

**LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE
LAUKSAIMNIECĪBAS FAKULTĀTE
Dārzkopības katedra**

**LATVIA UNIVERSITY OF AGRICULTURE
FACULTY OF AGRICULTURE
Department of Horticulture**

Mg. agr. Kaspars Kampuss

**UPEŅU UN JĀŅOGU (*RIBES* L.)
ĢENĒTISKO RESURSU IZPĒTE
LATVIJĀ**

**RESEARCH OF BLACK, RED AND WHITE
CURRANT (*RIBES* L.) GENETIC RESOURCES
IN LATVIA**

**Promocijas zinātniskā darba kopsavilkums
Lauksaimniecības zinātņu doktora grāda iegūšanai**

Summary of Ph. D. Thesis

Jelgava, 2005

Darba zinātniskā vadītāja/ Thesis scientific supervisor:

**Dr. biol. Sarmīte Strautiņa
Valsts Dobeles Dārzkopības selekcijas un izmēģinājumu stacija**

Darba recenzenti/ reviewers:

Dr. biol. E. Kaufmane
Dr. agr. S. Zute
Dr. biol. U. Kondratovičs

Disertācijas aizstāvēšana paredzēta Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības nozares Laukkopības apakšnozares promocijas padomes atklātā sēdē **2005. gada 25. augustā plkst. 14⁰⁰ LLU 123. auditorijā**, Lielajā ielā 2, Jelgavā.

The defence of Thesis in open session of the Promotion Board of Agricultural Sciences will be held on **25 August 2005 at 14⁰⁰ in auditorium 123**, Latvia University of Agriculture, Liela street 2, Jelgava.

Ar promocijas darbu var iepazīties LLU fundamentālajā bibliotēkā, Jelgavā, Lielajā ielā 2.

The Thesis is available at the Fundamental Library of the Latvia University of Agriculture, Liela street 2, Jelgava

Atsauksmes lūdzu sūtīt Lauksaimniecības zinātņu nozares Laukkopības apakšnozares promocijas padomes sekretārei Dr. agr. Maijai Ausmanei, Lielā iela 2, Jelgava, LV-3001, fakss +371 3027238

References please send to Dr. agr. Maija Ausmane, the Secretary of the Promotion Board, Latvia University of Agriculture, Liela street 2, Jelgava, LV-3001, Latvia, fax: +371 3027238

SATURS/ CONTENT

Saturs/ content	3
Ievads.....	4
Metodika.....	5
Pētījumu vieta un objekts.....	5
Izmēģinājumu un novērojumu metodika	5
Datu matemātiskā apstrāde	8
Rezultāti.....	11
Upeņu ģenētiskie resursi.....	11
Ģenētisko resursu raksturojums.....	11
Genotipu novērtējums pēc noderības selekcijai.....	15
Jāņogu ģenētiskie resursi	20
Ģenētisko resursu raksturojums.....	20
Genotipu novērtējums pēc noderības selekcijai.....	22
Secinājumi	27
Pateicība	29
Introduction	30
Materials and Methods	31
Place and object of research.....	31
Methods of observations.....	31
Data analysis.....	34
Results	36
Blackcurrant genetic resources	36
Characterisation of blackcurrant genotypes.....	36
Evaluation of genotypes according to value for breeding.....	39
Red and white currant genetic resources	41
Characterisation of red/white currant genotypes	41
Evaluation of genotypes according to suitability for breeding	42
Conclusions	45
Acknowledgements	46
Zinātnisko publikāciju saraksts / Scientific publications.....	47
Ziņojumi zinātniskās konferencēs/ Presentations in scientific conferences	49

IEVADS

Dārzkopības produkcijas ražošanu ziemeļu platuma grādos, arī Latvijā, ierobežo klimatiskie faktori, tāpēc Baltijā un Ziemeļvalstīs ir nepieciešams attīstīt vietējās selekcijas programmas, kas balstītas uz maksimālu pieejamā ģenētiskā materiāla izmantošanu. Vispusīga šī materiāla izpēte dod iespēju ātri izdalīt dažādiem audzēšanas mērķiem piemērotas šķirnes, kā arī pilnīgāk izmantot gan tradicionālo, gan jauno tehnoloģiju iespējas jaunu kultūraugu šķirņu selekcijā.

Upeņu un jāņogu ģenētiskais materiāls Latvijā veidojies kā no vietējām savvaļas formām, tā arī no introducētām sugām un šķirnēm. Plašs sugu un šķirņu materiāls ir uzkrājies, ievēdot tās kā no Rietumeiropas, ieskaitot Skandināviju, tā arī no Austrumeiropas un Sibīrijas. Bez tam Nacionālajā Botāniskajā dārzā apmēram 30 gadus ilga intensīva selekcijas darba rezultātā izveidots plašs upeņu starpsugu hibrīdu fonds, kas ir vērtīgs izejmateriāls tālākai selekcijai. Tomēr līdz šim netika veikta sistemātiska un vispusīga šī ģenētiskā materiāla novērtēšana un raksturošana, kas ierobežoja kā pētnieciskās, tā arī praktiskās tā pielietojšanas iespējas.

Darba mērķis ir raksturot Valsts Dobeles DSIS kolekcijā esošos upeņu un jāņogu ģenētiskos resursus Latvijas agroklimatiskajos apstākļos un izvērtēt to iespējamo noderību selekcijai.

Darba uzdevumi ir:

- aprakstīt upeņu un jāņogu genotipus pēc to morfoloģiskajām, agronomiskajām un bioķīmiskajām īpašībām;
- izvērtēt genotipu noderību selekcijai dažādiem ražošanas mērķiem (svaigam patēriņam, pārstrādei, uzglabāšanai un funkcionālai pārtikai) piemērotu šķirņu izveidei;
- rekomendēt vērtīgākos vietējos genotipus iekļaušanai Latvijas ģenētisko resursu kolekcijās un izmantošanai selekcijas programmās.

Pētījums veikts Valsts Dobeles Dārzkopības selekcijas izmēģinājumu stacijā (Dobeles DSIS) no 1999. līdz 2003. gadam, kur pētītas 86 upeņu un 25 jāņogu (*Ribes L.*) šķirnes un hibrīdi. 12 upeņu genotipu ar atšķirīgu izcelsmi un ogu kvalitāti padziļināta bioķīmiskā sastāva, tai skaitā aromāta, analīzes veiktas Dānijā, Ārslevas Zinātniskās stacijas laboratorijās 2001. gadā, izmantojot Dānijas valdības stipendiju.

Darba zinātniskā jaunrade: Pirmo reizi Latvijā veikta vispusīga upeņu un jāņogu vietējās izcelsmes un introducēto ģenētisko resursu aprakstīšana un izvērtēšana Latvijas agroklimatiskajos apstākļos. Veiktā darba rezultātā atrasti jauni vairāku selekcijā nozīmīgu pazīmju potenciālie

donori un doti ieteikumi vietējās izcelsmes genotipu saglabāšanai ģenētisko resursu kolekcijās.

Iegūtie pētījumu rezultāti ir **pielietojami**:

- veidojot upeņu un jāņogu ģenētisko resursu datu bāzes;
- veidojot ģenētisko resursu kolekcijas Latvijā un citās valstīs;
- atlasot piemērotākos vecākaugus dažādu selekcijas mērķu sasniegšanai;
- izvēloties šķirnes ogu ražošanai.

Genotipu izvērtēšana sekmēs selekcijas procesu, jo dos iespēju izmantot tieši Latvijā pārbaudītus vecākaugus un iekļaut selekcijas programmās vairākus ļoti vērtīgus Latvijas izcelsmes genotipus. Izvērtētais materiāls īpaši piemērots, lai iegūtu šķirnes ar paaugstinātu funkcionāli aktīvo vielu – askorbīnskābes un antociānu saturu un paaugstinātu potenciālo ražību. Īpaši nozīmīgi varētu būt upeņu hibrīdi ar izcili daudz ziediem ķekarā.

Par darba gaitu un rezultātiem sniegti 8 ziņojumi vietējās un 10 ziņojumi starptautiskās zinātniskās konferencēs, semināros un simpozijos. Darba rezultāti atspoguļoti 9 starptautiski recenzētās un 6 citās zinātniskās publikācijās latviešu un angļu valodās (skatīt sarakstus 47. – 51. lpp.).

METODIKA

Pētījumu vieta un objekts

Upeņu un jāņogu ģenētisko resursu izpēte veikta Dobeles DSIS no 1999. līdz 2003. gadam. Pētīti 86 upeņu genotipi, tai skaitā 38 Latvijas, 14 Krievijas, 10 Zviedrijas, 6 Lietuvas, 5 Ukrainas, 3 Baltkrievijas, 5 Lielbritānijas, 2 Vācijas un 1 Nīderlandes izcelsmes genotips, kuru izveidē izmantotas 7 *Ribes* ģints sugas. Pētīti 25 jāņogu genotipi, tai skaitā 3 Latvijas, 6 Krievijas, 5 Nīderlandes, 4 Vācijas, 3 Igaunijas un 2 Ungārijas izcelsmes genotipi, kuru selekcijā izmantotas 5 jāņogu sugas.

Izmēģinājumu un novērojumu metodika

Nosakot ražību, morfoloģiskās pazīmes, slimību, kaitēkļu un nelabvēlīgu laika apstākļu bojājumus, aprēķināts vidējais no atsevišķu krūmu vērtējuma, bet ogu kvalitātes un bioķīmiskā sastāva vērtēšanai izmantots kopējs ogu paraugs. Pazīmes vērtētas vai nu ballēs no 1 līdz 9, atbilstoši UPOV (TG/40/6, 1989-10-06 upenēm un TG/52/5, 1990-10-12 jāņogām) un IPGRI deskriptoriem, vai arī metriskā skalā. Genotipi novērtēti pēc šādām pazīmēm:

Morfoloģiskās pazīmes:

- Krūmu augstums novērtēts centimetros no augsnes virskārtas līdz augstākā zara galotnei.
- Kakleņa dzinumu skaits vērtēts ballēs no 1 līdz 9, kur 1 balle nozīmē, ka nav kakleņa dzinumu, bet 9 – ļoti daudz kakleņa dzinumu.
- Krūma habituss jeb forma vērtēts ballēs no 1 līdz 9, kur 1 – ļoti stāvs; 3 – stāvs (references upeņu šķirne ‘Zagadka’); 5 – vidēji stāvs (upeņu šķirne ‘Polar’); 7 – plaši izplests (upeņu šķirne ‘Brödorp’) un 9 – ložņājošs.

Fenoloģiskās pazīmes:

- Pumpuru plaukšanas laiks vērtēts kā dienu skaits pēc 1. marta.
- Ziedēšanas sākuma laiks vērtēts kā dienu skaits pēc 1. aprīļa. Par ziedēšanas sākumu uzskatāms brīdis, kad atvērušies 10% ziedu.
- Ziedēšanas ilgums vērtēts dienās. Lai noteiktu šo pazīmi, vajadzīgs papildu novērot ziedēšanas beigu laiku, kad 90% ziedu noziedējuši. To novērtē dienās, skaitot no 1. aprīļa.
- Ogu ienākšanās laiks, kad pilnīgi nokrāsojušās 90% ogu, vērtēts kā dienu skaits pēc 1. jūnija.

Ražu veidojošie elementi:

- Dominējošais ziedķekaru skaits pumpurā (noteikts upenēm ar vērtējumu ballēs 1 – viens vai divi ziedķekari pumpurā un 9 – vairāk par diviem ziedķekariem).
- Ogas vidējā masa, gramos.
- Vidējais ziedu skaits ķekarā.
- Ražība noteikta vizuāli kā zaru “noklājums” ar ogām ballēs no 1 līdz 9, kur 1 – nav ražas, 5 – vidēja raža un 9 – pārbagāta raža. Izmantotas starpvērtības veselos skaitļos.

Ražas kvalitāte:

- Ogu ienākšanās vienlaicīgums vērtēts ballēs 1 – vienlaicīgi (ne mazāk kā 90% ogu ienākas vienlaicīgi) vai 9 – nevienlaicīgi.
- Ogu izlīdzinātība vērtēta ballēs 1 – izlīdzinātas (vismaz 90 % ogu ir aptuveni vienāda izmēra) vai 9 – neizlīdzinātas.
- Ogu atdalīšanās no kātiņa vērtēta ballēs: 1 – ļoti slikta (visas ogas atplīst ar sulojošu brūci), 5 – vidēja (daļa ogu atplīst ar brūci, bet sulošana novērojama ne vairāk kā 10% ogu) un 9 – ļoti laba (visas ogas atdalās bez brūces).
- Ogu miziņas biezums vērtēts ballēs: 1 – plāna, 5 – vidēja un 9 – bieza.
- Ogu specifiskais *Ribes nigrum* var. *europaeum* aromāts upenēm vērtēts ballēs 1 – nav vai 9 – ir specifiskais aromāts.

- Ogu savelkoša garša upenēm vērtēta ballēs: 1 – nav savelkoša garša vai 9 – ir savelkoša garša.

Ogu bioķīmiskais sastāvs:

- Kopējais antociānu saturs ogās noteikts spektrofotometriski (Fuleki and Francis, 1968).
- Askorbīnskābes saturs ogās noteikts ar joda metodi (Давров и Штенберг, 1950).
- Šķīstošās sausas saturs (%) noteikts homogenizētos ogu paraugos refraktometriski pie temperatūras 20 °C.

Atsevišķu upeņu genotipu padziļināta bioķīmiskā sastāva analīze veikta stažēšanās laikā Dānijas Lauksaimniecības Zinātņu institūta Ārslevas Zinātniskajā stacijā 12 pēc izcelsmes un īpašībām krasi atšķirīgu upeņu saldētām ogām: 'Zagadka' un 'Katyusha' (ieteiktas šķirnes komercdārziem Latvijā); 'Yadrenaya' (liela ogu masa), 'Chernii Zhemchug' (ražīga), 'Joniniai' (garšīgas ogas ar lielu masu), 'Māra' (lielas ogas), 'Selechenskaya' (agrīns, ļoti garšīgas ogas), 'Lentyai' (vēlīns, liela ogu masa), Nr.67 (Latvijā perspektīvs hibrīds pēc iepriekšējās pārbaudes), 'Stor Klas' (plaši audzēts Zviedrijā), AA-98 (ļoti izteikts Ribes nigrum var. europaeum aromāts, ieteikts arī kā teicamas garšas donors) un Nr. 3579 (*R. nigrum* × *R. petiolare* hibrīds ar specifisku upenēm neraksturīgu garšu un aromātu, daudz ziedu ķekarā un lielumā izlīdzinātu ogu potenciāls donors). Šiem genotipiem noteiktas gan jau Latvijā veiktās analīzes – šķīstošās sausas, antociānu un askorbīnskābes saturs, kā arī titrējamās skābes un gaistošo aromātisko vielu sastāvs:

- **Skābes saturs** noteikts ar potenciometrisko titrēšanu (Kaack, 1988a);
- **Antociānu saturs** noteikts spektrofotometriski (Wrolstad, 1976; Kaack, 1988b);
- **Askorbīnskābes saturs** tika noteikts ar potenciometrisku titrēšanu (2,6-dihlorindofenola metodi), izmantojot automātisko titrēšanas sistēmu DTS 800 ar platīna un sudraba elektrodu (Pongracz, 1971);
- **Aromātvielas** noteiktas homogenizētā biezenī, kas iegūts no saldētām ogām, ar gāzes hromatogrāfijas metodi. Lietota kolonna Chrompack (50 m 0,25 mm) CP-WAX 52 CB, ar ievades temperatūru 200 °C un noteikšanas temperatūru 230 °C. Pavisam programma bija 84.17 min. ilga, ar sākuma temperatūru 32 °C un tālāk temperatūra palielinājās par 3 °C minūtē līdz 220 °C. Aromātvielu daudzums noteikts, salīdzinot ar iekšējo standartu, bet tās identificētas, salīdzinot ar iepriekšējās analīzēs konstatēto izdalīšanās laiku (*retention time*) un pārbaudītas ar papildus masspektrometrijas (*GC-MS*) analīzēm.

