



LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE
LAUKSAIMNIECĪBAS FAKULTĀTE
Agrobiotehnoloģijas institūts



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

DACE ŠTERNE

**Temperatūras ietekme uz krūmmelleņu
(*Vaccinium corymbosum* L.) ziemcietību un augu
produktivitāti**

Promocijas darbs

Dr.agr. zinātniskā grāda iegūšanai

Darba zinātniskais vadītājs

Asoc.prof., Dr.agr., M.Āboliņš

Darba autore

Mg.agr. Dace Šterne

Jelgava 2013

ANOTĀCIJA

Šterne D. (2013) *Temperatūras ietekme uz krūmmelleņu (Vaccinium corymbosum L.) ziemcietību un augu produktivitāti*: zinātniskais darbs lauksaimniecības zinātņu doktora grāda ieguvei. Latvijas Lauksaimniecības universitāte. Jelgava: LLU, 118. lp. Darba kopējais 152 lapaš, tai skaitā 33 attēli, 17 tabulas, un 27 pielikumi uz 33 lapām. Darbā izmantoti 220 literatūras avoti.

Pētījums izstrādāts laika posmā no 2008. līdz 2011. gadam Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības fakultātes Agrobiotehnoloģijas institūta mācību – pētījumu bāzē Jelgavā.

Promocijas darba mērķis novērtēt 11 krūmmelleņu šķirņu ziemcietību, ražību un ražas kvalitāti atkarībā no meteoroloģiskajiem apstākļiem. Aprakstīt krūmmelleņu šķirņu morfoloģiskās īpašības un izvērtēt šķirņu piemērotību audzēšanai Latvijā.

Promocijas darba uzdevumi

1. Izvērtēt temperatūras ietekmi uz krūmmelleņu šķirņu ziedpumpuru un dzinumu ziemcietību, pamatojoties uz 2007. gada veiktajiem priekšpētījumiem.
2. Noteikt sausnas un reducējošo cukuru saturu krūmmelleņu šķirņu viengadīgajos dzinumos ziemošanas laikā, atkarībā no gaisa temperatūras un to saistību ar krūmmelleņu ziemcietību.
3. Noteikt dehidrīnu kodējošo gēnu relatīvo līmeni krūmmelleņu šķirņu viengadīgajos dzinumos, atkarībā no meteoroloģiskajiem apstākļiem ziemošanas laikā un to saistību ar krūmmelleņu ziemcietību.
4. Raksturot krūmmelleņu šķirņu fenoloģisko attīstību atkarībā no gaisa temperatūras un efektīvo temperatūru summas.
5. Izvērtēt krūmmelleņu šķirņu ražu un ražas kvalitatīvos rādītājus (ogu masa un lielums, ogu bioķīmiskais sastāvs), atkarībā no gada klimatiskajiem apstākļiem.
6. Sniegt krūmmelleņu šķirņu integrēto novērtējumu.

Novitāte

Pirmo reizi Latvijā veikta 11 introducēto krūmmelleņu šķirņu izvērtēšana pēc to ziemcietības un produktivitātes. Noteikta reducējošo cukuru un sausnas satura krūmmelleņu dzinumos saistība ar ziemcietību, noteikta 14 kDa un 60 kDa dehidrīnu gēnu ekspresija ziemošanas periodā dabiskā vidē augošu krūmmelleņu šķirņu dzinumos un to saistība ar krūmmelleņu aukstumizturību. Pirmo reizi Latvijā veikta krūmmelleņu šķirņu ogu bioķīmiskā sastāva analīze atkarībā no agroklimatiskajiem apstākļiem un sniegts šķirņu integrētais novērtējums.

Darbs strukturēts 3 galvenās nodaļās:

1. nodaļā literatūras apskats sakārtots 7 apakšnodaļās, kurās apkopoti pētījumi par krūmmelleņu audzēšanu, audzēšanas ierobežojošiem faktoriem, ziemcietību un bioķīmiskajiem procesiem augā ziemošanas periodā.
2. nodaļā aprakstīta pētījuma vieta, materiāls, meteoroloģiskie apstākļi, novērojumu un analīžu veikšanas metodes, sniegts datu matemātisko metožu apražu raksturojums.
3. nodaļā pētījuma rezultāti izkārtoti 5 nodaļās ar apakšnodaļām, kurās atspoguļoti rezultāti par izvirzītajiem uzdevumiem.

Darba noslēgumā formulēti galvenie secinājumi.

ANNOTATION

Šterne D. (2013) **Temperature influence on blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) winter hardiness and plant productivity**: The Doctoral Thesis. Latvia University of Agriculture. Jelgava: LLU, 152 p., incl. 33 figures, 17 tables, 220 bibliography titles, and 27 annexes (on 33 p.).

Research was carried out at the Latvia University of Agriculture, Institute of Agrobiotechnology Research and Study base in Jelgava, during the period from 2008 to 2011.

The aim of the research was to describe highbush blueberry winter hardiness, yield and crop quality, biochemical composition depending on climatic conditions. To describe morphological characteristics of highbush blueberry varieties and evaluate the suitability of highbush blueberry varieties for cultivation under Latvia's agro-climatic conditions.

The tasks of the research

1. To evaluate the temperature's influence on the winter hardiness of floral buds and shoots of highbush blueberry cultivars.
2. To determine the levels of dry matter and reducing sugars in one-year-old shoots of blueberry cultivars during overwintering in different temperatures and correlation of dry matter and reducing sugar levels with winter hardiness.
3. To determine the relation between dehydrin expression levels and air temperature in one-year-old shoots of blueberry cultivars during overwintering and winter hardiness in relation to those levels.
4. To describe air temperature and the sum of effective temperatures effect on highbush blueberry phenology.
5. To evaluate the yield and its parameters of quality (fruit weight and size, biochemical content) depending on the climatic conditions of the year.
6. To give an integrated assessment of blueberry cultivars.

The novelty of research

The evaluation of the air temperature's influence of winter hardiness and productivity on eleven highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivars has been performed for the first time in Latvia. The relation between reducing sugars, dry matter in shoots and winter hardiness has been established. The 14 kDa and 60 kDa dehydrin expression during wintering period under field conditions in one-year-old shoots of the blueberry cultivars has been established. For the first time biochemical analysis of highbush blueberry fruits has been carried out to map the correlation between biochemical content and agro-climatic conditions. Integrated assessment has been carried out for all eleven highbush cultivars.

The thesis consists of 3 chapters:

- Chapter 1 literature review in seven sub-chapters, reflecting information on factors affecting blueberry growing conditions requirements, growing limited factors, factors affecting winter hardiness and cold resistant;
- Chapter 2 research conditions and methodology, describe the blueberry cultivars, meteorological conditions, and mathematical data processing methods;
- Chapter 3 research results are arranged in five sub-chapters that are subdivided. Research results on the effect of air temperature, dry matter, reducing sugars and dehydrins characteristics on the blueberry winter hardiness have been analysed. Results on the effect of yield and yield quality on blueberry cultivars depend on air temperature have been analysed.

At the end of doctoral thesis the main conclusion are formulated.

Terminu skaidrojums un tekstā izmantotie saīsinājumi un apzīmējumi

HMS	Hidrometeoroloģiskā stacija
ABS	Abscizskābe - fitohormons, kas kavē augu augšanu, veicina miera perioda iestāšanos un palielina augu izturību
ET	Efektīvā temperatūra, diennakts vidējās gaisa temperatūra, kas pārsniedz 5 °C.
ETS	Efektīvo temperatūru summa, diennakts vidējās gaisa temperatūras grādu skaits, par cik tā pārsniedz augu veģetācijas sākuma temperatūru 5 °C (pieņemot to par efektīvās temperatūras nulli, $\Delta t - 5$)
CR	Atdzesēšanas nepieciešamība (<i>chill requirement</i>). Pazeminātas temperatūras periods, kas nepieciešams, lai pēc temperatūras paaugstināšanās uzplauktu vairāk nekā 50% ziedpumpuru
CU	Aukstumstundu vienība (<i>chill unit</i>). Viena stunda starp 0 un 4 °C tiek apzīmēta kā viena aukstumstundu vienība
PĶR	Polimerāzes ķēdes reakcija
RT – PĶR	Reālā laika (<i>real time</i>) polimerāzes ķēdes reakcija
kDa	Kilodaltons, proteīna molekulmasa. 1 ūdeņraža atommasa ir 1 Da (daltons); 1 Da = 1 g mol ⁻¹ ; 1 kDa = 1000 Da
RNS	Ribonukleīnskābe
mRNS	Matricas ribonukleīnskābe – ribonukleīnskābes molekula, kura sintezēta pēc DNS kodētas informācijas un pārnes ģenētisko informāciju uz ribosomām, kur pēc mRNS ģenētiskā koda tiek sintezēti proteīni
cDNS	Komplementārā dezoksiribonukleīnskābe. DNS, kas nes hromosomālajā DNS atrodamā gēna kodējošo secību. Atšķirībā no hromosomālās DNS, cDNS nesatur nekodējošos rajonus (intronus), tā ir iegūta ar sintēzes palīdzību, izmantojot mRNS matricu

ATTĒLU SARAKSTS

Att. Nr.	Lp.
2.1. Krūmmelleņu ziedpumpuru attīstības fāzes	50
2.2. Krūmmelleņu ziedu attīstības fāzes	50
2.3. Krūmmelleņu krūma habituss jeb forma.....	53
3.1. Krūmmelleņu ziedpumpuru un dzinumu vidējā ziemcietība 2007. – 2011. gadā, balles	58
3.2. Sausnas satura dinamika krūmmelleņu dzinumos ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) un vidējā diennakts temperatūra ($^{\circ}\text{C}$) starp paraugu ņemšanas reizēm	61
3.3. Reducējošo cukuru satura dinamika krūmmelleņu viengadīgajos dzinumos, $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ sausnas un vidējā diennakts temperatūra ($^{\circ}\text{C}$) starp paraugu ņemšanas reizēm.....	62
3.4. Krūmmelleņu šķirņu ar augstu dzinumu ziemcietību reducējošo cukuru saturs viengadīgajos dzinumos, $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ sausnas	62
3.5. Krūmmelleņu šķirņu ar vidēju dzinumu ziemcietību reducējošo cukuru saturs viengadīgajos dzinumos, $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ sausnas	63
3.6. Reducējošo cukuru saturs krūmmelleņu šķirnes ‘Duke’ viengadīgajos dzinumos, $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ sausnas.....	64
3.7. Meteoroloģisko apstākļu ietekme uz sausnas un reducējošo cukuru saturu krūmmelleņu dzinumos 2010./2011. gada ziemošanas periodā	65
3.8. 14 kDa un 60 kDa dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresijas relatīvais līmenis krūmmelleņu viengadīgajos dzinumos, atkarībā no aukstumstundu skaita.....	66
3.9. 14 kDa un 60 kDa dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresija krūmmelleņu šķirnēm ar augstu dzinumu ziemcietību 2011. gadā (> 7.1 balle).....	66
3.10. 14 kDa un 60 kDa dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresija krūmmelleņu šķirnēm ar vidēji augstu dzinumu ziemcietību (7 līdz 5.5 balles).....	67
3.11. 14 kDa un 60 kDa dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresija krūmmelleņu šķirnei ‘Duke’ ar zemu dzinumu ziemcietību (< 6.0 balles)	68
3.12. Krūmmelleņu šķirņu ziedpumpuru briešanas laiks (dienas no 1. janvāra) un efektīvās temperatūras summa uz briešanas laiku 2009., 2010. un 2011. gadā	70
3.13. Krūmmelleņu šķirņu ziedpumpuru briešanas laiks novērojuma gados un vidēji 2009. – 2011. gadā.....	71
3.14. Vidējās gaisa temperatūras ($^{\circ}\text{C}$) un efektīvās temperatūras summas (ETS) ietekme uz krūmmelleņu ziedpumpuru briešanas laiku 2009. – 2011.gadā.....	72
3.15. Krūmmelleņu šķirņu ziedēšanas sākums (dienas no 1. janvāra) un efektīvās temperatūras summa uz ziedēšanas sākumu 2009., 2010. un 2011. gadā	75
3.16. Krūmmelleņu šķirņu ziedēšanas sākums pa novērojuma gadiem un vidēji 2009. – 2010. gadā.....	73
3.17. Vidējās gaisa temperatūras ($^{\circ}\text{C}$) un efektīvās temperatūras summas (ETS) ietekme uz krūmmelleņu ziedēšanas sākuma laiku 2009. – 2011.gadā.....	74
3.18. Krūmmelleņu šķirņu ziedēšanas ilgums pa novērojuma gadiem un vidēji 2009. – 2010. gadā.....	75
3.19. Vidējās gaisa temperatūras un efektīvās temperatūras summas (ETS) ietekme uz krūmmelleņu ziedēšanas ilgumu 2009. – 2011.gadā	76
3.20. Krūmmelleņu šķirņu ogu ienākšanās laiks novērojuma gados un vidēji 2008. – 2011. gadā.....	77
3.21. Vidējās gaisa temperatūras un efektīvās temperatūras summas (ETS) ietekme uz krūmmelleņu ogu ienākšanās laiku	77

Att. Nr.	Lp.
3.22. Krūmmelleņu šķirņu ražošanas perioda ilgums, vidēji 2008. – 2011.gadā.....	79
3.23. Vidējās diennakts gaisa temperatūras (°C) un efektīvās temperatūras summas (ETS) ietekme uz krūmmelleņu ražošanas perioda ilgumu 2008. – 2011.gadā	80
3.24. Vidējās gaisa temperatūras (°C) un efektīvās temperatūras summas (ETS) ietekme uz krūmmelleņu šķirņu ražas vākšanas reizēm 2008. – 2011.gadā	87
3.25. Ogu sadalījums pa lieluma grupām 4. grupas šķirnēm, vidēji pa četriem gadiem	87
3.26. Ogu sadalījums pa lieluma grupām 3. grupas šķirnēm, vidēji pa četriem gadiem	88
3.27. Ogu sadalījums pa lieluma grupām 2. grupas šķirnēm, vidēji pa četriem gadiem	89
3.28. Kopējo antociānu saturs krūmmelleņu šķirņu ogās, vidēji trijos gados	91
3.29 Vidējās gaisa temperatūras un efektīvās temperatūras summas (ETS) ietekme uz kopējo antociānu saturu	91
3.30. Vidējais kopējo fenolu saturs krūmmelleņu šķirņu ogās, vidēji trijos gados	93
3.31. Vidējais askorbīnskābes saturs krūmmelleņu šķirņu ogās, vidēji trijos gados.....	93
3.32. Krūmmelleņu šķirņu raksturojums pēc morfoloģiskajām pazīmēm.....	98
3.33. Krūmmelleņu šķirņu ‘Northblue’ (pa kreisi) un ‘Bluecrop’ (pa labi) krūma habituss.....	100

TABULU SARAKSTS

Tab. Nr.	Lp.
1.1. Vidējie meteoroloģiskie rādītāji augsto krūmmelleņu audzēšanas reģionos ASV, Kanādā, Vācijā, Polijā un Baltijas valstīs.....	25
1.2. Krūmmelleņu ziedpumpuru izturība pret pazeminātām gaisa temperatūrām atkarībā no attīstības fāzes.....	27
2.1. Izmēģinājumā iekļautās šķirnes.....	41
2.2. Meteoroloģisko apstākļu raksturojums 2007. – 2011. gada periodam	43
2.3. Dehidrīnu ekspresijas noteikšanai izmantotie praimeri un references gēni	48
3.1. Krūmmelleņu šķirņu ziedpumpuru ziemcietība pa gadiem, ballēs.....	55
3.2. Krūmmelleņu šķirņu dzinumumu ziemcietība pa gadiem, balles.....	56
3.3. Krūmmelleņu šķirņu vidējais ražošanas perioda garums 2008. – 2011. gadā, dienas	77
3.4. Korelācija starp krūmmelleņu šķirņu fenoloģiskām pazīmēm.....	80
3.5. Krūmmelleņu šķirņu ražas aprakstošā statistika 2008. – 2011. gadā, kg no krūma.....	81
3.6. Krūmmelleņu šķirņu raža pētījuma periodā, kg no krūma	82
3.7. Krūmmelleņu šķirņu sadalījums pēc ogu vidējās masas	84
3.8. Krūmmelleņu šķirņu ogas vidējā masa pētījuma periodā, g.....	85
3.9. Krūmmelleņu šķirņu sadalījums pēc kopējo antociānu satura ogās	90
3.10. Krūmmelleņu šķirņu sadalījums pēc kopējo fenolu satura ogās	92
3.11. Krūmmelleņu šķirņu sadalījums pēc šķīstošās sausnas satura ogās	93
3.12. Krūmmelleņu šķirņu sadalījums pēc titrējamās skābes satura ogās	95
3.13. Krūmmelleņu raža, ogu masa, ogu lieluma un bioķīmiskā sastāva savstarpējās sakarības (Pīrsona korelācija).....	96
3.14. Krūmmelleņu šķirņu morfoloģisko pazīmju aprakstošās statistikas rādītāji.....	97
3.15. Krūmmelleņu šķirņu morfoloģiskās pazīmes	99
3.16. Korelācija starp atsevišķām krūmmelleņu šķirņu morfoloģiskām pazīmēm.....	100
3.17. Krūmmelleņu šķirņu novērtējums pēc 16 pazīmēm.....	102

SATURS

IEVADS	9
1. LITERATŪRAS APSKATS	14
1.1. Krūmmelleņu sistemātika un botāniskais raksturojums	14
1.2. Ogu bioķīmiskais sastāvs un izmantošana	16
1.3. Krūmmelleņu audzēšana pasaulē un Latvijā	19
1.4. Latvijas klimatisko apstākļu piemērotība krūmmelleņu audzēšanai	20
1.5. Krūmmelleņu augšanu un ziemcietību ietekmējošie abiotiskie faktori.....	23
1.5.1. Augsne un mitrums.....	23
1.5.2. Temperatūra.....	24
1.6. Krūmmelleņu aukstumizturības un salcietības raksturojums	29
1.6.1. Bioķīmiskie procesi ziemošanas laikā	30
1.6.2. Ūdens un ogļhidrāti augos	31
1.7. Aukstumizturību noteicošie ģenētiskie aspekti	35
1.7.1. Aukstumizturību noteicošie dehidrīni	35
1.7.2. Krūmmelleņu dehidrīni	37
2. IZMĒĢINĀJUMA APSTĀKĻI UN METODIKA	41
2.1. Pētījuma vieta, objekts un stādījumu kopšana.....	41
2.2. Meteoroloģisko apstākļu raksturojums.....	42
2.3. Izmēģinājuma novērojumu metodika	45
2.3.1. Ziemcietības noteikšana	46
2.3.2. Ziemcietības ietekmējošo parametru noteikšana.....	47
2.3.3. Fenoloģisko fāžu noteikšana	50
2.3.4. Ražu veidojošo elementu uzskaitē.....	50
2.3.5. Ogu bioķīmiskais sastāvs	51
2.3.6. Meteoroloģisko datu uzskaitē.....	52
2.3.7. Morfoloģiskās pazīmes.....	53
2.4. Datu matemātiskā apstrāde.....	54
2.4.1. Šķirņu novērtējums ar standartnovirzi un dispersiju analīzi	54
2.4.2. Korelācijas un regresijas analīze	54
3. REZULTĀTI UN DISKUSIJA	55
3.1. Krūmmelleņu ziemcietība un tās ietekmējošo parametru analīze	55
3.1.1. Krūmmelleņu ziedpumpuru un dzinumu ziemcietība	55
3.1.2. Krūmmelleņu ziemcietību ietekmējošo parametru analīze	60
3.2. Temperatūras ietekme uz krūmmelleņu fenoloģisko attīstību.....	70
3.3. Krūmmelleņu raža un tās kvalitāte	81
3.3.1. Krūmmelleņu raža, ogu vidējā masa un ogu lielums.....	81
3.3.2. Krūmmelleņu ogu bioķīmiskais sastāvs un tā izmaiņas atkarībā no gaisa temperatūras	89
3.4. Krūmmelleņu šķirņu morfoloģiskais raksturojums	97
3.5. Integrētais krūmmelleņu šķirņu novērtējums	101
SECINĀJUMI	104
PATEICĪBA	105
LITERATŪRA	106
PIELIKUMI.....	119

IEVADS

Augļkopības produkcijas ražošanu ziemeļu platuma grādos, tai skaitā Latvijā, ierobežo klimatiskie faktori, tāpēc nepieciešams izpētīt katra introducēta augļauga augšanas un attīstības īpatnības. Vispusīga krūmmelleņu augšanas, attīstības un ražošanas izpēte dod iespēju izvēlēties piemērotāko šķirni konkrētiem augšanas apstākļiem.

Krūmmelleņu izpēte Latvijā sākusies jau no 1967. gada Salaspils Nacionālajā Botāniskajā dārzā, kā rezultātā izveidotas 5 krūmmelleņu šķirnes. Pieejamajos informācijas avotos ziņas par krūmmelleņu audzēšanu, produktivitāti un ziemcietību Latvijā ir nepietiekamas. Līdz šim nav veikta sistemātiska un vispusīga šī introducētā augļauga novērtēšana un raksturošana, kas ierobežoja tā praktiskās pielietojšanas iespējas.

Krūmmellenes Latvijā ir relatīvi jauns introducēts augļaugšs, bet jau iestādīti ap 200 ha komercdārzi, kas izveidoti no ievestajām šķirnēm. Ir pieejama dažādu valstu pieredze krūmmelleņu šķirņu audzēšanā, bet, lai arī dažās Amerikas Savienoto Valstu (ASV) pavalstīs, Polijā, Vācijā un Lietuvā ir līdzīgi agroklimatiskie apstākļi, ir nepieciešams pārbaudīt krūmmelleņu šķirņu augšanu, attīstību, ziemcietību un ražību Latvijas agroklimatiskajos apstākļos, jo visos pētījumos tiek norādīts, ka krūmmelleņu šķirņu ziemcietība un ražība ir atkarīga no konkrētās vietas agroklimatiskajiem apstākļiem.

Nepietiekama ziemcietība un jutība pret pavasara salnām ir divi no galvenajiem krūmmelleņu šķirņu ģenētiskajiem ierobežojumiem. ASV dienvidu pavalstīs būtiskus krūmmelleņu ražas zudumus rada pavasara salnas, bet ziemeļu reģionos (tai skaitā Latvija) būtiskus ražas zudumus rada ziemas bojājumi. Ideālā variantā krūmmellenēm vajadzētu ātri aklimatizēties rudenī, uzturēt augstu ziemcietību ziemošanas laikā un lēni deaklimatizēties pavasarī vai neraksturīgi siltā ziemas laikā.

Augu aklimatizācija zemās temperatūrās ir daudz pētīta, bet joprojām ir neskaidri aklimatizācijas laikā notiekošie fizioloģiskie procesi un šo procesu loma auga aukstumizturībā un salcietībā. Ir zināma ogļhidrātu loma augu ziemcietības paaugstināšanā, ir noteikti aukstumizturības un salcietības noteicošie dehidrīnus kodējošie gēni, bet ir nepietiekama informācija par reducējošo cukuru un sausas saturu krūmmelleņu dzinumos ziemošanas laikā, un joprojām notiek pētījumi par dehidrīnu lomu krūmmelleņu šķirņu aukstumizturībā un salizturībā.

Hipotēze

Temperatūra ziemošanas periodā un augu augšanas laikā ietekmē krūmmelleņu (*Vaccinium corymbosum* L.) ziemcietību, fenoloģisko attīstību, produktivitāti un ogu kvalitāti.

Darba mērķis

Raksturot krūmmelleņu ziemcietību, ražību un ražas kvalitāti, bioķīmisko sastāvu atkarībā no gada klimatiskajiem apstākļiem. Aprakstīt krūmmelleņu šķirņu morfoloģiskās īpašības, un izvērtēt šķirņu piemērotību audzēšanai Latvijas agroklimatiskajos apstākļos.

Darba uzdevumi

1. Izvērtēt gaisa temperatūras ietekmi uz krūmmelleņu šķirņu ziedpumpuru un dzinumu ziemcietību.
2. Noteikt sausas un reducējošo cukuru saturu krūmmelleņu šķirņu viengadīgajos dzinumos ziemošanas laikā, atkarībā no gaisa temperatūras un to saistību ar krūmmelleņu ziemcietību.
3. Noteikt dehidrīnu kodējošo gēnu relatīvo līmeni krūmmelleņu šķirņu viengadīgajos dzinumos, atkarībā no meteoroloģiskajiem apstākļiem ziemošanas laikā un to saistību ar krūmmelleņu aukstumizturību un salizturību.

4. Raksturot krūmmelleņu šķirņu fenoloģisko attīstību atkarībā no gaisa temperatūras un efektīvo temperatūru summas.
5. Izvērtēt krūmmelleņu šķirņu ražu un ražas kvalitātvos rādītājus, atkarībā no gada klimatiskajiem apstākļiem un sniegt krūmmelleņu integrēto novērtējumu.

Novitāte

Pirmo reizi Latvijā veikta introducēto krūmmelleņu šķirņu izvērtēšana pēc gaisa temperatūras ietekmes uz to ziemcietību un produktivitāti. Noteikta sausnas un reducējošo cukuru satura krūmmelleņu dzinumos saistība ar ziemcietību, noteikta divu 14 kDa un 60 kDa dehidrīnu gēnu ekspresija ziemošanas periodā dabiskā vidē augošu krūmmelleņu šķirņu viengadīgajos dzinumos. Pirmo reizi Latvijā veikta krūmmelleņu šķirņu ogu bioķīmiskā sastāva analīze atkarībā no agroklimatiskajiem apstākļiem.

Rezultātu nozīmība

Noskaidrotas ziemcietīgas, produktīvas krūmmelleņu šķirnes ar augstu funkcionāli aktīvo vielu saturu.

Noskaidrota sausnas, reducējošo cukuru sastāvs un divu dehidrīnu kodējošo gēnu (14 kDa un 60 kDa) ekspresija krūmmelleņu šķirnēs, un to saistība ar salizturību.

Izveidoti Latvijā introducēto 11 krūmmelleņu šķirņu apraksti.

Iegūtie pētījuma rezultāti **pielietojami:**

- izvēloties ziemcietīgas un produktīvas krūmmelleņu šķirnes konkrētā Latvijas augļkopības zonā;
- veidojot krūmmelleņu ģenētisko resursu datu bāzi;
- turpinot krūmmelleņu fizioloģisko procesu izpēti;
- nosakot dehidrīnu kodējošo gēnu lomu krūmmelleņu aukstumizturībā un salcietībā.

Pētījuma rezultāti iegūti pateicoties projektiem

1. LR ZM subsīdiju projekts Nr. F-L147 starp Latvijas Valsts augļkopības institūtu un LLU "Vidi saudzējošu audzēšanas tehnoloģiju precizēšana augļu un ogu dārzos dažādos augsnes un klimatiskajos apstākļos", sadaļa "Krūmmellenes un dzērvenes". 2007. – 2009. gads.
2. LZP grants Nr. 09.1465. *Vaccinium spp.* ziemcietības bioloģiskie aspekti. 2009. gads.
3. ESF projekts "Atbalsts LLU doktora studiju īstenošanai", vienošanās Nr.2009/0180/1DP/1.1.2.1.2/IPIA/VIAA/017. Līguma Nr.04.4-08/EF2.D2.07, laika periodā no 01.09.2009. – 31.07.2010 un 01.09.2010. – 31.04.2011.
4. "Latvijas lauku attīstības programmas 2007. – 2013. gads" apakštēmā "Krūmmellenes un lielogu dzērvenes" projektā Nr. K17.04/10 "Ilgtspējīgas augļkopības attīstība, izmantojot vidi un ūdeņus saudzējošas, kā arī lauku ainavu saglabājošas integrētās audzēšanas tehnoloģijas klimata pārmaiņu mazināšanai un bioloģiskās daudzveidības nodrošināšanai", 2010. – 2011. gads.

Pētījumu aprobācija

Publikācijas

1. Sausserde R., Āboliņš M., Liepniece M., Šterne D. (2012) Krūmmelleņu saimniecisko īpašību novērtējums. *Zinātniski praktiskās konferences „Zinātne Latvijas lauksaimniecības nākotnei: pārtika, lopbarība, šķiedra un enerģija” Raksti*, 187. – 192. lpp.
2. Sterne D., Liepniece M. and Abolins M. (2012) Productivity of some blueberry

- cultivars under Latvia conditions. *Acta Horticulturae*, Vol. 926, p. 182 – 189. (SCOPUS).
3. Šterne D., Liepniece M., Sausserde R., Āboliņš M. (2011) Influence of the abiotic factor on the productivity of highbush blueberry cultivars. *Sodininkystē ir daržininkystē*, Vol. 30 (2), p. 77 – 84. (CAB Abstracts, EBSCO).
 4. Šterne D., Liepniece M. (2011) Krūmmelleņu ražas veidošanas ietekmējošie faktori. *No: Daugavpils 53. starptautiskās konferences materiāli*. 13. – 15. aprīlis, Daugavpils, Latvija, CD.
 5. Šterne D., Liepniece M. (2010) Preliminary observations of phenology development, yield and yield quality of some highbush blueberry cultivars in Latvia. *In: Proceeding of Annual 16th International Scientific Conference “Research for Rural development 2010”*, p. 60 – 64. (CABI, AGRIS).
 6. Šterne D., Abolins M., Liepniece M., Sausserde R. (2010) Influence of temperature on the development of highbush blueberry cultivars. *In: Conference proceedings of 2nd International conference on Horticulture Post-graduate Study 2010*. August 30 – 31, 2010, Lednice, Czech Republic, p. 93 – 97. CD.
 7. Abolins M., Sausserde R., Liepniece M., Šterne D. (2009) Cranberry and Blueberry Production in Latvia. *Agronomijas Vēstis /Latvian Journal of Agronomy*, Nr. 12, p. 7 – 13. (EBSCO).
 8. Kampuse S., Šnē E., Šterne D., Krasnova I. (2009) Chemical Composition of Highbush Blueberry Cultivars. *Agronomijas Vēstis /Latvian Journal of Agronomy*, Nr. 12, p. 53 – 59. (EBSCO).
 9. Šterne D., Abolins M. (2009) Evaluation of winter hardiness and productivity of five highbush blueberries cultivars in Latvia. *In: Proceeding of Annual 15th International Scientific Conference “Research for Rural development 2009”*, p. 76 – 81. (CABI, AGRIS).
 10. Abolins M., Liepniece M., Šterne D. (2009) Vaccinium spp. production patterns and winter hardiness in Latvia. *Acta Horticulturae*, Vol. 810, p. 205 – 210. (SCOPUS).

Konferenču tēžu materiāli

1. Šterne D., Liepniece M., Abolins M., Sausserde R., Grinberga B. (2012) Evaluation of winter hardiness and productivity of highbush blueberry cultivars in Latvia. *In: Book of Abstract: 2nd International scientific conference: Sustainable Fruit Growing: From Plant to Product*. August 22 – 24, Riga – Dobeles, Latvia, p. 41.
2. Šterne D., Liepniece M., Abolins M., Seglina D., Krasnova I., Misina I. (2012) Chemical composition of *Vaccinium* spp. fruit in Latvia. *In: Book of Abstract: 10th International Vaccinium & Other Superfruits Symposium, ISHS*. June 17 – 22, 2012, Maastricht, The Netherlands, CD.
3. Šterne D., Liepniece M., Sausserde R., Āboliņš M. (2011) Influence of the abiotic factor on the productivity of highbush blueberry cultivars. *In: Abstracts of International Scientific conference: Climate change: agro- and forest systems sustainability*. Jun 21-22, Baktai, Lithuania, p. 78.
4. Šterne D., Liepniece M. (2011) Krūmmelleņu ražas veidošanas ietekmējošie faktori. *Daugavpils Universitātes 53. Starptautiskās zinātniskās konferences tēzes*. 13. – 15. aprīlis, Daugavpils, Latvija, 13. lpp.
5. Šterne D., Abolins M., Liepniece M. (2010) Productivity of some blueberry cultivars at Latvia conditions. *In: Book of Abstract: 28th International Horticultural Congress*. August 22 – 27, 2010, Lisbon, Portugal, p. 71 – 72.

