lizīna saturs graudu sausnā (g kg^{-1}) un lizīna saturs (g 100 g proteīna) dažādu formu miežu genotipiem ar atšķirīgu proteīna saturu, 2005.-2006. g.

Šķirne	Kopproteīna saturs, g kg^{-1}			Lizīna saturs, g kg^{-1}			Lizīna saturs, g 100g proteīna		
	2005	2006	vidēji	2005	2006	vidēji	2005	2006	vidēji
Lisymax	107.1	115.8	111.4	3.80	4.00	3.90	3.55	3.45	3.50
Ansis	104.0	128.7	116.3	3.60	4.10	3.85	3.46	3.19	3.32
Druvis	112.9	125.5	119.2	3.60	4.00	3.80	3.19	3.19	3.19
Linga	125.5	130.4	127.9	3.80	4.60	4.20	3.03	3.53	3.28
Merlin	120.0	139.1	129.5	4.00	4.40	4.20	3.33	3.16	3.25
KM 2084	130.0	135.3	132.6	4.10	4.20	4.15	3.15	3.10	3.13
Wanubet	127.5	146.0	136.7	4.30	4.80	4.55	3.37	3.29	3.33
Idumeja	123.0	153.6	138.3	4.40	4.50	4.45	3.58	2.93	3.25
Primus II	158.5	153.3	155.9	4.60	4.20	4.40	2.90	2.74	2.82
Landsorte aus Tirol	149.0	181.1	165.0	4.90	5.10	5.00	3.29	2.82	3.05
L 302	156.0	179.0	167.5	4.80	5.40	5.10	3.08	3.02	3.05

13. pielikums

Vidējo starpības būtiskuma novērtējums starp dažādām miežu genotipu grupām, vidēji 2007.-2008. g.

Rādītājs	Kopproteīna saturs, g kg^{-1}		Lizīna saturs			
			g kg^{-1}		g 100 g proteīna	
	1. grupa	2. grupa	1. grupa	2. grupa	1. grupa	2. grupa
Vidēji	115.7	133.0	3.85	4.31	3.34	3.25
Dispersija	15.37	19.92	0.003	0.032	0.02	0.01
n	3	5	3	5	3	5
t_{fakt}	5.74		4.84		0.41	
t_{krit}	2.02		2.02		2.35	
p	0.001		0.002		0.356	
	1. grupa	3. grupa	1. grupa	3. grupa	1. grupa	3. grupa
Vidēji	115.7	162.8	3.85	4.83	3.34	2.97
Dispersija	15.37	37.38	0.003	0.14	0.02	0.02
n	3	3	3.00	3.00	3	3
t_{fakt}	11.23		4.23		2.66	
t_{krit}	2.35		2.92		2.13	
p	0.001		0.026		0.028	
	2. grupa	3. grupa	2. grupa	3. grupa	2. grupa	3. grupa
Vidēji	133.0	162.8	4.31	4.83	3.25	2.97
Dispersija	19.92	37.38	0.03	0.14	0.01	0.02
n	5	3	5	3	5	3
t_{fakt}	7.33		2.03		2.70	
t_{krit}	2.35		2.35		2.35	
p	0.003		0.067		0.0369	

14. pielikums

β-glikānu saturs vasaras miežu genotipu graudos, g kg^{-1}, 2004.-2006. g.

Šķirne, līnija	2004	2005	2006	Vidēji	s	V%
Divkanšu, plēkšņains						
Ansis	36.8	33.8	39.4	36.7	2.8	7.6
Idumeja	41.9	39.2	43.4	41.5	2.1	5.1
Linga	36.3	36.9	42.8	38.7	3.6	9.3
Klinta	40.4	39.0	41.7	40.4	1.4	3.3
Abava	33.4	42.6	44.9	40.3	6.1	15.1
Sencis	32.7	36.5	39.8	36.3	3.6	9.8
Kristaps	36.3	38.7	36.9	37.3	1.2	3.3
Balga	43.0	38.9	41.8	41.2	2.1	5.1
Rūja	38.9	37.8	35.0	37.2	2.0	5.4
Gāte	41.9	36.2	34.6	37.6	3.8	10.2
Malva	35.6	30.7	38.6	35.0	4.0	11.4
Rasa	42.0	36.0	35.6	37.9	3.6	9.5
Austrian Early	30.0	36.8	36.7	34.5	3.9	11.3
Primus II	47.4	42.4	42.0	43.9	3.0	6.8
Lechtaler	38.8	38.1	39.7	38.9	0.8	2.1
Grimmet	35.3	35.6	38.7	36.5	1.9	5.2
379	31.3	40.8	38.9	37.0	5.0	13.6
Justina	33.6	34.9	33.9	34.1	0.7	2.0
Hanka	30.8	36.0	39.3	35.4	4.3	12.1
Annabell	46.7	35.7	38.2	40.2	5.8	14.3
Danuta	35.4	38.3	36.5	36.7	1.5	4.0
Landsorte aus Tirol	47.7	34.2	34.3	38.7	7.8	20.0
Hatvani 45/25	43.1	38.4	42.9	41.5	2.7	6.4
Cork	41.2	41.4	43.3	42.0	1.2	2.8
Century	41.8	40.0	41.2	41.0	0.9	2.2
Poligena	45.1	41.0	44.1	43.4	2.1	4.9
Lisimax	40.1	39.0	39.5	39.5	0.6	1.4
Daudzkanšu, plēkšņains						
Druvis	45.2	46.8	42.9	45.0	2.0	4.4
Colsess IV	45.1	44.2	46.4	45.2	1.1	2.4
July	44.0	37.9	40.4	40.8	3.1	7.5
IV/192	36.0	35.8	36.7	36.2	0.5	1.3
Zoapila	40.4	37.0	42.5	40.0	2.8	6.9
Puebla	38.7	39.0	41.2	39.6	1.4	3.4
Valluno	40.4	35.2	44.9	40.2	4.9	12.1
Chosen	40.7	34.4	42.0	39.0	4.1	10.4
B90A	47.7	46.4	45.6	46.6	1.1	2.3
RNB-367	43.1	49.5	46.0	46.2	3.2	6.9

Šķirne, līnija	2004	2005	2006	Vidēji	s	V%
Divkanšu, kailgraudu						
10250	45.2	59.6	52.0	52.3	7.2	13.8
Orzo Nudo di Altamura	43.2	49.0	46.1	46.1	2.9	6.3
2747	48.5	47.8	48.9	48.4	0.6	1.2
Clho 7799	53.1	49.8	53.7	52.2	2.1	4.0
X-4	52.0	50.1	52.7	51.6	1.3	2.6
Gwire	50.2	47.8	42.2	46.7	4.1	8.8
Gainer	40.5	36.8	33.7	37.0	3.4	9.2
KM 2084	52.1	50.9	48.7	50.6	1.7	3.4
SW 1291	44.9	39.4	39.4	41.2	3.2	7.7
L-302	43.0	52.7	49.0	48.2	4.9	10.1
C.P.I. 22817	38.9	39.5	49.1	42.5	5.7	13.5
Wanubet	69.8	54.2	58.0	60.7	8.1	13.4
Sumire Mochi	57.9	57.3	60.4	58.5	1.6	2.8
CD Candle	57.2	74.8	67.5	66.5	8.8	13.3
Merlin	54.0	52.0	55.8	53.9	1.9	3.5

15. pielikums

Koptauku saturs vasaras miežu genotipu graudos, g kg^{-1}, 2004.-2006. g.

Šķirne	2004	2005	2006	Vidēji	s	V%
Divkanšu, plēkšņains						
Ansis	26.2	25.7	22.0	24.6	2.3	9.3
Idumeja	19.6	25.6	22.4	22.5	3.0	1.3
Linga	23.2	24.0	20.6	22.6	1.8	7.9
Klinta	20.0	23.0	21.6	21.5	1.5	7.0
Abava	22.8	24.0	23.1	23.3	0.6	2.7
Sencis	21.6	24.6	21.7	22.6	1.7	7.5
Kristaps	18.4	21.3	20.9	20.2	1.6	7.8
Balga	16.7	22.7	21.0	20.1	3.1	15.4
Rūja	25.0	24.6	22.6	24.1	1.3	5.3
Gāte	25.4	25.5	20.3	23.7	3.0	12.5
Malva	19.9	22.9	23.4	22.1	1.9	8.6
Rasa	26.0	24.5	21.9	24.1	2.1	8.6
Austrian Early	27.4	26.6	25.6	26.5	0.9	3.4
Primus II	22.6	23.1	25.6	23.8	1.6	6.8
Lechtaler	23.4	24.7	27.9	25.3	2.3	9.1
Grimmet	29.3	29.9	29.1	29.4	0.4	1.4
379	27.1	27.1	25.2	26.5	1.1	4.1
Justina	24.9	25.0	20.4	23.4	2.6	11.2
Hanka	17.5	23.8	20.5	20.6	3.2	15.3
Annabell	23.1	24.7	22.4	23.4	1.2	5.0
Danuta	18.5	25.5	24.4	22.8	3.8	16.5
Landsorte Aus Tirol	20.6	23.5	28.3	24.1	3.9	16.1
Hatvani 45/25	23.4	25.1	24.5	24.3	0.9	3.5
Cork	20.3	19.3	19.4	19.7	0.6	2.8
Century	19.2	21.6	20.1	20.3	1.2	6.0
Poligena	23.4	25.3	24.3	24.3	1.0	3.9
Lisymax	21.0	22.1	20.4	21.2	0.9	4.1
Daudzkanšu, plēkšņains						
Druvis	19.0	20.2	21.0	20.1	1.0	5.0
Colsess IV	22.9	23.2	24.2	23.4	0.7	2.9
July	20.5	26.3	26.1	24.3	3.3	13.5
IV/192	22.7	22.7	24.0	23.1	0.8	3.2
Zoapila	19.4	23.4	24.4	22.4	2.6	11.8
Puebla	23.2	25.8	20.2	23.1	2.8	12.1
Valluno	26.4	21.8	22.6	23.6	2.5	10.4
Chosen	17.5	24.4	23.1	21.7	3.7	16.9
B90A	20.6	21.1	23.0	21.6	1.3	5.9
RNB-367	23.4	23.7	25.7	24.3	1.3	5.2

Šķirne, līnija	2004	2005	2006	vidēji	s	V%
Divkanšu, kailgraudu						
L-302	21.0	21.0	21.7	21.2	0.4	1.9
10250	24.8	25.1	24.2	24.7	0.5	1.9
Orzo Nudo di Altamura	24.3	25.1	24.4	24.6	0.4	1.8
2747	25.1	25.4	24.7	25.1	0.4	1.4
Clho 7799	24.1	24.8	25.2	24.7	0.6	2.3
X-4	25.4	23.4	25.5	24.8	1.2	4.8
Gwire	23.4	26.1	24.2	24.6	1.4	5.6
Gainer	23.2	26.1	22.8	24.0	1.8	7.5
KM 2084	26.4	28.4	23.8	26.2	2.3	8.8
SW 1291	28.1	25.8	23.2	25.7	2.5	9.5
C.P.I. 22817	23.5	19.8	21.9	21.7	1.9	8.5
Sumire Mochi	28.0	32.2	32.0	30.7	2.4	7.7
Wanubet	27.0	29.1	26.2	27.4	1.5	5.5
CD Candle	27.0	28.3	29.7	28.3	1.4	4.8
Merlin	24.0	30.5	26.7	27.1	3.3	12.1

16. pielikums

Kokšķiedras saturs vasaras miežu genotipu graudos, g kg^{-1}, 2004.-2006. g

Šķirne	2004	2005	2006	Vidēji	s	V%
Divkanšu, plēkšņains						
Ansis	48.3	42.1	44.7	45.0	3.1	6.9
Idumeja	50.3	43.0	47.0	46.9	3.7	7.8
Linga	56.7	46.0	51.8	51.5	5.4	10.4
Klinta	45.4	42.9	49.0	45.8	3.1	6.7
Abava	50.8	38.0	49.8	46.2	7.1	15.4
Sencis	47.9	39.5	55.5	47.6	8.0	16.8
Kristaps	48.0	40.3	48.0	45.7	4.7	10.3
Balga	53.1	44.6	50.3	49.3	4.3	8.7
Rūja	47.5	38.3	48.6	44.8	5.7	12.2
Gāte	43.5	37.0	48.9	43.1	6.0	13.8
Malva	45.7	41.0	49.0	45.2	4.0	8.8
Rasa	43.7	42.0	44.8	43.5	1.4	3.2
Austrian Early	41.2	40.7	43.9	41.9	1.7	4.1
Primus II	47.7	41.0	52.2	47.0	5.6	12.0
Lechtaler	46.6	37.7	50.6	45.0	6.6	14.6
Grimmet	49.7	49.2	50.9	49.9	5.6	16.1
379	50.4	44.6	55.5	50.2	5.5	10.8
Justina	48.0	46.5	55.6	50.0	4.9	9.7
Hanka	47.1	49.3	59.3	48.6	6.5	13.9
Annabell	48.6	44.9	55.8	49.8	5.5	11.1
Danuta	46.0	36.0	47.1	43.0	6.1	14.2
Landsorte aus Tirol	54.2	45.0	60.1	53.1	7.6	14.33
Hatvani 45/25	43.6	40.2	47.9	43.9	3.9	8.79
Cork	46.1	38.5	45.6	43.4	4.3	9.79
Century	56.7	45.6	48.0	50.1	5.8	11.66
Poligena	48.6	41.6	46.6	45.6	3.6	7.91
Lisimax	40.1	39.7	42.0	40.6	1.2	3.03
Daudzkanšu, plēkšņains						
Druvis	56.7	49.5	61.3	55.8	5.9	10.7
Colsess IV	49.3	46.4	53.9	49.9	3.8	7.6
July	53.8	42.0	56.8	50.9	7.8	15.4
IV/192	58.5	48.9	59.4	55.6	5.8	10.5
Zoapila	54.2	51.1	58.5	54.6	3.7	6.8
Puebla	50.1	48.2	56.0	51.4	4.1	7.9
Valluno	49.0	48.6	50.3	49.3	0.9	1.8
Chosen	64.2	54.8	58.6	59.2	4.7	8.0
B90A	54.2	51.4	63.4	56.3	6.3	11.1
RNB-367	53.6	51.0	50.5	51.7	1.7	3.2

Šķirne, līnija	2004	2005	2006	Vidēji	s	V%
Divkanšu, kailgraudu						
L-302	26.1	18.2	23.0	22.4	4.0	17.7
10250	26.0	23.2	26.5	25.2	1.8	7.0
Orzo Nudo di Altamura	27.7	24.5	33.6	28.6	4.6	16.1
2747	30.6	24.0	24.1	26.2	3.8	14.4
Clho 7799	27.8	22.7	25.7	25.4	2.6	10.1
X-4	24.1	22.0	27.1	24.4	2.6	10.5
Gwire	23.7	18.4	22.8	21.6	2.8	13.1
Gainer	25.6	18.1	23.0	22.2	3.8	17.1
KM 2084	25.5	20.9	24.0	23.5	2.3	10.0
SW 1291	23.9	21.9	24.7	23.5	1.4	6.1
C.P.I. 22817	30.0	27.5	27.8	28.4	1.4	4.8
Sumire Mochi	28.0	24.8	23.0	25.3	2.5	10.0
Wanubet	16.7	17.0	18.5	17.4	1.0	5.5
CD Candle	17.2	15.5	19.2	17.3	1.9	10.7
Merlin	25.0	24.0	25.3	24.8	0.7	2.7

17. pielikums

Kokšķiedras frakciju (NSK - neitrāli skalotā kokšķiedra; SSK- skābi skalotā kokšķiedra) saturs sausnā (g kg^{-1}), 2004.-2005. g.

Šķirne, līnija	NSK, g kg^{-1}			SSK, g kg^{-1}		
	2005	2006	Vidēji	2005	2006	Vidēji
Divkanšu, plēkšņains,						
Ansis	57.9	67.1	62.5	244.1	216.0	230.1
Idumeja	64.1	63.3	63.7	193.1	190.1	191.6
Linga	71.9	74.2	73.1	301.3	295.2	298.3
Landsorte Aus Tirol	62.1	75.9	69.0	201.4	232.2	216.8
Primus II	66.7	65.8	66.3	261.3	210.9	236.1
Divkanšu, kailgraudu						
L 302	24.9	25.3	25.1	171.3	181.1	176.2
KM 2084	24.4	23.4	23.9	193.6	160.1	176.9
Wanubet	24.6	27.0	25.8	214.3	209.9	212.1
Merlin	26.5	26.9	26.7	201.2	175.4	188.3

18. pielikums

Koppelnu saturs vasaras miežu genotipu graudos, g kg^{-1}, 2004.-2006. g

Šķirne, līnija	2004	2005	2006	vid	s	V%
Divkanšu, plēkšņains						
Ansis	24.4	20.5	19.9	21.6	2.44	11.3
Idumeja	26.5	20.9	22.6	23.3	2.87	12.3
Linga	27.8	21.9	22.6	24.1	3.22	13.4
Klinta	23.1	20.6	21.6	21.8	1.26	5.8
Abava	26.8	20.8	20.3	22.6	3.62	16.0
Sencis	26.5	20.8	21.1	22.8	3.21	14.1
Kristaps	26.0	21.4	20.9	22.8	2.81	12.3
Balga	26.4	21.7	21.3	23.1	2.84	12.3
Rūja	24.2	21.3	20.5	22.0	1.95	8.8
Gāte	25.9	20.3	20.4	22.2	3.20	14.4
Malva	23.5	21.3	20.4	21.7	1.59	7.3
Rasa	23.8	20.7	22.0	22.2	1.56	7.0
Austrian Early	25.8	22.9	22.5	23.7	1.80	7.6
Primus II	25.2	23.9	22.3	23.8	1.45	6.1
Lechtaler	27.2	21.1	22.1	23.5	3.27	13.9
Grimmet	25.3	21.9	25.0	24.1	1.88	7.8
379	28.6	23.6	24.0	25.4	2.78	10.9
Justina	23.7	19.8	19.5	21.0	2.34	11.2
Hanka	25.0	21.4	22.2	22.9	1.89	8.3
Annabell	23.2	20.0	21.9	21.7	1.61	7.4
Danuta	24.3	20.3	20.7	21.8	2.20	10.1
Landsorte aus Tirol	24.5	23.5	25.5	24.5	1.00	4.1
Hatvani 45/25	24.9	22.3	23.6	23.6	1.30	5.5
Cork	24.9	19.5	21.1	21.8	2.77	12.7
Century	26.9	21.9	23.8	24.2	2.52	10.4
Poligena	26.6	21.8	22.3	23.6	2.64	11.2
Lisimax	21.2	21.9	22.9	22.0	0.85	3.9
Daudzkanšu, plēkšņains						
Druvis	23.2	21.9	22.6	22.6	0.7	2.9
Colsess IV	26.8	22.2	25.2	24.7	2.3	9.4
July	26.6	23.3	24.6	24.8	1.7	6.7
IV/192	27.1	23.8	22.4	24.4	2.4	9.9
Zoapila	26.3	25.3	26.6	26.1	0.7	2.6
Puebla	26.9	24.2	25.9	25.7	1.4	5.3
Valluno	20.4	24.3	24.0	22.9	2.2	9.5
Chosen	22.9	25.0	24.4	24.1	1.1	4.5
B90A	25.3	24.7	25.3	25.1	0.3	1.4
RNB-367	24.6	22.3	24.1	23.7	1.2	5.1