Izturība pret slimībām un kaitēkļiem:

- Slimības: Amerikas ērkšķogu miltrasa (*Sphaerotheca mors-uvae* Berk), jāņogulāju lapu sīkplankumainības (*Mycosphaerella ribis* Lind.), jāņogulāju lapu iedegas (*Pseudopeziza ribis* Kleb.) un upeņu stabiņu rūsa (*Cronartium ribicola* Dietr.). Novērojumi veģetatīvajiem orgāniem veikti pēc IPGRI metodikas veģētācijas perioda beigās, kad slimību pazīmes ir visizteiktākās, bet ogām to nogatavošanās laikā. Vizuāli noteikts bojātās lapu virsmas, dzinumu un augļu laukums (%), tas izteikts ballēs, kur 1 – nav bojājumu (0%), 2 – ļoti mazi bojājumi (<5%), 3 – mazi (5-25%), 5 – vidēji (26-50%), 7 – lieli (51-75%) un 9 – ļoti lieli (76-100%).
- Kaitēkļi: pumpuru ērces (*Cecidophyopsis ribis* Westw. upenēm un *Cecidophyopsis selachodon* van Eynd. jāņogām). Vizuāli noteikts bojāto pumpuru daudzums pavasarī pirms pumpuru plaukšanas (%), bojājumi izteikti ballēs pēc tādas pašas skalas kā slimību bojājumi.

Izturība pret nelabvēlīgiem laika apstākļiem:

- Pavasara salnu bojājumi noteikti dažas dienas pēc salnām, novērtējot bojāto ziedpumpuru, ziedu un augļaizmetņu daudzumu (%).
- Zemu ziemas temperatūru bojājumi vērtēti pavasarī starp pumpuru plaukšanu un ziedēšanu, novērtējot bojāto pumpuru un dzinumu daudzumu (%). Transformēšanai ballēs pielietota tāda pati metodika kā slimību bojājumiem.

Datu matemātiskā apstrāde

Kvantitatīvām pazīmēm veikta aprakstošā statistika un dispersiju analīze. Pieņemts, ka gadījumos, kad genotipa vērtējums regulāri atšķiras no vidējā vairāk kā par standartnovirzes vērtību, šī atšķirība ir ģenētiski noteikta un stabila un minētais genotips ir izmantojams selekcijā kā potenciāls pazīmes donors. Korelācijas analīze veikta, lai aprēķinātu sakarību ciešumu starp novērotajām pazīmēm.

Tā kā genotipu grupējums pēc standartnovirzes ne vienmēr dod pietiekošu informāciju kā par pazīmes vērtību izkliedi, tā genotipu pielietojamību selekcijā, tad vajadzības gadījumā šī analīze papildināta vai aizstāta ar klāsteru analīzi. Klāsteru analīze (izmantota datorprogramma SPSS 11.0) lietota, lai grupētu genotipus pēc atsevišķām pazīmēm un pazīmju grupām (krūmu morfoloģija, fenoloģiskās pazīmes, ražu veidojošie elementi, ražas kvalitāte, ogu biokīmiskais sastāvs, izturība pret slimībām un kaitēkļiem un izturība pret nelabvēlīgiem apstākļiem). Klāsteru analīzes rezultātā var iegūt pēc noteiktām pazīmēm radniecīgu jeb līdzīgu genotipu grupas, tomēr šī metodika nav piemērota, lai izdarītu secinājumus, ka viena grupa ir labāka par otru.

Genotipu novērtēšanai izmantots daudzkritēriju jeb integrētais novērtējums pēc Martinova (Мартинов,1987), kur iespējams atrast pēc vesela pazīmju kompleksa vislabākos genotipus, pat ja tie pēc klāsteru analīzes nav iedalāmi vienā grupā. Šo novērtējumu iespējams izmantot, analizējot ar dažādām mērīšanas skalām veiktus novērojumus, bet, atšķirībā no klāsteru analīzes, iespējams piešķirt katrai pazīmju grupai vai atsevišķai pazīmei savu “svaru” jeb ieguldījuma koeficientu. Integrētā novērtējuma vērtība (SD) raksturo konkrētā genotipa novirzes no optimālajām vērtībām, tātad mazākā integrētā novērtējuma vērtība atbilst labākajam genotipam. Vērtējumā iekļautas pazīmes, kuras ir nozīmīgas noteikta selekcijas mērķa sasniegšanā un kurām tika novērotas būtiskas atšķirības starp genotipiem

Upeņu integrētais novērtējums veikts, lai atlasītu iespējamus pazīmju donorus pārstrādei, svaigam patēriņam un funkcionālai pārtikai piemērotu šķirņu selekcijai. Vēlamā pazīmes vērtība krūma augstumam pieņemta 130 cm un kaklaņa dzinumumu skaitam 3 balles. Habitusam, ogu ienākšanās laikam, ogu izlīdzinātībai, ogu savelkošai garšai, slimību, kaitēkļu, salnu un ziemas sala bojājumiem par vēlamo vērtību pieņemta minimālā konkrētā gadā novērotā vērtība, bet pumpuru plaukšanas laikam, ziedēšanas sākuma laikam, ražībai, ogu masai, ziedu skaitam ķekarā, atdalīšanās vieglumam no kātiņa, ogu specifiskajam aromātam un bioķīmiskajam sastāvam par vēlamo pieņemta maksimālā konkrētajā gadā novērotā vērtība.

Lai novērtētu upeņu genotipus kā atsevišķu pazīmju grupu potenciālus donorus, veikts integrētais novērtējums, kur nav īpaši izcelta kāda viena pazīme vai pazīmju grupa. Genotipi vērtēti atsevišķi pa pazīmju grupām, izrēķinot katrai grupai atbilstošo SD vērtību.

Vērtējot upeņu genotipus kā potenciālos donorus pārstrādei piemērotu šķirņu selekcijai, vislielākais svars piešķirts ražībai un ražu veidojošiem elementiem, augstam antociānu saturam, kā arī ziemcietībai un salnu izturībai. Fenoloģiskās pazīmes nav iekļautas šajā vērtējumā, jo ienākšanās laiks nav būtisks, ražojot ogas pārstrādei.

Vērtējot upeņu genotipus kā potenciālos donorus svaigam patēriņam piemērotu šķirņu selekcijai, vislielākais svars piešķirts ogas masai, ziedu skaitam ķekarā, ražībai un agram ogu ienākšanās laikam.

Vērtējot upeņu genotipus kā potenciālos donorus funkcionālai pārtikai piemērotu šķirņu selekcijai, vislielākais svars piešķirts askorbīnskābes un antociānu saturam, jo šīs vielas ir galvenā upeņu vērtība veselīgā uzturā. Morfoloģiskās pazīmes nav iekļautas vērtējumā.

Jāņogu integrētais novērtējums veikts, lai atlasītu potenciālos donorus pārstrādei, svaigam patēriņam un uzglabāšanai svaigā veidā piemērotu šķirņu selekcijai. Vēlamā pazīmes vērtība krūma augstumam

pieņemta 130 cm un kakleņa dzinumu skaitam 4 balles. Habitusam, slimību, kaitēkļu, salnu un ziemas sala bojājumiem par vēlamo vērtību pieņemta minimālā konkrētā gadā novērotā vērtība, bet pumpuru plaukšanas laikam, ziedēšanas sākuma laikam, ražībai, ogu masai, ziedu skaitam ķekarā, atdalīšanās no kātiņa un bioķīmiskajam sastāvam par vēlamo pieņemta maksimālā konkrētajā gadā novērotā vērtība. Pieņemts, ka svaigam patēriņam paredzētajām ogām optimāls ir pēc iespējas agrāks, bet uzglabāšanai paredzētajām – pēc iespējas vēlāks ienākšanās laiks. Pārstrādei paredzētajām ogām pieņemts, ka ienākšanās laiks nav nozīmīgs un tas vērtējumā nav iekļauts. Atsevišķi veikts integrētais novērtējums baltajām jānogām, kur netika ņemts vērā antociānu saturs ogās (balto jānogu ogās nav antociānu).

Lai novērtētu jānogu genotipus kā atsevišķu pazīmju grupu potenciālus donorus, veikts integrētais novērtējums, kur nav īpaši izcelta kāda viena pazīme vai pazīmju grupa. Genotipi vērtēti atsevišķi pa pazīmju grupām, izrēķinot katrai grupai atbilstošo SD vērtību.

Vērtējot jānogu genotipus kā potenciālos donorus pārstrādei piemērotu šķirņu selekcijai, vislielākais svars piešķirts ražībai un ražu veidojošiem elementiem, kā arī augstam antociānu saturam (sarkanajām jānogās).

Vērtējot jānogu genotipus kā potenciālos donorus uzglabāšanai (svaigā veidā) piemērotu šķirņu selekcijai, vislielākais svars piešķirts ogas masai un ziedu skaitam ķekarā, kā arī vēlam ogu ienākšanās laikam, izturībai pret salnām un antociānu saturam (sarkanajās jānogās). Tas pamatots ar to, ka uzglabāšanai nepieciešamas ogas ar izcilu vizuālo kvalitāti, tātad lielām, garos, neizretinātos ķekaros, turklāt sarkanajām jānogām jābūt spilgti vai tumši sarkanām.

Vērtējot jānogu genotipus kā potenciālos donorus patēriņam svaigā veidā piemērotu šķirņu selekcijai, piemērotība aprēķināta līdzīgi kā uzglabāšanai, tikai lielāka nozīme piešķirta potenciālajai ražībai, kā arī par piemērotāku tiek uzskatīta agrāka, nevis vēlāka ienākšanās. Tieši svaigam patēriņam visvairāk pieprasītas varētu būt ogas, kas audzētas bioloģiskās vai integrētās sistēmās, tāpēc izturībai pret slimībām un kaitēkļiem arī piešķirts liels svars.

REZULTĀTI

Upeņu ģenētiskie resursi

Ģenētisko resursu raksturojums. No vērtētajām un aprakstītajām 27 pazīmēm sekojošām 13 pazīmēm novērotas būtiskas atšķirības ($p < 0.05$) starp genotipiem: krūma augstums, kakleņa dzinumu skaits, krūma habituss, ogu ienākšanās laiks, ogas masa, ziedu skaits ķekarā, ražība, askorbīnskābes, anotociānu un šķīstošās sausas saturs, izturība pret jānogulāju lapu sīkplankumainību, upeņu pumpuru ērci un zemu ziemas temperatūru bojājumiem. Atrasti potenciālie donori minēto pazīmju, izņemot ražību, upeņu pumpuru ērces un zemu ziemas temperatūru bojājumiem, selekcijai, kā arī sekojošām kvalitatīvām pazīmēm: ogu ienākšanās vienlaicīgums, izlīdzinātība pēc lieluma, laba atdalīšanās no kātiņa un specifiskais *R. nigrum* var. *europaeum* aromāts.

Netika konstatētas statistiski būtiskas atšķirības starp genotipiem pumpuru plaukšanas laikā ($p = 1.00$), ziedēšanas sākuma laikā ($p = 1.00$), ziedēšanas ilgumā ($p = 1.00$), miltrasas ($p = 0.616$), lapu iedegu ($p = 1.00$), stabiņu rūsas (infekcija izplatījās tikai 2001. gadā, tāpēc datu statistikā apstrāde nav veikta) un salnu ($p = 0.096$) izturībā.

Hibrīdam Ia58 vienlaikus piemīt desmit selekcijā nozīmīgas pazīmes, jeb 62.5 % no visām aprakstītajām pazīmēm (1. tabula), bet genotipi IIB14, 'Joniniai' un Nr. 14 ir noderīgi pēc astoņām pazīmēm, kaut gan hibrīdiem Ia58 un Nr. 14 piemīt arī būtiski trūkumi (2. tabula), kas būtu novēršami tālākajā selekcijas darbā, veidojot jaunas šķirnes. Septiņas selekcijā nozīmīgas pazīmes piemīt 15 genotipiem, bet visvairāk bija genotipu ar sešām un piecām vērtīgām pazīmēm, attiecīgi 23 un 26 genotipi. Pēc četrām pazīmēm vērtīgi bija 11 genotipi, pēc trīs pazīmēm pieci genotipi, bet divi – tikai pēc divām pazīmēm (1. tabula).

Ļoti agrīnas ogu ienākšanās potenciālie donori ir 'Iyunsкая', Nr. 17, 'Vologda', 'Sevchanka', bet īpaši vēlīnas ienākšanās - 'Malling Jet', IIA40, 'Vakariai', Nr. 24, Nr. 14 un *R. americanum*.

Palielināts ziedu skaits ķekarā novērots deviņiem Latvijā iegūtajiem starpsugu hibrīdiem, kur par daudziedainības donoriem izmantotas *R. petiolare* (Nr. 2255, Nr. 3579, Nr. 3897, Nr. 6455, Nr. 17), *R. bracteosum* (Nr. 14, Nr. 24, *R. bracteosum* × *R. petiolare*), *R. fontaneum* (Nr. 6751), kā arī Īstmolingas (Lielbritānija) šķirnei 'Malling Jet' (izmantota *R. bracteosum*). 'Malling Jet' ir apmierinoša garša, pārējos iespējams izmantot tikai kā izejmateriālu tālākai selekcijai.

Izdalīti genotipi ar lielu vidējo ogas masu (> 1 g): *R. nigrum* × *R. grossularia* hibrīdi 'Josta' un 'Kroma', kā arī upeņu genotipi

‘Yadrenaya’, ‘Lunnaya’, BRi 8707-42, ‘Joniniai’, ‘Chernii Kentavr’, ‘Almiai’, BRi 8707-29, ‘Mara’ un ‘Lentyai’. Genotipi ar sausu ogas atrāvumu no kātiņa ir ‘Belorusskaya Sladkaya’, ‘Ben Sarek’, ‘Black Dawn’, ‘Chernecha’, Ila23, Ila46, Ila62, Iib14, IIIa68, ‘Katyusha’, ‘Mara’, Nr. 100, Nr. 17, Nr. 77, ‘Pilot A. Mamkin’, *Ribes americanum* un ‘Sanyuta’, tātad šo genotipu ogas noteiktos apstākļos būtu iespējams uzglabāt.