6. Sterne D., Abolins M., Liepniece M. and Sausserde R. (2010) Influence of temperature on the development of highbush blueberry cultivars. **In:** Book of Abstract: *2nd International conference on Horticulture Post-graduate Study 2010*. August 30 – 31 2010, Lednice, Czech Republic, p. 17.
7. Abolins M., Sausserde R., Liepniece M., Šterne D. (2009) Cranberry and blueberry production in Latvia. **In:** Book of abstracts and Programme of the International Scientific Conference and NJF seminar No. 426: *Vaccinium ssp. and less known small fruit: challenges and risks*. October 6 – 9, Jelgva, LLU, Latvia, p. 21
8. Kampuse S., Šnē E., Šterne D., Krasnova I. (2009) Chemical composition of highbush blueberry cultivars. **In:** Book of abstracts and Programme of the International Scientific Conference and NJF seminar No. 426: *Vaccinium ssp. and less known small fruit: challenges and risks*. October 6 – 9, Jelgva, LLU, Latvia, p. 36.
9. Abolins M., M.Liepniece, D.Sterne (2008) *Vaccinium* spp. production patterns and winter hardiness in Latvia. **In:** Abstract Book: *9th International Symposium on Vaccinium Culture, ISHS*. July 13 – 16, 2008, Corvallis, Oregon, USA, p. 108.
10. Šterne D., Āboliņš M., Liepniece M. (2008) Production techniques of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) in Latvia. **In:** Book of Abstract: *Sustainable fruit growing: From Plant to Product. International conference*. May 28 – 31, 2008, Jurmala – Dobeles, Latvia, p. 61.

Dalība konferencēs un semināros

1. Sterne D., Liepniece M., Abolins M., Sausserde R., Grinberga B. (2012) Evaluation of winter hardiness and productivity of highbush blueberry cultivars in Latvia. *2nd International scientific conference: Sustainable Fruit Growing: From Plant to Product*, August 22 – 24, Riga – Dobeles, Latvia. *Mutiska prezentācija*
2. Sterne D., Liepniece M., Abolins M., Seglina D., Krasnova I., Misina I. (2012) Chemical composition of *Vaccinium* spp. fruit in Latvia. *10th International Vaccinium & Other Superfruits Symposium, ISHS*, June 17 – 22, 2012, Maastricht, The Netherlands. *Stenda referāts*
3. Šterne D., Liepniece M., Sausserde R., Āboliņš M. (2011) Influence of the abiotic factor on the productivity of highbush blueberry cultivars. *International conference "Climate change: agro- and forest systems sustainability"*, Jun 21 – 22, 2011, Bābtai, Lithuania. *Stenda referāts*
4. Šterne D., Liepniece M., Sausserde R. (2011) Krūmmelleņu ražas veidošanas ietekmējošie faktori. *Daugavpils Universitātes 53. starptautiskā konference*. 13. – 15. aprīlis, Daugavpils, Latvija. *Mutiska prezentācija*
5. Sterne D., Abolins M., Liepniece M., Sausserde R. (2010) Influence of temperature on the development of highbush blueberry cultivars. *2nd International conference on Horticulture Post – graduate Study 2010*. August 30 – 31, 2010, Lednice, Czech Republic. *Mutiska prezentācija*
6. Sterne D., Abolins M., Liepniece M. (2010) Productivity of some blueberry cultivars at Latvia conditions. *28th International Horticultural Congress*, August 22 – 27, 2010, Lisbon, Portugal. *Stenda referāts*
7. Sterne D., Liepniece M. (2010) Preliminary observations of phenology development, yield and yield quality of some highbush blueberry cultivars in Latvia. *Annual 15th International Scientific conference: Research for rural Development 2010*, May 19 – 21, 2010, Jelgava, Latvia. *Mutiska prezentācija*

8. Segliņa D., Šterne D., Krasnova I., Kviesis J., Liepniece M., Āboliņš M. (2009) Evaluation of the chemical composition of *Vaccinium* spp. fruits in Latvia. *4th International Conference on Polyphenols and Health (ICPH2009) COST 863 Euroberry*, December 7 – 8, 2009, Harrogate, United Kingdom. *Stenda referāts*
9. Šterne D. (2009) Temperature influence on blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivars winter hardiness. *Annual 15th International Scientific conference: Research for rural Development 2009*, May 20 – 22, 2009, Jelgava, Latvia. *Mutiska prezentācija*
10. Abolins M., Sausserde R., Liepniece M., Šterne D. (2009) Cranberry and blueberry production in Latvia. *International Scientific Conference: Vaccinium ssp. and less known small fruit: challenges and risks*, October 6 – 9, 2009, Jelgava, Latvia. *Mutiska prezentācija*
11. Kampuse S., Šnē E., Šterne D., Krasnova I. (2009) Chemical composition of highbush blueberry cultivars. *International Scientific Conference: Vaccinium ssp. and less known small fruit: challenges and risks*, October 6 – 9, 2009, Jelgava, Latvia. *Stenda referāts*
12. Šterne D., Āboliņš M., Liepniece M. (2008) Production techniques of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) in Latvia. *International scientific conference: Sustainable fruit growing: From Plant to Product*, May 28 – 31, 2008, Jūrmala – Dobeles, Latvia. *Stenda referāts*.

1. LITERATŪRAS APSKATS

1.1. Krūmmelleņu sistemātika un botāniskais raksturojums

Sistemātika. Melleņu (*Vaccinium*) ģints pieder augu (*Plantae*) valstij, segsēkļu (*Angiosperms*) nodalījumam, divdīgļlapju (*Asterids*) klasei, ēriku (*Ericacea*) dzimtai. *Vaccinium* ģints ietver sevī apmēram 450 sugu. Krūmmellenes *Vaccinium corymbosum* pieder pie *Cyanococcus* sekcijas (Galletta, Ballington, 1996).

Kā kultūraugus audzē tikai septiņas *Vaccinium* sugas: brūklenes (*V. vitis-idaea* L., *Vitis – idaea* sekcijā), dzērvenes (*V. oxycoccus* L. *Oxycoccus* sekcijā) un piecas sugas *Cyanococcus* sekcijā: zemās krūmmellenes (*V. angustifolium* Ait.), Eša krūmmellenes (*V. ashei* Reade), pusaugstās krūmmellenes (*V. angustifolium* × *V. corymbosum* hibrīds), ziemeļu augstās krūmmellenes (*V. corymbosum* L.) un dienvidu augstās krūmmellenes (*V. corymbosum* L. krustojumi ar *V. darrowi*, *V. ashei* un citām *Vaccinium* sugām) (Galletta, Ballington, 1996; Lyrene, 1997).

Pēc ilgām diskusijām par taksonomisko iedalījumu, zinātnieki ir vienojušies, ka krūmmelleņu zinātniskais nosaukums ir *Vaccinium corymbosum* L. Sinonīmi *Cyanococcus corymbosus* (L.) Rydb., *V. corymbosum* L. f. *albiflorum* (Hook.) Camp, *V. corymbosum* L. f. *caesariense* (Mack.) Camp, *V. corymbosum* L. f. *glabrum* (A.Gray) Camp (Vander Kloet, 1980).

Krūmmellenes ir ļoti mainīgas un sevī ietver diploīdu ($2x$, $2n = 24$), tertraploīdu ($4x$, $2n = 48$), heksaploīdu ($6x$, $2n = 72$) un dažādu hromosomu skaita hibrīdu kombinācijas (Camp, 1945; Vander Kloet, 1980; Vander Kloet, 1988; Luby, Ballington, Draper et al., 1991; Hancock, Erb, Goulart et al., 1995).

Daudzas krūmmelleņu sugas un šķirnes izveidotas audzēšanai mitrā, mērenā klimatā, ir šķirnes un sugas, kas piemērotas audzēšanai sausā un siltā klimatā. Krūmmelleņu sugu izplatību ierobežo nepieciešamība pēc pazeminātu temperatūru perioda (Rieger, 2006). Pasaulē audzē trīs krūmmelleņu sugas un divus starpsugu hibrīdus:

- **ziemeļu krūmmellenes** jeb augstās krūmmellenes *V. corymbosum* L. (sinonīmi *Cyanococcus corymbosus* (L.) Rydb., *V. corymbosum* L. f. *albiflorum* (Hook.) Camp, *V. corymbosum* L. f. *caesariense* (Mack.) Camp, *V. corymbosum* L. f. *glabrum* (A.Gray) Camp). Šī suga ir populārākā kultivētā krūmmelleņu suga. Līderis krūmmelleņu audzēšanā ir ASV, audzējot vairāk nekā 20 šķirnes. ASV 1992. gadā, veicot statistikas uzskaiti, konstatēja, ka pārdotākās šķirnes bija 'Duke', 'Sierra', 'Nelson', 'Bluegold', 'Toro' un 'Sunrise'. Šīs sugas šķirnēm nepieciešamas 800 līdz 1100 aukstumstundas (Hancock, Erb, Goulart et al., 1995; Rieger, 2006; US Highbush Blueberry Council, 2009);

- **dienvidu krūmmellenes** ir *V. corymbosum* krustojumi ar *V. darrowi*, *V. ashei* un citām *Vaccinium* sugām. Šī krūmmelleņu suga daudzējādā ziņā ir ļoti līdzīga ziemeļu krūmmellenei, tikai tai nepieciešamas īsāks pazeminātas temperatūras periods (200 – 700 aukstumstundas). Audzē ASV dienvidu reģionos, Čīlē, Argentīnā, Jaunzēlandē, Austrālijā un citos dienvidu reģionos. Izplatītākās šķirnes ir 'Avonblue', 'Flordablue', 'Sharpblue' (Lyrene, 1997; Rieger, 2006; US Highbush Blueberry Council, 2009);

- **Eša krūmmellene** *V. ashei* Reade (literatūrā saukta arī par „truša aci” (*rabbiteye blueberry*)). Sinonīmi, kas sastopami literatūrā ir *Vaccinium virgatum* Aiton, *Cyanococcus virgatus* (Aiton) Small, *Vaccinium amoenum* Aiton, *Cyanococcus amoenus* (Aiton) Small (Austin, 1978) Šī melleņu suga raksturojas ar lielāku un spēcīgāku krūmu nekā augstās krūmmellenes, kā arī tai nepieciešams īsāks pazeminātas temperatūras periods (350 – 800 aukstumstundas), zied agrāk nekā citas sugas, bet no ziedēšanas līdz gatavībai ir garāks periods. Ražošanā audzētākās šķirnes ir 'Tifblue', 'Woodard', 'Climax', 'Delite' un 'Brightblue'. (Austin, 1978; Rieger, 2006; US Highbush Blueberry Council, 2009);

- **zemās jeb šaurlapu krūmmellenes** *V. angustifolium* Ait. un *V. myrtilloides* Michx.. *V. myrtilloides* ir dominējošā suga jaunākos stādījumos, bet vecākos stādījumos dominē *V. angustifolium*. Sinonīmi ir *V. angustifolium* Aiton var. *hypolasium* Fernald, *V. angustifolium* Aiton var. *laevifolium* House, *V. brittonii* Porter ex C. Bicknell, *V. lamarckii* Camp, *V. pensylvanicum* Lam., *V. pensylvanicum* Lam. var. *nigrum* Alph. Wood, *V. angustifolium* Aiton var. *nigrum* (Alph. Wood) Dole. Krūms ir zems, ogas ir dažāda lieluma (no ļoti sīkām līdz vidēji lielām). Kanādas lauksaimniecības selekcijas programmas ietvaros Jaunskotijā izpētīti un par piemērotiem atzīti vairāk kā 1000 klonu, bet komercstādījumos joprojām dominē savvaļas populācijas. Atlasītie augi neveido sakneņus tik labi kā savvaļas augi un zemā krūmu izplešanās intensitāte ir viens no audzēšanas ierobežojošiem faktoriem. Šķirne 'Brunswick' ir viena no nozīmīgākajām pašauglīgajām šīs sugas šķirnēm. Zemās krūmmellenes audzē galvenokārt lietošanai pārstrādē, vairāk piemērota audzēšanai ziemeļu reģionos, nepieciešamas vairāk kā 1000 aukstumstundas (Hancock, Draper, 1989; Moore, 1993b; Rieger, 2006; US Highbush Blueberry Council, 2009);

- **pusaugstās krūmmellenes** *V. corymbosum* × *V. angustifolium*. Šīs sugas šķirnes ir jaunākais ASV Minnesotas un Mičiganas pavalstu krūmmelleņu selekcijas programmas produkts. Krūms ir zems, stāvs, aukstumizturīgs, ogas ir līdzīgas augstai krūmmellenei. Šīs sugas šķirnes veidotas, lai varētu audzēt ziemeļu rajonos, kur ir ekstremālas ziemas un bieža sniega sega. Populārākās šķirnes ir 'Northblue', 'Northland', 'Northsky'. (Austin, 1978; Eck, 1988; Korcak, 1988; Hancock and Draper, 1989, Hanson and Hancock, 1990; US Highbush Blueberry Council, 2009).

Botāniskais raksturojums. Krūmmelleņu *V. corymbosum* L. dzimtene ir Ziemeļamerika. Krūmmellenes ir krūms ar stāviem vai izplestiem zariem, 1.2 līdz 2 metru augsts. Augļi ir saldās, sulīgas ogas, zilganmelnā krāsā, diametrā no 7 līdz 20 mm, ar daudz sēklām. (Abbott, Gough, 1987; Vander Kloet, 1988; Gough, 1994; Trehane, 2004). Ogu masa parasti ir 1 līdz 2 g, bet atsevišķu šķirņu ogu masa ideālos apstākļos var sasniegt pat 3 līdz 4 gramus, turpretī zemo krūmmelleņu ogu masa parasti ir mazāka par 1 g. Vidējā augsto krūmmelleņu raža ir 4.5 līdz 5.5 t ha⁻¹, bet pie pareizas kopšanas un labiem meteoroloģiskajiem apstākļiem, nobriedušu krūmmelleņu raža var sasniegt arī 20 un vairāk tonnu no hektāra. Zemo krūmmelleņu raža vidēji ir 1.8 t ha⁻¹ (Hancock, Draper, 1989; Wach, 2008).

Krūmmelleņu **sakņu sistēma** ir sazarota, ar saknēm zīmuļa resnumā, kas uzkrāj barības vielas. Jaunās saknes ir sīkas un maigas, un tās ir atbildīgas par ūdens un barības vielu absorbēšanu, jo tāpat kā citiem *Vaccinium* sugas augiem, sakņu sistēma ir bez spurgaliņām. Sakņu sistēma ir relatīvi neliela, sekla un nestiepjās tālu prom no auga, bet tas ir atkarīgs no augsnes tekstūras, caurlaidības, skābekļa pieejamības, kā arī no ūdens un barības vielu pieejamības augsnē. Sakņu sistēma labi drenētās augsnēs var plesties 60 līdz 80 cm dziļi, tomēr lielākā daļa sakņu sistēmas izvietojusies 25 līdz 30 cm dziļumā. (Abbott, Gough, 1987; Vander Kloet, 1988; Gough, 1994; Trehane, 2004).

Dzinumu sistēma krūmmelleņu šķirnēm ir atšķirīga. Piemēram, šķirnei 'Berkeley' krūma vainagā attīstās neliels zaru skaits, kas pēc tam sazarojas, savukārt šķirnei 'Bluecrop' krūmā attīstās ļoti daudz zaru. Viengadīgie zari izaug no sakņu kakla, un to krāsa, atkarībā no gadalaika, mainās no zaļas, zaļgandzeltenas līdz sarkanai. Tieši jaunie spēcīgie zari nosaka krūmmelleņu ziedēšanu un ražošanu. Ražojošā, nobriedušā krūmā jābūt labi strukturētai dzinumu sistēmai no dažāda vecuma un diametra zariem, vismaz ne vecākiem par sešiem gadiem un līdz 3.8 cm diametrā. Vecāku zaru koksne ir mazāk efektīva ūdens un barības vielu transportēšanā, kā arī sabiezināts krūmu vainags samazina gaismas un gaisa caurlaidību vainagā (Abbott, Gough, 1987; Vander Kloet, 1988; Bruederle, Vorsq, Ballington, 1991; Gough, 1994; Trehane, 2004). Auga krūma struktūra

ietekmē ražu. Amerikas zinātnieki savos pētījumos ar deviņām krūmmelleņu šķirnēm konstatējuši, ka dzinumu skaits krūmā būtiski ietekmē ražošanu (Siefker, Hancock, 1986). Abu zinātnieku turpmākie pētījumi pierādīja, ka ASV Mičiganas pavalsts apstākļos līdz 40% ziedpumpuru izgriešana no krūma, ražu būtiski neietekmēja (Siefker, Hancock, 1987).

Krūmmelleņu šķirnēm **lapas** ir iegarenas, ovālas vai sašaurināti eliptiskas 17 līdz 25 mm platas un 38 līdz 54 mm garas (literatūrā var atrast arī datus, ka lapas ir 25 līdz 35 mm platas un 50 līdz 70 mm garas), dažām šķirnēm lapas var būt garākas. Atkarībā no šķirnes, lapas ir veselas vai nedaudz robotas. Lapu virspuse lielākoties ir tumši zaļa un spīdīga, apakšpuse – gaišāka, klāta ar matiņiem, arī lapu krāsa ir atkarīga no krūmmelleņu šķirnes. Rudenī lapas paliek dzeltenī oranžas vai oranži sarkanas, dažām šķirnēm lapas rudenī paliek gandrīz purpursarkanas, kā, piemēram, šķirnei 'Blueray', 'Spartan' un 'Chandler' (Highbush Blueberry Production Guide, 1992; Trehane, 2004).

Krūmmellenēm **ziedpumpuri** veidojas vasaras beigās (jūlijā – augustā) uz viengadīgajiem vai divgadīgajiem dzinumiem (atkarībā no krūmmelleņu sugas), un vidēja izmēra sānzariem. Vidēji pieci vai seši pumpuri dzinuma galā ir ziedpumpuri. Augšējie pumpuri, kuri ieriešas pirmie, veido lielāko ziedu skaitu (līdz pat 10 ziediem), kā, piemēram, šķirnei 'Bluecrop', bet 'Toro' var ieriesties pat vairāk nekā 10 ziedu. Dzinuma vidū un apakšējā daļā ziedu skaits samazinās, jo tiem ir mazāk laika attīstīties līdz augšanas sezonas beigām. Ziedu skaits ziedķekarā ir atkarīgs no krūmmelleņu šķirnes, turpretī ziedpumpuru ieriešanās atkarīga no dzinumu spēcīguma un blīvuma krūmā (Gough, 1994; Trehane, 2004). Ziedkopa ir irdens ķekars, tajā var būt 7 līdz 22 ziedi. Ziedi ir ar īsiem 2 cm gariem irbuliem. Kausiņš, kas sastāv no piecām saaugušām kauslapām ar neasiem, īsiem zobīņiem, aptver daļu no vainaga un auglenīcu. Auglenīca ir ar taisnu irbuli un beidzas ar sabiezinātu drīksnu. Putekšņlapas ir 8 līdz 10 un katra putekšņlapa sastāv no īsa matveida kātiņa un divām putekšņcām. Četras līdz piecas saaugušas ziedlapas veido ovālu (olveidīgu) vainagu. Ziedlapas ir baltas vai sārtas (Bruederle, Vorsq, Ballington, 1991; Gough, 1994; Trehane, 2004).

Krūmmelleņu **ziedēšanas laiks** ir atkarīgs no apkārtējās vides apstākļiem un var ilgt 18 līdz 30 dienas (Gough, 1994; Ripa, 1998; Paperstein, Ludvikova, Sedlak, 2009). Lai gan ziedēšanas laiku nosaka šķirnes ģenētiskā informācija, to ietekmē arī gaisa temperatūra. Agri ziedošu šķirņu ziedēšana sākas pie zemākām temperatūrām, līdz ar to ziedēšanas periods var būt ilgāks (Highbush Blueberry Production Guide, 1992).

Lielākai daļai krūmmelleņu šķirņu **ogas** ir apaļas, apaļi saspīestas vai nedaudz ovālas. Augļu miziņa ir blāvi melna, zila vai tumši zila ar apsarmi, kas rada iespaidu, ka ogu miziņa ir gaiši zila. Pie augļa kātiņa pamata krūmmelleņu ogas nokrāsojas visvēlāk. Ogas no kātiņa atdalās sausas, kas nodrošina to izturību transportējot. Ogu kausiņš lielākai daļai krūmmelleņu šķirņu ir atvērts (Vander Kloet, 1988; Bruederle, Vorsq, Ballington, 1991; Gough, 1994; Trehane, 2004). Ogas mīkstums ir gaiši zils, garša ir atkarīga no krūmmelleņu šķirnes, tā ir ieskāba, salda, vairāk vai mazāk aromātiska. Ogas ienākas 2 līdz 3 mēnešus pēc ziedēšanas, gatavošanās laiks ir 41 līdz pat 90 dienas, atkarībā no šķirnes un klimatiskajiem apstākļiem (Highbush Blueberry Production Guide, 1992; Ripa, 1998; Paperstein, Ludvikova, Sedlak, 2009; Česoniene, Daubaras, Viškelis, 2010).

1.2. Ogu bioķīmiskais sastāvs un izmantošana

Daudzu zinātnieku pētījumi liecina, ka augļi un dārzeņi satur dažādus bioloģiski aktīvas vielas, kas noderīgas cilvēka veselībai. Krūmmelleņu ogas ir vērtīgas ogas ar augstu antioksidantu aktivitāti (Wang, Cao, Prior, 1994; Cao, Booth, Sadowski et al., 1998; Zheng, Wang, 2003; Beattie, Crozeier, Duthie, 2005). Krūmmellenēs ir maz kaloriju un

nātrija, tās nesatur holesterīnu un ir labs šķiedrvielu avots. Krūmmelleņu ogās vidēji ir 83 – 85% ūdens, 0.7% olbaltumvielu, 0.5% taukvielu, 1.5% šķiedras un 12.3% ogļhidrāti. Svaigas krūmmelleņu ogas satur 8.2% glikozi un fruktozi un tikai 2.4% saharozi. No organiskajām skābēm galvenā ir citronskābe 1.2% (Highbush Blueberry Production Guide, 1992; Ripa, 1998, Skupien, 2006b).

Svaigās krūmmelleņu ogās C vitamīna saturs svārstās no 14 līdz 22 mg 100 g⁻¹ (Noormets, Karp, Starast et al., 2002; Skupien, 2006b), kas ir zemāks salīdzinot ar Latvijā plaši audzēto upeni. Upenēs C vitamīna saturs ir no 50 līdz 400 mg 100 g⁻¹ (Brennan, 1996; Lee, Kader, 2000). Ogas saldējot, tajās C vitamīna daudzums samazinās par 60 līdz 88%, proteīnu daudzums par 32%, A vitamīna daudzums vidēji par 13%, ogļhidrātu daudzums – 7%. Pētījumi pierāda, ka bioķīmisko vielu zudumu daudzums saldētās ogās ir atkarīgs no krūmmelleņu šķirnes un uzglabāšanas ilguma. (Noormets, Karp, Starast et al., 2002; Skupien, 2006b).

Krūmmelleņu ogas ir bagātīgs antociānu un flavonolu avots. Kopējais antociānu saturs 100 g krūmmelleņu ogās svārstās no 85 līdz 270 mg. (Noormets, Karp, Starast et al., 2002; Skupien, 2006b). Antociāni ir saistīti ar antociadīniem, kas nodrošina atšķirīgu krāsu gammu. Antociāni ir vieni no nozīmīgākajiem ūdenī šķīstošajiem pigmentiem augos (Bridle, Timberlake, 1997). Ogas (ieskaitot vīnogas, ķiršus un kazeses) ar sarkanu, zilu vai violetu krāsu veido vienu no nozīmīgākajiem antociānu avotiem uzturā. Augu valstī ir izdalīti seši antociadīni: cianidīns (sarkanā krāsā), malvidīns (purpursarkanā krāsā), delfinidīns (rozā krāsā), peonidīns (zilgani violetā krāsā), petunidīns (violetā krāsā) un pelargonidīns (oranži sarkanā krāsā). Šīs formas savienojas ar dažādiem cukuriem, sevišķi ar glikozi, galaktozi, arabinozi un ksilozi. Ogās antociānu sastāvs var būt atvasināts tikai no viena antociāna tipa. Plašs antociānu klāsts atrasts krūmmellenēs *V. corymbosum* un upenēs *Ribes nigrum*. No antociāniem krūmmellenēs visvairāk ir delfinidīns–3–galaktozīds un petunidīns–3–galaktozīds, savukārt zemajās krūmmellenēs *V. angustifolium* un Eša krūmmellenēs *V. ashei* dominē malvidīns–3–galaktozīds (Kader, Rovel, Girardin et al., 1996; Goiffon, Mouly, Gaydou et al., 1999; Prior, Lazarus, Cao et al., 2001). Šo fitoķīmisko vielu koncentrāciju ogās var ietekmēt daudzi faktori, piemēram, vides apstākļi, audzēšanas vieta, šķirne, ogu gatavības pakāpe, uzglabāšanas laiks un veids, kā arī pārstrādes veidi (Jones, Hartley, 1999; Hakkinen, Torronen, 2000; Łata, Trampczynska, Mika, 2005; Skupien, 2006a, 2006b).

Pētot dažādu ogu parametru un bioķīmisko vielu satura savstarpējās sakarības, zinātnieki V. Kalts un J. Makdonalds (Kalt, McDonald, 1996) noteikuši, ka nav korelācijas starp ogu lielumu un antociānu sastāvu, bet pētījumā pierādījās, ka zemajās krūmmellenēs *V. angustifolium* ir augstāka antociānu koncentrācija un kopējo fenolu saturs ir lielāks salīdzinājumā ar augstajām krūmmellenēm *V. corymbosum*. Arī Itālijā, zinātniekiem pārbaudot 38 krūmmelleņu šķirnes un sugas, augstāks kopējo polifenolu līmenis atrasts zemo krūmmelleņu *V. angustifolium* ogās salīdzinājumā ar augsto krūmmelleņu *V. corymbosum* šķirņu ogām (Giongo, Ieri, Vrhovsek et al., 2006). L. Hovards un viņa pētnieku grupa pēc divu gadu izmēģinājuma atraduši, ka krūmmelleņu genotipi ar mazākām ogām ir ar augstāku skābekļa radikāļu absorbcijas kapacitāti, kopējo fenolu un flavonolu līmeni nekā lielogu krūmmelleņu genotipi. Viņi secinājuši, ka bioķīmisko sastāvu un ogu lielumu vairāk ietekmē krūmmelleņu genotipi, nevis vides apstākļi (Howard, Clark, Brownmiller, 2003).

Pētījumi par bioķīmisko vielu saturu *Vaccinium* sugu saldētās ogās, pierāda lielu variāciju antociāna saturā. Antociānu saturs krūmmellenēs *V. corymbosum* var variēt no 25 līdz 495 mg 100 g⁻¹ (Mazza, Minnati, 1993). V. Kalts un J. Makdonalds norāda, ka zemajās krūmmellenēs *V. angustifolium* antociānu saturs ir ap 138 mg 100 g⁻¹ (Kalt, McDonald, 1996). Savukārt G. Maza un E. Minnati (Mazza, Minnati, 1993) savos

pētījumos norāda, ka augsts antociānu saturs ir savvaļas melleņu *V. myrtilus* ogās, attiecīgi 300 – 698 mg 100 g⁻¹. Arī ASV zinātnieki savos pētījumos atklājuši, ka krūmmellenēs antociānu saturs atkarībā no šķirnes var variēt no 93.1 mg ('Bluecrop') līdz 235 mg 100 g⁻¹ ('Rubel'), zemajās krūmmellenēs vidēji ir 95.4 mg 100 g⁻¹, bet savvaļas mellenēs antociānu saturs ir ap 300 mg 100 g⁻¹ (Prior, Cao, Martin et al., 1998).

Pētīto krūmmelleņu sugu ogas ir atšķirīgas pēc bioķīmiskā sastāva, ko pierāda dažādi pētījumi. Salīdzinot ar citām *Vaccinium* sugām, zemo krūmmelleņu *V. angustifolium* ogās šķīstošās sausas saturs ir līdzīgs kā augstajām krūmmellenēm *V. corymbosum*, bet skābes saturs ir zemāks (Prior, Cao, Martin et al., 1998), līdz ar to šķīstošās sausas / skābes attiecība ir augstāka, tādēļ garša subjektīvi šķiet saldāka. Zemajās krūmmellenēs antociānu saturs ir zemāks, toties askorbīnskābes saturs ir ievērojami augstāks nekā augstajās krūmmellenēs (Prior, Cao, Martin et al., 1998; Prior, Lazarus, Cao et al., 2001). Savvaļas mellenēs *V. myrtilus* šķīstošās sausas saturs ir zemāks nekā augstajās krūmmellenēs, bet skābes saturs ievērojami lielāks, līdz ar to garša subjektīvi šķiet skābāka. Arī antociānu un fenolu ziņā savvaļas mellenes ir pārākas par *V. corymbosum* un *V. angustifolium*, bet askorbīnskābes satura ziņā pārākas ir augstās un zemās krūmmellenes (Prior, Cao, Martin et al., 1998; Prior, Lazarus, Cao et al., 2001).

Krūmmelleņu ogu bioķīmiskais sastāvs pasaulē ir plaši pētīts, lielākoties tie ir pētījumi par ASV izveidotām un audzētajām krūmmelleņu šķirnēm, bet Latvijā šādi pētījumi sākti pavisam nesen. S. Kampuse un citi (Kampuse, Sne, Sterne et al., 2009) pētījumā par Latvijas apstākļos audzēto 10 krūmmelleņu šķirņu bioķīmisko sastāvu, pierāda, ka krūmmelleņu šķirņu ('Duke', 'Jersey', 'Spartan', 'Bluecrop' u.c.) bioķīmiskais sastāvs (šķīstošās sausas, kopējo antociānu, fenolu, C vitamīna un kopējās titrējamās skābes saturs) ir ļoti līdzīgs kā citu valstu pētījumos uzrādītais, tomēr Latvijā audzēto krūmmelleņu šķirņu ogās ir augstāks fenolu, bet zemāks šķīstošās sausas saturs.

Pasaulē 63% no saražotās produkcijas tiek realizētas svaigā veidā. Ogas plaši lieto arī pārstrādes industrijā jogurtu, saldējumu, smalkmaizīšu, pankūku un dažādos pildījumos. Gatavo arī sīrupus, džemus, ievārījumus un citus produkcijas veidus (Brazelton, Strik, 2007).

Amerikas indiāņi dzērvenes un mellenes lietoja kā kompreses uz ievainojumiem pret asins saindēšanos. Augu lapas tika izmantotas urinēšanas traucējumu, caurejas un diabēta gadījumos (Highbush Blueberry Production Guide, 1992).

Apkopojums. Krūmmellenes tiek sauktas arī par kultūrzilēni, vairoga zilēni, augsto zilēni, augsto jeb augstkrūmu melleni, ziemeļu krūmmelleni. Augsto krūmmelleņu šķirnes iedala divos tipos: ziemeļu un dienvidu augstās krūmmellenes. Atšķirības starp šiem tipiem ir prasībā pret pazeminātas temperatūras perioda ilguma (noteiktas aukstumstundas) nepieciešamību. Dienvidu augstajām krūmmellenēm šis periods ir daudz īsāks nekā ziemeļu augstajām krūmmellenēm, līdz ar to tās audzējamas dienvidu reģionos.

