

Latvijas Lauksaimniecības universitāte  
Lauksaimniecības fakultāte

Latvia University of Agriculture  
Faculty of Agriculture



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

**ILZE GRĀVĪTE**

**Dažādu faktoru ietekme uz plūmjū  
(*Prunus domestica* L.) augšanu un attīstību,  
ražu un augļu kvalitāti**

Influence of several factors on plum (*Prunus domestica* L.)  
growth and development, yield and fruit quality

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

**SUMMARY**  
of the Doctoral thesis for the scientific degree Dr.agr.

paraksts / signature

Jelgava 2014

**Darba zinātniskais vadītājs / Scientific supervisor:**

Asoc. prof., Dr.agr. **Mīnauts Āboliņš**

**Darba recenzenti / Reviewers:**

Prof., Dr.agr. **Dainis Lapiņš**

Dr.biol. **Uldis Kondratovičs**

Dr.agr. **Jānis Lepsis**

**Disertācijas aizstāvēšana** paredzēta Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības nozares Laukkopības apakšnozares promocijas padomes atklātajā sēdē 2014. gada 19. jūnijā plkst. 9.00, LLU, 123. Auditorijā, Lielā ielā 2, Jelgava.

*The defence of thesis will be held in an open session of the Promotion Board of Agriculture on June 19, 2014 at 9:00 in room 123, Latvia University of Agriculture, Liela Street 2, Jelgava, Latvia.*

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

*The thesis is available at the Fundamental Library of Latvia University of Agriculture, Liela Street 2, Jelgava, Latvia.*

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

**References are welcome to be sent to** *Dr. agr. Maija Ausmane, the Secretary of Promotion Board, Latvia University of Agriculture, Liela Street 2, Jelgava, LV – 3001, Latvia, fax: +371 63027238, tel.: +371 63005632*

*ISBN 978-9984-861-85-2 (online)*

## SATURS / CONTENT

IEVADS.....	4
PĒTĪJUMA APSTĀKĻI UN METODES.....	6
PROMOCIJAS DARBA IZSTRĀDES SHĒMA.....	12
REZULTĀTI UN ANALĪZE.....	13
Plūmju hibrīdu izvērtējums un perspektīvāko hibrīdu izdalīšana.....	13
Plūmju fenoloģiskā attīstība agroklimatisko faktoru ietekmē.....	16
Plūmju veģetatīvā augšana bora un kalcija ārpussakņu mēslojuma ietekmē.....	18
Plūmju ģeneratīvā attīstība bora un kalcija mēslojuma ietekmē.....	21
Ražas un augļu kvalitātes parametru vērtējums.....	24
Ārpussakņu mēslojuma ietekmes integrētais vērtējums.....	28
SECINĀJUMI.....	29
ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA.....	30
INTRODUCTION.....	33
MATERIALS AND METHODS.....	35
SCHEME OF DOCTORAL THESIS.....	41
RESULTS.....	42
Evaluation of plum hybrids and selection of the most perspective hybrids.....	42
Phenological development of plums under the influence of agro-climatic factors..	44
Vegetative growth of plums in correlation with boron and calcium foliar sprays...	46
Generative development of plums influenced by boron and calcium foliar sprays.	48
Evaluation of yield and fruit quality parameters.....	50
Integrated evaluation of foliar sprays.....	52
CONCLUSIONS.....	53

## IEVADS

Latvijā nepieciešams papildināt apstākļiem piemērotu, kā arī tirgus un patērētāju prasībām atbilstošu mājas plūmju (*P.domestica* L.) šķirņu sortimentu. Šādu šķirņu trūkums samazina vēlmi plūmes audzēt komerciāli, tādējādi stādījumu platības nepieaug un strauji noveco. Lielākā daļa Latvijā audzēto plūmju šķirņu ir pilnīgi vai daļēji pašneauglīgas. Līdz ar to nepietiekama apputeksnēšanās mēdz būtiski samazināt to ražu. Mainoties meteoroloģiskajiem apstākļiem, tiek ietekmēta plūmju augšana, ziedēšana, ražošana.

Plūmju selekcionāriem galvenais mērķis ir panākt labāku salizturību, nelielu, vienkārši veidojamu koku, pašauglību un produktivitāti. Pašauglīgas šķirnes dod regulārākas ražas, jo nav tik atkarīgas no meteoroloģiskajiem apstākļiem. Nosakot plūmju ziedpumpuru attīstības un ziedu apaugļošanās veicinošos un traucējošos faktorus, kā arī izvēloties piemērotākās apputeksnētājšķirnes, ir iespējams panākt optimālu ražas līmeni. Apputeksnēšanās var mainīties atkarībā no audzēšanas vietas un apstākļiem. Tāpēc svarīgi izpētīt plūmju šķirņu ziedēšanas bioloģiju un savstarpējās attiecības pie svešapputes un pašapputes.

Laī nodrošinātu veiksmīgu apaugļošanos un līdz ar to labu ražu, būtiski ir noteikt putekšņu kvalitāti un dzīvotspēju. Šķirnes, kuru putekšņiem ir zema dīdztība, nav pašauglīgas un neder kā citu šķirņu apputeksnētājas.

Iespējamie neražas iemesli Latvijā ir nepietiekama ziedpumpuru ziemcietība, nepietiekams vai nesabalansēts barības elementu daudzums augsnē, kuru uzņemšanu ietekmē meteoroloģiskie apstākļi veģetācijas perioda laikā. Dažādi kaitīgie organismi un to radītie bojājumi būtiski samazina fotosintezējošo virsmu un ietekmē koku veselības stāvokli un ražu.

### **Pētījuma mērķis**

Plūmju šķirņu kandidātu izdalīšana pēc hibrīdu kompleksā vērtējuma; plūmju attīstību un ražību ietekmējošo abiotisko faktoru izvērtēšana.

### **Pētījuma hipotēze**

Plūmju augšanu un ražošanu ietekmējošo faktoru analīze un jaunu perspektīvu šķirņu iekļaušana Latvijas plūmju sortimentā veicinās kvalitatīvas ražas ieguvu un stādījumu platību pieaugumu.

### **Darba uzdevumi:**

1. veikt perspektīvu plūmju hibrīdu atlasu no selekcijas materiāla;
2. noteikt plūmju fenoloģisko attīstību agroklimatisko faktoru ietekmē;
3. noteikt veģetatīvo augšanu bora un kalcija ārpussakņu mēslojuma ietekmē;
4. noteikt ģeneratīvo attīstību bora un kalcija ārpussakņu mēslojuma ietekmē;
5. veikt ražas un augļu kvalitātes vērtējumu agroklimatisko faktoru ietekmē.

### **Promocijas darba novitāte un zinātniskais nozīmīgums**

Latvijā pirmo reizi veikti pētījumi par bora un kalcija ārpussakņu mēslojuma ietekmi uz plūmju augšanu un attīstību.

Pēc 10 gadu pārtraukuma Latvijā reģistrācijai iesniegtas četras jaunas plūmju šķirnes.

**Pētījuma rezultāti atspoguļoti** 9 zinātniskajās publikācijās angļu, latviešu un krievu valodās, tai skaitā starptautisko konferenču un simpoziju starptautiski recenzētās publikācijās.

Par zinātniskā darba rezultātiem sniegti 10 mutiski referāti un 8 stenda ziņojumi starptautiskās zinātniskās konferencēs, simpozijos un semināros.

#### **Pētījuma rezultāti iegūti pateicoties projektiem:**

1. ESF projekts „Atbalsts LLU doktora studiju īstenošanai”, Vienošanās Nr. 2009/0180/1DP/1.1.2.1.2/09/IPIA/VIAA/017.  
Līguma Nr. 04.4–08/EF2.D1.30, laika periodā no 01.03.2011. – 31.08.2013.
2. ESF ierobežotās atlases projekts “Atbalsts doktora studiju programmu īstenošanai” projekta „Atbalsts LLU doktora studiju īstenošanai”, Vienošanās Nr. 2009/0180/1DP/1.1.2.1.2/09/IPIA/VIAA/017.  
Līguma Nr. 04.4–08/EF2.PD.84, laika periodā no 01.09.2013. – 31.08.2014.
3. LZP grants „Augļu koku un ogulāju integrētai audzēšanai piemērotu šķirņu selekcija un tehnoloģiskā izpēte”, (2005.–2007.).
4. ZM pasūtīts pētījumu projekts „Vidi saudzējošu audzēšanas tehnoloģiju precizēšana augļu un ogu dārzeņos dažādos augsnes un klimatiskajos apstākļos”, (2007.–2009.).
5. LZP grants „Ābeļu, ķiršu un plūmju selekcijas materiāla izpēte un uzlabošana, attīstot un pielietojot molekulārās ģenētikas tehnoloģijas”, (2009.–2012.).
6. ZM LAP Pētījumu projekts „Ilgtspējīgas auglīkopības attīstība, izmantojot vidi un ūdeņus saudzējošas, kā arī lauku ainavu saglabājošas integrētās audzēšanas tehnoloģijas klimata pārmaiņu mazināšanai un bioloģiskās daudzveidības nodrošināšanai”, (2010.–2011.).

# PĒTĪJUMA APSTĀKĻI UN METODES

**Pētījuma vieta, objekts un agrotehnika.** Pētījums veikts Latvijas Valsts Augļkopības institūtā Dobelē divos posmos.

**Pirmais posms** no Zviedrijā selekcionētā materiāla atlasītu elites hibrīdu vērtējums lauka apstākļos Latvijā, ar mērķi izdalīt perspektīvākos no tiem un iesniegt šķirņu reģistrācijai. Izmēģinājums ierīkots ar Zviedrijas Dārzkopības institūtā Balsgardā selekcionētiem plūmju hibrīdiem. LVAI 1998. gadā kopumā iestādīti 30 elites hibrīdi – trīs atkārtojumos, viens koks atkārtojumā. Pētījums veikts laika posmā no 2008. līdz 2010. gadam, iekļaujot 17 hibrīdus. Pirmā posma rezultātā izdalīti četri perspektīvākie hibrīdi un iesniegti šķirņu reģistrācijai Latvijā.

**Otrais posms** no izdalītajiem šķirņu kandidātiem perspektīvākais iekļauts tālākā pētījumā, salīdzinot ar šķirnēm, kas audzētas Latvijā iepriekš. Pētījums veikts LVAI 2008. gadā ierīkotajā plūmju stādījumā laika posmā no 2011. līdz 2013. gadam. Pētījumā izvēlētas trīs šķirnes:

'Sonora' ir perspektīvākā no pirmā pētījuma laikā izdalītajām šķirnēm, 2011. gadā iesniegta reģistrācijai Latvijā, ir uzrādījusi pašauglību un varētu būt ļoti perspektīva komercdārzu stādījumos. 2010., 2011. gadā nodota vērtēšanai vairākām zemnieku saimniecībām Latvijā un selekcionāriem ārzemēs.

'Lāse' ir 1998. gadā uz LVAI vārda Latvijā reģistrēta šķirne, kas dod izcilas kvalitātes augļus, bet pēdējos gados ir ļoti mazražīga.

Kā kontroles šķirne izvēlēta 'Edinburgas Hercogs', kas izveidota Anglijā 1830. gadā, pašauglīga, plaši audzēta visā pasaulē un Latvijā ilgu laiku bijusi trešā populārākā šķirne.

Pētījumā noteikta plūmju attīstība agroklimatisko faktoru ietekmē, veģetatīvā augšana un ģeneratīvā attīstība, kā arī raža un augļu kvalitāte bora un kalcija ārpussakņu mēslojuma ietekmē.

Izvērtējot būtiskos sala postījumus 2011. gada pavasarī, tika meklēta iespēja samazināt sala radītos bojājumus turpmākajā periodā. Pēc zinātnisko publikāciju analīzes, tika nolemts izmēģinājumu iekārtot trīs variantos: kontrole, kalcija un bora ārpussakņu mēslošanas variants.

Stādījums ierīkots tipiskā velēnu karbonātaugsnē, attālums starp rindām 5 metri, starp kokiem 3 metri. Kopšanas darbi: rindstarpu pļaušana, apdobju frēzēšana, bojāto un vainagu sabiezinošo zaru izgriešana, stumbru kalķošana, slimību un kaitēkļu ierobežošana ar augu aizsardzības līdzekļu smidzinājumiem.

## Meteoroloģiskie apstākļi

**Pirmā posma izmēģinājuma laikā.** Izmēģinājumā vislielākās korekcijas stādījumā ieviesa 2007. gads, kad janvāra pirmajā dekādē vidējā gaisa temperatūra bija +5 °C, bet otrās dekādes beigās gaisa temperatūra sāka kristies. Februārī vidējā gaisa temperatūra bija 3 °C zemāka par normu ar stipru kailsalu. Marts bija daudz siltāks nekā parasti (gaisa vidējā temperatūra bija +4.9 °C), nokusa sniegs, augļu kokiem brieda pumpuri, bet aprīļa sākumā temperatūra nokritās pat līdz -7 °C. Plūmes dažviet Latvijā izsala pilnībā. Maija sākumā temperatūra dažas naktis noslīdēja pat līdz -5 °C, ražas nebija. Uzsākot pētījumus no 2008. gada, meteoroloģiskie apstākļi bija normas

robežās bez ekstremāli zemām vai augstām temperatūrām. 2010. gada veģetācijas periods bija būtiski garāks un mitrāks, salīdzinot ar ilggadīgo novērojumu datiem, kas deva iespējas novērtēt hibrīdu izturību neraksturīgos apstākļos. Paaugstināta mitruma dēļ koku veģetatīvo dzinumu galotnes nebija nobriedušas.

**Otrā posma izmēģinājuma laikā** meteoroloģiskie apstākļi bija nelabvēlīgi koku ziemošanai. **2010.** un **2011.** gadā no jūlija līdz septembrim bagātīgie nokrišņi apgrūtināja koku apkopšanu, izraisīja viengadīgo vasu pārmērīgu pieaugumu, bet rudenī augiem tika traucēta dzinumu nobriešana. 2010./2011. gada decembrī sniega segas biezums bija ap 40 – 50 cm, augsne zem sniega bija nesasalusi, mēneša beigās bija spēcīga atkalla un sērсна, kas jau otro gadu pēc kārtas radīja stumbru bojājumus. Pēc ieilgušā atkušņa, februāra otrajā dekādē temperatūra nokritās līdz pat  $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Sākot no 2011. gada, būtiski pasliktinājās stumbra koksnes veselības stāvoklis, plūmju ziedēšana bija ļoti vāja. Pēc 2011. gada pavasara plūmju stādījumu platības samazinājās visā Latvijā. Meteoroloģiskie apstākļi vasarā bija labvēlīgi nākamā gada ziedpumpuru ieriešanai. Kopumā veģetācijas periods bija par dažām dienām īsāks, bet efektīvo temperatūru summa aptuveni  $630\text{ }^{\circ}\text{C}$  augstāka par vidējiem daudzgadīgiem datiem. 2011. gada rudenī līdz ar pārlieko nokrišņu daudzumu, kokiem bija traucēta nobriešana un sagatavošanās fizioloģiskajam miera periodam. Sals sākās tikai 2012. gada janvāra otrajā pusē, kad vairumam šķirņu vai nu vispār nebija izveidojušies, vai arī vairs nebija saglabājusies pietiekama izturība pret zemām temperatūrām. Ziedpumpuri bija izveidojušies bagātīgi, bet tika konstatēti to bojājumi. 2012. gada veģetācijas sezonā bija jūtamas sala postīgās sekas, kad kokiem kalta zari, nobira ziedpumpuri un ziedi, bija pat vērojama koku bojāeja. Meteoroloģiskie apstākļi bija labvēlīgi nākamā gada ziedpumpuru ieriešanai, bet vēsais veģetācijas periods (efektīvo temperatūru summa bija tikai  $1736\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) nelabvēlīgi ietekmēja augļu garšas īpašības. Šķirnēm ar vēlāku ienākšanās laiku augļi neieguva pietiekamu saldumu un bija bezgaršīgi. 2012./2013. gada ziemas temperatūra netraucēja koku ziemošanai. Augiem nelabvēlīgs bija marts ar krasajām diennakts svārstībām, kad nakts temperatūra bija  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , bet dienā pat  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . 2013. gadā bija izteikti vēls pavasara sākums, aprīļa pirmajā dekādē gaisa vidējā temperatūra bija tikai  $-0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Augu veģetācija sākās aprīļa pēdējā dekādē (vēlākām šķirnēm maija pirmajā dekādē), bet jau maija otrajā dekādē, kad sākās plūmju ziedēšana (10. – 20. maijā), temperatūra sasniedza pat  $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Laikā, kad ziedēja vēl u ziedošās plūmes, ļoti spēcīgas lietus un vēja brāzmas sasita daļu no ziediem, noskaloja putekšņus, radot problēmas ar apputeksnēšanos. Augļai zmetņu briešanas sākumā būtiski meteoroloģisko apstākļu traucējumi netika novēroti, bet augstā, temperatūrai pārsniedzot optimālās robežas ( $+33.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), tika traucēta augļu nobriešana. Daļai šķirņu augļi bija sīki, skābi un kauliņš cieši turējās pie augļa mīkstuma. Bagātīgi nokrišņi bija veģetācijas perioda beigās (septembrī nolija  $130.7\text{ mm}$ ), tomēr pēc garā rudens dzinumu gali bija nobrieduši.

### **Materiāla novērtēšanas metodika.**

**Pētījuma pirmajā daļā,** laika posmā no 2008. līdz 2010. gadam veikts 17 hibrīdu vērtējums, bet pēc bargajām ziemām (2009./2010. g. un 2010./2011. g.) līdz 2011. gadam bija atlikuši astoņi elites hibrīdi Šajā laikā veikts:

- **koku veselības stāvokļa izvērtējums** (ballēs), ņemot vērā koka vainaga un stumbra veselīgumu, veģetatīvo vasu augšanas spar u sala bojājumu pakāpi:

5 balles – koks ar spēcīgām veģetatīvajām vasām (virs 60 cm), bez redzamiem koksnes bojājumiem; 0 balles – koks gājis bojā;

– **atsevišķu biotisko faktoru ietekmes izvērtējums:**

augļu koku sarkanā tīklērces sugas *Panonychus ulmi* Koch. uzskaitīšana notika pavasarī, lapu apakšpusē skaitot kāpurus pēc sekojošas shēmas: nav ērces – 0 balles, 10 un vairāk kāpuru – 5 balles;

kaulenkoku sausplankumainības (*Stigmia carpophila* (Lev.) Ellis) un plūmju rūsas (*Tranzschelia pruni – spinosae* Pers. un *Tranzschelia discolor* (Fuck.) Tranzsch. & Litv) noteikšana uz lapām: nav bojājumu – 0; virs 80% bojāta lapas virsma – 5 balles;

– hibridu **ražas un augļu kvalitātes vērtējums**. Svērta raža kg no koka, noteikta augļu vidējā masa (g), nosverot 50 – 100 augļus, savācot paraugu bez izlases;

– **augļu cietības, bioķīmisko parametru un glabāšanas iespēju izvērtējums**. Bioķīmiskās analīzes augļiem veiktas uzreiz pēc to novākšanas (1. reize), 1 nedēļu pēc glabāšanas dzesētavā (2. reize) (glabāšanas temperatūra  $+3 \pm 1$  °C, mitrums  $89 \pm 2\%$  RH), 2 nedēļas pēc uzglabāšanas dzesētavā (3. reize). Katrs mērījums veikts 20 atkārtojumos. Bioķīmiskajās analīzēs noteikta:

augļu cietība ar digitālo penetrometru ( $\text{kg cm}^{-2}$ ) (mērinstrumenta kļūda  $\pm 0.01 \text{ g cm}^{-2}$ ) pēc standarta BS EN 12143 (2001.g.jūlijs);

šķīstošās sausas saturs svaigiem augļiem (Brix%) (ISO 2173:2003) 20 °C temperatūrā ar digitālo refraktometru ATAGO N20 (mērinstrumenta kļūda  $\pm 0,1 \%$ ) pēc standarta BS EN 12147 (2001.g. jūlijs);

kopējo skābju saturs (%) (titrēts ar 0.1 N NaOH);

– **piemērotāko apputeksnētāju šķirņu noteikšana** –pārbaudāmo hibridu zariem uzlikti izolatori, uzskaitot ziedu daudzumu. Ziediem esot balonu stadijā, veikta apputeksnēšana ar 5 šķirņu putekšņiem divos atkārtojumos (`Viktorija`, `Julius`, `Eksperimentālfeltets` (`Experimentalfaltets Sviskon`), `Minjona`, `Jubileum`) kontrolei viens zars atstāts bez izolatora, uzskaitot ziedu daudzumu brīvās apputes analīzēšanai. Veikta divreizēja augļu revīzija (pirmā – 2 līdz 3 nedēļas pēc apputeksnēšanas; otrā – pēc jūnija nobires). Revīzijās saskaitīti augļaizmetņi un aprēķināts daudzums (%) no apputeksnēto ziedu skaita;

– **pašauglība noteikta** apputeksnējot katru hibridu ar saviem putekšņiem, saskaitīti augļi aprēķinot to daudzumu (%) no apputeksnēto ziedu skaita.