1. tabula/ Table 1

Upeņu selekcijai nozīmīgākie potenciālie 6 – 10 pazīmju donori
Most important potential donors for blackcurrant breeding, carrying 6 – 10 traits together

Pazīme/ trait	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10 pazīmes/ traits																
Ia58	+		+					+	+		+	+	+	+	+	+
8 pazīmes/ traits																
Iib14	+	+								+	+	+	+	+		+
Joniniai	+	+				+		+			+	+	+			+
Nr. 14	+	+	+			+		+				+				+
7 pazīmes/ traits																
Bel. Sladkaya	+		+							+	+	+	+			+
Ben Sarek	+	+							+	+	+	+				+
Black Dawn	+	+								+	+	+	+			+
Intercontinental	+	+						+	+		+	+		+		+
Chernii Kentavr	+	+				+		+	+			+				+
Ia47	+	+						+			+	+	+	+		
Lentyai	+	+				+			+		+	+				+
Malling Jet	+	+			+		+				+	+				+
Nr. 89	+	+						+			+	+		+		+
Pilot A. Mamkin	+	+	+							+	+	+				+
Sanyuta	+	+							+	+	+	+				+
Sevchanka	+	+		+				+	+		+	+				
Vakariai	+	+			+						+	+	+			+
Vemisazh	+	+						+			+	+		+		+
Yadrenaya	+	+				+		+	+			+				+

1. tabulas nobeigums/ Table 1 continued

Pazīme/ trait	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6 pazīmes/ traits																
AA 98	+							+			+	+			+	+
Almiai	+					+		+			+	+				+
Bagira	+							+			+	+		+		+
Ben More	+	+						+			+	+				+
BRi 8707 42	+					+		+	+		+	+				
Chemii Zhemchug	+	+							+		+	+				+
Detskosl'skaya	+	+						+				+	+		+	
Ila23	+									+	+	+	+			+
IIIa68	+									+	+	+		+		+
Iyumskaya	+			+				+			+	+				+
Laimiai	+							+			+	+		+		+
Lunnaya	+	+				+					+	+				+
Mara	+	+				+				+	+	+				
Nr. 3897	+		+				+				+	+				+
Nr. 7727	+	+						+			+	+				+
Ojebyn	+	+						+			+	+				+
Pamyati Ravkinu	+							+	+		+	+				+
R. nigrum var. europaeum	+	+							+		+	+				+
Svita Kievskaya	+	+		+				+				+				+
Titania	+							+			+	+		+		+
Triton	+	+									+	+		+		+
Vologda	+	+		+				+				+				+
Zagadka	+		+					+			+	+				+

+ - genotipam piemīt dotā pazīme/ genotype have that trait

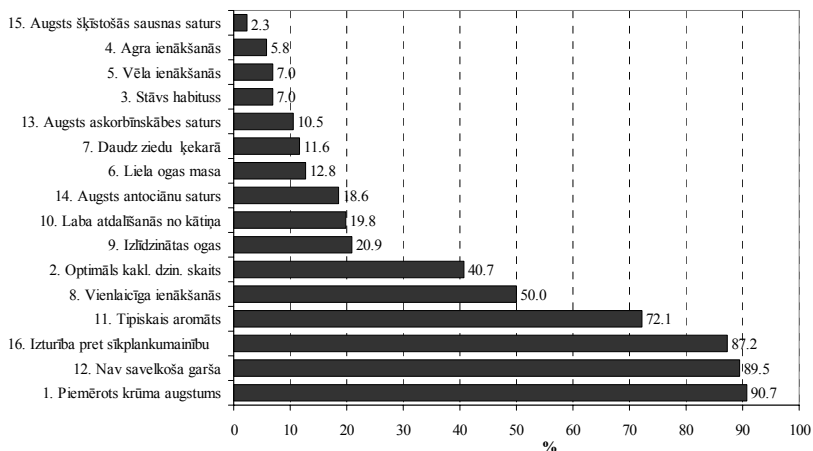
1. Piemērots krūma augstums/ Suitable bush height
2. Optimāls kakleņa dzinumu skaits/ optimum no. of basal shoots
3. Stāvs krūma habituss/ upright bush habit
4. Agra ogu ienākšanās/ early berry ripening
5. Vēla ogu ienākšanās/ late berry ripening
6. Augsta ogas masa/ High berry weight
7. Daudz ziedu ķekarā/ many flowers per cluster
8. Vienlaicīga ogu ienākšanās/ uniform berry ripening
9. Lielumā izlīdzinātas ogas/ uniform size of berries
10. Laba ogu atdalīšanās no kātiņa/ good separation of berries from stalk
11. Tipiskais upeņu aromāts ogām/ typical blackcurrant aroma of berries
12. Nav savelkoša ogu garša/ no astringent taste of berries
13. Augsts askorbīnskābes saturs/ high content of ascorbic acid
14. Augsts antociānu saturs/ high content of anthocyanins
15. Augsts šķīstošās sausas saturs/ high contents of soluble solids
16. Izturība pret sīkplankumainību/ resistance to Septoria leafspot

Vairumam pēfīto genotipu bija izteikts specifiskais *Ribes nigrum* var. *europaeum* aromāts. Tika izdalīti genotipi ar vāji izteiktu specifisko aromātu vai bez tā: Nr. 2255, Nr. 3579 un Nr. 6455 (*R. nigrum* × *R. petiolare*), Nr. 14 (*R. nigrum* × *R. bracteosum*), Nr. 24 (*R. bracteosum* × *R. nigrum*), Nr. 17 (*R. petiolare* × *R. dikusha*), Nr. 1297 (*R. nigrum* × *R. americanum*), *R. americanum*, 'Josta' un 'Kroma' (*R. nigrum* × *R. grossularia*), kā arī *R. nigrum* var. *sibiricum* un *R. dikusha* izcelsmes genotipi 'Svīta Kīevskaya', 'Yadrenaya', 'Detskosl'skaya', 'Chernecha', 'Vologda', 'Katyusha' Nr. 67, Nr. 81, Nr. 100 un BĒi 8707-29. Ogu savelkoša garša novērota daļai starpsugu hibrīdu, kur izmantotas *R. petiolare* un *R. bracteosum*: Nr. 24, Nr. 3579, Nr. 17, Nr. 2255 un Nr. 1297, un šķirnei 'Chernecha'.

Izdalīti potenciālie augstvērtīga bioķīmiskā sastāva donori: Ia58 (ļoti augsts antiociānu un saunas, kā arī augsts askorbīnskābes saturs), 'Detskosl'skaya' (ļoti augsts askorbīnskābes un saunas saturs), 'Vakarīai', IIb14, un 'Belorusskaya Sladkaya' (ļoti augsts askorbīnskābes saturs), un 'Jonīnīai' (augsts askorbīnskābes saturs). Šie genotipi varētu būt īpaši nozīmīgi selekcijā, bet 'Detskosl'skaya', 'Jonīnīai' un 'Belorusskaya Sladkaya' arī audzēšanai ogu patēriņam.

Analizēto genotipu biežos no saldētām ogām tika atrasti 56 aromāta komponenti. No gaistošo vielu kopējā apjoma vidēji 54.81 % veidoja ēsteri, no kuriem nozīmīgākie bija etilbutanoāts (38.15 % no kopējā satura) un metilbutanoāts (12.84 %). Terpēni un terpenoli sastādīja vidēji 34.52 %, no kuriem nozīmīgākie bija sabinēns (8.09 %) un 3-karēns (7.02 %), bet aldehīdi sastādīja kopā 8.16 %, no kuriem nozīmīgākais bija heksanāls (6.31 %). Ar vislielāko kopējo aromātvielu saturu izcēlās genotipi AA-98 (1462.726 ng 100 g⁻¹), 'Selechenskaya' (1248.127 ng 100 g⁻¹) un 'Zagadka' (1098.170 ng 100 g⁻¹), tas liecina par to, ka šo genotipu ogas ir ar visintensīvāko aromātu. Viszemākais kopējais aromātvielu saturs novērots 'Māra' (133.253 ng 100 g⁻¹), 'Lentyai' (148.490 ng 100 g⁻¹) un *R. nigrum* × *R. petiolare* hibrīdam Nr. 3579 (148.962 ng 100 g⁻¹). Ar izteiktu ēsteru pārsvaru raksturojās 'Selechenskaya' (82.82 %), 'Stor Klas' (74.21 %) un AA-98 (64.12 %), bet izteikts terpenoīdu pārsvars bija vērojams 'Jonīnīai' (80.55 %), Nr. 3579 (71.31 %), 'Chernii Zhemchug' (68.10 %) un 'Māra' (62.74 %) ogās. Aldehīdu saturs svārstījās no 3.34 % ('Selechenskaya') līdz 25.90 % ('Lentyai') (1. attēls).

genotipu bija izturīgi pret lapu sīkplankumainību (bojājumi 1 – 3 balles). Pusei genotipu ogas ienācās vienlaicīgi, bet 40.7 % genotipu bija ar atbilstošu kakleņa dzinum skaitu (3 – 4 balles, kas atbilst 3 – 6 dzinumiem). Tas liecina, ka arī turpmākajā selekcijā būs salīdzinoši vienkārši iegūt šķirnes ar atbilstošu minēto sešu pazīmju vērtējumu. Četras pazīmes vērtētajos upeņu ģenētiskajos resursos bija salīdzinoši reti sastopamas un, papildinot selekcijas izejmateriālu, tām jāpievērš īpaša uzmanība: stāvs krūmu habituss (7 %), vēla ogu ienākšanās (7 %), agra ogu ienākšanās (5.8 %) un īpaši augsts šķīstošās sausas ogas saturs (2.3 % genotipu). Šīs īpašības šķirnēs ir nozīmīgas, jo tiek uzskatīts, ka stāvs krūmu habituss ir būtisks ogu mehānizētai novākšanai, tomēr pieredze liecina, ka arī dažas šķirnes ar plašu augumu ir iespējams sekmīgi novākt mehānizēti. Tomēr arī turpmāk šai pazīmei jāpievērš uzmanība atvieglotas stādījumu kopšanas un mehānizēti novāktu ogu kvalitātes dēļ. Īpaši vēla un agra ienākšanās ir būtiska, ražojot ogas svaigam patēriņam, bet mazāk nozīmīga pārstrādei. Tāpēc arī maz selekcijas programmu ir orientētas uz īpaši agrīnu un vēlnu šķirņu iegūvi.



2. att. Selekcijai īpaši noderīgu upeņu genotipu īpatsvars noteiktām pazīmēm

Fig. 2. Percentage of potential trait donors in Latvian blackcurrant genetic resources (numbering like in Table 1)

Pavisam pētījumā bija iekļauti 36 Latvijas izcelsmes upeņu genotipi, tai skaitā 20 starpsugu hibrīdi. 2. tabulā aprakstīti 11 labākie Latvijas izcelsmes genotipi, kuri bija izcili vienas vai vairāku pazīmju novērtējumā

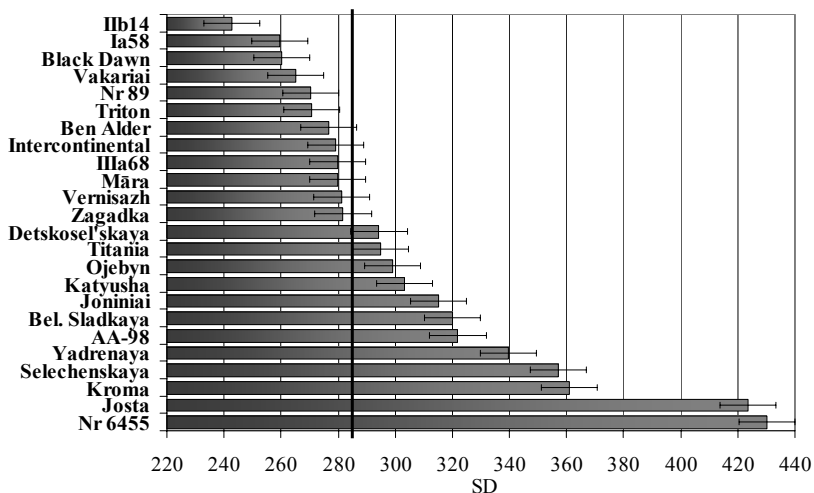
un tāpēc uzskatāmi par šo pazīmju potenciāliem donoriem. Tāpēc tos ieteicams iekļaut upeņu ģenētisko resursu kolekcijās.

2. tabula

Labāko Latvijas izcelsmes upeņu genotipu raksturojums

	Genotips	Priekšrocības	Trūkumi
1.	AA-98	Izteikts specifiskais aromāts Deserta garša Augsts antociānu saturs Augsts šķīstošās sausas saturs	
2.	Ia58	Stāvs habituss Augsts askorbīnskābes saturs Augsts antociānu saturs Augsts šķīstošās sausas saturs	Ogas sīkas Slikta ogu atdalīšanās
3.	Ila40	Vēla ziedēšana Vēlīna ogu ienākšanās	
4.	Ilb10	Salnu izturība	Pārāk daudz kakleņa dzinumu Zems šķīstošās sausas saturs
5.	Ilb14	Augsts askorbīnskābes saturs Augsts antociānu saturs Laba ogu atdalīšanās	
6.	Mara (NK 78)	Lielogainība Laba ogu atdalīšanās	Ieņēmība pret sīkplankumainību
7.	Nr. 14	Vēlīna ogu ienākšanās Liels ziedu skaits ķekarā Stāvs habituss Vēla ziedēšana Vēla plaukšana	Trūkst specifiskā aromāta Netipiska garša Nepietiekama salcietība
8.	Nr. 2255	Liels ziedu skaits ķekarā Augsts antociānu saturs	Trūkst specifiskā aromāta Savelkoša ogu garša Zems askorbīnskābes saturs Zems šķīstošās sausas saturs
9.	Nr. 24	Liels ziedu skaits ķekarā Vēla plaukšana Vēlīna ogu ienākšanās	Trūkst specifiskā aromāta Savelkoša ogu garša Zems antociānu saturs ogās Salnu neizturība
10.	Nr. 3579	Liels ziedu skaits ķekarā	Trūkst specifiskā aromāta Savelkoša ogu garša
11.	<i>R. bracteosum</i> × <i>R. petiolaris</i>	Vēla plaukšana Liels ziedu skaits ķekarā	Salnu neizturība Zema ziemcietība

Selekcijai vispiemērotākais potenciālais donors pārstrādei nepieciešamo īpašību uzlabošanai bija I1b14, tam ar integrētā novērtējuma vērtībām (SD), kas atšķirās no vidējā vairāk par standartnovirzes vērtību, sekoja Ia58, 'Black Dawn', 'Vakarīai', Nr. 89, 'Triton', 'Ben Alder', 'Intercontinental', IIIa68, 'Māra', 'Vernisazh' un 'Zagadka' (3. attēls). Šie genotipi izcēlās ar augstu ražu veidojošo elementu un bioķīmiskā sastāva novērtējumu un ir uzskatāmi par šo pazīmju potenciālajiem donoriem