Šķirne, līnija	2004	2005	2006	Vidēji	s	V%
Divkanšu, kailgraudu						
L-302	22.7	23.5	22.3	22.8	0.6	2.7
10250	22.5	21.5	22.7	22.2	0.6	2.9
Orzo Nudo di Altamura	21.9	22.4	21.6	22.0	0.4	1.8
2747	24.1	21.8	23.0	23.0	1.2	5.0
Clho 7799	25.2	22.6	22.8	23.5	1.4	6.1
X-4	24.9	22.0	24.7	23.9	1.6	6.8
Gwire	22.2	17.4	19.6	19.7	2.4	12.2
Gainer	20.6	18.0	18.8	19.1	1.3	7.0
KM 2084	20.4	18.4	18.5	19.1	1.1	5.9
SW 1291	18.8	18.3	19.2	18.8	0.5	2.4
C.P.I. 22817	24.5	22.3	20.1	22.3	2.2	9.9
Sumire Mochi	20.9	21.0	21.1	21.0	0.1	0.5
Wanubet	18.9	19.0	18.7	18.9	0.2	1.1
CD Candle	20.5	20.8	22.4	21.2	1.0	4.8
Merlin	23.2	19.0	20.6	20.9	2.1	10.1

19. pielikums

Fosfora saturs vasaras miežu genotipu graudos, g kg^{-1}, 2004.-2006. g

Šķirne, līnija	2004	2005	2006	Vidēji	s	V%
Divkanšu, plēkšņains						
Ansis	3.70	3.70	4.10	3.83	0.23	6.02
Idumeja	3.10	4.30	4.30	3.90	0.69	17.76
Linga	3.70	3.80	4.40	3.97	0.38	9.54
Klinta	3.60	3.70	4.60	3.97	0.55	13.88
Abava	3.60	4.00	3.70	3.77	0.21	5.53
Sencis	3.80	4.00	4.10	3.97	0.15	3.85
Kristaps	3.80	3.30	4.00	3.70	0.36	9.74
Balga	3.50	3.70	5.00	4.07	0.81	20.03
Rūja	3.40	3.40	5.00	3.93	0.92	23.49
Gāte	3.70	3.70	4.90	4.10	0.69	16.90
Malva	3.40	3.10	5.10	3.87	1.08	27.89
Rasa	3.60	3.20	3.60	3.47	0.23	6.66
Austrian Early	4.40	3.70	5.00	4.37	0.65	14.90
Primus II	3.90	3.40	4.90	4.07	0.76	18.78
Lechtaler	3.90	4.10	4.70	4.23	0.42	9.83
Grimmet	4.10	3.80	4.60	4.17	0.40	9.70
379	4.90	4.30	4.90	4.70	0.35	7.37
Justina	3.90	3.60	5.00	4.17	0.74	17.69
Hanka	3.50	3.60	5.50	4.20	1.13	26.83
Annabell	3.40	3.30	3.50	3.40	0.10	2.94
Danuta	3.20	3.40	3.60	3.40	0.20	5.88
Landsorte Aus Tirol	3.90	4.40	4.10	4.13	0.25	6.09
Hatvani 45/25	3.70	4.50	3.60	3.93	0.49	12.54
Cork	3.10	3.00	3.50	3.20	0.26	8.27
Century	3.30	3.40	3.70	3.47	0.21	6.00
Poligena	3.50	3.30	3.50	3.43	0.12	3.36
Lisimax	3.90	4.40	4.70	4.33	0.40	9.33
Daudzkanšu, plēkšņains						
Druvis	3.60	3.80	3.80	3.73	0.12	3.09
Colsess IV	4.90	4.30	5.10	4.77	0.42	8.73
July	4.80	4.80	5.10	4.90	0.17	3.53
IV/192	4.60	4.40	4.20	4.40	0.20	4.55
Zoapila	5.20	4.60	4.60	4.80	0.35	7.22
Puebla	4.90	4.60	4.90	4.80	0.17	3.61
Valluno	4.00	4.90	4.90	4.60	0.52	11.30
Chosen	4.40	4.80	4.90	4.70	0.26	5.63
B90A	5.40	5.10	5.30	5.27	0.15	2.90
RNB-367	5.40	5.10	5.80	5.43	0.35	6.46

Šķirne, līnija	2004	2005	2006	vid	s	V%
Divkanšu, kailgraudu						
10250	4.70	4.80	5.30	4.93	0.32	6.52
Orzo Nudo di Altamura 192	4.90	4.80	5.00	4.90	0.10	2.04
2747	5.00	5.10	5.30	5.13	0.15	2.98
Clho 7799	5.00	5.40	5.20	5.20	0.20	3.85
X-4	4.90	4.90	5.20	5.00	0.17	3.46
Gwire	4.10	4.40	4.30	4.27	0.15	3.58
Gainer	4.10	4.30	4.40	4.27	0.15	3.58
KM 2084	3.50	4.70	4.10	4.10	0.60	14.63
SW 1291	3.90	4.40	4.30	4.20	0.26	6.30
L-302	5.00	5.30	5.20	5.17	0.15	2.96
C.P.I. 22817	4.30	5.00	4.30	4.53	0.40	8.91
Sumire Mochi	4.50	6.00	5.20	5.23	0.75	14.34
Wanubet	3.70	5.50	4.40	4.53	0.91	20.02
CD Candle	4.10	5.30	4.40	4.60	0.62	13.58
Merlin	4.20	5.10	4.60	4.63	0.45	9.73

20. pielikums

Graudu ķīmisko kvalitātes rādītāju vidējo starpības būtiskuma novērtējums starp dažādām miežu formām (vidēji 2004.-2006. g.)

Rādītājs	Raksturojums		Raksturojums	
Ciete saturs, g kg^{-1}				
	Divkanšu, plēkšņains	Daudzkanšu, plēkšņains	Kailgraudu, divkanšu	Plēkšņains, divkanšu
Vidēji	620.1	590.4	630.1	620.1
Dispersija	368.7	304.0	955.28	368.71
n	27	10	15	27
t_{fakt}	4.47		1.12	
t_{krit}	1.73		1.72	
p	0.0001		0.136	
Kopproteīna saturs, g kg^{-1}				
Vidēji	152.0	128.7	149.4	128.7
Dispersija	385.46	288.2	349.6	288.2
n	10	27	15	27
t_{fakt}	3.27		3.49	
t_{krit}	1.76		1.70	
p	0.005		0.0008	
β-glikānu saturs, g kg^{-1}				
Vidēji	38.6	41.9	50.4	38.6
Dispersija	7.2	12.8	58.4	7.2
n	27	10	15	27
t_{fakt}	2.55		5.75	
t_{krit}	1.77		1.74	
p	0.0119		1.48E-05	
Kokšķiedras saturs, g kg^{-1}				
Vidēji	46.5	53.5	23.7	46.5
Dispersija	14.4	10.8	10.8	14.4
n	27	10	15	27
t_{fakt}	5.85		19.83	
t_{krit}	1.72		1.69	
p	6.1E-06		3.29E-20	
Koptauku saturs, g kg^{-1}				
Vidēji	23.2	22.7	25.4	23.2
Dispersija	4.9	1.9	5.7	4.9
n	27	10	15	27
t_{fakt}	0.72		2.80	
t_{krit}	1.70		1.70	
p	0.239		0.004	
Koppelnu saturs, g kg^{-1}				
Vidēji	22.9	24.4	21.2	22.9
Dispersija	1.2	1.3	3.1	1.2
n	27	10	15	27
t_{fakt}	3.57		3.18	
t_{krit}	1.74		1.72	
p	0.0012		0.0023	

Rādītājs	Raksturojums		Raksturojums	
	Divkanšu, plēkšņains	Daudzkanšu, plēkšņains	Kailgraudu, divkanšu	Plēkšņains, divkanšu
Fosfora saturs, g kg^{-1}				
Vidēji	3.9	4.7	4.7	3.9
Dispersija	0.1	0.2	0.1	0.1
n	27	10	15	27
t_{fakt}	4.78		6.11	
t_{krit}	1.77		1.70	
p	0.00017		9.08E-07	
SSK, g kg^{-1}				
Vidēji	-		25.4	66.9
Dispersija	-		1.4	18.2
n	-		4	5
t_{fakt}	-		20.8	
t_{krit}	-		2.01	
p	-		2.37817E-06	
NSK, g kg^{-1}				
Vidēji	-		188.4	234.6
Dispersija	-		280.9	1561.5
n	-		4	5
t_{fakt}	-		2.36	
t_{krit}	-		1.94	
p	-		0.028	

Latvijā selekcionēto vasaras miežu šķirņu graudu ķīmisko un fizikālo rādītāju standartnovirze (s), ieguldījuma koeficienti (ω_i) un vēlamās pazīmes vērtība (I_i) neatgremotājiem un atgremotājiem mājdzīvniekiem

Šķirne	Graudu ķīmiskie rādītāji							Graudu fizikālie rādītāji			
	proteīns, g kg^{-1}	ciete, g kg^{-1}	tauki, g kg^{-1}	β-glikāni, g kg^{-1}	kokšķiedra, g kg^{-1}	koppelni, g kg^{-1}	fosfors, g kg^{-1}	1000 graudu masa, g	tilpummasa, g L^{-1}	plēkšņainība, %	relatīvais cietības indekss
Ansis	115.7	634.7	24.6	36.7	45.0	21.6	3.8	46.4	680.8	9.1	67.8
Abava	128.7	619.9	23.3	40.3	46.2	22.6	3.8	48.9	701.0	8.2	70.7
Sencis	130.5	612.0	22.6	36.3	47.6	22.8	4.0	46.5	701.3	10.6	47.1
Rasa	124.4	632.6	24.1	37.9	43.5	22.2	3.5	43.9	683.0	9.4	73.9
Druvis	118.8	621.0	20.1	45.0	55.8	22.6	3.7	42.5	651.0	10.3	80.4
Kristaps	115.9	635.2	20.2	37.3	45.7	22.8	3.7	44.7	670.0	9.4	79.2
Linga	129.8	612.1	22.6	38.7	51.5	24.1	4.0	43.0	683.0	10.6	66.7
Idumeja	132.7	612.9	22.5	41.5	46.9	23.3	3.9	49.4	648.7	8.9	61.3
Balga	123.2	618.9	20.1	41.2	49.3	23.1	4.1	42.7	687.5	8.1	72.1
Rūja	119.7	627.2	24.1	37.2	44.8	22.0	3.9	50.0	686.3	8.3	66.5
Gāte	120.0	641.7	23.7	37.6	43.1	22.2	4.1	45.2	702.5	8.0	68.6
Malva	121.9	632.5	22.1	35.0	45.2	21.7	3.9	44.2	699.5	8.7	63.7
Klinta	136.7	614.6	21.5	40.4	45.8	21.8	4.0	50.0	707.7	8.2	59.9
s	**6.7**	**10.2**	**1.6**	**2.7**	**3.5**	**0.7**	**0.2**	**2.8**	**18.9**	**0.9**	**8.7**
Neatgremotājiem											
ω_i	**1.1**	**1.1**	**1.1**	**-1.1**	**-1.1**	**0.55**	**0.55**	**0.11**	**0.11**	**-1.76**	**-1.76**
I_i	**120**	**641.7**	**24.6**	**40.0**	**43.1**	**24.1**	**4.1**	**50.0**	**707.7**	**8.0**	**47.1**
Atgremotājiem											
ω_i	1.28	1.28	1.28	0.83	-0.80	0.55	0.55	1.10	1.10	-0.44	1.76
I_i	120.0	641.7	24.6	45.0	43.1	24.1	4.1	50.0	707.7	8.0	80.4

Latvijā selekcionēto vasaras miežu šķirņu graudu ķīmisko un fizikālo rādītāju integrālā novērtējuma vērtības (SD) neatgremotājiem mājdzīvniekiem

Šķirne	Ķīmiskās pazīmes							Fizikālās pazīmes				SD		
	proteīna saturs	cietes saturs	koptauku saturs	β-glikānu saturs	kokšķiedras saturs	koppelnu saturs	fosfora saturs	1000 graudu masa	tilpum-masa	plēkšņai-nība	Relatīvais cietības indekss	Ķīmis-kās pazīmes	Fizikā-lās pazīmes	Summa
Ansis	0.72	0.76	0.00	0.00	0.60	1.91	0.86	0.14	0.16	2.07	4.19	**11.4**	**4.8**	**6.6**
Abava	0.00	2.35	0.93	0.12	0.96	1.12	1.05	0.04	0.04	0.28	4.78	**11.7**	**6.5**	**5.1**
Sencis	0.00	3.19	1.40	0.00	1.41	0.99	0.41	0.14	0.04	4.80	0.00	**12.4**	**7.4**	**5.0**
Rasa	0.00	0.98	0.35	0.00	0.12	1.48	2.01	0.24	0.14	2.58	5.43	**13.3**	**4.9**	**8.4**
Druvis	0.20	2.23	3.19	2.01	3.99	1.17	1.28	0.29	0.33	4.22	6.75	**25.7**	**14.1**	**11.6**
Kristaps	0.68	0.70	3.10	0.00	0.82	1.02	1.28	0.21	0.22	2.54	6.50	**17.1**	**7.6**	**9.5**
Linga	0.00	3.18	1.42	0.00	2.63	0.00	0.41	0.28	0.14	4.78	3.97	**16.8**	**7.6**	**9.2**
Idumeja	0.00	3.09	1.47	0.61	1.18	0.59	0.64	0.02	0.34	1.57	2.88	**12.4**	**7.6**	**4.8**
Balga	0.00	2.45	3.14	0.50	1.95	0.74	0.10	0.29	0.12	0.17	5.07	**14.5**	**8.9**	**5.6**
Rūja	0.06	1.56	0.40	0.00	0.52	1.60	0.54	0.00	0.12	0.50	3.93	**9.2**	**4.7**	**4.6**
Gāte	0.01	0.00	0.63	0.00	0.00	1.45	0.00	0.19	0.03	0.00	4.36	**6.7**	**2.1**	**4.6**
Malva	0.00	0.99	1.79	0.00	0.66	1.81	0.73	0.23	0.05	1.31	3.36	**10.9**	**6.0**	**4.9**
Klinta	0.00	2.91	2.17	0.15	0.83	1.78	0.41	0.00	0.00	0.30	2.59	**11.1**	**8.3**	**2.9**
											SD_{vid}	**13.3**	**7.0**	**6.4**
											s	**4.6**	**2.8**	**2.5**
											Sd_{vid-s}	**8.7**	**4.1**	**3.8**

Latvijā selekcionēto vasaras miežu šķirņu graudu ķīmisko un fizikālo rādītāju integrālā novērtējuma vērtības (SD) atgremotājiem mājdzīvniekiem

Šķirne	Ķīmiskās pazīmes							Fizikālās pazīmes				SD		
	proteīna saturs	cietes saturs	koptauku saturs	β-glikānu saturs	Kok-šķiedras saturs	koppelnu saturs	fosfora saturs	1000 graudu masa	tilpum-masa	plēkšņai-nība	relatīvais cietība indekss	Ķīmiskās pazīmes	Fizikālās pazīmes	Summa
Ansis	0.72	0.76	0.00	0.00	0.60	1.91	0.86	0.14	0.16	2.07	4.19	**13.5**	**7.5**	**6.0**
Abava	0.00	2.35	0.93	0.12	0.96	1.12	1.05	0.04	0.04	0.28	4.78	**11.0**	**8.1**	**2.9**
Sencis	0.00	3.19	1.40	0.00	1.41	0.99	0.41	0.14	0.04	4.80	0.00	**20.1**	**10.4**	**9.7**
Rasa	0.00	0.98	0.35	0.00	0.12	1.48	2.01	0.24	0.14	2.58	5.43	**13.1**	**7.3**	**5.8**
Druvis	0.20	2.23	3.19	2.01	3.99	1.17	1.28	0.29	0.33	4.22	6.75	**19.2**	**11.9**	**7.3**
Kristaps	0.68	0.70	3.10	0.00	0.82	1.02	1.28	0.21	0.22	2.54	6.50	**15.6**	**10.5**	**5.2**
Linga	0.00	3.18	1.42	0.00	2.63	0.00	0.41	0.28	0.14	4.78	3.97	**17.8**	**9.6**	**8.2**
Idumeja	0.00	3.09	1.47	0.61	1.18	0.59	0.64	0.02	0.34	1.57	2.88	**16.4**	**8.5**	**7.9**
Balga	0.00	2.45	3.14	0.50	1.95	0.74	0.10	0.29	0.12	0.17	5.07	**15.7**	**9.9**	**5.8**
Rūja	0.06	1.56	0.40	0.00	0.52	1.60	0.54	0.00	0.12	0.50	3.93	**11.4**	**7.2**	**4.2**
Gāte	0.01	0.00	0.63	0.00	0.00	1.45	0.00	0.19	0.03	0.00	4.36	**9.0**	**4.5**	**4.6**
Malva	0.00	0.99	1.79	0.00	0.66	1.81	0.73	0.23	0.05	1.31	3.36	**15.8**	**9.3**	**6.5**
Klinta	0.00	2.91	2.17	0.15	0.83	1.78	0.41	0.00	0.00	0.30	2.59	**14.4**	**10.1**	**4.2**
											SD_{vid}	14.9	8.8	6.0
											s	3.2	1.9	1.9
											Sd_{vid-s}	11.6	6.9	4.1

Korelatīvās sakarības starp vasaras miežu graudu kvalitātes rādītājiem divkanšu plēkšņainajiem (zem diognāles; n=27*) un divkanšu kailgraudu (virs diognāles; n=15) genotipiem, (2004)**

Pazīmes	Kop-proteīns, g kg^{-1}	Ciete, g kg^{-1}	Koptauki, g kg^{-1}	β-glikāni, g kg^{-1}	Koppelni, g kg^{-1}	Kokšķiedra, g kg^{-1}	Fosfors, g kg^{-1}	1000 graudu masa, g	Tilpum-masa, g L^{-1}	RCI
Kopproteīns, g kg^{-1}	1	**-0.888**	-0.051	0.161	**0.605**	**0.624**	**0.659**	0.326	-0.211	0.484
Ciete, k g^{-1}	**-0.924**	1	0.054	-0.141	**-0.532**	-0.500	**-0.676**	-0.380	0.433	**-0.533**
Koptauki, g kg^{-1}	0.243	-0.244	1	**0.618**	**-0.556**	-0.378	-0.445	-0.487	-0.179	0.344
β-glikāni, g kg^{-1}	0.175	-0.082	-0.191	1	-0.207	-0.339	-0.160	**-0.587**	-0.348	0.547
Koppelni, g kg^{-1}	0.224	-0.220	0.091	-0.222	1	**0.593**	**0.729**	0.490	0.253	0.254
Kokšķiedra, g kg^{-1}	0.131	-0.056	-0.209	0.131	**0.550**	1	**0.548**	0.137	0.241	0.124
Fosfors, g kg^{-1}	**0.483**	**-0.537**	**0.589**	-0.378	0.256	-0.111	1	0.491	0.052	0.269
1000 graudu masa, g	-0.241	0.237	-0.023	-0.079	-0.299	-0.311	-0.344	1	-0.079	-0.246
Tilpummasa, g L^{-1}	-0.235	0.201	0.007	-0.258	-0.012	-0.370	0.090	0.244	1	-0.117
Relatīvais cietības indekss	-0.216	0.161	-0.136	0.347	-0.052	-0.162	-0.376	0.094	-0.116	1

* $r_{0.05}$=0.396; ** $r_{0.05}$=0.514.

24. pielikums

Korelatīvās sakarības starp vasaras miežu graudu kvalitātes rādītājiem divkanšu plēkšņainajiem (zem diognāles; n=27*) un divkanšu kailgraudu (virs diognāles; n=15) genotipiem, (2005)**

Pazīmes	Kopproteīns, g kg^{-1}	Ciete, g kg^{-1}	Koptauki, g kg^{-1}	β-glikāni, g kg^{-1}	Koppelni, g kg^{-1}	Kokšķiedra, g kg^{-1}	Fosfors, g kg^{-1}	1000 graudu masa, g	Tilpum-masa, g L^{-1}	RCI
Kopproteīns, g kg^{-1}	1	**-0.903**	-0.375	-0.226	**0.723**	0.504	0.370	0.309	-0.244	0.145
Ciete, k g^{-1}	**-0.868**	1	0.447	0.274	**-0.678**	**-0.630**	-0.197	-0.420	0.148	-0.192
Koptauki, g kg^{-1}	0.212	**-0.405**	1	0.379	-0.531	-0.174	0.315	**-0.586**	-0.236	0.429
β-glikāni, g kg^{-1}	0.178	-0.060	-0.250	1	0.196	-0.411	**0.518**	0.141	-0.179	0.497
Koppelni, g kg^{-1}	**0.688**	**-0.634**	0.165	0.185	1	0.383	0.497	**0.614**	-0.065	0.229
Kokšķiedra, g kg-1	0.134	**-0.402**	0.262	-0.221	0.255	1	0.110	0.076	0.149	0.336
Fosfors, g kg^{-1}	**0.489**	**-0.455**	0.323	0.080	**0.396**	0.094	1	0.106	-0.513	**0.531**
1000 graudu masa, g	-0.015	0.149	-0.134	0.304	-0.288	**-0.506**	0.026	1	-0.243	-0.018
Tilpummasa, g L^{-1}	-0.064	0.299	-0.236	0.248	-0.150	-0.533	-0.381	**0.412**	1	-0.238
Graudu cietības indekss	-0.275	0.194	-0.287	0.290	-0.069	-0.256	-0.222	-0.016	0.098	1

* $r_{0.05}$=0.396; ** $r_{0.05}$=0.514.