Faktoru mijiedarbības analīzē gads kā faktors vērtēts ar meteoroloģisko faktoru atšķirībām.

**Otrā pētījuma daļa** laika posmā no 2011. līdz 2013. gadam veikta ar trīs šķirnēm un trīs ārpussakņu mēslošanas variantiem (kontrolē, bors (B), kalcījs (Ca). Šajā posmā veikti novērojumi par fenoloģisko un ģeneratīvo attīstību, veģetatīvo augšanu.

– **Plūmju fenoloģisko attīstību ietekmējošo faktoru izvērtēšana:**

veģētācijas perioda sākums atzīmēts brīdī, kad vidējā diennakts temperatūra sasniedz  $+5$  °C, tā garums salīdzinājumā ar ilggadīgajiem datiem;

ziedēšanas fenoloģija vērtēta 2012. un 2013. gadā, atzīmējot pirmos ziedus – A; atvērušies 50% ziedi – B; atvērušies ziedi līdz 80% jeb pilnzieds – C; ziedi noziedējuši jeb ziedlapas nomestas – D;



efektīvo temperatūru summa dažādos plūmju augšanas un attīstības periodos gada laikā aprēķināta, summējot temperatūru virs +5 °C. Aprēķini veikti pēc formulas:

$$ETS = \sum_{t=1}^n (t_n - 5) \quad (1),$$

kur *ETS* efektīvās temperatūras summa *n* diennakšu periodā /  
*sum of effective temperatures in the period of n day*;  
*t<sub>n</sub>* diennakts vidējā gaisa temperatūra virs 5 °C laika periodā no 1. līdz *n* diennaktij  
 (ja diennakts vidējā gaisa temperatūra ir zemāka par 5 °C, aprēķinos tā netiek iekļauta) /  
*average day and night air temperature above 5 °C in the period from day 1 to day n*  
 (if the day and night average temperature is below 5 °C, it is not included in calculations)

bora un kalcija ārpussakņu mēslojums – divi koki variantā, trīs zari atkārtojumā. Ārpussakņu mēslojuma smidzinājumi uzsākti 2011. gada jūlijā 0.25% borskābe H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (katrā smidzinājumā 0.8 g jeb 480 g ha<sup>-1</sup>; kopā četros smidzinājumos 1920 g ha<sup>-1</sup>) un 2% kalcija nitrāts Ca (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (katrā smidzinājumā 2 g jeb 1200 g ha<sup>-1</sup>; kopā četros smidzinājumos 4800 g ha<sup>-1</sup>).

2012. un 2013. gadā ārpussakņu (lapu) mēslojums lietots: pirmā mēslošana – ziedpumpuru izbīdīšanās laikā (57 – 59 fāze pēc BBCH); otrā reize pēc trijām nedēļām, trešā reize – jūnijā, ceturrtā – jūlijā.

Atkarībā no mēslojuma varianta un šķirnes veikti visi tālākie pētījumi.

#### – **Veģetatīvās augšanas novērojumi:**

stumbra un zara šķērsriezuma laukuma mērījumi cm<sup>2</sup>, ko aprēķina pēc formulas:

$$\check{S}L = \pi R^2 \quad (2),$$

kur *ŠL* stumbra vai zara šķērsriezuma laukums / *trunk or branch cross section area cm<sup>2</sup>*,  
*R* stumbra vai zara rādiuss / *trunk or branch radius cm*,  
*π* konstante 3.14 / *constant 3.14*;

stumbra augšanas intensitāte aprēķināta pēc formulas:

$$AI = \frac{a_2}{a_1} \quad (3),$$

kur *AI* veģetatīvās augšanas intensitātes indekss / *index of vegetative growth intensity*,  
*a<sub>2</sub>* stumbra apkārtmērs esošās veģetācijas sezonas beigās /  
*trunk circumference at the end of the current growth season*,  
*a<sub>1</sub>* stumbra apkārtmērs iepriekšējās veģetācijas sezonas beigās /  
*trunk circumference at the end of the previous growth season*;

hlorofila satūra mērījumi veikti ar hlorofilometru Opti–Science CCM 200, nosakot cauri lapai izvadīto gaismas radiāciju ar viļņa garumu 940 un 660 nm. Mērījumi veikti sākotnēji – pirms ārpussakņu mēslojuma ietekmes 2011. gadā. 2012. un 2013. gada veģetācijas periodā, sākot no jūnija līdz oktobrim reizi mēnesī. Mērījumi veikti katram kokam, izvēloties piecas lapas dzinuma vidusdaļā dažādās vainaga debespūsēs (ZA, ZR, R, DR, DA). Katrai lapai veikti seši mērījumi;

hlorofila a fluorescences mērījumi veikti izmantojot Handy PEA (Hansatech Instruments, LTD., Anglija) portatīvo fluorescences mērītāju. Mērījumi veikti katram kokam, izvēloties piecas lapas dzinuma vidusdaļā dažādās vainaga debespūsēs. Lapas uz 20 minūtēm tika aptumšotas ar kavetēm, nodrošinot audu tumsas adaptāciju, kas nepieciešama mērījumu veikšanai. Pēc tam lapas apgaismo. Fluorescences analīzes ilgums ir viena sekunde. Ar zemas intensitātes modulēto gaismu nosakot sākuma jeb minimālās fluorescences (F<sub>0</sub>) līmeni lapu audos un ar

piesātinātas intensitātes gaismas impulsu nosakot maksimālās fluorescences līmeni ( $F_m$ ). Noteikta arī variablā fluorescences  $F_v$  ( $F_m$  un  $F_0$  starpība).

Fotosistēmas II efektivitātes indekss  $F_v/F_m$  rēķināts pēc formulas:

$$\frac{F_v}{F_m} = \frac{F_m - F_0}{F_m} \quad (4),$$

kur  $\frac{F_v}{F_m}$  fotosistēmas II efektivitātes indekss / *photosystem II effectivity index*,  
 $F_m$  maksimālā fluorescences / *maximum fluorescence*,  
 $F_0$  sākuma fluorescences / *initial fluorescence*;

augu vitalitāte (PI) raksturo augu dzīvotspēju un apvieno vairākus parametrus – II fotosistēmas aktīvo reakciju centru blīvumu (kopējo skaitu), gaismas kvantu pārnesei fotosistēmā un uzņemtās enerģijas pārvietošanās efektivitāti elektronu transportķēdēs – jo šis rādītājs ir augstāks, jo augs intensīvāk izmanto tajā esošo hlorofilu. Augu vitalitātes indeksam ir lielāka jutība nekā pārējiem fluorescences komponentiem, un tāpēc tas ļoti noderīgs fizioloģijas, vides un tehnoloģiju skrīningiem.

RC/ABS (RC – reakciju centri; ABS – fotonu antenu kompleksa absorbcija) parāda fotosistēmas reakciju centru un antenu pigmentu attiecību no absorbētās gaismas daudzuma. Antenu jeb palīgpigmentu hlorofila molekulu daudzuma pieaugums norāda uz fotosistēmu darbības traucējumiem. Reakciju centru aktivitāte lielāka ir labvēlīgos apstākļos, un tos veido fotoķīmiski aktīvas molekulas, bet antenu pigmentu molekulas saistītos gaismas kvantus nodod reakciju centru hlorofila *a* molekulām un tādējādi "strādā" auga labā.

Gan PI, gan RC/ABS iegūst vienlaicīgi ar fluorescences mērījumu iegūšanu, izmantojot Handy PEA.

– **Ģeneratīvās attīstības novērojumi:**

ziedpumpuru attīstības fāzes pētītas ar morfofizioloģiskās metodes palīdzību. No pumpuru diferencēšanās sākuma (no jūlija beigām) līdz oktobrim, ņemti 5 – 10 pumpuri no koka vainaga dažādām ekspozīcijām. Pumpuri pārgriezti garenvirzienā pa centrālo asi. Ziemā vērtēti reizi mēnesī, kā arī pēc būtiskas temperatūras pazemināšanās. Pavasarī – pumpuru diferencēšanās beigu posmā, noskaidrota sala bojājumu pakāpe.

– **Ziedēšanas un apputeksnēšanās parametru vērtējumi:**

sala bojājumi pēc skalas 1 – 9 (1 – nav bojājumu; 9 – ziedi nosaluši pilnībā);  
ziedēšanas intensitāte pilnzieda laikā (1 – ziedu nav; 9 – pārbagāta ziedēšana);  
ziedu biežība, t.i. ziedu skaits uz zara šķērsriezuma laukumu  $cm^2$ ;  
zara diametra un garuma ietekme uz ziedu biežību un augļaižmetņu daudzumu;  
augļu aizmešanās (ieriešanās), aprēķinot procentuālo augļaižmetņu skaitu pret ziedu skaitu;  
augļaižmetņu skaits vērtēts: < 4% (zems), 5 – 9% mērens, 10 – 24% labs, > 25% ļoti labs.

– **Ziedputekšņu dīdžības pētījumi (*in vitro*)** veikti 10% saharozes šķīdumā, gaismā, temperatūrā +20.5 °C. Dīdžības noteikšana veikta mikroskopā ar 100 x

palielinājumu pēc 24 stundām. Dīdzība izteikta % trīs atkārtojumos. Uzskaitīti tie putekšņi, kuru dīglstobrs ir garāks par putekšņa diametru.

– **Ražas vērtējums:**

augļu ienākšanās laiks, kad 50 % no augļiem sasnieguši vākšanas gatavību;

augļu veidošanās ilgums dienās no pilnzieda līdz vākšanas gatavībai;

gatavo augļu skaitu no ziedu skaita (%);

ražas biezība– augļu skaits pret zara šķērsriezuma laukumu;

ražā ( $\text{kg cm}^{-2}$ ) no stumbra šķērsriezuma laukuma.

– **Augļu kvalitātes vērtējums:**

augļu vidējā masa (g);

kauliņu īpatsvars pret augļu masu %;

augļu cietība; šķīstošās sausas saturas; kopējo skābju saturs noteikts pēc iepriekš aprakstītās metodikas.

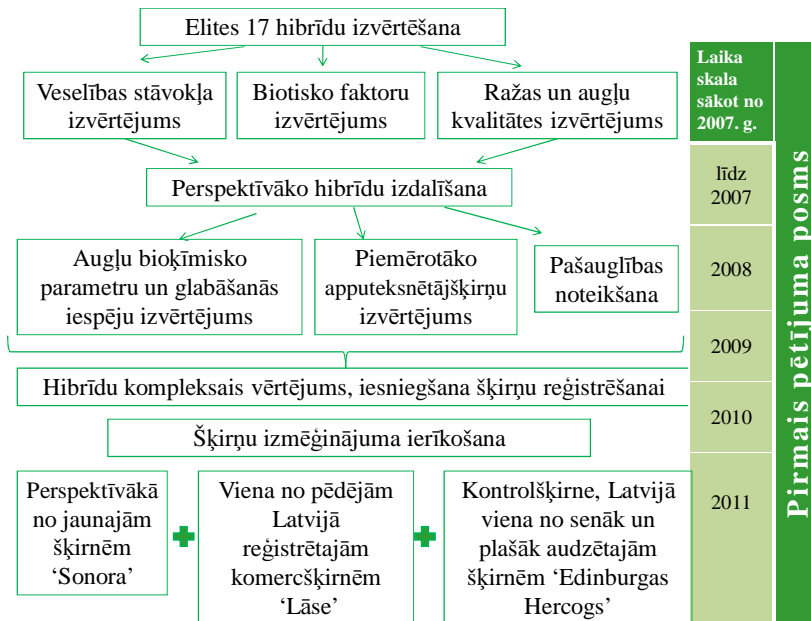
**Datu matemātiskā apstrāde.**

Meteoroloģisko apstākļu atšķirību, kā arī ražas kvantitatīvo un kvalitatīvo rādītāju mijiedarbību ar abiotiskajiem faktoriem ietekmes un nozīmības skaidrošanai lietoti Pīrsona vai arī Spīrmena korelāciju koeficientu aprēķini.

Atšķirības starp ražu, augļu vidējās masas, kā arī citām veģetatīvo parametru lielumiem šķirnēm un atkārtotiem mērījumiem salīdzinātas, izmantojot aprakstošās statistikas pamatrādītājus. Lietota rezultātu ranžēšana un grupēšana, pētījumu rezultātus apvienojot būtiski atšķirīgās grupās izmantojot Tukey testu, tās apzīmējot ar mazajiem alfabēta burtiem <sup>abcde fgh</sup>, kur <sup>a</sup> vienmēr apzīmē mazāko vērtību.

Augļu kvalitatīvo īpašību novērtēšanai homogenās sistēmās izmantota dispersijas analīze (būtiskuma līmenis  $\alpha=0.05$ ) un papildus dispersijas analīzei tika izmantots arī Tjūkija (Tukey) tests.

# PROMOCIJAS DARBA IZSTRĀDES SHĒMA



<b>Otrais pētījuma posms</b>	
	2011      2012      2013
Plūmju fenoloģiskā attīstība	Veģetācijas perioda sākums Nokrišņu daudzums
	Ziedēšanas fenoloģija* ETS no veģetācijas perioda sākuma; ziedēšanas laikā; no ziedēšanas līdz augļu ienākšanās laikam*
Veģetatīvā attīstība	Stumbra šķērsriezuma laukums un augšanas intensitāte Hlorofila saturs* Hlorofila <i>a</i> fluorescences rādītāji*
	Ziedpumpuru attīstība Ziedēšana un apputeksnēšanās* Ziedputekšņu dīdžība*
Ražas parametru un augļu kvalitātes vērtējums <b>Ca, B</b> *	Augļu ienākšanās laiks Augļu veidošanās ilgums Gatavo augļu skaits no ziedu skaita % Raža uz zara <b>ŠL</b> un <b>SŠL</b> Augļu vidējā masa Augļu bioķīmiskie rādītāji

*Integrētais ārpussatapu mēroojuma Ca (kalcijs) un bora (B) novērtējums*

\* - izmēģinājums pa šķirnēm un variantiem

# REZULTĀTI UN TO ANALĪZE

## PLŪMJU HIBRĪDU IZVĒRTĒJUMS UN PERSPEKTĪVĀKO HIBRĪDU IZDALĪŠANA

**Veselības stāvokļa izvērtējums.** Veicot veselības stāvokļa vērtējumu plūmjū izmēģinājumā, problēmas radīja bojājumu pakāpeniska parādīšanās – stumbru un skeletzaru sveķošanās, mizas atlumumi, salušo dzinumumu galu atmiršana. Ar 5 ballēm novērtēti pēc veselības stāvokļa labākie hibrīdi: 0658K, 1546 E, 1432 B<sub>1</sub>, BPr 6511, 0834 B<sub>1</sub>, 0344H, 0806 B<sub>1</sub> un O0307.

Turpmākajā pētījumā netika iekļauti tie hibrīdi, kas gājuši bojā pilnībā (6 gab.) un tie, kam izmēģinājumā atlicis viens koks (7 gab.). Izmēģinājumā plūmju selekcijas materiāls uzrādīja būtiskas atšķirības pēc slimību izraisītiem bojājumiem un kaitēkļu izplatības, tāpēc tika veikts sausplankumainības, plūmju rūsas un augļu koku sarkanās tīklērces vērtējums pa gadiem

Laikā no 2007. līdz 2009. gadam tika vērtēti 17 hibrīdi, no kuriem (pēc Tykeja kritērija – gradāciju klase <sup>a</sup>) konstatēti mazākie sausplankumainības bojājumi: 0834 B<sub>1</sub>, 1401B<sub>1</sub>, 0658K un 0344H; mazākie rūsas bojājumi: 1228C, BPr6511, 1432B<sub>1</sub>, BPr8–7, 1401B<sub>1</sub>, BPr8932, 1443B<sub>1</sub>, BPr10–2, 0856B<sub>1</sub>, 0658K, 1407B<sub>1</sub>, 0344H; mazāka tīklērcu izplatība: 0834B<sub>1</sub>, BPr8932, 0344H.

Pēc bargās 2009./2010. gada ziemas liela daļa no izmēģinājumā esošā selekcijas materiāla gāja bojā. Meteoroloģisko apstākļu atšķirības starp gadiem neradīja būtiskas atšķirības starp slimību un kaitēkļu izplatību. Būtiskas atšķirības bija starp hibrīdiem. 2010./2011. gada ziema bija kauleņkoku ziemošanai nelabvēlīga, pēc tās varēja atlasīt ziemcietīgākos hibrīdus. No 2010. līdz 2011. gadam vērtējumam bija palikuši 9 hibrīdi. Sausplankumainības bojājumi būtiski neatšķīrās ne starp hibrīdiem, ne gadiem. Rūsas bojājumi būtiski atšķirīgi bija starp hibrīdiem – izturīgākie BPr6511, 1432B<sub>1</sub>, 0658K, 1407B<sub>1</sub>, 0344H. Būtiskas atšķirības tīklērcu izplatībai bija starp hibrīdiem, bet ne starp gadiem – mazāk uz hibrīdiem 1228C, BPr6511, 0658K, 0344H.

Hibrīdi **0658K** un **0344H** uzrādīja teicamu izturību pret visiem trim pētītajiem faktoriem, bet izturīgākais pret rūsu un sausplankumainību bija hibrīds **BPr6511**.

**Ražas un augļu kvalitātes izvērtējums.** Izmēģinājumā hibrīdiem pirmā uzskaitītā raža bija 2004.gadā, kas deva iespējas vērtēt ātrražīgākos hibrīdus – 1228C, BPr8932, 1546E. Tiem pirmā raža bija būtiski lielāka nekā citiem hibrīdiem, bet turpmākajos gados neuzrādīja būtisku ražas kāpumu vai izcilu augļu kvalitāti. Ražas un augļu vidējās masas dati analizēti no 2004. līdz 2008. gadam. Lielākā raža, kas sasniegta pēc četriem ražas gadiem, bijusi hibrīdam 0658K.

Saskaņā ar hibrīdu ziemcietības, veselības stāvokļa, ražas parametru un augļu kvalitātes īpašību izvērtējumu pirmajā periodā, tika izdalīti hibrīdi, kas kompleksajā vērtējumā sasumēja lielāko vērtību BPr6511, 1443B<sub>1</sub>, 0658K, 0344H. 2010. gadā šie hibrīdi tika iesniegti reģistrācijai Latvijā. Saskaņā ar Augu šķirņu aizsardzības likuma 20. panta 4. daļu 2011.gada janvārī Valsts augu aizsardzības dienests reģistrēja šādus

šķirnes nosaukumus)<sup>1</sup>: hibrīds BPr6511 ('Sonora'), 1443 B<sub>1</sub> ('Lotte'), 0344H ('Ance'), 0658K ('Adelyn' ('Adele'))).

Vērtējot jaunās šķirnes no 2009. līdz 2011. gadam bija būtiskas atšķirības gan ražai, gan augļu vidējai masai (1. tab.).