Pamatojoties uz bioloģiski vērtīgajiem savienojumiem (polifenoli, askorbīnskābe u.c.) un to antioksidantu aktivitāti, krūmmelleņu popularitāte kļūst arvien lielāka. Salīdzinot ar citiem svaigiem augļiem un dārzeņiem, krūmmellenes ir bagātākas ar antioksidantiem, piemēram, zemās krūmmellenes ir ar augstāku antioksidantu aktivitāti nekā saldie ķirši, sarkanie kartupeļi, kviešu asni un žeņšēns saknes.

Literatūras dati par krūmmelleņu antociānu sastāvu un daudzumu ir atšķirīgi, kas galvenokārt skaidrojams ar izmēģinājumos iekļautajām šķirnēm, audzēšanas apstākļiem un ogu gatavības pakāpi.

Palielinoties cilvēku interesei par veselīgu jeb funkcionālu pārtiku, īpaša uzmanība tiek pievērsta dabīgajiem antioksidantiem, kas bagātīgi atrodami krūmmellenēs (antociāni, fenoli un citi polifenoli). Pasaulē tiek veikti pētījumi par krūmmelleņu ogu un citu augu

daļu bioķīmisko sastāvu un to noderību veselīgā uzturā. Krūmmellenes ir atzītas kā augļaugis ar augstu antioksidantu aktivitāti, tomēr ir ļoti maz informācijas par atsevišķu krūmmelleņu šķirņu lielāku vai mazāku funkcionālu aktivitāti. Vēl jo mazāk ir informācijas par bioķīmiskā sastāva izmaiņām atkarībā no agroklimatiskajiem apstākļiem.

1.3. Krūmmelleņu audzēšana pasaulē un Latvijā

Krūmmelleņu audzēšana sāka Ziemeļamerikā 19. gadsimta beigās, 20. gadsimta sākumā. Krūmmellenes Ziemeļamerikā ir vienas no visvairāk audzētākajiem augļaugiem. Tās plaši audzē Ņūdžersijas, Mičiganas, Ziemeļkarolīnas un Vašingtonas pavalstīs, mazāk izplatītas Džordžijas, Floridas, Indianas, Ohajo, Pensilvānijas, Ņujorkas pavalstīs, kā arī Kanādā Ontario un Kvebekas apgabalos (Hancock, Draper, 1989; Strik, 2005; Strik, Yarborough 2005). Krūmmelleņu audzēšana citos pasaules reģionos sākās ar 20. gadsimta sākumu, piemēram, Nīderlandē 1923. gadā, Vācijā 1924. gadā, Polijā 1940. gadu beigās, kad Eiropā tika ievestas pirmās selekcionētās krūmmelleņu šķirnes (Pliszka, 1997). Augsto krūmmelleņu kultivēšana dienvidrietumu Eiropā neizplatījās līdz pat 1980. gadiem. Jaunzēlandē krūmmellenes sāka audzēt 1949. gadā, Japānā 1951. gadā, Apvienotajā Karalistē 1959. gadā, bet 1980. gadu sākumā Čīlē un 1990. gados Ķīnā. (Strik, Yarborough, 2005).

Kopš 1920. gada ir radītas vairāk kā 50 krūmmelleņu šķirņu, kuras piemērotas „netradicionālām” audzēšanas vietām, turpretī daudzos reģionos ir palielinājies savvaļas ogu ievākšanas apjoms (Strik, 2005). D. Brazeltons un B. Strika (Brazelton, Strik, 2007) atzīmē, ka Ziemeļamerikā kopš 1975. gada krūmmelleņu platības ir būtiski palielinājušās. Pēc statistikas datiem, 2005. gadā pasaulē zemo krūmmelleņu *V. angustifolium* stādījumi sastādīja 69948 ha, bet augsto krūmmelleņu *V. corymbosum* stādījumi 43765 ha. Ziemeļamerikā 2005. gadā krūmmelleņu stādījumi aizņēma 69% no visas pasaules stādījumiem, saražojot 67% svaigas produkcijas un 94% pārstrādes produkcijas. Kanādā visvairāk audzē zemās krūmmellenes *V. angustifolium* Ait., nelielos apjomos tās audzē arī ASV (Strik, 2006).

Pēc statistikas datiem, Eiropā lielākās krūmmelleņu audzētājvalstis ir Vācija, Polija, Francija, Nīderlande, Lietuva, Rumānija, Itālija un Spānija (Strik, Yarborough, 2005). Tomēr ir grūti noteikt krūmmelleņu audzēšanas apjomu un patēriņu pasaulē, jo dažos informācijas avotos apraksta produkcijas apjomus Ziemeļamerikā (Strik, 2006), Dienvidamerikā (Bañados, 2006), Eiropā (Pliszka, 1997) vai atsevišķās valstīs. Ziņojumi par krūmmelleņu audzēšanu un produkcijas apjomu pasaulē ir pieejami FAO datu bāzē, bet šī datu bāze nodrošina ar informāciju par visām melleņu sugām kopā (Prodorutti, Pertot, Giongo et al., 2007).

Čīle un Argentīna ir vienas no lielākajām krūmmelleņu audzētājvalstīm Dienvidamerikā. Čīlē 2004. gadā krūmmelleņu (gan augsto, gan Eša) platības bija 2500 ha, bet Argentīnā ap 1200 ha. Lielākā daļa produkcijas tika eksportētas svaigā veidā uz ASV un Eiropu (Bañados, 2006).

Pēc itāļu pētnieku (Prodorutti, Pertot, Giongo et al., 2007) aprēķiniem 2007. gadā krūmmelleņu stādījumi Polijā sasniedza 1900 ha, bet Vācijā ap 1800 ha, kas platību ziņā līdzinās upeņu stādījumiem, un saražotā produkcija šajās valstīs attiecīgi bija 8000 un 4000 tonnas. Francijā, Nīderlandē un Spānijā krūmmellenes audzē vairāk nekā 200 ha platībā, arī Itālijā krūmmelleņu platības sasniedz ap 200 ha (Prodorutti, Pertot, Giongo et al., 2007). Kopējā krūmmelleņu stādījumu platība Eiropā 2009. gadā bija 12159 ha, saražojot 35242 tonnas ogu.¹

¹ <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> [tiešsaiste] [skatīts 07.12.2010]

Krūmmellenes tiek audzētas arī Ziemeļeiropas valstīs Norvēģijā, Zviedrijā un Somijā. Somijā galvenā uzmanība tiek veltīta pusaugsto krūmmelleņu *V. corymbosum* × *V. angustifolium* audzēšanai un selekcijai (Bläsing, 1989; Hiirsalmi, 1989).

Igaunijā eksperimentālais darbs pie krūmmelleņu audzēšanas sākās 1997. gadā. Eksperimenti pierādīja, ka Igaunijas klimatiskajos apstākļos perspektīvas ir zemās krūmmellenes *V. angustifolium* un pusaugsto krūmmelleņu šķirnes, bet augsto krūmmelleņu šķirnes vairāk ir piemērotas audzēšanai piemājas dārzos (Karp, 2000; Starast, Paal, Vool et al., 2009). Lietuvā 20. gadsimta 90. gadu beigās uzsākta 23 introducēto augsto krūmmelleņu šķirņu izpēte (Česoniene, Daubaras, Viškelis, 2010). Lietuvā pēc FAO datiem krūmmellenes aug 968 ha platībā iegūstot 1794 tonnas ogu ražu.²

Augsto krūmmelleņu raža ASV, atkarībā no audzēšanas vietas, pareizi ierīkotā un koptā ražojošā stādījumā var būt no 6 līdz 20 t ha⁻¹. Kanādā vidējā krūmmelleņu raža var būt 10 līdz 20 t ha⁻¹, bet zemo krūmmelleņu vidējā raža ir 2.6 t ha⁻¹. Populārākās šķirnes ASV ziemeļrietumu reģionos ir 'Bluecrop', 'Jersey', 'Blueray' un 'Duke', ASV Minnesotas pavalstī ap 40% stādījumu aizņem pusaugstās krūmmelleņu šķirnes 'Chippewa', 'Polaris', 'Northblue', bet Kanādā visizplatītākā šķirne ir 'Patriot', kas raksturojas ar ļoti augstu ziemcietību šajā reģionā (Strik, Yarborough, 2005). Vācijā viena no audzētākajām šķirnēm arī ir 'Bluecrop', vēl audzē 'Weymouth', 'Bluetta', 'Patriot' (Neumann, 1993). Nīderlandē pārbauda 'Toro', 'Bluegold', 'Chandler' un citas ASV selekcionētās šķirnes (Bal, Balkhoven, Peppelman, 2006).

Augstās krūmmellenes Latvijā ir relatīvi jauns augļaugšs. Pēc FAO datiem 2008. gadā Latvijā krūmmelleņu stādījumi sasniedza ap 300 ha, ieņemot 13. vietu pasaulē (dalot to ar Franciju un Spāniju). Pēc Latvijas Augļkopības asociācijas datiem 2009. gadā asociācijas biedriem krūmmelleņu stādījumi sasniedza 170 ha. Latvijā lielākajā daļā saimniecību (80%) krūmmelleņu platības ir no 0.1 līdz 5 ha, 11% saimniecībās ir 5 līdz 10 ha stādījumi, 3% saimniecībās ir 10 līdz 15 ha, 3% līdz 20 ha, bet ir arī saimniecības (3%), kurās krūmmelleņu stādījumi ir vairāk par 25 ha. Galvenais cēlonis mazajām krūmmelleņu platībām Latvijā ir lielās ierīkošanas izmaksas un veiksmīgas pieredzes trūkums šī augļauga audzēšanā. (Abolins, Sausserde, Liepniece et al., 2009).

Apkopojums. Statistikas dati pierāda, ka krūmmellenes ir kļuvušas par nozīmīgu augļaugu pasaules tirgū. Lielākās krūmmelleņu platības ir Ziemeļamerikā un tur tiek saražots lielākā daļa krūmmelleņu produkcijas. Eiropā lielākās krūmmelleņu stādījumu platības ir Polijā un Vācijā. Pārējās Eiropas valstīs krūmmelleņu platības ir daudz mazākas. Pasaulē visvairāk audzētās krūmmelleņu šķirnes ir 'Bluecrop' un 'Duke', bet ziemeļu reģionos audzē arī citas šķirnes, kuras izceļas ar augstāku ziemcietību. No Baltijas valstīm, lielākās krūmmelleņu platības ir Lietuvā, kur galvenokārt audzē augstās krūmmelleņu šķirnes, bet Igaunijā kā perspektīvākās atzīst pusaugsto krūmmelleņu šķirnes. Par krūmmelleņu audzēšanu un perspektīvākajām šķirnēm Latvijas agroklimatiskajos apstākļos informācijas ir ļoti maz.

1.4. Latvijas klimatisko apstākļu piemērotība krūmmelleņu audzēšanai

Latvija atrodas mēreni vēsā klimata joslā. Visai valsts teritorijai kopīgās klimata iezīmes nosaka galvenie klimata veidotāji faktori: saules radiācija un atmosfēras cirkulācija Atlantijas okeāna ziemeļu daļā.³

² <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> [tiešsaiste] [skatīts 07.12.2010.]

³ <http://meteo.times.lv/klimats.htm> [tiešsaiste] [skatīts 13.02.2011.]

Saules radiāciju ietekmē dienas garums, mākoņainība un atmosfēras dzidrums. Mērenā klimata joslā raksturīgas lielas saules augstuma svārstības attiecībā pret apvārsni gada laikā, kas izraisa krasas gadalaika maiņas, kā arī nosaka dienas garumu. Latvijā dienas garums decembrī ir 6 līdz 7 stundas, bet jūnijā 17 līdz 18 stundas.³ Dienas garums ir nozīmīgs faktors ziedpumpuru diferenciācijai nākošā gada ražai. Zinātnieki I. Hals un R. Ludvigs (Hall, Ludwig, 1961) pierādījuši, ka ziedpumpuru diferencēšanās zemajām krūmmellenēm *V. angustifolium* notiek gan 11, gan 13 stundu fotoperiodā pie temperatūras 10 vai 21 °C, bet eksperimenti siltumnīcas apstākļos ar trim augsto krūmmelleņu *V. corumbosum* šķirnēm ASV pierādījuši, ka ziedpumpuri diferencējas īsās dienas (8 stundas) apstākļos, pie konstantas temperatūras 22 °C (Bañados, Strik, 2006). Tā kā rezultāti ir visai pretrunīgi, joprojām notiek izpētes darbs par ziedpumpuru diferencēšanos noteicošajiem faktoriem.

Latvijas maigo un mitro klimatu veido relatīvi līdzenais reljefs un virs Atlantijas okeāna veidojušās siltās un mitrās gaisa masas. Gada vidējā gaisa temperatūra Latvijā par 4 līdz 6 °C, ziemā pat par 9 °C pārsniedz mūsu platuma grādu vidējo gaisa temperatūru. Ciklonu atnestās gaisa masas izraisa apmākušos laiku un nokrišņus. Ziemā tie bieži rada temperatūras paaugstināšanos un līdz ar to sekojošo atkusni, bet vasarā – vēsa un mitra laika iestāšanos. Cikloni ir Latvijai raksturīgo neregulāro un kraso laika apstākļu maiņu galvenais cēlonis. Anticiklona ietekmē, kas veidojas ieplūstot kontinentālām gaisa masām, ilgstoši pastāv skaidrs laiks ar lielām temperatūras svārstībām. Anticiklona apstākļos vasaras ir siltas, pat karstas, bez nokrišņiem. Rudens otrajā pusē un ziemā anticiklons bieži atnes skaidru un aukstu laiku ar stipru salu. (Zirnītis, 1968);⁴.

Latvijā gaisa temperatūra ziemā mainās virzienā no rietumiem uz austrumiem. Atlantijas okeāna un Baltijas jūras sildošās darbības ietekmē piekrastē ir siltāks nekā valsts austrumu rajonos. Visbargākās ziemas Latvijā parasti ir Vidzemes un Alūksnes augstienē, kur vidējā minimālā temperatūra ir no -24 līdz -28 °C. Latvijas austrumu rajonos temperatūra pazeminās pat zem -30 °C. Piekrastē ziemas ir maigākas un vidējā minimālā temperatūra ir no -18 līdz -24 °C.⁴

Klimata reģionālās atšķirības nosaka attālums līdz Atlantijas okeānam, Baltijas jūra un Rīgas jūras līcis. Attālinoties no Atlantijas okeāna un Baltijas jūras, samazinās jūras klimata iezīmes un pieaug kontinentalitātes pazīmes (palielinās gada gaisa temperatūras diennakts amplitūda, samazinās nokrišņu daudzums, ziemas kļūst bargākas un vasaras karstākas). Piekrastes rajonos ir mazākas temperatūras svārstības, kas izskaidrojams ar to, ka jūras ūdens vasarā ir uzkrājis lielu siltuma daudzumu, tādēļ arī rudenī un ziemas piekrastes rajonos ir siltāki nekā dziļāk sauszemē. Pavasaris un vasara piekrastes rajonos ir vēsāki, jo jūras ūdens sasilst lēnāk nekā sauszeme, tāpēc augu veģetatīvā attīstība notiek vēlāk nekā citviet iekšzemes reģionos. Vislabāk to raksturo temperatūras gada amplitūda, starpība starp vissiltākā un visaukstākā mēneša vidējo temperatūru (piemēram, Alūksnes augstienē vidējā temperatūra janvārī ir -7.5 °C, bet jūlijā 16.5 °C).⁴

Augļaugu attīstības gada cikla normālai norisei noteiktos auga attīstības periodos ir jābūt optimālam temperatūras režīmam. Dažādu ģinšu un šķirņu augiem šis temperatūras režīms ir atšķirīgs, taču vairumam augļaugu veģetācijas periodā minimālā temperatūra ir 5 °C (Kārklīšs, 1958). Meteoroloģiskie dati liecina, ka vidējā diennakts temperatūra 5 °C vispirms iestājas Latvijas dienvidaustrumos (ap 13. aprīli), bet visvēlāk Kurzemes ziemeļos. Rudenī vidējā diennakts temperatūra zem 5 °C vispirms noslīd Vidzemes Centrālajā augstienē (ap 15. oktobri), bet visvēlāk Latvijas rietumos, ap 11. novembri. Visilgākais veģetācijas periods ir Liepājā (210 dienas), Zemgales līdzenumā tas ilgst 200 līdz 205 dienas, bet vidus un austrumu zonā tas ilgst vidēji 180 dienas.

^{3; 4} <http://meteo.times.lv/klimats.htm> [tiešsaiste] [skatīts 13.02.2011.]

Līdz ar to veģetācijas perioda ilguma atšķirības dažādās Latvijas vietās ir 3 līdz 4 nedēļas (Zirnītis, 1956; Zirnītis, 1968; Kārklīšs, 1958). Augļkoku ziemcietība ļoti atkarīga no dziļā miera perioda, tam beidzoties, ziemcietība krasi samazinās, tāpēc siltums ziemā ir kaitīgs. Augļaugu ziemcietību mūsu klimatiskajos apstākļos stipri samazina siltie un garie rudenī, biežie atkušņi un saule ziemas perioda beigās (februārī – martā), kas, sasildot augļaugus, izraisa piespiedu miera perioda izešanu (Kārklīšs, 1958).

Valdošās mitrās jūras gaisa masas nodrošina lielu nokrišņu daudzumu, kas Latvijā vidēji ir 600 – 700 mm. Augstienēs nokrišņu daudzums ir par 15 – 20% lielāks nekā līdzenumos. Nokrišņu daudzums ziemā ietekmē sniega segas biezumu. Zemā temperatūra un lielais nokrišņu daudzums nosaka, ka parasti visbiežākā sniega sega Latvijā, kas pārsniedz 50 cm biezumu, ir Vidzemes un Alūksnes augstienē. Piejūrā sniega sega ir nepastāvīga. Latvijā sniega segas biezumu ietekmē biežie atkušņi, kas veidojas ieplūstot siltajām gaisa masām no Atlantijas okeāna. Tie nelabvēlīgi ietekmē augu ziemošanu. (Zirnītis, 1968);⁵

Pēc ilggadīgiem novērojumiem Latvijā aprīļa mēnesī vidējais nokrišņu daudzums ir 41 mm, maijā 49 mm, jūnijā, jūlijā, augustā un septembrī vidēji mēnesī izkrīt 64 līdz 78 mm nokrišņu⁶. Vasaras mēnešos izkrīt aptuveni 70% no gada nokrišņu daudzuma (vidēji 400 līdz 500 mm). Pierādīts, ka augi izmanto 30 līdz 60% no nokrišņiem, jo daļa no tiem augiem zūd ūdenim iztvaikojot un noplūstot pa augsnes virsmu, apmēram 300 mm ūdens gadā no augsnes, augļu koki izmanto transpirācijā (Unger, Howell, 1999). Audzējot krūmmellenes, nepieciešams nodrošināt 25 līdz 37 mm ūdens nedēļā (Highbush Blueberry Production Guide, 1992; Gough, 1994; Trehane, 2004).

Zemgales līdzenuma klimats atšķiras no pārējo Latvijas rajonu klimata galvenokārt ar nelielo nokrišņu daudzumu un lielām temperatūras summām veģetācijas periodā. Tā kā līdzenums atrodas zemes virsas pazeminājumā, kuru no jūras puses nožogo Kurzemes augstieņu grēdas, tas pieder pie nokrišņiem nabadzīgākajiem rajoniem Latvijā (nokrišņu summa gadā ap 550 mm, siltajā gadalaikā mazāk par 400 mm). Rajonam raksturīga plāna sniega sega (lielākais sniega segas biezums sniega bagātās ziemās ir apmēram 20 cm) un valstī vismazākie ūdens krājumi pavasarī (apmēram 40 mm). Šo iemeslu dēļ Zemgales līdzenumā ir vismazākā notece Latvijā (gada noteces slāņa biezums apmēram 200 mm). Zemgales līdzenuma novietojums Latvijas dienviddaļā nodrošina lauksaimniecības kultūraugiem labvēlīgus siltuma apstākļus: tāpat kā visā pārējā Viduslatvijas un Austrumbaltijas dienviddaļā, tur ir siltas vasaras (gaisa vidējā temperatūra jūlijā 17 – 17.5 °C). Aktīvo temperatūru (augstāka par 10 °C) summa veģetācijas periodā ir viena no lielākajām visā Latvijā (tā pārsniedz 2000 °C).⁶

Apkopojums. Latvijas novietojums mitrā, mērenā klimata zonā nosaka šeit vērojamo fenoloģisko sezonālītāti. Augļaugu attīstības gada cikla normālai norisei noteiktos auga attīstības periodos ir jābūt optimālam temperatūras režīmam. Dažādu sugu, ģinšu un šķirņu augiem šis temperatūras režīms ir atšķirīgs. Literatūras avotu studijas ļauj secināt, ka krūmmelleņu audzēšana Latvijas klimatiskajos apstākļos ir iespējama, bet, ņemot vērā ekstremālās gaisa temperatūras, sniega segas biezumu un ilgumu ziemošanas periodā, kā arī nokrišņu daudzumu un tā sadalījumu, rūpīgi jāizvēlas audzēšanai piemērotākās krūmmelleņu sugas un šķirnes, kā arī audzēšanai piemērotas vietas. Ņemot vērā to, ka augi izmanto 30 līdz 60% no nokrišņiem, dabiskā veidā Latvijas klimatiskajos apstākļos krūmmelleņu nodrošināšana veģetācijas periodā ar mitrumu ir vairāk kā nepietiekama.

⁵ <http://meteo.times.lv/klimats.htm> [tiešsaiste] [skatīts 15.02.2011.]

⁶ Latvijas klimatiskie raksturojumi. Pieejams www.meteo.lv [tiešsaiste] [skatīts 15.02.2011.]

Zinātniskajās publikācijās norādīts, ka krūmmelleņu ziemcietību un ražošanu ietekmē konkrētās audzēšanas vietas reljefs un agroklimatiskie apstākļi, tādēļ jānoskaidro krūmmelleņu jutība pret temperatūras svārstībām Latvijas klimatiskajos apstākļos rudens un ziemas periodā.

1.5. Krūmmelleņu augšanu un ziemcietību ietekmējošie abiotiskie faktori

Augsne, mitrums un temperatūra ir vieni no galvenajiem abiotiskajiem faktoriem, kas ietekmē krūmmelleņu audzēšanu. Auga spēja izturēt apkārtējās vides stresus lielā mērā ir atkarīga no klimatiskajiem apstākļiem, auga veselības stāvokļa un vides apstākļiem pirms stresa.

1.5.1. Augsne un mitrums

Krūmmelleņu audzēšanai nepieciešamas skābas, labi aerētas, smilšainas augsnes ar augstu organisko vielu saturu (ne mazāk kā 3.5%, optimālais humusa saturs 7%). Piemērotākā augsnes reakcija ir robežās no pH_{KCl} 4.0 līdz 5.2, optimālā augsnes reakcija ir pH_{KCl} 4.3 līdz 4.8 (Peйман 1984; Korcak, 1986; Trehane, 2004, Rieger, 2006). Polijā eksperimentos pierādījās, ka krūmmellenes labi ražo arī tad, ja augsnes reakcija ir robežās no 3.5 līdz 4.0 (Smolarz, 2009). Krūmmelleņu ražošana pazeminātā augsnes reakcijā iespējama, ja ir augsts organiskās vielas saturs (Highbush Blueberry Production Guide, 1992). Zemākā augsnes reakcijā augiem parādās hloroze un pazeminās nepieciešamo minerālo elementu uzņemšana (Haynes, Swift, 1985; Korcak, 1988). Tomēr šajā jautājumā nav vienotības, jo Dž. Mūrs (Moor, 1993b) savā pētījumā apraksta veiksmīgu krūmmelleņu audzēšanu kalnainā apvidū, minerālaugsnē ar zemu organisko vielu saturu un augstāku par optimālo augsnes reakciju. Nozīmīgs krūmmelleņu audzēšanu ierobežojošs faktors pie augstas augsnes reakcijas, ir to nespēja efektīvi izmantot dzelzi (Brown, Draper, 1980). Taču saskaņā ar R. Haines un R. Svifta (Haynes, Swift, 1985) pētījumiem, augsnēs ar augstu augsnes pH līmeni, audzēšanas ierobežojošais faktors drīzāk ir magnija nevis dzelzs trūkums.

Krūmmellenes iespējams audzēt minerālaugsnēs ar augstu organiskās vielas saturu un smagāku granulametrisko sastāvu (mālainākās augsnēs). Smagākās augsnēs krūmmellenes stāda vagās, pildot tās ar kūdru, tādējādi uzlabojot ūdens un gaisa režīmu. Tomēr, pie krasām temperatūras maiņām ar periodisku augsnes virsējā slāņa sasaldšanu, smagās augsnēs var tikt traumētas krūmmelleņu saknes. Rietumu Kanādā pagājušā gadsmita 60. gados šāda veida novērojumi lika šaubīties par krūmmelleņu tālāku kultivēšanu (Townsend, Hall, Aalders et al., 1964; Kender, Eggert, Franklin et al., 1966; Korcak, Galetta, Draper et al., 1982).

Pēc jau veiktajiem pētījumiem, krūmmellenes iesaka audzēt augsnēs ar organisko vielu saturu 20 līdz 50% (kūdras augsnēs), ja ir piemērota augsnes reakcija un drenāža. Problēmas šādās augsnēs ietver pārmērīgu sedimentāciju un eroziju, kā arī lēnu iesilšanu pavasarī, pārmērīgu slāpekļa iznesi rudenī un zemu Zn, Cu un Fe saturu (Highbush Blueberry Production Guide, 1992; Rieger, 2006).

Krūmmellenēm ir relatīvi zemas prasības pēc barības vielām, bet tās ir jutīgas uz pārmēslošanu. Mēslojuma daudzums ir atkarīgs no augsnes struktūras, barības vielu izskalošanās, erozijas un augsnes apstrādes (Gough, 1994). Krūmmelleņu augšanai un attīstībai ir nepieciešami visi barības elementi: slāpekļis, fosfors, kālijs, kalcijš, sērs, magnijs, dzelzs, bors, varš, cinks u.c. mikroelementi. Ieteicamais slāpekļa daudzums

(tīrvielā) ir 45 kg uz ha⁻¹ (Gough, 1994). Vācu pētnieki E. Krügers un V. Naumans savā pētījumā norāda uz salīdzinoši zemām slāpekļa devām (36 līdz 41 kg ha⁻¹) krūmmelleņu audzēšanā (Krüger, Naumann, 1984).

Ļoti svarīgi ir izmantot pareizo slāpekļa formu. Amonija (NH₄⁺) forma krūmmelleņu audzēšanā ir labāks slāpekļa avots nekā nitrātu (NO₃⁻) forma (Townsend, 1967; Hearth, Eaton, 1968; Korcak, 1988), jo nitrāti var paaugstināt alumīnija koncentrāciju saknēs līdz toksiskam līmenim, savukārt amonija slāpeklim ir pretēja ietekme (Peterson, Mullins, Lietzke et al., 1987). Kālijam esot optimālā daudzumā, krūmmellenēm veidojas lielākas un intensīvāk krāsotas ogas, palielinās auga izturība pret slimībām, sausumizturība un salizturība (Riņķis, Ramane, 1989; Gough, 1994; Ripa, 1998). Augsts kalcija saturs augsnē aizkavē auga augšanu un apgrūtina citu barības elementu (mikroelementu, sevišķi mangāna) uzņemšanu, bet kalcija trūkums novērots reti. Optimālais kalcija saturs lapās ir 0.41 līdz 0.80%. Zinātnieki norāda, ka audzējot krūmmellenes, jāņem vērā, ka augsnē magnija un kalcija attiecībai jābūt 1:10, un kālija un kalcija attiecībai 1:5 (Hearth, Eaton, 1968).

Visi augi ir atkarīgi no adekvātas ūdens apgādes optimālai augšanai un attīstībai. Mitruma nodrošināšana augsnē mitros reģionos sevišķi nozīmīga ir augsnēs ar zemu mitruma ietilpību, jo 7 līdz 14 dienas bez nokrišņiem augos rada mitruma deficītu un ražas samazināšanos (Unger, Howell, 1999). Ir pierādīts, ka krūmmellenes negatīvi reaģē gan uz nepietiekamu mitruma daudzumu, gan uz pārmērīgu mitrumu (Highbush Blueberry Production Guide, 1992; Gough, 1994; Trehane, 2004).

Krūmmelleņu stādījumu ierīkošanai nepieciešama laba augsnes drenāža, lai uzturētu optimālo gruntsūdens līmeni 30 līdz 55 cm dziļumā (Craig, 1980; Highbush Blueberry Production Guide, 1992). Seklās sakņu sistēmas dēļ krūmmellenes ir pakļautas sausuma izraisītam stresam, un tām nepieciešams 25 līdz 37 mm ūdens nedēļā. Nepietiekama mitruma apstākļos nepieciešama laistīšana. Laistīšana visvairāk nepieciešama ogu veidošanās un nobriešanas fāzē (laikā no jūnija vidus līdz augusta beigām). Šajā laikā ieriešas ziedpumpuri nākamā gada ražai, kas tiek traucēta, ja augsnē ir nepietiekams mitruma daudzums (Gough, 1994; Trehane, 2004; Holzapfel, Hepp, Mariño, 2004). Zinātnieki ir secinājuši, ka krūmmellenes var izturēt nelielu applūšanu miera perioda laikā, bet ne aktīvās augšanas laikā (Highbush Blueberry Production Guide, 1992; Rieger, 2006). Ja augu veģetācijas laikā augsnes virskārtu divas līdz trīs dienas klāj ūdens, tas ir bīstami sakņu sistēmai, samazinās skābekļa daudzums un bieži vien augi iet bojā (Hearth, Eaton, 1973), kaut gan dažā literatūrā tiek minēts, ka visas *Vaccinium* sugas ir relatīvi izturīgas pret īslaicīgu augsnes virskārtas applūšanu (Rieger, 2006). Nobriedušiem krūmmelleņu augiem nepieciešams 2.5 līdz 4.9 m³ ūdens 100 m⁻² visā veģetācijas periodā (Gough, 1994). Eša krūmmellenes *V. ashei* ir sausuma un karstuma izturīgākas, salīdzinājumā ar augstajām krūmmellenēm *V. corymbosum* (Rieger, 2006).

1.5.2. Temperatūra

Mērenā klimata zonas kokaugi katru gadu ir pakļauti zemām negatīvām temperatūrām. Augu pārziemošana ir atkarīga no laika ziemā – sala intensitātes un ilguma, sniega segas izveidošanās laika un biezuma, atkušņiem un citiem meteoroloģiskajiem apstākļiem (Zirnītis, 1968). Augiem miera periods iestājas dažādu apkārtējās vides signālu rezultātā: reaģējot uz īsu fotoperiodu un pazeminātām temperatūrām. Miera periods un pazeminātas temperatūras nepieciešamība ir faktori, kas kontrolē kokaugu dzīves ciklu (Muthalif, Rowland, 1994).

Zinātniskajos pētījumos visvairāk analizētais faktors ir **gaisa temperatūra**. Pētījumā, kura izstrādē piedalījušies vairāk nekā 30 līdzautoru (Menzel, Sparks, Estrella et al., 2006), balstoties uz Eiropas fenoloģisko novērojumu datu bāzi, secināts, ka gaisa temperatūras izmaiņas ir galvenais fenoloģisko fāžu ietekmējošais faktors, jo pierādīts, ka, paaugstinoties gaisa temperatūrai par 1 °C, veģetācijas periods iestājas 2.5 dienas agrāk un beidzas 1 dienu vēlāk (Menzel, Sparks, Estrella et al, 2006). Pie tam agrās pavasara fāzes ir jūtīgākas pret temperatūras izmaiņām. Arī citi pētījumi norāda, ka fenoloģiskās fāzes galvenokārt atkarīgas un cieši korelē ar gaisa temperatūras izmaiņām, savukārt veģetācijas perioda beigas ietekmē citi faktori vai faktoru kopums (fotoperiods, mitruma apstākļi, ekstremālās gaisa temperatūras, jūras ietekme u.c.), kas līdz galam vēl nav noskaidroti. Fenoloģisko fāžu iestāšanās laikus ietekmē gan globāla, gan lokāla mēroga faktori, galvenokārt gaisa temperatūras izmaiņas (Menzel, 2002; Walter, Post, Convey et al., 2002).