Korelatīvās sakarības starp vasaras miežu graudu kvalitātes rādītājiem divkanšu plēkšņainajiem (zem diognāles; n=27*) un divkanšu kailgraudu (virs diognāles; n=15) genotipiem, (2006)**

Pazīmes	Kopproteīns, g kg^{-1}	Ciete, g kg^{-1}	Koptauki, g kg^{-1}	β-glikāni, g kg^{-1}	Koppelni, g kg^{-1}	Kokšķiedra, g kg^{-1}	Fosfors, g kg^{-1}	1000 graudu masa, g	Tilpum-masa, g L^{-1}
Kopproteīns, g kg^{-1}	1	**-0.817**	0.003	-0.036	**0.663**	0.477	**0.867**	0.434	-0.164
Ciete, k g^{-1}	**-0.913**	1	-0.291	-0.369	**-0.537**	-0.333	**-0.777**	-0.437	**0.531**
Koptauki, g kg^{-1}	**0.794**	**-0.664**	1	**0.711**	0.195	-0.338	0.171	-0.468	-0.162
β-glikāni, g kg^{-1}	-0.016	-0.084	-0.139	1	0.370	-0.349	0.190	0.103	-0.222
Koppelni, g kg^{-1}	**0.710**	**-0.694**	**0.579**	0.096	1	0.287	**0.821**	**0.551**	0.240
Kokšķiedra, g kg^{-1}	**0.517**	**-0.633**	0.312	-0.175	**0.422**	1	0.323	0.317	0.017
Fosfors, g kg^{-1}	0.188	-0.171	0.097	-0.231	-0.077	0.291	1	0.516	-0.040
1000 graudu masa, g	-0.025	0.076	0.050	0.341	-0.105	-0.323	-0.097	1	-0.130
Tilpummasa, g L^{-1}	-0.319	**0.440**	-0.079	0.136	-0.335	-0.360	0.243	0.356	1

* $r_{0.05}$=0.396; ** $r_{0.05}$=0.514.

Korelatīvās sakarības starp vasaras miežu graudu kvalitātes rādītājiem divkanšu plēkšņainajiem (zem diognāles; n=27*) un divkanšu kailgraudu (virs diognāles; n=15) genotipiem, (2004-2006)[1]**

Pazīmes	Kopproteīns, g kg^{-1}	Ciete, g kg^{-1}	Koptauki, g kg^{-1}	β-glikāni, g kg^{-1}	Koppelni, g kg^{-1}	Kokšķiedra, g kg^{-1}	Fosfors, g kg^{-1}	1000 graudu masa, g	Tilpum-masa, g L^{-1}	RCI
Kopproteīns, g kg-1	1	**-0.946**	-0.156	-0.019	**0.730**	**0.640**	**0.823**	0.374	-0.267	0.089
Ciete, k g-1	**-0.765**	1	0.028	-0.081	**-0.633**	**-0.559**	**-0.795**	-0.411	0.511	-0.213
Koptauki, g kg-1	0.395	**-0.568**	1	**0.710**	-0.342	-0.335	0.016	**-0.641**	-0.296	0.366
β-glikāni, g kg-1	0.128	-0.029	-0.261	1	0.118	-0.467	0.334	-0.163	-0.318	0.503
Koppelni, g kg-1	0.452	**-0.671**	0.364	0.227	1	0.480	**0.818**	**0.603**	0.117	0.133
Kokšķiedra, g kg-1	0.222	**-0.512**	0.149	-0.026	0.470	1	0.336	0.199	0.244	-0.108
Fosfors, g kg-1	0.294	**-0.504**	**0.401**	-0.377	**0.398**	0.177	1	0.380	-0.243	0.292
1000 graudu masa, g	0.151	0.112	-0.091	0.131	-0.358	-0.345	-0.085	1	-0.237	0.212
Tilpummasa, g L-1	-0.185	0.339	-0.125	-0.069	-0.224	-0.433	0.069	0.278	1	-0.435
Relatīvais cietības indekss (RCI)	-0.255	0.177	-0.197	**0.418**	-0.089	-0.238	-0.308	0.031	-0.027	1

[1]RCI (2004-2005); * $r_{0.05}$=0.396; ** $r_{0.05}$=0.514.

28. pielikums

Plēkšņaino un kailgraudu miežu graudu kvalitātes rādītāju faktoru analīzes komponentu īpašvērtības un to relatīvais nozīmīgums kopējā dispersijā

Komponents	Plēkšņains		Kailgraudu	
	Īpašvērtības	Faktora relatīvais nozīmīgums, %	Īpašvērtības	Faktora relatīvais nozīmīgums, %
1	3.72	41.37	4.35	48.28
2	1.57	17.39	2.32	25.81
3	1.28	14.24	1.02	11.30
4	0.79	8.73	0.91	10.06
5	0.66	7.36	0.22	2.39
6	0.38	4.20	0.1	1.08
7	0.34	3.80	0.05	0.56
8	0.22	2.42	0.03	0.30
9	0.04	0.47	0.02	0.19

29. pielikums

Dispersijas daļa (%), ko plēkšņainajiem un kailgraudu miežu graudu kvalitātes rādītājiem izskaidro trīs galvenie komponenti (GK1, GK2, GK3).

Kvalitātes rādītājs	Plēkšņains				Kailgraudu			
	GK1	GK2	GK3	pārējie faktori	GK1	GK2	GK3	pārējie faktori
Tilpummasa	1	49	2	48	12	43	0	46
1000 graudu masa	0	59	4	37	9	0	82	9
Kopproteīns	83	2	3	12	91	0	4	5
Ciete	82	8	2	8	85	6	4	5
β-glikāni	0	0	86	14	0	79	1	20
Koptauki	54	0	12	34	0	45	49	6
Kokšķiedra	8	55	0	37	59	33	1	8
Koppelni	43	20	10	27	49	0	28	23
Fosfors	59	0.1	14	27	61	13	17	9

30. pielikums

Vasaras miežu graudu kvalitātes rādītāju divfaktoru dispersijas analīze, 2006.-2006.g.

Variācija	NKS*	ν	Dispersijas	$F_{fakt.}$	Varbūtība	$F_{0.05}$	η^2, %
VISI GENOTIPI							
1000 graudu masa, g							
Šķirne (A)	3330.5	51	65.3	15.5	2.16E-30	1.5	80.7
Gads (B)	368.9	2	184.5	43.8	1.84E-14	3.1	8.9
Mijiedarbība (A x B)	429.5	102	4.2	-	-	-	10.4
Kopējā	4128.9	155	-	-	-	-	-
Tilpummasa, g L^{-1}							
Šķirne (A)	441859.6	51	8663.9	44.865	2.18E-51	1.472	95.5
Gads (B)	1112.3	2	556.2	2.880	0.049071	3.085	0.2
Mijiedarbība (A x B)	19697.3	102	193.1	-	-	-	4.3
Kopējā	462669.2	155	-	-	-	-	-
Kopproteīna saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	62568.1	51	1226.8	16.7	8.2E-32	1.5	78.5
Gads (B)	9681.9	2	4840.9	66.1	3.9E-19	3.1	12.1
Mijiedarbība (A x B)	7473.4	102	73.3	-	-	-	9.4
Kopējā	79723.4	155	-	-	-	-	-
Cietes saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	101444.7	51	1989.11	7.012	5.0515E-17	1.472	72.8
Gads (B)	8975.5	2	4487.74	15.820	1.0375E-06	3.085	6.4
Mijiedarbība (A x B)	28935.6	102	283.68	-	-	-	20.8
Kopējā	139355.8	155	-	-	-	-	-
Koptauku saturs, g kg-1							
Šķirne (A)	847.2	51	16.61	5.959	1.1391E-14	1.472	72.1
Gads (B)	43.6	2	21.78	7.813	0.00069675	3.085	3.7
Mijiedarbība (A x B)	284.3	102	2.79	-	-	-	24.2
Kopējā	1175.107	155	-	-	-	-	-
β-glikānu saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	7401.62	51	145.130	10.802	5.85E-24	1.471707	84.0
Gads (B)	37.82	2	18.909	1.407	2.49E-01	3.085465	0.4
Mijiedarbība (A x B)	1370.40	102	13.435	-	-	-	15.6
Kopējā	8809.84	155	-	-	-	-	-
Kokšķiedras saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	22155.13	51	434.41	48.518	5.12E-53	1.472	90.8
Gads (B)	1340.88	2	670.44	74.879	9.74E-21	3.085	5.5
Mijiedarbība (A x B)	913.27	102	8.95	-	-	-	3.7
Kopējā	24409.28	155	-	-	-	-	-
Koppelnu saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	444.4	51	8.713	4.505	5.28E-11	1.472	52.2
Gads (B)	209.7	2	104.840	54.206	9.16E-17	3.085	24.6
Mijiedarbība (A x B)	197.3	102	1.934	-	-	-	23.2
Kopējā	851.3	155	-	-	-	-	-

Variācija	NKS	bp	Dispersijas	$F_{fakt.}$	Varbūtība	$F_{0.05}$	η^2, %
PLĒKŠŅAINIE, DIVKANŠU							
1000 graudu masa, g							
Šķirne (A)	699.1	26	26.9	5.992	2.28E-08	1.710	60.3
Gads (B)	226.4	2	113.2	25.225	2.2E-08	3.175	19.5
Mijiedarbība (A x B)	233.3	52	4.5	-	-	-	20.1
Kopējā	1158.8	80	-	-	-	-	-
Tilpummasa, g L^{-1}							
Šķirne (A)	32514.22	26	1250.55	9.726	3.37E-12	1.710	81.0
Gads (B)	953.17	2	476.58	3.707	0.031273	3.175	2.4
Mijiedarbība (A x B)	6686.17	52	128.58	-	-	-	16.7
Kopējā	40153.56	80	-	-	-		-
Kopproteīna saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	22455.8	26	863.7	3.066	0.00029	1.710	49.5
Gads (B)	8219.4	2	4109.7	14.587	9.36E-06	3.175	18.1
Mijiedarbība (A x B)	14650.3	52	281.7	-	-	-	32.3
Kopējā	45325.4	80	-	-	-	-	-
Cietes saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	27694.2	26	1065.2	5.148	2.63E-07	1.710	62.3
Gads (B)	5986.3	2	2993.1	14.466	1.01E-05	3.175	13.5
Mijiedarbība (A x B)	10759.4	52	206.9	-	-	-	24.2
Kopējā	44439.8	80	-	-	-	-	-
Koptauku saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	385.6	26	14.830	4.229	4.84E-06	1.710	62.6
Gads (B)	48.1	2	24.046	6.857	0.002274	3.175	7.8
Mijiedarbība (A x B)	182.3	52	3.507	-	-	-	29.6
Kopējā	616.0	80	-	-	-	-	-
β-glikānu saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	559.19	26	21.507	1.905	0.024	1.710	47.2
Gads (B)	38.12	2	19.058	1.688	0.195	3.175	3.2
Mijiedarbība (A x B)	587.15	52	11.291	-	-	-	49.6
Kopējā	1184.459	80	-	-	-	-	-
Kokšķiedras saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	1122.6	26	43.2	1.126	0.349	1.710	29.0
Gads (B)	757.4	2	378.7	9.878	0.0002	3.175	19.6
Mijiedarbība (A x B)	1993.7	52	38.3	-	-	-	51.5
Kopējā	3873.8	80	-	-	-	-	-
Koppelnu saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	92.5	26	3.6	2.623	0.001536	1.710	23.2
Gads (B)	235.1	2	117.5	86.612	2.81E-17	3.175	59.0
Mijiedarbība (A x B)	70.6	52	1.4	-	-	-	17.7
Kopējā	398.2	80	-	-	-	-	-

Variācija	NKS	ν	Dispersijas	$F_{fakt.}$	Varbūtība	$F_{0.05}$	η^2, %
KAILGRAUDU, DIVKANŠU							
1000 graudu masa, g							
Šķirne (A)	1277.3	14	91.2	30.455	3.09E-13	2.064	86.6
Gads (B)	113.6	2	56.8	18.959	6.22E-06	3.340	7.7
Mijiedarbība (A x B)	83.9	28	3.0	-	-	-	5.7
Kopējā	1474.8	44	-	-	-	-	-
Tilpummasa, g L^{-1}							
Šķirne (A)	43831.6	14	3130.8	13.021	9.64E-09	2.064	84.8
Gads (B)	1145.8	2	572.9	2.383	0.11078	3.340	2.2
Mijiedarbība (A x B)	6732.7	28	240.5	-	-	-	13.0
Kopējā	51710.1	44	-	-	-	-	-
Kopproteīna saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	13640.9	14	974.4	15.435	1.34E-09	2.064	74.4
Gads (B)	2921.4	2	1460.7	23.139	1.17E-06	3.340	15.9
Mijiedarbība (A x B)	1767.6	28	63.1	-	-	-	9.6
Kopējā	18329.8	44	-	-	-	-	-
Cietes saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	36536.3	14	2609.7	7.266	4.81E-06	2.064	73.2
Gads (B)	3343.8	2	1671.9	4.655	0.017974	3.340	6.7
Mijiedarbība (A x B)	10056.5	28	359.2	-	-	-	20.1
Kopējā	49936.7	44	-	-	-	-	-
Koptauku saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	240.6	14	17.2	6.427	1.56E-05	2.064	73.8
Gads (B)	10.5	2	5.2	1.963	0.159248	3.340	3.2
Mijiedarbība (A x B)	74.9	28	2.7	-	-	-	23.0
Kopējā	3259	44	-	-	-	-	-
β-glikānu saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	2454.2	14	175.3	7.825	2.3E-06	2.064	79.5
Gads (B)	4.2	2	2.1	0.095	0.910	3.340	0.1
Mijiedarbība (A x B)	627.2	28	22.4	-	-	-	20.3
Kopējā	3085.6	44	-	-	-	-	-
Kokšķiedras saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	452.7	14	32.3	8.540	9.48E-07	2.064	67.1
Gads (B)	116.0	2	58.0	15.315	3.21E-05	3.340	17.2
Mijiedarbība (A x B)	106.0	28	3.8	-	-	-	15.7
Kopējā	674.6	44	-	-	-	-	-
Koppelnu saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	130.5	14	9.3	7.636	2.94E-06	2.064	71.2
Gads (B)	18.7	2	9.3	7.641	0.002249	3.340	10.2
Mijiedarbība (A x B)	34.2	28	1.2	-	-	-	18.6
Kopējā	183.4	44	-	-	-	-	-

Variācija	NKS	bp	Dispersijas	$F_{fakt.}$	Varbūtība	$F_{0.05}$	η2, %
PLĒKŠŅAINIE, DAUDZKANŠU							
1000 graudu masa, g							
Šķirne (A)	631.3	9	70.1	13.289	2.93E-06	2.456	81.7
Gads (B)	46.2	2	23.1	4.380	0.028193	3.555	6.0
Mijiedarbība (A x B)	95.0	18	5.3	-	-	-	12.3
Kopējā	772.5	29	-	-	-	-	-
Tilpummasa, g L^{-1}							
Šķirne (A)	9885.3	9	1098.4	4.130	0.005065	2.456	65.1
Gads (B)	505.3	2	252.7	0.950	0.405248	3.555	3.3
Mijiedarbība (A x B)	4786.5	18	265.9	-	-	-	31.5
Kopējā	15177.2	29	-	-	-	-	-
Kopproteīna saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	10407.5	9	1156.4	11.538	8.25E-06	2.456	75.7
Gads (B)	1530.0	2	765.0	7.633	0.004	3.555	11.1
Mijiedarbība (A x B)	1804.0	18	100.2	-	-	-	13.1
Kopējā	13741.5	29	-	-	-	-	-
Cietes saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	8209.1	9	912.1	2.982	0.023	2.456	51.4
Gads (B)	2259.6	2	1129.8	3.694	0.045	3.555	14.1
Mijiedarbība (A x B)	5505.5	18	305.9	-	-	-	34.5
Kopējā	15974.3	29	-	-	-	-	-
Koptauku saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	48.1	9	5.3	1.212	0.346	2.456	32.3
Gads (B)	21.4	2	10.7	2.425	0.117	3.555	14.4
Mijiedarbība (A x B)	79.4	18	4.4	-	-	-	53.3
Kopējā	148.9	29	-	-	-	-	-
β-glikānu saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	345.1	9	38.3	5.505	0.001	2.456	69.5
Gads (B)	26.1	2	13.1	1.874	0.182	3.555	5.3
Mijiedarbība (A x B)	125.4	18	7.0	-	-	-	25.2
Kopējā	496.6	29	-	-	-	-	-
Kokšķiedras saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	290.6	9	32.3	3.336	0.0142	2.456	37.7
Gads (B)	306.7	2	153.4	15.847	0.0001	3.555	39.8
Mijiedarbība (A x B)	174.2	18	9.7	-	-	-	22.6
Kopējā	771.5	29	-	-	-	-	-
Koppelnu saturs, g kg^{-1}							
Šķirne (A)	34.2	9	3.804	1.722	0.156	2.456	41.4
Gads (B)	8.7	2	4.370	1.978	0.167	3.555	10.6
Mijiedarbība (A x B)	39.8	18	2.209	-	-	-	48.1
Kopējā	82.7	29	-	-	-	-	-

*NKS – noviršu kvadrātu summa.

31. pielikums

Vasaras miežu graudu kvalitātes rādītāju vidējo starpības būtiskuma novērtējums, 2004.-2006. g.