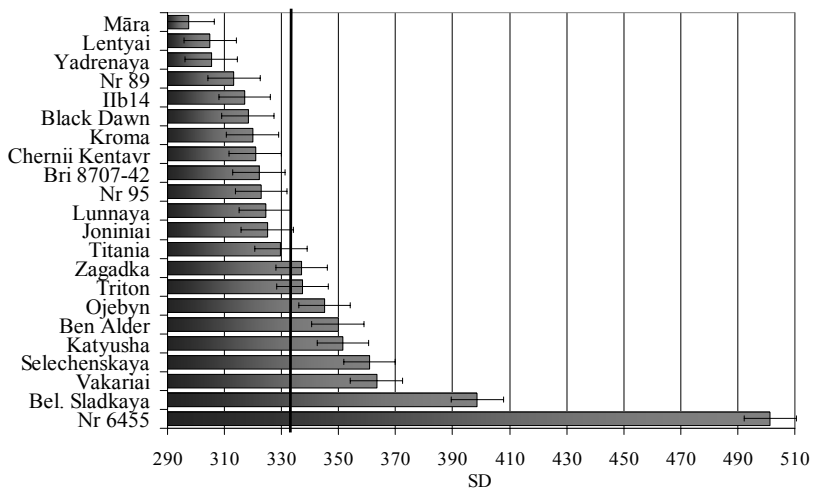


3. att. Upeņu genotipu kā potenciālā selekcijas materiāla pārstrādei piemērotu šķirņu izveidei integrētais novērtējums

Fig. 3. Multicriteria analysis of blackcurrants as potential breeding donors for suitability to processing

$$\text{—} SD_{vid-s} = 283.63$$

Selekcijai vispiemērotākais potenciālais donors svaigam patēriņam nepieciešamo īpašību uzlabošanai izrādījās 'Māra', tam sekoja 'Lentyai', 'Yadrenaya', Nr. 89, I1b14, 'Black Dawn', 'Kroma', 'Chemii Kentavr', BRi 8707-42, Nr. 95, 'Lunnaya' un 'Joniniai' (4. attēls). Šajā analizē vislielākā nozīme piešķirta produkcijas vizuālajai kvalitātei – ogu lielumam un ziedu (ogu) skaitam ķekārā, bet daudz mazāka bioķīmiskajam sastāvam. Tikai pirmie trīs īpaši lielogainie genotipi izceļas starp pārējiem, bet vairumam sekojošo genotipu vērtējumi ir līdzīgi. Jāpiebilst, ka upeņu – ērkšķogu hibrīds 'Kroma' nav piemērots svaigam patēriņam, jo pēc garšas nav salīdzināms ar upenēm un Latvijas apstākļos nav pietiekoši ziemciētīgs, tāpēc ir mazražīgs.

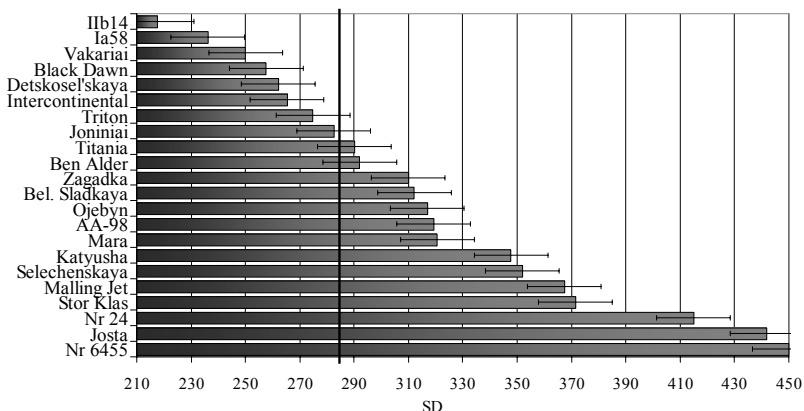


4. att. Upeņu genotipu kā potenciālā selekcijas materiāla svaigam patēriņam piemērotu šķirņu izveidei integrētais novērtējums

Fig. 4. Multicriteria analysis of blackcurrants as potential breeding donors for suitability to fresh consumption

$$\text{————— } SD_{vid-s} = 352.2$$

Pieņemts, ka potenciālajiem donoriem funkcionālai pārtikai piemērotu šķirņu selekcijā vissvarīgākais ir ogu bioķīmiskais sastāvs (askorbīnskābes un antociānu saturs). Arī šeit, tāpat kā pārstrādei nepieciešamo īpašību uzlabošanai, vislabākie bija genotipi Ilb14, kā arī Ia58, 'Vakarai', 'Black Dawn', 'Detskospel'skaya', 'Intercontinental', 'Triton' un 'Joniniai', kas atšķīrās no vidējā vairāk kā par standartnovirzes vērtību (5. attēls) un ir pieskaitāmi pie selekcijai noderīgākajiem genotipiem. Vairums minēto genotipu neizceļas ar izcilu ogu lielumu vai augstāžību, toties tie ir izcili bioķīmiskā sastāva ziņā un apmierinoši pēc vairuma citu īpašību.



5. att. Upeņu genotipu kā potenciālā selekcijas materiāla funkcionālai pārtikai piemērotu šķirņu izveidei integrētais novērtējums

Fig. 5. Multicriteria analysis of blackcurrants as potential breeding donors for suitability to functional food

$$\text{————— } SD_{vid} - s = 284.05$$

Jāņogu ģenētiskie resursi

Ģenētisko resursu raksturojums. No vērtētajām un aprakstītajām 22 pazīmēm sekojošām 10 pazīmēm novērotas statistiski būtiskas atšķirības ($p < 0.05$) starp genotipiem: krūma augstums, krūma habituss, ogu ienākšanās laiks, ogas masa, ziedu skaits ķekarā, ražība, anotociānu un šķīstošās sausas saturs, izturība pret jāņogu pumpuru ērci un ziemas sala bojājumi. Atrasti potenciālie donori minēto pazīmju selekcijai, izņemot izturību pret ziemas sala bojājumiem, kā arī kvalitatīvai pazīmei – ogu atdalīšanās no kātiņa (3. tabula).

Netika konstatētas būtiskas atšķirības starp genotipiem kakleņa dzinumu skaitā ($p = 0.431$), pumpuru plaukšanas laikā ($p = 0.873$), ziedēšanas sākuma laikā ($p = 1.00$), ziedēšanas ilgumā ($p = 1.00$), askorbīnskābes saturā ogās ($p = 0.15$), miltrasas ($p = 0.999$), sīkplankumainības ($p = 0.999$), lapu iedegu ($p = 0.447$), stabiņu rūsas (infekcija izplatījās tikai 2001. gadā, tāpēc datu statistikā apstrāde nav veikta) un salnu ($p = 0.591$) izturībā.

Apkopojot iepriekš aprakstīto pētījumu rezultātus, bija iespējams novērtēt Latvijā sastopamo jāņogu ģenētisko materiālu pēc potenciālas noderības selekcijā (3. tabula). Sarkano jāņogu šķirne 'Rote Spätleser' ir īpaši nozīmīgs selekcijas izejmateriāls, jo tā ir vienlaikus septiņu pazīmju (58.3 % no 3. tabulā aprakstītajām pazīmēm) potenciāls donors. Sarkano

jāņogu šķirnes 'Holandes Sarkanās', 'Neimaņa Ķiršu' un 'Varshevicha', un balto jāņogu šķirne 'Werdavia' ir noderīgas selekcijā pēc piecām pazīmēm (41.7 % pazīmju). Šie genotipi ir nozīmīgākie no vērtētā jāņogu ģenētiskā materiāla. Pārējie genotipi ir nozīmīgi pēc mazāka pazīmju skaita, kaut gan selekcijas darbā arī daļai no tiem varētu būt liela nozīme (skatīt 4. tabulu).

Vēlas ogu ienākšanās potenciālie donori ir no *Ribes multiflorum* iegūtie 'Rote Spätlese' un 'Rovada'. Agrīnas ienākšanās donori netika atrasti.

Ar lielu ziedu skaitu ķekarā izcēlās šķirnes 'Rote Spätlese' un 'Rovada', tātad suga *R. multiflorum* ir vērtīgs daudzdziedainības donors un ir sekmīgi izmantojama arī turpmākajā selekcijā.

Augstvērtīga bioķīmiskā sastāva potenciāli donori ir sarkano jāņogu genotipi 'Neimaņa Ķiršu' un 'Varshevicha' (īpaši augsts antociānu saturs) un balto jāņogu genotips 'Juterborg White' (augsts šķīstošās sausas satur). Augstas ražas kvalitātes (ogu masa, ziedu skaits ķekarā, ogu atdalīšanās no kātiņiem un bioķīmiskais sastāvs) potenciālie donori ir sarkano jāņogo šķirnes 'Rote Spätlese' (īpaši daudz ziedu ķekarā) un 'Rotet' (salīdzinoši lielas ogas un daudz ziedu ķekarā) un balto jāņogu šķirne 'Cirvja Piets' (augsts askorbīnskābes saturs un liela ogu masa).

Izturīgas pret jāņogu pumpuru ērci *Cecidophyopsis selachodon* van Eynd. izteikta infekcijas fona apstākļos bija šķirnes 'Belaya Kuzmina', 'Cirvja Piets', 'Holandes Sarkanās', 'Holandes Baltās', 'Neimaņa Ķiršu', 'Rote Spätlese', 'Varshevicha' un 'Werdavia', kuras var ieteikt kā potenciālus izturības donorus pret šo kaitēkli.

Augstas kompleksas izturības pret slimībām un kaitēkļiem potenciāli donori ir šķirnes 'Holandes Sarkanās', 'Vierlander', 'Rote Spätlese', 'Belaya Potapenko' un 'Vīksnes Baltās'.

3. tabula/ Table 3

Potenciālie pazīmju donori jāņogu selekcijai
Potential donors for red and white currant breeding

Pazīme/trait	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7 pazīmes vienkopus/ 7 traits together												
Rote Spätlese	+	+			+		+	+			+	+
5 pazīmes vienkopus/ 5 traits together												
Holandes Sarkanās	+	+						+			+	+
Neimaņa Ķiršu	+	+						+		+		+
Varshevicha	+	+						+		+		+
Werdavia	+	+						+			+	+

3. tabulas nobeigums/ Table 3 continued

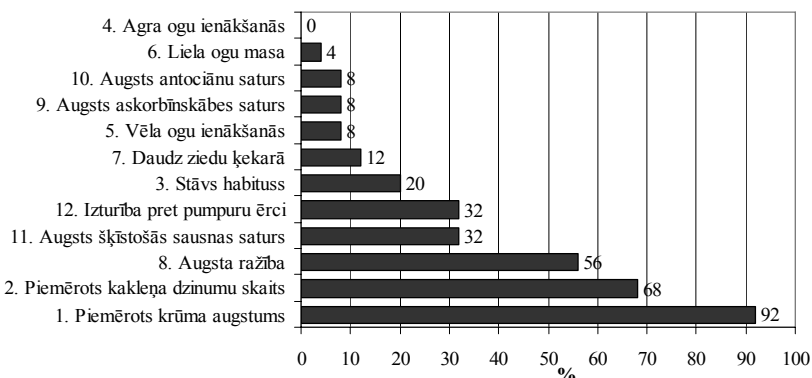
Pazīme/trait	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4 pazīmes vienkopus/ 4 traits together												
Belaya Kuzmina	+							+			+	+
Fertodi Piro	+	+	+					+				
Holandes Baltās	+	+							+			+
Rovada	+		+		+		+					
3 pazīmes vienkopus/ 3 traits together												
Belaya Potapenko		+	+								+	
Cirvja Piets						+			+			+
Jonkheer van Tets	+	+						+				
Juteborg White	+	+									+	
Kodu Valge	+	+						+				
Natali	+	+						+				
Rotet	+		+				+					
Rubinovaya Altaya	+	+						+				
Suur Kodu Valge	+	+						+				
Vierlander	+		+					+				
Zitavia	+	+									+	
2 pazīmes vienkopus/ 2 traits together												
Fertodi Korai	+	+										
Konstantinovskaya	+										+	
Rachnovskaya	+							+				
Vīksnes Baltās	+	+										
1 pazīme/ 1 trait												
Chelyabinskii Velikan	+											

+ - genotipam piemīt dotā pazīme/ genotype have that trait

1. Piemērots krūma augstums/ Suitable bush height
2. Optimāls kakleņa dzinumu skaits/ Optimum number of basal shoots
3. Stāvs krūma habituss/ Upright bush habit
4. Agra ogu ienākšanās/ Early berry ripening
5. Vēla ogu ienākšanās/ Late berry ripening
6. Liela ogu masa/ Large berry weight
7. Daudz ziedu ķekarā/ Many flowers per cluster
8. Augsta ražība/ High productivity
9. Augsts askorbīnskābes saturs/ High content of ascorbic acid
10. Augsts antociānu saturs/ High content of anthocyanins
11. Augsts šķīstošās sausas saturs/ High content of soluble solids
12. Izturība prēt pumpuru ērci/ Resistance to bud gall mite

Genotipu novērtējums pēc noderības selekcijai. Vislielākais selekcijai noderīgu genotipu skaits (92 %), līdzīgi kā upenēm, bija ar piemērotu krūma augstumu (>90 cm) (6. attēls). Arī piemērots kakleņa

dzinumu skaits (ne mazāks par 2,1 ballēm jeb diviem dzinumiem) bija 62 % genotipu, bet 56 % genotipu bija ar augstu ražību (>5.8 balles). Šīs trīs īpašības ir plaši izplatītas Latvijā esošajā jāņogu ģenētiskajā materiālā. Tikai trīs no *Ribes multiflorum* iegūtajām šķirnēm (kopā 12 % no genotipiem) – 'Rote Spätlese', 'Rotet' un 'Rovada' piemīt liels ziedu skaits ķekarā (20.0 – 29.7). Īpaši vēlini ogas ienākas 'Rote Spätlese' un 'Rovada' (8 %). No pētītā materiāla īpaši augsts antociānu saturs ir tumši sarkanajām 'Varshevicha' un 'Neimaņa Ķiršu' (8 %). Tikai viena šķirne – 'Cīrvja Piets' izceļas ar lielu ogu masu (0.63 g), bet genotipu ar īpaši agru ogu ienākšanās laiku pētītajā jāņogu ģenētiskajā materiālā neizdevās atrast. Esošajā ģenētiskajā materiālā trūkst genotipu ar agrīnu un vēlinu ogu ienākšanos, augstu antociānu un askorbīnskābes saturu un lielu ogu masu. Tāpēc kolekcija jāpapildina ar genotipiem, kas raksturojas tieši ar šīm pazīmēm.