1.1. tabulā apkopoti meteoroloģiskie rādītāji lielākajos krūmmelleņu audzēšanas reģionos Ziemeļamerikā (ASV un Kanādā), divās Eiropas (Vācija un Polija) un Baltijas valstīs.

1.1. tabula

**Vidējie meteoroloģiskie rādītāji augsto krūmmelleņu audzēšanas reģionos
Ziemeļamerikā, Eiropā un Baltijas valstīs⁷**
(Pliszka, 1983; Kozuchowski, Degirmendžić, 2005)

Reģioni	Vidējā gada temperatūra, °C		Absolutā minimālā gaisa temperatūra, °C	Veģetācijas perioda garums, dienas	Vidējais nokrišņu daudzums gadā, mm
	janvārī	jūlijā			
ASV					
Florida	14.2	26.6	12.6	365	1310
Indiana	-3.3	23.0	-10.6	210	1060
Minnesota	-13.4	20.5	-30.6	165	693
Ņūdžersija	-0.6	23.8	-2.1	210	1196
Masačuseta	-3.9	21.1	-19.9	180	1072
Mena	-10.3	18.8	-16.9	165	1211
Kanāda					
Jaunskotija	-2.4	23.7	-11.8	155	1290
Ontario	-5.5	24.1	-29.4	155	840
Vācija					
Ziemeļvācija	3.5	21.7	-3.0	221	637
Centrālā daļa	2.4	23.5	-6.8	228	739
Polija	- 3.5	17.5	- 35.0	223	550
Lietuva ⁸	- 4.9	17.0	- 31.0	186	500
Latvija	-5.4	17.0	-37.1	186	675
Igaunija	-6.2	16.7	-39.0	180	568

Dati 1.1. tabulā liecina, ka krūmmellenes var audzēt plašā ekoloģiskajā amplitūdā. Tās ir plastiskas attiecībā pret klimatiskajiem faktoriem, bet katrā audzēšanas reģionā jāizvēlas piemērotākās krūmmelleņu sugas un šķirnes.

⁷ <http://www.currentresults.com/Weather-Extremes/index.php> [tiešsaiste] [skatīts 13.05.2011.]

⁸ Lithuania's second national communication under the Framework Convention on Climate Change. Pieejams <http://unfccc.int/resource/docs/natc/litnc2.pdf> [tiešsaiste] [skatīts 04.06.2011.]

Siltākajos reģionos, kā Florida, Čīle u.c., galvenokārt audzē dienvidu augsto krūmmelleņu *V. corymbosum* × *V. darrowi* un Eša krūmmelleņu *V. ashei* šķirnes. Ziemeļu reģionos lielākoties tiek audzētas ziemeļu augsto krūmmelleņu *V. corymbosum*, pusaugsto krūmmelleņu *V. corymbosum* × *V. angustifolium* šķirnes un zemās krūmmellenes *V. angustifolium*. Šo krūmmelleņu sugu un šķirņu izvēle katrā audzēšanas reģionā ir saistīta ar pazeminātas temperatūras perioda ilguma nepieciešamību, kas ir viens no galvenajiem krūmmelleņu audzēšanas ierobežojošiem faktoriem (Bañados, 2006; Rieger, 2006).

Latvijas meteoroloģiskie apstākļi pēc vidējās gada temperatūras un absolūtās minimālās gaisa temperatūras ir līdzīgi Jaunskotijas un Ontario apgabala (Kanāda), Minnesotas pavalsts (ASV) un Polijas meteoroloģiskajiem apstākļiem. Arī veģetācijas perioda garums un vidējais nokrišņu daudzums Latvijā ir līdzīgs kā iepriekšminētajos reģionos. Tomēr, audzējot krūmmellenes Latvijā, jāņem vērā šī augšaugu kultivēšanas ierobežojošie faktori: ekstremālās temperatūras, krūmmelleņu šķirņu spēja izturēt temperatūru svārstības un nokrišņu daudzums veģetācijas periodā.

Klimata prasības krūmmelleņu audzēšanā ir saistītas ne tikai ar optimālo temperatūru veģetācijas laikā, bet arī ar ekstremālām temperatūrām. Krūmmellenes, atkarībā no sugas, dziļā miera periodā var izturēt līdz -40 °C. Tās neiesaka stādīt vietās, kur gaisa temperatūra ziemas laikā regulāri ir zem -29 °C, kā izņēmums varētu būt pusaugstās krūmmelleņu *V. corymbosum* × *V. angustifolium* šķirnes, piemēram, 'Northblue' (Quamme, Stushnoff, Weiser, 1972). Savā pētījumā Minnesotā zinātnieki D. Vildungs un K. Sargents (Wildung, Sargent 1989) atzīmē, ka šķirne 'Northblue' var izturēt līdz -37 °C, pie nosacījuma, ka augs ir klāts ar 30 cm sniega kārtu. Ja sniega sega ir mazāka par 15 cm, sekas ir jauno dzinumu nosalšana un 100% ražas zaudēšana. Pēc iepriekš minētā, vietas ar ekstremāli zemām gaisa temperatūrām un plānu sniega kārtu krūmmelleņu audzēšanai nav piemērotas. Latvijā A. Ripa (1998) savos pētījumos novērojis, ka Latvijas Nacionālā Botāniskā dārza teritorijā 1986. / 87. gada ziemā -32 °C temperatūrā augsto krūmmelleņu stādījumā bija apsaluši tikai viengadīgie, nenobriedušie iepriekšējā gada dzinumi. Literatūrā minēts, ka augstajām krūmmellenēm *V. corymbosum* dzinumi iet bojā temperatūras robežās no -18 līdz -39 °C, atkarībā no aklimatizācijas pakāpes, bet miera periodā ziedpumpuri var tikt bojāti temperatūras robežās no -23 līdz -28 °C (Wildung, Sargent, 1989; Lyrene, 1993; Gough, 1994; Rieger, 2006). Turpretī Eša krūmmellenēm *V. ashei* dzinumi un ziedpumpuri iet bojā gaisa temperatūrā no -18 līdz -28 °C (Austin, 1978; Lyrene, 1993).

Literatūrā norādīts, ka krūmmelleņu ražu būtiski var ietekmēt pavasara salnas, bet rudens salnas ir maznozīmīgas. Bojājuma pakāpi ietekmē ziedpumpuru vai ziedu attīstības fāze, lapu skaits, kas pārklāj ziedus, temperatūra pirms sala un tā laikā, sala ilgums, vēja ātrums, mākoņainība un augsnes virsmas mitrums. Ir izpētīts, ka krūmmelleņu ziedi pilnzieda fāzē iet bojā -1.1 līdz 0 °C temperatūrā, neatvērušies ziedi iet bojā -2 °C, piebrieduši, bet vēl neatvērušies ziedpumpuri ir izturīgāki, tie iet bojā -6 °C (Gough, 1994; Marshall, Spiers, Smith, 2006; Longstroth, 2008a).

1.2. tabulā sniegts ziedpumpuru un ziedu attīstības fāžu apraksts, un minētas gaisa temperatūras, kurās ziedpumpuri un ziedi vēl necieš un ir spējīgi turpināt attīstīties un veidot augļus (Wildung, Sargent, 1989; Lyrene, 1993; Trehane, 2004; Rieger, 2006; Longstroth, 2008b).

**Krūmmelleņu ziedpumpuru izturība pret pazeminātām gaisa temperatūrām
atkarībā no attīstības fāzes**

Auga orgāns	Fenoloģiskā fāze	Apraksts
Ziedpumpurs	Cieši sakļāvies pumpurs	Nav redzama pumpuru briešana. Var izturēt -28 līdz -23 °C
	Pumpuru briešana	Acīm redzama pumpuru plaukšana, Atdalās pumpurzvīņas. Var izturēt -9 līdz -12 °C
	Pumpuru raisīšanās	Pumpurzvīņas nokritušas, redzami ziedu gali. Šajā attīstības fāzē var izturēt -6 līdz -9 °C
Auga orgāns	Fenoloģiskā fāze	Apraksts
Ziedpumpurs	Ciešs ziedkopas ķekars	Saskatāmi atsevišķi ziedi. Iztur -4 līdz -6 °C
Ziedi	Agrīnā rozā pumpuru fāze	Daļēji atvērušies ziedi ir viegli saskatāmi un atšķirami. Ziedlapas sakļāvušās. Šajā fāzē var izturēt - 4 līdz - 5 °C
	Vēlīnā rozā pumpuru fāze	Atsevišķi ziedi pilnībā attīstījušies, zieda vainags attīstījies, bet joprojām sakļauts. Var izturēt -3 līdz -4 °C
	Ziedēšanas sākums	Atsevišķi ziedi pilnībā attīstījušies un atvērušies, bet daļa ziedu vēl ciet. Var izturēt -2 līdz -4 °C
	Pilnzieds	Lielākā daļa ziedu ir atvērušies un spēj izturēt līdz -2 °C
	Ziedlapu nomešana	Zieda vainaglapas nokritušas, redzamas mazas zaļas ogas. Šajā stadijā salnas ir visbīstamākās (var ciest pat pie 0 °C)

Amerikāņu pētnieks M. Longtrots (Longstroth, 2009) savos pētījumos norāda, ka pavasara salā -6 °C, kas ilga līdz 6 stundām, atvērušies ziedi bija būtiski bojāti, turpretī piebrieduši, bet vēl neatvērušies ziedpumpuri bojāti mazāk. Veģetatīvie pumpuri, kas sākuši plaukt (vēlā zaļo konusu fāze) iepriekšminētos apstākļos, bija gājuši bojā vai stipri cietuši. Bojājumu struktūra liecina, ka lapu pumpuri briešanas un agrīnās augšanas fāzē ir jutīgāki nekā ziedpumpuri un var tikt bojāti temperatūrā zemākā par -6 °C, kas ziedpumpuriem rada nelielus bojājumus. Šajā pētījumā konstatēts, ka visvairāk cieta agri ziedošas krūmmelleņu šķirnes, tai skaitā 'Bluecrop', bet vēli ziedošai šķirnei 'Jersey' konstatēti nelieli sala bojājumi. Rezultātā šķirnes 'Bluecrop' raža samazinājās par 30 līdz 50%.

ASV pētnieki ir noteikuši krūmmelleņu izturību pret zemām temperatūrām atkarībā no to fenoloģiskās fāzes (Spiers, 1978; Gough, 1994, Trehane, 2004; Rieger, 2006; Longstroth, 2008b). Spiers (1978) pierādījis, ka kontrolētā vidē un mākslīgi radītā aukstumā, starp ziedpumpuru attīstības fāzēm un gaisa temperatūru, kas rada pumpuru un ziedu bojājumus, pastāv cieša apgriezta saistība. Lapu pumpuriem nepieciešams ilgāks pazeminātu temperatūru periods, līdz ar to ir mazāka iespēja ciest no negatīvām temperatūrām. Tomēr jāņem vērā agroklimatisko apstākļu ietekme uz krūmmelleņu orgānu attīstību, jo, piemēram, ASV Mičiganas pavalstī krūmmellenēm ziedi un lapas attīstās vienlaicīgi, līdz ar to pavasara salnās var ciest gan ziedpumpuri, gan lapu pumpuri (Longstroth, 2009).

Pētījumā ar Eša krūmmellenēm norādīts, ka pavasara salnu ietekmē (-1.9 °C) šīs sugas krūmmellenēm ziedpumpuri un ziedi uzrāda augstāku izdzīvošanas spēju nekā ogas to agrīnā attīstības fāzē (Marshall, Spiers, Smith, 2006).

Veģetācijas nobeiguma posmā īsās rudens dienas un zemās gaisa temperatūras augos izraisa dziļā miera perioda iestāšanos. Miera perioda ilgums ļoti specifiski pieskaņots klimatiskajiem apstākļiem, kuros organisms veidojas (Kārkliņš, 1958; Генкель, Окнина, 1964; Tromp, 2005). Pazeminātas temperatūras perioda ilgums dažādām augļaugu sugām var variēt plašā amplitūdā, piemēram, no dažiem simtiem (110 – 460) CU mandelei līdz 1700 CU ābelēm un plūmēm. Arī starp augļaugu šķirnēm ir liela atšķirība aukstumstundu nepieciešamībā, piemēram, saldajiem ķiršiem ir nepieciešamas 520 līdz 1320 CU, skābajiem ķiršiem 620 līdz 1420 CU, bumbieriem 620 līdz 1540 un ābelēm 820 līdz 1710 CU (Tromp, 2005). Turklāt ir atšķirība arī starp augļaugu orgāniem, piemēram, sāndzinumiem vajag mazāk aukstumstundu nekā tā paša dzinuma gala pumpuriem, kā tas ir minēts eksperimentos ar ābelēm. Šajos pētījumos apstiprinājies fakts, ka ziedpumpuriem plaukšanai nepieciešams mazāk aukstumstundu nekā veģetatīvajiem pumpuriem (Kārkliņš, 1958; Jonkers, 1979; Faust, Liu, Wang et al., 1995), tādēļ ziedpumpuri plaukst agrāk par veģetatīvajiem pumpuriem.

Lai krūmmellenes varētu pilnvērtīgi attīstīties un ziedēt, miera perioda laikā tām ir nepieciešama gaisa temperatūra zem 6 – 7.2 °C (Spiers, Draper, 1974, Spiers 1976; Lyrene, 1993; Gough, 1994, Trehane, 2004; Rieger, 2006). Pazeminātas temperatūras periods krūmmelleņu sugām ir šāds:

- augstajām krūmmellenēm 800 līdz 1100 CU (Rieger, 2006), literatūrā minēts, ka minimālais aukstumstundu skaits ir 650 – 680 (Ripa, 1998),
- Eša krūmmellenēm 350 līdz 800 CU (Spiers, Draper, 1974, Spiers 1976; Rieger, 2006),
- dienvīdu augstajām krūmmellenēm 200 līdz 700 CU (Lyrene, 1993; Rieger, 2006),
- zemajām krūmmellenēm vairāk kā 1000 CU (Hancock, Draper, 1989; Eck, 1998; Hancock, 2006).

Zemo temperatūru bojājumi samazina krūmmelleņu ražu daudzos krūmmelleņu audzēšanas reģionos. Gaisa temperatūras negatīvā ietekme ir atkarīga no auga aklimatizācijas un deaklimatizācijas pakāpes. Bojājumi var būt rudenī, kad audi iziet aklimatizācijas (norūdīšanās) procesu, ziemas vidū, kad audi ir pilnībā aklimatizējušies vai arī pavasarī - deaklimatizācijas laikā. Ziedpumpuru un dzinumu audiem aklimatizācijas sākās oktobrī, bet maksimumu ziemcietībā var arī nesasnēgt līdz pat decembrim vai janvārim (Constante, Boyce, 1968; Bittenbender, Howell, 1976). Ziedpumpuri deaklimatizāciju sāk drīz pēc ziemcietības maksimuma sasniegšanas, līdz ar to ziedpumpuru bojājumi var rasties ziemas beigās vai pavasara sākumā (Bittenbender, Howell, 1976).

Augu augšanu un attīstību ietekmē ne tikai zemas gaisa temperatūras. Pierādīts, ka krūmmellenes īsu laiku var izturēt arī augstas gaisa temperatūras, pat līdz 50 °C, bet lapu temperatūra augstāka par 30 °C var būt cēlonis iekšējā ūdens deficītam, saules apdegumiem, hlorozei, floēmas un kambija atmiršanai, nevienmērīgai ogu nogatavošanai un vājai krāsošanai (Hartmann, Kofranek, Rubatsky et al., 1988). Amerikāņu krūmmelleņu pētnieki atzīmē, ka starp krūmmelleņu šķirnēm pastāv atšķirība to karstumizturībā, piemēram, augsto krūmmelleņu *V. corymbosum* šķirnes 'Jersey', 'Elliott' un 'Rubel' ir būtiski izturīgākas pret karstumu nekā šīs pašas sugas šķirnes 'Spartan', 'Bluejay' un 'Patriot' (Hancock, Haghghi, Krebs et al., 1992).

Augsto krūmmelleņu audzēšanai ideāla ir silta vasara ar temperatūru 20 – 25 °C. Temperatūra ietekmē ne tikai krūmmelleņu ziemcietību, bet arī ogu garšu un ziedpumpuru

diferencēšanos nākamā gada ražai. Pētījumos pierādīts, ka mazāk saldās un ar neizteiktāku aromātu ienākas ogas, ja to nogatavošanās laikā temperatūra ir zem 16 °C. Tāds pats efekts ir, ja ogu ienākšanās laikā ir stiprs lietus vai pārmērīga laistīšana. Savukārt ziedpumpuru ieriešanos nākošā gada ražai veicina silts laiks (temperatūra robežās no 16 līdz 24 °C) un dienas garums (Hall, Ludwig, 1961; Trehane, 2004; Bañados, Strik, 2006).

Fenoloģisti pētījumos par vides faktoru ietekmi uz augu attīstību noteikuši, ka veģetācijas perioda sākums (pavasara fenoloģiskās fāzes) ir saistīts ar iepriekšējā mēneša gaisa temperatūru (Menzel, 2003; Ahas, Aasa, 2006), bet A. Ģermanis (2001) atzīmē, ka nokrišņi nav limitējošais faktors augu attīstībai Latvijā, kā tas ir Vidusjūras reģionā, kur augu fenoloģisko fāžu iestāšanās laiks ir būtiski saistīts ar nokrišņu daudzumu. Latvijā būtiska loma fenoloģisko fāžu iestāšanās laikam ir sniega segas biežumam un ilgumam, it īpaši veģetācijas perioda sākumā (Ģermanis, 2001). Arī augu pārziemošanā sniega segai ir liela nozīme, jo tai ir 10 reizes lielāka termoizolācijas spēja nekā augsnei. Zem sniega augsnes temperatūra ziemāju cerošanas mezgla dziļumā (3 cm) ir daudz augstāka un vienmērīgāka visu ziemas laiku nekā augsnē bez sniega (Zirnītis, 1968).

Apkopojums. Krūmmelleņu audzēšanai nepieciešamas skābas, labi aerētas, smilšainas augsnes ar augstu organisko vielu saturu. Piemērotākā augsnes reakcija ir robežās pH_{KCl} 4.0 līdz 5.2 (optimālā 4.3 līdz 4.8). Audzēšanai var izmantot arī minerālaugsnes ar augstu organiskās vielas saturu un vieglāku granulametrisko sastāvu (smagās granulometriskā sastāva augnēs pie krasām temperatūrās svārstībām krūmmelleņu saknes var tikt traumētas). Krūmmellenēm ir relatīvi zemas prasības pēc barības vielām, bet tās ir jutīgas uz pārmēslošanu. Mēslojuma daudzums ir atkarīgs no augsnes struktūras, barības vielu izskalošanās, erozijas un augsnes apstrādes, līdz ar to regulāri jāveic augsnes un lapu analīzes. Informācijas par augšņu piemērotību un minerālo barošanas krūmmellenēm audzēšanai Latvijas agroklimatiskajos apstākļos praktiski nav.

Zinātnieki pierādījuši, ka fenoloģisko sezonu un fāžu iestāšanās laikus būtiski ietekmē gaisa un augsnes temperatūra, sniega segas biežums un ilgums, audzēšanas vietas mikroklimats, kā arī iepriekšējā vai konkrētā mēneša gaisa un augsnes temperatūra. Savukārt rudens fenoloģisko fāžu iestāšanās raksturs ir heterogēns un to būtiskāk ietekmē lokālie faktori.

Ņemot vērā krūmmelleņu sugu daudzveidību, liela nozīme sugu un šķirņu izvēlei konkrētos audzēšanas apstākļos ir to nepieciešamība pēc pazeminātas temperatūras perioda ilguma (aukstumstundu vienības), izturība pret ekstremāli zemām temperatūrām, kā arī izturības pret pavasara salu un salnām.

Krūmmelleņu šķirņu atšķirīgā reakcija uz agroklimatiskajiem faktoriem, nosaka to, ka audzējot krūmmellenes, jāizvēlas audzēšanas vietai piemērotas šķirnes.

1.6. Krūmmelleņu aukstumizturības un salcietības raksturojums

Zinātniskajās publikācijās atzīmēts, ka krūmmellenes var izturēt nelielas temperatūras svārstības, tās spēj lēni aklimatizēties temperatūrai pazeminoties rudens periodā un deaklimatizēties temperatūrai paaugstinoties pavasara periodā. Tomēr krūmmelleņu augšanu un attīstību ietekmē ekstremāli zemas temperatūras, kas var bojāt veģetatīvos un reproduktīvos audus (Gough, 1994). Pētījumos ir pierādīts, ka aptuveni 70% ražas zudumu rodas zemu temperatūru un sausuma ietekmē (Boyer, 1982).

Krūmmelleņu ziemcietība tiek definēta kā auga spēja pārciest daudzveidīgus stresa faktorus, īpaši tos, ko rada temperatūras svārstības miera perioda laikā (Gough, 1994).

1.6.1. Bioķīmiskie procesi ziemošanas laikā

Aklimatizācija ir auga norūdīšanās pazeminātu temperatūru, šūnu izžūšanas, īsa fotoperioda, sausuma un citu apkārtējās vides faktoru ietekmē (Xin, Browse, 2000; Arora, Rowland, Tanino, 2003; Howe, Aitken, Neale et al., 2003). Aklimatizācija augos notiek divās fāzēs: pirmā fāze sākas, kad beidzas augu veģetatīvā augšana, augu audos uzkrājas ogļhidrāti. Vislabvēlīgākie apstākļi tam ir saulainas rudens dienas, ar gaisa temperatūru dienā 5 līdz 10 °C, bet naktī pazemināts līdz 0 °C vai zemāk. Šādā laikā augi turpina asimilēt organiskās vielas, naktī nespēj šīs vielas izlietot, līdz ar to tās uzkrājas organismā. Otrā norūdīšanās fāze sākas līdz ar sala iestāšanos (-2 līdz -5 °C) un aktīvi turpinās līdz gaisa temperatūra sasniedz -15 °C (Kārklīšs, 1958; Zirnītis, 1968; Gough, 1994). Siltas, apmākušās rudens dienas neveicina ogļhidrātu uzkrāšanos, jo augšana turpinās, patērē cukurus un nenorūdās. Arī pārmērīgs mitrums neveicina uagu norūdīšanos (Zirnītis, 1968; Gough, 1994).

Salcietība ir augu spēja bez bojājumiem izturēt zemu negatīvu temperatūru un pēc sala izbeigšanās normāli turpināt fizioloģiskos procesus. Augu salcietība ir cieši saistīta ar augšanas procesiem, bet augšana – ar audu reducējošām spējām. Deaklimatizācija ir augu salcietības samazināšanās vai zaudēšana vides apstākļu ietekmē (Kalberer, Wisniewski, Arora, 2006). Deaklimatizācija gan dabiskā, gan kontrolētā vidē notiek straujāk (dažas dienas līdz nedēļas laikā) nekā aklimatizācija (pauzē nedēļas līdz mēnesis). Atšķirības aklimatizācijas un deaklimatizācijas procesā var būt saistītas ar atšķirīgu parētējamās enerģijas daudzumu. Aklimatizācija ir saistīta ar izmaiņām audu struktūrā un funkcijās, un tai nepieciešams vairāk enerģijas. Deaklimatizācija ir relatīvi enerģiju mazāk patērējošs process (Browse, Lange, 2004; Kalberer, Wisniewski, Arora, 2006).

Kokaugiem zināmas divas deaklimatizācijas formas, kuras mēdz dēvēt par „aktīvo” un „pasīvo” formu. Aktīvā deaklimatizācija ir augu reakcija uz būtiski paaugstinātu apkārtējās vides temperatūru, tā strauji progresē un ir saistīta ar plaša spektra strukturālām un funkcionālām pārmaiņām, kas saistītas ar augu augšanas atsākšanos. Parasti aktīvā deaklimatizācija notiek pavasarī, bet tā var notikt arī priekšlaicīgi ziemas laikā, kā reakcija uz īslaicīgu temperatūras paaugstināšanos. Turpretī, pasīvā deaklimatizācija ir augu stāvoklis pilnībā aklimatizējušiem augiem ziemas vidū līdz mēreni paaugstinātai (ap 5 °C vai mazāk) temperatūrai šajā laika periodā. Pasīvās deaklimatizācijas laikā lielas izmaiņas gēnu ekspresijā nav novērotas, kas galvenokārt saistīts ar ogļhidrātu rezervju iztērēšanu vielmaiņas paaugstināšanai (Kalberer, Wisniewski, Arora, 2006). Pētījumā par savvaļas mellenēm *V. myrtillus*, konstatēts, ka savvaļas melleņu ziedpumpuru priekšlaicīga atvēršanās notiek deaklimatizācijas laikā mākslīgi paaugstinot temperatūru tikai par 2.3 °C (Taulavuori, Laine, Taulavuori et al., 1997). Lauka apstākļos siltā ziemā (5 °C) savvaļas mellenēm novērota pasīvā deaklimatizācija (Örgen, 1996). Savukārt Īrijā netipiski siltās ziemās lapegles *Larix × eurolepis* sējeņi deaklimatizējas 4 līdz 5 nedēļas ātrāk nekā aukstās ziemās (O'Reilly, Harper, McCarthy, 2001). Amerikāņu pētnieki noteikuši, ka Eša krūmmelleņu *V. ashei* šķirnei 'Tifblue' un augsto krūmmelleņu *V. corymbosum* šķirnei 'Bluecrop' ziemcietība bija cieši saistīta ar deaklimatizēšanās izturību, bet šī sakarība nav attiecināma uz visām krūmmelleņu šķirnēm (Arora, Rowland, Ogden et al., 2004).

Pētījumi liecina, ka augiem ne vienmēr ir nepieciešams miera periods, lai novērstu deaklimatizāciju. Savvaļas mellenēm *V. myrtillus* nav atrasta saistība starp aukstumstundu nepieciešamību un deaklimatizācijas pretestību ne kontrolētā vidē (Arora, Rowland, Ogden et al., 2004), ne lauka apstākļos (Rowland, Ogden, Ehlenfeldt et al., 2005).

Deaklimatizācija un augšanas atjaunošanās ir saistītas ar audu / šūnu rehidrāciju. Dusošajos ziedpumpuros aklimatizācijas laikā ūdens no sala jutīgajiem, nenobriedušajiem ziediem un ziedkātiem plūst uz salcietīgajiem audiem, piemēram, pumpurzvīņām, kur tas

sasalst. Šī „sevišķā orgānu sasaldšana” var saglabāties visu ziemu pie zemām temperatūrām un dehidrācijas pat pēc iekšējā miera perioda beigām (Kaku, Iwaya-Inoue, Jeon, 1983). Šūnu dehidrācija samazina vielmaiņas aktivitāti un enerģijas patēriņu (Örgen, 1996).

1.6.2. Ūdens un ogļhidrāti augos

Organismu piemērošanās apkārtējai videi ir viens no svarīgākajiem izpētes objektiem, kas rūpīgi pētīts jau sākot ar 18. gadsimtu (Генкель, Окнина, 1964). Mērenā klimata zonas augļaugu izplatība un audzēšana ir atkarīga no augu salcietības. Nobriestot dzinumiem, izmainās protoplazmas koloidālās īpašības, samazinās kopējais ūdens daudzums, pieaug saistītā ūdens saturs, palielinās ogļhidrātu daudzums augos, kas kalpo kā enerģijas avots un palielina šūnās osmotisko spiedienu (Генкель, Окнина, 1964; Levitt, 1980; Pagter, Jensen, Petersen et al., 2008). Augu sala jutīgums nav attiecināms tikai uz nepietiekamu maksimālo salcietību, bet arī uz aklimatizācijas un deaklimatizācijas līmeni un garumu (Suojala, Linden, 1997).

Mērnā klimata augi ir aukstumizturīgāki, jo temperatūrai pazeminoties līdz 0 °C, tie neaiziet bojā, turpretī tropu un subtropu augiem aukstuma stresu var izraisīt temperatūras no nulles līdz pat 12 °C. Tas ir saistīts ar vielmaiņas traucējumiem, kavētiem sintēzes procesiem un augšanu. To pierādījuši dažādi eksperimenti ar aukstumneizturīgiem augiem. Noskaidrots, ka tiem pazeminātas temperatūras izmainījušas fermentu aktivitāti un elpošanas intensitāti daudz vairāk nekā aukstumizturīgiem augiem (Генкель, Окнина, 1964; Tromp, 2005).

Zemu, negatīvu temperatūru rezultātā, audiem sasaldot, notiek šūnu atūdeņošanās. Veidojas ledus kristāli gan starpšūnu telpās, gan uz šūnapvalka virsmas. Šūnas membrānas, īpaši plazmolemma, ir primārās vietas, kuras skar aukstuma izraisīti bojājumi. Kad plazmolemma ir bojāta, šķīstošo citoplazmas sastāvdaļu aizplūšana izraisa šūnas bojāeju. Šī iemesla dēļ nebojāta plazmolemma ir būtiska šūnas izdzīvošanā. Lai pasargātu membrānas no bojāšanās aukstuma apstākļos, arī to sastāvā notiek bioķīmiskas izmaiņas. Aukstuma apstākļos, membrānu uzturēšanai šķidrā fāzē, tajās samazinās sterolu daudzums un palielinās fosfolipīdu ar nepiesātinātajām taukskābēm proporcija. Ja aklimatizācija noritējusi veiksmīgi, ledus kristālu veidošanās notiek starpšūnu telpā. Bez membrānu bojājumiem, kurus izraisa spēcīga atūdeņošanās pazeminātā ūdens potenciāla starpšūnu telpā, pastāv arī citi faktori, kas veicina šūnu membrānu plīšanu: aktīvie skābekļa radikāļi un ledus kristālu mehāniska pielipšana (Tomashov, 1999).

Literatūrā minēta apgriezta saistība starp intensīvu transpirāciju un ziemcietību. Mitruma iztvaikošana ziemā notiek caur visiem virszemes orgāniem – lapām un pumpuriem (Генкель, Окнина, 1964). Mazāk ziemcietīgos augos rudenī ir lielāks ūdens saturs nekā ziemcietīgākos augos. Tas pierādīts eksperimentos ar augļaugiem. Pēc Procenko (Проценко, 1958) pētījumu rezultātiem, ziemā stipri cieš šķirnes, kas raksturojas ar augstu iztvaikošanas intensitāti. Novērojamās izmaiņas saistītā ūdens sastāvā ziemošanas laikā korelē ar ziemcietību.

Augu pārziemošanā liela nozīme ir ūdens režīmam. Ūdens kustība ziemošanas laikā no augsnes uz auga virszemes orgāniem notiek pie pozitīvām diennakts temperatūrām, arī ja temperatūra ir tuvu nullei. Ūdens kustība tiek pārtraukta, ja temperatūra stabili pazeminās zem -6 °C. Ir pierādīts, ka tuvojoties ziemai, ūdens saturs augos samazinās, bet pavasarī strauji palielinās (Генкель, Окнина, 1964; Kalberer, Wisniewski, Arora, 2006). Piemēram, hortenzijām ūdens saturs dzinumos būtiski samazinājās pirms tika novērotas jebkādas salcietības izmaiņas, kas vedina domāt, ka atūdeņošanās nav tieši saistīta ar aklimatizāciju (Pagter, Jensen, Petersen et al., 2008). Pētījumu rezultātā zinātnieki

nonākuši pie minējuma, ka, iespējams, ūdens satura samazināšanās dzinumos, ir īsās dienas ierosināta miera perioda attīstība (Wake, Fennell, 2000; Welling, Rinne, Vihera – Aarnio et al., 2004). Pierādīts, ka ūdens samazināšanās dzinumos sākas vienlaicīgi ar cietes satura paaugstināšanos. Ūdens satura samazināšanās parasti saistīta ar augu aukstumizturības palielināšanos (Guy, 2003). Iespējams, ka hortenziju dzinumos novērotās atšķirības ūdens saturā daļēji izskaidrojamas ar lielāku salcietību deaklimatizācijas laikā starp to sugām (Pagter, Jensen, Petersen et al., 2008).