1. tabula / Table 1

**Raža no koka, kg un augļu vidējā masa, g no 2009. līdz 2011. gadam /**  
*Yield per tree, kg and average fruit weight, g from 2009 to 2011*

Šķirnes / Cultivars		Gads / Years			Vidēji ražas gados / Average per harvest years
		2009	2010	2011	
Sonora	raža / yield	33.5	36.0	10.2	26.6 <sup>b</sup>
	avm (g) / <i>afw</i> *	46.2	47.3	50.1	47.9 <sup>b</sup>
Lotte	raža / yield	7.0	13.2	0	10.1 <sup>c</sup>
	avm (g) / <i>afw</i>	36.1	28.8	0	32.5 <sup>c</sup>
Adele	raža / yield	32.9	17.3	13.8	21.3 <sup>b</sup>
	avm (g) / <i>afw</i>	52.2	61.7	57.3	57.1 <sup>a</sup>
Ance	raža / yield	26.5	65.0	5.2	32.2 <sup>a</sup>
	avm (g) / <i>afw</i>	34.8	31.0	34.3	33.4 <sup>c</sup>
p – vērtība /	raža / yield	0.00			–
p – value	avm (g) / <i>afw</i>	0.00	0.03	0.00	–

avm / *afw*\* augļu vidējā masa, g / average fruit weight, g

Būtiski augstāka vidējā raža bijusi 'Ancei', kas 2010. gadā sasniedza pat 61.7 kg no koka. Labu un pa gadiem izlīdzinātu ražu devušas arī 'Adele' un 'Sonora'. Visu gadu augstākā augļu vidējā masa bijusi šķirnei 'Adele' – 57.1 g. Pēc ziemas bojājumiem 'Lotte' uzrādīja ļoti zemu ražu. 2011. gads visām pārējām šķirnēm ('Sonora', 'Adele', 'Ance') bija izteikti mazražīgs, bet tās bija vienas no retajām šķirnēm, kurām šajā gadā gan LVAI, gan visā Latvijas teritorijā vispār bija raža.

**Augļu bioķīmisko parametru un glabāšanas iespēju izvērtējums** tika veikts laika posmā no 2008. līdz 2010. gadam. Tā kā pētījumā analizētie gadi bija būtiski atšķirīgi pēc meteoroloģiskajiem apstākļiem, atšķirās arī iegūtie dati.

**Augļu cietība** bija būtiski atšķirīga starp gadiem, starp šķirnēm, kā arī būtiska bija šķirnes un gadu mijiedarbība ( $p < 0.00$ ). Trijos pētījuma gados šķirnēm vismazākā augļu cietība bija 2009. gadā, bet būtiski cietāki augļi visām šķirnēm bija 2010. gadā, kad bija ievērojami lielāks nokrišņu daudzums, saules intensitāte un vidējā gaisa temperatūra. Visstabilākā šķirne ar vismazāko datu izkliedi bijusi 'Adele' (0.73 – 1.85 kg cm<sup>-2</sup>). Visplašākā datu izkliede bijusi 'Ancei' (0.52 – 2.80 kg cm<sup>-2</sup>). Glabāšanās laikā vismazākā cietības samazināšanās bijusi 'Adelei' un 'Sonorai'.

<sup>1</sup> <http://www.vaad.gov.lv/21/section.aspx/390>

**Šķīstošās sausas saturas (ŠSS)** pa pētījuma gadiem atšķiras būtiski – 10.14 līdz 14.96 Brix%. Sausajā 2009. gadā, 'Ancei' un 'Adelei' šķīstošās sausas saturas bija būtiski augstāks nekā pārējām šķirnēm, bet 2010. gada karstums un mitrums pozitīvi ietekmēja sausas satura palielināšanos 'Sonorai', bet deva būtisku samazinājumu 'Ancei' un 'Adelei'. Glabāšanās laikā šķīstošās sausas saturas būtiski nemainījās 'Ancei' un 'Adelei'.

**Kopējam skābju saturam** matemātiski būtiskas atšķirības starp šķirnēm neparādījās. Pētījuma gados tas būtiski nemainījās 'Ancei' un 'Adelei', savukārt būtiskas izmaiņas uzrādīja 'Sonora', kam 2008. gadā bija augstākais skābju saturs – 1.42%

Izvērtējot kopumā visu šķirņu augļu glabāšanas iespējas dzesētavā, var secināt, ka 'Ancei' un 'Lottei' nogatavošanās process ir straujāks, un augļi būtu jārealizē pēc iespējas īsākā laikā. Labi glabājās un lēnāk savas bioķīmiskās īpašības mainīja 'Adele' un 'Sonora'. Pat pēc divu nedēļu uzglabāšanas to vizuālais izskats un garša bija saglabājuši savas labās īpašības.

Visām šķirnēm cietība samazinājās pieaugot saules radiācijai un vidējai gaisa temperatūrai, bet augļu vidējā masa samazinājās pieaugot nokrišņiem un vidējai temperatūrai. Šķirnēm 'Adele' un 'Lotte' ŠSS samazinājās palielinoties nokrišņiem, pieauga – palielinoties saules radiācijai.

**Perspektīvo hibrīdu apputeksnēšanās izmēģinājumos** ievērojami augstāki rezultāti visām šķirnēm tika iegūti 2008. gadā, kad pavasarī vidējā un minimālā temperatūra bija augstāka, un ziedēšanas laiks bija agrāks nekā citus gadus. Rezultāti būtiski neatšķīrās 2009. un 2010. gadā, kad augļaižmetņu bija krietni mazāk.

**Šķirnei 'Adele'** 2008. gadā bija būtiska augļaižmetņu jūnija nobire neatkarīgi no apputeksnētājšķirnes, bet labākā apputeksnētājšķirne bija 'Viktorija' (70% augļaižmetņu no apputeksnēto ziedu skaita). Pēc jūnija nobires starp apputeksnētājiem nebija būtisku atšķirību ne 2009. gadā (9.9 – 21.7%), ne 2010. gadā (25.2 – 36.6%). Izvēloties apputeksnētāju šķirni, audzētājam būtu svarīgi izlemt dārza ražošanas raksturu. Ar apputeksnētājšķirni, kas dod labākos rezultātus, var iegūt regulāras un pietiekoši augstas ražas, bet bagātīgas ražas gados būs jādodomā par ražas retināšanu. Ja izvēlas apputeksnētājšķirni ar mēreniem apputeksnēšanās rezultātiem, var iegūt labas ražas, un nav nepieciešama retināšana. Šķirnei ir labas apputeksnēšanās iespējas, ja tuvumā ir vienlaicīgi ziedošas dažādas šķirnes. Pa gadiem brīvajā apputē augļaižmetņu daudzums variēja robežās 15.9 – 31.3%.

**Šķirnei 'Lotte'** plānojot stādījumu ierīkošanu, ļoti būtiski izmantot labu apputeksnētājšķirni, lai iegūtās ražas būtu rentablas. Labākā apputeksnētājšķirne bija 'Viktorija' (pa gadiem augļaižmetņu daudzums robežās no 23.7 – 45.8%), brīvajā apputē 6.6 – 24.0%.

**Šķirnei 'Sonora'** visus pētījuma gadus apputeksnēšanās rezultāti bija ar vismazākajām svārstībām. Vislabākos rezultātus uzrādīja apputeksnētājšķirnes 'Experimentalfältets Sviskon' (31.8 – 37.8%) un 'Minjona' (27.6 – 42.7%). Šķirnei ir ļoti labas apputeksnēšanās iespējas, ja tuvumā ir vienlaicīgi ziedošas dažādas šķirnes (brīvajā apputē pa gadiem augļaižmetņu daudzums svārstījies robežās 28.6 – 54.0%).

**Šķirnei 'Ance'** apputeksnēšanās izmēģinājums netika veikts, jo nebija pietiekošs atkārtojumu skaits kokiem.

Šķirņu pašauglība tika vērtēta 2009. un 2010. gadā. Tika konstatēts, ka 'Ance', 'Adele' un 'Lotte' ir pašneauglīgas, bet 'Sonora' ir pašauglīga (2009. gadā 41.1%, 2010. gadā 17.6%).

## PLŪMJU FENOLOĢISKĀ ATTĪSTĪBA AGROKLIMATISKO FAKTORU IETEKMĒ

Veicot pētījumu no 2011. līdz 2013. gadam, nelabvēlīgu meteoroloģisko apstākļu dēļ tika meklētas iespējas, kā samazināt sala postījumus un to pēcietekmi. Turpmākie pētījumi tika veikti, lai noteiktu bora un kalcija ārpussakņu mēslojuma ietekmi uz augu attīstību.

**Veģetācijas perioda sākums.** Saskaņā ar ilggadīgu novērojumu datiem, Latvijā veģetācijas periods ilgst 175 – 195 dienas, un tiek pieņemts, ka tas sākas aprīļa pirmajā dekādē. Pēdējo septiņu gadu novērojumi liecina, ka veģetācijas periods šajā laikā sācies 2009., 2010. un 2011. gadā, bet 2007. gadā augļu kokiem veģetācija sākās jau marta nogalē. Savukārt, 2008., 2012. un 2013. gadā veģetācijas periods sākās tikai aprīļa otrajā dekādē. Veģetācijas periodam uzsākoties pakāpeniski, salā cietušie koki spēj labāk atjaunoties.

Arī 2013. gadā aprīļa otrajā dekādē vidējā gaisa temperatūra no +2 °C četru dienu laikā paaugstinājās līdz +8 °C. Daļa no strauji saplaukušajiem kokiem sāka dzeltēt un nokalta. Pumpuru briešana 'Sonorai' un 'Edinburgas Hercogam' sākās vienlaicīgi, bet 'Lāsei' – 4 līdz 6 dienas vēlāk. Salīdzinot kalcija un bora ārpussakņu mēslojuma ietekmi uz pumpuru plaukšanu, tā 2 – 3 dienas agrāk sākās kalcija variantā. Bora ietekmē auga veģetācijas sākums 3 – 4 dienas aizkavējās visām šķirnēm, tā mazinot paaugstinātas gaisa temperatūras radīto stresu.

**Ziedēšanas fenoloģija.** 2011. gadā pēc straujās temperatūras pazemināšanās februārī, pavasarī tika konstatēti izsaluši ziedpumpuri, saluši augļu zari, kā arī nosaluši koki. Raža šajā gadā nebija.

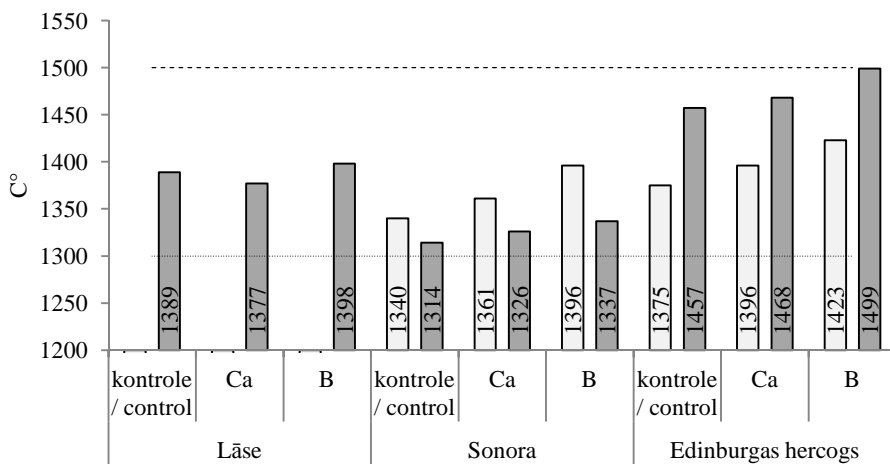
**2012.** gads sākās ar atkušņu un salu miju. Plūmes ziedēja bagātīgi, bet lielai daļai ziedu nebija drīksnu, vai bija vērojama salusi ziedgultne. Plūmju ziedēšanas laiks bija īss (vidēji 6.8 dienas). Visām izmēģinājumā iekļautajām šķirnēm ziedēšana agrāk sākās variantā ar kalcija ārpussakņu mēslošanu, bet nedaudz vēlāk – ar bora ārpussakņu mēslošanu. Garāks ziedēšanas periods bija 'Lāsei'.

**2013.** gadā veģetācijas periods sākās aprīļa otrajā dekādē ar ļoti svārstīgām temperatūrām diennakts laikā, sākotnēji pumpuru briešana noritēja gausi. Maija pirmajā dekādē gaisa vidējā temperatūra pieauga tik strauji, ka pumpuri saplauka un uzdziedēja pusotras nedēļas laikā. 10. maijā sāka ziedēt 'Sonora' un 'Edinburgas Hercogs'. Ziedēšanas laikā strauji pieaugot gaisa temperatūrai, putekšņu maciņi atvērās strauji, un jau nākamajā dienā daļa no putekšņnicām bija izžuvušas. Tas būtiski pazemināja putekšņu dīdzību. Šķirnes 'Lāse' ziedēšanas laikā gaisa temperatūra sasniedza + 28.5 °C (18. maijā), kam pilnzieda laikā sekoja spēcīgas lietus brāzmas. Tas būtiski saīsināja ziedēšanas laiku un samazināja apputeksnēšanās un apaugļošanās iespējas. 2013. gadā vidējais ziedēšanas ilgums bija vidēji 10.6 dienas.



**Plūmju attīstība saistībā ar efektīvo temperatūru summu (ETS) būtiski atšķirīga bija starp gadiem un visām iekļautajām šķirnēm (1. att.):**

- no veģetācijas perioda sākuma (+5 °C) līdz ziedēšanas sākumam tā bija tuvu literatūrā minētajai. Zemāka ETS bija 'Sonorai' un 'Edinburgas Hercogam' 2013. gadā, kad paaugstināta temperatūra izraisīja strauju pumpuru attīstību;
- no pirmo ziedu atvēršanās līdz noziedēšanas brīdim ETS netika konstatētas būtiskas atšķirības starp variantiem;
- no ziedēšanas līdz augļu ienākšanās laikam ETS 'Sonorai' un 'Edinburgas Hercogam' 2012. gadā bija bez būtiskām atšķirībām, bet 'Lāsei' 2012. gadā ražas nebija. 2013. gadā nebija būtisku atšķirību starp variantiem, bet bija būtiskas atšķirības starp šķirnēm. Augļu ienākšanās laikā, krasi pieaugot gaisa temperatūrai (08.08.2013. temperatūra sasniedza pat +33.9 °C), 'Sonorai' augļi strauji nokrāsojās un palika mīksti, lai gan garšas īpašības bija stipri neizteiktas. Kauliņš cieši turējās pie mīkstuma, un augļu izmērs būtiski atpalika no iepriekšējos gados novērotā.



### 1.att. Efektīvo temperatūru summa C° (ETS) no veģetācijas perioda sākuma līdz augļu ienākšanās laikam. /

Fig. 1. The effective temperature sum C° (ETS) from beginning of the vegetation till fruit maturing for harvest.

□ ETS 2012. gadā / ETS in 2012

■ ETS 2013. gadā / ETS in 2013

..... Minimālais ETS līmenis / Minimal level of ETS

-----Maksimālais ETS līmenis / Maximal level of ETS

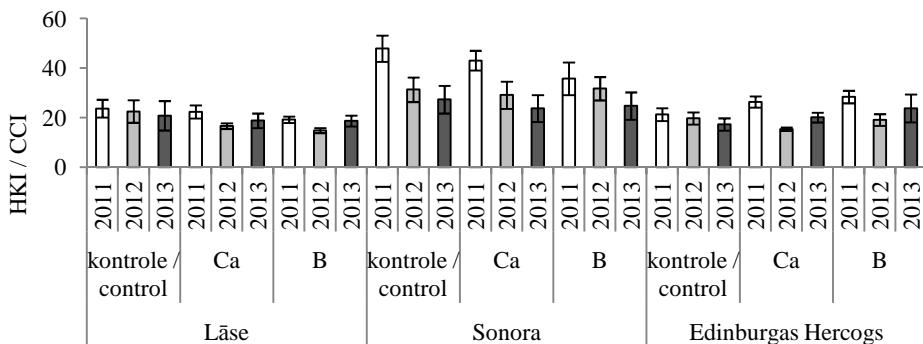
## PLŪMJU VEĢETATĪVĀ AUGŠANA BORA UN KALCIJA MĒSLOJUMA IETEKME

Lai gan plūmju audzētāju galvenais mērķis ir saistīts ar plūmju ģeneratīvās daļas attīstību un ražu, tomēr bez veselīgas koka veģetatīvās augšanas nav iespējams iegūt labus rezultātus. Kā jau minēts, otrā posma pētījuma laikā meteoroloģiskie apstākļi ziemas periodos bijuši nelabvēlīgi.

**Stumbra augšanas intensitātei** būtiskas atšķirības bija starp gadiem. Starp šķirnēm un variantiem būtiskas atšķirības nebija. 2013. gadā, uzsākot ražošanu, visām šķirnēm visos variantos stumbra augšanas indekss samazinājās. Būtiskākais samazinājums bija visām šķirnēm bora variantā.

**Hlorofila saturs** izteikts kā hlorofila koncentrācijas indekss (HKI). Gan sākumā, gan visā izmēģinājuma laikā viszemākais vidējais (HKI) bija šķirnei 'Lāse'.

2011. gadā visām šķirnēm HKI bija būtiski augstāks nekā nākamajos gados (2. att.). Tas strauji samazinājās 2012. gadā pēc nelabvēlīgajiem ziemas – pavasara meteoroloģiskajiem apstākļiem. Kontroles variantā HKI samazinājās visus pētījuma gadus, kas norāda uz to, ka augi, kas bija cietuši, nespēja sekmīgi atjaunoties. Kalcija un bora variantā 2013. gadā HKI sāka paaugstināties. Lai gan 'Sonorai' bija visaugstākais HKI, tomēr tas pa gadiem kritās visos variantos.

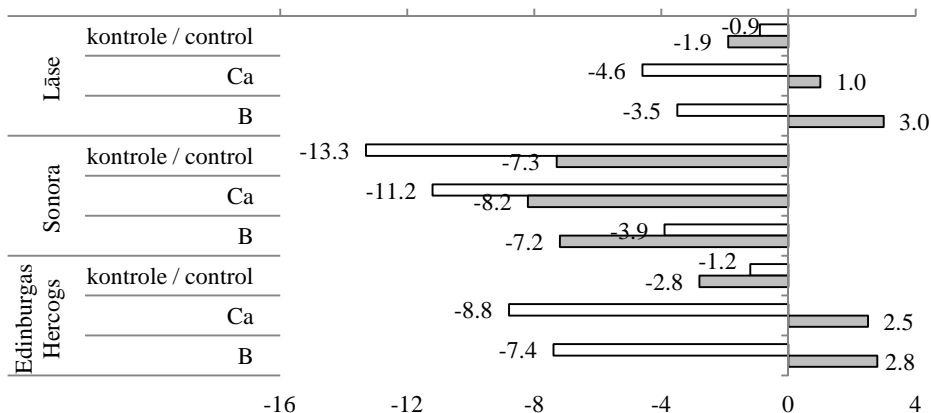


### 2. att. Hlorofila koncentrācijas indeksa (HKI) dinamika pa šķirnēm, variantiem, gadiem. /

Fig. 2. Dynamics of chlorophyll content index (CCI) by the cultivars, variants, years

Kaut arī ārpussakņu mēslošanas variantos HKI būtiski nepaaugstinājās, tas tomēr neturpināja strauji samazināties.

Lai noteiktu ārpussakņu mēslojuma ietekmi, tika vērtēta HKI dinamika pa gadiem (3. att.).



### 3. att. HKI dinamika laika periodā no 2011. līdz 2013. gadam/

Fig. 3. Dynamics of chlorophyll content index (CCI) 2011 – 2013

2012.gada un sākotnējā (2011.g.) HKI starpība / difference between initial (2011) and 2012 CCI
  2013. un 2012. gada HKI starpība / difference between 2012 and 2013 CCI

2012. gadā HKI visos variantos un visām šķirnēm bija samazinājies. 'Lāsei' un 'Edinburgas Hercogam' būtiski mazāk HKI samazinājās kontroles variantā, 'Sonorai' – bora variantā. 2013. gadā kontroles variantā HKI turpināja samazināties 'Lāsei' un 'Edinburgas Hercogam', bet kalcija un bora variantā jau būtiski pieauga (it īpaši bora variantā). Tas ļauj secināt, ka ilgstošākā laika periodā var novērot bora un kalcija pozitīvo ietekmi uz koka atveseļošanas. Iespējams, ka bora pozitīvā ietekme saistīta ar tā lomu lignīna kā šūnapvalku komponenta biosintēzē un 000 kalcija lomu šūnu membrānu transporta regulācijā kā arī signālu pārraidē šūnās.