Rādītājs	2004	2005	2004	2006	2005	2006
1000 graudu masa, g						
Vidēji	45.5	41.8	45.5	44.4	41.8	44.4
Dispersija	26.6	21.2	26.6	25.9	21.2	25.9
n	52	52	52	52	52	52
t_{fakt}	6.169		2.460		10.942	
t_{krit}	1.675		1.675		1.675	
p	5.58E-08		0.009		2.74E-15	
Tilpummasa, g L^{-1}						
Vidēji	701.8	695.6	701.8	697.0	695.6	697.0
Dispersija	3128.3	3460.5	3128.3	2461.3	3460.5	2461.3
n	52	52	52	52	52	52
t_{fakt}	2.559		1.689		0.488	
t_{krit}	1.675		1.675		1.675	
p	0.007		0.049		0.314	
Kopproteīna saturs, g kg^{-1}						
Vidēji	137.3	132.2	137.3	150.8	132.2	150.8
Dispersija	445.9	453.6	445.9	473.8	453.6	473.8
n	52	52	52	52	52	52
t_{fakt}	3.318		7.694		10.827	
t_{krit}	1.675		1.675		1.675	
p	0.001		2.19E-10		4.006E-15	
Cietes saturs, g kg^{-1}						
Vidēji	619.4	624.9	619.4	606.8	624.9	606.8
Dispersija	595.1	1791.0	595.1	266.9	1791.0	266.9
n	52	52	52	52	52	52
t_{fakt}	0.656		2.582		4.389	
t_{krit}	1.675		1.675		1.675	
p	0.257		0.006		2.8696E-05	
Koptauku saturs, g kg^{-1}						
Vidēji	23.0	24.6	23.0	23.7	24.6	23.7
Dispersija	8.8	6.8	8.8	6.5	6.8	6.5
n	52	52	52	52	52	52
t_{fakt}	3.821		1.048		3.197	
t_{krit}	1.675		1.675		1.675	
p	0.0002		0.150		0.001	
β-glikānu saturs, g kg^{-1}						
Vidēji	42.7	42.1	42.7	43.2	42.1	43.2
Dispersija	57.1	65.3	57.1	49.6	65.3	49.6
n	52	52	52	52	52	52
t_{fakt}	0.742		0.777		2.270	
t_{krit}	1.675		1.675		1.675	
p	0.231		0.220		0.014	

Rādītājs	2004	2005	2004	2006	2005	2006
Koppelnu saturs, g kg^{-1}						
Vidēji	24.3	21.6	24.3	22.2	21.6	22.2
Dispersija	5.5	3.2	5.5	3.9	3.2	3.9
n	52	52	52	52	52	52
t_{fakt}	8.731		6.642		3.656	
t_{krit}	1.675		1.675		1.675	
p	5.33E-12		1E-08		0.0003	
Kokšķiedras saturs, g kg^{-1}						
Vidēji	42.3	43.8	42.3	36.9	43.8	36.9
Dispersija	147.1	186.4	147.1	118.8	186.4	118.8
n	52	52	52	52	52	52
t_{fakt}	2.461		11.044		10.320	
t_{krit}	1.675		1.675		1.675	
p	0.009		1.96E-15		2.18E-14	

32. pielikums

Vecākaugu šķirņu 1000 graudu masa, kopproteīna, cietes un β-glikānu saturs graudos, 2007-2008. g.

Šķirne	2007	2008	Vidēji	2007	2008	Vidēji
	1000 graudu masa, g			**Kopproteīna saturs, g kg^{-1}**		
Justina ♀	52.7	52.1	52.4	109.0	119.0	228.0
L 302 ♂	52.9	51.1	52.0	180.0	159.0	169.5
Simba ♀	60.4	56.4	58.4	117.0	115.0	116.0
Wanubet ♂	42.1	40.1	41.1	153.0	136.0	144.5
Austris ♀	53.3	52.5	52.9	125.0	131.0	128.0
Danuta ♀	51.4	49.5	50.5	105.0	133.0	119.0
Freedom ♂	50.8	46.8	48.8	155.0	138.0	126.5
KM 2045 ♂	43.5	45.2	44.2	156.0	148.0	152.0
Linga ♀	45.6	47.1	46.4	143.0	145.0	144.0
Kristaps ♀	44.3	44.5	49.4	138.0	140.0	139.0
SW 1291 ♂	41.1	45.3	43.2	156.0	149.0	152.5
Gāte ♀	49.7	45.7	47.7	124.0	125.0	124.5
Šķirne	**Ciete, g kg^{-1}**			**β-glikāni, g kg^{-1}**		
Justina ♀	621.0	632.0	626.5	31.0	34.0	32.5
L 302 ♂	596.0	627.0	611.5	54.0	52.0	53.0
Simba ♀	617.0	622.0	619.5	32.0	40.0	36.0
Wanubet ♂	633.0	672.0	652.5	53.0	60.0	56.5
Austris ♀	613.0	618.0	615.5	29.0	33.0	31.0
Danuta ♀	607.0	620.0	613.5	34.0	35.0	34.5
Freedom ♂	620.0	644.0	632.0	53.0	52.0	52.5
KM 2045 ♂	620.0	626.0	623.0	41.0	47.0	44.0
Linga ♀	593.0	604.0	598.5	33.0	41.0	37.0
Kristaps ♀	604.0	611.0	607.5	31.0	44.0	37.5
SW 1291 ♂	614.0	622.0	618.0	46.0	56.0	51.0
Gāte ♀	616.0	616.0	616.0	34.0	38.0	36.0

33. pielikums

F4 un F5 paaudzes vasaras miežu līniju 1000 graudu masa un kopproteīna saturs graudos, 2007-2008. g.

Līnijas Nr.	1000 graudu masa, g			Kopproteīna saturs, g kg^{-1}		
	2007	2008	Vidēji	2007	2008	Vidēji
04-9 Justina/L 302 (plēkšņains)						
558	64.2	52.1	58.2	113.0	118.0	115.5
559	62.9	56.6	59.8	160.4	139.0	149.7
565	54.8	49.4	52.1	153.0	126.0	139.5
567	55.4	50.3	52.8	122.0	124.0	123.0
568	54.7	50.7	52.7	116.0	127.0	121.5
04-9 Justina/L 302 (kailgraudu)						
555	49.2	48.7	49.0	145.0	154.0	149.5
556	50.2	47.0	48.6	141.0	150.0	145.5
557	51.8	49.5	50.7	139.0	138.0	138.5
564	53.9	52.9	53.4	141.0	161.0	151.0
562	46.6	46.2	46.4	129.0	135.0	132.0
569	51.1	46.7	48.9	163.0	160.0	161.5
570	52.7	52.5	52.6	164.0	156.0	160.0
571	46.6	44.7	45.6	195.0	137.0	166.0
04-10 Simba/Wanubet (plēkšņains)						
578	57.6	52.3	54.9	139.0	138.0	138.5
579	56.5	52.8	54.7	167.0	129.0	148.0
581	59.3	42.5	50.9	140.0	132.0	136.0
582	54.8	48.4	51.6	140.0	134.0	137.0
04-10 Simba/Wanubet (kailgraudu)						
574	53.5	49.2	51.3	163.0	132.0	147.5
575	49.5	43.7	46.6	149.0	140.0	144.5
584	48.9	47.1	48.0	160.0	121.0	140.5
587	50.2	46.1	48.1	161.0	148.0	154.5
590	50.9	48.5	49.7	162.0	138.0	150.0
04-21 Austris/Danuta//Freedom (plēkšņains)						
655	52.8	50.2	51.5	108.0	114.0	111.0
656	50.1	52.6	51.4	117.0	125.0	121.0
657	58.9	53.5	56.2	145.0	142.0	143.5
665	58.7	51.4	55.0	139.0	133.0	136.0
668	47.5	47.5	47.5	129.0	127.0	128.0
669	56.5	52.8	54.7	164.0	141.0	152.5
671	54.3	54.2	54.2	147.0	151.0	149.0
672	52.4	54.3	53.3	143.0	133.0	138.0
673	50.4	50.0	50.2	145.0	132.0	138.5
674	49.3	52.3	50.8	149.0	128.0	138.5
04-21 Austris/Danuta//Freedom (kailgraudu)						
646	52.2	48.4	50.3	157.0	145.0	151.0
647	48.5	50.5	49.5	161.0	156.0	158.5
648	44.8	46.6	45.7	134.0	120.0	127.0
649	47.8	49.2	48.5	142.0	132.0	137.0

Līnijas Nr.	1000 graudu masa, g			Kopproteīna saturs, g kg^{-1}		
	2007	2008	Vidēji	2007	2008	Vidēji
650	51.8	48.6	50.2	175.0	152.0	163.5
652	47.6	55.6	51.6	150.0	136.0	143.0
658	58.2	55.6	56.9	160.0	136.0	148.0
661	49.0	45.8	47.4	128.0	114.0	121.0
662	49.6	48.7	49.2	174.0	156.0	165.0
664	57.6	49.7	53.7	168.0	137.0	152.5
04-22 Austris/Danuta//KM 2045 (plēkšņains)						
686	51.1	45.9	48.5	139.0	134.0	136.5
689	51.3	48.2	49.8	141.0	145.0	143.0
690	51.8	44.1	48.0	147.0	145.0	146.0
691	52.8	49.7	51.2	158.0	128.0	143.0
692	50.0	47.5	48.7	138.0	129.0	133.5
701	50.1	49.2	49.6	145.0	139.0	142.0
04-22 Austris/Danuta//KM 2045 (kailgraudu)						
679	46.3	42.8	44.6	168.0	144.0	156.0
682	46.0	42.0	44.0	156.0	129.0	142.5
694	47.2	46.4	46.8	155.0	143.0	149.0
695	48.2	50.6	49.4	153.0	147.0	150.0
696	47.9	47.1	47.5	154.0	138.0	146.0
698	43.0	45.1	44.0	124.0	123.0	123.5
699	44.5	51.9	48.2	133.0	127.0	130.0
04-27 Linga/Kristaps//SW 1291 (plēkšņains)						
713	52.8	47.7	50.2	165.5	150.0	157.8
723	47.8	48.9	48.4	144.0	144.0	144.0
728	49.6	48.3	48.9	140.0	147.0	143.5
729	52.9	42.7	47.8	126.0	127.0	126.5
04-27 Linga/Kristaps//SW 1291 (kailgraudu)						
715	53.3	45.8	49.6	152.0	139.0	145.5
719	51.0	45.5	48.2	165.0	146.0	155.5
720	44.7	46.7	45.7	162.0	151.0	156.5
725	44.9	44.7	44.8	154.0	130.0	142.0
04-41 Gāte/Freedom (plēkšņains)						
825	59.4	47.5	53.4	158.0	125.0	141.5
830	51.5	47.1	49.3	126.0	120.0	123.0
834	51.6	50.4	51.0	116.0	130.0	123.0
835	53.6	41.9	47.8	113.0	114.0	113.5
836	43.3	41.3	42.3	130.0	118.0	124.0
04-41 Gāte/Freedom (kailgraudu)						
821	44.2	39.7	42.0	148.0	137.0	142.5
822	49.3	47.0	48.2	137.0	129.0	133.0
824	40.0	43.3	41.6	136.0	126.0	131.0
828	47.4	41.4	44.4	148.0	140.0	144.0
829	48.3	43.2	45.7	128.0	135.0	131.5
833	48.2	41.2	44.7	162.0	142.0	152.0

34. pielikums

F4 un F5 paaudzes vasaras miežu līniju cietes un β-glikānu saturs graudos, 2007-2008. g.

Līnijas Nr.	Ciete, g kg^{-1}			β-glikāns, g kg^{-1}		
	2007	2008	Vidēji	2007	2008	Vidēji
04-9 Justina/L 302 (plēkšņains)						
558	615.0	631.0	623.0	34.0	43.0	38.5
559	594.4	624.0	609.2	34.0	42.0	38.0
565	600.0	625.0	612.5	32.0	39.0	35.5
567	615.0	631.0	623.0	33.0	42.0	37.5
568	610.9	625.0	618.0	31.0	42.0	36.5
04-9 Justina/L 302 (kailgraudu)						
555	630.0	634.0	632.0	46.0	53.0	49.5
556	622.0	635.0	628.5	44.0	51.0	47.5
557	626.0	643.0	634.5	46.0	52.0	49.0
564	602.0	624.0	613.0	43.0	53.0	48.0
562	630.0	649.0	639.5	45.0	53.0	49.0
569	617.0	629.0	623.0	51.0	54.0	52.5
570	608.0	625.0	616.5	45.0	51.0	48.0
571	594.0	648.0	621.0	46.0	53.0	49.5
04-10 Simba/Wanubet (plēkšņains)						
578	605.0	625.0	615.0	35.0	46.0	40.5
579	607.0	630.0	618.5	40.0	48.0	44.0
581	609.0	620.0	614.5	34.0	43.0	38.5
582	611.0	635.0	623.0	32.0	46.0	39.0
04-10 Simba/Wanubet (kailgraudu)						
574	615.0	654.0	634.5	47.0	55.0	51.0
575	638.0	657.0	647.5	50.0	55.0	52.5
584	619.0	664.0	641.5	44.0	52.0	48.0
587	628.0	642.0	635.0	51.0	59.0	55.0
590	612.0	643.0	627.5	43.0	54.0	48.5
04-21 Austris/Danuta//Freedom (plēkšņains)						
655	627.0	635.0	631.0	32.0	40.0	36.0
656	620.0	630.0	625.0	34.0	41.0	37.5
657	609.0	611.0	610.0	33.0	42.0	37.5
665	606.0	617.0	611.5	34.0	44.0	39.0
668	613.0	615.0	614.0	32.0	44.0	38.0
669	595.0	615.0	605.0	34.0	42.0	38.0
671	599.0	602.0	600.5	36.0	42.0	39.0
672	604.0	619.0	611.5	36.0	44.0	40.0
673	606.0	621.0	613.5	35.0	42.0	38.5
674	602.0	620.0	611.0	34.0	41.0	37.5
04-21 Austris/Danuta//Freedom (kailgraudu)						
646	619.0	635.0	627.0	45.0	52.0	48.5
647	617.0	631.0	624.0	45.0	53.0	49.0
648	631.0	668.0	649.5	42.0	52.0	47.0
649	628.0	647.0	637.5	43.0	53.0	48.0

Līnijas Nr.	Ciete, g kg^{-1}			β-glikāni, g kg^{-1}		
	2007	2008	Vidēji	2007	2008	Vidēji
650	601.0	622.0	611.5	42.0	51.0	46.5
652	626.0	655.0	640.5	44.0	52.0	48.0
658	620.0	655.0	637.5	45.0	52.0	48.5
661	641.0	673.0	657.0	42.0	52.0	47.0
662	604.0	622.0	613.0	46.0	54.0	50.0
04-22 Austris/Danuta//KM 2045 (plēkšņains)						
664	609.0	643.0	626.0	47.0	54.0	50.5
686	607.0	614.0	610.5	31.0	45.0	38.0
689	610.0	616.0	613.0	34.0	42.0	38.0
690	601.0	628.0	614.5	32.0	45.0	38.5
691	599.0	625.0	612.0	34.0	40.0	37.0
692	605.0	616.0	610.5	33.0	43.0	38.0
701	596.0	605.0	600.5	36.0	41.0	38.5
04-22 Austris/Danuta//KM 2045 (kailgraudu)						
679	605.0	624.0	614.5	44.0	53.0	48.5
682	613.0	645.0	629.0	44.0	51.0	47.5
694	610.0	632.0	621.0	45.0	53.0	49.0
695	609.0	625.0	617.0	38.0	54.0	46.0
696	611.0	645.0	628.0	44.0	52.0	48.0
698	628.0	640.0	634.0	41.0	53.0	47.0
699	615.0	626.0	620.5	42.0	52.0	47.0
04-27 Linga/Kristaps//SW 1291 (plēkšņains)						
713	593.0	609.0	601.0	35.0	45.0	40.0
723	599.0	625.0	612.0	35.0	44.0	39.5
728	602.0	609.0	605.5	35.0	43.0	39.0
729	613.0	622.0	617.5	32.0	43.0	37.5
04-27 Linga/Kristaps//SW 1291 (kailgraudu)						
715	617.0	630.0	623.5	41.0	51.0	46.0
719	608.0	631.0	619.5	44.0	53.0	48.5
720	606.0	631.0	618.5	43.0	53.0	48.0
725	618.0	631.0	624.5	42.0	50.0	46.0
04-41 Gāte/Freedom (plēkšņains)						
825	602.0	626.0	614.0	38.0	46.0	42.0
830	619.0	629.0	624.0	33.0	42.0	37.5
834	621.0	621.0	621.0	35.0	44.0	39.5
835	629.0	635.0	632.0	36.0	43.0	39.5
836	618.0	631.0	624.5	36.0	41.0	38.5
04-41 Gāte/Freedom (kailgraudu)						
821	627.0	642.0	634.5	47.0	57.0	52.0
822	640.0	659.0	649.5	51.0	56.0	53.5
824	630.0	649.0	639.5	46.0	51.0	48.5
828	624.0	640.0	632.0	44.0	54.0	49.0
829	644.0	649.0	646.5	46.0	53.0	49.5
833	614.0	638.0	626.0	44.0	52.0	48.0

35. pielikums

Vidējo starpības būtiskuma novērtējums pēc 1000 graudu masas starp plēkšņainajām un kailgraudu līnijām dažādās krustojumu kombinācijās, 2007.-2008. g.

Rādītājs	2007		2008	
	Divkanšu, plēkšņaina	Divkanšu, kailgraudu	Divkanšu, plēkšņaina	Divkanšu, kailgraudu
04-09 Justina/L 302				
Vidēji	58.4	50.3	51.8	48.5
Dispersija	22.6	7.2	8.0	8.8
n	5	8	5	8
t_{fakt}	3.508		2.010	
t_{krit}	1.943		1.833	
p	0.006		0.038	
04-10 Simba/Wanubet				
Vidēji	57.0	50.6	49.0	46.9
Dispersija	3.5	3.3	22.7	4.7
n	4	5	4	5
t_{fakt}	5.211		0.815	
t_{krit}	1.943		2.132	
p	0.001		0.230	
04-21 G 131/Danuta//Freedom				
Vidēji	53.1	50.7	51.9	49.9
Dispersija	15.6	18.9	4.5	10.9
n	10	10	10	10
t_{fakt}	1.259		1.622	
t_{krit}	1.734		1.753	
p	0.112		0.063	
04-22 G 131/Danuta//KM 2045				
Vidēji	51.2	46.2	47.4	46.5
Dispersija	1.2	3.5	4.5	13.6
n	6	7	6	7
t_{fakt}	6.005		0.540	
t_{krit}	1.812		1.812	
p	6.56E-05		0.301	
04-41 Gāte/Freedom				
Vidēji	50.7	48.4	46.9	45.7
Dispersija	6.3	19.0	8.2	0.7
n	4	4	4	4
t_{fakt}	0.912		0.836	
t_{krit}	2.015		2.132	
p	0.202		0.225	
04-41 Gāte/Freedom				
Vidēji	51.9	46.2	45.7	42.6
Dispersija	33.1	12.3	15.3	6.4
n	5	6	5	6
t_{fakt}	1.921		1.483	
t_{krit}	1.943		1.894	
p	0.052		0.091	

Vidējo starpības būtiskuma novērtējums pēc kopproteīna satura starp plēkšņainajām un kailgraudu līnijām dažādās krustojumu kombinācijās, 2007.-2008. g.

Rādītājs	2007		2008	
	Divkanšu, plēkšņaina	Divkanšu, kailgraudu	Divkanšu, plēkšņaina	Divkanšu, kailgraudu
04-09 Justina/L 302				
Vidēji	152.1	132.9	126.8	148.9
Dispersija	443.3	490.2	58.7	114.4
n	8	5	5	8
t_{fakt}	1.554		4.326	
t_{krit}	1.860		1.796	
p	0.079		0.001	
04-10 Simba/Wanubet				
Vidēji	146.5	159	133.3	135.8
Dispersija	187	32.5	14.3	101.2
n	4	5	4	5
t_{fakt}	1.713		0.523	
t_{krit}	2.132		2.015	
p	0.081		0.312	
04-21 G 131/Danuta//Freedom				
Vidēji	138.6	154.9	132.6	138.4
Dispersija	268.9	262.1	106.0	204.0
n	10	10	10	10
t_{fakt}	2.237		1.042	
t_{krit}	1.734		1.746	
p	0.019		0.157	
04-22 G 131/Danuta//KM 2045				
Vidēji	144.7	149.0	134.2	138.4
Dispersija	54.7	228.0	81.4	82.6
n	6	7	6	7
t_{fakt}	0.671		0.846	
t_{krit}	1.833		1.796	
p	0.259		0.208	
04-41 Gāte/Freedom				
Vidēji	143.9	158.3	142.0	141.5
Dispersija	267.4	38.9	106.0	83.0
n	4	4	4	4
t_{fakt}	1.64		0.073	
t_{krit}	2.13		1.943	
p	0.09		0.472	
04-41 Gāte/Freedom				
Vidēji	128.6	143.2	121.4	134.8
Dispersija	318.8	144.2	38.8	38.9
n	5	6	5	6
t_{fakt}	1.555		3.558	
t_{krit}	1.895		1.833	
p	0.082		0.003	

37. pielikums

Vidējo starpības būtiskuma novērtējums pēc cietes satura starp plēkšņainajām un kailgraudu līnijām dažādās krustojumu kombinācijās, 2007.-2008. g.