Ir pierādīta saistība starp ūdens režīmu un ziemcietību augos (Генкель, Окнина, 1964; Órgen, 1996). Pētījumi Krievijā pierādīja, ka ziemā augļkoku viengadīgajos dzinumos saistītā ūdens daudzums strauji palielinās salīdzinājumā ar rudeni, bet brīvā ūdens daudzums samazinās. Saistītā ūdens daudzums ziemā sasniedz pusi no augļaugu audos esošā kopējā ūdens daudzuma. Konstatēs, ka ziemcietīgi augi miera perioda sākumā (aklimatizācijas procesā) ūdeni atdod vieglāk, vēlāk, tieši otrādi, tie iegūst spēju noturēt ūdeni (Самыгин, Матвеева, 1960, 1961).

Aklimatizācija ir aktīvs metabolisma process un tam gatavojoties, augiem nepieciešams asimilēt fotosintēzes produktus. Ogļhidrāti ir tiešs fotosintētiskās aktivitātes produkts, kas rada enerģijas rezerves augā. Enerģijas rezerves akumulējas augu orgānos (dzinumos, saknēs) visā aklimatizācijas laikā (Levitt, 1980). Rudenī daudzgadīgajiem augiem lielā koncentrācijā akumulējas šķīstošie cukuri, samazināties ogļhidrātu daudzums sāk ziemas beigās, bet krasa samazināšanās notiek agrā pavasarī, kad ogļhidrāti tiek patērēti elpošanas paātrināšanai un jaunu audu augšanai (Kramer, Kozlowski, 1979).

Dabā temperatūras pazemināšanās pirms sala izraisa nozīmīgas pārmaiņas membrānas un citoplazmas sastāvā. Aukstums izraisa šūnas citoplazmas osmotisko regulāciju uzkrājot citoplazmā vielas, kas kavē sasalšanu, labi šķīstošus savienojumus kā monosaharīdus un oligosaharīdus (saharozes, rafinozes un no rafinozes atvasinātie saharīdi: sahioze, verbaskoze un disaharīds melobioze), cukuru spirtus (sorbitols, mannitols, pinitols), poliamīnus (spermīns, spermidīns, putrescīns), sarežģītus slāpekļa savienojumus (glicīnbetaīns, alanīnbetanīns) vai prolīnu. Šie savienojumi novērš iekššūnas ledus kristālu veidošanos, pazeminot citoplazmas sasalšanas temperatūru (Генкель, Окнина, 1964; Kosová, Vitámvás, Prášil, 2007). Iekššūnas ledus kristāli izraisa neatgriezeniskus bojājumus šūnas struktūrā, kas parasti beidzas letāli. Izņēmumi ir šūnas, kuras var izturēt ļoti zemas temperatūras, jo to citoplazma pāriet stiklveida cietā fāzē, kas novērš iekššūnas struktūru mehānisku sabrukumu un ļauj šūnai izvairīties no ledus kristālu veidošanās citoplazmā. Iepriekšminētais ļauj secināt, ka citoplazmas šķīstošo cukuru sastāvam ir izšķiroša loma stiklveida stadijas veidošanā (Ingram, Bartels, 1996).

Liela nozīme augu ziemcietībā ir aizsargvielu (ogļhidrātu, glikozīdu, tauku u.c.) veidošanai un uzkrāšanai. Ir pierādīts, ka uz lapu krišanas brīdi, augļaugu audi piepildās ar cieti, kas, temperatūrai pazeminoties, hidrolizējas, bet izveidojušies cukuri pārvēršas taukos. Augļaugiem maksimālais cietes saturs audos uzkrājas dažādos laikos, piemēram, Turcijas apstākļos ābelēm oktobrī (Sivaci, 2006), Krievijā upenēm novembrī, bet ērkšķogām ciete lielos daudzumos saglabājas visu ziemu (Генкель, Окнина, 1964). Miera perioda laikā cietes saturs augu audos samazinās, bet pirms pumpuru plaukšanas novērtots cietes satura paaugstināšanās, kas pakāpeniski tiek patērēta augu augšanai un ziedēšanai (Генкель, Окнина, 1964; Sivaci, 2006). Samazinoties cietes saturam, ir novērota šķīstošo cukuru satura palielināšanās šūnās (Yoshioka, Nagai, Aoba et al., 1988). Cietei hidrolizējoties, veidojas cukuri, galvenokārt, monosaharīdi, bet bargākos ziemas apstākļos – disaharīdi (Генкель, Окнина, 1964).

Augu ziemcietības pētījumi pierāda, ka miera perioda ilgums ne visos gadījumos saistīts ar augstu ziemcietību. Izšķiroša nozīme ir nevis miera perioda ilgumam, bet gan tā dziļumam, t.i., protoplazmas īpašību izmaiņas līmenim un vielu pārveidošanai šūnās

norūdīšanās procesa laikā. Ziemešanas laikā ilgstoši atkušņi ļoti ietekmē augu ziemcietību. Augi ar dziļāku miera periodu mazāk reaģē uz atkušņiem. Pierādīts, ka atkušņa laikā cietes saturs paaugstinās. Strauji pazeminoties gaisa temperatūrai cietes saturs samazinās, šūnās parādās šķīstošie cukuri un nedaudz tauki. (Генкель, Окнина, 1964).

Augļaugu izturībā ziemešanas periodā liela nozīme ir šķīstošajiem ogļhidrātiem. Ābeļu, ķiršu, aprikožu, persiku un jāņogu pumpuros atzīmēta glikozes un fruktozes esamība. Glikozes un fruktozes izmaiņas ziemešanas periodā ir niecīgas un strauji samazinās miera periodam beidzoties. Pētījumi parādīja, ka šķīstošo cukuru saturs nedaudz palielinājās gaisa temperatūrai strauji pazeminoties (Генкель, Окнина, 1964; Sivaci, 2006). Saharozes neesamību vai ļoti mazo daudzumu ābeļu un ķiršu pumpuros un dzinumos miera perioda laikā var izskaidrot ar tās sintēzes aizturi saistībā ar pazeminātu brīvo aminoskābju saturu (Генкель, Окнина, 1964).

Ogļhidrātu metabolisms augos mainās gan pasīvās, gan aktīvās deaklimatizācijas laikā. Pasīvās deaklimatizācijas laikā šķīstošo cukuru daudzums samazinās (Kalberer, Wisniewski, Arora, 2006). Tas notiek tāpēc, ka zemā temperatūrā mitohondrālā elpošana ir palēnināta (Örgen, 1996; Örgen, 1997). Savukārt elpošana ir izturīgāka pret šūnu dehidrāciju un atkušņa stresu (Steffen, Arora, Palta, 1989). Lineāra korelācija konstatēta starp šķīstošo cukura līmeni un priežu skuju ziemcietību pēc to pakļaušanas paaugstinātām temperatūrām, kā rezultātā cukura līmenis samazinājās par 54% (Örgen, 1997). Aktīvās deaklimatizācijas laikā ir novērota līdzīga cukura daudzuma samazināšanās šūnās. Arī pētījumi ar savvaļas mellenēm *V. myrtillus* liecina, ka pasīvā deaklimatizācija ir saistīta ar osmozes samazināšanos, tai skaitā šķīstošo cukuru samazināšanās (Örgen, 1997).

Pēc dažu autoru domām, monosaharīdu daudzums nav saistīts ar augu ziemcietību (Levitt, 1958; Durmanov, 1963), un vajadzētu noskaidrot tieši rafinozes lomu augos un tās saistību ar augu ziemcietību. Krievu zinātnieka Hristo (Христо, 1962) pētījumu rezultāti norāda, ka šķīstošo cukuru saturs ziemcietīgu ābeļu šķirnēs Dienvidsibīrijas apstākļos var kalpot kā pazīme augu salcietības līmeņa noteikšanai, nosakot rafinozes saturu dzinumos. Pēc viņa pētījumiem, ziemcietīgu ābeļu šķirņu dzinumos ziemā ir palielināts rafinozes saturs. Glikoze un fruktoze ābeļu dzinumos atrodas visu miera perioda laiku. Pazeminoties temperatūrai, to saturs paaugstinās, bet pavasarī – pazeminās. Pētījumos ar ābeļu šķirnēm, ar dažādu ziemcietības pakāpi, nepierādījās būtiskas atšķirības saharozes saturā, lai gan ir zināma tās nozīme augu ziemcietības veidošanā (Христо, 1962). Specifisko ogļhidrātu izmaiņas var notikt deaklimatizācijas laikā, kaut gan nav skaidra attiecība starp kopējo cukuru daudzumu un ziemcietību. Tomēr, rafinozes grupas oligosaharīdu koncentrācija un galaktoze saistās ar ziemcietību deaklimatizācijas laikā. Svarīgi atzīmēt, ka iespējamā rafinozes grupas oligosaharīdu funkcija ir aizsargāt membrānas pret sala izraisītu izžūšanas stresu (Kalberer, Wisniewski, Arora, 2006).

Pētījumā ar hortenzijām pierādīs, ka rafinozes koncentrācija dzinumos ir saistīta ar LT_{50} daudzumu, kas ir norādījums uz šo ogļhidrātu šķietamo lomu salcietībā. Saharozes un rafinozes aizsardzības funkcijas var būt attiecināmas to spējai stabilizēt membrānas un proteīnus sala izraisītas atūdeņošanās laikā. Arī šajā pētījumā šķīstošo cukuru koncentrācijas paaugstināšanās sakrīt ar cietes koncentrācijas samazināšanos. Pētījumā gan nav novērota saistība starp genotipu un šķīstošo ogļhidrātu koncentrāciju, tomēr mazāk ziemcietīgas sugas uzrāda augstāku šķīstošo ogļhidrātu daudzumu, tādējādi akumulēto šķīstošo ogļhidrātu veids un / vai akumulēšanās laiks var būt daudz kritiskāks nekā absolūtais tā daudzums. Novērotās atšķirības ogļhidrātu metabolismā var būt izskaidrojamas arī ar sugu metabolisma specifiskām iezīmēm (Pagter, Jensen, Petersen et al., 2008).

Pētot ābeles konstatēts, ka aukstumizturība pozitīvi korelē ar cukura daudzumu dzinumos (Rease, Williams, Billingsley, 1978). Sivaci (2006) pētījuma rezultāti norāda, ka

Turcijas apstākļos augstākais šķīstošā cukura daudzums bija februāra mēnesī, bet zemākais maijā, un arī šķirņu robežās pastāv atšķirības cukuru koncentrācijās dažādās augu daļās. Arī pētījumos ar dekoratīvajiem augiem pierādīts, ka šķīstošo cukuru koncentrācija palielinās rudenī pazeminoties temperatūrai, augstāko līmeni sasniedzot ziemā (Pagter, Jensen, Petersen et al., 2008).

Pētījumos par kokaugu (ābeles un cukura kļava) ziemcietību pierādīts, ka dažāda auga vecuma daļas atšķirīgi adaptējas pazeminātas temperatūras apstākļos (Kārklīšs, 1958; Wong, Staats, Burneind, 2005), līdz ar to dažāda auga vecuma daļas ir ar atšķirīgu ziemcietību.

Pētījuma rezultāti ar savvaļas mellenēm *V. myrtillus* Somijas apstākļos liecina, ka pat neliela temperatūras paaugstināšana (par 2 līdz 3 °C) samazina melleņu ziemcietību, par ko liecināja glikozes, fruktozes un saharozes satura samazināšanās (Taulavuori, Laine, Taulavuori, 1997), kas pierāda šķīstošo ogļhidrātu satura izmaiņas temperatūras ietekmē.

Aklimatizēšanās process augos ietver divus galvenos aspektus: šūnas metabolisma un funkciju pielāgošanās apstākļiem, kurus nosaka zema temperatūra un salcietības ierosināšana. Pirmais aspekts atšķir augus, kuri ir jutīgi pret dzesēšanu, no augiem, kuri iztur dzesēšanu. Otrais aspekts atšķir augus, kas ir izturīgi pret dzesēšanu, bet ir jutīgi pret saldēšanu no augiem, kas ir salcietīgi (Kosová, Vitámvás, Prášil, 2007). Piemēram, neaklimatizējušies rudzi aiziet bojā, ja tiek ievietoti -5 °C temperatūrā, bet, ja tie pirms ievietošanas pazeminātā temperatūrā iziet aklimatizācijas procesu, tad spēj izdzīvot pat -30 °C temperatūrā (Tomashow, 1999). Bez ievietošanas zemā temperatūrā vēl vismaz divi citi faktori var ierosināt salcietību: ABS ārēja pielietošana koncentrācijās starp 10^{-4} un 10^{-5} M (tā ir augstāka koncentrācija nekā augu fizioloģijā sastopama) un kontrolēta augu audu žāvēšana. Lai gan nav zināms, ka žāvēšanas laikā augu šūnās palielinās ABS koncentrācija, stipri iespējams, ka abi minētie faktori ir savstarpēji saistīti (Sakai, Larcher, 1987, Kosová, Vitámvás, Prášil, 2007).

Auga pāreja no aklimatizētas stadijas uz deaklimatizētu ir saistīta ar atjaunotu augšanu un šūnu hidratāciju (Kalberer, Wisniewski, Arora, 2006). Maksimālas salcietības sasniegšana aklimatizējoties bieži prasa vairākas nedēļas zemas temperatūras apstākļos, bet salcietības zaudēšanai pietiek ar dažām dienām pietiekami augstā temperatūrā. Tomēr salcietīgi augi parasti saglabā zināmu salcietības līmeni un var ātri reaklimatizēties pēc atkārtotas nonākšanas zemās temperatūrās (Browse, Lange, 2004). Pēc citu zinātnieku pētījumiem (Taulavuori, Laine, Taulavuori, 1997) augi deaklimatizāciju iziet temperatūrā virs 0 °C, pie kam jo zemāka temperatūra, jo ilgāks laiks nepieciešams.

Augsta salcietības līmeņa uzturēšana ziemā tiek kontrolēta ar vairākiem ģenētiskiem mehānismiem. No šajos mehānismos iesaistītajiem gēniem šobrīd vairāk pētīti ir ar jarovizāciju saistītie gēni graudaugos un fotoperiodiski aktivētie gēni (Welling, Rinne, Vihera – Aarnio et al., 2004). Liela nozīme augu salcietībā ir tam, kādā attīstības stadijā ir augs. Kokaugu ziemcietība raksturojas nevis ar noteiktu izsalšanas kritisko temperatūru, bet ar sasalšanas maksimālo ātrumu, kā to savos darbos norādīja krievu zinātnieki I. Tumanovs (Туманов, Красавцев, 1962) un G. Samigins (Самыгин, 1960).

Apkopojums. Uz fizioloģiskiem un reproduktīviem procesiem augā iedarbojas gan ārējie (temperatūra, gaisma, ūdens apgāde un barošana), gan iekšējie faktori (ogļhidrāti, ūdens). Ziemcietībai ir vairākas komponentes nevis tikai salcietība. Piemēram, izturība pret izžūšanu, izsušanu, kā arī izturība pret applūšanu ir svarīgas ziemcietības komponentes, jo Latvijas apstākļos ziemai raksturīgs ne tikai stiprs sals, bet arī sala – atkušņa cikli. Informācija literatūras avotos pierāda, ka ogļhidrātu satura paaugstināšanās, īpaši šķīstošo cukuru, ir nozīmīgs faktors augu aklimatizācijā. Uzkrātās rezerves vielas augos palīdz izturēt zemas negatīvas temperatūras.

Zinātniskajās publikācijās atspoguļoti dati par ogļhidrātu saturu ziemošanas un veģetācijas laikā dažādiem kokaugiem (ābelēm, hortenzijām, kļavām u.c.), kas pierāda to satura sezonālās izmaiņas un ietekmi uz augu ziemcietību.

Pētījumi par ogļhidrātu satura daudzumu un izmaiņām *Vaccinium* sugu vidū ir veikti tikai savvaļas mellenēm *V. myrtillus*, un rezultāti norāda uz iespējamo saistību starp ogļhidrātu daudzumu dzinumos un augu ziemcietību. Nav informācijas par ogļhidrātu daudzumu un ūdens saturu augsto krūmmelleņu *V. corymbosum* vai pusaugsto krūmmelleņu *V. corymbosum* × *V. angustifolium* dzinumos, kā arī to saistību ar krūmmelleņu ziemcietību.

1.7. Aukstumizturību noteicošie ģenētiskie aspekti

Aklimatizēšanās aukstuma periodam noved pie šķīstošu proteīnu uzkrāšanos šūnas citoplazmā dažādos augu audos, arī sēklās. Viens no svarīgajiem komponentiem augu mehānismā, kas aizsargā gan citoplazmu, gan membrānas pret pārmērīgiem ūdens zudumiem ir dehidrīnu akumulācija. Šo proteīnu unikālās spējas saistīt ievērojamus ūdens daudzumus dēļ, tos var uzskatīt par sasalšanu aizkavējošu vielu (Ingram, Bartels, 1996). Augi uz stresu reaģē ar dažādām fizioloģiskām un fenoloģiskām izmaiņām, kā arī izmainītu gēnu ekspresiju.

1.7.1. Aukstumizturību noteicošie dehidrīni

Dažādi stresa veidi var izmantot vienu rezistences mehānismu. Piemēram, sausums un sals izraisa ūdens satura samazināšanas protoplazmā (Steponkus, 1980). Saldēšanas laikā ledus veidošanās tiek iniciēta starpšūnu telpā. Tā kā ledus osmotiskais potenciāls ir mazāks nekā ūdenim, ūdens no šūnu iekšienes pārvietojas uz starpšūnu telpu (Tomashow, 1999), kas noved pie protoplazmas ūdens satura samazināšanās. Atūdeņošanās aukstuma stresa ietekmē bieži ir rezultāts samazinātai sakņu darbībai un neizmainītai lapu transpirācijai (Allagulova, Gimalov, Shakirova et al., 2003). Dž. Levits (Levitt, 1980) pierādījis, ka augiem ir līdzīgs mehānisms izturībai pret atūdeņošanos, ko izraisa sals un sausums. Šo hipotēzi apstiprina vairāku ģenētisku un fizioloģisku pētījumu rezultāti, piemēram, vairāku gēnu ekspresija mainās reaģējot gan uz sausumu, gan uz salu (Shinozaki, Yamaguchi-Shinozaki, 2000), iekššūnu ABS līmenis palielinās šūnās un audos, kas pakļauti zemām temperatūrām (Chen, Li, Brenner, 1983) un sausuma, sāls vai osmozes izraisītam stresam, bet ārēja ABS lietošana izmaina aukstuma un sausuma rezistencē iesaistīto gēnu ekspresiju (Shinozaki, Yamaguchi-Shinozaki, 2000). Krusteniskā adaptācija izpaužas kā izturība pret vienu stresa veidu, kas izsauc izturību pret kādu citu stresa veidu, un saskan ar Levita hipotēzi, piemēram, augi, kas ir izturīgi pret salu, labāk iztur arī sausumu (Levitt, 1980; Kosová, Vitámvás, Prášil, 2007).

Pētījumi augu fizioloģijā norāda, ka ziemcietība ir saistīta ar daudzām izmaiņām gēnu ekspresijā. Šo izmaiņu rezultāts ir pārmaiņas metabolismā, lipīdu, proteīnu un ogļhidrātu sastāvā (Guy, 1990; Shinozaki, Yamaguchi-Shinozaki, 1996; Tomashow, 1999). Viena no proteīnu grupām, kuru veidošanos ierosina sausums, sals, sāļa vide un ABS, ir dehidrīni. Dehidrīni ir hidrofīli, termostabili proteīni, bagāti ar glicīnu, un ar plašu molekulārās masas spektru no 9 līdz 200 kDa (Dhanaraj, Slovin, Rowland, 2005). Dehidrīniem raksturīga nemainīga, ar lizīnu bagāta piecpadsmit aminoskābju secība EKKGIMDKIKEKLPK, kas tiek saukta par K segmentu, un kas bieži atkārtojas vienu līdz vienpadsmit reizes. Dehidrīni var saturēt citus konservatīvus segmentus, piemēram,

Y segmentu, kas ir lokalizēts netālu no N terminālā gala, un S segmentu, kas satur vairākus serīna atlikumus, kuru funkcija var tikt izmainīta atkarībā no fosforilēšanās. Fosforilēti serīna atlikumi var ierosināt dehidrīnu uzkrāšanos kodolā (Close, 1996). Vēl bez minētajiem Y, S un K segmentiem dehidrīnus var raksturot pēc mazāk konservatīvā Φ segmenta klātbūtnes vai neesamības. Φ segments bieži ir ar glicīnu polārajām aminoskābēm bagāts. Uzskata, ka Φ segmentam ir nejaušas spirāles struktūra, kas dod iespēju tam saistīt ievērojamu daudzumu ūdens. Šis segments veicina zīmīgās dehidrīnu pazīmes:

- hidrofiliju;
- šķīdību ūdens šķīdumos;
- tieksmi saistīt deterģējošas vielas, piemēram, nātrija dodecilsulfātu (Close, 1997, Ismail, Hall, Close, 1999).

Pieņemts un arī eksperimentāli pierādīts, ka ūdens šķīdumos dehidrīniem ir nejaušas spirāles sekundārā forma (Ismail, Hall, Close, 1999), tomēr to K segments pieņem a–spirāles formu nātrija dodecilsulfāta klātbūtnē. Pēc šiem novērojumiem izvirzīta hipotēze, ka dehidrīni var mainīt savas bioķīmiskās īpašības atkarībā no tā, vai tie atrodas ūdens šķīdumā vai kontaktā ar membrānu.

Lai gan dehidrīnu darbības mehānisms nav precīzi noskaidrots, tiek uzskatīts, ka dehidrīni ir ļoti nozīmīgi augu izturībai pret dehidratīvo stresu. Šie uzskati tiek balstīti uz faktiem, ka dehidrīni ir sastopami ļoti daudzās augu sugās. Pierādīta šo proteīnu hidrofilo īpašību un to uzkrāšanās korelācija ar aukstuma un sausuma stresu (Arora, Wisniewski, 1994; Close 1996; Sarhan, Oullet, Vazquez-Tello, 1997; Levi, Panta, Parmentier et al., 1999). Ir iegūti pierādījumi, ka dehidrīni piedalās šūnu membrānu stabilizēšanā pret dehidratācijas izraisītiem ievainojumiem (Muthalif, Rowland, 1994; Thomashow, 1999).

Daudzgadīgie, divgadīgie, kā arī viengadīgie augi spēj tikt galā ar gadalaiku pārmaiņām, tai skaitā aukstumu, īpaši pavasarī. Dehidrīnu ekspresija un uzkrāšanās ir nozīmīgs aukstumizturības aizsargmehānisma komponents. Šobrīd tiek veikti vairāki pētījumi aukstuma ierosinātu dehidrīnu identificēšanā un raksturošanā vairākām sugām (Arora, Wisniewski, 1994; Close, 1996; Sarhan, Oullet, Vazquez-Tello, 1997). Piemēram, WCS120 (50 kDa dehidrīns kviešos) un p–80 (80 kDa dehidrīns miežos) specifiski uzkrājas tikai aukstuma ietekmē un tā sintēzi neierosina sausums vai ārēja apstrāde ar ABS (Kosová, Vitámvás, Prášil, 2007).

Pēdējo gadu pētījumi rāda, ka dehidrīnu un citu stresa proteīnu uzkrāšanai ir liela nozīme kokaugu salizturībā (Arora, Wisniewski, 1994; Naik, Dhanaraj, Arora et al., 2007; Kosová, Vitámvás, Prášil, 2007). Jaunas apses lapās, izmantojot specifiskas antivielas, atrasti dehidrīni ar molekulasmasu 147, 80, 60, 36, 26 un 19 kDa. Divi 60 un 26 kDa dehidrīni šūnās bija novērojami visu laiku, turklāt 60 kDa dehidrīna daudzums palielinājās pēc divu nedēļu aukstuma apstrādes, kamēr pārējie dehidrīni tika atklāti tikai pazeminot temperatūru, turklāt to pieaugums saistīts ar pazeminātu temperatūru (Kosová, Vitámvás, Prášil, 2007).

R. Arora un M. Wisniewskis (Arora, Wisniewski, 1994) persikos atklāja Y_2K_9 tipa 60 kDa dehidrīnu (PCA60), kuru kodē *Ppdhn1* gēns. PCA60 dehidrīns tika atrasts mizas un ksilēmas parenhīmas šūnu citoplazmā, plastīdās, kodolā un kodoliņos. Nozīmīga sezonāla PCA60 ekspresija tika novērota gan vasarzaļajiem, gan mūžzaļajiem persikiem. Pierādīts, ka PCA60 piemīt pretsasalšanas aktivitāte, tas izmaina ledus kristālu veidošanās ātrumu un to formu (Arora, Wisniewski, 1994; Arora, Wisniewski, 1996).

Pētījumos ar āra bērzu, izolēja gēnu *Bplti36*. Šī gēna promoters satur piecus C atkārtojumus, dehidratācijas un zemas temperatūras ierosinošus elementus un ABS regulatoro rajonu. To parāda aukstuma, sausuma, palielinātas sāļu koncentrācijas un eksogēnā ABS spēja izraisīt gēna *Bplti36* ekspresiju. Turklāt, iedarbojoties uz augu gan ar

zemu temperatūru, gan ar īsu dienas garumu, gēna *Bp1ti36* ekspresija bija augstāka nekā iedarbojoties ar katru no šiem faktoriem atsevišķi. Pētījuma rezultāti apstiprina, ka dabā salcietības ierosināšanai nepieciešami abi šie faktori. Ir izvirzīta hipotēze, ka C atkārtotumu saistošais faktors ir universāls augstākajiem augiem. Ir atklāti vēl daži ar aukstuma stresu saistīti dehidrīni, piemēram, 33 kDa dehidrīns deaklimatizētos āra bērza sakņu galos. Atsevišķi tika atrasts 24 kDa dehidrīns, kurš aukstuma ietekmē uzkrājas kodolā, uzkrājējproteīnos un ar cieti bagātos amiloplastos (Rinne, Tuominen, Juntilla, 1994; Kosová, Vitámvás, Prášil, 2007).

Nesenie pētījumi par mazas molekulmasas dehidrīnu uzkrāšanos dažādās augu sugās (Zhu, Choi, Fenton et al., 2001; Marian, Krebs, Arora, 2004) ļauj secināt, ka visbiežāk ziemcietība ir saistīta ar mazas molekulmasas dehidrīnu akumulēšanos aukstuma ietekmē.

1.7.2. Krümmelleņu dehidrīni

Amerikāņu zinātnieki M. Muthalifs un L. Rowlanda (Muthalif, Rowland, 1994) krümmellenēm atraduši 3 galvenos aukstuma noteicošos proteīnus ar molekulmasu 65, 60 un 14 kDa, kas lielā daudzumā uzkrājas reizē ar aukstuma iestāšanos, bet pumpuru plaukšanas laikā koncentrācija samazinās. Šie trīs dehidrīni identificēti krümmelleņu ziedpumpuros pēc aukstuma aklimatizācijas un tiek saukti par polipeptīdiem jeb uz aukstumu reaģējošiem proteīniem.

Ir pierādīts, ka dehidrīnu uzkrāšanās līmenis ziedpumpuros dažādām krümmelleņu šķirnēm ir cieši saistīts ar salcietību (Muthalif, Rowland 1994; Arora, Rowland, Panta, 1997). Ekspresijas pētījumi norāda, ka krümmelleņu dehidrīnu uzkrāšanās aukstuma ietekmē notiek visos orgānos (ziedpumpuros, lapās, stumbrā un saknēs), bet šo proteīnu uzkrāšanās notiek arī sausuma ietekmē. Ir izolēts krümmelleņu 60 kDa dehidrīna pilna garuma cDNS klons (Levi, Panta, Parmentier, 1999), kā arī daži citi nepilna garuma dehidrīnu cDNS kloni.

Proteīni 65, 60 un 14 kDa tiek uzskatīti par galvenajiem dehidrīniem krümmelleņu ziedpumpuros, un tie ir atrasti visās *Vaccinium* ģints sugās un šķirnēs, kas līdz šim pētītas (Muthalif, Rowland 1994; Arora, Rowland, Panta, 1997; Levi, Panta, Parmentier, 1999; Parmentier-Line, Panta, Rowland, 2002). Literatūrā ir aprakstīts, ka šo proteīnu ekspresiju veselu augu lapās, stumbros un saknēs ierosina aukstums un, ka 65, 60 un 14 kDa polipeptīdu koncentrāciju samazināšanās sakrīt ar ziedpumpuru deaklimatizēšanos, jo īpaši tas izteikts 14 kDa dehidrīnam, kura koncentrācijas samazināšanās vistuvāk atdarina deaklimatizācijas procesu (Panta, Rieger, Rowland, 2001). Nesen atklāts, ka aukstumizturīgo ziedpumpuru 65 un 60 kDa dehidrīni ir glikoproteīni (Levi, Panta, Parmentier, 1999; Parmentier-Line, Panta, Rowland, 2002).

Mazākā koncentrācijā krümmelleņu ziedpumpuros novēroti dehidrīni ar molekulmasu 40, 22 un 10 kDa. Atšķirībā no iepriekš noteiktajiem dehidrīniem (65, 60 un 14 kDa), šo dehidrīnu klātbūtne un daudzums mainās atkarībā no krümmelleņu sugas un šķirnes (Muthalif, Rowland 1994; Arora, Rowland, Panta, 1997). Piemēram, proteīns 10 kDa novērots Eša krümmelleņu šķirnei 'Tifblue' un augsto krümmelleņu šķirnei 'Berkeley', bet netika novērots augsto krümmelleņu šķirnēm 'Bluecrop' un 'Gulfcoast' (Levi, Panta, Parmentier, 1999).

Augšanas atsākšanai mērenās klimata joslas kokaugiems nepieciešams pietiekams zemas temperatūras iedarbības laiks. Zinātnieki šo zemās temperatūras periodu sauc par atdzesēšanas nepieciešamību (CR). Šī prasība ir ģenētiski noteikta. (Samish, 1954; Gough, 1994; Trehane, 2004; Rieger, 2006).

Lai identificētu aukstuma ietekmē radušās gēnu ekspresijas izmaiņas krūmmelleņu ziedpumpuros, M. Muthalifs un L. Rowlanda (Muthalif, Rowland, 1994) pētīja šķirņu 'Bluecrop' un 'Tiefblue' pumpuru šķīstošo proteīnu frakcijas. Līdz ar uzkrāto aukstumstundu (CU) palielināšanos, abos paraugos konstatēja trīs polipeptīdu ar molekulmasu 65, 60 un 14 kDa uzkrāšanos, turklāt 'Bluecrop' notikušās izmaiņas bija izteiktākas nekā 'Tiefblue'. Šajā darbā, lai noteiktu vai uz aukstumu reaģējošo proteīnu līmenis ir saistīts ar auga salcietību, pētīja izmaiņas abu šķirņu ziedpumpuru aukstumizturībā CU uzkrāšanas gaitā. Pētījumā pierādīja, ka augsto krūmmelleņu šķirnei 'Bluecrop' noteiktu aukstumstundu uzkrājušie ziedpumpuri uzrādīja lielāku aukstumizturību nekā neatdzēsēti ziedpumpuri, turklāt aukstumizturība visstraujāk palielinājās pirmo 300 CU uzkrāšanas laikā. Dienvidu krūmmelleņu šķirnei 'Tiefblue' aukstumizturības izmaiņas bija līdzīgas, bet mazāk izteiktas. M. Muthalifs un L. Rowlanda savā pētījumā atklāja, ka uz aukstumu reaģējošo polipeptīdu uzkrāšanās sakrīt ar aukstuma aklimatizācijas veidošanos. Turpmākos pētījumos pierādījās, ka aukstuma ietekmē krūmmelleņu dehidrīni lielākā daudzumā uzkrājas ziedpumpuros, dzinumos un saknēs nekā lapās, bet sausuma ietekmē lielāks šo dehidrīnu daudzums uzkrājas dzinumos (Rowland, Panta, Mehra et al., 2004).