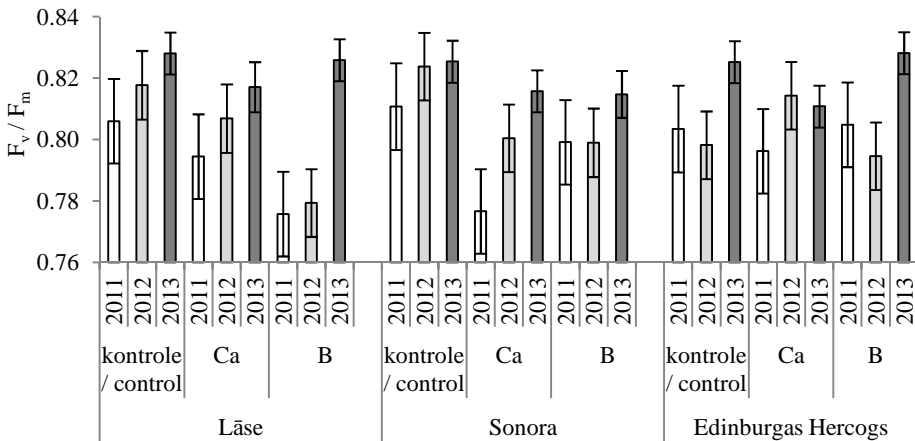
**Hlorofila a fluorescences analīze** izmantota, lai raksturotu fotosintēzes gaisma reakciju norisi un augu vitalitāti.

**Fotosistēmas II efektivitātes indekss  $F_v/F_m$ .** 2011. gadā, uzsākot pētījumu par maksimālā fotosistēmas II kvantu efektivitātes rādītāja  $F_v/F_m$  izmaiņām (4. att.), 'Lāsei' kontroles variantā tas bija būtiski augstākā līmenī nekā bora varianta kokiem. Analizējot  $F_v/F_m$  izmaiņas līdz 2013. gadam, (līdzīgi kā HKI) būtisks pieaugums bija bora variantā. Pārējos variantos pieaugums nebija statistiski būtisks.

2011. gadā būtiski augstāks  $F_v/F_m$  bija 'Sonorai' kontroles variantā, zemākais – kalcija variantā. Līdz 2013. gadam būtiskākais  $F_v/F_m$  pieaugums konstatēts tieši kalcija variantā.

'Edinburgas Hercogam'  $F_v/F_m$  indekss starp variantiem bija bez būtiskām atšķirībām 2011. un 2012. gadā. 2013. gadā būtisks  $F_v/F_m$  pieaugums bija kontroles un bora variantā.

Ja  $F_v/F_m$  ir mazāks par 0.8, tas liecina, ka auga lapa nav vesela – FS (fotosistēmai) II samazinās spēja reducēt elektronu primāro akceptoru.



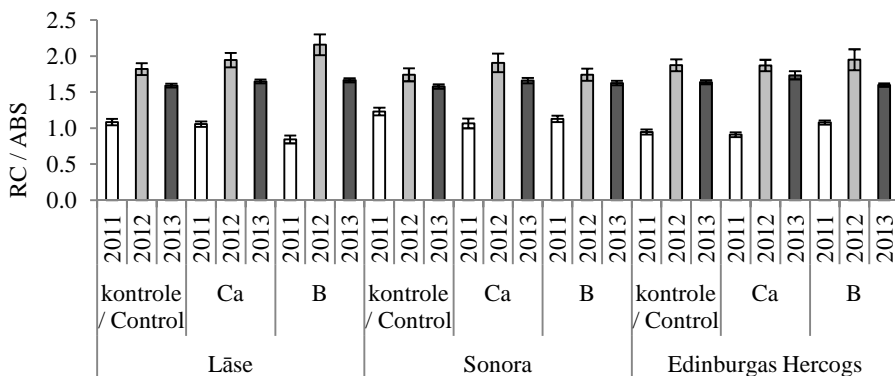
#### 4. att. Indeksa $F_v/F_m$ dinamika pa šķirnēm, variantiem, gadiem./

*Fig. 4. Dynamics of  $F_v/F_m$  index by the cultivars, variants, years.*

Salīdzinot HKI izmaiņas pa gadiem, kad pārsvarā bija vērojams tā samazinājums, fluorescenci raksturojošais rādītājs  $F_v/F_m$  ar katru gadu pieauga, lai gan, vizuāli vērtējot, augu veselības stāvoklis pasliktinājās.

Lai precīzāk izskaidrotu augu fizioloģisko stāvokli, tika izmantots arī rādītājs – **augu vitalitāte (PI – Performents Index)**. Vidēji pa gadiem un šķirnēm PI bija 2.84. 2012. gadā, kokiem uzsākot veģetāciju pēc bargajiem ziemas apstākļiem, jūnijā veiktajos mērījumos PI atkarībā no šķirnes svārstījās no 0.23 līdz 0.80, kas norāda uz krasu veselīguma pasliktināšanos. Augos esošās hlorofila molekulas bija neaktīvas un aktīvi nepiedalījās fotosintēzes procesā. Tā rezultātā augu lapojums bija bāls un neveselīgs. Jūlijā PI sāka pieaugt, un jau augustā tā bija būtiski augstāka, sasniedzot augstāko vērtību (no 3.82 līdz pat 5.25), būtiskas atšķirības starp variantiem bija 'Lāsei' un 'Edinburgas Hercogam'. 2013. gada vasarā augu vitalitāte bija tuva vidējiem rādītājiem, un būtiskas atšķirības starp variantiem bija tikai jūlijā.

**RC/ABS rādītājs** ir viens no parametriem, kas tiek lietots, nosakot hlorofila efektivitāti augos, jo raksturo attiecību starp hlorofila molekulām fotosistēmu reakciju centrā un antenu pigmentiem hloroplastos. Ja notiek šī parametra samazināšanās, tas norāda uz negatīvām izmaiņām fotosistēmu darbībā. 2011. gadā vēl koka bojājumi netika novēroti, un RC/ABS rādītājs bija samērā zems (5. att.). 2012. gada jūnijā pēc atkušņu radītajiem postījumiem, augu vitalitāte bija kritiski zema, RC/ABS rādītājs bija būtiski augstāks nekā citos mērījuma laikos. Tas izskaidro, kāpēc augi izskatījās neveselīgi, lai gan hlorofila *a* fluorescences rādītāji nebija tik zemi. Parasti labvēlīgos augšanas apstākļos šis rādītājs ir salīdzinoši lielāks, jo reakciju centrus veido fotoķīmiski aktīvas hlorofila molekulas, bet mazāk aktīvas kalpo kā antenas. Antenu pigmentu skaita palielināšanās norāda uz fotosistēmu darbības traucējumiem, t.i. uz mazāk aktīvu hlorofila molekulu daudzuma pieaugumu. Iespējams, palielinoties antenu pigmentu skaitam, augs mēģina panākt fotosintēzes efektivitātes saglabāšanos un „cīnās” ar traucējumiem, kurus izraisa vides stresa faktori.



**5. att. Fotosintēzes RC/ABS indeksa dinamika pa šķirnēm, variantiem, gadiem. /**  
*Fig. 5. Dynamics of photosynthesis RC/ABS index by the cultivars, variants, years.*

Veicot aprēķinus par RC/ABS rādītāju samazināšanos (fotosistēmas atveseļošanās ātrumu) 2012. gadā no jūnija līdz jūlijam, visstraujākā indekss pazeminājās 'Lāsei' un 'Edinburgas Hercogam' bora variantā. Tas norāda, ka šajā laikā abām šķirnēm bora ārpusakņu mēlojums nodrošināja lielāku hlorofila aktivizēšanos.

Neskatoties uz to, ka sākotnējais fluorescences līmenis augstāks bija kontroles variantā, tomēr straujāka augu atlabšana pēc būtiskiem sala bojājumiem bija bora ietekmē.

Pēc visu fluorescences rādītāju analīzes var secināt, ka, analizējot tikai  $F_v/F_m$  rādītāju, netiek iegūta pietiekama informācija, lai raksturotu auga atbildi uz stresa faktoriem. Tikai izvērtējot kopumā hlorofila fluorescenci raksturojošos parametrus, var iegūt vispusīgu informāciju. Piemēram, 2012. gadā pēc izteiktiem atkušņiem koku veselības stāvoklis bija kritisks, lai gan fluorescences intensitāte bija pietiekoši augsta. Par izteiktu stresa stāvokli norādīja PI un RC/ABS rādītāji.

## PLŪMJU ĢENERATĪVĀ ATTĪSTĪBA BORA UN KALCIJA MĒSLOJUMA IETEKMĒ

**Pumpuru attīstības izpētes rezultāti.** Lai noskaidrotu pumpuru dzīvīgumu, tika veikta to pārbaude. No katras pētījumā iekļautās šķirnes tika ņemti 5 zari no dažādām vainaga pusēm un veikta uzskaitē: uz noteiktu zara garumu saskaitīti lapu un ziedu pumpuri, no tiem aprēķinot procentuālo nedzīvo pumpuru daudzumu.

10.01.2011. praktiski nebija bojātu pumpuru. Pēc straujām temperatūras svārstībām, 15.02.2011. veiktajā pārbaudē:

- 'Sonorai' sala bojājumi lapu pumpuriem bija 29.9%, ziedpumpuriem 30.1%;
- 'Lāsei' bojāti 22.8% lapu pumpuri, 15.3% ziedpumpuri;
- 'Edinburgas Hercogam' lapu pumpuri nebija bojāti, bojāti ziedpumpuri 6.4%.

Pēc kārtējās temperatūras pazemināšanās februāra beigās un marta sākumā tika veikta pumpuru pārbaude 31.03.2011:

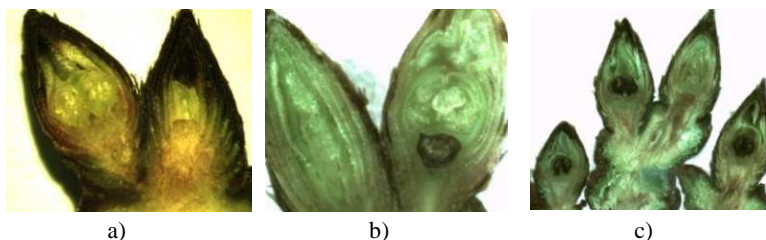
- 'Sonorai' sala bojājumi lapu pumpuriem bija 41.9%, ziedpumpuriem 44.4%;
- 'Lāsei' bojāti 44.3% lapu pumpuri, 41.3% ziedpumpuru;
- 'Edinburgas Hercogam' bojāti lapu pumpuri – 15.2%, ziedpumpuri – 28.8%.

Pēc kritiskajām ziemām, veģetācija perioda laikā turpmāko augu augšanu un attīstību var ietekmēt samazinātais lapu skaits un to veselīgums, jo tiek traucēta normālā barības vielu asimilācija.

Vairāki autori ir norādījuši uz bora un kalcija pozitīvo ietekmi uz augļaugu augšanu un attīstību, tāpēc 2011. gada vasarā tika uzsākta bora un kalcija ārpussakņu mēslošana.

2012. gada janvāris bija samērā silts, bet februāris – auksts. Veicot ziedpumpuru šķēsgriezuma pārbaudi pēc februāra sala, tie bija dzīvi, un pumpuru vidusdaļa bija zaļa. Marta beigās salam atkārtoties, pumpuru pārbaudē 24. aprīlī bija vērojams, ka lielākajai daļai ziedpumpuru bija salusi ziedgultne vai pat visa ziedpumpura centrālā daļa. 2012. gada pavasarī būtiskas atšķirības nebija starp kontroles un kalcija variantiem, tomēr abos variantos salušo ziedpumpuru bija vairāk nekā bora variantā.

Būtiskas atšķirības bija starp dažāda vecuma zariem. Pavasarī straujāka ziedpumpuru attīstība noritēja uz divgadīgajiem zariem. 'Lāsei' tika konstatēti būtiski pumpuru bojājumi 2012. gadā (6. att.).



**6. att. Šķirnes 'Lāse' ziedpumpuri 09.01.2012. (a) un 24.04.2012. (b, c) /**  
*Fig. 6. Flower buds of cv. 'Lāse' 09.01.2012. (a) and 24.04.2012. (b, c).*  
 (autores foto / author's photo)

### **Ziedpumpuru attīstības pētījumi ārpussakņu mēslojuma ietekmē.**

Vērtējums uzsākts 2012. gadā jūlija trešajā dekadē. Šajā laikā ziedpumpuru diferencēšanās bija vērojama kalcija variantā, bet nedēļu vēlāk – bora variantā. Augusta sākumā ziedpumpuru diferencēšanās bija sākusies kontroles variantā. Kontroles un kalcija variantā parādījās būtiskas atšķirības starp ziedpumpuru ieriešanos uz dažāda vecuma augzariem. Ziedpumpuru attīstība uz divgadīgās koksnes noritēja lēnāk. Bora ārpussakņu mēslošanas variantā izlīdzinājās atšķirības starp ziedpumpuru ieriešanos uz dažāda vecuma augzariem. Ziedpumpuru attīstībā bija atšķirības starp šķirnēm, bet no ārpussakņu mēslojuma būtiski atšķīrās bora variants, kur sala postījumi bija mazāki. Kalcija variantā sala postījumi bija lielāki.

'Lāsei' un 'Sonorai' šajā gadā ziedpumpuru diferencēšanās notika gandrīz vienlaicīgi. Būtiski lēnāk pumpuru veidošanās noritēja 'Edinburgas Hercogam'.

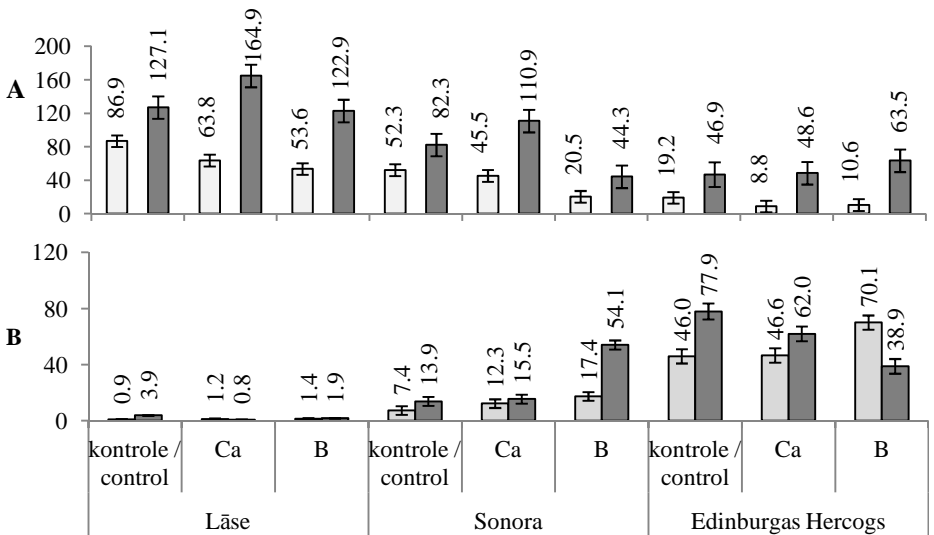
**Ziedēšanas un apputeksnēšanas parametru vērtēšana tika veikta 2012. un 2013. gadā pilnzieda laikā, vizuāli nosakot ziedēšanas intensitāti un ziedpumpuru sala**

bojājumus pa variantiem. Ziedēšanas intensitāte bija ar būtiskām atšķirībām starp gadiem ( $p < 0.05$ ), bet ne starp variantiem ( $p > 0.05$ ). Vērtējot sala bojājums matemātiski, nepierādījās būtiskas atšķirības starp gadiem ( $p > 0.05$ ), lai gan, vizuāli vērtējot, atšķirības bija.

**Ģeneratīvo pumpuru daudzums pēc augļzariņu vecuma un izvietojuma** – vērtējums tika veikts pēc vizuāliem novērojumiem starp šķirnēm un ārpusšķirņu mēslojuma variantiem:

- 'Lāse' augļzariņus veido strauji, un ziedpumpuri veidojas bagātīgi arī uz viengadīgajiem zariem, taču augļzimetņi uz tiem neveidojas (tikai uz vecākas koksnes augļzariem);
- 'Sonorai' ziedpumpuri bagātīgi veidojas gan uz viengadīgiem, gan vecākiem zariem. Augļzariņi ir daudzgadīgi;
- 'Edinburgas Hercogam' pirmajā ziedēšanas gadā ziedpumpuri veidojas tikai viengadīgo dzinumu galotnēs, taču, veidojot vainagu, parasti šī daļa tiek apgriezta. Tas nedaudz attālina ražošanas sākumu. Ar katru gadu pieaugot augļzariņiem, ziedu skaits palielinās, jo ziedpumpuri izteikti veidojas pušķzariņos uz vecākas koksnes.

**Ziedu skaits** aprēķināts uz zara šķērsriezuma laukumu (7. att. A). 2012. gadā izmēģinājumā koki pirmo reizi ziedēja, taču ziemas – pavasara sala bojājumu dēļ lielākā daļa ziedu un augļzimetņu nobira.



**7.att. Ziedu skaits uz zara šķērsriezuma laukumu (A) un augļu aizmešanās (augļzimetņu skaits pret ziedu skaitu %) (B). /**

*Fig. 7. Amount of flower per branch cross section area (A) and fruit set per amount of flowers, % (B).*

2012. gads / 2012 year      2013. gads / 2013 year

**2012. gadā** dispersijas analīzē atšķirības starp šķirnēm būtiskas ( $p < 0.05$ ): 'Edinburgas Hercogs'<sup>a</sup>, 'Sonora'<sup>b</sup>, 'Lāse'<sup>c</sup>, bet starp variantiem atšķiras kontroles un bora variants

**2013.gadā** dispersijas analīzē atšķirības starp šķirnēm bija būtiskas ( $p < 0.05$ ), 'Sonorai'<sup>a</sup> un, 'Lāsei'<sup>b</sup> augstāks ziedu skaits kalcija variantā. 'Edinburgas Hercogs'<sup>a</sup> neuzrādīja būtiskas atšķirības starp variantiem. Starpfaktoru analīzē 2013. gadā būtiska mijiedarbība bija gan starp pētāmo pazīmi un šķirni, gan variantu ( $p < 0.05$ ). Šķirnes un variantu savstarpējā mijiedarbība bija būtiska ( $p < 0.05$ ).

**Augļu aizmešanās** (7. att. B) aprēķināta procentos – augļaiņemtu skaits pret ziedu skaitu. Izteikti vērojams šķirņu ziedēšanas un augļu veidošanas raksturs. Lai gan 'Lāsei' ziedu daudzums bija ļoti bagātīgs abos gados, augļaiņemtu daudzums vērtējams kā zems un bez būtiskām atšķirībām starp variantiem.

Abos pētījuma gados būtiski atšķīrās kontroles un bora variants. 'Sonorai' bora smidzinājums 2013. gadā devis būtiski augstāku augļaiņemtu daudzumu. 'Edinburgas Hercogam' augļaiņemtu daudzums vērtējams kā ļoti labs abos gados. Bors veicinājis augļaiņemtu veidošanos 2012. gadā, bet bremzējis 2013. gadā.

Starp faktoru analīzē 2012. gadā būtiska mijiedarbība bija gan starp pētāmo pazīmi un šķirni, gan variantu ( $p < 0.05$ ). Šķirnes un variantu savstarpējā mijiedarbība nebija būtiska ( $p > 0.05$ ). Starp faktoru analīzē 2013. gadā bija būtiska mijiedarbība starp pētāmo pazīmi un šķirni ( $p < 0.05$ ), kā arī starp šķirni un variantu ( $p < 0.05$ ).

**Ziedputekšņu dīdības pētījumi (*in vitro*)**. 'Lāsei' putekšņu dīdība uzlabojās tikai bora ārpussakņu mēslojuma variantā; 'Sonorai' putekšņu dīdība bija vidēja ~ 50%, un būtiskas atšķirības starp variantiem nebija. 'Edinburgas Hercogam' putekšņu dīdība ~ 70%. Lai arī putekšņu dīdībai starp variantiem būtiskas atšķirības nebija, vizuāli vērtējot, kontroles un bora variantā dīglstobru augšana garumā notika straujāk.