6. att. Selekcijai īpaši noderīgu jāņogu genotipu īpatsvars noteiktām pazīmēm
 Fig. 6. Percentage of potential trait donors in Latvian red and white currant genetic resources (numbering like in Table 3)

Pavisam pētījumā bija iekļauti trīs Latvijas izcelsmes genotipi, bet tiem var pieskaitīt arī introducēto šķirni 'Holandes Sarkanās' un 'Holandes Baltās' vietējās formas, jo tās ap 100 gadu ilgā audzēšanas laikā ir izcili adaptējušās Latvijas apstākļiem un, ļoti iespējams, izveidojušās arī ģenētiski atšķirīgus klonus. Saglabāšanai Latvijas ģenētisko resursu kolekcijās un izmantošanai selekcijas programmās ieteicami pavisam četri genotipi no pētītās kolekcijas: 'Cīrvja Piets', 'Neimaņa Ķiršu', kā arī 'Holandes Sarkanā' un 'Holandes Balto' vietējās formas (apraksti 4. tabulā). Saglabājama ir arī sarkano jāņogu šķirne 'Vīksnes Sarkanās', kas kolekcijā tika iekļauta tikai pēc izmēģinājumu uzsākšanas un tāpēc nav aprakstīta.

Taču tā literatūrā atzīta par nozīmīgu Latvijas izcelsmes šķirni (Исачкин и др., 2003), kā arī pēc vairāku gadu šķirņu salīdzinājumiem Krievijas izmēģinājumu stacijās iekļauta Krievijas Valsts šķirņu reģistrā.

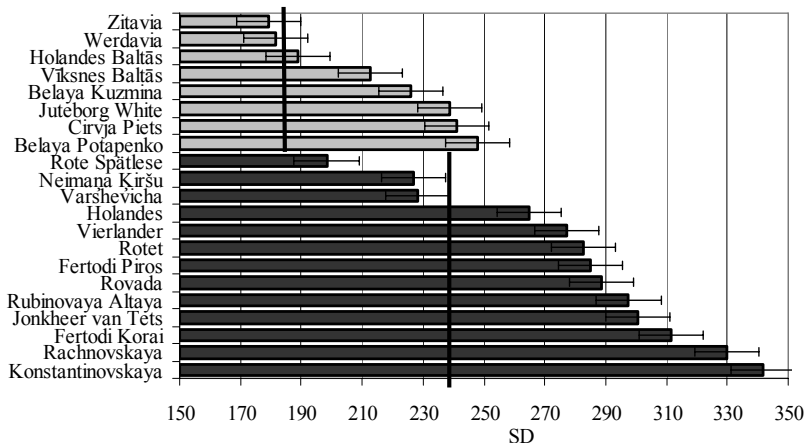
4. tabula

Latvijas izcelsmes jāņogu genotipu apraksts

Nr.	Genotips	Priekšrocības	Trūkumi
<i>Sarkanās jāņogas</i>			
1.	Holandes Sarkanās *	Augsts šķīstošās sausas ogas saturs ogās Izturība pret pumpuru ērci	Izplests habituss
2.	Neimaņa Ķiršu	Tumši sarkanās ogas Augsts antociānu saturs ogās Izturība pret pumpuru ērci Salnu izturība	Sīkas ogas Izplests habituss
<i>Baltās jāņogas</i>			
3.	Cirvja Piets	Liela ogu masa Augsts askorbīnskābes saturs ogās Izturība pret pumpuru ērci	Salnu neizturība Pārāk zems augums Pārāk maz kakleņa dzinumu Izplests habituss
4.	Holandes Baltās *	Augsts askorbīnskābes saturs ogās Izturība pret pumpuru ērci	Ieņēmība pret lapu plankumainībām

* - introducēta, bet labi adaptējusies šķirne, saglabājama ģenētisko resursu kolekcijā

Selekcijai vispiemērotākie sarkano jāņogu genotipi pārstrādei nepieciešamo īpašību uzlabošanai bija 'Rote Spätlese' (dēļ lielā ziedu skaita ķekarā, augstas ziemcietības un salnu izturības), kā arī 'Neimaņa Ķiršu' un 'Varshevisha' (abas galvenokārt dēļ augsta antociānu satura). Pārstrādei nepieciešamo īpašību selekcijai noderīgākie balto jāņogu genotipi bija 'Zitavia' un 'Werdavia' (galvenokārt ņemot vērā to ražību un ķīmisko sastāvu) (7. attēls).

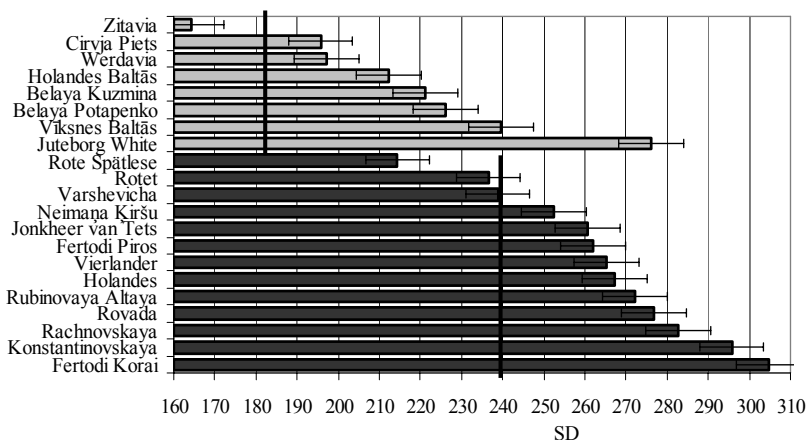


7. att. Jāņogu genotipu kā potenciālā selekcijas materiāla pārstrādei piemērotu šķirņu izveidei integrētais novērtējums

Fig. 7. Multicriteria analysis of red/white currants as potential breeding donors for suitability to processing

– baltās jāņogas/ white currants – sarkanās jāņogas/ red currants
 | $SD_{vid-s}=186,43$ | $SD_{vid-s}=238,17$

Jāņogu genotipu kā potenciālā selekcijas materiāla uzglabāšanai svaigā veidā piemērotu šķirņu izveidei novērtējumā vislielākā nozīme piešķirta ražas vizuālajai kvalitātei – ogu lielumam un ziedu (ogu) skaitam ķekarā, kā arī vēlām ienākšanās laikam (īsāku laiku jāglabā), bet daudz mazāka bioķīmiskajam sastāvam. Protams, ļoti nozīmīga ir tieši genotipa piemērotība ilgstošai uzglabāšanai kontrolētas atmosfēras apstākļos, taču šoreiz šī īpašība netika pētīta. Selekcijai visnoderīgākā sarkano jāņogu šķirne bija 'Rote Spätlese' (vēla ienākšanās un ļoti daudz ziedu ķekarā), bet noderīgākā balto jāņogu šķirne bija 'Zitavia' (daudz ziedu ķekarā un salīdzinoši lielas ogas, taču tās ienākas vidēji agri). Pārējie genotipi ir uzskatāmi par mazāk noderīgiem uzglabāšanai piemērotu jāņogu šķirņu selekcijā (8. attēls)



9. att. Jāņogu genotipu kā potenciālā selekcijas materiāla patēriņam svaigā veidā piemērotu šķirņu izveidei integrētais novērtējums
 Fig. 9. Multicriteria analysis of red/white currants as potential breeding donors for suitability to fresh consumption

– baltās jāņogas/ white currants
 – sarkanās jāņogas/ red currants
 | $SD_{vid-s}=183.31$
 | $SD_{vid-s}=239.18$

SECINĀJUMI

1. Latvijā esošie upeņu ģenētiskie resursi ir bagāti ar potenciāliem donoriem piemērotam krūma augstumam, tipiskai ogu garšai un aromātam, kā arī izturībai pret lapu sīkplankumainību. Latvijas upeņu ģenētiskajos resursos trūkst stāva krūmu habitusa, vēlas un agras ogu ienākšanās un augsta šķīstošās sausnas satura donori, tāpēc tuvākajā laikā kolekcija jāpapildina tieši ar šo pazīmju donoriem.
2. Veicot padziļinātu ķīmiskā sastāva analīzi 12 upeņu genotipiem, novērotas izteiktas atšķirības starp tiem gan absolūtā gaistošo, aromātu veidojošo vielu daudzumā, gan vielu klašu proporcijā, gan atsevišķu sastāvdaļu daudzumā.
3. Vispiemērotākie pārstrādei nepieciešamo upeņu īpašību potenciālie donori, kas izcēlās ar augstu ražu veidojošo elementu un ķīmiskā sastāva novērtējumu, bija I1b14, Ia58, 'Black Down', 'Vakarīai', Nr. 89, 'Triton', 'Ben Alder', 'Intercontinental', IIIa68, 'Māra', 'Vernisazh' un 'Zagadka'.

4. Vispiemērotākie svaigo ogu tirgus prasībām nepieciešamo upeņu īpašību potenciālie donori, kas raksturojās ar lielu ogu masu un ziedu skaitu ķekarā, turklāt saglabājot apmierinošu arī citu pazīmju vērtējumu, bija: 'Māra', 'Lentyai', 'Yadrenaya', Nr. 89, IIB14, 'Black Down', 'Chernii Kentavr', BRi 8707-42, Nr. 95, 'Lunnaya' un 'Joniniai'.
5. Vispiemērotākie funkcionālai pārtikai nepieciešamo upeņu īpašību potenciālie donori, kas izcēlās ar augstu askorbīnskābes un antociānu saturu un bija apmierinoši pēc vairuma citu īpašību, bija: IIB14, Ia58, 'Vakarai', 'Black Down', 'Detskosel'skaya', 'Intercontinental', 'Triton' un 'Joniniai'.
6. Selekcijai Latvijas apstākļos kā īpaši vērtīgi atlasīti 24 upeņu genotipi, kuru saglabāšana kolekcijā arī turpmāk būtu lietderīga. Starp tiem izceļas Ia58, IIB14, 'Joniniai' un Nr. 14, kam piemīt vairāk kā septiņas selekcijā noderīgas pazīmes.
7. No 36 pētītajiem Latvijas izcelsmes genotipiem saglabāšanai Latvijas ģenētisko resursu kolekcijās un izmantošanai selekcijas programmās ieteicami 11 genotipi: AA-98, Ia58, IIa40, IIB10, IIB14, 'Māra', Nr. 14, Nr. 2255, Nr. 24, Nr. 3579, un *R. bracteosum* × *R. petiolare*.
8. Vispiemērotākie pārstrādei nepieciešamo jāņogu īpašību potenciālie donori ar augstu ražu veidojošo elementu un ķīmiskā sastāva novērtējumu bija sarkano jāņogu šķirnes 'Rote Spätlese', 'Neimaņa Ķiršu' un 'Varshevicha' un balto jāņogu šķirnes 'Zitavia' un 'Werdavia'.
9. Piemērotākie uzglabāšanai svaigā veidā nepieciešamo jāņogu īpašību potenciālie donori ar lielu ogu masu, lielu ziedu skaitu ķekarā, un salīdzinoši vēlīnu ogu ienākšanās laiku bija sarkano jāņogu šķirne 'Rote Spätlese' un balto jāņogu šķirne 'Zitavia'.
10. Vispiemērotākie svaigo ogu tirgus prasībām atbilstoši jāņogu īpašību potenciālie donori, kas raksturojās ar lielu ogu masu un ziedu skaitu ķekarā, bija sarkano jāņogu šķirnes 'Rote Spätlese', 'Rotet' un 'Varshevicha', kā arī balto jāņogu šķirne 'Zitavia'.
11. Vairāk kā 50% vērtēto jāņogu genotipu bija ar optimālu krūma augstumu, kakleņa dzinumumu skaitu un augstu ražību. Tuvākajā laikā jācenšas iekļaut kolekcijā jāņogu genotipus kam, ir daudz ziedu ķekarā, agrīna vai vēlīna ogu ienākšanās, augsts askorbīnskābes un antociānu saturs, un liela ogu masa, jo šo pazīmju donori Latvijas jāņogu selekcijas izejmateriālā trūkst.
12. Kā nozīmīgs selekcijas izejmateriāls Latvijā novērtētas sešas sarkano jāņogu šķirnes – 'Holandes Sarkanās', 'Neimaņa Ķiršu', 'Rote Spätlese', 'Rotet', 'Rovada' un 'Varshevicha', un piecas balto jāņogu

- šķirnes – ‘Belaya Kuzmina’, ‘Čirvja Piets’, ‘Holandes Baltās’, ‘Werdavia’ un ‘Zitavia’. No minētajām šķirnēm ‘Rote Spātelse’, ‘Holandes Sarkanās’, ‘Neimaņa Ķiršu’, ‘Varshevicha’ un ‘Werdavia’ varētu būt īpaši nozīmīgas selekcijā, jo tām piemīt vienlaikus vairāk nekā piecas selekcijā nozīmīgas pazīmes.
13. Saglabāšanai Latvijas ģenētisko resursu kolekcijās un iekļaušanai selekcijas programmās ieteicamas Latvijas izcelsmes jāņogu šķirnes ‘Čirvja Piets’, ‘Neimaņa Ķiršu’, kā arī ‘Holandes Sarkanā’ un ‘Holandes Balto’ vietējās formas.

PATEICĪBA

Pateicos savai sievai Solvitai un bērniem par atbalstu, pacietību, iecietību un praktisku palīdzību izmēģinājumu veikšanas un darba noformēšanas laikā.

Pateicos saviem kolēģiem Latvijas Lauksaimniecības universitātes Dārzkopības katedrā par sniegtajiem padomiem un atbrīvošanu no dažādiem papildus pienākumiem, kas deva iespēju to vietā veikt promocijas darba izstrādi. Paldies prof. I. Belickai par nesavtīgo palīdzību izmēģinājuma datu analīzē un darba noformēšanā.

Pateicos Valsts Dobeles Dārzkopības selekcijas un izmēģinājumu stacijas kolektīvam par iespēju veikt novērojumus un izmēģinājumus viņu izmēģinājumu laukos un laboratorijā, par sniegtajiem padomiem un palīdzību darba izstrādē.

Pateicos par iespēju daļu darba veikt Dānijā, Ārslevas Zinātniskajā stacijā, izmantojot Dānijas Valdības stipendiju un Ārslevas Zinātniskās stacijas finansējumu.

INTRODUCTION

Horticultural production in northern latitudes, including Latvia, is limited by climatic factors, therefore it is necessary to develop local plant breeding programs in Nordic and Baltic countries, based on maximum use of all available genetic material. Thorough research of this material enables faster breeding of cultivars for different purposes, as well as better use of traditional and new technologies in plant breeding.

Black, red and white currant genetic material in Latvia is formed of local wild forms as well as introduced species and cultivars. Large number of species and cultivars were brought from Western Europe, including Scandinavia, from Eastern Europe and Siberia. Moreover, a 30-year-long intense breeding work at the Latvian National Botanical Garden is resulted in a wide range of inter-specific blackcurrant hybrids, which is an invaluable material for further breeding. However, characterization and evaluation of the black, red and white currant genetic material has been absent so far, thus limiting both scientific and practical use of this material.

An **objective** of this research is to characterise black, red and white currant genetic resources, gathered at the Dobele State Horticultural Plant Breeding Research Station (Dobele HPBRS), in the agro-climatic conditions of Latvia, and to evaluate their suitability for breeding.

Tasks of the research are:

- to characterise black, red and white currant genotypes according to their morphological, agronomical, and biochemical properties;
- to evaluate suitability of the genotypes to different breeding purposes, including development of cultivars for fresh consumption, processing, fresh storage, and functional food;
- to recommend the most valuable genotypes of Latvian origin for including in genetic resources collections and breeding programs.