Amerikāņu zinātnieku pētījumos (Muthalif, Rowland, 1994; Arora, Rowland, Panta et al., 1997) konstatēts, ka visu iepriekš identificēto dehidrīnu līmenis samazinās deaklimatizācijas laikā. No rezultātiem izriet, ka, vismaz agrīnā aklimatizācijas stadijā (uzkrātas līdz 50% CR) dehidrīniem līdzīgo proteīnu uzkrāšanās vairāk ir saistīta ar ziemcietības attīstību nekā ar aukstumvienību akumulēšanos.

Dažādiem fizioloģiskiem un gēnu ekspresijas pētījumiem tiek izmantotas šūnu kultūras, jo tām ir vairākas priekšrocības: šūnu homogenitāte, spēja atšķirt šūnas atbildes reakciju no visa auga atbildes reakcijas, eksperimentus var viegli atkārtot un veikt visu gadu, un šūnu attīstība ir viegli kontrolējama ar dažādām ķimikālijām (Parmentier - Line, Panta, Rowland, 2002). Strādājot ar šūnu kultūrām zinātnieki dienvidu krūmmelleņu šķirnes 'Gulfcoast' ziedpumpuros atklāja vēl vienu 30 kDa proteīnu, kura ekspresiju izraisa auga atdzesēšana. Šis proteīns ir specifisks krūmmelleņu šķirnei 'Gulfcoast' un papildina 65, 60 un 14 kDa proteīnu kopu reaģējošu ar antiserumu (Arora, Rowland, Panta et al., 1997). Arī citā eksperimentā ar šūnu kultūrām (Parmentier - Line, Panta, Rowland, 2002) atklāja polipeptīdu ar molekulmasu 65 un 30 kDa uzkrāšanos. Pie kam, audzējot šūnu kultūru istabas temperatūrā, atklāja nelielu daudzumu 30 kDa dehidrīna, kas nemainījās augšanas laikā, savukārt 65 kDa dehidrīna daudzums bija mainīgs. Pētījumā konstatēts, ka šūnu kultūrā atklātais 65 kDa dehidrīns nereaģēja uz aukstumu un tā ekspresiju pastiprināja ABS (koncentrācijā 10^{-5} un 10^{-6} M) tikai pēc divu nedēļu ilgas iedarbības, savukārt augos dehidrīns 65 kDa ir viens no galvenajiem dehidrīniem, kura daudzums palielinās aukstuma ietekmē (Muthalif, Rowland, 1994; Panta, Rieger, Rowland, 2001).

Pētījumi ar augiem liek domāt, ka krūmmelleņu dehidrīni primāri varētu būt regulēti atkarībā no ABS koncentrācijas sausuma stresa ietekmē nevis atkarībā no šūnu žūšanas. Iespējams, ka krūmmelleņu šūnu kultūras neatbild uz osmotisko stresu ar iekšējas ABS līmeņa palielināšanu pretēji veseliem augiem, kuros visticamāk šāda sistēma strādā (Parmentier - Line, Panta, Rowland, 2002; Rowland, Panta, Mehra et al., 2004). Pēc autoru domām, iespējams, ka šūnu kultūrās trūkst kādu faktoru signālu pārnesei ceļā, kas nepieciešami citu dehidrīnu ekspresijas inducēšanai. Neskatoties uz rezultātu interpretāciju, pētnieki nonāca pie secinājuma, ka krūmmelleņu dehidrīnu ekspresijas izpētei šūnu kultūra nav piemērojama. Tam ir vairāki pamatojumi: dehidrīnu ekspresija šūnu kultūrā ir atšķirīga no dehidrīnu ekspresijas augā (Parmentier-Line, Panta, Rowland, 2002), kā arī tas, ka šūnu kultūra ir grūti saglabājama (Rowland, Panta, Mehra et al., 2004).

Pētījumos 14 kDa dehidrīna cDNS sekvences sastāvā tika identificētas divas

K sekvences, kas raksturīgas dehidrīniem. Pierādījās, ka 14 kDa dehidrīns pieder K₂ dehidrīnu tipu grupai. 14 kDa cDNS sekvencē netika atrasti S vai Y segmenti. Dehidrīni bez šiem abiem segmentiem ir retums, un parasti to aktivitāti ļoti spēcīgi ierosina zemas temperatūras (Muthalif, Rowland, 1994; Dhanaraj, Slovin, Rowland, 2005).

Eksperimentos ar divām šķirnēm 'Bluecrop' un 'Premier', kurām ir atšķirīga salciētība un sausuma izturība, 14 kDa dehidrīna uzkrāšanās lapās un stumbros novērota aukstuma un sausuma stresa ietekmē (Dhanaraj, Slovin, Rowland, 2005). Pētījumā pierādīts, ka LT₅₀ temperatūra aklimatizētiem 'Bluecrop' augiem vidēji ir -26 °C, bet 'Premier' LT₅₀ temperatūra ir ap -22 °C. Pakļaujot augus sausumam četras līdz piecas nedēļas, relatīvais ūdens saturs dzinumos šķirnei 'Premier' samazinājās līdz 51% no kontroles līmeņa, bet 'Bluecrop' līdz 90% no kontroles līmeņa, savukārt 14 kDa dehidrīna līmenis abu šķirņu augu lapās nozīmīgi palielinājās aukstuma ietekmē. Šādos apstākļos tika atklāta arī 16 kDa proteīna koncentrācijas palielināšanās. Abu dehidrīnu līmenis abās šķirnēs palielinājās pēc 14 dienām pazeminātas temperatūras apstākļos. Šie rezultāti apstiprināja autoru domas, ka 14 kDa dehidrīna ekspresiju vairāk ietekmē aukstums nekā sausums, jo tas pieder pie K₂ tipa dehidrīniem, bet 16 kDa dehidrīns varētu uzkrāties stumbros samazinoties dienas garumam. Literatūrā par kokaugiem arvien biežāk sastopami rezultāti, kas norāda uz dažu dehidrīnu līmeņa palielināšanos samazinoties dienas garumam (Panta, Rieger, Rowland, 2001; Welling, Rinne, Vihera-Aanio, 2004; Dhanaraj, Slovin, Rowland, 2005) un, ka šie proteīni ir saistīti ar augu aukstuma aklimatizācijas pirmo posmu (Dhanaraj, Slovin, Rowland, 2005).

Lielā daļā pētījumos par krūmmelleņu dehidrīniem izmantotas šķirnes 'Bluecrop' un 'Tifblue' (Muthalif, Rowland, 1994; Arora, Rowland, Panta, 1997; Rowland, Ogden, Arora et al., 1999; Levi, Panta, Parmentier - Line et al., 1999; Dhanaraj, Slovin, Rowland, 2004; Rowland, Panta, Mehra et al., 2004; Naik, Dhanaraj, Arora et al., 2007; Ehlenfeldt, Rowland, Ogden et al., 2007; Rowland, Ogden, Ehlenfeldt, 2010), dažos pētījumos izmanta šķirne 'Gulfcoast' (Arora, Rowland, Panta, 1997; Parmentier-Line, Panta, Rowland, 2002), vēl ir pētīta šķirnes 'Berkeley' dehidrīnu uzkrāšanās aukstuma stresa ietekmē (Muthalif, Rowland, 1994). Jaunākajos ģenētiskos pētījumos lielākoties iekļautas dienviņu varietāšu krūmmelleņu sugas (Rowland, Mehra, Dhanaraj et al., 2003) un šķirnes (Ehlenfeldt, Rowland, Ogden et al., 2007; Rowland, Ogden, Ehlenfeldt, 2010). No ziemeļu reģionos audzējamām krūmmelleņu šķirnēm dehidrīnu daudzums un ekspresija noteikta tikai šķirnei 'Bluecrop' un 'Berkeley', par citām *V. corymbosum*, *V. corymbosum* × *V. angustifolium* šķirnēm informācijas nav.

Apkopojums. Viena no izplatītākajām problēmām krūmmelleņu komerciālajā audzēšanā ir šķirņu jutīgums pret sala bojājumiem. Atkarībā no ģeogrāfiskās atrašanās vietas, sala bojājumu cēlonis var būt ekstremālās temperatūras ziemošanas laikā, kad augi vēl atrodas miera periodā, temperatūras svārstības ziemas beigās vai agri pavasarī, kad augiem atsākas veģetatīvā augšana. Tāpēc katrā audzēšanas vietā jāizvēlas krūmmelleņu šķirnes ar atbilstošu pazeminātas gaisa temperatūras perioda nepieciešamības garumu un ziemciētību. Šķirnes ar īsāku pazeminātas temperatūras perioda nepieciešamību mainīgos ziemas apstākļos var agrāk uzsākt augšanu, tādējādi ciešot no sala vai salnas bojājumiem. Savukārt, audzējot šķirnes ar garāku pazeminātas temperatūras perioda nepieciešamību vietās, kur tas nav nepieciešams, var tikt kavēta ziedpumpuru attīstība. Līdzīgi ir ar ziemciētību.

Piemērojot molekulārās ģenētikas paņēmienus aukstuma izturības izpētei augos, rezultāts būtu identificēti gēni, kas kontrolē šo procesu, kā arī izpratne par gēnu lomu aukstumizturības kontrolē. Analizējot gēnu ekspresiju, konkrēto šķirņu aukstumizturības līmeni varētu palielināt vai samazināt attiecīgā gēnu ekspresija. Aukstumizturības

kontrolējošo gēnu atklāšana un noteikšana ir noderīga krūmmelleņu šķirņu selekcijā, lai veidotu šķirnes ar labāku adaptāciju klimatiskajiem apstākļiem. Augu ziemcietība ir ģenētiski noteikta un tas nozīmē, ka to iespējams analizēt gan ar ģenētiskām metodēm, gan ar nosakot vides faktoru ietekmi uz augu ziemcietību. Augu ziemcietības noteikšanas process ir ļoti complicēts, tajā iesaistīta daudzu gēnu mijiedarbība, bet atklāts, ka dehidrīnu kodējošie gēni, augiem izejot aklimatizācijas procesu, uzrāda visaugstāko līmeni.

Zinātniskajos pētījumos ir pierādīts, ka triju dominējošo (14, 60 un 65 kDa) dehidrīnu ekspresija krūmmellenēs palielinās aukstuma aklimatizācijas laikā un samazinās atsākoties augšanai. Turklāt dehidrīnu uzkrāšanās līmenis ziedpumpuros dažādās krūmmelleņu šķirnēs ir cieši saistīts ar ziemcietību. Dehidrīnu ekspresijas līmeņa izmaiņu noteikšana dažādās krūmmelleņu šķirnēs, dos iespēju pētīt ģenētisko izmaiņu saistību ar fizioloģiskām un fenotipiskām izmaiņām augos. Šajos pētījumos izmantotas tikai dažas šķirnes: ziemeļu reģionos audzētās 'Bluecrop' un 'Berkeley', un dienvidu reģionos izplatītākās šķirnes 'Tifblue' un 'Gulfcoast'. Latvijā audzē Ziemeļamerikā selekcionētās krūmmelleņu šķirnes, un izplatītākās ir 'Bluecrop', 'Patriot', 'Jersey', 'Spartan', 'Duke' un citas. Latvijā audzētajām krūmmelleņu šķirnēm par dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresijas līmeņiem zemas temperatūras periodā informācijas nav.

2. IZMĒĢINĀJUMA APSTĀKĻI UN METODIKA

2.1. Pētījuma vieta, objekts un stādījumu kopšana

Krūmmelleņu ziemcietības un produktivitātes pētījumi veikti Latvijas Lauksaimniecības universitātes (LLU) Lauksaimniecības fakultātes (LF) Agrobiotehnoloģijas institūta (ABTI) mācību – pētījumu bāzes Jelgavā, Strazdu ielā 1 (N 56° 38', E 23° 42') krūmmelleņu kolekcijā no 2007. līdz 2011. gadam. Kolekcijas ierīkošana sākta 2002. gada rudenī, izmantojot viengadīgus un divgadīgus stādus.

Izmēģinājumā iekļautas 11 krūmmelleņu šķirnes, kuras pārstāv krūmmelleņu sugu *Vaccinium corymbosum* L. un *V. corymbosum* × *V. angustifolium* hibrīdus (2.1. tabula).

2.1. tabula

Izmēģinājumā iekļautās šķirnes (Ripa, 1998; Trehane, 2004)

Suga	Šķirne	Vecākaugi	Izveidošanas gads	Tips*
<i>Vaccinium corymbosum</i> L.	'Duke'	('Ivanhoe' × 'Earliblue') × ('Berkeley' × 'Earliblue') × ('Coville' × 'Atlantic')	1987.	A
	'Blueray'	('Jersey' × 'Pioneer') × ('Stanley' × 'June')	1955.	A
	'Bluejay'	('Berkeley' × ('Pioneer' × 'Taylor'))	1978.	A
	'Bluecrop'	('Jersey' × 'Pioneer') × ('Stanley' × 'June')	1941.	A
	'Jersey'	'Rubel' × 'Grover'	1928.	A
	'Patriot'	('Dixi' × 'Mich. LB1') × 'Earliblue'	1976.	A
	'Spartan'	'Earliblue' × 'US 11-93'	1977.	A
<i>V. corymbosum</i> × <i>V. angustifolium</i>	'Chippewa'	(G65 × 'Ashworth') × U53	1996.	PA
	'Northblue'	(G65 × 'Ashworth') × US3 Minnesotas Universitāte	1983.	PA
	'Northland'	'Berkeley' × '19-H'	1967.	PA
	'Polaris'	Bluetta × (G65 × Ashworth)	1996.	PA

*A - augsto krūmmelleņu (*V. corymbosum*) tips

PA - pusaugsto krūmmelleņu (*V. corymbosum* × *V. angustifolium*) tips

Pēc literatūras datiem augsta ziemcietība ir šķirnēm 'Duke', 'Blueray', 'Bluejay', 'Bluecrop', 'Jersey' un 'Chippewa', pārējām pētījumā iekļautām šķirnēm ziemcietība ir laba. Vērtējot pēc ražības, literatūrā kā augstražīgas atzīmētas šķirnes 'Blueray', 'Bluejay', 'Patriot', 'Spartan' un 'Northland'. Agri ogas ienākas šķirnei 'Duke', vidēji vēlu 'Bluecrop', bet vēlu 'Jersey', pārējo šķirņu ogu ienākšanās laiks atzīmēts kā vidēji agrs (Hancock, Erb, Goulart et al., 1995; Ripa, 1998; Strik, Yarborough, 2005; Strik, Finn, 2008).

Izmēģinājumā iekļautās krūmmelleņu šķirnes 'Jersey', 'Chippewa', 'Bluecrop', 'Patriot', 'Northland', 'Northblue', 'Polaris' un 'Blueray' stādītas 2002. gada rudenī (augustā – septembrī) izmantojot divgadīgus stādus, kas izaudzēti no ASV ievestiem meristēmas augiem. Šķirnes 'Spartan' un 'Bluejay' stādītas 2003. gada pavasarī,

izmantojot divgadīgus stādus, kas iegūti no meristēmu augiem Ogrē, bet šķirne 'Duke' stādīta 2003. gada pavasarī, izmantojot viengadīgus stādus.

Dati vākti un novērojumi veikti katrai šķirnei trijos atkārtojumos.

Stādījums ierīkots kultūraugsnē veidotās tranšējās. Augi stādīti 50 cm dziļās un 50 cm platās tranšējās, pildītās ar kūdru (organiskās vielas saturs 22%, pH_{KCl} 5.1, zemu P_2O_5 saturu (191 mg kg^{-1}), zemu K_2O saturu (238 mg kg^{-1}), augstu Mg saturs (921 mg kg^{-1}) un vidēji augstu Ca saturs (2652 mg kg^{-1})).

Stādīšanas attālums 3 m starp rindām un 1 m starp krūmiem. Apdabes katru gadu mulčētas (vismaz 5 cm) ar kūdru (pH_{KCl} 5.1), rindstarpās regulāri pļauts zāliens. Pavasarī veģetācijas sākšanās laikā un pēc ziedēšanas, stādījums mēsloti ar komplekso minerālmēslojumu N:P:K (attiecība 8:7:21 (oksīdos)), ar mikroelementiem Mg 1.6, S 15.9, B 0.03, Cu 0.01, Fe 0.2, Mn 0.2, Mo 0.002, Zn 0.01, deva 20 g m^{-2} . Pēc ražas novākšanas stādījumus mēslot ar K_2SO_4 (20 g m^{-2}) un superfosfātu (20 g m^{-2}). Veģetācijas periodā bezlietus laikā stādījums laistīts.

Kopšanas darbi: bojāto un krūmu sabiezinošo zaru izgriešana, ravēšana, rindstarpu pļaušana, laistīšana, aizsargtīklu uzlikšana ražas laikā.

Eksperimentālā daļa veikta:

- LLU LF Agrobiotehnoloģijas institūta (ABTI) mācību - pētījumu bāzē,
- LLU LF Augu un augsnes zinātņu institūta (AAZI) laboratorijā,
- Latvijas Valsts Augļkopības institūta (LVAI) laboratorijā,
- Latvijas Valsts Mežzinātnes institūta (LVMI) "Silava" laboratorijā.

Augsnes un kūdras paraugu analīze veikta Valsts Augu aizsardzības dienesta Agroķīmijas departamenta Agroķīmijas laboratorijā.

2.2. Meteoroloģisko apstākļu raksturojums

Meteoroloģiskie dati apkopoti par laika periodu no 2007. gada janvāra līdz 2011. gada oktobra vidum, kad veikti novērojumi un analīzes darba izstrādei. Šajā laika periodā vidējā gaisa temperatūra bija $7.2 \text{ }^\circ\text{C}$, vidējā gaisa temperatūra veģetācijas periodā bija $14.1 \text{ }^\circ\text{C}$, vidējā gada nokrišņu summa 639 mm , no tiem 65.7% (420 mm) izkrita veģetācijas periodā, kura vidējais garums bija 185 dienas. Efektīvo temperatūru summa vidēji pa gadiem bija $1609 \text{ }^\circ\text{C}$, bet vidējā gaisa temperatūra ziemošanas periodā bija $-0.3 \text{ }^\circ\text{C}$ (2.2. tabula).

Meteoroloģisko apstākļu raksturošanai no 2007. līdz 2009. gadam izmantoti Jelgavas HMS, bet no 2010. gada sākuma - pētījuma vietā reģistrētie gaisa temperatūras dati - minimālā un maksimālā gaisa temperatūra ($^\circ\text{C}$). Tā noteikta izmantojot portatīvo USB gaisa temperatūras reģistru MicroLite (temperatūra reģistrēta ik pa 1 stundai). Informācija par nokrišņu daudzumu pētījuma laikā iegūta no Jelgavas HMS (2007. – 2009. gads) un Dobeles HMS (2010. – 2011. gads), jo no 2010. gada Jelgavas HMS pārtauca nokrišņu daudzumu uzskaiti.

Meteoroloģisko apstākļu raksturojums 2007. – 2011. gada periodam

Meteoroloģiskos apstākļus raksturojošais lielums	Gads					Vidēji 2007- 2010
	2007	2008	2009	2010	2011**	
Gada vidējā gaisa temperatūra, °C	7.5	7.9	6.8	6.9	-	7.2
Gada minimālā gaisa temperatūra, °C	-29.7	-12.7	-14.7	-21.4	-27.5	-
Minimālā gaisa temperatūra veģetācijas periodā*, °C	2.2	3.6	2.0	3.1	2.4	-
Maksimālā gaisa temperatūra veģetācijas periodā*, °C	24.1	20.9	22.0	29.2	27.3	-
Vidējā gaisa temperatūra veģetācijas periodā*, °C	14.4	12.6	13.4	16.1	16.0	14.1
Vidējā gaisa temperatūra ziemošanas periodā***, °C	0.6	1.6	-0.3	-3.1	-2.3	-0.3
Gada nokrišņu summa, mm	642	466	585	864	505	639
Nokrišņu summa veģetācijas periodā*, mm	432	283	373	591	400	420
Veģetācijas perioda garums, dienas	172	211	183	173	199	185
Efektīvās temperatūras summa veģetācijas periodā*, °C	1654	1595	1593	2068	2201	1728

*veģetācijas periods – laika periods, kad diennakts vidējā gaisa temperatūra ir stabili augstāka par 5 °C, kad diennakts vidējo gaisa temperatūru noviržu pozitīvo vērtību summa ir lielāka par negatīvo vērtību summu, līdz periodam, kad diennakts vidējā gaisa temperatūra kļūst stabili zemāka par 5 °C, kad diennakts vidējo gaisa temperatūru noviržu negatīvo vērtību summa ir lielāka par pozitīvo vērtību summu (Zirnītis, 1968).

**laika posmā no 01.01.2011. – 12.10.2011.

*** laika periods no 1. novembra līdz 31.martam

2007. gada ziema, salīdzinot ar pārējiem pētījuma gadiem, bija visaukstākā (minimālā gada temperatūra pazeminājās līdz -29.7 °C), tomēr gada vidējā temperatūra bija 7.5 °C, kas bija augstāka nekā 2009. un 2010. gadā, bet veģetācijas periods bija viens no īsākajiem, tikai 172 dienas. ETS šajā gadā bija 1654 °C, bet vidējā gaisa temperatūra veģetācijas periodā bija 14.4 °C, kas bija augstāka salīdzinājumā ar 2008. un 2009. gadu.

2006./2007. gada ziemošanas periods raksturojās ar salīdzinoši siltu perioda sākumu (pēc Jelgavas HMS datiem oktobra vidējā gaisa temperatūra bija par 3 grādiem augstāka nekā ilggadīgā vidējā jeb norma, arī novembra un decembra mēnesis bija siltāks par ilggadīgajiem novērojumiem). 2007.gada janvārī bija novērojamas lielas temperatūras svārstības (minimālā temperatūra -20.3 °C bija mēneša trešajā dekādē, maksimālā temperatūra mēneša pirmajā dekādē bija 10.7 °C). Vidējā temperatūra janvāra mēnesī par 5.5 grādiem pārsniedza ilggadīgo vidējo, bet februāra trešajā dekādē gaisa temperatūra noslīdēja zem -29.7 °C (vidējā gaisa temperatūra februārī bija par 3.1 grādu zemāka par normu). Martā vidējā temperatūra atkal bija par 3.3 grādiem virs normas. Nokrišņu daudzums 2006. gada oktobra un novembra mēnesī bija svārstīgs, arī sniega sega nebija noturīga. Decembrī laika apstākļus lielākoties noteica Atlantijas cikloni un vidējā gaisa temperatūra bija par 7 grādiem virs normas. 2007.gadā janvāra mēnesis bija nokrišņiem

bagāts, 207% virs normas, bet sniega sega veidojās tikai janvāra beigās, pazeminoties gaisa temperatūrai. Nokrišņu daudzums 2007. gada marta mēnesī bija tuvu normai.

Šis ziemošanas periods raksturojās ar to, ka ziema iestājās divus mēnešu vēlāk nekā ierasts Latvijas apstākļos. Neskatoties uz temperatūras svārstībām un zemajām temperatūrām 2007. gada februārī, vidējā 2006./2007. gada ziemošanas perioda gaisa temperatūra bija 2.1 °C. Pavasaris 2007. gadā sākās marta trešajā dekādē, kad gaisa temperatūra stabili turējās virs 5 °C, taču aprīļa pirmajā dekādē temperatūra noslīdēja zem 5 °C (8. un 9. aprīlī sasniedzot pat -0.5 °C). No aprīļa trešās līdz maija pirmajai dekādei gaisa temperatūras bija svārstīgas (21. aprīlī vidējā gaisa temperatūra bija 2.2 °C, 26. aprīlī 13.2 °C, maija pirmajās dienās atkal noslīdot līdz 3.3 °C). 2007. gada vidējā temperatūra veģetācijas periodā bija 13.7 °C (1., 2., 4. pielikums).

2008. gadā vidējā gaisa temperatūra (7.9 °C) bija viena no augstākajām pētījuma gados. Gada minimālā un maksimālā temperatūra veģetācijas periodā, salīdzinot ar pārējiem gadiem, bija augstāka, attiecīgi -12.7 °C un 3.6 °C (2.2. tabula). 2008. gads raksturojās ar vēsāko veģetācijas periodu (maksimālā gaisa temperatūra bija 20.9 °C, vidējā gaisa temperatūra veģetācijas periodā bija tikai 12.6 °C) un zemāko nokrišņu daudzumu pētījuma laikā: 466 mm, no tiem 60.7% izkrita veģetācijas periodā, kurš bija viens no garākajiem (211 dienas). Vidējā gaisa temperatūra ziemošanas periodā šajā gadā bija augstāka nekā pārējos pētījuma gados (1.6 °C).

2007./2008. gada ziemošanas perioda 2007. gada oktobrī vidējā gaisa temperatūra bija 1.4 grādus virs normas (maksimālā temperatūra bija 18.1 °C, minimālā -1.8 °C), novembris bija par 0.3 grādiem aukstāks par ilggadīgi novēroto, savukārt decembrī un 2008. gada janvārī vidējā gaisa temperatūra bija 4.3 līdz 4.6 grādiem virs normas. Arī 2008. gada februārī un martā gaisa temperatūra par 7.5 un 2.3 grādiem pārsniedza normu. Nokrišņu daudzums 2007. gada oktobrī un novembrī bija tuvu normai, bet decembrī nokrišņu daudzums sasniedza tikai 45.8% no ilggadīgi novērotās normas. Salīdzinot ar iepriekšējā gada ziemošanas periodu, šis ziemošanas periods temperatūras ziņā bija stabilāks.

2008. gadā veģetācijas periods sākās matra pēdējās dienās, kad vidējā gaisa temperatūra bija stabili virs 5 °C. Aprīļa mēneša vidējās dekāžu temperatūras bija no 6.8 līdz 9.9 °C, bet trešajā dekādē minimālā temperatūra noslīdēja līdz -3.3 °C (24. aprīlis). 2008. gada veģetācijas periodā vidējā gaisa temperatūra bija 12.4 °C, kas bija par 1.3 grādiem zemāka nekā 2007. gadā (1., 2., 4. pielikums).

2009. gada vidējā gaisa temperatūra bija par vienu grādu zemāka (6.9 °C), bet vidējā gaisa temperatūra veģetācijas periodā bija augstāka (13.4 °C) nekā iepriekšējā gadā. Veģetācijas periods šajā gadā bija par 28 dienām īsāks nekā 2008. gadā (2.2. tabula).

2008./2009. gada ziemošanas apstākļi augiem bija līdzīgi kā iepriekšējā ziemošanas periodā. Gaisa temperatūras 2008. gada oktobrī, novembrī un decembrī nedaudz pārsniedza ilggadīgos novērojumus (attiecīgi 2.6 °C, 1.1 °C un 2.9 °C). 2008. gada nokrišņu daudzums oktobrī un decembrī pārsniedza normu (144.7% un 107%). Nokrišņu daudzums 2009. gada janvārī bija 35.9 mm (89% no ilggadīgajiem novērojumiem) un 19.5 mm februārī (65% no ilggadīgajiem novērojumiem), bet marts bija nokrišņiem bagāts un nokrišņu daudzums pārsniedza normu gandrīz divas reizes (180.6%). Šim ziemošanas periodam raksturīga mitruma un temperatūras stabilitāte (1., 2., 4. pielikums).

2010. gadā vidējā temperatūra bija 6.6 °C, kas bija nedaudz zemāka nekā iepriekšējā gadā, savukārt vidējā gaisa temperatūra veģetācijas periodā bija par 3 grādiem augstāka nekā 2009. gadā. 2010. gads raksturojās ar augstu gaisa temperatūru un lielu nokrišņu daudzumu vasaras otrā pusē. Jūnija vidējā temperatūra bija par 2.5 grādiem augstāka nekā ilggadīgi novērotā, bet jūlija vidējā temperatūra ilggadīgi novēroto pārsniedza pat par 7.1 °C, maksimālā diennakts temperatūra jūlijā bija 29.2 °C.

Visaugstākā temperatūra bija jūlija otrajā dekādē.

2009./2010. gada ziemošanas perioda 2009. gada oktobra, novembra un decembra vidējā gaisa temperatūra bija tuvu ilggadīgajiem novērojumiem, bet 2010. gada janvāra mēnesī gaisa temperatūra pazeminājās zem ilggadīgi novērotās par 6.7 grādiem. 2010. gada janvārī bija noturīgas zemas gaisa temperatūras, kas nav raksturīgas Latvijas meteoroloģiskajiem apstākļiem. Februārī vidējā gaisa temperatūra bija stabila un tuvu ilggadīgajiem novērojumiem (1.1 grādu virs tās), tikai pēdējās februāra dienās temperatūra paaugstinājās virs 0 °C, pēc tam atkal pazeminoties (1., 2., 4. pielikums). Martā gaisa temperatūra bija tuvu ilggadīgajai. Marta otrās dekādes beigās temperatūra stabili turējās virs 0 °C. 2010. gada ziemas mēnešos stabili turējās sniega sega. Vislielākais nokrišņu daudzums bija februārī (154% no ilggadīgajiem novērojumiem), arī marta pirmajās divās dekādēs turpinājās snigšana. Otrajā marta dekādē, līdz ar temperatūras paaugstināšanos, sniega sega strauji samazinājās izraisot Jelgavā plūdus.

2011. gadā vidējā gaisa temperatūra laika periodā no 1. janvāra līdz 12. oktobrim bija 10.5 °C, vidējā gaisa temperatūra veģetācijas periodā bija ļoti tuvu iepriekšējā gada vidējai temperatūrai (16 °C), zemākā temperatūra veģetācijas periodā bija 2.4 °C (11. aprīlī), maksimālā temperatūra 27.3 °C (9. jūnijā). 2011. gada veģetācijas perioda beigas raksturojās ar siltu (oktobra pirmajā dekādē gaisa temperatūra stabili turējās virs 8 °C) rudenī.

2010./2011. gada ziemošanas periodā 2010. gada oktobra un novembra vidējā gaisa temperatūra bija tuvu ilggadīgajai temperatūrai, bet decembra mēnesī vidējā gaisa temperatūra bija par 4.2 grādiem zemāka nekā ilggadīgā. Šī ziemošanas perioda sākums raksturojās ar temperatūras stabilitāti - 2010. gada novembra pēdējā dekādē temperatūra stabili turējās zem 0 °C, arī decembrī nebija novērojamas temperatūras svārstības (no 2010. gada 27. novembra līdz 2011. gada 9. janvārim temperatūra stabili turējās zem -0.3 °C, bija 45 dienas nepartraukta sala periods). Decembra trešajā dekādē sniega sega sasniedza līdz 40 cm, decembra beigās bija novērojama bieza sērsnas kārtā, bet uz augiem bija veidojies apledojušs. Biezā sniega sega, sērsna un apledojušs augiem radīja mehāniskus bojājumus. 2011. gada janvāra mēnesis raksturojās ar temperatūras svārstībām. Janvāra pirmās dekādes beigās gaisa temperatūra paaugstinājās līdz 1.7 °C, pēc tam pazeminoties līdz -7.3 °C, arī otrā un trešā mēneša dekādē gaisa temperatūras bija nestabilas (otrās dekādes beigās gaisa temperatūra paaugstinājās līdz 2.4 °C, trešās dekādes beigās pazeminoties līdz -10.1 °C). Februāra sākumā gaisa temperatūra atkal paaugstinājās, sasniedzot 3.6 °C, atkušņa periods ilga 8 dienas (no 1. līdz 8. februārim), pēc tam gaisa temperatūra pazeminājās (14. un 15. februārī gaisa temperatūra sasniedza -15 °C). Pazeminātas temperatūras periods turpinājās no februāra otrās dekādes sākuma līdz marta pirmās dekādes vidum (1., 2., 4. pielikums).