## RAŽAS UN AUGĻU PARAMETRU VĒRTĒJUMS

Raža ir viens no svarīgākajiem šķirnes raksturlielumiem. Ne vienmēr bagātīga ziedēšana un augļu aizmešanās nodrošina stādījuma augstāku produktivitāti.

**Augļu ienākšanās laiks** ir atkarīgs no gada meteoroloģiskajiem apstākļiem, un, pēc daudzu autoru norādītā, dažkārt var atšķirties pat par vairākām nedēļām. Šķirnēm ražas ienākšanās laiks ir atkarīgs arī no šķirņu bioloģiskā rakstura.

Šajā pētījumā atšķirības bija tikai bora variantam, kur augļi ienācās 2 – 3 dienas vēlāk.

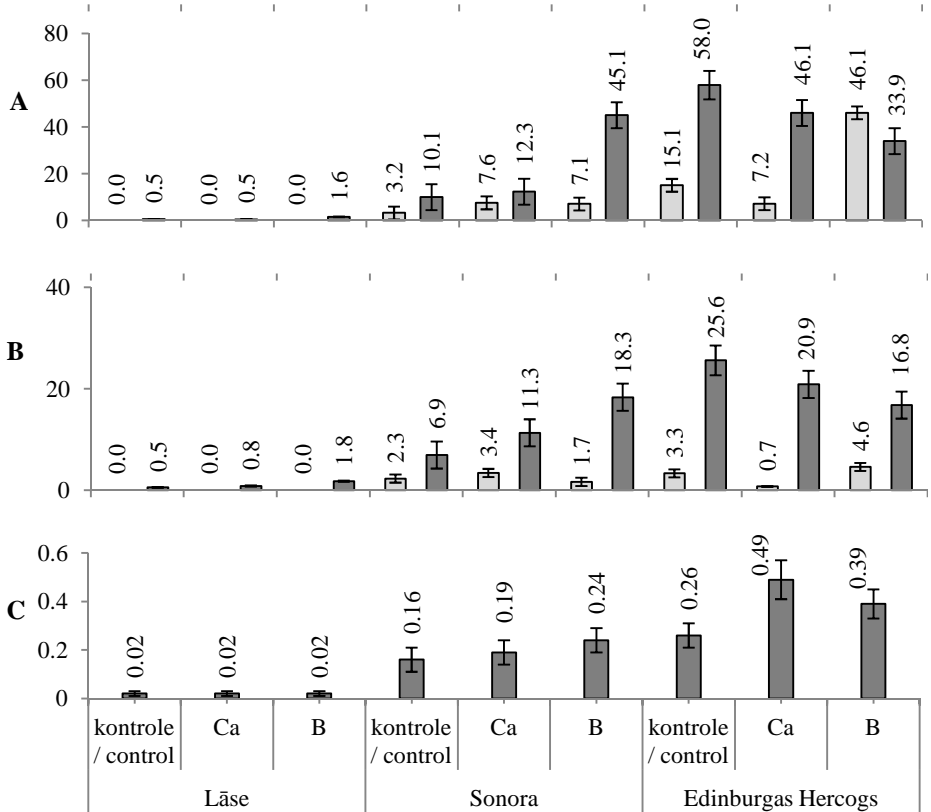
**Augļu veidošanās ilgums** bijis būtiski atšķirīgs starp gadiem. Būtiski īsāks augļu veidošanās laiks bija 2013. gadā, bet nebija būtiskas atšķirības starp variantiem ( $p > 0.05$ ).

Izvērtējot **2012.** gada meteoroloģisko faktoru ietekmi uz augļu veidošanās ilgumu, būtiski pozitīva korelācija bija saules radiācijai ( $r_{yx} = 0.77$ ;  $p < 0.05$ ). Būtiska negatīva ietekme bija vidējai un maksimālai gaisa temperatūrai (abām –  $r_{yx} = -0.63$ ;  $p < 0.05$ ).



Izvērtējot 2013. gadu – būtiski pozitīva korelācija bija nokrišņu daudzumam un minimālajai gaisa temperatūrai (attiecīgi  $r_{yx}=0.76$ ;  $p < 0.05$  un  $r_{yx} = 0.68$ ;  $p < 0.05$ ). Nevienam no meteoroloģiskajiem apstākļiem nepierādījās būtiska negatīva korelācija.

Vērtējot gatavo augļu skaitu no ziedu skaita (%) (8. att. A), ražas biežību (augļu daudzumu no zara šķērsriezuma laukuma) (8. att. B) un ražu no stumbra šķērsriezuma laukuma (SŠL) ( $\text{kg cm}^{-2}$ ) (8. att. C) saglabājās būtiskās atšķirības starp šķirnēm (8. att.).



**8. att. Gatavo augļu skaits no ziedu skaita (%) (A); ražas biežība (B) (augļu skaits no zara šķērsriezuma laukuma) un raža no stumbra šķērsriezuma laukuma ( $\text{kg cm}^{-2}$ ) (C) 2013. gadā pa šķirnēm, variantiem, gadiem.**

*Fig. 8. Amount of fruits per flower (%) (A);*

*yield density (B) (number of fruits per branch cross section area) and amount of fruits per trunk cross section area ( $\text{kg cm}^{-2}$ ) in 2013 (C) by the cultivars, variants, years.*

■ 2012. gads / 2012 year    ■ 2013. gads / 2013 year

2012. gadā pēc jau iepriekš aprakstītiem meteoroloģiskajiem apstākļiem 'Lāsei' augļaižmetņi vēl bija (7. att.), taču gatavo augļu nebija (8.att. A). 'Sonorai' nebija būtiskas atšķirības starp variantiem. 'Edinburgas Hercogam' gatavo augļu daudzums no ziedu skaita būtiski augstāks bija bora variantā.

2013. gadā 'Lāsei' bija ļoti zemi ražas parametri un bez atšķirībām starp variantiem (8. att. B). 'Sonorai' būtiski augstāks gatavo augļu skaits no ziedu skaita un zara ŠL – bora variantā, bet 'Edinburgas Hercogam' – kontroles variantā.

Vērtējot ražu no stumbra šķēsgriezuma laukuma (8. att. C) 2013. gadā būtiskas atšķirības bija tikai šķirnei 'Edinburgas Hercogs' starp kontroli un ārpussakņu mēslojuma variantiem. Lai noteiktu stabilitāti parametram – raža no ŠSL, nepieciešams veikt ilgtermiņa novērojumus. 2012. gadā gatavie augļi tikpat kā nebija, aprēķini netika veikti.

Ja 'Sonorai' bors veicinājis lielāku augļaižmetņu un gatavo augļu daudzumu, tad 'Edinburgas Hercogam' labas ražas gadā samazinājis augļu daudzumu no ziedu skaita. Arī literatūrā minēts, ka bors darbojas kā augļaižmetņu daudzuma regulētājs, bet šādas tendences pārbaudei būtu jāveic pētījumi ar lielāku šķirņu klāstu.

**Augļu kvalitātes vērtējums.** Svarīgi bija noskaidrot, kāda bijusi ārpussakņu mēslojuma ietekme uz augļu kvalitātvajiem rādītājiem.

**Augļu vidējai masai** būtiskas atšķirības starp variantiem netika konstatētas ( $p = 0.138$ ). Būtiskas atšķirības bija starp šķirnēm ( $p = 0.00$ ).

Salīdzinot ar pirmā posma pētījumiem no 2008. līdz 2010. gadam, kad 'Sonorai' vidēji trijos gados vidējā augļu masa bija 47.9 g (pieder pie ļoti lielu augļu grupas virs 45 g), 2013. gadā tā vidēji starp variantiem bija tikai 36 g.

Latvijā 90.–tajos gados veiktā pētījumā 'Lāsei' augļu vidējā masa bijusi 26.9 g (22 – 41 g), kas ir būtiski zemāka par šajā pētījuma laikā uzrādīto vidējo masu 44.7 g. Tas skaidrojams ar zemo ražu 2013. gadā, jo raža un augļu vidējā masa uzrāda negatīvu korelāciju.

**Kauliņu īpatsvars pret augļu masu** nebija būtiski atšķirīgs starp variantiem. No šķirnēm mazākais kauliņa īpatsvars bija 'Lāsei'.

**Augļu cietības un bioķīmisko rādītāju izpēti** veica 2013. gadā, nosakot augļa cietību, šķīstošās sausas saturu un titrējamo skābi.

**Augļu cietībai** būtiskas atšķirības starp variantiem netika konstatētas. Augļu cietības svarīgākā nozīme ir augļu transportēšanā un svaigu augļu patēriņa kvalitātē. Transportēšanai neder pārlietu mīksti augļi, bet svaigam patēriņam – pārāk cieti augļi. Šajā pētījuma gadā šķirnes 'Sonora' augļiem paaugstinātas temperatūras ietekmē efektīvās temperatūras summa, kas nepieciešama augļu veidošanai, sakrājās isākā laika posmā, izraisot priekšlaicīgu augļu nogatavošanos ( $0.72 - 0.83 \text{ kg cm}^{-2}$ ). Vērtējot augļu cietības izmaiņas ārpussakņu mēslojuma ietekmē, atšķirības starp variantiem nebija būtiskas ( $p > 0.05$ ).

**Šķīstošās sausas saturam** būtiskas atšķirības bija starp variantiem visām šķirnēm. Salīdzinot ar pirmā posma pētījumiem laika posmā no 2008. līdz 2010. gadam (10.14 – 14.96 Brix%), 2013. gadā šķirnes uzrādīja augstāku šķīstošās sausas saturu. 'Lāsei' bora mēslojums ir darbojies saskaņā ar literatūrā minēto – ŠSS

bija augstāks nekā kontroles variantā. Pārējām šķirnēm bora variantā sausnas saturs bija būtiski zemāks ( $p < 0.05$ ) – 'Sonorai' 13.5 Brix% un 'Edinburgas Hercogam' 13.4 Brix%, bet augstāks salīdzinot ar patērētājiem ieteicamo minimālo līmeni (virs 12.5 Brix%). Kalcija variantā ŠSS būtiski zemāks nekā kontroles variantā 'Lāsei' (14.2%) un 'Edinburgas Hercogam' (14.5%).

**Kopējo skābju saturs** būtiski augstāks bija kontroles variantos visām šķirnēm. Kalcija un bora variantiem atšķirības bija, bet ne būtiskas. 'Lāsei' skābju saturs bija robežās no 1.44 līdz 1.61%, 'Sonorai' 1.21 – 1.51%, 'Edinburgas Hercogam' – 1.46 – 1.59% robežās. Salīdzinoši ar pirmajā pētījuma posmā veikto kopējo skābju satura analīzēm laika posmā no 2008. līdz 2010. gadam, 2013. gadā tas bija būtiski augstāks.

Lai noskaidrotu meteoroloģisko apstākļu ietekmi (no ziedēšanas beigām līdz augļu novākšanai) uz augļu cietību un bioķīmiskajiem rādītājiem un to, kā ārpussakņu mēslojums mainījis šo apstākļu ietekmi, tika veikta korelācijas analīze (2. tab.).

2. tabula / Table 2

**Bioķīmisko parametru un augļu cietības korelācijas analīze /**  
*Correlation of biochemical parameters and fruit firmness*

Korelējošās pazīmes / <i>Correlation features</i>	Bioķīmiskie rādītāji pa variantiem / Biochemical parameters by variants								
	cietība / <i>firmness</i>			sausna / <i>SSC*</i>			skābe / <i>acids**</i>		
	kontrolē / control	Ca	B	kontrolē / control	Ca	B	kontrolē / control	Ca	B
sausna / <i>SSC*</i>	0.81	-0.60	0.15	–	–	–	–	–	–
skābe / <i>acids**</i>	0.75	0.87	0.92	0.21	-0.92	0.52	–	–	–
nokrišņi / <i>precipitation</i>	0.86	0.82	0.99	0.40	-0.95	0.20	0.98	0.99	0.94
ETS / <i>effective temperature sum</i>	0.99	0.99	-0.39	0.79	-0.68	-0.97	0.77	0.92	0.72
vidējā temperatūra / <i>average temperature</i>	-0.45	-0.21	-0.94	0.16	0.91	-0.48	-0.93	-0.67	-0.99
minimālā temperatūra / <i>minimum temperature</i>	0.86	0.82	0.94	0.40	-0.95	0.48	0.98	0.99	0.99
maksimālā temperatūra / <i>maximal temperature</i>	-0.86	-0.08	-0.94	-0.40	0.85	-0.48	-0.98	-0.57	-0.99
saules radiācija / <i>solar radiation</i>	0.11	0.03	0.31	-0.49	-0.82	0.99	0.75	0.53	0.65

Sausna / *SSC\** šķīstošās sausnas saturs / *soluble solid content*

Skābe / *Acids\*\** kopējo skābju saturs / *total content of acids*

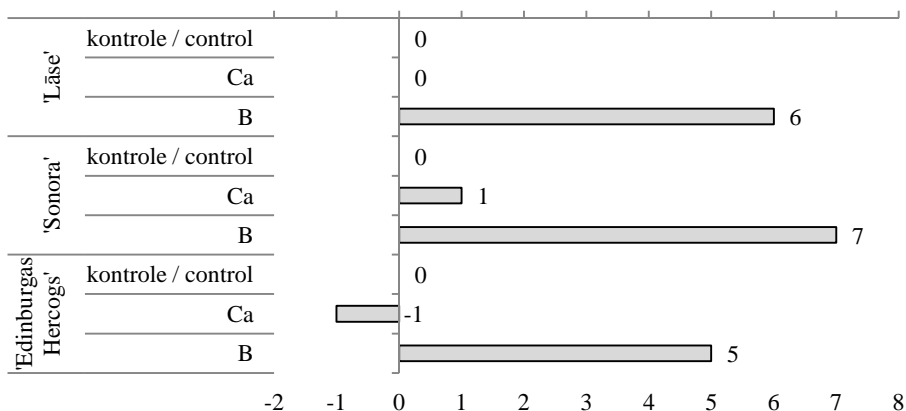
Tikai šķīstošās sausnas saturam korelācija gan ar kopējo skābju saturu, gan meteoroloģiskajiem parametriem bijusi ar būtiskām atšķirībām starp variantiem. Gan augļu cietībai, gan kopējo skābju saturam korelāciju sakarības ar meteoroloģiskajiem apstākļiem starp variantiem bija līdzīgas ar atšķirīgu korelāciju ciešumu.

## ĀRPUSSAKŅU MĒSLOJUMA IETEKMES INTEGRĒTAIS VĒRTĒJUMS

Lai noteiktu ārpussakņu mēslojuma ietekmi uz pētījuma laikā analizētajām pazīmēm, tika veikts integrēts vērtējums pa šķirnēm, variantiem un gadiem. Integrētais novērtējums veikts pēc 32 pazīmju apkopojuma (2012. gadā 13 vērtējumi, 2013. gadā 19 vērtējumi). Šķirnēm ārpussakņu mēslojumam pozitīvā ietekme pa gadiem bija atšķirīga.

Kontrolšķirnei 'Edinburgas Hercogs' bora ārpussakņu mēslojums devis mazāk pozitīvu ietekmi nekā pārējām šķirnēm, bet no kalcija ārpussakņu mēslojuma summētajā vērtējumā pat negatīvu rezultātu. Kalcija mēslojums lielāko pozitīvo ietekmi devis šķirnei 'Lāse'.

Ārpussakņu mēslojuma ietekmes integrētā vērtējuma kopsavilkums attēlots 9. attēlā.



### 9. att. Ārpussakņu mēslojuma integrētais novērtējums, ballēs /

Fig. 9. Integrated evaluation of foliar sprays, points

kontrolē = 0 / control;

ārpussakņu mēslojuma ietekme būtiski labāka par kontroli = +1 /

*influence of foliar sprays was better than control = +1;*

ārpussakņu mēslojuma ietekme būtiski mazāka par kontroli = -1 /

*influence of foliar sprays was worse than control = -1;*

ja atšķirības nav bijušas būtiskas, vērtējums dots kā 0 /

*if differences was not significant, evaluation 0.*

## SECINĀJUMI

1. Pēc saimnieciski nozīmīgākajām pazīmēm no izvērtētā plūmju hibrīdu materiāla labākie bija 0658 K ('Adelyn'/'Adele'), BPr 6511 ('Sonora'), 0344 H ('Ance') un 1443 B<sub>1</sub> ('Lotte'), kas iesniegti šķirņu reģistrācijai Latvijā.
2. 'Viktorijs' kā labākā apputeksnētājšķirne bija šķirnei 'Adele' (augļaižmetņi līdz pat 70% no apputeksnēto ziedu skaita) un šķirnei 'Lotte' līdz pat 45.8%; šķirnei 'Sonora' visus pētījuma gadus bija labi un stabili apputeksnēšanās rezultāti (28.6 – 54.0%) ar vienlaicīgi ziedošām šķirnēm (pašauglības pakāpe pa gadiem 17.6 – 41.1%).
3. Ārpussakņu mēslojums būtiski neietekmēja plūmju fenoloģisko attīstību, bet tika konstatētas tendences, ka ziedēšanas sākumu paātrināja kalcija ārpussakņu mēslojums, bet bors aizkavēja ziedēšanu un augļu ienākšanos.
4. Vērtējot auga fotosintēzes norisi (hlorofila *a* koncentrācijas indeksu un fluorescences rādītājus – Fv/Fm, RC/ABS, PI) konstatēts, ka bora ārpussakņu mēslojuma ietekmē augi pēc agroklīmatisko faktoru radītā stresa atjaunojās sekmīgāk un uzsākot ražošanu, salīdzinot ar pārējiem variantiem, tiem straujāk samazinājās veģetatīvās augšanas intensitāte.
5. Augstākā ziedputekšņu dīdžība bija šķirnēm 'Edinburgas Hercogs' – 70%, 'Sonora' 50%, bet šķirnei 'Lāse' zema gan kontroles, gan kalcija variantā (līdz 10%), augstāka bora variantā (20%).
6. Kalcija ārpussakņu mēslojums sekmēja ziedēšanas intensitāti, bet bora ārpussakņu mēslojums vairumā gadījumu veicināja augļu aizmešanos.
7. Nelabvēlīgo ziemošanas apstākļu un kraso temperatūras svārstību dēļ veģetācijas perioda sākumā plūmēm ražas nebija 2011. gadā, tie traucēja augļu attīstību un samazināja ražu 2012. gadā. 2013. gadā ražas veidošanās uzlabojās variantā ar bora ārpussakņu mēslojumu, kas nodrošināja augstāku gatavo augļu skaitu.
8. Meteoroloģisko apstākļu izmaiņas viskrasāk ietekmēja šķīstošās sausnas saturu augļos. Šķirnei 'Sonora' pārmērīgi strauja efektīvo temperatūru summas sasniegšana (~1200 – 1250 °C) noteica ātrāku augļu ienākšanos un būtiski samazināja augļu kvalitāti. Pārējām šķirnēm jutība uz temperatūras izmaiņām bija mazāka.
9. Integrētajā vērtējumā no 32 parametriem bora ārpussakņu mēslojums parādīja pozitīvu ietekmi uz augšanu un attīstību šķirnei 'Lāse' 13 parametros (summāri +6), 'Sonora' 13 parametros (summāri +7), 'Edinburgas Hercogs' 14 parametros (summāri +5).

# ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA

## APROBATION OF THE SCIENTIFIC PAPER

### Zinātnisko publikāciju saraksts / *Scientific publications*

1. **Grāvīte I.**, Kaufmane E. (2013). The Evaluation of Resistance to Shotehole, Leaf Rust and Fruit Tree Red Spider Mite in Elite Domestic Plum Hybrids in Latvia. *Acta Horticulturae*, No. 985, p.181 – 188. (*SCOPUS*).
2. **Grāvīte I.**, Kaufmane E. (2013). Results of Pollination Studies of Some New Plum Cultivars in Latvia. *Acta Horticulturae* No. 976, p. 121 – 127. (*SCOPUS*).
3. Butac M., Bozhkova V., Zhivondov A., Milosevic N., Bellini E., Nencetti V., Blazek J., Balsemin E., Lafarque B., Kaufmane E., **Grāvīte I.**, Vasiljeva M., Pintea M., Juraveli A., Webster T., Hjalmarsson I., Trajkovski V., Hjeltnes S.H. (2012). Overview of plum breeding in Europe. *Acta Horticulturae*, No. 981, p.91 – 98. (*SCOPUS*).
4. Kaufmane E., **Grāvīte I.**, Trajkovski V. (2012). Results of Latvian Plum Breeding Programme. *Acta Horticulturae*, No. 968, p. 55 – 60. (*SCOPUS*).
5. Lacis G., Kaufmane E., Kota I., **Grāvīte I.**, Trajkovski V. (2012) Genetic Diversity and Plasticity in Selected Progeny of Plum Cultivar ‘Jubileum’. *Acta Horticulturae*, No. 935, p.129 – 134. (*SCOPUS*).
6. **Grāvīte I.**, Kaufmane E. (2011). Stability of some quality characters of new plum cultivars in Latvia. *SODININKYSTE IR DARŽININKYSTE*. Lithuania, p. 23–34.
7. **Grāvīte I.**, Kaufmane E., Āboliņš M. (2011). Evaluation of some Qualitative Characters of New Plum Cultivars. *Annual 17<sup>th</sup> International Scientific Conference Proceeding* (Volume No1). Jelgava, LLU, p. 41–46.
8. **Grāvīte I.**, Āboliņš M., Kaufmane E. (2011). Sākotnējie pētījumi par bora ietekmi uz plūmju (*P. domestica* L.) ziedpumpuru diferencēšanās sākuma stadiju. Preliminary studies about the influence of boron on the initial stage of plum (*P. domestica* L.) flower bud differentiation. *Zinātniskā semināra rakstu krājums*. Jelgava, LLU, p. 22–26.
9. **Grāvīte I.**, Kaufmane E. (2011). Preliminary assessment of yield and fruit quality new Latvian plum cultivars. (*Совершенствование адаптивного потенциала косточковых культур и технологии их возделывания*). Krievija, Orla, ISBN 978–5–900705–55–2. c. 55–58.
10. **Grāvīte I.**, Kaufmane E. (2010). Zviedrijā selekcionēto plūmju (*Prunus domestica* L.) hibrīdu izvērtēšanas rezultāti. *Zinātniskā semināra rakstu krājums*. Jelgava, LLU, p. 42–45.
11. **Grāvīte I.** (2010). Zviedrijā selekcionēto plūmju (*P.domestica*) hibrīdu rezistences vērtējums lauka apstākļos. *Rēzeknes Augstskolas 14. starptautiskās zinātniski praktiskās konferences rakstu krājums*, Rēzekne, p. 67–75.

## Referāti konferencēs / *Presentations*

1. Grāvīte I. Preliminary data of chlorophyll content differences among plum (*Prunus domestica* L.) cultivars. *19 Annual International Scientific Conference "Research for Rural Development 2013"*. Latvia University of Agriculture, Jelgava, Latvia, May 15 – 17, 2013.
2. Kaufmane E., Grāvīte I. New plum cultivars in Latvia. *X International Symposium on Plum and Prune Genetics. Breeding and Technology*. Davis, CA (United States of America), May 20–26, 2012. (līdzautore mutiskajai prezentācijai).
3. Grāvīte I., Kaufmane E. Preliminary assessment of yield and fruit quality new Latvian plum cultivars. (krievu val.) *Viskrievijas zinātņu akadēmijas starptautiskā zinātniski praktiskā konference*, Orla, 19–23.07., 2011.
4. Grāvīte I., Kaufmane E., Āboliņš M. Evaluation of some Qualitative Characters of New Plum Cultivars. *Annual 17 International Scientific Conference "Research for Rural Development 2011"*, Jelgava, LLU, May 18–20, 2011.
5. Grāvīte I., Kaufmane E. Jaunākās tendences mājas plūmju selekcijā Eiropā un jaunākās šķirnes Latvijā. *LU 69. Zinātniskā konference Augu introdukcijas un selekcijas sekcija* Rīga, 04.02.2011.
6. Grāvīte I., Kaufmane E. Plūmju šķirņu un perspektīvo hibrīdu ziedpumpuru attīstības un ziedu apaugļošanās īpatnības un to ietekmējošie faktori. *LLU Jauno zinātnieku konkurss*, Vecauce, 06.07.2011.
7. Grāvīte I., Kaufmane E. Zviedrijā selekcionēto plūmju (*Prunus domestica* L.) hibrīdu izvērtēšana. *LLU zinātnisko darbu skate*, Vecauce, 30.07.2010.
8. Grāvīte I. Zviedrijā selekcionēto plūmju (*P. domestica* L.) hibrīdu rezistences vērtējums lauka apstākļos. *Rēzeknes Augstskolas 14. starptautiskā zinātniski praktiskā konference*, Rēzekne, 22.04.2010.

## Stenda referāti un tēzu materiāli / *Poster presentations and abstracts*

1. Grāvīte I., Kaufmane E. (2013). Influence of foliar spray of boron to the generative development of plums (*P. domestica* L.). **In:** *International Conference "Using Genetic Biodiversity to Increase the Quality of Organically Grown Fruits"*. Skierniewice, Poland, October 27 – 29, 2013. Book of abstracts, p. 27.
2. Kaufmane E., Grāvīte I. (2013). New plum cultivars in Latvia. **In:** *X International Symposium on Plum and Prune Genetics. Breeding and Technology*. May 20–26, 2012. Davis, CA (United States of America). Book of abstracts, p. 27.
3. Grāvīte I., Kaufmane E. (2012). Influence of calcium and boron to decrease temperature stress in domestic plums. **In:** *2 International Scientific Conference "Sustainable Fruit Growing: From Plant to Product"*. August 22–24, 2012. Rīga – Dobeles. Book of abstracts, p. 26.
4. Grāvīte I., Kaufmane E. (2012). The evaluation of resistance to shothole, leaf rust and fruit tree red spider mite in elite domestic plum hybrids in Latvia. **In:** *X International Symposium on Plum and Prune Genetics, Breeding and Technology*. May 20–26, 2012. Davis, CA (United States of America). Book of abstracts, p. 35.

5. Grāvīte I., Kaufmane E. (2011). Results of pollination studies of some new plum cultivars in Latvia. **In:** *XIII Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics*. Warsaw, Poland, September 11–15, 2011. Book of abstracts, p. 115.
6. Grāvīte I., Kaufmane E. (2011). Stability of some quality characters of new plum cultivars in Latvia. **In:** *International Scientific Conference*. Babtai, Kaunas district, Lithuania, June 21–22, 2011. Book of abstracts, p. 74.
7. Grāvīte I., Kaufmane E., Kota I., Lacis G., Trajkovski V. (2010). Genetic diversity and plasticity in selected progeny of plum cultivar 'Jubileum'. **In:** *28 International Horticulture Congress (IHC)*. Lisbon, Portugal, August 22–27, 2010. Book of abstracts, Vol.1, p. 202.
8. Kaufmane E., Grāvīte I., Trajkovski V. (2010). Results of Latvian plum breeding programme. **In:** *EUFRIN Plum and Prune Working Group Meeting*. Craiova, Romania, July 19 – 22, 2010. Book of abstracts, p. 45.
9. Grāvīte I., Rubauskis E. (2009). The evaluation of resistance of Swedish selection plum hybrids under field conditions. **In:** *International Scientific Conference*. Lithuanian Institute of Horticulture, Babtai. September 17–18, 2009. Book of abstracts, p. 19.



## INTRODUCTION

The assortment of adapted domestic plum (*Prunus domestica* L.) cultivars answering the needs of consumers and the market in Latvia needs improvement. Lack of such cultivars reduces the wish to grow plums commercially, therefore plum plantations do not increase in area and are aging rapidly. The majority of plum cultivars grown in Latvia are self-sterile or partially self-fertile. For this reason unsatisfactory pollination results in significant decrease of yield. Changing meteorological conditions affect plum tree growth, flowering and production.

The main tasks of plum breeding include increased cold hardiness, a small tree easy to train, self-fertility and fruit quality. Self-fertile cultivars have more regular yields, as they are less affected by weather conditions. By determining the factors influencing plum flower bud development and flower fertilization as well as choosing the most suitable pollinizer cultivars, it is possible to achieve an optimal amount of yield. Pollination may vary in dependence of the growing site and conditions. Therefore it is important to study the flowering biology of plum cultivars and their interaction at self pollination and cross pollination.

To ensure successful fertilization resulting in good fruit yield, it is essential to determine pollen quality and viability. Cultivars with low pollen germination are not suitable for fertilization of other cultivars.

The possible reasons of low yield in Latvian conditions are insufficient flower bud winter-hardiness, insufficient or unbalanced nutrient content in soil, uptake of which is influenced by weather conditions during the growth season. Different harmful organisms and injury caused by these significantly decrease the surface of photosynthesis and affect tree health and productivity.

### **Aim of the study**

Selection of plum cultivar candidates by complex evaluation of hybrids; evaluation of abiotic factors influencing plum-tree development and productivity.

### **Hypothesis**

Analysis of factors influencing plum-tree growth and production and introduction of new promising cultivars for cultivation in Latvia will have positive effect on plum yield quality and increase of plantation area.

### **Tasks:**

1. To select perspective plum hybrids from the breeding material;
2. To determine plum-tree phenological development under influence of agro-climatic factors;
3. To determine vegetative growth under influence of boron and calcium foliar fertilizers;
4. To determine generative development under influence of boron and calcium foliar fertilizers;
5. To evaluate the yield and quality of fruits under influence of agro-climatic factors.

### **Novelty and scientific significance**

For the first time in Latvia research was carried out on the influence of boron and calcium leaf fertilizers on plum-tree growth and development.

After 10 years interval four new plum cultivars have been handed in for registration.

**The results of the study were published** in 9 scientific papers in English, Latvian and Russian, including international peer-reviewed publications of international conferences and symposiums.

The results of the research were presented in 10 oral reports and 8 posters at international scientific conferences, symposiums and seminars.

### **The results of the research were obtained with the help of the following projects:**

1. ESF project „Support to doctoral studies at LUA”, Agreement Nr. 2009/0180/1DP/1.1.2.1.2/09/IPIA/VIAA/017.  
Contract Nr. 04.4–08/EF2.D1.30, for the period of 01.03.2011. – 31.08.2013.
2. ESF limited selection project “Support to the implementation of doctoral study programs” project „Support to doctoral studies at LUA”, Agreement Nr. 2009/0180/1DP/1.1.2.1.2/09/IPIA/VIAA/017.  
Contract Nr. 04.4–08/EF2.PD.84, for the period of 01.09.2013. – 31.08.2014.
3. Latvia Council of Science project „Selection and technological research of fruit and berry cultivars suitable for integrated growing” (2005–2007).
4. Research project by order of Ministry of Agriculture „Specification of environment-friendly technologies in fruit and berry plantations in different soil, and climatic conditions” (2007.–2009.).
5. Latvia Council of Science grant „Research and improvement of apple, cherry and plum breeding material with development and implementation of molecular biology technologies” (2009–2012).
6. Ministry of Agriculture Rural development research project „Development of sustainable fruit growing using growing technologies friendly to the environment and waters, preserving the rural landscape, to reduce the climatic change and to support biological diversity (2010–2011).

## MATERIALS AND METHODS

**Location, object and growing technology.** The research was performed at the Latvia State Institute of Fruit-Growing (LSIFG), Dobeles, in two periods.

**First period** – evaluation in Latvia field conditions of elite hybrids selected in Sweden, with the aim to select the most promising hybrids for cultivar registration. The trial at the LSIFG was established in 1998 with 30 elite plum hybrids obtained at Balsgard – Institute of Horticultural Plant Breeding (now – Department of Plant Breeding and Biotechnology, The Swedish University of Agricultural Sciences (SLU)), in three replications, one tree per replication. The study was done in years 2008 – 2010 with 17 selected hybrids. As a result of the first stage of research four most promising hybrids were selected for cultivar registration in Latvia.

**Second period** – including the most perspective of the selected candidate cultivars in further research, comparing with varieties widely grown in Latvia. The study was done in 2011-2013 in a plum trial planted in 2008 at the LSIFG. Three cultivars were chosen for the research:

'Sonora' is the most promising cultivar selected during the first period. It was handed in for registration in Latvia in 2011. The cultivar has demonstrated self-fertility and has perspective for commercial growing. In 2010 and 2011 it was planted for trial at several farms in Latvia and for variety testing in other countries.

'Lāse' is cultivar registered by LSIFG in 1998, with high quality fruits, but its yields during the recent years have been very low.

As control was chosen the cultivar 'Edinburgas Hercogs' (syn. 'Duke of Edinburgh' or 'Prince of Vales'), originated in 1830 in Great Britain, self-fertile, cultivated worldwide and the third most popular cultivar in Latvia for a long time.

The study included evaluation of plum-tree development under the influence of agro-climatic factors, their vegetative growth and generative development, as well as yield and fruit quality as influenced by boron and calcium foliar sprays.

After evaluation of cold injuries in spring of 2011, a possibility to reduce winter damages in the next period was searched. After analysis of scientific publications it was decided to establish a trial in three variants: control, calcium and boron foliar treatments.

The trial has been planted on typical sod carbonate soil, with 5 m between rows and 3 m between trees. Management of plantation: cutting of grass in alleyways, root tilling of tree rows, crown thinning and removing of damaged branches, white-washing of tree trunks, pest and disease control with pesticide sprays.

### Meteorological conditions

**During the first stage of trial** the most radical changes in the experimental plantation were caused by the winter of 2007, when in the 1st decade of January the average air temperature was +5 °C, but by the end of 2nd decade it started to fall. In February the average air temperature was by 3 °C lower than the norm, with severe black frost. March was much warmer than usually (average air temperature was +4.9 °C), the snow cover thawed early, fruit trees had early bud break, but in the beginning of April the temperature fell to -7 °C. The plum trees in some locations of Latvia were totally destroyed. In the beginning of May the temperature for some

nights decreased to  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , there was no plum yield. After the study was started in 2008, the meteorological conditions were in range of the norm, without extreme low or high temperatures. The vegetation period of 2010 was significantly longer and moister in comparison with long-term observations, which allowed to evaluate the adaptation of hybrids to untypical conditions. Because of higher humidity the tips of vegetative shoots did not mature.

**During the second stage of trial** the meteorological conditions were unfavourable to tree over-wintering. In 2010 and 2011 abundant rainfall from July to September hindered orchard management, causing too vigorous growth of annual shoots and shoot maturing in autumn was delayed, the shoots could not mature successfully. Possibly it was one of the reasons for winter injuries in the next year. During the winter of 2010/2011, in December the snow cover was about 40 – 50 cm, the soil under snow was not frozen, at the end of December a thick ice crust developed causing severe damage of tree trunks for a second season in row. After a prolonged thaw, in the 2nd decade of February the temperature fell even to  $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Starting with year 2011, the condition of tree trunk wood significantly worsened, the plum flowering was very weak. After the spring of 2011 the area of plum orchards drastically decreased in all Latvia. The weather conditions during summer were favourable for the development of generative buds. In total the growth season was shorter by a few days, but the sum of effective temperatures was higher than the long-term average by  $630\text{ }^{\circ}\text{C}$ . In the autumn of 2011 because of too high precipitation the trees could not mature properly and to enter physiological dormancy. Winter cold started only in the 2nd half of January 2012, when the majority of cultivars either had not developed sufficient resistance to low temperatures or had already lost it. The flower buds had formed in abundance, but bud damages were observed. During the whole growth season of 2012 the harmful after-effect of the winter was felt, with branches drying away, flower buds and flowers falling off, and whole trees perishing. The weather conditions in summer were favourable for flower bud development, but the relatively cool vegetation period (sum of effective temperatures was only  $1736\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) had negative effect of fruit flavour. Later ripening cultivars did not collect enough sugar and tasted insipid. The winter temperatures in 2012/2013 had no negative effect on tree over-wintering. March was unfavourable to the plants because of sharp day and night temperature fluctuations, with  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  at night and up to  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  during day. The spring of 2013 was very late, in the 1st decade of April the average air temperature was only  $-0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Plum vegetation started in the 3rd decade of April (for the latest cultivars – 1st decade of May), but already in the 2nd decade of May, when plum flowering begun (May 10 to 20), air temperature increased up to  $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . During the flowering of late-blossoming cultivars, very intense rainfall and wind destroyed part of the flowers, washed away pollen, thus causing problems of fertilization. During the first stages of fruitlet development no significant deviations of meteorological conditions were observed, but in August, when the temperature increased above optimal ( $+33.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), normal fruit maturation was disturbed. Part of cultivars had small fruits with high acidity and increased stone adherence to flesh. Notably high precipitation was observed in the end of the vegetation period (in September the rainfall was 130.7 mm) however the autumn was long, and the shoot tips matured well.

## Methods of evaluation

**During the first stage of research**, in years 2008 to 2010, evaluation of 17 hybrids was carried out, but after the critical winters (2009/2010 and 2010/2011) eight elite hybrids had survived till year 2011. During the first stage the following evaluation was done:

- **Tree condition** (in points), taking into account the healthiness of tree crown and trunk, the vigour of vegetative shoot growth and cold injury: 5 points – tree with vigorous vegetative growth (shoots over 60 cm), without visible damage of woody parts; 0 points – the tree has perished;
- **Evaluation of the influence of individual biotic factors:**
  - European red spider mite species *Panonychus ulmi* Koch. larvae were counted in spring on the lower side of leaves using the following rating: no mites – 0 points, 10 and more per leaf – 5 points;
  - Shot hole (*Stigmia carpophila* (Lev.) Ellis) and plum rust (*Tranzschelia pruni – spinosae* Pers. and *Tranzschelia discolor* (Fuck.) Tranzsch. & Litv) were evaluated on leaves: no injury – 0 points; over 80% leaf surface affected – 5 points;
- **Evaluation of plum hybrid yield and fruit quality.** Yield was weighted in kg per tree, fruit average mass (g) was determined by weighing of 50 – 100 fruits in an unsorted sample;

**Evaluation of fruit firmness, biochemical parameters and storage potential.** Fruit analyses were done directly after harvesting (1st time), after 1 week of cool storage (2nd time) and after 2 weeks of cool storage (storage temperature  $+3 \pm 1$  °C, humidity  $89 \pm 2\%$  RH). Each measurement was done in 20 replications from cultivars 'Ance', 'Lotte', 'Adele', 'Sonora'. The parameters analysed were:

Fruit firmness with digital penetrometer ( $\text{kg cm}^{-2}$ ) (measurement error  $\pm 0.01 \text{ g cm}^{-2}$ ) according to the standard BS EN 12143 (July 1, 2001);

Content of soluble solids (Brix%) in fresh fruits (ISO 2173:2003) at temperature 20 °C with digital refractometer ATAGO N20 (measurement error  $\pm 0,1 \%$ ) according to the standard BS EN 12147 (July 1, 2001);

Content of total acids (%) (titration with 0.1 N NaOH);

- **Finding of the most suitable pollinators** – branches of tested hybrids were bagged with counting the flowers. At balloon stage the flowers were pollinated with the pollen of 5 cultivars in two replications ('Victoria', 'Julius', 'Experimentalfältets Sviskon', 'Minjona', 'Jubileum'), for control one branch was left unbagged with counting the flowers, to analyse open pollination. Fruit set revision was repeated twice (first – 2 to 3 weeks after pollination; second – after June drop). In revisions the fruitlets were counted and their amount (% of pollinated flowers) was calculated;
- **Self-fertility** was evaluated by pollination of each hybrid with its own pollen, counting of fruits and calculating their amount as % of pollinated flowers.

In the analysis of factor interaction the year as a factor was evaluated by the differences of meteorological measurements.

**During the second stage of research** from 2011 till 2013 the study was done with three cultivars and three foliar fertilizer treatments (control, boron (B), calcium (Ca)). During this stage observations were performed on tree phenological and generative development and vegetative growth.

– **Evaluation of factors influencing plum-tree phenological development:**

Beginning of the vegetation period is marked at the time when the average day and night temperature reaches +5 °C; the length of the period – in comparison with long-term data;

Flowering phenology was evaluated in 2012 and 2013, taking notes of first open flowers – A; 50% flowers open – B; up to 80% flowers open or full bloom – C; end of flowering or petals fallen – D;

Sum of effective temperatures at different seasonal stages of plum-tree development was calculated by summarizing the average temperatures above +5°C. Calculation was done by the formula 1.