Research was done at the Dobele HPBRS in years 1999 – 2003. In total, 86 black currant and 25 red/white currant (*Ribes* L.) cultivars, hybrids and species were characterized. An extended biochemical analysis, including aroma, of 12 blackcurrant genotypes with different origin and berry quality was done at Aarslev Research station, Denmark, in 2001.

Novelty of the research. For the first time, local and introduced black, red and white currant genotypes were characterized and evaluated in the agro-climatic conditions of Latvia. As a result, new potential donors of several important traits for breeding were found, and recommendations of conservation of local genotypes in genetic resources collections were given.

The results of this research can be used in:

- developing of *Ribes* L. genetic resources database;
- establishment of genetic resources collections;
- selection of parents for the breeding of cultivars for different purposes;
- selection of cultivars for berry production.

Evaluation of genotypes will speed up the breeding process of black, red and white currants for Latvia, because this evaluation is done in Latvian agro-climatic conditions, and will allow including the valuable genotypes of Latvian origin in breeding programs. The described genetic material is particularly useful for breeding cultivars with higher content of functionally active compounds – ascorbic acid and anthocyanins, and higher yield potential. Especially remarkable are blackcurrant genotypes with exceptionally high number of flowers per cluster.

Progress and results of the research are presented in 8 local and 10 international scientific conferences, workshops and symposiums. The results are reported in 9 international and 6 local publications (see Page 47).

MATERIALS AND METHODS

Place and object of research

The research of black, red and white currant genetic resources was done at Dobele HPBRS from 1999 to 2003. In total, 86 blackcurrant genotypes were examined, including 38 genotypes from Latvia, 14 from Russia, 10 from Sweden, 6 from Lithuania, 5 from Ukraine, 3 from Belarus, 5 from Great Britain, 2 from Germany, and 1 from the Netherlands. Altogether, 7 different *Ribes* species were used to develop these genotypes. In total, 25 red/white currant genotypes were examined, including 3 cultivars from Latvia, 6 from Russia, 5 from the Netherlands, 4 from Germany, 3 from Estonia, and 2 from Hungary; altogether, 5 *Ribes* species were used to develop these cultivars.

Methods of observations

Averages from estimates of separate bushes were calculated for morphological traits, productivity, and damages of diseases, pests, and unfavourable weather conditions. A common representative sample of each genotype was taken to examine the berry quality and biochemical composition. Traits were estimated either in scores from 1 to 9, according to UPOV (TG/40/6, 1989-10-06 for blackcurrants and TG/52/5, 1990-10-12

for red/white currants) and IPGRI descriptors, or in metric scale. Genotypes were examined for the following traits.

Plant morphology:

- Bush height measured in centimetres from soil surface to the top of the highest branch;
- Number of basal shoots estimated in scores from 1 to 9, where 1 – no basal shoots and 9 – an extremely large number of basal shoots;
- Bush habit estimated in scores from 1 to 9, where 1 – very upright; 3 – upright (reference cultivar for blackcurrants is ‘Zagadka’); 5 – bushy (reference – blackcurrant cultivar ‘Polar’); 7 – broad bushy (reference – blackcurrant cultivar ‘Brødtop’); and 9 – prostrate.

Phenological traits:

- Bud burst time is determined as a number of days after 1st March;
- Beginning time of flowering, when 10 % of flowers are opened, is determined as the number of days after 1st April;
- Flowering duration is counted in days. To calculate this trait, termination time of flowering, when 90 % of flowers are fade, is determined as the number of days after 1st April;
- Berry ripening time, when 90 % of berries are ripe, determined as the number of days after 1st June.

Yield components:

- Predominant number of flower clusters per bud estimated in blackcurrants in scores 1 – one to two flower clusters per bud, and 9 – more than two clusters per bud;
- Average berry weight measured in grams;
- Average number of flowers per cluster;
- Productivity estimated visually as “coverage” of branches with berries in scores from 1 to 9, where 1 – no yield, 5 – average yield, and 9 – abundant yield. Intermediate estimates in whole numbers were allowed.

Yield quality:

- Uniformity of berry ripening is estimated in scores 1 – uniform (at least 90 % of berries ripen together) or 9 – not uniform;
- Berry size uniformity is estimated in scores: 1 – uniform size (at least 90 % of berries have roughly uniform size) or 9 – not uniform;
- Berry separation from stalk is estimated in scores, where 1 – very bad (all of berries separate with juicy wounds), 5 – average (a number of berries separates with wounds, but no more than 10 % of berries have juicy wounds), and 9 – very good (all of berries separate without wounds);

- Thickness of fruit skin estimated in scores, where 1 – thin, 5 – medium thick, and 9 – thick skin.
- Berry specific *Ribes nigrum* var. *europaeum* flavour in blackcurrants estimated in scores 1 – no specific flavour, or 9 – specific flavour;
- Berry astringent taste in blackcurrants estimated in scores 1 – no astringent taste or 9 – astringent taste.

Biochemical composition of berries:

- Total anthocyanin content determined with the spectrophotometric method;
- Content of ascorbic acid in berries determined with the iodine titration method;
- Soluble solid content (%) determined in homogenized berry samples with refractometer at temperature 20 °C.

Extended biochemical composition analyses of selected blackcurrant genotypes were carried out at the Aarslev Research Station, Danish Institute of Agricultural Sciences. In total, 12 blackcurrant genotypes with very diverse pedigrees and berry quality were analysed: 'Zagadka' and 'Katyusha' (recommended for commercial gardens in Latvia); 'Yadrenaya' (large berries), 'Chernii Zhemchug' (high yielding), 'Joniniai' (tasty and large berries), 'Mara' (large berries), 'Selechenskaya' (early ripening, very tasty berries), 'Lentyai' (late ripening, large berries), No.67 (perspective hybrid after preliminary research), 'Stor Klas' (widespread in Sweden), AA-98 (strong specific *Ribes nigrum* var. *europaeum* flavour, recommended as donor for excellent taste) and No. 3579 (*R. nigrum* × *R. petiolare* hybrid with uncharacteristic taste and aroma, potential donor for many flowers per cluster). Performed were both analysis, done in Latvia (the contents of anthocyanins, ascorbic acid, soluble solids), and total acid and aroma composition analysis:

- **Total acids** determined with potentiometric titration;
- **Ascorbic acid** determined with potentiometric titration (2,6-dichlorindophenole method)
- **Aroma composition** determined in puree from frozen berries with gas chromatography (GC). There was used column Chrompack (50 m 0.25 mm) CP-WAX 52 CB, input temperature 200 °C, and detection temperature 230 °C. Total analyse time was 84.17 minutes. Initial temperature was 32 °C and it was increased by 3 °C per minute up to 220 °C. Quantity of aroma compounds was calculated from comparison with an internal standard. Aroma compounds were identified by comparison of retention times in previous analysis and verified by gas chromatography – mass-spectrometry (GC-MS).

Resistance to diseases and pests:

- Diseases: American gooseberry mildew (*Sphaerotheca mors-uvae* Berk), septoria leafspot (*Mycosphaerella ribis* Lind.), leafspot (*Pseudopeziza ribis* Kleb.) and blister rust (*Cronartium ribicola* Dietr.). Disease damage of vegetative parts was examined according to IPGRI descriptors at the end of vegetation, when damage is the most remarkable, but for berries at their harvesting time. Proportion (%) of damaged surface of leaves, shoots, and fruits were estimated visually and transformed into scores, where 1 – no damage (0%), 2 – very small damage (<5%), 3 – small (5-25%), 5 – medium (26-50%), 7 – large (51-75%) and 9 – very large damage (76-100%).
- Pests: bud gall mite (*Cecidophyopsis ribis* Westw. in blackcurrants and *Cecidophyopsis selachodon* van Eynd. in red/white currants). Proportion of damaged buds (%) was estimated visually in spring, before bud burst and transformed into scores in the same scale as disease damage.

Resistance to unfavourable weather conditions:

- Damage of spring frost was examined a few days after the frosts, estimating the proportion of damaged flower buds, flowers, and fruitlets (%);
- Damage of winter frost was examined between bud burst and flowering, estimating the proportion of damaged buds and shoots (%). Data were transformed into scores according to the same methodology as used for disease and pest damage.

Data analysis

Descriptive statistics and ANOVA (analysis of variance) were performed for quantitative traits. It was assumed, that the trait is genetically determined, when the measurement of a particular genotype differs from the mean more than a standard deviation every year. In that case the genotype can be recommended for breeding as a potential donor of this trait. Correlation between observed traits was calculated according to Pearson (for quantitative traits) or Spearman (for qualitative traits) correlation analysis methods.

Analysis according to the standard deviation was supplemented or replaced by cluster analysis in the case when analysis according to standard deviation did not give information both about the dispersion of the trait values and usefulness of genotypes in breeding. Cluster analysis was used in order to group genotypes according to separate traits or trait groups (plant morphology, phenological traits, yield components, yield quality, berry biochemical composition, resistance to diseases and pests, and resistance to

unfavourable weather conditions). Groups of related (or similar) genotypes were obtained in this analysis, however, the cluster analysis does not always provide information for assumption that one group is better than another.

Multi-criteria analysis (Мартинов, 1987) was used to establish a complex value of genotypes. The analysis allows comparing the complex values of different genotypes, using various parameters in different measurement systems. Each trait group and individual trait has specific contribution coefficient or “weight” in the final evaluation. The best genotype will appear to be as close as possible to the desired (optimum) value in as much as possible parameters. The obtained multi-criteria evaluation coefficient (SD) describes deviation of the genotype from desired values; consequently, the best genotype will have the lowest SD value. Traits important for certain breeding objectives were included in the analysis, if there was a significant difference between cultivars.

Multi-criteria analysis of blackcurrants was performed to select the potential donors for breeding of cultivars for processing, fresh consumption, and functional food. The desired value for bush height was 130 cm and for quantity of basal shoots – 3 points. The desired values for plant habit, berry ripening time, berry size uniformity, astringent taste, and disease, pest and frost resistance were assumed to be the minimum observed values in the current year. The desired values for bud burst and flowering beginning times, yield components, berry separation from stalk, berry specific flavour, and biochemical composition were assumed to be the maximum observed values in the current year.

In order to find potential donors of separate trait groups, separate SD values for each trait group were calculated. Any trait or trait group did not dominate over others in this analysis.

In order to find potential donors for breeding blackcurrant cultivars for processing, the highest contribution coefficients were given to yield components, high anthocyanin content, and frost resistance. Phenological traits were not included, because they are not important for the production of berries for processing.

In order to find potential donors for breeding blackcurrant cultivars for fresh consumption, the highest contribution coefficients were given to berry weight, number of flowers per cluster, productivity, and early ripening.

In order to find potential donors for breeding blackcurrant cultivars for functional food, the highest contribution coefficients were given to high anthocyanin and ascorbic acid contents, because these components have great importance in healthy food. Plant morphology was not included.

Multi-criteria analysis of red and white currants was performed to select potential donors for the breeding of cultivars for processing, fresh consumption, and fresh storage. The desired value for bush height was 130 cm and for quantity of basal shoots – 4 points. The desired values for plant habit and disease, pest and frost resistances were assumed to be the minimum observed values in the current year. The desired values for bud burst and flowering beginning times, yield components, berry separation from stalk, and biochemical composition were assumed to be the maximum observed values in the current year. It was presumed that early berry ripening is preferable for fresh consumption, but late ripening – for storage. It was also presumed that berry ripening time is not important for processing; therefore it was not included in the evaluation of red/white currants as potential donors for the breeding of cultivars for processing.

In order to find potential donors of separate trait groups, separate SD values for each trait group were calculated. Any trait or trait group did not dominate over others in this analysis.

In order to find potential donors for breeding red/white currant cultivars for processing, the highest contribution coefficients were given to yield components and high anthocyanin content (in red currants only).

In order to find potential donors for breeding red/white currant cultivars for fresh storage, the highest contribution coefficients were given to berry weight, number of flowers per cluster, late ripening, spring frost resistance, and high anthocyanin content. It was motivated by the fact that berries with excellent visual quality – large berries in long, full clusters, intense coloured (red currants) – is necessary for fresh storage.

Evaluation of red/white currant cultivars as potential donors for the breeding for fresh consumption was done similarly as for storage, only a higher contribution was given to productivity, and early ripening was assumed to be better than late ripening. High contribution coefficients were given also to disease and pest resistance, because berries from biological and integrated systems are preferred in fresh market.

RESULTS

Blackcurrant genetic resources

Characterisation of blackcurrant genotypes. Genotypes significantly differed ($p < 0.05$) in the following 13 characteristics: bush height, number of basal shoots, bush habit, berry ripening time, berry weight, number of flowers per cluster, productivity, contents of ascorbic

acid, anthocyanins and soluble solids, and resistance to septoria leafspot, gall mite, and winter frost. Potential donors of the mentioned traits, except productivity and resistances to gall mite and winter frost, were found, as well as potential donors for the following qualitative traits: uniformity of berry ripening and size, good berry separation from stalk, and specific *R. nigrum* var. *europaeum* flavour.

No significant differences were found between genotypes' bud burst ($p=1.00$) and beginning of flowering ($p=1.00$) times, flowering duration ($p=1.00$), and resistance to mildew ($p=0.616$), leafspot ($p=1.00$), blister rust (infection was observed only in 2001, therefore ANOVA was not performed), and spring frost ($p=0.096$) of different blackcurrant genotypes.

Hybrid Ia58 had ten traits important in breeding altogether, which makes 62.5 % of all described traits (Table 1). Genotypes IIB14, 'Joniniai', and No. 14 are important in breeding as potential donors of eight traits, though Ia58 and No. 14 have also relevant disadvantages (Table 5), which shall be removed in further breeding. In total, 15 genotypes contained seven important traits, but the largest number of genotypes contained six or five important traits together – 23 and 26 genotypes, respectively (Table 1).

Genotypes 'Iyunsкая', No. 17, 'Vologda', and 'Sevchanka' are potential donors of very early ripening, and 'Malling Jet', IIA40, 'Vakarai', No. 24, No. 14, and *R. americanum* are potential donors of very late ripening

Cultivar 'Malling Jet' from East Malling (Great Britain) and nine inter-specific hybrids, originated in Latvia, had an extremely high number of flowers per cluster; donors for high number of flowers in these genotypes were *R. petiolare* (No. 2255, No. 3579, No. 3897, No. 6455, No. 17), *R. bracteosum* ('Malling Jet', No. 14, No. 24, *R. bracteosum* × *R. petiolare*), *R. fontaneum* (No. 6751). Unfortunately, only 'Malling Jet' has acceptable taste, the others are useful only for further breeding.

The following genotypes with high average berry weight (>1 g) were selected: hybrids *R. nigrum* × *R. grossularia* 'Josta' and 'Kroma', as well as blackcurrant genotypes 'Yadrenaya', 'Lunnaya', BRi 8707-42, 'Joniniai', 'Chernii Kentavr', 'Almiai', BRi 8707-29, 'Mara', and 'Lentyai'. Berries of genotypes 'Belorusskaya Sladkaya', 'Ben Sarek', 'Black Dawn', 'Chernecha', IIA23, IIA46, IIA62, IIB14, IIIA68, 'Katyusha', 'Mara', No. 100, No. 17, No. 77, 'Pilot A. Mamkin', *Ribes americanum*, and 'Sanyuta' separated from stalks without wounds, consequently, they can be stored for some time under certain conditions.