Rādītājs	2007		2008	
	Divkanšu, plēkšņaina	Divkanšu, kailgraudu	Divkanšu, plēkšņaina	Divkanšu, kailgraudu
04-09 Justina/L 302				
Vidēji	616.1	607.1	625.0	632.5
Dispersija	181.8	87.7	6.5	94.9
n	8	5	5	8
t_{fakt}	1.428		2.068	
t_{krit}	1.796		1.860	
p	0.090		0.036	
04-10 Simba/Wanubet				
Vidēji	608.0	622.4	627.5	651.0
Dispersija	6.7	112.3	41.7	63.5
n	4	5	4	5
t_{fakt}	2.932		4.888	
t_{krit}	2.015		1.895	
p	0.016		0.001	
04-21 G 131/Danuta//Freedom				
Vidēji	608.1	619.6	618.5	645.1
Dispersija	93.4	156.5	85.4	319.4
n	10	10	10	10
t_{fakt}	2.300		4.181	
t_{krit}	1.740		1.771	
p	0.017		0.001	
04-22 G 131/Danuta//KM 2045				
Vidēji	603.0	613.0	617.3	631.9
Dispersija	27.6	53.7	77.9	63.8
n	6	7	6	7
t_{fakt}	2.855		3.090	
t_{krit}	1.796		1.812	
p	0.008		0.006	
04-41 Gāte/Freedom				
Vidēji	601.8	612.3	616.3	630.8
Dispersija	70.3	37.6	71.6	0.3
n	4	4	4	4
t_{fakt}	2.02		3.422	
t_{krit}	2.02		2.353	
p	0.05		0.021	
04-41 Gāte/Freedom				
Vidēji	617.8	629.8	628.4	646.2
Dispersija	96.7	119.4	27.8	60.6
n	5	6	5	6
t_{fakt}	1.921		4.490	
t_{krit}	1.833		1.833	
p	0.043		0.001	

Vidējo starpības būtiskuma novērtējums pēc β-glikānu satura starp plēkšņainajām un kailgraudu līnijām dažādās krustojumu kombinācijās, 2007.-2008. g.

Rādītājs	2007		2008	
	Divkanšu, plēkšņaina	Divkanšu, kailgraudu	Divkanšu, plēkšņaina	Divkanšu, kailgraudu
04-09 Justina/L 302				
Vidēji	45.8	32.8	41.6	50.0
Dispersija	5.6	1.7	2.3	28.6
n	8	5	5	8
t_{fakt}	12.666		4.184	
t_{krit}	1.796		1.833	
p	3.33E-08		0.001	
04-10 Simba/Wanubet				
Vidēji	35.3	47.0	45.8	55.0
Dispersija	11.6	12.5	4.3	6.5
n	4	5	4	5
t_{fakt}	5.058		6.02	
t_{krit}	1.895		1.89	
p	0.001		0.0003	
04-21 G 131/Danuta//Freedom				
Vidēji	34.0	44.1	42.2	52.5
Dispersija	2.0	3.2	2.0	0.9
n	10	10	10	10
t_{fakt}	13.991		19.127	
t_{krit}	1.740		1.746	
p	4.65E-11		9.51E-13	
04-22 G 131/Danuta//KM 2045				
Vidēji	33.3	42.6	44.3	53.9
Dispersija	3.1	6.0	18.3	4.8
n	6	7	6	7
t_{fakt}	7.917		4.930	
t_{krit}	1.796		1.895	
p	3.6E-06		0.001	
04-41 Gāte/Freedom				
Vidēji	34.3	42.5	43.8	51.8
Dispersija	2.3	1.7	0.9	2.3
n	4	4	4	4
t_{fakt}	8.337		8.991	
t_{krit}	1.943		2.015	
p	8.08E-05		0.0001	
04-41 Gāte/Freedom				
Vidēji	35.6	46.3	43.2	53.8
Dispersija	3.3	6.7	3.7	5.4
n	5	6	5	6
t_{fakt}	8.065		8.317	
t_{krit}	1.833		8.1E-06	
p	1.04E-05		1.833	

39. pielikums

Krustojumu kombinācijas 04-9 (Justina/L 302) plēkšņaino līniju un vecākauga šķirnes aminoskābju saturs un tā aprakstošā statistika, g kg^{-1} sausnā, 2008. g.

Genotips	**Ala***	**Arg**	**Asp**	**Cys**	**Gly**	**Glu**	**His**	**Ile**	**Leu**
567	4.8	5.6	7.0	1.5	4.8	29.0	2.5	3.1	7.9
565	3.3	4.0	4.9	1.1	3.3	22.8	1.8	2.3	5.7
568	4.5	5.4	6.8	1.4	4.4	28.7	2.4	2.9	7.4
559	5.0	6.1	7.4	1.3	5.0	33.0	2.7	3.5	8.6
558	4.1	4.9	6.4	1.1	4.5	26.8	2.2	2.5	6.8
vidēji	**4.4**	**5.2**	**6.5**	**1.3**	**4.4**	**28.1**	**2.3**	**2.9**	**7.3**
min	**3.3**	**4.0**	**4.9**	**1.1**	**3.3**	**22.8**	**1.8**	**2.3**	**5.7**
max	**5.0**	**6.1**	**7.4**	**1.5**	**5.0**	**33.0**	**2.7**	**3.5**	**8.6**
s	**0.7**	**0.8**	**0.9**	**0.2**	**0.6**	**3.7**	**0.3**	**0.5**	**1.1**
V%	**15.5**	**15.6**	**14.5**	**13.7**	**14.7**	**13.2**	**14.3**	**16.9**	**14.9**
Genotips	**Lys**	**Met**	**Tyr**	**Phe**	**Pro**	**Ser**	**Thr**	**Trp**	**Val**
567	4.2	0.9	3.5	5.9	13.6	5.4	4.0	0.5	4.4
565	2.9	0.9	2.6	4.5	10.9	3.9	2.8	0.4	3.2
568	4.0	1.2	3.3	5.9	13.7	5.1	3.7	0.5	4.1
559	4.6	1.0	3.8	7.0	16.2	5.7	4.3	0.5	4.8
558	3.6	0.7	3.1	5.4	13.0	4.8	3.5	0.4	3.6
vidēji	**3.8**	**1.0**	**3.3**	**5.7**	**13.5**	**5.0**	**3.7**	**0.5**	**4.0**
min	**2.9**	**0.7**	**2.6**	**4.5**	**10.9**	**3.9**	**2.8**	**0.4**	**3.2**
max	**4.6**	**1.2**	**3.8**	**7.0**	**16.2**	**5.7**	**4.3**	**0.5**	**4.8**
s	**0.7**	**0.2**	**0.5**	**0.9**	**1.9**	**0.7**	**0.6**	**0.1**	**0.6**
V%	**17.1**	**20.1**	**14.5**	**15.4**	**14.0**	**13.5**	**15.2**	**14.5**	**15.7**

*Thr – treonīns, Cys – cisteīns, Lys – lizīns, Met – metionīns, Val – valīns, Ile – izoleicīns, Leu – leicīns, Trp – triptofāns, Glu – glutamīnskābe, Pro – prolīns.

40. pielikums

Krustojumu kombinācijas 04-9 (Justina/L 302) kailgraudu līniju un vecākauga šķirnes aminoskābju saturs un tā aprakstošā statistika, g kg^{-1} sausnā, 2008. g.

Genotips	**Ala**	**Arg**	**Asp**	**Cys**	**Gly**	**Glu**	**His**	**Ile**	**Leu**
555	4.1	4.6	6.3	1.4	4.2	29.5	2.2	2.6	7.1
562	4.0	4.1	5.8	1.6	4.0	23.8	1.9	2.0	6.2
564	4.7	5.7	6.9	1.4	4.9	32.7	2.5	3.0	8.1
571	4.5	5.5	6.6	1.4	4.7	31.9	2.5	3.3	8.0
556	4.6	5.6	7.2	1.5	4.9	32.2	2.5	3.2	8.0
569	5.2	6.0	7.4	1.7	5.2	36.4	2.8	3.4	9.2
570	4.6	5.5	6.8	1.6	4.8	35.1	2.6	3.0	8.4
557	3.8	4.5	5.8	1.3	4.0	28.7	2.1	2.6	6.9
vidēji	**4.4**	**5.2**	**6.6**	**1.5**	**4.6**	**31.3**	**2.4**	**2.9**	**7.7**
min	**3.8**	**4.1**	**5.8**	**1.3**	**4.0**	**23.8**	**1.9**	**2.0**	**6.2**
max	**5.2**	**6.0**	**7.4**	**1.7**	**5.2**	**36.4**	**2.8**	**3.4**	**9.2**
s	**0.5**	**0.7**	**0.6**	**0.1**	**0.5**	**4.0**	**0.3**	**0.5**	**1.0**
V%	**10.3**	**13.0**	**9.1**	**9.3**	**9.8**	**12.7**	**11.9**	**16.4**	**12.4**

Genotips	**Lys**	**Met**	**Tyr**	**Phe**	**Pro**	**Ser**	**Thr**	**Trp**	**Val**
555	3.4	1.0	3.2	5.8	14.4	4.9	3.4	0.4	3.8
562	3.3	1.3	2.8	5.0	12.1	4.1	2.9	0.4	2.9
564	4.1	1.1	3.7	6.7	16.5	5.6	4.0	0.5	4.3
571	3.9	0.9	3.7	6.3	15.4	5.4	3.9	0.5	4.5
556	4.1	1.0	3.7	6.5	15.5	5.5	4.1	0.5	4.4
569	4.4	1.3	4.2	7.4	18.3	6.2	4.4	0.6	4.7
570	3.9	1.5	3.9	7.2	17.8	5.7	3.9	0.5	4.1
557	3.3	1.0	3.2	5.7	14.1	4.7	3.3	0.4	3.6
vidēji	**3.8**	**1.1**	**3.6**	**6.3**	**15.5**	**5.3**	**3.7**	**0.5**	**4.0**
min	**3.3**	**0.9**	**2.8**	**5.0**	**12.1**	**4.1**	**2.9**	**0.4**	**2.9**
max	**4.4**	**1.5**	**4.2**	**7.4**	**18.3**	**6.2**	**4.4**	**0.6**	**4.7**
s	**0.4**	**0.2**	**0.4**	**0.8**	**2.0**	**0.7**	**0.5**	**0.1**	**0.6**
V%	**11.0**	**19.8**	**12.5**	**12.8**	**13.2**	**12.7**	**12.7**	**12.2**	**14.5**

*Thr – treonīns, Cys – cisteīns, Lys – lizīns, Met – metionīns, Val – valīns, Ile – izoleicīns, Leu – leicīns, Trp – triptofāns, Glu – glutamīnskābe, Pro – prolīns.

41. pielikums

Neaizvietojamo (NA) un aizvietojamo aminoskābju (AA) kopējais saturs sausnā, g kg^{-1}, 2008. g.

Vecāki, Līnijas	Neaizvietojamās aminoskābes, g kg^{-1}									Aizvietojamās aminoskābes, g kg^{-1}		
	Thr*	Cys	Lys	Met	Val	Ile	Leu	Trp	Kopā	Glu	Pro	Kopā
Plēkšņains												
♀Justina	**3.1**	**1.2**	**3.3**	**1.0**	**3.5**	**2.5**	**6.1**	**0.4**	**20.9**	**23.1**	**10.6**	**33.7**
567	4.0	1.5	4.2	0.9	4.4	3.1	7.9	0.5	26.6	29.0	13.6	42.6
565	2.8	1.1	2.9	0.9	3.2	2.3	5.7	0.4	19.3	22.8	10.9	33.8
568	3.7	1.4	4.0	1.2	4.1	2.9	7.4	0.5	25.2	28.7	13.7	42.4
559	4.3	1.3	4.6	1.0	4.8	3.5	8.6	0.5	28.6	33.0	16.2	49.2
558	3.5	1.1	3.6	0.7	3.6	2.5	6.8	0.4	22.2	26.8	13.0	39.8
Kailgraudu												
♂L 302	**4.6**	**1.6**	**4.3**	**1.2**	**4.9**	**3.6**	**9.3**	**0.6**	**30.1**	**38.1**	**19.4**	**57.5**
555	3.4	1.4	3.4	1.0	3.8	2.6	7.1	0.4	23.2	29.5	14.4	43.9
562	2.9	1.6	3.3	1.3	2.9	2.0	6.2	0.4	20.4	23.8	12.1	35.8
564	4.0	1.4	4.1	1.1	4.3	3.0	8.1	0.5	26.5	32.7	16.5	49.2
571	3.9	1.4	3.9	0.9	4.5	3.3	8.0	0.5	26.5	31.9	15.4	47.3
556	4.1	1.5	4.1	1.0	4.4	3.2	8.0	0.5	26.6	32.2	15.5	47.7
569	4.4	1.7	4.4	1.3	4.7	3.4	9.2	0.6	29.6	36.4	18.3	54.8
570	3.9	1.6	3.9	1.5	4.1	3.0	8.4	0.5	27.1	35.1	17.8	52.9
557	3.3	1.3	3.3	1.0	3.6	2.6	6.9	0.4	22.3	28.7	14.1	42.8

* Thr – treonīns, Cys – cisteīns, Lys – lizīns, Met – metionīns, Val – valīns, Ile – izoleicīns, Leu – leicīns, Trp – triptofāns, Glu – glutamīnskābe, Pro – prolīns.

42. pielikums

Neaizvietojamo (NA) un aizvietojamo (AA) aminoskābju kopējais saturs proteīnā genotipiem no krustojumu kombinācijas 04-09 (Justina/L 302), g 100 g proteīna, 2008. g.

Vecāki, līnijas	Neaizvietojamās aminoskābes, g 100 g proteīna									Aizvietojamās aminoskābes, g 100 g proteīna		
	Thr*	Cys	Lys	Met	Val	Ile	Leu	Trp	kopā	Glu	Pro	kopā
Plēkšņains												
♀Justina	2.6	1.0	2.7	0.8	2.9	2.1	5.1	0.3	**17.6**	8.9	19.4	**28.3**
567	3.2	1.2	3.4	0.8	3.6	2.5	6.4	0.4	**21.5**	11.0	23.4	**34.4**
565	2.2	0.9	2.3	0.7	2.5	1.8	4.5	0.3	**15.3**	8.7	18.1	**26.8**
568	2.9	1.1	3.1	1.0	3.2	2.3	5.8	0.4	**19.9**	10.8	22.6	**33.4**
559	3.1	0.9	3.3	0.7	3.5	2.5	6.2	0.4	**20.6**	11.6	23.8	**35.4**
558	3.0	0.9	3.0	0.6	3.1	2.1	5.8	0.4	**18.8**	11.0	22.7	**33.7**
Kailgraudu												
♂L 302	2.9	1.0	2.7	0.8	3.1	2.3	5.8	0.4	**18.9**	12.2	24.0	**36.2**
555	2.2	0.9	2.2	0.7	2.5	1.7	4.6	0.3	**15.1**	9.3	19.2	**28.5**
562	2.2	1.2	2.4	0.9	2.2	1.5	4.6	0.3	**15.1**	8.9	17.6	**26.5**
564	2.5	0.9	2.5	0.7	2.7	1.8	5.1	0.3	**16.5**	10.2	20.3	**30.6**
571	2.9	1.0	2.9	0.6	3.3	2.4	5.9	0.4	**19.3**	11.2	23.3	**34.5**
556	2.7	1.0	2.7	0.6	2.9	2.1	5.3	0.3	**17.7**	10.4	21.4	**31.8**
569	2.7	1.1	2.7	0.8	2.9	2.1	5.7	0.4	**18.5**	11.4	22.8	**34.2**
570	2.5	1.0	2.5	1.0	2.6	1.9	5.4	0.3	**17.4**	11.4	22.5	**33.9**
557	2.4	0.9	2.4	0.7	2.6	1.9	5.0	0.3	**16.2**	10.2	20.8	**31.0**

* Thr – treonīns, Cys – cisteīns, Lys – lizīns, Met – metionīns, Val – valīns, Ile – izoleicīns, Leu – leicīns, Trp – triptofāns, Glu – glutamīnskābe, Pro – prolīns.

43. pielikums

Vidējo starpības būtiskuma novērtējums pēc aminoskābju satura sausnā (g kg^{-1}) un proteīnā (g 100 g proteīna) starp miežu genotipu grupām ar atšķirīgu kopproteīna saturu graudos no krustojumu kombinācijas 04-09 (Justina/L 302), 2008. g.

Rādītājs	**Kopproteīna saturs, g kg-1**		**NA, g kg^{-1}***	
	1. grupa	2. grupa	1. grupa	2. grupa
Vidēji	129.2	156.7	23.6	27.2
Dispersija	67.4	17.5	10.5	6.3
n	9	6	9	6
t_{fakt}	8.508		2.426	
t_{krit}	1.782		1.771	
p	9.95312E-07		0.015	
	NA, g 100 g proteīna		**AA, g kg^{-1}**	
	1. grupa	2. grupa	1. grupa	2. grupa
Vidēji	18.0	17.2	40.8	51.0
Dispersija	7.0	2.0	31.0	25.0
n	9	6	9	6
t_{fakt}	0.796		3.698	
t_{krit}	1.771		1.782	
p	0.220		0.002	
	AA, g 100 g proteīna		**NA/AA (g 100 g proteīna) attiecība**	
	1. grupa	2. grupa	1. grupa	2. grupa
Vidēji	31.5	32.5	0.57	0.53
Dispersija	12.3	7.7	0.0025	0.0001
n	9	6	9	6
t_{fakt}	0.607		2.449	
t_{krit}	1.782		1.833	
p	0.278		0.018	

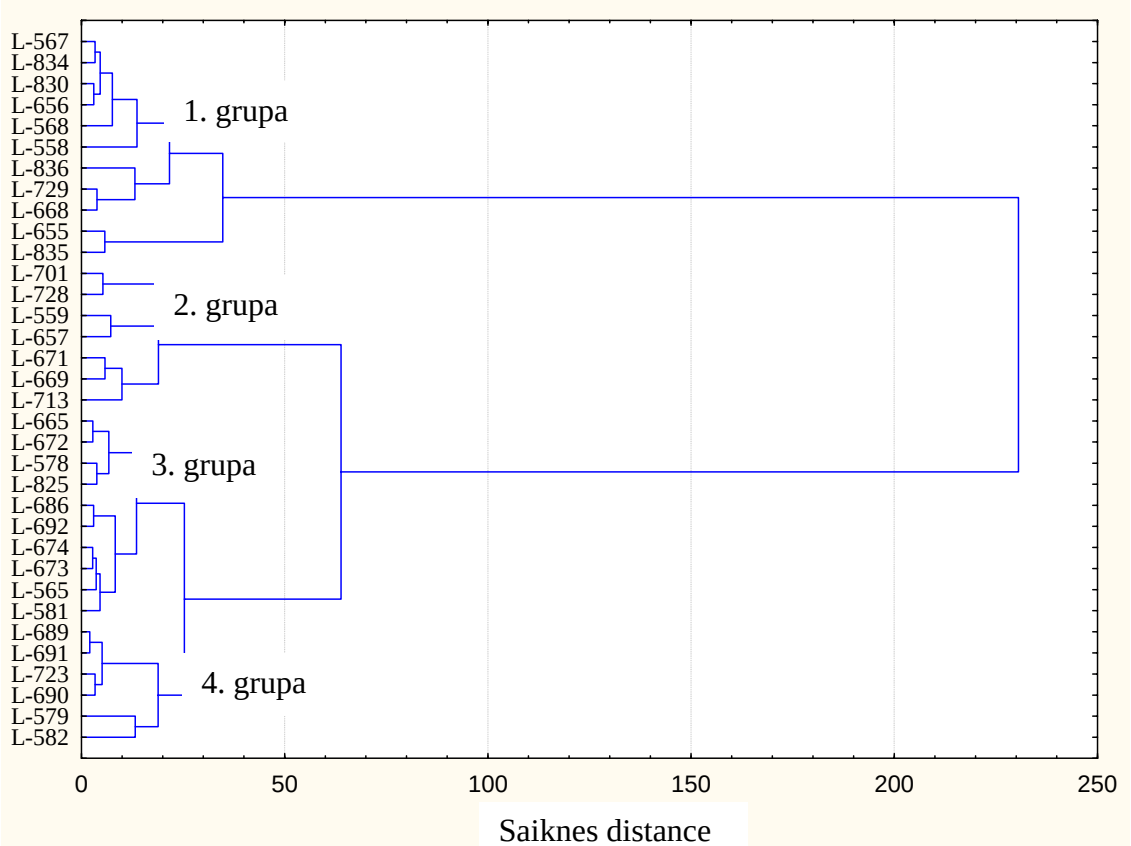
*NA - neaizvietojamo aminoskābju (lizīna, metionīna, cistīna, treonīna, triptofāna, izoleicīna, leicīna, valīna) summa; AA - aizvietojamo aminoskābju (glutamīnskābes, prolīna) summa