2.3. Izmēģinājuma novērojumu metodika

Nosakot morfoloģiskās pazīmes, nelabvēlīgu laika apstākļu bojājumu, ražības, 100 ogu masas un ogu kvalitātes vērtēšanai aprēķināts vidējais no atsevišķu krūmu vērtējuma, bet bioķīmiskā sastāva vērtēšanai izmantots kopējais ogu paraugs. Pazīmes vērtētas ballēs no 0 līdz 9, atbilstoši UPOV (TG 137/3) un metriskā skalā.

LLU LF Agrobiotehnoloģijas institūta mācību - pētījumu bāzē krūmmelleņu stādījumā veikti šādi novērojumi un mērījumi:

- noteikta ziedpumpuru un dzinumu ziemcietība;
- veikti fenoloģiskie novērojumi;

- veikta ražas uzskaitē (kopējā raža (kg no krūma), 100 ogu masa, vienas ogas masa un 100 ogu iedalījums pēc to lieluma);
- noteikts sausnas saturs viengadīgajos dzinumos;
- vērtētās morfoloģiskās pazīmes;
- uzskaitīta gaisa temperatūra (2010. – 2011. gads).

LLU LF AAZI laboratorijā noteikts reducējošo cukuru daudzums krūmmelleņu šķirņu viengadīgajos dzinumos.

LVAI laboratorijā noteikts krūmmelleņu šķirņu ogu bioķīmiskais sastāvs: askorbīnskābe (C vitamīns), šķīstošā sausna, kopējie antociāni, kopējie fenoli, titrējamā skābe.

LVMI "Silava" Ģenētisko resursu centrā noteikta krūmmelleņu dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresija.

2.3.1. Ziemcietības noteikšana

Krūmmelleņu ziemcietība tiek definēta kā auga spēja pārciest daudzveidīgus stresa faktorus, īpaši tos, ko rada gaisa temperatūras svārstības un nokrišņu daudzums ziemošanas perioda laikā.

Ziemcietība noteikta katra pētījuma gada jūnija pirmajā dekādē, jo patiesais krūmmelleņu fizioloģiskais stāvoklis ir nosakāms pēc auga pilnīgas veģetatīvās augšanas atjaunošanās.

Augu ziemcietība vērtēta ballēs, lauka apstākļos, laikā no veģetācijas perioda sākšanās līdz jūnija vidum pēc LLU LF ABTI Dārzkopības nodaļas pētnieku izstrādātas skalas.

Krūmmelleņu **ziedpumpuru ziemcietības vērtējums** pēc 10 ballu skalas:

9 balles	nav bojājuma pazīmju;
8 balles	ziedpumpuri cietuši līdz 10%;
7 balles	cietuši 11- 20% ziedpumpuru;
6 balles	cietuši 21 – 40% ziedpumpuru;
5 balles	cietuši 41 – 60% ziedpumpuru;
4 balles	cietuši 61 – 80% ziedpumpuru;
3 balles	cietuši 81 – 90% ziedpumpuru;
2 balles	cietuši 91 – 100% ziedpumpuru;
1 balle	ziedpumpuri pilnībā cietuši
0 balles	augi pilnībā gājis bojā (arī sakņu sistēma)

Šķirnes sadalītas pēc ziedpumpuru ziemcietības:

- augsta ziemcietība 9.0 līdz 7.1 balles,
- vidēja ziemcietība 7.0 līdz 5.5 balles,
- zema ziemcietība < 5.4 balles.

Krūmmelleņu **dzinumu ziemcietības vērtējums** pēc 10 ballu skalas:

9 balles	nav bojājuma pazīmju;
8 balles	viegli cietušas viengadīgo dzinumu nenobriedušās galotnes, un viengadīgo sakņu kakliņa dzinumu galotnes;
7 balles	viegli cietuši viengadīgie dzinumi;
6 balles	vidēji cietuši viengadīgie dzinumi, viegli cietuši divgadīgie dzinumi;
5 balles	stipri cietuši viengadīgie dzinumi, vidēji cietuši divgadīgie dzinumi, viegli cietuši trīsgadīgie dzinumi;

4 balles	ļoti stipri cietuši viengadīgie dzinumi, stipri cietuši divgadīgie dzinumi, vidēji bojājumi uz trīsgadīgajiem dzinumiem;
3 balles	viengadīgie dzinumi gājuši bojā, ļoti stipri cietuši divgadīgie dzinumi, stipri sala bojājumi trīsgadīgajiem dzinumiem, vidēji bojājumi uz vecākiem dzinumiem;
2 balles	viengadīgie un divgadīgie dzinumi gājuši bojā, ļoti stipri sala bojājumi uz trīsgadīgajiem dzinumiem, stipri sala bojājumi uz vecākiem dzinumiem;
1 balle	augs gājis bojā līdz augsnes virskārtai.
0 balles	augs pilnībā gājis bojā (arī sakņu sistēma)

Šķirnes sadalītas pēc dzinumu ziemcietības:

- augsta ziemcietība 9.0 līdz 7.1 balles,
- vidēja ziemcietība 7.0 līdz 5.5 balles,
- zema ziemcietība < 5.4 balles.

Aprēķināta kopējā auga ziemcietība un šķirnes sadalītas pēc kopējās ziemcietības:

- augsta ziemcietība 9.0 līdz 7.1 balles,
- vidēja ziemcietība 7.0 līdz 5.5 balles,
- zema ziemcietība < 5.4 balles.

2.3.2. Ziemcietības ietekmējošo parametru noteikšana

Papildus vizuālai krūmmelleņu ziemcietības novērtēšanai, lai iegūtu pilnīgāku izpratni par krūmmelleņu ziemcietību ietekmējošajiem faktoriem, 2010./2011. ziemošanas periodā veiktas auga bioķīmisko procesu analīzes, krūmmelleņu viengadīgajos dzinumos nosakot:

- sausnas saturu,
- reducējošo cukuru saturu,
- 14 un 60 kDa dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresijas līmeni.

Sausnas un reducējošo cukuru saturs krūmmelleņu dzinumos noteikts laika periodā no 2010. gada oktobra līdz 2011. gada martam 6 laika punktos (26.10.2010., 25.11.2010., 27.12.2010., 27.01.2011., 24.02.2011. un 31.03.2011.). Paraugi ņemti vienā un tajā pašā laikā (plkst. 10:00) katra mēneša beigās.

Dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresija noteikta laika periodā no 2010. gada novembra līdz 2011. gada martam 5 laika punktos (25.11.2010., 27.12.2010., 27.01.2011., 03.03.2011. un 31.03.2011.), paraugi ņemti vienā un tajā pašā laikā (plkst. 10:00) katra mēneša beigās, izņemot 2011. gada februāri, kad paraugu noņemšanu kavēja laika apstākļi (zema gaisa temperatūra, -24 °C), tādēļ paraugi ņemti 03.03.2011. nevis 24.02.2011.

Sausnas saturs noteikšanai krūmmelleņu viengadīgajos dzinumos izmantots katras šķirnes vidējais paraugs. Paraugi nosvērti un žāvēti 72 stundas (vai ilgāk līdz nemainīgas masas iegūšanai) žāvēšanas skapī 40 °C, tad atkal nosvērti un aprēķināts sausnas saturs. Sausnas saturs izteikts g 100 g⁻¹.

Reducējošo cukuru saturs krūmmelleņu viengadīgajos dzinumos noteikts pēc Bertrāna metodes katras šķirnes vidējam paraugam. Reducējošie cukuri noteikti izžāvētos samaltos paraugos, konkrētam iesvaram pielejot līdz 30 mL destilēta ūdens un vārot 30 min. ūdens vannā. Pēc tam pievienojot 5 mL 6% ZnSO₄ un 5 mL 3% dzelteno asinssāli, uzpildot ar destilētu ūdeni līdz 50 mL atzīmei, atstājot uz 20 min., tad filtrē. Stobriņos iepilda 20 mL Fēlinga šķīduma, pievieno 10 mL filtrāta, liek ūdens vannā, pēc nogulšņu izkrišanas vāra 10 min., tad 3 min. centrifugē. Pēc centrifugēšanas šķīdumu nolej,

nogulsnes skalo, pēc tam nogulsnēm pielej 5 mL dzelzs amonija sulfāta šķīdumu sērskābē ((NH₄)₂SO₄ × Fe₂(SO₄)₃ × 24 H₂O). Kad nogulsnes izšķīdušas, šķīdumu titrē ar 0.1 M kālija permanganāta šķīdumu (KMnO₄) (Плешков, 1976). Iegūtos rādītājus izmanto reducējošo cukuru daudzuma aprēķinam, izteiktam g 100 g⁻¹ sausnas.

Zinātniskie pētījumi liecina par mazas molekulmasas dehidrīnu uzkrāšanos dažādās auga daļās aukstuma ietekmē, tāpēc šajā pētījumā noteikta divu dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresijas līmenis krūmmelleņu dzinumos. **14 un 60 kDa dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresija** noteikta krūmmelleņu šķirņu viengadīgajos dzinumos, kas griezti aptuveni 1 cm gari, tā lai uz dzinuma būtu vismaz viens pumpurs. Paraugi ievietoti 2 mL plastmasas stobriņos, kas uzreiz pēc ievākšanas sasaldēti šķidrā slāpekļī un līdz analīžu veikšanai uzglabāti -70 °C. Paraugi vākti 2 atkārtojumos.

RNS izdalīšanai izmantoti buferi: 2% CTAB (cetiltrimetilamonija bromīds), 2% PVP (polivinilpirolidīns), 100 mM Tris-HCl (pH 8.0), 2.0 M NaCl, 0.05% spermidīns (sajaukts un autoklāvēts), 2% β-merkaptotanolis (pievienots tikai pirms lietošanas), hloroforma:izoamilspirta maisījums (24:1), 10 M LiCl, SSTE (Chang, Puryear, Cairney, 1993).

RNA izdalīšana pēc šāda protokola: ekstrakcijas buferi ūdens vannā uzsilda, pievieno šķidrā slāpekļī sasmalcinātu augu paraugu, lēni vorteksē, divas reizes ekstrahē ar atbilstoša daudzuma hloroforma:izoamilspirta maisījumu, pievieno ¼ no tilpuma 10 M LiCl un atstāj pa nakti 4 °C. Pēc tam 20 min. centrifugē, nolej supernatānu, nogulsnes šķīdina SSTE, attīra ar hloroforma:izoamilspirta maisījumu, pievieno etanolu un nogulsnē 2 stundas -20 °C, tad atkal 20 min. centrifugē, nogulsnes skalo ar 70% etanolu un šķīdina destilētā ūdenī. Pēc tam RNS attīra ar DNase un attīra. DNS fragmentu sintēzei izmantoja reverso transkripciju saskaņā ar ražotāja specifikāciju (MBI Fermenta) (Chang, Puryear, Cairney, 1993; Meisel, Fonseca, González et al, 2005). Reālā laika – PĶR amplifikācijai izmantoja specifiskus praimerus (skat. 2.3. tabulu).

2.3. tabula

Dehidrīnu ekspresijas noteikšanai izmantotie praimeru un references gēni

Proteīns	Gēna nosaukums	Sekvences identifikācijas numurs	Praimeru sekvence*	
			<i>(F – tiešais, R – pretējais praimeris)</i>	
14 kDa dehidrīns	<i>bbdhn6</i>	AY660959	F.	GCG GCG ATT AGA TCG AAT CA
			R.	GCA TCT CCC CAT GAG ACT CTG T
60 kDa dehidrīns	<i>bbdhn1</i>	AF030180	F.	AAA ATG GCA GGA ATC ATG AAC A
			R.	CTC CTC CCT TGT ACT TGT CCT CCT

*Praimeru (*F – forward, R – reverse*) izstrādei, dehidrīnu gēnu sekvences iegūtas NCBI datubāzē⁹, un to izstrādei izmantota programma Primer Express

Reālā laika – PĶR reakcijai veikti 40 cikli konkrētos apstākļos (denaturācija 15 sekundes 95 °C, hibridizācija un elongācija 1 minūti 60 °C, pēdējās elongācijas laiks bija 10 minūtes 72 °C). RNS koncentrācija noteikta ar spektrofluorimetrijas metodi.

Dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresijas atšķirību raksturošanai starp krūmmelleņu šķirnēm, izmantota relatīvā kvantitēšanas jeb salīdzinošā C_T metode (Scheffe, Lehmann, Buschmann et al., 2006). Šī metode ļauj savstarpēji salīdzināt paraugus, izmantojot lietotāja izvēlētu paraugu kā references paraugu. Lietojot relatīvo kvantitēšanu, izdarīts pieņēmums, ka PĶR reakciju efektivitāte ar dažādiem praimeriem ir līdzīga. Lietojot šo

⁹ Nacionālais biotehnoloģiju informācija centrs. Pieejams <http://www.ncbi.nlm.nih.gov> [tiešsaiste]

metodi, nav nepieciešams veikt reakcijas standartlīknes iegūšanu, tas ļauj analizēt vairāk paraugu vienā reizē. Lai normalizētu RT - PĶR reakcijās iegūtos datus, katram analizētajam paraugam veikta reālā laika PĶR ar endogenās kontroles praimeru pāri, turklāt reakcijas maisījums satur pasīvo kontroli (ROX fluorescentā krāsa). Pasīvās kontroles izmantošana samazina pipetēšanas neprecizitātes ietekmi uz RT - PĶR rezultātiem. Izmantojot relatīvās kvantitēšanas metodi, dati no dažādiem eksperimentiem ir viegli analizējami kopā projektu veidā.

Relatīvās kvantitēšanas analizē katram paraugam iegūst $\Delta\Delta C_T$ vērtību. Aprēķins veikts pēc 1. formulas.

$$\Delta\Delta C_T = \Delta C_{Tp} - \Delta C_{Tref.}, \quad (1)$$

kur ΔC_{Tp} – jebkura parauga C_T vērtība pēc normalizācijas ar endogenu kontroli,
 $\Delta C_{Tref.}$ – references parauga C_T vērtība pēc normalizācijas ar endogenu kontroli.

Ja $\Delta\Delta C_T > 0$, tad analizētajā paraugā ir vairāk mRNS cDNS kopiju nekā kontroles paraugā un otrādi (Scheffe, Lehmann, Buschmann et al., 2006).

Reakcijas veiktas uz Applied Biosystems StepOnePlus iekārtas. Datu analīzei izmantota StepOne Software 2.1 programma.

Aukstumstundu vienību (CU) noteikšanai 2010./2011. gada ziemošanas periodā izmantots Utah (*Utah*) modelis, kas pamatojas uz to, ka augstas gaisa temperatūras negatīvi ietekmē auga miera perioda izešanu. Aukstuma faktors variē no 0, kad temperatūra neietekmē CR, līdz 1, kad temperatūra ir visefektīvākā, lai augs akumulētu nepieciešamās aukstumstundas (Richardson, Seeley, Walker, 1974). Pēc Utah modeļa, temperatūras starp 1.5 °C un 12.4 °C veicina miera perioda izešanu.

Aukstumstundu aprēķināšanā izmanto šādu aprēķinu: 1 stunda ar temperatūru starp 1.5 un 2.4 °C dod 0.5 CU, 1 stunda ar temperatūru starp 2.5 līdz 9.1 °C nodrošina 1 CU. Temperatūra zem 1.5 °C neietekmē nepieciešamā aukstumperioda sasniegšanu, tādēļ CU ir 0, arī pie temperatūras no 12.5 līdz 15.9 °C CU ir 0, bet temperatūra virs 16.0 °C mazina aukstuma faktora nozīmi, tādēļ aprēķinos piešķir -1.0 CU.

2010./2011. gada ziemošanas periodā paraugu ņemšanas laika posmos akumulētās aukstumstundas:

- 26.10.2010. akumulētas 131 CU,
- 25.11.2010. akumulētas 712 CU,
- 27.12.2010. akumulētas 714 CU,
- 27.01.2011. akumulētas 759 CU,
- 24.02.2011. akumulētas 862 CU,
- 03.03.2011. akumulētas 883 CU,
- 31.03.2011. akumulētas 1109 CU.

Pārējos ziemošanas periodos nav noteiktas aukstumstundas, jo pētījuma vietā nebija iespējas uzskaitīt gaisa temperatūru ar intervālu 1 stunda.

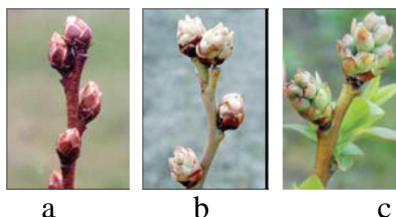
2.3.3. Fenoloģisko fāžu noteikšana

Krūmmelleņu fenoloģiskās fāzes vērtētas izmantojot ASV Mičiganas Valsts Universitātes pētnieku izstrādāto skalu (Spiers, 1978; Longstroth, 2008b).

Trīs gadu novērojumi (2009., 2010. un 2011. gads) veikti ziedpumpuru briešanas laikam, ziedēšanas sākumam un ziedēšanas ilgumam. Ogu ienākšanās laiks un ražošanas ilgums noteikts četru gadu periodā (2008., 2009. 2010. un 2011. gads).

Dati grupēti ranžētā secībā par kritēriju izmantojot šķirņu ogu ienākšanās laiku (pēc literatūras): agrs, vidējs vai vēls.

Ziedpumpuru briešanas laiks (2.1. att. a) vērtēts kā dienu skaits pēc 1. janvāra.



2.1. att. Krūmmelleņu ziedpumpuru attīstības fāzes.

a - pumpuru briešana, b - pumpuru raisīšanās, c - ziedkopas veidošanās (foto no: Blueberry growth stages¹⁰)

Ziedēšanas sākuma laiks vērtēts kā dienu skaits pēc 1. janvāra. Ziedēšanas sākums sakrīt ar vēlīnās rozā pumpuru fāzi (2.2.att. a), kad atvērušies ap 10% ziedu. Šķirnes sadalītas pēc ziedēšanas sākuma laika: agri, vidēji un vēlu ziedošas.



2.2. att. Krūmmelleņu ziedu attīstības fāzes.

a - vēlīnā rozā pumpuru fāze, b - atvērušies 25% ziedu, c - pilnzieds, d - ziedlapu nomešana (foto no: Blueberry growth stages¹⁰)

Ziedēšanas ilgums vērtēts dienās, skaitot no ziedēšanas sākuma laika. Lai noteiktu šo pazīmi, papildus novēroja ziedlapu nomešanas laiku (2.2.att. d).

Ogu ienākšanās laiks, kad pilnīgi nokrāsojušās 50 – 75% ogu, arī vērtēts dienās, skaitot no 1. janvāra. Šķirnes sadalītas pēc ogu ienākšanās laika: agra, vidēja un vēla.

Ražošanas perioda ilgums vērtēts dienās no pirmās ogu vākšanas reizes līdz pēdējai. Šķirnes sadalītas pēc ražošanas perioda ilguma: īss, vidēji garš un garš.

2.3.4. Ražu veidojošo elementu uzskaitē

Raža. Noteikta kā kopējā raža kg no krūma. Šķirnes sadalītas pēc ražības: mazražīgas, vidēji ražīgas un augstražīgas.

Ogas vidējā masa. Noteikta 100 ogu masa un aprēķināta vidējā vienas ogas masa gramos. Šķirnes sadalītas grupās pēc vidējās ogas masas: maza, vidēja, liela.

¹⁰ <http://www.blueberries.msu.edu/GrowingBlueBerries.html> (skatīts 2008.gada 7.maijā)

Ogu lielums noteikts 100 ogu paraugam, sadalot tās pa lieluma grupām:

1. grupa	ļoti mazas ogas	< 9.0 mm,
2. grupa	mazas ogas	9.1 – 12.0 mm,
3. grupa	vidēja izmēra ogas	12.1 – 15.0 mm,
4. grupa	vidēji liela izmēra ogas	15.1 – 18.0 mm,
5. grupa	lielas ogas	18.1 – 20.0 mm,
6. grupa	ļoti lielas ogas	> 20.0 mm.

2.3.5. Ogu bioķīmiskais sastāvs

Krūmmelleņu bioķīmiskais sastāvs noteikts saldētām ogām (šķirnes vidējais paraugs). Pēc parauga savākšanas, ogas uzglabātas -20 °C, analīzes veiktas pēc 5 mēnešiem. Bioķīmiskais sastāvs krūmmelleņu ogām noteikts 2008., 2010. un 2011. gadā.

Kopējais antociānu saturs (mg 100 g⁻¹) ogās noteikts spektrofotometriski, izmantojot spektrometru UV-1650-PC pie gaismas viļņu garuma 535 nm (Moor, Karp, Poldma et al., 2005). Kopējo antociānu koncentrāciju analizējamajā paraugā aprēķina pēc 2. formulas:

$$A = \frac{A_{535} * V_{ekstr} * 1000 * A_{atsk}}{980 * m_{iesvara}} \quad (2)$$

kur A – kopējais antociānu saturs, mg 100 g⁻¹
 A – izmērītā absorbcija pie viļņu garuma 535 nm
 V_{ekstr} – iegūtais izfiltrētais paraugs, mL
 A_{atsk} – parauga atšķaidījums
 $m_{iesvara}$ – analizējamā parauga iesvars, g

Askorbīnskābes saturs (mg 100 g⁻¹) ogās noteikts ar joda metodi (Moor, Karp, Poldma et al., 2005). Askorbīnskābes saturu aprēķina pēc 3. formulas:

$$C = 400 \cdot \frac{V_p}{V_{st}}, \quad (3)$$

kur C – askorbīnskābes saturs, mg 100 g⁻¹
 400 – koeficients
 V_p – izlietotais 0.05 M joda šķīduma daudzums 10 mL filtrāta titrēšanai
 V_{st} – izlietotais 0.05 M joda šķīduma daudzums 25 mL standartšķīduma titrēšanai.

Standartšķīdumu pagatavo no 40 mg askorbīnskābes, kas izšķīdināta 100 mL 6% skābeņskābes šķīdumā. Pēc tam 25 mL askorbīnskābes standartšķīdumam pievieno 2 mL 1% cietes šķīduma un titrē ar 0.05 M joda šķīdumu.

Šķīstošās sausas saturs (°Brix) noteikts ogu sulas paraugos ar digitālo refraktometru ATAGO N20 (mērinstrumenta kļūda ±0.1%) pie temperatūras 20 °C.

Kopējās titrējamās skābes saturs (mg 100 g⁻¹) noteikts ar titrēšanas metodi (LVS EN 12147:2001A). Kopējais titrējamās skābes saturs noteikts pēc 4. formulas:

$$Sk = \frac{v * c * M}{m} * \frac{V}{V_1} * 0.1, \quad (4)$$

kur Sk – skābes saturs, mg 100 g⁻¹
 v – iztitrētais 0.1 M NaOH tilpums, mL
 c – NaOH titrējamā šķīduma molekulārā koncentrācija

m – iesvara masa, g
 M – skābes koeficients, kas ir 67.045 pārrēķinot uz ābolskābi
 V – iesvars,
 V_f – filtrāta daudzums, kuru izmantoja titrēšanai, mL.

Kopējo fenolu saturs ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) noteikts ar spektrometrijas metodi, lietojot UV-1650-PC spektrofotometru pie viļņa garuma 765 nm (Singleton, Orthofer, Lamuela – Raventos, 1999). Fenolu noteikšanai homogenizēto ogu mīkstuma paraugam (precīzam iesvaram) pievieno 5 mL attīrīta ūdens. Paraugam, 5 min. maisot, pievieno 50 mL 96% etilspirtu, turpina maisīt 2 stundas, tad filtrē ar vakuuma sūkni, iegūtās nogulsnes 3 reizes skalo ar 10 mL 80% etilspirtu. Kopējo filtrātu kvantitatīvi pārnes 100 ml mērkolbā un uzpilda līdz mērzīmei ar attīrītu ūdeni. 50 mL alikvoto daļu pagatavotā šķīduma pārnes 150 mL tilpuma dalāmajā piltuvē, pievieno 20 mL petrolētera un 2 minūtes krata (izekstragēju petrolētera frakcijā šķīstošos savienojumus). Dalāmo piltuvi novieto tumšā vietā uz 3 - 4 stundām līdz notiek pilnīga abu slāņu nodalīšanās. Apakšējo sarkano ūdens – spirta slāni pārnes 100 ml koniskajā kolbā un tālāk izmanto fenolu noteikšanai. Ņem 1 mL parauga, pievieno 5 mL svaigi gatavotu Folīna-Denisa reaģentu, maisa ar mehānisko kratītāju, pievieno 4 mL 7.5% Na_2CO_3 šķīduma un atkal samaisa. Pēc 30 min. veic mērījumus ar spektrofotometru pie viļņu garuma 765 nm. Pēc kalibrēšanas standartlīknes taisnes atrod fenola koncentrāciju $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$, kuru satur analizējamais paraugs. Kalibrēšanas standartlīknes konstruēšanai, par standartvielu izmanto gallusskābi.

Kopējo fenolu saturu paraugā aprēķina pēc 5. formulas:

$$X = \frac{v}{m} * C * A * 100, \quad (5)$$

kur X – kopējo fenolu saturs, $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$
 C – pēc graduēšanas grafika atrastā fenolu koncentrācija, $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$;
 m – analizējamā parauga iesvars, g
 A - analizējamā parauga atšķaidījums;
 v – parauga spirta šķīdums tiplums.

Skābju / cukuru attiecība ir nozīmīga, jo tā vistuvāk raksturo ogu garšu – jo šī attiecība augstāka, jo ogu garša subjektīvi šķiet skābāka, neskatoties uz absolūto skābju un cukuru saturu. Arī ogu gatavības noteikšanai (literatūrā saukts arī par gatavības indeksu) aprēķina attiecību starp šķīstošo sausu un titrējamo skābi (Castrejon, Eichholz, Rohn et al., 2008).

Skābju / cukuru attiecības aprēķināšanai izmantota 6. formula:

$$R = \frac{Sk * 0.1}{Ss - Sk * 0.1}, \quad (6)$$

kur R - skābju/cukuru attiecība,
 Sk – skābes saturs, $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$
 Ss – šķīstošās sausas saturs, °Brix.

2.3.6. Meteoroloģisko datu uzskaitē

Meteoroloģisko apstākļu raksturošanai izmēģinājuma pirmos divus gadus izmantoti Jelgavas HMS, bet no 2010. gada sākuma pētījuma vietā reģistrētie gaisa temperatūras dati: minimālā un maksimālā gaisa temperatūra ($^{\circ}\text{C}$). Tā noteikta izmantojot portatīvo USB gaisa temperatūras reģistru MicroLite (temperatūra reģistrēta ik pa 1 stundai). Reģistrs novietots 0.7 m augstumā no augsnes virskārtas.

Diennakts vidējā gaisa temperatūra aprēķināta pēc 7. formulas:

$$T_{vid.} = \frac{T_{min.} + T_{max.}}{2}, \quad (7)$$

kur $T_{vid.}$ – diennakts vidējā gaisa temperatūra, °C

$T_{min.}$ – diennakts minimālā gaisa temperatūra, °C

$T_{max.}$ – diennakts maksimālā gaisa temperatūra, °C

Mēnešu diennakts vidējo temperatūru un efektīvās temperatūras atšķirību raksturošanai izmantots Vilkoksona rangu tests (*Wilcoxon test*), ko lieto neprātrauktām pazīmēm, kuru sadalījums neatbilst normālajam sadalījumam, kā arī ordinālas skalu datu apstrādei (Paura, Arhipova, 2002).

Krūmmelleņu fenoloģiskās attīstības raksturošanai katrā pētījuma gadā aprēķināta **efektīvās temperatūras summa**. Aprēķini veikti pēc 8. formulas:

$$ETS = \sum_{t=1}^n (t_n - 5), \quad (8)$$

kur ETS – efektīvās temperatūras summa n diennakšu periodā;

t_n – 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).

Nokrišņu daudzuma dati ņemti no Jelgavas HMS un Dobeles HMS. Dekādes un mēneša nokrišņu daudzums aprēķināts summējot katras dienas nokrišņu daudzums.

2.3.7. Morfoloģiskās pazīmes

Morfoloģiskās pazīmes vērtētas augu miera perioda laikā bezlapotā stāvoklī.

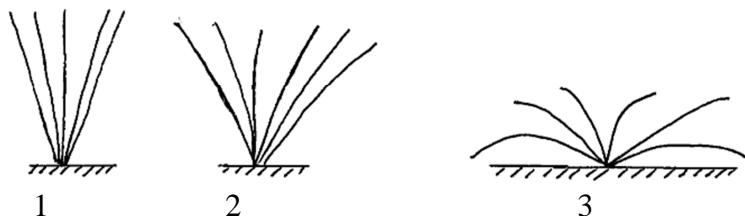
Krūma augstums vērtēts metros no augsnes virskārtas līdz augstākā zara galotnei.

Krūma platums vērtēts metros no viena krūma sānzara galotnes līdz pretējās puses sānzara galotnei.

Krūma vainaga tilpums (m³) aprēķināts kā konusa veida figūrai, nosakot krūma augstumu un vainaga platumu.

Krūma dzinumu skaits vērtēts veselos skaitļos pa dzinumu vecuma grupām.

Krūma habituss jeb forma vērtēta ballēs no 1 līdz 3, kur 1 – stāvs (references šķirne ‘Bluecrop’), 2 – vidēji stāvs, 3 – izplests (references šķirne ‘Northblue’, skat. 2.3. att.).



2.3. att. Krūmmelleņu krūma habituss jeb forma.

1 – stāvs, 2 – vidēji stāvs, 3 – izplests

2.4. Datu matemātiskā apstrāde

2.4.1. Šķirņu novērtējums ar standartnovirzi un dispersiju analīzi

Aprakstošā statistika un dispersiju analīze veikta kvantitatīvām pazīmēm, kas vērtētas metriskā vai ordinālā (ballēs no 1 – 9) skalā. Aprakstošā statistika (aritmētiskais vidējais, standartnovirze, amplitūda, minimums, maksimums un variāciju koeficients) pielietota katru gadu atsevišķi un vidējiem rādītājiem starp gadiem. Morfoloģisko pazīmju raksturošanai izmantoti tikai vidējie rādītāji, kuru vērtības maz svārstās pa gadiem.

Krūmmelleņu šķirņu ziemicietības vērtējumam, ražas, 100 ogu masas, vienas ogu masas, un citu rezultātu datu matemātiskai apstrādei izmatota vienfaktoru un divfaktoru ANOVA dispersiju analīze. Dispersijas analīze izmantota, lai noteiktu būtiskas atšķirības starp šķirnēm pie 95% ticamības līmeņa.

Kopējo sakarību analīzei izmantota mazākā būtiskā robežstarpība ($RS_{0.05}$), un Fišera kritērijs (F). Datu analīzei izmantoti statistiskie rādītāji: vidējais aritmētiskais (\bar{x}), standartnovirze (s), dispersija (s^2), standartkļūda (s_x), faktoru īpatsvars (η^2 , %).

2.4.2. Korelācijas un regresijas analīze

Sakarību analīzei starp novērojumiem izmantotas korelācijas un regresijas analīzes (Arhipova, Bāliņa, 2003).

Lai noteiktu sakarību ciešumu starp novērotajām pazīmēm, veikta korelācijas analīze, izmantojot programmu SPSS 14.0 (Arhipova, Bāliņa, 2003) vai MS Excel iespējas. Lai savstarpēji salīdzinātu metriskā vai metriskā un ordinālā skalā veiktos mērījumus, pielietota Pīrsona (*Pearson*) korelācijas analīzes metode. Savstarpējai neparametrisku pazīmju salīdzināšanai vai kvalitatīvu pazīmju salīdzināšanai ar metriskā skalā izteiktām pazīmēm Pīrsona metode nav izmantojama, tāpēc pielietota Spīrmena (*Spearman*) korelācijas koeficienta aprēķināšanas metode (Paura un Arhipova, 2002). Lai novērtētu aprēķināto korelācijas koeficientu būtiskumu, tie salīdzināti ar kritisko korelācijas koeficienta vērtību pie 0.05 % būtiskuma līmeņa (Rubenis un Liepa, 1976).