Most of examined genotypes had strong specific *Ribes nigrum* var. *europaeum* flavour. However, specific aroma was weak or absent in several genotypes, they are: No. 2255, No. 3579 and No. 6455 (*R. nigrum* ×

R. petiolare), No. 14 (*R. nigrum* × *R. bracteosum*), No. 24 (*R. bracteosum* × *R. nigrum*), No. 17 (*R. petiolare* × *R. dikusha*), No. 1297 (*R. nigrum* × *R. americanum*), *R. americanum*, 'Josta' and 'Kroma' (*R. nigrum* × *R. grossularia*), 'Svita Kievskaya', 'Yadrenaya', 'Detskosel'skaya', 'Chernecha', 'Vologda', 'Katyusha' No. 67, No. 81, No. 100, and BRi 8707-29 (derivatives of *R. nigrum* var. *sibiricum* and *R. dikusha*). Some *R. petiolare* and *R. bracteosum* derivatives – No. 24, No. 3579, No. 17, No. 2255, No. 1297, and cultivar 'Chernecha' had astringent taste of berries.

There were selected potential donors for breeding of high value biochemical composition: Ia58 (very high anthocyanin and soluble solids, and high ascorbic acid contents), 'Detskosel'skaya' (very high ascorbic acid and soluble solids content), 'Vakariai', 'Belorusskaya Sladkaya', and Iib14 (very high ascorbic acid content), and 'Joniniai' (high ascorbic acid content). All of these genotypes could be particularly important in breeding, and 'Detskosel'skaya', 'Joniniai', and 'Belorusskaya Sladkaya' also in berry production.

In total, 56 aroma compounds were found in the analysed purees from frozen berries of 12 blackcurrant genotypes. Esters comprised in average 54.81 % from the total amount of aroma compounds; the major esters were ethyl-butanoate (38.15 % from total aroma) and methyl-butanoate (12.84 %). Terpens and terpenols comprised in average 34.52 %; the major terpenoids were sabinene (8.09 %) and 3-carene (7.02 %). Aldehyds comprised in total 8.16 % of total aroma with hexanal being the major aldehyde (6.31 % from total aroma). Genotypes AA-98 (1462.726 ng 100 g⁻¹), 'Selechenskaya' (1248.127 ng 100 g⁻¹), and 'Zagadka' (1098.170 ng 100 g⁻¹) had the highest total amount of aroma compounds, therefore we can assume that berries of these cultivars had the most intense aroma. Mara' (133.253 ng 100 g⁻¹), 'Lentyai' (148.490 ng 100 g⁻¹), and hybrid of *R. nigrum* × *R. petiolare* No. 3579 (148.962 ng 100 g⁻¹) had the lowest total amount of aroma compounds. Esters dominated in the aroma of some genotypes, namely, 'Selechenskaya' (82.82 % esters of total aroma), 'Stor Klas' (74.21 %), and AA-98 (64.12 %), however, terpenoids dominated in the aroma of other genotypes – 'Joniniai' (80.55 %), No. 3579 (71.31 %), 'Chernii Zhemchug' (68.10 %), and 'Mara' (62.74 %). The content of aldehyds ranged from 3.34 % ('Selechenskaya') to 25.90 % ('Lentyai') (Fig. 1).

'Josta', 'Pilot A. Mamkin', and *R. americanum* had resistance to septoria leafspot (*Mycosphaerella ribis* Lind.). Genotypes resistant to other diseases and pests were not selected during statistical data analysis, though there were some differences in resistance.

Significant correlation was found between the bud burst and berry

ripening times ($r=0.64$), and the beginning of flowering and berry ripening times ($r=0.809$). No significant correlation was found between phenological parameters and spring frost damage of blackcurrants. Therefore, genetically determined physiological hardiness shall be taken into greater account in breeding than the developing of late-flowering cultivars, which could escape late spring frosts. Correlation between precipitation during berry development and ripening time (1st May – 10th July) and average berry weight was not significant, however, a tendency was found that abundant moisture in the beginning of berry development can result in marked increase of berry weight.

Evaluation of genotypes according to their value for breeding.

Considering a number of useful genotypes for the breeding to each trait, it was found that 90.7 % of genotypes have suitable bush height (85 – 161 cm) and 87.2 % have some resistance to septoria leafspot (damage 1 – 3 scores) (Fig. 2). Berries of the most genotypes had also no astringent taste (89.5 %), which is evident only in a few inter-specific hybrids, and had typical *R. nigrum* var. *europaeum* flavour (72.1 %). Berries of 50 % of genotypes ripen at the same time, and 40.7 % genotypes have an optimal number of basal shoots (3 – 4 scores, which covers 3 – 6 shoots). Therefore we can conclude that it will be relatively easy in further breeding to develop cultivars with an optimal evaluation in these six parameters. However, four important traits were rarely found in blackcurrant genetic material in Latvia – upright bush habit (7 %), late (7 %) and early (5.8 %) berry ripening time, and very high soluble solid content (2.3 % of genotypes). Donors of these traits shall be added to the Latvian breeding collection.

It is considered that upright bush habit is essential for mechanical harvesting of blackcurrants. Though it is evident that some cultivars with bushy habit can also be successfully mechanically harvested, an upright bush habit remains an important breeding objective because of easier cultivation of the plantation and higher mechanically harvested berries' quality.

Extremely early and late berry ripening is essential in berry production for fresh market, because it extends the harvest period, however, it is not important in berry production for processing industry. Therefore there are few breeding programs aimed to the development of extremely early and late ripening cultivars.

In total, 36 blackcurrant genotypes of Latvian origin were included in the research, including 20 inter-specific hybrids. The best genotypes of Latvian origin, which were outstanding in evaluation of one or more trait and therefore can be considered as potential donors of the trait, are described in Table 5. It is recommended to include these 11 genotypes in

genetic resource collections.

Table 5

Characterization of the best blackcurrant genotypes of Latvian origin

	Genotype	Advantages	Disadvantages
1.	AA-98	Strong specific flavour Good taste High anthocyanin content High soluble solid content	
2.	Ia58	Upright bush habit High ascorbic acid content High anthocyanin content High soluble solid content	Small berries Bad berry separation from stalk
3.	IIa40	Late flowering Late berry ripening	
4.	IIb10	Spring frost resistance	Too many basal shoots Low content of soluble solid
5.	IIb14	High ascorbic acid content High anthocyanin content Good berry separation from stalk	
6.	Mara (NK 78)	Large berries Good berry separation from stalk	Susceptibility to septoria leafspot
7.	No. 14	Late berry ripening Many flowers per cluster Upright bush habit Late flowering Late bud burst	No specific flavour Non-typical taste Susceptibility to winter frost
8.	No. 2255	Many flowers per cluster High anthocyanin content	No specific flavour Astringent berry taste Low content of ascorbic acid Low content of soluble solids
9.	No. 24	Many flowers per cluster Late bud burst Late berry ripening	No specific flavour Astringent berry taste Low content of anthocyanins Susceptibility to spring frost
10.	No. 3579	Many flowers per cluster	No specific flavour Astringent berry taste
11.	<i>R. bracteosum</i> × <i>R. petiolare</i>	Many flowers per cluster Late bud burst	Susceptibility to spring frost Low winter hardiness

IIB14 can be the most suitable genotype in breeding cultivars for processing, and Ia58, 'Black Dawn', 'Vakariai', No. 89, 'Triton', 'Ben Alder', 'Intercontinental', IIIa68, 'Mara', 'Vernisazh', and 'Zagadka' follows it with multi-criteria evaluation coefficients (SD) more than a standard deviation lower than average SD (Fig. 3). All of these genotypes can be considered as potential donors for improving yield components and the biochemical composition in new cultivars.

'Mara', 'Lentyai', and 'Yadrenaya' can be outstanding genotypes in breeding cultivars for fresh consumption, followed by No. 89, IIB14, 'Black Dawn', 'Kroma', 'Chernii Kentavr', BRi 8707-42, No. 95, 'Lunnaya', and 'Joniniai' (Fig. 4). The visual quality of production – berry weight and flower (berry) number per cluster had the highest importance in this multi-criteria analysis. It shall be noted, however, that blackcurrant/gooseberry hybrid 'Kroma' is not suitable for fresh consumption, because of taste different from blackcurrants, and low productivity caused by low winter hardiness.

It was presumed that potential donors in the breeding of cultivars for functional food shall have high evaluation in biochemical composition, namely ascorbic acid and anthocyanin contents. Like in the genotype evaluation for suitability in breeding for processing, IIB14 here was the best, but Ia58, 'Vakariai', 'Black Dawn', 'Detskosel'skaya', 'Intercontinental', 'Triton', and 'Joniniai' also can be mentioned as the potentially best genotypes in breeding for functional food, because SD values of these cultivars were more than standard deviation lower than the average (Fig. 5). Most of the mentioned genotypes do not have high evaluation in berry weight or productivity, but they are outstanding in the biochemical composition of berries and satisfactory in most of the other parameters.

Red and white currant genetic resources

Characterisation of red/white currant genotypes. Genotypes significantly differed ($p < 0.05$) in the following 10 characteristics: bush height, bush habit, berry ripening time, berry weight, number of flowers per cluster, productivity, contents of total anthocyanins and soluble solids, and resistance to gall mite (*C. selachodon*) and winter frost. Potential donors of the mentioned traits, except resistance to winter frost, were found, as well as potential donors for the qualitative trait – good berry separation from stalk (Table 3).

No significant differences were found among genotypes' number of basal shoots ($p = 0.431$), bud burst ($p = 0.873$) and beginning of flowering ($p = 1.00$) times, flowering duration ($p = 1.00$), berry content of ascorbic acid

($p=0.15$), and resistances to mildew ($p=0.999$), septoria leafspot ($p=0.999$), leafspot ($p=0.447$), blister rust (infection was observed only in 2001, therefore ANOVA was not performed), and spring frost ($p=0.591$) of different red/white currant genotypes.

Red currant cultivar 'Rote Spätlese' is potentially an outstanding breeding material, because it is a potential donor of seven traits altogether (58.3 % of traits, described in Table 3). Red currants 'Red Dutch', 'Neimana Kirsu' and 'Varshevicha', and white currant 'Werdavia' are potentially useful in breeding for five traits (41.7 % of traits). These genotypes were the best genetic material of red/white currants in this study. The other genotypes are less important because they carry a lower number of traits, though some of them can be also useful as progenitors of specific traits (see Table 6).

Potential donors for late berry ripening are *R. multiflorum* derivatives 'Rote Spätlese' and 'Rovada'. Donors of early berry ripening were not found.

Number of flowers per cluster of 'Rote Spätlese' and 'Rovada' were also outstandingly high, which indicates that *R. multiflorum* may be a valuable donor of high number of flowers per cluster and can be recommended in future breeding.

Potential donors for valuable biochemical composition were red currants 'Neimana Kirsu' and 'Varshevicha' (very high total anthocyanin content) and white currant 'Juterborg White' (high soluble solid content). Potential donors for high yield quality (including berry weight, number of flowers per cluster, berry separation from stalks, and biochemical composition) were red currants 'Rote Spätlese' (very large number of flowers per cluster) and 'Rotet' (relatively high berry weight and many flowers per cluster), and white currant 'Cirvja Piets' (high content of ascorbic acid and berry weight).

Cultivars 'Belaya Kuzmina', 'Cirvja Piets', 'Red Dutch', 'White Dutch', 'Neimana Kirsu', 'Rote Spätlese', 'Varshevicha', and 'Werdavia' were resistant to gall mite *Cecidophyopsis selachodon* van Eynd. in a strong infection background, consequently, they can be recommended as potential donors for breeding cultivars resistant to gall mite. Cultivars 'Red Dutch', 'Vierlander', 'Rote Spätlese', 'Belaya Potapenko', and 'Viksnes Baltas' are potential donors of complex resistance to diseases and pests (gall mite).

Evaluation of genotypes according to their suitability for breeding. The highest number of genotypes useful for breeding, in common with the blackcurrant genetic material characterisation, was for optimal bush height (92 % of genotypes). Optimal number of basal shoots had 62 % of genotypes, and 56 % of genotypes had high productivity (>5.8 scores)

(Fig. 6). Only three (12 %) *R. multiflorum* derivatives – 'Rote Spätlese', 'Rotet', and 'Rovada' had a large number of flowers per cluster (20.0 – 29.7). Berries of 'Rote Spätlese' and 'Rovada' (8 %) ripen very late. Very high content of total anthocyanins from the evaluated material had two purple-red cultivars 'Varshevicha' and 'Neimana Kirsu' (8 %). Only one cultivar – 'Cirvja Piets' had outstandingly high average berry weight (0.63 g). Genotypes with late berry ripening were not found. To conclude, there is a deficit of genotypes with early and late berry ripening time, high contents of ascorbic acid and anthocyanins, and high berry weight. Therefore it is necessary to improve the Latvian red/white currant breeding collection with donors of these „deficit” traits.

In total, three genotypes of Latvian origin were included in the research, but also local forms of introduced cultivars 'Red Dutch' and 'White Dutch' can be added to this number, because they have become excellently adapted during about 100-year-long cultivation in Latvia. Most likely they have formed also genetically different clones. Altogether, four genotypes from the evaluated collection can be recommended for maintenance in the Latvian genetic resources collections and for use in breeding programs, namely, 'Cirvja Piets', 'Neimana Kirsu', as well as local forms of 'Red Dutch' and 'White Dutch' (cultivar descriptions in Table 6).

Table 6

Description of red/white currant genetic resources of Latvian origin			
No.	Genotype	Advantages	Disadvantages
<i>Red currants</i>			
1.	Red Dutch*	High content of soluble solid Resistance to gall mite	Bushy plant habit
2.	Neimana Kirsu	Purple-red berries High anthocyanin content Resistance to gall mite Resistance to spring frost	Small berry weight Bushy plant habit
<i>White currants</i>			
3.	Cirvja Piets	Large berry weight High ascorbic acid content Resistance to gall mite	Susceptibility to spring frost Too low bush Too little number of basal shoots Broad bushy plant habit
4.	White Dutch *	High ascorbic acid content Resistance to gall mite	Susceptibility to leafspots

* - introduced, but well adapted cultivar

Red currant 'Viksnes Sarkanās', which was included in the examined collection only after the beginning of the research and therefore is not described here, is also necessary to maintain in collections. It has shown good results since, and have been acknowledged in literature as an important Latvian cultivar and, after several years of research in Russian research stations, included in the Russian State Register of cultivars (Исачкин и др., 2003).

The most useful red currant cultivars in breeding for the improvement of traits necessary in berry processing, can be 'Rote Spätlese' (large number of flowers per cluster, high winter hardiness and spring frost hardiness), as well as 'Neimana Kirsu' and 'Varshevicha' (both mainly because of high anthocyanin content). The most useful white currant cultivars in breeding for processing can be 'Zitavia' and 'Werdavia' (mainly because of high productivity and contents of ascorbic acid and soluble solids) (Fig. 7).