Boron and calcium foliar sprays – two trees per variant, three branches in each replication. Spraying with foliar fertilizers was started in July 2011 with 0.25% boric acid  $H_3BO_3$  (at each spraying 0.8 g or 480 g ha<sup>-1</sup>; total in four sprayings 1920 g ha<sup>-1</sup>) and with 2% calcium nitrate Ca (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (at each spraying 2 g or 1200 g ha<sup>-1</sup>; total in four sprayings 4800 g ha<sup>-1</sup>).

During the years 2012 and 2013 foliar fertilizing was applied:

first application – after pedicel elongation (phase 57 – 59 by Meier, Graf, Hack et al., 1994); second time – after three weeks, third time – in June, fourth time – in July.

All the following investigations have been performed in dependence of the fertilizer treatment and cultivar.

– **Observations of vegetative growth:**

Trunk and branch cross section area using measurements cm<sup>2</sup>, calculated by the formula 2,

Trunk growth intensity calculated by the formula 3.

Chlorophyll content measurements were done using chlorophyllometer Opti-Science CCM 200, determining the light radiation passing through the leaf at wavelengths 940 and 660 nm, marked as chlorophyll content index (CCI). Measurements in 2011 were done before the foliar fertilizer treatments. In 2012 and 2013 measurements were done during the growth season, from June to October once in a month. Measurements were made on each tree choosing five leaves in the middle part of shoot in different sides of the crown (NE, NW, W, SW, SE). On each leaf six measurements were taken.

Fluorescence measurements of chlorophyll *a* were made using Handy PEA (Hansatech Instruments, Ltd., GB) portable fluorescence meter. Measurements were done on each tree, choosing five leaves in the middle part of shoot in different sides of the crown. The leaves were shaded with cuvettes for 20 minutes, providing tissue adaptation to darkness, which is necessary for the measurements. After that the leaves were submitted to a light impulse. Duration of fluorescence analysis is one second. Low intensity modulated light is used to determine the level of initial

or minimal fluorescence ( $F_0$ ) in leaf tissues, and saturated intensity light impulse – for maximum fluorescence level ( $F_m$ ), followed by calculating of variable fluorescence  $F_v$  (difference between  $F_m$  and  $F_0$ ).

Photosystem II effectivity index  $F_v/F_m$  was calculated by the formula 4.

Plant performance index (PI) characterizes plant vitality and unites several parameters – density of photosystem II active reaction centres (total number), transportation of light quantum in the photosystem and the effectivity of transportation of the absorbed energy through electron chains – if the index is higher, the plant's use of its chlorophyll is more intense. PI is more sensitive than other indices of fluorescence and therefore is very useful for screening in physiology, environment and technologies research.

RC/ABS (RC – reaction centres; ABS – photon antennary complex absorption) shows the photosynthesis reaction centre and antennary pigment relation to the amount of absorbed light. The increase of antennary or auxiliary pigment chlorophyll molecule amount indicates disorders of photosystem activity. Reaction centre activity is higher in favourable conditions and is formed by photochemically active molecules, while antennary pigment molecules pass over the attached light quantum to the chlorophyll *a* molecules in the reaction centre and thus „work” in behalf of the plant.

Both PI and RC/ABS values are obtained simultaneously with fluorescence measurements using Handy PEA.

– **Observations of generative development:**

Phases of flower bud development were studied with the help of the morpho-physiological method. Beginning with the start of bud differentiation (end of July) till October 5 – 10 buds were taken from different sides of the tree crown. The buds were cut lengthwise through the central axis. In winter the buds were taken once in a month and after significant temperature decrease. In spring – at the final stage of bud differentiation – the degree of winter injury was determined.

Cold injuries were evaluated by 1–9 point scale (1 – no injury; 9 – all flower buds perished).

– **Evaluation of flowering and pollination parameters** was done by determining:

Flower density i.e. number of flowers per branch cross section  $\text{cm}^2$ ;

Fruit set calculating the percentage of fruitlets in relation to the number of flowers;

Branch diameter and length influence on flower density and number of fruitlets;

Flowering intensity at full bloom (1 – no flowers; 9 – abundant flowering);

Amount of fruit set was rated: < 4% (low), 5 – 9% average, 10 – 24% good, > 25% very good.

– **Evaluation of pollen germination (*in vitro*)** was done according to Koskela (Koskela, Kemp, van Dieren, 2008) in 10% sucrose solution, in light, at temperature +20.5 °C. Germination was determined by microscope at 100 x magnification after 24 hours, in three replications. Germination was expressed in %, counting the pollen grains with the pollen tube longer than the pollen diameter.

– **Evaluation of yield:**

Time of ripening, when 50 % of fruits have reached harvest maturity;

Time of fruit development in days from full bloom till harvest maturity;

Amount of mature fruits in relation to the number of flowers (%);

Yield density – number of fruits per branch cross section;

Yield amount (kg cm<sup>-2</sup>) per trunk cross section area.

– **Evaluation of fruit quality:**

Average fruit weight (afw) (g);

Stone size in relation to fruit weight %;

Fruit firmness; content of soluble solids; total acids determined by methods described above.

**Mathematical processing of data.**

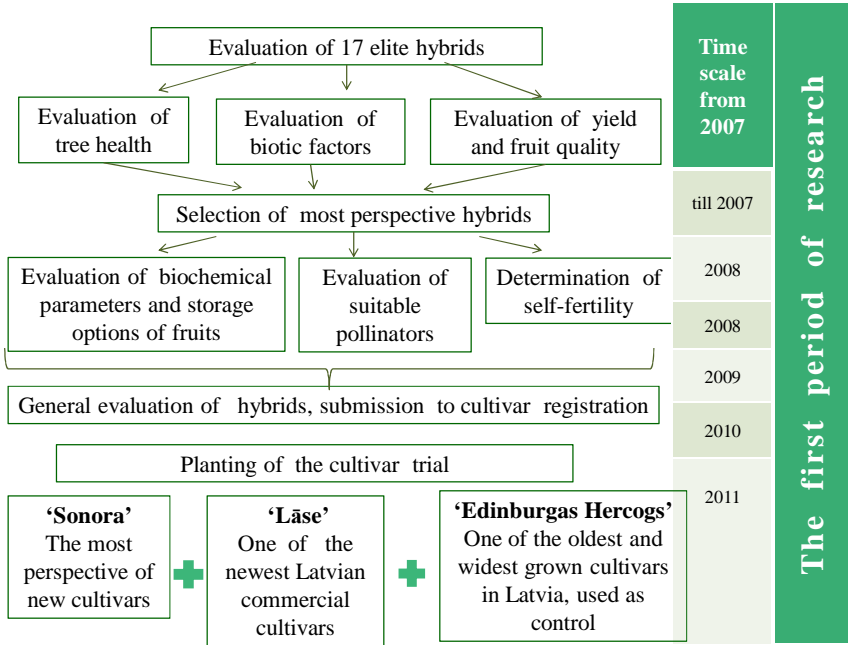
For analysis of the influence and significance of factors – differences of meteorological conditions, qualitative and quantitative parameters of yield in interaction with abiotic factors – calculations of Pearson or Spearman correlation coefficients were performed.

Differences in yield, fruit average mass, as well as differences of other plant parameters between cultivars and measurement replications were analyzed using basic indices of descriptive statistics. Ranging and grouping of results into significantly differing groups was done by the use of Tukey test, indicating the groups with letters <sup>abcdefgh</sup>, where <sup>a</sup> always means the smallest value.

For the valuation of fruit qualitative traits in homogenous systems dispersion analysis was used (level of significance  $\alpha=0.05$ ) and, in addition to dispersion analysis, also the Tukey test.



# SCHEME OF DOCTORAL THESIS



3

The second period of research			
	2011	2012	2013
<b>Phenological development of plums</b>	Beginning of the growth season		
	Precipitation		
<b>Ca, B</b> →	Flowering phenology*		
	ETS from beginning of the growth season; time of flowering; from flowering to fruit ripening time*		
<b>Vegetative development</b>	Trunk cross section area and growth intensity		
	Chlorophyll content*		
	Parameters of chlorophyll <i>a</i> fluorescence *		
<b>Generative development</b>	Development of flower buds		
	Flowering and pollination*		
	Germination of pollen grains*		
<b>Evaluation of yield parameters and fruit quality Ca, B*</b>	Fruit ripening time		
	Length of fruit formation		
	The number of fruits per flower number %		
	Yield per branch and trunk CSA		
	Average fruit weight		
	Biochemical parameters of fruits		

\* - trial by cultivars and variants

#Integrated assessment of Ca (calcium) and B (boron) foliar sprays

# RESULTS

## EVALUATION OF PLUM HYBRIDS AND SELECTION OF THE MOST PERSPECTIVE HYBRIDS

**Evaluation of tree health.** At evaluation of the tree health in plum trial problems were caused by gradual disclosure of the damage – gummosis of trunk and branches, bark peeling off, dieback of cold-injured shoot tips. In evaluation of tree health the best results showed hybrids without damages, evaluated by 0 points: 0658K, 1546 E, 1432 B<sub>1</sub>. BPr 6511, 0834 B<sub>1</sub>, 0344H, 0806 B<sub>1</sub> and O0307. Hybrids with no survived trees (6 hybrids) and only one survived tree (7 hybrids) were excluded from further trial.

The plum breeding material in the trial showed significant differences for disease injury and pest infection, therefore evaluation was done for shot hole, plum rust and European red spider mite amount, for every year.

In 2007–2009 evaluation was done for 17 hybrids, of which (Tukey gradation class <sup>a</sup>) the least injury of shot hole had 0834 B<sub>1</sub>, 1401B<sub>1</sub>, 0658K and 0344H; the least injury of plum rust 1228C, BPr6511, 1432B<sub>1</sub>, BPr8–7, 1401B<sub>1</sub>, BPr8932, 1443B<sub>1</sub>, BPr10–2, 0856B<sub>1</sub>, 0658K, 1407B<sub>1</sub> and 0344H; the lowest infestation of red spider mite was observed on 0834B<sub>1</sub>, BPr8932, 0344H.

After the severe winter of 2009/2010 a significant part of breeding material in the trial perished. The variation of meteorological conditions between years did not cause significant differences in the of pest and disease severity. Significant differences were found between hybrids.

The winter of 2010/2011 was unfavourable for plum over-wintering, which allowed to select the most hardy hybrids. In the period from 2010 to 2011 only 9 hybrids remained. Damages of shot hole did not differ significantly among years and among hybrids. Rust damages showed significant differences among hybrids – the most resistant were BPr6511, 1432B<sub>1</sub>, 0658K, 1407B<sub>1</sub>, 0344H. Significant differences in spider mite infection were found among hybrids, but not among years – fewer mites were found on 1228C, BPr6511, 0658K, 0344H.

Hybrids **0658K** and **0344H** showed high resistance to all three studied factors, but the highest resistance to rust and shot hole had hybrid **BPr6511**.

**Evaluation of yield and fruit quality.** The first yield in the hybrid trial was registered in 2004, which allowed to select the most precocious hybrids – 1228C, BPr8932, 1546E – their yield was significantly higher than the yield of other hybrids, but they did not show significant yield increase or high fruit quality in the following years. Data of yield and average fruit mass were analysed for years 2004 to 2008. The highest yield after four years of production had hybrid 0658K.

According to the evaluation of winter-hardiness, tree health, yield parameters and fruit quality assessment in the first research period, hybrids with the highest value sum in complex evaluation were selected – BPr6511, 1443B<sub>1</sub>, 0658K, 0344H. In

2010 these hybrids were handed in for cultivar registration in Latvia. According to the Plant Variety Protection Law, Article 20, Part four, in January, 2011, the State Plant Protection Service registered the following cultivar denominations<sup>2</sup>: BPr6511 as 'Sonora', 1443B<sub>1</sub> as 'Lotte', 0344H as 'Ance', 0658K as 'Adelyn' ('Adele').

In evaluation of the new cultivars in 2009 to 2011, significant differences were found for yield and average fruit weight (Table 1).

Significantly higher yield had 'Ance', which in 2010 reached even 61.7 kg per tree. Good and relatively regular yield was harvested also from 'Adele' and 'Sonora'. The highest average fruit weight in all years had 'Adele' – 57.1 g. 'Lotte' showed very low production because of winter injury. In 2011 low yield was harvested from all other cultivars ('Sonora', 'Adele', 'Ance'), but they were among the few, which had any yield in 2011 (both at LSIFG and the whole territory of Latvia there was practically no plum yield). In spite of low production, the cultivars did not have significantly higher average fruit weight ( $p > 0.05$ ).

**Evaluation of fruit biochemical parameters and storage potential** was done from 2008 to 2010. The years had significantly different meteorological conditions, which resulted in differences of the obtained evaluation data.

**Fruit firmness** significantly varied among years and cultivars, and showed also significant cultivar – year interaction ( $p < 0.00$ ). Three-year study period, the lowest fruit firmness was in 2009, while significantly firmer fruits were found in 2010 with notably higher precipitation, sunlight intensity and average air temperature. The most stable cultivar with the least data dispersion was 'Adele' (0.73 – 1.85 kg cm<sup>-2</sup>). The highest variation had 'Ance' (0.52 – 2.80 kg cm<sup>-2</sup>). During storage the least loss of firmness was shown by 'Adele' and 'Sonora'.

**Content of soluble solids** varied significantly among the years of study – 10.14 to 14.96 Brix%. In the dry year 2009 fruits of 'Ance' and 'Adele' had significantly higher Brix content than other cultivars, but in 2010 the high temperature and moisture had positive effect on the Brix content of 'Sonora', but significantly reduced the content in 'Ance' and 'Adele'. During storage no significant decrease of soluble solids content had 'Ance' and 'Adele'.

**Total acid content** did not showed statistically significant differences among cultivars. Acid content in fruits of 'Ance' and 'Adele' did not varied significantly between years, while 'Sonora' showed notable variation with the highest content in 2008 – 1.42%

After evaluation of the cool storage potential of all cultivars, it may be concluded that 'Ance' and 'Lotte' had faster ripening, and their fruits should be sold as soon as possible. Good storage potential with slow changes in biochemical content and firmness had 'Adele' and 'Sonora'. Even after two weeks of storage their visual appearance and flavour remained good.

For cultivars 'Adele' and 'Lotte' the Brix content would fall under the influence of precipitation and increased with higher solar radiation.

---

<sup>2</sup> <http://www.vaad.gov.lv/21/section.aspx/390>

**Pollination trials of perspective hybrids** showed significantly better results in 2008 when the average and minimal temperatures in spring were higher and the flowering was earlier than in other years. Results did not differ significantly in 2009 and 2010 when the amount of fruit set was much lower.

**For cultivar 'Adele'** in 2008 significant June drop was observed independent of the pollinator cultivar, but the best pollinator was 'Victoria' (70% fruit set of pollinated flowers). After June drop there were no significant differences of results among pollinators in 2009 (9.9 – 21.7%) and 2010 (25.2 – 36.6%). For choice of the pollinator cultivar the grower should take into account the desirable kind of orchard management. With a pollinator, which gives the highest results one can obtain regular and sufficiently high yields, but fruit thinning will be needed in years of abundant yield. Choosing a pollinator, which provides average fruit set, one can obtain good yields and will have no need for fruit thinning. A cultivar will have good chances of pollination if several simultaneously flowering cultivars grow nearby. In open pollination the amount of fruit set in different years can be 15.9 – 31.3%.

**For cultivar 'Lotte'** use of a good pollinator variety is essential in orchard establishment, to obtain profitable yields. The best pollinator was 'Victoria' (fruit set in different years 23.7 – 45.8%), in open pollination fruit set was 6.6 – 24.0%.

**For cultivar 'Sonora'** pollination results showed the least variation between the years of study. The best results gave pollinators 'Experimentalfältets Sviskon' (31.8 – 37.8%) and 'Minjona' (27.6 – 42.7%). This cultivar had very good fertilization potential if several simultaneously flowering cultivars have been planted nearby (fruit set in open pollination in different years 28.6 – 54.0%).

**For cultivar 'Ance'** pollinations was not done, because did not have sufficient number of trees for replication.

Self-fertility of the cultivars was studied in 2009 and 2010. It was found that 'Ance', 'Adele' and 'Lotte' are self-sterile, but 'Sonora' is self-fertile (fruit set in 2009 was 41.1%, in 2010 – 17.6%).

## **PHENOLOGICAL DEVELOPMENT OF PLUMS UNDER THE INFLUENCE OF AGRO-CLIMATIC FACTORS**

During the research carried out in years 2011 – 2013, because of unfavourable meteorological conditions possibilities were sought to reduce winter damage and its after-effect. The following research was done to find out the effect of boron and calcium foliar fertilizers on plant development.

**Beginning of the vegetation period.** According to long term data the vegetation season in Latvia lasts for 175 – 195 days, and it is assumed that it starts in the 1st decade of April. Observations of the last seven years showed that the vegetation period started at this time in 2009, 2010 and 2011, but in 2007 fruit tree vegetation started already in the end of March. On the contrary, in 2008, 2012 and 2013 the vegetation started only in the 2nd decade of April. When the vegetation beginning is gradual, the winter-injured trees have a better chance of regeneration.

In 2013 in the 2nd decade of April the average air temperature increased from +2 °C till +8 °C just in four days. Part of the trees, which had rapidly broken into leaf yellowed and died. Bud break of 'Sonora' and 'Edinburgas Hercogs' started at the same time, but for cultivar 'Lāse' – 4 to 6 days later. Evaluation of the effect of boron and calcium fertilizers on bud break showed that bud break was 2 – 3 days earlier in the calcium treatment compared with control. Boron 3 – 4 days delayed the beginning of vegetation for all cultivars, thus reducing the stress caused by too high air temperature.

**Flowering phenology in 2011** after a rapid temperature fall in February flower bud injury was observed in spring, as well as winter-killed fruit spurs and trees. There was no plum yield this year.

**Year 2012** begun with interchanging thaws and colds. Plum trees flowered abundantly, but a large part of flowers did not have pistils or showed significant injury of flower base (receptacle). Plum flowering was short (on average 6.8 days). Flowering for all cultivars in the trial started earlier in the variant with calcium foliar treatment, but slightly later – with boron foliar treatment. The longest period of flowering had cultivar 'Lāse'.

**In 2013** the vegetation period started in the 2nd decade of April with high day and night temperature fluctuations, in the beginning bud swelling was slow. In the 1st decade of May the average air temperature increased so rapidly that the buds broke and burst into flower in a week and a half. On May 10 flowering of cultivars 'Sonora' and 'Edinburgas Hercogs' begun. Because of sharp increase of temperature during flowering the anthers dehisced rapidly and already on the next day part of the stamens had dried out. This significantly reduced pollen germination. During the flowering of 'Lāse' the air temperature reached +28.5 °C (May 18), followed by strong showers during full bloom. This notably reduced the length of flowering and possibly had negative effect on pollination and fertilization. The average length of flowering in 2013 was 10.6 days.

**Development of plums in relation to the effective temperature sum (ETS)** significantly differed between years and between all included cultivars (Figure 1):

- From the beginning of the vegetation (+5 °C) till beginning of flowering it was close to the temperature found in literature. Lower ETS was found for 'Sonora' and 'Edinburgas Hercogs' in 2013, when higher temperature caused rapid bud development;
- From the beginning till the end of flowering no significant differences of ETS were found between fertilizing variants, but the years differed significantly;
- From flowering till fruit maturing for harvest ETS for 'Sonora' and 'Edinburgas Hercogs' in 2012 did not differ significantly, while 'Lāse' had no yield in 2012. In 2013 there were no significant differences between variants, but differences were found between cultivars. During fruit maturing when the air temperatures rapidly increased (on 08.08.2013. even to +33.9 °C), the fruits of 'Sonora' coloured and softened rapidly, although their flavour properties were weakly expressed. The stone remained adherent to flesh, and the fruit size was significantly lower than in the previous years.

## VEGETATIVE GROWTH OF PLUMS IN CONNECTION WITH BORON AND CALCIUM FOLIAR SPRAYS

Although the main interest of plum growers is the tree generative development and yield, it is not possible to obtain good results without healthy vegetative growth. As mentioned above, during the second stage of research the winter meteorological conditions were unfavourable.