44. pielikums

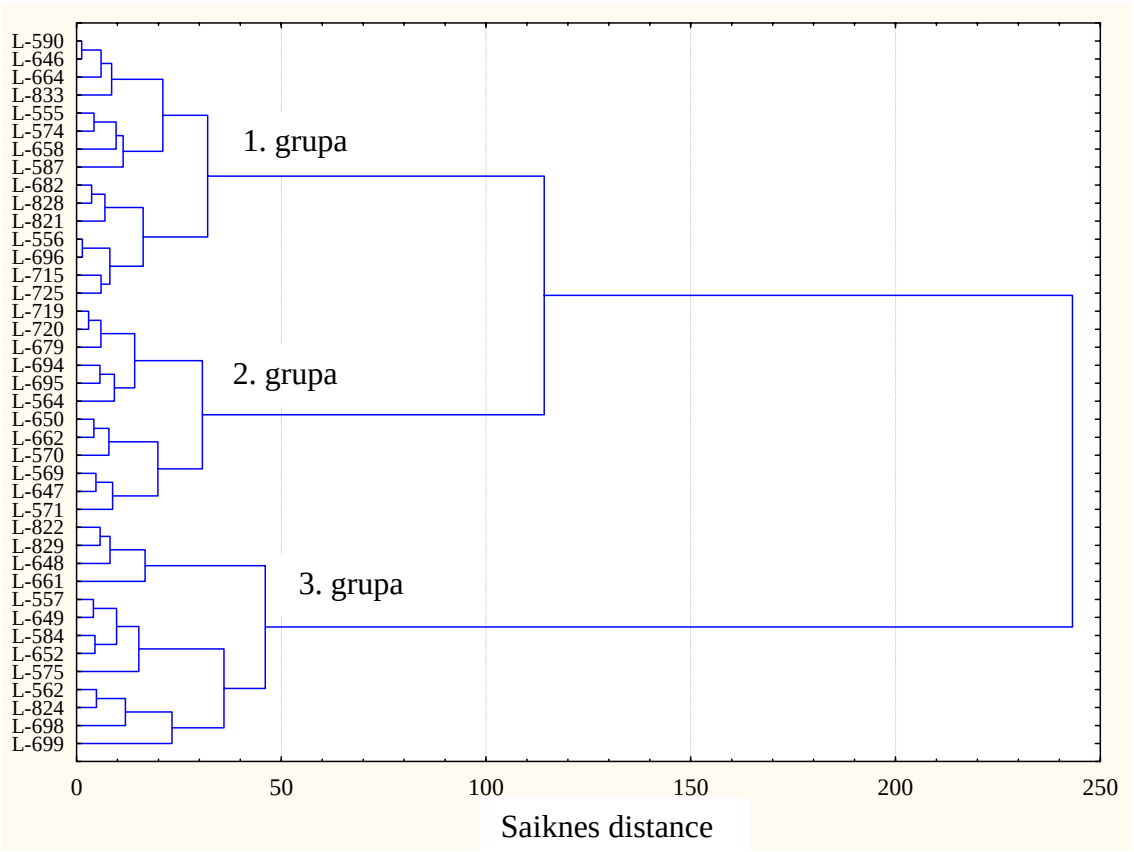
Korelācijas koeficienti starp kopproteīna un aminoskābju saturu sausnā, g kg^{-1}, 2008.g., (n=13,$r_{0.05}$=0.553; $r_{0.01}$=0.684)

Aminoskābe	Korelācijas koeficients	Aminoskābe	Korelācijas koeficients
Histidīns	0.642*	Cistīns	0.734**
Serīns	0.700**	Lizīns	0.448
Arginīns	0.498	Tirozīns	0.726**
Glicīns	0.628*	Metionīns	0.611*
Aspargīnskābe	0.537	Valīns	0.496
Glutamīnskābe	0.796**	Izoleicīns	0.488
Treonīns	0.590*	Leicīns	0.688**
Alanīns	0.564*	Fenilalanīns	0.776**
Prolīns	0.836**	Triptofāns	0.666*

*,** - korelācijas koeficienti statistiski nozīmīgi ar varbūtību attiecīgi 95 un 99%.



Plēkšņaino līniju sadalījums grupās ar klāsteru analīzi pēc graudu kvalitātes rādītājiem, 2007.-2008. g.



Kailgraudu līniju sadalījums grupās ar klāsteru analīzi pēc graudu kvalitātes rādītājiem, 2007.-2008. g.

47. pielikums

Klāsteranalīzē iegūto grupu aprakstošā statistika plēkšņainajām miežu līnijām

Rādītāji	1000 graudu masa, g	Kopproteīns, g kg^{-1}	Ciete, g kg^{-1}	β-glikāni, g kg^{-1}
1. grupa				
n	11	11	11	11
Vidējais	50.2	120.9	623.0	37.9
Standartnovirze	4.0	5.4	5.4	1.1
Amplitūda	15.9	17.0	18.0	3.5
Min	42.3	111.0	614.0	36.0
Max	58.2	128.0	632.0	39.5
V%	8.0	4.4	0.9	2.9
2. grupa				
n	7	7	7	7
Vidējais	53.4	148.3	604.5	38.6
Standartnovirze	4.0	5.7	4.0	0.8
Amplitūda	10.8	15.8	9.5	2.5
Min	48.9	142.0	600.5	37.5
Max	59.8	157.8	610.0	40.0
V%	7.4	3.8	0.7	2.2
3. grupa				
n	6	6	6	6
Vidējais	50.6	143.5	615.5	39.3
Standartnovirze	2.5	3.7	4.4	2.4
Amplitūda	6.7	11.0	11.0	7.0
Min	48.0	137.0	612.0	37.0
Max	54.7	148.0	623.0	44.0
V%	4.9	2.6	0.7	6.2
4. grupa				
n	10	10	10	10
Vidējais	51.8	137.7	612.5	38.8
Standartnovirze	2.4	2.2	1.7	1.8
Amplitūda	6.6	8.0	4.5	6.5
Min	48.5	133.5	610.5	35.5
Max	55.0	141.5	615.0	42.0
V%	4.6	1.6	0.3	4.6

48. pielikums

Klāsteranalīzē iegūto grupu aprakstošā statistika kailgraudu miežu līnijām

Rādītāji	1000 graudu masa, g	Kopproteīns, g kg^{-1}	Ciete, g kg^{-1}	β-glikāni, g kg^{-1}
1. grupa				
n	15	15	15	15
Vidējais	48.3	147.5	629.7	49.0
Standartnovirze	4.0	4.0	4.3	2.3
Amplitūda	14.9	12.5	14.0	9.0
Min	42.0	142.0	623.5	46.0
Max	56.9	154.5	637.5	55.0
V%	8.2	2.7	0.7	4.8
2. grupa				
n	12	12	12	12
Vidējais	48.7	157.7	617.7	48.6
Standartnovirze	2.7	5.8	4.1	1.7
Amplitūda	8.8	17.0	12.5	6.5
Min	44.6	149.0	611.5	46.0
Max	53.4	166.0	624.0	52.5
V%	5.6	3.7	0.7	3.4
3. grupa				
n	13	13	13	13
Vidējais	47.1	133.3	641.3	48.8
Standartnovirze	2.6	7.2	9.1	2.1
Amplitūda	10.0	23.5	36.5	6.5
Min	41.6	121.0	620.5	47.0
Max	51.6	144.5	657.0	53.5
V%	5.5	5.4	1.4	4.2

1000 graudu masas un kopproteīna satura vidējo starpības būtiskuma novērtējums klāsteranalīzē iegūtajām plēkšņainajām miežu līniju grupām (vidēji 2007.-2008. g.)

Rādītājs	1000 graudu masa, g		Kopproteīns, g kg^{-1}	
	1. grupa	2. grupa	1. grupa	2. grupa
Vidēji	50.2	53.4	120.9	148.3
Dispersija	16.3	15.7	28.7	32.5
n	11	7	11	7
t_{fakt}	1.642		10.161	
t_{krit}	1.771		1.782	
p	0.062		1.51E-07	
	1. grupa	3. grupa	1. grupa	3. grupa
Vidēji	50.2	50.6	120.9	143.5
Dispersija	16.3	6.2	28.7	13.9
n	11	6	11	6
t_{fakt}	0.248		10.180	
t_{krit}	1.753		1.761	
p	0.404		3.74E-08	
	1. grupa	4. grupa	1. grupa	4. grupa
Vidēji	50.2	51.8	120.9	137.7
Dispersija	16.3	5.6	28.7	4.9
n	11	10	11	10
t_{fakt}	1.114		9.504	
t_{krit}	1.746		1.761	
p	0.141		8.74E-08	
	2. grupa	3. grupa	2. grupa	3. grupa
Vidēji	53.4	53.4	148.3	143.5
Dispersija	15.7	15.7	32.5	13.9
n	7	7	7	6
t_{fakt}	1.535		1.811	
t_{krit}	1.812		1.812	
p	0.078		0.050	
	2. grupa	4. grupa	2. grupa	4. grupa
Vidēji	53.4	51.8	148.3	137.7
Dispersija	15.7	5.6	32.5	4.9
n	7	10	7	10
t_{fakt}	0.942		4.687	
t_{krit}	1.833		1.895	
p	0.185		0.001	
	3. grupa	4. grupa	3. grupa	4. grupa
Vidēji	53.4	51.8	143.5	137.7
Dispersija	15.7	5.6	13.9	4.9
n	7	10	6	10
t_{fakt}	0.952		3.489	
t_{krit}	1.812		1.895	
p	0.182		0.005	

50. pielikums

Cietes un β-glikānu vidējo starpības būtiskuma novērtējums klāsteranalīzē iegūtajām plēkšņainajām miežu līniju grupām (vidēji 2007.-2008. g.)

	Ciete, g kg^{-1}		β-glikāni, g kg^{-1}	
Rādītājs	1. grupa	2. grupa	1. grupa	2. grupa
Vidēji	623.0	604.5	37.9	38.6
Dispersija	29.3	16.3	1.2	0.7
n	11	7	11	7
t_{fakt}	8.264		0.072	
t_{krit}	1.753		1.545	
p	2.9E-07		1.753	
	1. grupa	3. grupa	1. grupa	3. grupa
Vidēji	623.0	615.5	37.9	39.3
Dispersija	29.3	19.4	1.2	6.0
n	11	6	11	6
t_{fakt}	3.087		0.106	
t_{krit}	1.782		1.399	
p	4.7E-03		1.943	
	1. grupa	4. grupa	1. grupa	4. grupa
Vidēji	623.0	612.5	37.9	38.8
Dispersija	29.3	2.9	1.2	3.2
n	11	10	11	10
t_{fakt}	6.140		0.098	
t_{krit}	1.782		1.356	
p	2.5E-05		1.753	
	2. grupa	3. grupa	2. grupa	3. grupa
Vidēji	604.5	615.5	38.6	39.3
Dispersija	16.3	19.4	0.7	6.0
n	7	6	7	6
t_{fakt}	4.652		0.247	
t_{krit}	1.812		0.728	
p	4.5E-04		1.943	
	2. grupa	4. grupa	2. grupa	4. grupa
Vidēji	604.5	612.5	38.6	38.8
Dispersija	16.3	2.9	0.7	3.2
n	7	10	7	10
t_{fakt}	4.898		0.393	
t_{krit}	1.895		0.276	
p	8.8E-04		1.761	
	3. grupa	4. grupa	3. grupa	4. grupa
Vidēji	615.5	612.5	39.3	38.8
Dispersija	19.4	2.9	6.0	3.2
n	6	10	6	10
t_{fakt}	1.626		0.312	
t_{krit}	1.943		0.509	
p	7.8E-02		1.860	

51. pielikums

1000 graudu masas un kopproteīna vidējo starpības būtiskuma novērtējums klāsteranalīzē iegūtajām kailgraudu miežu līniju grupām (vidēji 2007.-2008. g.)

	1000 graudu masa, g		Kopproteīns, g kg^{-1}	
Rādītājs	1. grupa	2. grupa	1. grupa	2. grupa
Vidēji	48.3	48.7	147.5	157.7
Dispersija	15.7	7.3	15.7	33.2
n	15	12	15	12
t_{fakt}	0.247		6.342	
t_{krit}	1.711		1.734	
p	0.403		2.82E-06	
	1. grupa	3. grupa	1. grupa	3. grupa
Vidēji	48.3	47.1	147.5	133.3
Dispersija	15.7	6.8	15.7	51.7
n	15	13	15	13
t_{fakt}	0.899		5.185	
t_{krit}	1.711		1.729	
p	0.189		2.63E-05	
	2. grupa	3. grupa	2. grupa	3. grupa
Vidēji	48.7	47.1	157.7	133.3
Dispersija	7.3	6.8	33.2	51.7
n	12	13	12	13
t_{fakt}	1.405		9.392	
t_{krit}	1.714		1.714	
p	0.087		1.23E-09	
	Ciete, g kg-1		β-glikāni, g kg^{-1}	
Rādītājs	1. grupa	2. grupa	1. grupa	2. grupa
Vidēji	629.7	617.7	49.0	48.6
Dispersija	18.2	17.1	5.5	2.8
n	15	12	15	12
t_{fakt}	7.347		0.464	
t_{krit}	1.711		1.708	
p	6.89E-08		0.323	
	1. grupa	3. grupa	1. grupa	3. grupa
Vidēji	629.7	641.3	49.0	48.8
Dispersija	18.2	83.3	5.5	4.3
n	15	13	15	13
t_{fakt}	4.199		0.257	
t_{krit}	1.746		1.706	
p	0.0003		0.400	
	2. grupa	3. grupa	2. grupa	3. grupa
Vidēji	617.7	641.3	48.6	48.8
Dispersija	17.1	83.3	2.8	4.3
n	12	13	12	13
t_{fakt}	8.426		0.126	
t_{krit}	1.740		1.714	
p	8.95E-08		0.450	

52. pielikums

Cietes un β-glikānu vidējo starpības būtiskuma novērtējums klāsteranalīzē iegūtajām kailgraudu miežu līniju grupām (vidēji 2007.-2008. g.)

	Ciete, g kg^{-1}		β-glikāni, g kg^{-1}	
Rādītājs	1. grupa	2. grupa	1. grupa	2. grupa
Vidēji	629.7	617.7	49.0	48.6
Dispersija	18.2	17.1	5.5	2.8
n	15	12	15	12
t_{fakt}	7.347		0.464	
t_{krit}	1.711		1.708	
p	6.89E-08		0.323	
	1. grupa	3. grupa	1. grupa	3. grupa
Vidēji	629.7	641.3	49.0	48.8
Dispersija	18.2	83.3	5.5	4.3
n	15	13	15	13
t_{fakt}	4.199		0.257	
t_{krit}	1.746		1.706	
p	0.0003		0.400	
	2. grupa	3. grupa	2. grupa	3. grupa
Vidēji	617.7	641.3	48.6	48.8
Dispersija	17.1	83.3	2.8	4.3
n	12	13	12	13
t_{fakt}	8.426		0.126	
t_{krit}	1.740		1.714	
p	8.95E-08		0.450	

53. pielikums

Plēkšņaino un kailgraudu F4 un F5 paaudzes līniju graudu kvalitātes rādītāju vidējo starpības būtiskuma novērtējums (2007.-2008. g.)

Rādītājs	Divkanšu, plēkšņaina		Divkanšu, kailgraudu	
	2007	2008	2007	2008
1000 graudu masa, g				
Vidēji	53.5	49.3	48.9	47.1
Dispersija	19.6	13.9	13.6	13.3
n	34	34	40	40
t_{fakt}	5.571		3.122	
t_{krit}	1.692		1.684	
p	1.71E-06		0.001	
Kopproteīns, g kg^{-1}				
Vidēji	138.9	131.4	152.4	139.5
Dispersija	258.6	93.4	225.8	129.3
n	34	34	40	40
t_{fakt}	3.329		5.792	
t_{krit}	1.692		1.684	
p	0.001		5.03E-07	
Ciete, g kg^{-1}				
Vidēji	607.7	621.5	618.9	640.8
Dispersija	82.8	73.5	139.1	170.7
n	34	34	40	40
t_{fakt}	10.295		13.009	
t_{krit}	1.692		1.684	
p	3.89E-12		4.56E-16	
β-glikāns, g kg^{-1}				
Vidēji	34.1	42.9	44.7	52.9
Dispersija	3.7	3.9	7.6	3.0
n	34	34	40	40
t_{fakt}	22.874		23.424	
t_{krit}	1.692		1.684	
p	4.07E-22		6.98E-25	

54. pielikums

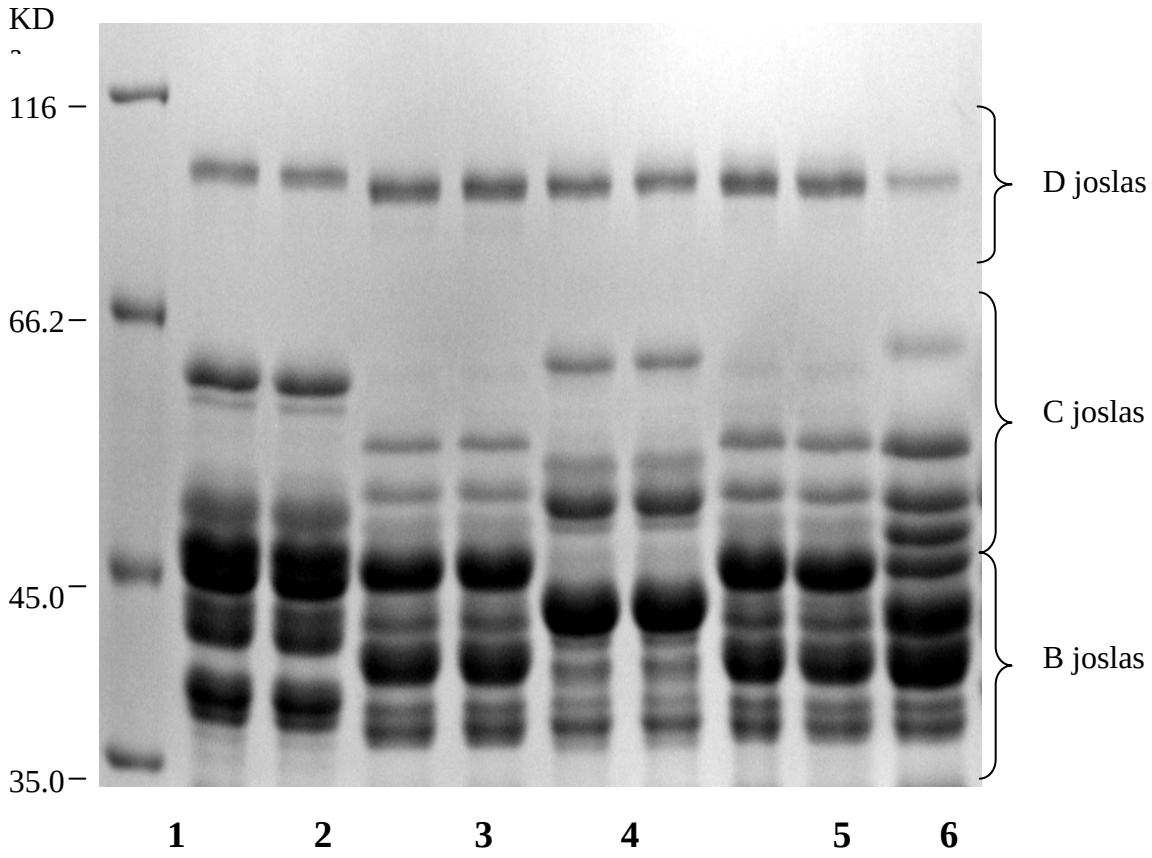
Plēkšņainajām un kailgraudu miežu F4 un F5 paaudzes līniju graudu kvalitātes rādītāju regresijas analīzes aprakstošā statistika (2007.-2008. g.)