Considering evaluation of red/white currant cultivars as potential donors in breeding for fresh storage, the highest contribution was given to visual yield quality – berry weight and number of flowers (berries) per cluster, as well as late berry ripening time (because then they have to be stored for a shorter time). Though it is very important parameter, specific suitability to prolonged storage in controlled atmosphere (CA) was not researched in this study. The best cultivars in this analysis were red currant 'Rote Spätlese' (late ripening and many flowers per cluster) and white currant 'Zitavia' (many flowers per cluster and relatively high berry weight, but berries ripen medium early, not late). The other genotypes are considered to be less suitable in breeding of cultivars for fresh storage (Fig. 8).

The highest contribution in red/white currant genotype evaluation as breeding material for fresh consumption cultivars were given to berry weight, number of flowers per cluster, and early berry ripening time. Like in other similar studies, sensory evaluation of berry taste was not performed (it is not provided in UPOV, nor IPGRI descriptors), because it is technically impossible to do that analysis for a large number of samples. Sensory evaluation of taste should be done in the following research for best genotypes to be sure if they have dessert quality taste. Considering the measured parameters, the best red currant in this analysis was again 'Rote Spätlese', despite it's late berry ripening time, it's derivative 'Rotet', as well as 'Varshevicha'. The best white currant in breeding for fresh consumption may be 'Zitavia' (Fig. 9)

CONCLUSIONS

1. Blackcurrant genetic material in Latvia is rich in potential donors for optimal bush height, typical berry taste and aroma, and resistance to septoria leafspot. There is deficiency in potential donors for upright bush habit, early and late berry ripening time, and high soluble solids content, therefore the breeding collection in Dobele HPBRS should be expanded with donors of these traits.
2. Remarkable differences were found between aroma compounds of 12 examined blackcurrant genotypes, either in the total volume of aroma compounds, proportion of compounds in different chemical classes, or volumes of specific compounds.
3. Blackcurrant genotypes IIB14, Ia58, 'Black Dawn', 'Vakarīai', No. 89, 'Triton', 'Ben Alder', 'Intercontinental', IIIa68, 'Mara', 'Vernisazh', and 'Zagadka', which had outstanding evaluations of yield components and biochemical composition, are the best potential donors in breeding for cultivars, suitable for processing.
4. Blackcurrant genotypes 'Mara', 'Lentyai', 'Yadrenaya', No. 89, IIB14, 'Black Dawn', 'Chernii Kentavr', BRi 8707-42, No. 95, 'Lunnaya', and 'Joniniai', which had large berry weight and number of flowers per cluster with still satisfactory evaluation in the other parameters, are the best potential donors in breeding cultivars for fresh consumption.
5. Blackcurrant genotypes IIB14, Ia58, 'Vakarīai', 'Black Dawn', 'Detskosl'skaya', 'Intercontinental', 'Triton', and 'Joniniai', which were distinguished with high contents of ascorbic acid and anthocyanins and still had satisfactory evaluation of the other parameters, are the best potential donors in breeding cultivars for functional food.
6. In total, 24 blackcurrant genotypes can be rated as especially useful for breeding in Latvia's agro-climatic conditions; their future maintenance in the collection is essential. Blackcurrant genotypes Ia58, IIB14, 'Joniniai', and No. 14 are the most remarkable because they have more than eight useful traits altogether.
7. The following 11 of the total 36 evaluated blackcurrant genotypes originated in Latvia, are recommended for preservation in genetic resources collections and incorporation in breeding programs: AA-98, Ia58, IIa40, IIB10, IIB14, 'Mara', No. 14, No. 2255, No. 24, No. 3579, and *R. bracteosum* × *R. petiolare*.
8. Red currant genotypes 'Rote Spätlese', 'Neimana Kirsu', and 'Varshevicha', and white currant genotypes 'Zitavia' and 'Werdavia',

which had high evaluations of yield components and biochemical composition, are the best potential donors in breeding of cultivars for processing.

9. Red currant 'Rote Spätlese' and white currant 'Zitavia', which had large average berry weight and number of flowers per cluster, and relatively late berry ripening time, are the best potential donors in breeding of cultivars, suitable for fresh storage.
10. Red currants 'Rote Spätlese', 'Rotet', and 'Varshevicha', and white currant 'Zitavia', which were characterised by large berry weight and number of flowers per cluster, are the best potential donors in breeding cultivars for fresh consumption.
11. More than 50 % of evaluated red/white currant genotypes had optimal bush height, number of basal shoots, and high productivity. Genotypes with many flowers per cluster, early and late berry ripening, high contents of ascorbic acid and anthocyanins, and large berry weight should be included in breeding collection, because there is a deficiency of potential donors for these traits.
12. In total, six red currant cultivars – Red Dutch', 'Neimana Kirsu', Rote Spätlese', 'Rotet', 'Rovada'. and 'Varshevicha', and five white currant cultivars – 'Belaya Kuzmina', 'Cirvja Piets', 'White Dutch', 'Werdavia', and 'Zitavia' were evaluated as the most important potential breeding material in Latvia. Cultivars 'Rote Spätlese', 'Red Dutch', 'Neimana Kirsu', 'Varshevicha', and 'Werdavia' are the most remarkable, because they have more than five important traits altogether.
13. Red/white currant cultivars 'Cirvja Piets' and 'Neimana Kirsu', originated in Latvia, and local forms of 'Red Dutch' and 'White Dutch' are recommended for the preservation in genetic resources collections and incorporation in breeding programs.

ACKNOWLEDGEMENTS

I give thanks to my wife Solvita and children for support, patience, and practical help during experiments and the thesis completion time.

Thanks to my colleagues in the Horticulture Department of Latvia University of Agriculture for advice and liberation from different extra duties, which allowed working on my Ph.D research and thesis instead. Big thanks to prof. I. Belicka for altruistic help in data analysis and thesis completion.

I express gratitude to scientists of the Dobele HPBRS for the possibility to carry on research in their experimental fields and laboratories, and for their advice and support.

I give thanks for the opportunity to do a part of the research at the Aarslev Research station of Danish Institute of Agricultural Sciences, using Danish Government Scholarship and financing of Aarslev Research Station.

ZINĀTNISKO PUBLIKĀCIJU SARAKSTS / SCIENTIFIC PUBLICATIONS

Publikācijas starptautiski citējamos un recenzējamos izdevumos / Internationally reviewed articles

1. Strautina, S., Kampuss, K. (1998) Breeding of black currants for winterhardiness. Horticulture and Vegetable Growing, Scientific works of the Lithuanian University of Agriculture, 17(3), Babtai, p. 167 - 172.
2. Kampuss, K., Strautina, S. (2002) Characterisation of Latvian Red and White Currant (*Ribes rubrum* L.) Genetic Resources. Plant Physiology: characteristics, breeding, and genetics, Science Publishers, Inc., Enfield (NH), USA, Plymouth, UK, p. 49 - 55.
3. Kampuss, K., Strautina, S., (2002) Research of Latvian *Ribes* genetic resources. Proceedings of 8th International Symposium on *Rubus* and *Ribes*, Acta Horticulturae 585, p. 171 - 176.
4. Kampuse, S., Kampuss, K., Pizika, L. (2002) Stability of anthocyanins and ascorbic acid in raspberry and blackcurrant cultivars during frozen storage. Proceedings of 8th International Symposium on *Rubus* and *Ribes*, Acta Horticulturae 585, p. 507 - 510.
5. Kampuss, K., Pedersen, H.L. (2003) A Review of Red and White Currants (*Ribes rubrum* L.): Research and Literature. Small Fruit Review, 2 (3), The Haworth Press, Inc., p. 23 – 46.
6. Kampuss, K., Pedersen, H.L. (2003) A Review of Red and White Currant Cultivars. Small Fruit Review, 2 (3), The Haworth Press, Inc., p. 47 – 102.

7. Kampuse, S., Kampuss, K. (2003) Quality of Raspberries and Blackcurrants after Frozen Storage. Proceedings of the International conference "Postharvest Unlimited", Acta Horticulturae 599, p. 711 - 718.
8. Kampuse, S., Skrupskis, I., Kampuss, K. (2003) Quality Evaluation of Different Frozen Berry Cultivars. Horticulture and Vegetable Growing, Scientific works of the Lithuanian University of Agriculture, 22 (4), p. 167 – 177.
9. Kampuss, K., Strautina, S. (2004) Evaluation of blackcurrant genetic resources for sustainable production. International workshop on Protection of Genetic resources of pomological plants and selection of genitors with traits valuable for sustainable fruit production, Skiermiewice, Poland, August 22 – 25, 2004. – in print.

Zinātniskās publikācijas citos izdevumos / Other scientific publications

1. Kampuss, K., Strautiņa, S. (1998) Slimībizturības iedzimtība dažādu upeņu šķirņu un hibrīdu krustojumos. LLU Raksti, 14 (291), 145. - 150. lpp.
2. Kampuss, K. (1999) Latvijas *Ribes* ģenētisko resursu raksturojums. Zinātnes nākotne mūsu rokās: Latvijas Lauksaimniecības universitātes doktorantu konferences referāti, Jelgava: LLU, 46. - 53. lpp.
3. Kampuss, K. (2000) Upeņu šķirņu un hibrīdu ziemcietība un izturība pret pavasara salnām. Agronomijas Vēstis Nr. 2, Jelgava: LLU, 113. - 117. lpp.
4. Kampuss, K. (2000) Jāņogu (*Ribes rubrum* L.) genotipu novērtējums Dobeles DSIS 1999. gadā. Starptautiskās doktorantu zinātniskās konferences "Zinātne, Latvija, Eiropa" referāti, Jelgava, 2000. gada 22.- 24. maijā, 77. - 83. lpp.
5. Kampuss, K., Strautina, S. (2000) Preliminary evaluation of Latvian black currant (*Ribes* ssp.) genetic resources. Proceedings of the international conference "Fruit Production and Fruit Breeding", Polli Horticultural Institute of the Estonian Agricultural University, September 12 - 13, 2000, Tartu, Estonia, p. 168 – 172.

6. Strautina, S., Kampuss, K. (2000) Influence of moisture conditions on the production and growth of black currant. Proceedings of the international conference "Fruit Production and Fruit Breeding, Polli Horticultural Institute of the Estonian Agricultural University, September 12 - 13, 2000, Tartu, Estonia, p. 173- 176.

ZIŅOJUMI ZINĀTNISKĀS KONFERENCĒS / PRESENTATIONS IN SCIENTIFIC CONFERENCES

1. Kampuss, K. (1998) Pazīmju korelācija upeņu hibrīdu agrīnā novērtēšanā. LLU zinātniskā konference, Jelgava, 1998. gada 4. un 5. februārī.
2. Strautiņa, S., Kampuss, K. (1998) Ziemcietības selekcija upenēm. Selekcionāru V. Vārnas un A. Spoliša piemiņas starptautiskā zinātniskā konference, Dobeles DSIS, 1998. gada 4. septembrī
3. Strautiņa, S., Kampuss, K. (1999) Ziemcietīgu upeņu šķirņu selekcija. LLU zinātniskā konference, Jelgava, 1999. gada 3. - 4. februārī.
4. Kampuss, K. (1999) Latvijas *Ribes* ģenētisko resursu raksturojums. LLU doktorantu konference „Zinātnes nākotne mūsu rokās”, Jelgava, 1999. gada 26. – 28. maijā
5. Kampuss, K. (2000) Jāņogu (*Ribes rubrum* L.) genotipu novērtējums Dobeles DSIS 1999. gadā. Starptautiskā LLU doktorantu konference, Jelgava, 2000. gada 22. – 24. maijā.
6. Kampuss, K., Strautina, S. (2000) Preliminary evaluation of Latvian black currant (*Ribes* ssp.) genetic resources. International scientific conference "Fruit Production and Fruit Breeding" Polli, Estonia, 12 - 13 September, 2000.
7. Strautina, S., Kampuss, K. (2000) Influence of moisture conditions on the production and growth of black currant. International scientific conference "Fruit Production and Fruit Breeding" Polli, Estonia, 12 - 13 September, 2000.
8. Kampuss, K. (2000) Latvijas *Ribes* ģints ģenētiskā materiāla izvērtēšana un raksturošana. LLU zinātniskā konference, Jelgava, 2000. gada 10. un 11. februārī.

9. Strautiņa, S., Kampuss, K. (2000) Mitruma regulēšanas paņēmieni ietekme uz upeņu augšanu un ražību. LLU zinātniskā konference, Jelgava, 2000. gada 10. un 11. februārī.
10. Strautina, S., Kampuss, K. (2001) Research of Latvian Ribes genetic resources. 8th International Symposium on Rubus and Ribes, Dundee, Scotland, 08.07.-11.07.2001.
11. Kampuse, S., Kampuss, K., Pizika, L. (2001) Stability of anthocyanins and ascorbic acid in raspberry and blackcurrant cultivars during frozen storage. 8th International Symposium on Rubus and Ribes, Dundee, Scotland, 08.07.-11.07.2001.
12. Kampuss, K. (2002) Upeņu ģenētisko resursu izpēte Latvijā. LLU starptautiskā zinātniskā konference, Jelgavā, 2002. gadā 7. – 8. februārī.
13. Kampuse, S., Kampuss, K. (2002) Quality of Raspberries and Blackcurrants after Frozen Storage. International scientific conference “Postharvest Unlimited” Belgium, Leuven, 11.06.-16.06.2002.
14. Kampuss, K., Strautina, S., Kampuse, S. (2002) Fruit quality and chemical composition of black currant (*Ribes nigrum* L.) cultivars. International scientific conference “Biological and technological factors controlling quality of fruits and berries” Lietuva, Babtai 10.-12.09.2002.
15. Kampuss, K. (2003) Upeņu šķirņu un hibrīdu ogu kvalitāte. Augstākās lauksaimniecības izglītības 140 gadu jubilejai veltīta konference “Lauksaimniecības zinātne praksei”, LLU, Jelgava, 2003. gada 6. – 7. februārī.
16. Kampuse, S., Skrupskis, I., Kampuss, K. (2003) Quality Evaluation of Different Frozen Berry Cultivars. International scientific conference “The quality and safety of fruits, vegetables and food in the context of the European Union” Lietuva, Kaunas, 11.-12.09.2003.
17. Kampuss, K. (2004) Ģenētiskie resursi kvalitātes upeņu ražas ieguvei. LLU zinātniskā konference, Jelgava, 2004. gada 5. – 6. februārī.

18. Kampuse, S., Kampuss, K., Skrupskis, I. (2004) Quality evaluation of red and white currant cultivars. 5th International Postharvest Symposium, Verona, Italy, 6 – 11 June, 2004.
19. Kampuss, K., Strautina, S. (2004) Evaluation of blackcurrant genetic resources for sustainable production. International workshop on Protection of Genetic resources of pomological plants and selection of genitors with traits valuable for sustainable fruit production, Skierniewice, Poland, August 22 – 25, 2004.