**Trunk growth intensity** showed significant differences among years. No significant differences were found among cultivars and variants. In 2013 with the first fruit yield all cultivars in all variants showed reduced trunk growth index. The most significant reduction was in the boron treatment.

**Chlorophyll content** – both at the beginning of the trial and during all research period the lowest average chlorophyll content index (CCI) had 'Lāse'.

In 2011 for all cultivars CCI was significantly higher than in the following years (Figure 2). It rapidly decreased in 2012 after the unfavourable winter and spring weather conditions. In control CCI declined for all the trial years, indicating unsatisfactory regeneration of the winter-injured plants. In calcium and boron treatments in 2013 the CCI started to increase. Although 'Sonora' had the highest CCI, during the years it declined in all variants.

Although in foliar fertilizing treatments CCI did not increase significantly, it did not continue to fall rapidly, except for 'Sonora'.

To determine the effect of foliar fertilizer sprays, CCI dynamics over years was evaluated (Figure 3).

In 2012, CCI in all variants and for all cultivars was reduced. For cultivars 'Lāse' and 'Edinburgas Hercogs' the decrease of CCI was significantly lower in the control treatment, for 'Sonora' – in the boron treatment. In 2013 for 'Lāse' and 'Edinburgas Hercogs' CCI in control continued to decrease, while in the calcium and boron treatments it already increased significantly (especially in the boron treatment). It allows concluding that during a longer period positive effect of boron and calcium on tree regeneration may be observed. It is possible that the positive effect of boron is explained by its role in biosynthesis of lignin as a component of cellular membranes, and the role of calcium in the transportary regulation of cellular membranes as well as the transfer of signals in cells.

### **Chlorophyll *a* fluorescence measurements.**

Analysis of **photosystem II effectivity index**  $F_v/F_m$  was performed for characterize of photosynthesis light reactions and plant vitality.

In 2011, at the beginning of investigating changes in  $F_v/F_m$  index characterizing the maximal photosystem II quantum effectivity (Figure 4), for 'Lāse' in control it was significantly higher than in the boron treatment. Analysis of  $F_v/F_m$  changes till year 2013 (similarly as CCI) showed significant increase in the boron treatment. In other variants the increase could not be proven statistically.

'Sonora' in 2011 had significantly higher  $F_v/F_m$  in the control treatment and the lowest – in calcium treatment. The most significant increase of  $F_v/F_m$  till year 2013 also was found in the calcium treatment.

The index of  $F_v/F_m$  in the leaves of 'Edinburgas Hercogs' did not differ significantly between variants in 2011 and 2012. In 2013 significant increase of  $F_v/F_m$  was found in the control and boron treatments.

If  $F_v/F_m$  is lower than 0.8, it shows that the plant leaf is not healthy – FS (photosystem) II has decreased ability to reduce the primary electron acceptor.

In the course of three years CCI in general decreased and the  $F_v/F_m$  index became higher, while the visual tree health condition became poorer.

To characterize the tree physiological condition more precisely, **plant performance index (PI)** was used in addition. In average of years and cultivars PI in 2012 was 2.84 when the trees renewed vegetation after the severe winter, in June PI was from 0.23 to 0.80, which indicates sharp decrease of tree health. The chlorophyll molecules present in plants were inactive and did not actively participate in photosynthesis. As a result the leaves were pale and unhealthy. In July PI started to increase and already in August was significantly higher, reaching maximal values (3.82 to even 5.25), showing significant differences between treatments for 'Lāse' and 'Edinburgas Hercogs'. In the summer of 2013 the plant performance index was close to the average, and significant differences between treatments were found only in July.

**The RC/ABS index** is one of the parameters used to determine the effectivity of chlorophyll by the plants, as it characterizes the proportion between chlorophyll molecules in the photosystem reaction centre and antennary pigments in chloroplasts. The decrease of the value of this parameter points at negative changes in the photosystem activity. In 2011 deterioration of tree health was not yet notable and the RC/ABS value was relatively low (Figure 5). In June of 2012 after the damage caused by winter thaws plant vitality was critically low, and RC/ABS was significantly higher than during other measurements. This explains the poor visual health of the plants, although chlorophyll *a* fluorescence values were not so low. Usually in favourable growth conditions this index is relatively higher, as reaction centres are formed by photochemically active chlorophyll molecules, while less active ones serve as antennae. Increase of the amount of antennary pigments indicates at disruptions of photosynthetic system activity, i.e. increase of the amount of less active chlorophyll molecules. Possibly, with increase of the amount of antennary pigments the plant tries to maintain the effectivity of photosynthesis and „fights” against disruptions caused by environmental stress factors.

Calculations of RC/ABS index decrease (rate of photosystem revitalization) in June to July of year 2012 showed the most rapid decrease for 'Lāse' and 'Edinburgas Hercogs' in the boron treatment. This indicates that foliar spray of boron provided higher activation of chlorophyll.

In spite of higher initial fluorescence level in the control treatment, faster plant revitalization after winter injury was found under the influence of boron.

It may be concluded after the analysis of all parameters of photosynthesis that analysis of the  $F_v/F_m$  index does not provide adequate information to characterize plant reaction to stress factors. Only complex evaluation of the parameters of chlorophyll fluorescence can provide different aspects of information. For example, in 2012 after prolonged winter thaws the tree health conditions was critical, although

measurements showed satisfactory photosynthesis intensity. Stress condition was shown by PI and RC/ABS indexes.

## **GENERATIVE DEVELOPMENT OF PLUMS INFLUENCED BY BORON AND CALCIUM FOLIAR SPRAYS**

**Results of flower bud development investigation.** To find out bud survival, their testing was done for every winter. From each cultivar included in the study 5 branches were taken from different sides of the tree and the numbers of vegetative and generative buds per branch length were counted, calculating the amount of dead buds.

In 10.01.2011. practically no winter-killed buds were found. After sharp temperature fluctuations the revision on 15.02.2011. showed:

- for 'Sonora' the winter injury of vegetative buds was 29.9%, for generative buds 30.1%;
- for 'Lāse' – 22.8% vegetative and 15.3% generative bud injury;
- for 'Edinburgas Hercogs' no leaf bud injury was found, flower bud injury was 6.4%.

After the next temperature fall in the end of February and beginning of March revision was done on 31.03.2011:

- for 'Sonora' vegetative bud injury was 41.9%, generative – 44.4%;
- for 'Lāse' vegetative bud injury was 44.3%, generative – 41.3%;
- for 'Edinburgas Hercogs' vegetative buds – 15.2%, flower buds – 28.8% injury.

After critical winters, the further development and growth of plants during the vegetation season may be influenced by reduced leaf surface and health, as normal assimilation of nutrients is hindered.

Several authors have indicated the positive influence of boron and calcium on fruit tree growth and development, therefore in summer of 2011 foliar sprays of boron and calcium were started.

January of 2012 was comparatively warm, but February – cold. Cross sections of generative buds after the February cold showed that the buds were alive, with green centres. After repeated cold in the end of March revision of buds on April 24 showed that a large part of buds had injured receptacle or the whole bud centre. In spring of 2012 there were no significant differences between control and calcium treatments, while the count of bud injury in the boron treatment was lower.

There were significant differences among branches of different age. In spring the development of generative buds was more rapid on two-year-old branches. Significant damages in this year were found for cultivar 'Lāse' (Figure 6).

**Investigations of flower bud development.** Evaluation was started in the 3rd decade of July, 2012. At this time differentiation of flower buds was observed in the calcium treatment, while in the boron treatment – one week later. Differentiation in the control treatment started in the beginning of August. Significant differences were found in the control and calcium treatments for flower bud initiation on fruiting wood of different age; on two-year-old wood it was slower. In the boron treatment



differences in generative bud initiation on fruiting wood of different ages were less expressed. The development rate of generative buds was not the same among cultivars, and the boron foliar treatment significantly differed from other variants with lower winter damages. In the calcium treatment damages were higher.

Generative bud differentiation for 'Lāse' and 'Sonora' was almost simultaneous in this year. Significantly later it was for 'Edinburgas Hercogs'.

**Flowering and pollination parameters** were evaluated in 2012 and 2013 during full bloom by visually determining of flowering intensity and winter injuries of flowers by variants. Flowering intensity showed significant differences among years ( $p < 0.05$ ), but not between variants ( $p > 0.05$ ). For cold injuries no differences were proven statistically between years ( $p > 0.05$ ), although visually there were differences.

**Amount of generative buds by the age and location of fruiting wood** was evaluated visually for cultivars and foliar fertilizer treatments.

In 'Lāse' fruiting wood formation starts early with abundant development of flower buds also on annual shoots, but these do not set fruits (fruit set is only on older wood).

In 'Sonora' abundant formation of generative buds is observed both on annual and older wood. Fruit spurs live for several years.

In 'Edinburgas Hercogs' during the first year of production generative buds develop only on tips of annual shoots, which are usually removed by tree pruning. This somewhat delays the start of bearing. With growth of fruit spurs year by year the amount of flowers increases, as generative buds developed mostly on short spurs on older wood.

**Evaluation of the flowers number.** Flower count per branch cross section area was calculated (Figure 7, A). In 2012 the trees in the trial bloomed for the first time, but because of winter and spring injuries most flowers and fruitlets fell off.

**In 2012** ANOVA (analysis of variance) revealed significant differences among cultivars ( $p < 0.05$ ): 'Edinburgas Hercogs'<sup>a</sup>, 'Sonora'<sup>b</sup>, 'Lāse'<sup>c</sup>, but between variants differences were found for control and boron treatments.

**In 2013** also significant differences were found between cultivars ( $p < 0.05$ ), 'Sonora'<sup>a</sup> and 'Lāse'<sup>b</sup> had higher number of flowers in the calcium treatment. 'Edinburgas Hercogs'<sup>a</sup> did not have significant differences between variants. Inter-factorial analysis for year 2013 revealed significant interaction among the studied characteristics and cultivar as well as variant ( $p < 0.05$ ). Cultivar and variant interaction was significant, too ( $p < 0.05$ ).

**Fertility or fruit set** (Figure 7, B). The characteristic traits of cultivar flowering and fruit formation were clearly expressed. Although 'Lāse' had abundant flowering in both years, the number of fertilized flowers (fruit set) was estimated as low and did not significantly vary between fertilizer treatments.

In both years of investigations control and boron treatments showed significant differences. For 'Sonora' boron in 2013 significantly improved the fruit set. For 'Edinburgas Hercogs' the rate of fruit set was estimated as very good in both years. Boron facilitated fruit set in 2012, but had negative effect in 2013.

Inter-factorial analysis for year 2012 showed significant interaction among the studied characteristics and cultivar as well as variant ( $p < 0.05$ ), but cultivar and variant interaction was not significant ( $p > 0.05$ ). Inter-factorial analysis for 2013 revealed significant interaction of characteristics and cultivar ( $p < 0.05$ ) and also cultivar and variant ( $p < 0.05$ ).

**Evaluation of pollen germination (*in vitro*).** For 'Lāse' only boron foliar fertilizer improved pollen germination, while the pollen germination of 'Sonora' was average, ~ 50%, and did not differ significantly between variants. The germination of 'Edinburgas Hercogs' was ~ 70%. No differences between treatments were proven, but visually in the control and boron variants pollen tubes grew more rapidly.

## EVALUATION OF YIELD AND FRUIT QUALITY PARAMETERS

Yield is one of the most important characteristics of a cultivar. Not always intense flowering and fruit set ensures higher productivity of the plantation.

**Time of fruit ripening** depends of the meteorological conditions of the year and, according to many authors, may vary by several weeks. Fruit ripening of cultivars varies also depending on their biological characteristics.

In this study, differences between fertilizer treatments were found only for the boron variant, where fruits matured later for 2 – 3 days.

**Time of fruit growth and development** significantly differed among years. Notably shorter time of development was observed in 2013, but no significant differences were found between variants ( $p > 0.05$ ). In **2012** analysis of meteorological conditions revealed significant positive correlation between the duration of fruit development and solar radiation ( $r_{yx} = 0.77$ ;  $p < 0.05$ ). Significant negative effect had average and maximal air temperatures (for both  $r_{yx} = -0.63$ ;  $p < 0.05$ ). In **2013** significant positive correlation was stated for amount of precipitation and minimal air temperature (accordingly  $r_{yx} = 0.76$ ;  $p < 0.05$  and  $r_{yx} = 0.68$ ;  $p < 0.05$ ). None of the meteorological parameters showed significant negative correlation.

**Evaluation of mature fruit amount per number of flowers** (%) (Figure 8, A), **yield density** (number of fruits per branch cross section area) (Figure 8, B) and **yield per trunk cross section area** ( $\text{kg cm}^{-2}$ ) (Figure 8, C) showed significant differences among cultivars for all these parameters (Figure 8).

In 2012 in the meteorological conditions described above the cultivar 'Lāse' had some fruit set (Figure 7), but no fruits at harvest time (Figure 8, A). For cultivar 'Sonora' no significant differences were found between variants. For 'Edinburgas Hercogs' the number of mature fruits per number of flowers was significantly higher in the boron treatment.

In 2013 the yield parameters of cultivar 'Lāse' were very low and without significant differences between variants (Figure 8, B). The amount of harvested fruits per number of flowers and per branch cross section area for cultivar 'Sonora' was significantly higher in the boron treatment, but for 'Edinburgas Hercogs' – in the control treatment.

The evaluation of yield per trunk cross section area (Figure 8, C) in 2013 showed significant differences only for cultivar 'Edinburgas Hercogs' between control and foliar spray treatments. To determine the stability of this parameter, long-term observations are necessary. In 2012 maturity fruits were very little and estimates were not done.

If boron had positive effect on the amount of fruit set and harvested yield in cultivar 'Sonora', then cultivar 'Edinburgas Hercogs' in a year of high yield boron reduced the amount of fruits per number of flowers. Publications of other authors also point out that boron works as a regulator of fruit amount, but, to ascertain this tendency, a larger number of cultivars would be necessary.

**Evaluation of fruit quality.** It was important to find out the effect of foliar fertilizers on the parameters of fruit quality.

**Average fruit weight** did not showed significant differences between variants ( $p = 0.138$ ). Significant were the differences among cultivars ( $p = 0.00$ ).

In comparison with the results of the first stage of trials in 2008 – 2010, when the average weight of three years for cultivar 'Sonora' was 47.9 g (the cultivar belongs to the large fruited group, above 45 g), but in 2013 the average fruit weight between variants was only 36 g.

In a study carried out in Latvia in the 1990ties, the average fruit weight of cultivar 'Lāse' was 26.9 g (22 – 41 g), which is significantly lower than in the current study, when the average weight was 44.7 g. It can be explained by the low yield in 2013, as the yield amount and fruit weight have negative correlation. Foliar fertilizers did not increase the average fruit weight.

**Stone size in relation to fruit weight** did not significantly differ between variants. This proportion determines the share of the edible part in the fruit. Among cultivars the smallest stone had 'Lāse'.

**Investigation of fruit firmness and biochemical parameters** was done in 2013, measuring the firmness, content of soluble solids and titrable acids.

**Fruit firmness** measurements did not showed significant differences between variants. Firmness is essential in fruit transportability and their eating quality. Fruits, which are too soft, are not suitable for shipping, while overly firm fruits are not acceptable for eating. In this study a higher sum of effective temperatures over a shorter period of time caused premature softening of fruits in cultivar 'Sonora' ( $0.72 - 0.83 \text{ kg cm}^{-2}$ ), and their eating quality was lower than in the other years. Changes of fruit firmness under the influence of foliar fertilizing were not significant ( $p > 0.05$ ).

**Content of soluble solids** significant differences were found between variants. In comparison with the first stage of trials in 2008 – 2010, when soluble solid content was 10.14 – 14.96 Brix%, in the second stage (2013) the soluble solids content in cultivars was higher. For cultivar 'Lāse' the boron treatment had similar effect as in other published studies – the Brix% was significantly higher than in control. For other cultivars the soluble solids content in the boron treatment was significantly lower ( $p > 0.05$ ), in 'Sonora' 13.5 Brix% and 'Edinburgas Hercogs' 13.4 Brix%, which still is higher than the minimal level recommended for consumption (above 12.5 Brix%). In

the calcium treatment the content of Brix% was significantly lower for cultivars 'Lāse' (14.2%) and 'Edinburgas Hercogs' (14.5%).

**Content of total acids** for all cultivars was higher in the control treatment. There were differences in calcium and boron treatments, but they were not significant. In cultivar 'Lāse' the acid content was 1.44 – 1.61%, in 'Sonora' 1.21 – 1.51%, in 'Edinburgas Hercogs' 1.46 – 1.59%. In comparison with the first stage of research (2008 – 2010), the total acid content was significantly higher.

In order to determine the impact of weather conditions (from the end of flowering to fruit harvesting) on fruit firmness and biochemical parameters, as well as how foliar sprays influenced these parameters, correlation analysis was used (Table 2).

Only soluble solids content had significant differences between the variants for correlation with the total acidity and meteorological parameters. Both for fruit firmness and total content of acids the correlation relationships with meteorological conditions were similar between the variants, but with different correlation closeness.

## **INTEGRATED EVALUATION OF FOLIAR SPRAYS**

To determine the effect of foliar fertilizer sprays on the parameters analyzed during the investigation, integrated evaluation was performed by cultivars, variants and years. Integrated evaluation was done by summing of 32 parameters studied (in 2012 evaluated 13 parameters, 19 parameters evaluated in 2013). The positive effect of foliar sprays by years differed among cultivars.

Evaluation of the plant reaction to foliar sprays showed that the effect of boron sprays on the control cultivar 'Edinburgas Hercogs' was lower than for other cultivars, while summary evaluation of calcium sprays even showed negative result for this cultivar. The most positive effect calcium sprays had on cultivar 'Lāse'.

Summary of the integrated evaluation of of foliar fertilizer sprays is shown in Figure 9.

## CONCLUSIONS

1. Among the evaluated hybrids the best according their production characteristics were 0658 K ('Adelyn'/'Adele'), BPr 6511 ('Sonora'), 0344 H ('Ance') and 1443 B<sub>1</sub> ('Lotte'), which have been handed in for variety registration in Latvia.
2. The best pollinator for 'Adele' and 'Lote' was 'Victoria' (fruit set till 70% and till 45.8% of pollinated flowers, respectively), while 'Sonora' showed good and stable pollination with simultaneously flowering cultivars (28.6 – 54.0%) and a good degree of self-fertility (17.6 – 41.1% fruit set in different years).
3. Foliar fertilizer sprays did not showed statistically significant effect on the phenological development, but tendency of earlier flowering induction by calcium treatment as well as delay in flowering and fruit maturing by boron treatments was observed.
4. Evaluation of the plant photosynthesis processes (chlorophyll *a* concentration index and fluorescence indices – Fv/Fm, RC/ABS and PI) showed that plants treated by boron foliar sprays had better regeneration after the stresses caused by agro-climatic factors, their intensity of vegetative growth was lower after the beginning of fruit production in comparison with other variants.
5. The highest pollen germination had cultivar 'Edinburgas Hercogs' – 70%, for 'Sonora' it was 50%, while 'Lāse' had low germination in control and calcium treatments – up to 10%, and improved pollen germination in the boron treatment – 20%.
6. Foliar sprays had positive effect on the flowering intensity, and boron sprays in most cases increased pollen germination and enhanced fruit set.
7. Due to unfavourable winter conditions and sharp temperature fluctuations in the beginning of the vegetation period the yield of plum was absent in 2011, it had also negative effect on fruit development and yield in year 2012. In 2013 the development of fruits and plum yield improved in the variant with boron foliar treatment, resulting in a higher amount of mature fruits.
8. The negative effect of the meteorological condition changes was most expressed for the content of soluble solids of fruits. Excessively fast increase of the effective temperature sum (~1200 – 1250 °C) gave faster fruit maturity and significantly reduced the fruit quality. Other cultivars were less sensitive to temperature changes.
9. The integrated evaluation of 32 parameters showed positive effect of boron foliar fertilizer on the growth and development of cultivar 'Lāse' by 13 parameters (summary evaluation +6), for 'Sonora' by 13 parameters (+7), for 'Edinburgas Hercogs' by 14 parameters (+5).