PLĒKŠŅAINĀS LĪNIJAS					
1000 graudu masa, g					
Regresijas statistika					
Korelācijas koeficients r		0.405			
Determinācijas koeficients R^2		0.164			
Regresijas standartnovirze		3.461			
n		34			
	bp	NKS	MS	F_{fakt}	p-vērtība
Regresija	1	75.22003	75.22003	6.278867	0.0174
Atlikuma	32	383.356	11.97987		
Kopējā	33	458.576			
Regresijas koeficienti		Koeficienta standartnovirze	t_{Stat}	p-vērtība	
b_0	31.00081	7.307261	4.242467	0.000176	
b	0.340872	0.136035	2.505767	0.017499	
Kopproteīna saturs, g kg^{-1}					
Regresijas statistika					
Korelācijas koeficients r		0.598			
Determinācijas koeficients R^2		0.358			
Regresijas standartnovirze		8.04			
n		34			
	bp	NKS	MS	F_{fakt}	p-vērtība
Regresija	1	1155.795	1155.795	17.84835	0.000186
Atlikuma	32	2072.205	64.75641		
Kopējā	33	3228			
Regresijas koeficienti		Koeficienta standartnovirze	t_{Stat}	p-vērtība	
b_0	80.88242	12.17806	6.641651	1.72E-07	
b	0.367994	0.087105	4.22473	0.000186	

Cietes saturs, g kg^{-1}					
Regresijas statistika					
Korelācijas koeficients r		0.580			
Determinācijas koeficients R^2		0.337			
Regresijas standartnovirze		7.128			
n		34			
	bp	NKS	MS	F_{fakt}	p-vērtība
Regresija	1	826.647	826.64	16.26	0.000319
Atlikuma	32	1626.29	50.82		
Kopējā	33	2452.94			
Regresijas koeficienti		Koeficienta standartnovirze	t_{Stat}	p-vērtība	
b_0	287.7567	82.84094	3.473604	0.001496	
b	0.54971	0.136301	4.033069	0.000319	
β-glikānu saturs, g kg^{-1}					
Regresijas statistika					
Korelācijas koeficients r		0.336035			
Determinācijas koeficients R^2		0.11292			
Regresijas standartnovirze		1.882833			
n		34			
	bp	NKS	MS	F_{fakt}	p-vērtība
Regresija	1	14.44045	14.44045	4.073401	0.052011
Atlikuma	32	113.4419	3.54506		
Kopējā	33	127.8824			
Regresijas koeficienti		Koeficienta standartnovirze	t_{Stat}	p-vērtība	
b_0	31.27619	5.788718	5.402957	6.15E-06	
b	0.341905	0.169405	2.018267	0.052011	

KAILGRAUDU LĪNIJAS					
1000 graudu masa, g					
Regression Statistics					
Korelācijas koeficients r		0.52384			
Determinācijas koeficients R^2		0.274408			
Regresijas standartnovirze		3.144846			
Pāru skaits		40			
	bp	NKS	MS	F_{fakt}	p-vērtība
Regresija	1	142.1303	142.1303	14.37104	0.000522
Atlikuma	38	375.822	9.890053		
Kopējā	39	517.9524			
Regresijas koeficienti		Koeficienta standartnovirze	t_{Stat}	p-vērtība	
b_0	21.84935	6.691008	3.265479	0.002318	
b	0.517159	0.136421	3.790915	0.000522	
Kopproteīna saturs, g kg^{-1}					
Regresijas statistika					
Korelācijas koeficients r		0.458707			
Determinācijas koeficients R^2		0.210412			
Regresijas standartnovirze		10.23958			
Pāru skaits		40			
	bp	NKS	MS	F_{fakt}	p-vērtība
Regresija	1	1061.738	1061.738	10.12635	0.002911
Atlikuma	38	3984.262	104.849		
Kopējā	39	5046			
Regresijas koeficienti		Koeficienta standartnovirze	t_{Stat}	p-vērtība	
b_0	86.5867	16.70657	5.182794	7.49E-06	
b	0.3472	0.109107	3.182193	0.002911	

Cietes saturs, g kg^{-1}					
Regresijas statistika					
Korelācijas koeficients r		0.635096			
Determinācijas koeficients R^2		0.403347			
Regresijas standartnovirze		10.2263			
Pāru skaits		40			
	bp	NKS	MS	F_{fakt}	p-vērtība
Regresija	1	2686.444	2686.444	25.68863	1.07E-05
Atlikuma	38	3973.931	104.5771		
Kopējā	39	6660.375			
Regresijas koeficienti		Koeficienta standartnovirze	t_{Stat}	p-vērtība	
b_o	205.4579	85.92348	2.391173	0.021852	
b	0.703534	0.138808	5.068396	1.07E-05	
β-glikānu saturs, g kg^{-1}					
Regression Statistics					
Korelācijas koeficients r		0.593921			
Determinācijas koeficients R^2		0.352742			
Regresijas standartnovirze		1.41711			
Pāru skaits		40			
	bp	NKS	MS	F_{fakt}	p-vērtība
Regresija	1	41.58834	41.5883	20.70924	5.34E-05
Atlikuma	38	76.31166	2.00820		
Kopējā	39	117.9			
Regresijas koeficienti		Koeficienta standartnovirze	t_{Stat}	p-vērtība	
bo	36.2624	3.673846	9.870418	4.9E-12	
b	0.373324	0.082036	4.550741	5.34E-05	



Ar nātrija dodecilsulfāta (SDS)-poliakrilamīda gēla elektroforēzes (SDS-PAGE) metodi iegūti vasaras miežu genotipu rezerves proteīnu D, C un B hordeīna profili
(1) Molekulmasas (MM) marķieris; (2)‘RNB-367; (3) ‘10250’; (4) ‘Orzonudo di Altamura’; (5) ‘2747’; (6) ‘Igri’ (standarts).

(I)

Joslas Nr.	MM, kDa	D hordeīna joslu profili				
		D1	D2	D3	D4	D5
1	94					—
2	93				—	
3	92		—	—		
4	82	—	—			

(II)

Joslas Nr.	MM, kDa	C hordeīna joslu profili															
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
5	66			—	—							—	—		—	—	—
6	64		—		—	—			—		—		—				
7	63					—											
8	62						—	—						—			
9	61						—	—									
10	54															—	—
11	52	—	—	—	—	—					—	—	—		—		
12	51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—		—
13	50		—	—	—	—	—	—	—	—				—	—	—	
14	49						—							—	—	—	—

(III)

Joslas Nr.	MM, kDa	B hordeīna joslu profili													
		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14
15	46														
16	45														
17	44														
18	43														
19	42														
20	41														
21	40														
22	39														
23	38														
24	37														
25	36														
26	35														

Joslas Nr.	MM, kDa	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21	B22	B23	B24	B25	B26	B27	B28
15	46														
16	45														
17	44														
18	43														
19	42														
20	41														
21	40														
22	39														
23	38														
24	37														
25	36														
26	35														

D hordeīna (I), C hordeīna (II) un B hordeīna (III) polipetīdu joslu profilu shematisks raksturojums vasaras miežu genotipiem

MM, kDa – molekulmasa, kilodaltoni

57. pielikums

Kopproteīna saturs graudos vasaras miežu genotipiem ar D, C un B hordeīnu joslu profiliem

Joslu profili	Miežu genotipi			Kopproteīna saturs, g kg^{-1}	V%
	Plēkšņains, divkanšu	Plēkšņains, daudzkanšu	Kailgraudu, divkanšu		
D hordeīns					
D1	–	–	L 302; Gainer; X-4	154.4	13
D2	Lysimax	Valluno; Colsess IV; B90A	–	151.1	23
D3	Abava; Ansis; Gāte; Klinta; Kristaps; Malva; Rasa; Rūja; Sencis; Austrian Early; Landsorte Ais Tirol; 379; Annabell; Danuta; Hanka; Justina; Polygena; Century; Cork; Hatvani 45/25; Lechtaler; Primus II	Druvis; July; Zoapila	CD Candle; McGwire; 2474; Clho 7799; Orzo Nudo di Altamura; SW 1291; 10250; Merlin	135.8	14
D4	Balga; Idumeja; Linga	–	KM 2084; Wanubet	131.6	4
D5	Grimmet	IV/192; Puebla; RNB-367; Chosen	Sumire Mochi; C.P.I. 22817	160.9	11
C hodeīns					
C1	-	-	Sumire Mochi	173.0	-
C2	Abava; Klinta; Grimmet; Austrian Early; Lysimax; Hatvani 45/25	Valluno; July; Zoapila	Wanubet; C.P.I. 22817; SW 1291	142.7	11
C3	–	IV/192; B90A	–	150.7	12

Joslu profili	Miežu genotipi			Kopproteīna saturs, g kg^{-1}	V%
	Plēkšņains, divkanšu	Plēkšņains, daudzkanšu	Kailgraudu, divkanšu		
C4	Balga; Linga; Malva; Rūja; 379; Annabell; Justina; Century; Lechtaler; Primus II	–	Gainer; KM 2084	130.1	12
C5	Landsorte aus Tirol	–	L 302; Orzo Nudo di Altamura; X-4	166.2	3
C6	–	Chosen	–	155.1	-
C7	–	RNB-367	–	196.2	-
C8	–	–	CD Candle; McGwire	127.9	5
C9	Cork	–	Merlin	123.4	8
C10	–	Colsess IV	–	151.9	-
C11	Ansis; Gāte; Sencis; Hanka	–	–	121.7	4
C12	Idumeja; Danuta	–	–	132.7	-
C13	Polygena	Druvis	–	114.3	3
C14	–	Puebla	–	149.3	-
C15	Kristaps; Rasa	–	–	120.3	4
C16	–	–	2474; Clho7799; 10250	164.4	5
B hordeīns					
B1	Austrian Early	-	-	170.8	-
B2	–	–	Sumire Mochi	173.0	-
B3	Gāte; Kristaps; Malva; Rasa; Rūja; Sencis; Hanka; Century; Cork	–	–	122.4	5
B4	–	–	Orzo Nudo di Altamura	164.1	-
B5	–	–	CD Candle	120.6	-
B6	Abava; Grimmet	–	McGwire; SW 1291	137.2	8
B7	Klinta	–	–	136.7	-
B8	–	B90A	–	159.3	-

57. pielikuma nobeigums

Joslu profili	Miežu genotipi			Kopproteīna saturs, g kg^{-1}	V%
	Plēkšņains, divkanšu	Plēkšņains, daudzkanšu	Kailgraudu, divkanšu		
B9	Lysimax	–	–	111.6	-
B10	Polygena	Druvis	–	114.3	4
B11	–	Zoapila	–	157.5	-
B12	Idumeja	–	–	132.7	-
B13	379; Annabell; Justina; Lechtaler; Primus II	–	–	137.2	13
B14	–	–	Gainer	133.0	-
B15	–	Puebla	–	149.3	-
B16	–	–	Wanubet; Merlin	134.0	2
B17	–	–	C.P.I. 22817	155.9	-
B18	–	Valluno	–	144.8	-
B19	–	Chosen	–	155.1	-
B20	Ansis; Balga; Danuta	–	KM 2084	123.7	6
B21	Hatvani 45/25	–	–	165.7	-
B22	–	RNB-367	–	196.2	-
B23	Linga	–	–	129.8	-
B24	Landsorte aus Tirol	July	–	161.4	8
B25	–	IV/192	–	142.1	-
B26	–	–	2474; Clho 7799; 10250	164.4	5
B27	–	–	L 302; X-4	165.1	3
B28	–	Colsess IV	–	151.9	-

58. pielikums

Kopproteīna saturs graudos miežu genotipu grupām pamatojoties uz klāsteranalīzi pēc hordeīnu joslu profiliem

I grupa			II grupa			III grupa		
Šķirne	PR[1], g kg^{-1}	Hordeīna profils	Šķirne	PR, g kg^{-1}	Hordeīna profils	Šķirne	PR, g kg^{-1}	Hordeīna profils
Merlin	130.9	D3C9B16	CPI 22817	155.9	**D5C2**B17	Wanubet	137.2	D4C2B16
Cork	115.8	D3C9B3	Orzo nudo di Altamura	164.1	**D3C5**B4	Sumire Mochi	173.0	D5C1B2
Danuta	120.6	D3C12B20	CD Candle	120.6	D3C8B5	Clho 7799	173.4	**D3C16**B26
379	154.1	D3C4B13	MC Gwire	135.2	D3C8B6	2747	163.4	D3C16B26
Lechtaler	147.8	D3C4B13	Zoapila	157.5	D3**C2**B11	10250	156.6	D3C16B26
Primus II	154.3	D3C4B13	Landsorte aus Tirol	170.7	**D3C5**B24	Gainer	133.0	D2C4B14
Justina	111.9	D3C4B13	July	152.1	D3**C2**B24	X4	170.5	D1C5B27
Annabell	117.9	D3C4B13	Grimmet	154.8	**D5C2**B6	L 302	159.8	D1C5B27
Century	117.0	D3C4**B3**	Hatvani	165.7	D3**C2**B21	RNB-357	196.2	D5C7B22
Rūja	119.7	D3C4**B3**	Austrian Early	144.2	D3**C2**B1	B90A	159.3	D1C3B8
Malva	121.9	D3C4**B3**	Klinta	136.7	D3**C2**B7	Chosen	155.1	D5C6B19
Kristaps	115.9	D3C15**B3**	SW 1291	130.3	D3**C2**B6	Colsess IV	151.9	D2C10B28
Rasa	124.4	D3C15**B3**	Abava	128.7	D3**C2**B6	Valluno	144.8	D1C2B18
Hanka	130.4	D3C11**B3**	-	-	-	Puebla	149.3	D5C14B15
Gāte	120.0	D3C11**B3**	-	-	-	IV/192	142.1	D5C3B25
Sencis	130.5	D3C11**B3**	-	-	-	Lysimax	111.6	D2C2B9
Ansis	115.7	**D3C11**B20	-	-	-	Druvis	118.8	D3C13B10
-	-	-	-	-	-	Polygena	109.9	D3C13B10
Vidēji	**127.3**	**-**	**-**	**145.1**	**-**	-	**150.2**	**-**

[1]PR – kopproteīna saturs

59. pielikums

Vidējo starpības būtiskuma novērtējums pēc kopproteīna satura starp miežu genotipu grupām pamatojoties uz klāsteranalīzi pēc hordeīnu joslu profiliem

Rādītājs	I grupa	II grupa	I grupa	III grupa
Vidēji	127.3	145.1	127.3	150.2
Dispersija	181.9	253.5	181.9	541.3
n	17	13	17	17
t_{fakt}	3.829		3.657	
t_{krit}	1.714		1.706	
p	0.00043		0.001	
	II grupa	III grupa	-	-
Vidēji	145.1	150.2	-	-
Dispersija	253.5	541.3	-	-
n	13	17	-	-
t_{fakt}	0.392		-	
t_{krit}	1.701		-	
p	0.349		-	

60. pielikums

D, C un B hordeīna polipeptīdu joslu klātbūtne saistībā ar kopproteīna saturu graudos

Hordeīns	Josla	MM	Šķirnes Nr.*																								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
D hordeīns	1	94	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	154.8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	2	93	x	x	123.2	x	132.7	x	x	129.8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	3	92	128.7	115.7	x	120.0	x	136.7	115.9	x	121.9	124.4	119.7	130.5	x	144.2	170.7	154.1	111.6	117.9	120.6	130.4	111.9	109.9	117.0	115.8	165.7
	4	82	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	111.6	x	x	x	x	x	x	x	x
C hordeīns	5	66	x	115.7	123.2	120.0	132.7	x	115.9	129.8	121.9	124.4	119.7	130.5	x	x	x	154.1	x	117.9	120.6	130.4	111.9	x	117.0	x	x
	6	64	128.7	x	123.2	x	132.7	136.7	x	129.8	121.9	x	119.7	x	154.8	144.2	170.7	154.1	111.6	117.9	121	x	111.9	x	117.0	x	165.7
	7	63	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	170.7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	8	62	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	109.9	x	x	x
	9	61	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	10	54	x	x	x	x	x	x	115.9	x	x	124.4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	11	52	128.7	115.7	123.2	120.0	132.7	136.7	x	129.8	121.9	x	119.7	130.5	154.8	144.2	170.7	154.1	111.6	117.9	120.6	130.4	111.9	x	117.0	x	165.7
	12	51	128.7	115.7	123.2	120.0	132.7	136.7	x	129.8	121.9	x	119.7	130.5	154.8	144.2	170.7	154.1	111.6	117.9	120.6	130.4	111.9	x	117.0	115.8	165.7
	13	50	128.7	x	123.2	x	x	136.7	115.9	129.8	121.9	124.4	119.7	x	154.8	144.2	170.7	154.1	111.6	117.9	x	x	111.9	109.9	117.0	115.8	165.7
	14	49	x	x	x	x	x	x	115.9	x	x	124.4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	109.9	x	x	x
B hordeīns	15	46	x	115.7	123.2	x	x	x	x	129.8	x	x	x	x	x	x	170.7	x	x	x	120.6	x	x	x	x	x	165.7
	16	45	x	115.7	123.2	x	x	x	x	129.8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	120.6	x	x	x	x	x	165.7
	17	44	128.7	x	x	120.0	132.7	136.7	115.9	x	121.9	124.4	119.7	130.5	154.8	x	170.7	154.1	111.6	117.9	x	130.4	111.9	109.9	117.0	115.8	
	18	43	x	115.7	123.2	120.0	x	x	115.9	129.8	121.9	124.4	119.7	130.5		144.2	x	x	111.6	x	120.6	130.4	x	x	117.0	115.8	165.7
	19	42	128.7	115.7	123.2	x	132.7	136.7	x	x	x	x	x	x	154.8	x	170.7	154.1	111.6	117.9	120.6	x	111.9	109.9	x	x	165.7
	20	41	x	x	x	x	x	x	x	129.8	x	x	x	x	x	144.2	170.7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	21	40	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	154.1	111.6	117.9	x	x	111.9	109.9	x	x	x
	22	39	x	115.7	123.2	120.0	x	136.7	115.9	129.8	121.9	124.4	119.7	130.5	x	x	170.7	x	x	x	120.6	130.4	x	109.9	117.0	115.8	165.7
	23	38	x	x	x	x	x	x	x	129.8	x	x	x	130.5	x	144.2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	24	37	128.7	x	x	120.0	132.7	136.7	115.9	x	121.9	124.4	119.7	x	154.8	x	170.7	154.1	111.6	117.9	x	130.4	111.9	109.9	117.0	115.8	165.7
	25	36	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	130.5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	109.9	x	x	x
	26	35	x	x	x	x	132.7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	154.1	x	117.9	x	x	111.9	x	x	x	x

*Šķirnes Nr. atšifrējumu skatīt 2.1. tabulā.

Šķirnes Nr.*																												
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	Vidēji	Genot. skaits
x	x	x	x	x	x	142.1	149.3	x	x	196.2	155.1	x	x	x	x	x	x	x	x	173.0	x	x	155.9	x	x	x	160.9	7
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	135.4	x	x	x	x	137.2	x	x	x	x	x	131.7	5
147.8	154.3	118.8	144.8	151.9	152.1	x	x	157.5	159.3	x	x	x	120.6	x	135.2	x	163.4	173.4	164.1	x	x	x	x	130.3	156.6	130.9	136.3	37
x	x	x	144.8	151.9	x	x	x	x	159.3	x	x	159.8	x	133.0	x	x	x	x	x	x	x	170.5	x	x	x	x	147.3	7
147.8	154.3	x	x	x	x	142.1	x	x	x	x	x	x	x	133.0	x	135.4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	128.5	21
147.8	154.3	x	144.8	151.9	152.1	x	149.3	157.5	159.3	x	x	159.8	120.6	133.0	135.2	135.4	x	x	164.1	x	137.2	170.5	155.9	130.3	x	x	140.6	34
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	159.8	x	x	x	x	163.4	173.4	164.1	x	x	170.5	x	x	156.6	x	165.5	7
x	x	118.8	x	x	x	x	x	x	x	196.2	155.1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	145.0	4
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	196.2	155.1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	175.7	2
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	163.4	173.4	x	x	x	x	x	x	156.6	x	146.7	5
147.8	154.3	x	144.8	151.9	152.1	142.1	149.3	157.5	159.3	x	x	159.8	x	133.0	x	135.4	x	x	164.1	173.0	137.2	170.5	155.9	130.3	x	x	140.4	40
147.8	154.3	x	144.8	151.9	152.1	142.1	149.3	157.5	159.3	196.2	155.1	159.8	120.6	133.0	135.2	135.4	163.4	173.4	164.1	173.0	137.2	170.5	155.9	130.3	156.6	130.9	142.2	48
147.8	154.3	118.8	144.8	x	152.1	142.1	149.3	157.5	159.3	196.2	155.1	159.8	120.6	133.0	135.2	135.4	x	x	164.1	x	137.2	170.5	155.9	130.3	x	130.9	139.6	41
x	x	118.8	x	x	x	x	149.3	x	x	x	155.1	x	x	x	x		163.4	173.4	x	x	x	x	x	x	156.6	x	140.8	8
x	x	x	x	151.9	152.1	142.1	x	x	x	196.2	x	159.8	x	x	x	135.4	163.4	173.4	x	x	x	170.5	x	x	156.6	x	151.7	16
x	x	x	144.8	x	x	x	x	x	x	196.2	155.1	x	x	x	x	135.4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	142.9	9
147.8	154.3	118.8	144.8	151.9	152.1	x	149.3	157.5	159.3	x	x	x	120.6	133.0	135.2	x	x	x	164.1	x	137.2		155.9	130.3	x	130.9	135.2	36
x	x	x	144.8	151.9	x	142.1	x	x	x	196.2	155.1	159.8	x	x	x	135.4	163.4	173.4	164.1	173.0	x	170.5	x	x	156.6	x	141.1	29
147.8	154.3	118.8	x	x	152.1	x	149.3	157.5	159.3	196.2	155.1	159.8	120.6	x	135.2	135.4	x	x	x	173.0	x	170.5	x	130.3	x	x	142.3	30
x	x	x	144.8	x	152.1	x	149.3	x	x	x	x	x	120.6	133.0	x	x	163.4	173.4	164.1	173.0	137.2		155.9	x	156.6	130.9	149.9	16
147.8	154.3	118.8	x	151.9	x	142.1	x	157.5	159.3	196.2	155.1	159.8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	170.5	155.9	x	x	x	145.6	17
x	x	118.8	144.8	151.9	152.1	x	149.3	157.5	x	196.2	155.1	159.8	120.6	133.0	x	135.4	163.4	173.4	164.1	173.0	137.2	170.5	155.9	x	156.6	130.9	141.3	38
x	x	x	x	x	x	142.1	149.3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	139.2	5
147.8	154.3	118.8	x	x	152.1	x	149.3	157.5	159.3	196.2	155.1	159.8	120.6	x	135.2	x	163.4	173.4	164.1	173.0	137.2	170.5	155.9	130.3	156.6	130.9	142.0	41
x	x	118.8	x	151.9	x	x	x	x	x	196.2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	141.5	5
147.8	154.3	x	x	x	x	x	149.3	157.5	x	x	x	159.8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	170.5	x	x	x	x	145.6	10

*Šķirnes Nr. atšifrējumu skatīt 2.1. tabulā.

61. pielikums

D, C un B hordeīna polipeptīdu joslu klātbūtne saistībā ar kopproteīna saturu graudos

Hordeīns	Josla	MM	Šķirnes Nr.*																											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
D hordeīns	1	94	128.7	115.7	123.2	120.0	132.7	136.7	115.9	129.8	121.9	124.4	119.7	130.5	x	144.2	170.7	154.1	111.6	117.9	120.6	130.4	111.9	109.9	117.0	115.8	165.7	147.8	154.3	118.8
	2	93	128.7	115.7	x	120.0	x	136.7	115.9	x	121.9	124.4	119.7	130.5	154.8	144.2	170.7	154.1	111.6	117.9	120.6	130.4	111.9	109.9	117.0	115.8	165.7	147.8	154.3	118.8
	3	92	x	x	123.2	x	132.7	x	x	129.8	x	x	x	x	154.8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	4	82	128.7	115.7	123.2	120.0	132.7	136.7	115.9	129.8	121.9	124.4	119.7	130.5	154.8	144.2	170.7	154.1	x	117.9	120.6	130.4	111.9	109.9	117.0	115.8	165.7	147.8	154.3	118.8
C hordeīns	5	66	128.7	x	x	x	x	136.7	x	x	x	x	x	x	154.8	144.2	170.7	x	111.6	x	x	x	x	109.9	x	115.8	165.7	x	x	118.8
	6	64	x	115.7	x	120.0	x	x	115.9	x	x	124.4		130.5	x	x	x	x	x	x	x	130.4	x	109.9	x	115.8	x	x	x	118.8
	7	63	128.7	115.7	123.2	120.0	132.7	136.7	115.9	129.8	121.9	124.4	119.7	130.5	154.8	144.2	x	154.1	111.6	117.9	120.6	130.4	111.9	109.9	117.0	115.8	165.7	147.8	154.3	118.8
	8	62	128.7	115.7	123.2	120.0	132.7	136.7	115.9	129.8	121.9	124.4	119.7	130.5	154.8	144.2	170.7	154.1	111.6	117.9	120.6	130.4	111.9		117.0	115.8	165.7	147.8	154.3	
	9	61	128.7	115.7	123.2	120.0	132.7	136.7	115.9	129.8	121.9	124.4	119.7	130.5	154.8	144.2	170.7	154.1	111.6	117.9	120.6	130.4	111.9	109.9	117.0	115.8	165.7	147.8	154.3	118.8
	10	54	128.7	115.7	123.2	120.0	132.7	136.7		129.8	121.9		119.7	130.5	154.8	144.2	170.7	154.1	111.6	117.9	120.6	130.4	111.9	109.9	117.0	115.8	165.7	147.8	154.3	118.8
	11	52	x	x	x	x	x	x	115.9	x	x	124.4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	109.9	x	115.8	x	x	x	118.8
	12	51	x	x	x	x	x	x	115.9	x	x	124.4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	109.9	x	x	x	x	x	118.8
	13	50	x	115.7	x	120.0	132.7	x	x	x	x	x	x	130.5	x	x	x	x	x	x	120.6	130.4	x	x	x	x	x	x	x	x
	14	49	128.7	115.7	123.2	120.0	132.7	136.7	x	129.8	121.9	x	119.7	130.5	154.8	144.2	170.7	154.1	111.6	117.9	120.6	130.4	111.9	x	117.0	115.8	165.7	147.8	154.3	x
B hordeīns	15	46	128.7	x	x	120.0	132.7	136.7	115.9	x	121.9	124.4	119.7	130.5	154.8	144.2	x	154.1	111.6	117.9	x	130.4	111.9	109.9	117.0	115.8	x	147.8	154.3	118.8
	16	45	128.7	x	x	120.0	132.7	136.7	115.9	x	121.9	124.4	119.7	130.5	154.8	144.2	170.7	154.1	111.6	117.9	x	130.4	111.9	109.9	117.0	115.8	x	147.8	154.3	118.8
	17	44	x	115.7	123.2	x	x	x	x	129.8	x	x	x	x	x	144.2	x	x	x	x	120.6	x	x	x	x	x	165.7	x	x	x
	18	43	128.7	x	x	x	132.7	136.7	x	x	x	x	x	x	154.8		170.7	154.1	x	117.9	x	x	111.9	109.9	x	x	x	147.8	154.3	118.8
	19	42	x	x	x	120.0	x	x	115.9	129.8	121.9	124.4	119.7	130.5	x	144.2	x	x	x	x	x	130.4	x	x	117.0	115.8	x	x	x	x
	20	41	128.7	115.7	123.2	120.0	132.7	136.7	115.9		121.9	124.4	119.7	130.5	154.8	x	x	154.1	111.6	117.9	120.6	130.4	111.9	109.9	117.0	115.8	165.7	147.8	154.3	118.8
	21	40	128.7	115.7	123.2	120.0	132.7	136.7	115.9	129.8	121.9	124.4	119.7	130.5	154.8	144.2	170.7	x	x	x	120.6	130.4	x	x	117.0	115.8	165.7	x	x	x
	22	39	128.7	x	x	x	132.7	x	x	x	x	x	x	x	154.8	144.2	x	154.1	111.6	117.9	x	x	111.9	x	x	x	x	147.8	154.3	x
	23	38	128.7	115.7	123.2	120.0	132.7	136.7	115.9	x	121.9	124.4	119.7	x	154.8	x	170.7	154.1	111.6	117.9	120.6	130.4	111.9	109.9	117.0	115.8	165.7	147.8	154.3	118.8
	24	37	x	115.7	123.2	x	x	x	x	129.8	x	x	x	130.5	x	144.2	x	x	x	x	120.6	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	25	36	128.7	115.7	123.2	120.0	132.7	136.7	115.9	129.8	121.9	124.4	119.7	x	154.8	144.2	170.7	154.1	111.6	117.9	120.6	130.4	111.9	x	117.0	115.8	165.7	147.8	154.3	x
	26	35	128.7	115.7	123.2	120.0	x	136.7	115.9	129.8	121.9	124.4	119.7	130.5	154.8	144.2	170.7	x	111.6	x	120.6	130.4	x	109.9	117.0	115.8	165.7	x	x	118.8

*Šķirnes Nr. atšifrējumu skatīt 2.1. tabulā.

Šķirnes Nr.*																									
29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	Vidēji	Genotipu skaits
144.8	151.9	152.1	x	x	157.5	159.3	x	x	159.8	120.6	133.0	135.2	135.4	163.4	173.4	164.1	x	137.2	170.5	x	130.3	156.6	130.9	137.0	45
144.8	151.9	152.1	142.1	149.3	157.5	159.3	196.2	155.1	159.8	120.6	133.0	135.2	x	163.4	173.4	164.1	173.0		170.5	155.9	130.3	156.6	130.9	141.1	47
x	x	x	142.1	149.3	x	x	196.2	155.1	159.8	x	133.0	x	135.4	x	x	x	173.0	137.2	170.5	155.9	x	x	x	149.9	15
x	x	152.1	142.1	149.3	157.5	x	196.2	155.1	x	120.6	x	135.2	135.4	163.4	173.4	164.1	173.0	137.2		155.9	130.3	156.6	130.9	139.1	45
144.8	151.9	152.1	x	149.3	157.5	159.3	196.2	155.1	159.8	120.6	x	135.2	x	163.4	173.4	164.1	173.0	137.2	170.5	155.9	130.3	156.6	130.9	148.2	31
x	x	x	142.1	x	x	x	196.2	155.1	x	x	x	x	x	163.4	173.4	x	173.0	x	x	x	x	156.6	130.9	139.5	18
144.8	151.9	152.1	142.1	149.3	157.5	159.3	196.2	155.1		120.6	133.0	135.2	135.4	x	x	x	173.0	137.2	x	155.9	130.3	x	130.9	136.3	45
144.8	151.9	152.1	142.1	149.3	157.5	159.3	x	x	159.8	120.6	133.0	135.2	135.4	163.4	173.4	164.1	173.0	137.2	170.5	155.9	130.3	156.6	130.9	139.8	48
144.8	151.9	152.1	142.1	149.3	157.5	159.3	x	x	159.8	120.6	133.0	135.2	135.4	163.4	173.4	164.1	173.0	137.2	170.5	155.9	130.3	156.6	130.9	138.8	50
144.8	151.9	152.1	142.1	149.3	157.5	159.3	196.2	155.1	159.8	120.6	133.0	135.2	135.4	x	x	164.1	173.0	137.2	170.5	155.9	130.3	x	130.9	139.5	47
x	x	x	x	x	x	x	196.2	155	x	120.6	x	135.2	x	163.4	173.4	x	x	x	x	x	x	156.6	130.9	139.7	12
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	117.2	4
x	151.9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	163.4	173.4	x	173.0	x	x	x	x	156.6	x	142.6	11
144.8	151.9	152.1	142.1	x	157.5	159.3	196.2	x	159.8	120.6	133.0	135.2	135.4	x	x	164.1	173.0	137.2	170.5	155.9	130.3	x	130.9	140.1	44
144.8	x	x	x	149.3	157.5	159.3	x	155.1		120.6	133.0	135.2	x	x	x	164.1	173.0	137.2	x	155.9	130.3	x	130.9	135.1	36
x	151.9	152.1	142.1	149.3	157.5	159.3	x	x	159.8	120.6	133.0	135.2	x	163.4	173.4	164.1	173.0	137.2	170.5	155.9	130.3	156.6	130.9	139.7	43
x	x	x	142.1	x	x	x	196.2	155.1	159.8	x	x	x	135.4	163.4	173.4	x	173.0	x	170.5	x	x	156.6		151.5	16
x	x	152.1		149.3	157.5	159.3	x	x	x	120.6	133.0	135.2	x	x	x	x	x	137.2	x	155.9	130.3		130.9	139.1	23
144.8	151.9	x	142.1	x	x	x	x	x	x	x	133.0	x	x	163.4	173.4	164.1	x	137.2	x	155.9		156.6	130.9	137.4	22
x	151.9	x	142.1	x	x	159.3	196.2	155.1	159.8	x	x	135.2	135.4	x	x	x	x	x	170.5	x	130.3			135.3	36
144.8	x	152.1		149.3	x	x	x	x	x	120.6	133.0	135.2	135.4	163.4	173.4	164.1	173.0	137.2	x	x	130.3	156.6	130.9	137.6	35
x	x	x	142.1	x	x	159.3	x	x	x	x	x	135.2	x	x	x	x	x	x	x	x	130.3	x	x	137.5	14
144.8	151.9	152.1	x	x	157.5	159.3	196.2	155.1	159.8	120.6	133.0	135.2	135.4	163.4	173.4	164.1	173.0	137.2	170.5	155.9	130.3	156.6	130.9	140.3	47
144.8	151.9	x	142.1	x	x	x	x	x	x	x	133.0	x	135.4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	133.7	11
144.8	x	152.1	142.1	149.3	157.5	159.3	x	155.1	159.8	120.6	133.0	135.2	135.4	163.4	173.4	164.1	173.0	137.2	170.5	155.9	130.3	156.6	130.9	140.1	47
144.8	151.9	152.1	142.1	x	x	159.3	196.2	155.1	x	120.6	133.0	135.2	135.4	163.4	173.4	164.1	173.0	137.2	x	155.9	130.3	156.6	130.9	139.0	42

*šķirnes Nr. atšifrējumu skatīt 2.1. tabulā.

62. pielikums

Vidējo starpības būtiskuma novērtējums pēc kopproteīna satura graudos saistībā ar D, C un B hordeīna polipetīdu joslu klātbūtni un iztrūkumu

Rādītājs	**1. josla**		**2. josla**	
	Klātbūtne	Iztrūkums	Klātbūtne	Iztrūkums
Vidēji	160.9	137.0	131.7	141.1
Dispersija	329.7	350.6	30.2	442.2
n	7	45	5	47
t_{fakt}	3.226		2.415	
t_{krit}	1.860		1.717	
p	0.006		0.012	
	3. josla		**4. josla**	
	Klātbūtne	Iztrūkums	Klātbūtne	Iztrūkums
Vidēji	136.3	149.9	147.3	139.1
Dispersija	374.7	387.3	391.0	411.8
n	37	15	7	45
t_{fakt}	2.259		1.009	
t_{krit}	1.706		1.860	
p	0.016		0.171	
	5. josla		**6. josla**	
	Klātbūtne	Iztrūkums	Klātbūtne	Iztrūkums
Vidēji	128.5	148.2	140.6	139.5
Dispersija	155.9	429.5	305.9	653.4
n	21	31	34	18
t_{fakt}	4.273		0.154	
t_{krit}	1.677		1.711	
p	4.42E-05		0.440	
	7. josla		**8. josla**	
	Klātbūtne	Iztrūkums	Klātbūtne	Iztrūkums
Vidēji	165.5	136.3	145.0	139.8
Dispersija	38.7	351.5	1548.1	343.1
n	7	45	4	48
t_{fakt}	7.997		0.260	
t_{krit}	1.703		2.353	
p	6.78E-09		0.406	
	9. josla		**10. josla**	
	Klātbūtne	Iztrūkums	Klātbūtne	Iztrūkums
Vidēji	175.7	138.8	146.7	139.5
Dispersija	844.6	355.3	635.7	393.3
n	2	50	5	47
t_{fakt}	1.778		0.619	
t_{krit}	0.163		2.015	
p	6.314		0.281	

Rādītājs	**11. josla**		**12. josla**	
	Klātbūtne	Iztrūkums	Klātbūtne	Iztrūkums
Vidēji	140.4	139.7	142.2	117.2
Dispersija	323.2	715.2	392.9	36.5
n	40	12	48	4
t_{fakt}	0.088		5.991	
t_{krit}	1.746		1.812	
p	0.465		6.68E-05	
	13. josla		**14. josla**	
	Klātbūtne	Iztrūkums	Klātbūtne	Iztrūkums
Vidēji	139.6	142.6	140.8	140.1
Dispersija	402.0	471.3	554.6	391.2
n	41	11	8	44
t_{fakt}	0.407		0.075	
t_{krit}	1.753		1.812	
p	0.345		0.471	
	15. josla		**16. josla**	
	Klātbūtne	Iztrūkums	Klātbūtne	Iztrūkums
Vidēji	151.7	135.1	142.9	139.7
Dispersija	500.6	295.0	671.0	367.2
n	16	36	9	43
t_{fakt}	2.635		0.358	
t_{krit}	1.714		1.812	
p	0.007		0.364	
	17. josla		**18. josla**	
	Klātbūtne	Iztrūkums	Klātbūtne	Iztrūkums
Vidēji	135.2	151.5	141.1	139.1
Dispersija	292.6	511.3	520.9	283.3
n	36	16	29	23
t_{fakt}	2.581		0.365	
t_{krit}	1.714		1.676	
p	0.008		0.358	
	19. josla		**20. josla**	
	Klātbūtne	Iztrūkums	Klātbūtne	Iztrūkums
Vidēji	143.1	136.7	149.9	135.3
Dispersija	490.9	299.9	274.9	414.4
n	30	22	16	36
t_{fakt}	1.169		2.716	
t_{krit}	1.675		1.690	
p	0.123		0.005	

Rādītājs	**21. josla**		**22. josla**	
	Klātbūtne	Iztrūkums	Klātbūtne	Iztrūkums
Vidēji	145.6	137.6	141.3	137.5
Dispersija	573.0	323.0	469.0	259.4
n	17	35	38	14
t_{fakt}	1.210		0.674	
t_{krit}	1.708		1.696	
p	0.119		0.253	
	23. josla		**24. josla**	
	Klātbūtne	Iztrūkums	Klātbūtne	Iztrūkums
Vidēji	139.2	140.3	142.0	133.7
Dispersija	75.0	447.0	475.2	127.3
n	5	47	41	11
t_{fakt}	0.241		1.712	
t_{krit}	1.812		1.694	
p	0.407		0.048	
	25. josla		**26. josla**	
	Klātbūtne	Iztrūkums	Klātbūtne	Iztrūkums
Vidēji	141.5	140.1	145.6	139.0
Dispersija	1184.7	350.5	355.4	422.3
n	5	47	10	42
t_{fakt}	0.086		0.982	
t_{krit}	2.132		1.753	
p	0.468		0.171	