Korelācijas analīze izmantota, lai noteiktu sakarību ciešumu starp faktoriālo (X) un rezultātīvo (Y) pazīmi (Rubenis un Liepa, 1976; Arhipova, Bāliņa, 2003). Datu matemātiskai apstrādei par krūmmelleņu ziemicietību un produktivitāti ietekmējošiem faktoriem minētā metode izmantota, lai noteiktu:

- meteoroloģisko apstākļu ietekmi uz krūmmelleņu ziemicietību;
- temperatūras ietekmi uz krūmmelleņu reducējošo cukuru un sausas saturu dzinumos;
- temperatūras ietekmi uz 14 kDa un 60 kDa dehidrīnu ekspresiju, kā arī dehidrīnu savstarpējo sakarību novērtēšanu;
- temperatūras apstākļu ietekmi uz krūmmelleņu fenoloģisko attīstību;
- meteoroloģisko apstākļu ietekmi uz krūmmelleņu vienas ogas masu (g), ogu diametru (mm) un ražu (kg no krūma);
- temperatūras ietekmi uz krūmmelleņu bioķīmisko sastāvu.

3. REZULTĀTI UN DISKUSIJA

3.1. Krūmmelleņu ziemcietība un tās ietekmējošo parametru analīze

3.1.1. Krūmmelleņu ziedpumpuru un dzinumu ziemcietība

Izmēģinājuma gados bija ļoti dažādi ziemošanas apstākļi (4. pielikums), līdz ar to krūmmelleņu ziemcietība pa izmēģinājuma gadiem bija būtiski atšķirīga. Visaugstāko ziedpumpuru un dzinumu ziemcietību krūmmelleņu šķirnes uzrādīja 2009. gadā (9 balles), bet viszemākā ziedpumpuru (vidēji 3.6 balles) un dzinumu (vidēji 4.3 balles) ziemcietība visām izmēģinājumā iekļautajām šķirnēm bija novērojama 2007. gadā. Labi ziemošanas apstākļi (vidējā ziemcietība 8.3 balles) bija 2008. gadā, bet 2010. un 2011. gadā krūmmelleņu šķirnes uz ziemošanas apstākļiem reaģēja atšķirīgi, šajos gados ziemcietība variēja no 3.0 līdz 9.0 ballēm (7. pielikums; 3.1. tabula).

3.1. tabula

Krūmmelleņu šķirņu ziedpumpuru ziemcietība pa gadiem, ballēs

Gads	Zema ($< x_{vid} - s$)	Vidēja ($x_{vid} \pm s$)	Augsta ($> x_{vid} + s$)
2007	<u>1.1 – 2.2 balles</u> Duke*	<u>2.2. – 5.0 balles</u> Spartan, Northland, Patriot, Bluejay, Bluecrop, Northblue, Blueray, Polaris, Jersey	<u>5.5 – 5.7 balles</u> Chippewa*
2008	<u>7.1 – 7.6 balles</u> Duke**	<u>7.6 – 8.9 balles</u> Jersey, Bluecrop, Bluejay, Blueray, Chippewa, Polaris, Northland, Patriot, Spartan	<u>> 8.9 balles</u> Northblue
2009	–	–	<u>9.0 balles</u> Duke, Jersey, Bluecrop, Bluejay, Blueray, Chippewa* , Polaris, Northland, Patriot, Spartan, Northblue
2010	<u>3.7 – 4.6 balles</u> Jersey, Blueray	<u>4.6 – 7.1 balles</u> Bluecrop, Bluejay, Duke, Spartan, Patriot, Polaris, Northland, Northblue	<u>7.1 – 7.7 balles</u> Chippewa*
2011	<u>4.0 – 4.9 balles</u> Duke** , Blueray	<u>4.9 – 7.7 balles</u> Bluejay, Northland, Bluecrop, Jersey, Polaris, Spartan	<u>7.7 – 8.3 balles</u> Northblue , Chippewa* , Patriot

***Chippewa** – šķirne ar augstu ziedpumpuru ziemcietību vismaz četros novērojuma gados;

****Duke** – šķirne ar zemu ziedpumpuru ziemcietību vismaz trijos novērojuma gados;

Northblue – šķirnes ar augstu dzinumu ziemcietību vismaz trijos novērojuma gados; $x_{vid} \pm s$ – vidējā vērtība \pm standartnovirze

Augstāko un mazāk svārstīgu ziedpumpuru ziemcietību visos pētījuma gados uzrādīja šķirne ‘Chippewa’, savukārt šķirne ‘Duke’ raksturojās ar svārstīgu ziedpumpuru ziemcietību pa gadiem un trijos novērojuma gados uzrādīja zemāko ziemcietību

(3.1. tabula). ‘Duke’ pat gadā ar labvēlīgiem ziemošanas apstākļiem (2008. gads) uzrādīja zemāko ziedpumpuru ziemcietību (7.1 balles) (3.1. tabula, 8. pielikums). Visos novērojuma gados novērota būtiska ($p = 0.000$) gadu kā meteoroloģisko apstākļu kopuma (gaisa temperatūra, nokrišņu daudzums, saulaino dienu skaits) ietekme uz krūmmelleņu šķirņu ziedpumpuru ziemcietību. Mazāk svārstīga ziedpumpuru ziemcietība pa gadiem bija šķirnēm ‘Chippewa’ un ‘Polaris’, standartnovirze bija attiecīgi 1.3 un 1.8 (7. un 8. pielikums). Pārējo pētījumā iekļauto šķirņu ziedpumpuri bija jutīgāki pret nelabvēlīgiem meteoroloģiskiem apstākļiem ziemošanas laikā. Arī krūmmelleņu sugu un šķirņu robežās pierādīta statistiski būtiska ($p = 0.000$) ziedpumpuru ziemcietības atšķirība, kas norāda uz būtisku šķirņu ģenētisko īpašību lomu ziemcietībā (8. pielikums).

Statistiski pierādīta būtiska ($p = 0.000$) gada kā meteoroloģisko apstākļu kopuma ietekme arī uz krūmmelleņu dzinumu ziemcietību (7. pielikums). Pusaugsto krūmmelleņu šķirņu ‘Chippewa’ un ‘Northblue’ dzinumi četros no pieciem novērojumu gadiem uzrādīja augstāko ziemcietību (3.2. tabula), kas liecina par šo šķirņu dzinumu augstu aukstumizturības un salcietības pakāpi Latvijas mainīgajos klimatiskajos apstākļos salīdzinājumā ar citām krūmmelleņu šķirnēm. Trijos novērojuma gados augsta ziemcietība bija arī augsto krūmmelleņu šķirnēm ‘Patriot’ un ‘Jersey’, bet zemu dzinumu ziemcietību trijos novērojuma gados uzrādīja krūmmelleņu šķirne ‘Duke’ (3.2. tabula).

3.2. tabula

Krūmmelleņu šķirņu dzinumu ziemcietība pa gadiem, balles

Gads	Zema ($< x_{vid} - s$)	Vidēja ($x_{vid} \pm s$)	Augsta ($> x_{vid} + s$)
2007	<u>2.0 – 3.1 balles</u> Duke** , Northland	<u>3.1 – 5.6 balles</u> Spartan, Bluejay, Patriot, Bluecrop, Northblue, Blueray, Polaris	<u>5.6 – 6.3 balles</u> Chippewa* , Jersey
2008	<u>< 8.0 balles</u> –	<u>8.0 – 8.9 balles</u> Duke, Jersey, Chippewa, Bluejay, Northland, Polaris, Spartan	<u>> 8.9 balles</u> Bluecrop, Blueray, Northblue* , Patriot
2009	–	–	<u>9.0 balles</u> Duke, Jersey , Chippewa* , Bluejay, Northland, Polaris, Spartan, Bluecrop, Blueray, Northblue* , Patriot
2010	<u>< 6.2 balles</u> Bluecrop, Duke** , Polaris	<u>6.2 – 7.9 balles</u> Blueray, Patriot, Bluejay, Jersey, Spartan	<u>> 7.9 balles</u> Chippewa* , Northblue* , Northland
2011	<u>4.7 – 5.6 balles</u> Duke**	<u>5.6 – 8.0 balles</u> Bluecrop, Bluejay, Blueray, Northland, Polaris, Spartan	<u>8.0 – 8.7 balles</u> Chippewa* , Jersey , Northblue* , Patriot

***Chippewa** – šķirnes ar augstu dzinumu ziemcietību vismaz četros novērojuma gados

****Duke** - šķirne ar zemu dzinumu ziemcietību vismaz trijos novērojuma gados;

Patriot – šķirnes ar augstu dzinumu ziemcietību vismaz trijos novērojuma gados;

$x_{vid} \pm s$ – vidējā vērtība \pm standartnovirze

Šķirnēm 'Jersey' un 'Chippewa' dzinumu ziemcietība pa gadiem bija stabilāka salīdzinājumā ar pārējām pētījumā iekļautām šķirnēm, bet vislielākās svārstības dzinumu ziemcietībā pa gadiem novērotas šķirnēm 'Duke' un 'Northland' (8. pielikums).

Vērtējot krūmmelleņu šķirņu ziemcietību pa gadiem, visvairāk meteoroloģiskie apstākļi pētījumā iekļauto krūmmelleņu šķirņu ziemcietību bija ietekmējuši 2006./2007. gada ziemošanas periodā. Šajā periodā šķirņu ziedpumpuru ziemcietības minimālās un maksimālās vērtības svārstījās no 0.7 līdz 6 ballēm (7. pielikums), tas nozīmē, ka ziedpumpuri izsaluši pilnībā vai cietuši līdz 40%. Dzinumu ziemcietība starp krūmmelleņu šķirnēm variēja no 2 līdz 7 ballēm, kas norāda, ka atsevišķām krūmmelleņu šķirnēm viengadīgie un divgadīgie dzinumi gājuši bojā un stipri cietuši arī trīsgadīgie dzinumi. Zemo krūmmelleņu ziemcietību varētu skaidrot ar 2006. gada novembra un decembra mēnešu gaisa temperatūru svārstībām (1., 3. pielikums), jo vidējā gaisa temperatūra novembra un decembra mēnešos bija pat par 7 °C augstāka nekā ilggadīgā temperatūra šajos mēnešos (4. pielikums). Paaugstināta gaisa temperatūra ziemošanas perioda sākumā, iespējams, varēja kavēt krūmmelleņu ieiešanu dziļā miera perioda fāzē. Pozitīva temperatūra pieturējās līdz 2007. gada janvāra trešai dekādei, kad tā pazeminājās līdz -20.3 °C (4. pielikums). Arī februāra mēnesī bija novērojamas temperatūras svārstības (1., 4. pielikums), kas neveicināja krūmmelleņu salcietības saglabāšanos, tādējādi varēja izraisīt būtiskus ziedpumpuru un dzinumu bojājumus.

2007./2008. gada ziemošanas periodā krūmmelleņu šķirnei 'Duke' bija cietuši 21 līdz 40% ziedpumpuru (minimālais vērtējums 6 balles), viegli cietuši viengadīgie dzinumi (minimālais vērtējums 8 balles). 2007./2008. ziemošanas perioda sākumā, gaisa temperatūrai pakāpeniski samazinoties (tomēr pieturoties virs 0 °C), krūmmellenes izgāja aklimatizācijas procesus, saglabājot augstu aukstumizturības pakāpi. Vieglus dzinumu un ziedpumpuru bojājumus varēja izraisīt gaisa temperatūras pazemināšanās 2008. gada janvāra pirmajā dekādē (sāniedzot -14.3 °C) un gaisa temperatūras svārstības februārī (2. pielikums).

2008./2009. gada ziemošanas periodā pētījumā iekļautajām krūmmelleņu šķirnēm nebija novēroti meteoroloģisko apstākļu izraisīti bojājumi (3.1. un 3.2. tabula). Ziemošanas perioda sākumā (novembrī un decembrī) gaisa temperatūrai pakāpeniski pazeminoties, tika nodrošināti apstākļi, lai krūmmellenes sasniegtu maksimālo salcietību. Arī ziemošanas periodam turpinoties, neskatoties uz nelielām temperatūras svārstībām un sniega segas biezumu janvāra un februāra mēnešos, krūmmellenes saglabāja augstu salcietības pakāpi, kā rezultātā uzrādīta ļoti augsta ziemcietība.

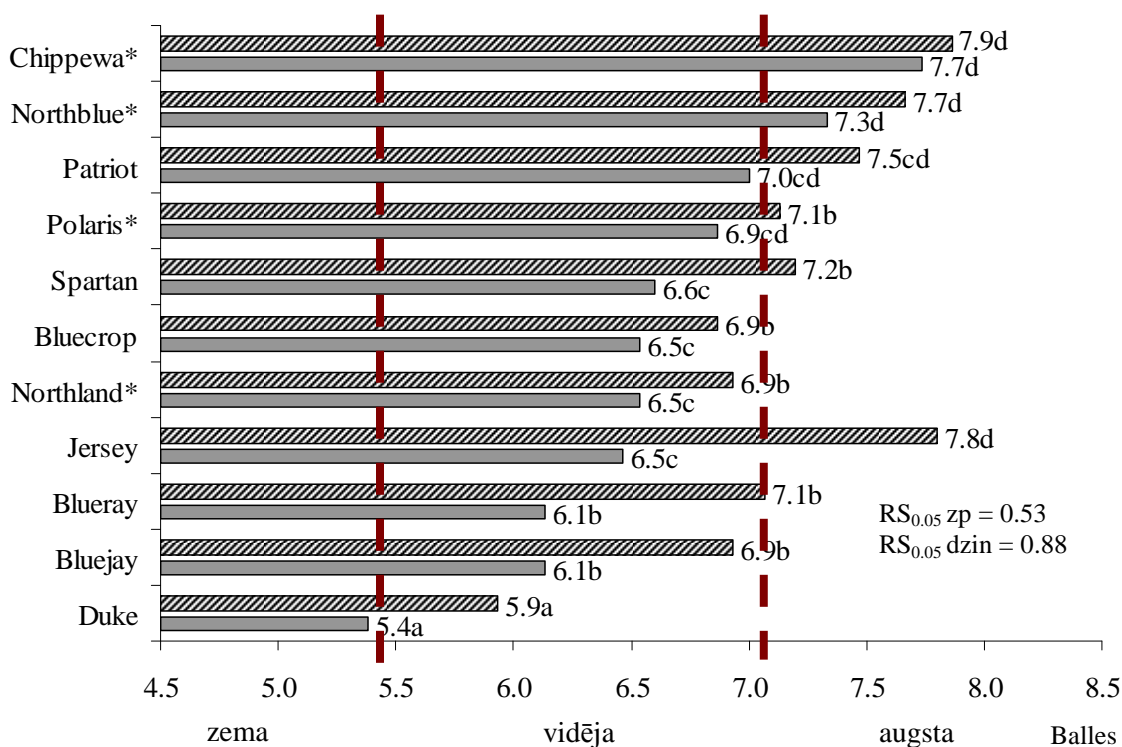
Arī 2009./2010. gada ziemošanas periodā gaisa temperatūra novembra un decembra mēnešos pazeminājās pakāpeniski, nodrošinot krūmmellenēm labvēlīgus apstākļus maksimālās salcietības sasniegšanai. Pieturoties 55 dienas nepārtrauktam sala periodam, krūmmellenes saglabāja augstu salcietību, bet 5 dienu pozitīvu temperatūru periods februāra beigās varēja sekmēt salcietības samazināšanos, kas, temperatūrai atkal pazeminoties, iespējams izraisīja novērotos dzinumu bojājumus šajā ziemošanas periodā (3.2. tabula, 8. pielikums).

2010./2011. gada ziemošanas periodā temperatūras svārstības 2011. gada janvāra un februāra mēnešos varēja izraisīt krūmmelleņu salcietības samazināšanos, kas ietekmēja krūmmelleņu ziemcietību. Ziedpumpuru un dzinumu ziemcietība starp šķirnēm variēja no 4 līdz 9 ballēm (3.1, 3.2. tabula, 8. pielikums), kas nozīmē, ka cietuši 61 – 80% ziedpumpuri, ļoti stipri cietuši viengadīgie dzinumi, sala bojāti arī divgadīgie un trīsgadīgie dzinumi.

Vērtējot vidējo ziedpumpuru un dzinumu ziemcietību, krūmmelleņu dzinumi salīdzinot ar ziedpumpuriem, uzrādīja augstāku izturību pret nelabvēlīgiem ziemošanas apstākļiem. Augstāko dzinumu ziemcietību uzrādīja pusaugsto krūmmelleņu šķirnes

‘Chippewa’ (vidēji 7.9 balles) un ‘Northblue’ (vidēji 7.7 balles) un augsto krūmmelleņu šķirne ‘Jersey’ (vidēji 7.8 balles). Pie kam 2007. gadā, kad pērējām šķirnēm bija bojāti pat trīsgadīgie dzinumi (ziemcietība svārstījās no 2.0 līdz 5.3 ballēm), šķirnēm ‘Chippewa’ un ‘Jersey’ divgadīgie dzinumi bija viegli cietuši (8. pielikums, 3.1 att.). Ziemošanas apstākļi pirmajā, ceturtajā un piektajā izmēģinājuma gadā visvairāk ietekmējuši augsto krūmmelleņu šķirnes ‘Duke’ dzinumu ziemcietību, šajos gados ‘Duke’ dzinumu ziemcietība svārstās no 2.0 līdz 6.0 ballēm (3.2. tabula, 8. pielikums), lai gan vidēji pa gadiem ‘Duke’ uzrāda vidēju dzinumu ziemcietību 5.9 balles (3.1. att.).

Augsta ziedpumpuru ziemcietība novērota pusaugsto krūmmelleņu šķirnēm ‘Chippewa’ un ‘Northblue’ (vidēji 7.7 balles) un augsto krūmmelleņu šķirnei ‘Patriot’ (7.5 balles), bet zema ziedpumpuru ziemcietība – augsto krūmmelleņu šķirnei ‘Duke’, 5.4 balles (3.1. att.). Pusaugsto krūmmelleņu šķirņu vidū ‘Northland’ uzrādīja viszemāko ziemcietību (vidēji 6.5 balles) nekā pārējās šīs sugas šķirnes. Augsto krūmmelleņu vidū jutīgi ziedpumpuri bija šķirnei ‘Duke’ (vidējā ziedpumpuru ziemcietība 5.4 balles), bet ziemcietīgākie ziedpumpuri (vidējā ziemcietība 7.0 balles) bija šķirnei ‘Patriot’ (8. pielikums, 3.1. att.).



3.1. att. Krūmmelleņu ziedpumpuru un dzinumu vidējā ziemcietība 2007. - 2011. gadā, balles.

■ ziedpumpuru ziemcietība ▨ dzinumu ziemcietība

** *V.corymbosum* × *V.angustifolium* krustojumi

a, b, c un d – burti apzīmē būtiski atšķirīgas ($P < 0.05$) datu grupas

$RS_{0.05}$ zp = ziedpumpuriem; $RS_{0.05}$ dzin = dzinumiem

Aprēķinot sakarību ciešumu, konstatēta būtiska cieša pozitīva ($r_{yx} = 0.916$) sakarība starp krūmmelleņu dzinumu un ziedpumpuru ziemcietību, kas nozīmē, jo augstāka dzinumu ziemcietība, arī ziedpumpuru ziemcietība būs augstāka (9. pielikums). Tomēr sakarība ne vienmēr ir ļoti cieša, par ko liecina šķirnes ‘Jersey’ dzinumu ziemcietība, kas bija par 1.3 ballēm augstāka, bet šķirnei ‘Blueray’ par 1 balli augstāka nekā ziedpumpuriem (3.1. att.). Tas varētu būt izskaidrojams ar jau pierādītu faktu, ka

ziemcietīgai šķirnei var būt salā neizturīgi ziedpumpuri (Kārklīšs, 1958).

Izvērtējot krūmmelleņu šķirņu kopējo ziemcietību, ar augstu ziemcietību un augstu tās stabilitāti pa gadiem izcēlās pusaugsto krūmmelleņu šķirnes 'Chippewa' un 'Northblue'. Trijos pētījuma gados augstu ziemcietību uzrādīja augsto krūmmelleņu šķirne 'Patriot' un pusaugsto krūmmelleņu šķirne 'Northland'. Divus gadus pēc kārtas zemu ziemcietību uzrādīja augsto krūmmelleņu šķirne 'Blueray', bet zemākā kopējā ziemcietība novērota augsto krūmmelleņu šķirnei 'Duke' (10. pielikums).

Šķirņu un novērojuma gadu faktoru ietekmes īpatsvara salīdzinājums krūmmelleņu ziemcietībā liecina, ka gadam kā meteoroloģisko apstākļu kopumam ziemošanas periodā bija ļoti būtiska ietekme uz krūmmelleņu šķirņu ziedpumpuru un dzinumu ziemcietību ($\eta^2\%_{zp} = 75.89$ un $\eta^2\%_{dzin} = 77.68$), turklāt dzinumu ziemcietības veidošanā meteoroloģisko apstākļu faktora ietekmes īpatsvars bija augstāks nekā ziedpumpuru ziemcietībā. Krūmmelleņu šķirnei kā faktoram bija būtiska, bet neliela ietekme ($\eta^2\%_{zp} = 7.45$ un $\eta^2\%_{dzin} = 7.65$) uz ziemcietību (7. pielikums).

Krūmmelleņu ziemcietību ietekmē ne tikai meteoroloģiskie apstākļi, bet arī šķirņu spēja izturēt temperatūras svārstības ziemošanas laikā, par ko liecina pētījumā iekļauto šķirņu un ziemošanas apstākļu faktoru mijiedarbības efekta būtiska, kaut arī neliela ($\eta^2\%_{zp} = 12.57$ un $\eta^2\%_{dzin} = 12.61$) ietekme uz krūmmelleņu ziemcietību (7. pielikums).

Pēc piecu gadu (2007 – 2011) rezultātiem, izmēģinājumā iekļautās krūmmelleņu šķirnes var iedalīt:

- ar augstu ziemcietību ir šķirnes 'Chippewa' un 'Northblue',
- ar vidēju ziemcietību ir šķirnes 'Patriot', 'Polaris', 'Spartan', 'Bluecrop', 'Northland', 'Jersey', 'Blueray' un 'Bluejay',
- ar zemu ziemcietību ir šķirne 'Duke'.

Ziemeļeiropā krūmmelleņu ziemcietība ir viens no galvenajiem faktoriem, kas jāņem vērā tās audzējot. Pētījumā iekļautajām šķirnēm dati par ziemcietību tikai daļēji sakrīt ar literatūrā atrodamo informāciju, pie kam dažu šķirņu salīdzināšana nav iespējama, jo dati literatūrā nav atrodami, piemēram, par šķirnēm 'Jersey', 'Blueray', 'Polaris', 'Chippewa'.

Igaunijas apstākļos veiktajos pētījumos arī konstatētas atšķirības starp krūmmelleņu sugām, jo augsta ziemcietība konstatēta augsto krūmmelleņu šķirnei 'Bluejay' un pusaugsto krūmmelleņu šķirnei 'Northblue', savukārt augsto krūmmelleņu šķirne 'Bluecrop' un pusaugsto krūmmelleņu šķirne 'Northland' Igaunijas apstākļos cietušas vairāk (Starast, Paal, Vool et al., 2009). Norvēģijas apstākļos augsto krūmmelleņu šķirnes 'Patriot' un 'Bluecrop' atzītas par piemērotām gan pēc ziemcietības, gan pēc produktivitātes (Vesterheim, Haffner, Grønnerød, 1997). Jāpiebilst, ka šie pētījumi veikti 2 līdz 4 gadu periodā, pie kam atšķirīgos no Latvijas klimatiskos apstākļos.

Amerikas Savienoto Valstu ziemeļdaļā par ziemcietīgākajām šķirnēm atzītas augsto krūmmelleņu šķirne 'Patriot', pusaugsto krūmmelleņu šķirnes 'Northland' un 'Northblue' (Gough, 1994; Hancock, Erb, Goulart et al., 1995; Strik, Yarborough, 2005), bet šķirne plaši audzētā augsto krūmmelleņu šķirne 'Bluecrop' ir ar vidēju ziemcietību (Hancock, Erb, Goulart et al., 1995; Hanson, Berkheimer, Hancock, 2007). Visos pētījumos ir norādīts, ka krūmmelleņu šķirņu ziemcietība ir atkarīga no stādījumu atrašanās vietas. Piemēram, šķirnes 'Patriot' ziedpumpuru ziemcietība ASV Ohajo pavalstī novērtēta kā augsta (9.75 balles, kur 1 – augs gājis bojā, 10 – augs nav cietis), bet Mičiganas pavalstī kā vidēja (5 balles), savukārt dzinumu ziemcietība abās vietās novērtēta kā augsta (9.5 un 8.5 balles) (Hancock, Erb, Goulart et al., 1995).

Secinājumi

- ⇒ Krümmelleņu šķirņu dzinumu un ziedpumpuru ziemcietība būtiski atšķirās pa novērojuma gadiem, un konstatēta būtiska šķirnes ietekme uz dzinumu un ziedpumpuru ziemcietību. Novērota būtiska dzinumu un ziedpumpuru ziemcietības savstarpējā sakarība.
- ⇒ Šķirnei 'Chippewa' ir augsta gan ziedpumpuru, gan dzinumu ziemcietība, savukārt šķirnēm 'Northblue', 'Patriot' un 'Jersey' ir augsta dzinumu, bet vidēja ziedpumpuru ziemcietība, pie kam 'Jersey' ir vislielākā atšķirība starp dzinumu un ziedpumpuru ziemcietību (1.3 balles). Šķirne 'Duke' ir ar zemāko ziedpumpuru un dzinumu ziemcietību.
- ⇒ Novērota tendence, ka krümmellenes augstu ziemcietību uzrāda, ja ziemošanas perioda sākumā gaisa temperatūra pazeminās pakāpeniski, un ziemošanas perioda vidū gaisa temperatūra stabili turas zem 0 °C, nepazeminoties zem -20 °C.
- ⇒ Salcietību būtiski samazina ilgstošas (5 – 7 dienas) paaugstinātas gaisa temperatūras ziemošanas perioda vidū (janvārī, februārī).
- ⇒ Pēc veiktajiem novērojumiem ziemcietīgākās šķirnes ir 'Chippewa', 'Northblue' un 'Patriot'. Audzējot 'Polaris', 'Spartan' un 'Bluecrop' jārēķinās ar meteoroloģisko apstākļu ietekmi uz šo šķirņu ziemcietību, bet šķirne 'Duke' piemērota tikai labākajās audzēšanas vietās.

3.1.2. Krümmelleņu ziemcietību ietekmējošo parametru analīze

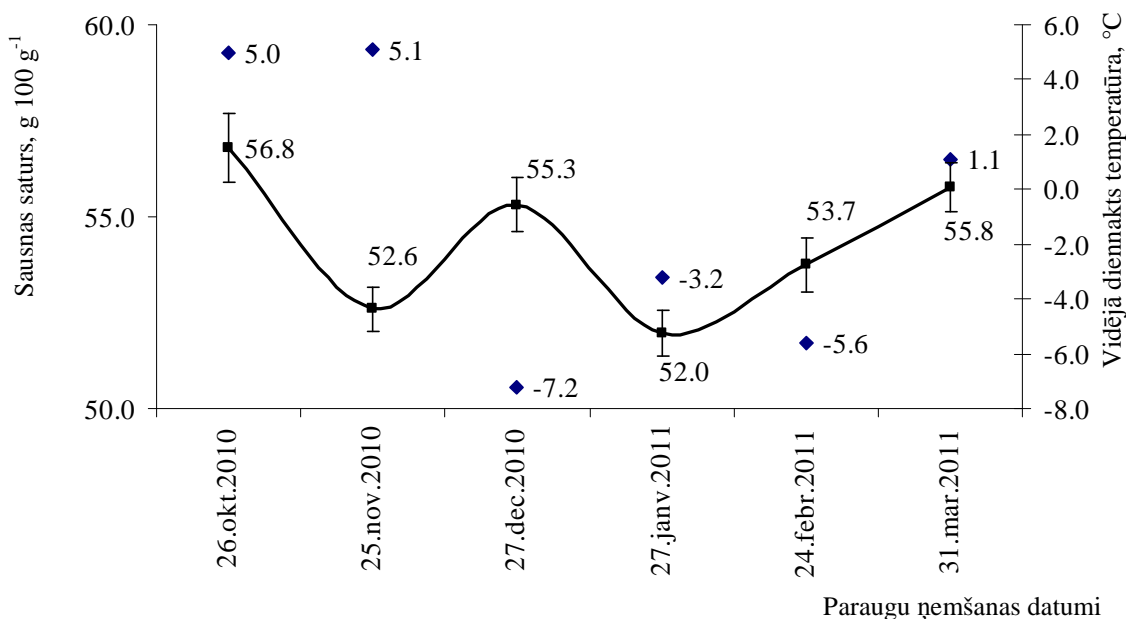
2010./2011. ziemošanas periodā papildus noteikta meteoroloģisko apstākļu ietekme uz sausas un reducējošo cukuru saturu, un 14 kDa un 60 kDa dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresiju krümmelleņu viengadīgajos dzinumos.

Sausnas saturs krümmelleņu dzinumos noteikts, lai novērtētu tā izmaiņas ziemošanas perioda laikā līdz veģetācijas atjaunošanās dienai. Kopumā 2010./2011. gada ziemošanas periodā starp krümmelleņu šķirnēm nebija statistiski pierādāmas sausas satura atšķirības ($p = 0.416$). Būtiskas atšķirības ($p = 0.000$) dzinumu sausas saturā konstatētas starp paraugu ņemšanas laikiem (12. pielikums).

Pirmajā paraugu ņemšanas reizē (oktobrī) vidējais sausas saturs dzinumos bija 56.8 g 100 g⁻¹, kas bija būtiski augstāks nekā novembrī, janvārī un februārī. Savukārt februārī sausas saturs bija būtiski zemāks nekā oktobrī un martā (3.2. att.). Zemais sausas saturs februārī liecina, ka janvāra beigās un februāra pirmās dekādes sākumā paaugstinātās temperatūras perioda ietekmē palielinājās brīvā ūdens daudzums šūnās, kam sekojoša strauja temperatūras pazemināšanās (1., 2. pielikums) ietekmēja krümmelleņu dzinumu salcietību.

Sausas satura samazināšanās 2010. gada novembrī skaidrojams ar paaugstinātu gaisa temperatūru (vidējā temperatūra novembra trešajā dekādē bija -2.8 °C, bet maksimālā 6.5 °C, vidējā temperatūra no pirmās līdz otrai paraugu ņemšanas reizei bija 5.1 °C). Februāra beigās, temperatūrai pakāpeniski pazeminoties, sausas saturs paaugstinājās, martā sasniedzot gandrīz tādu pat līmeni kā miera perioda sākumā (3.2. att.). Aprēķinot sausas satura izmaiņas, novembrī, salīdzinājumā ar paraugu ņemšanas pirmo reizi, viengadīgajos dzinumos sausas saturs samazinājās visstraujāk. Straujais sausas satura samazinājums liecina, ka novembra mēnesī augu dzinumos palielinājās ūdens saturs, bet decembrī, pazeminoties gaisa temperatūrai, augos palielinājās sausas īpatsvars. Janvāra mēnesī (4. paraugu ņemšanas reizē) sausas īpatsvara samazināšanās par 0.11 vienībām

salīdzinājumā ar decembri, bija augu reakcija uz paaugstinātām gaisa temperatūrām janvāra otrās dekādes beigās.



3.2. att. Sausnas satura dinamika krūmmelleņu dzinumos (g 100 g⁻¹) un vidējā diennakts temperatūra (°C) starp paraugu ņemšanas reizēm.

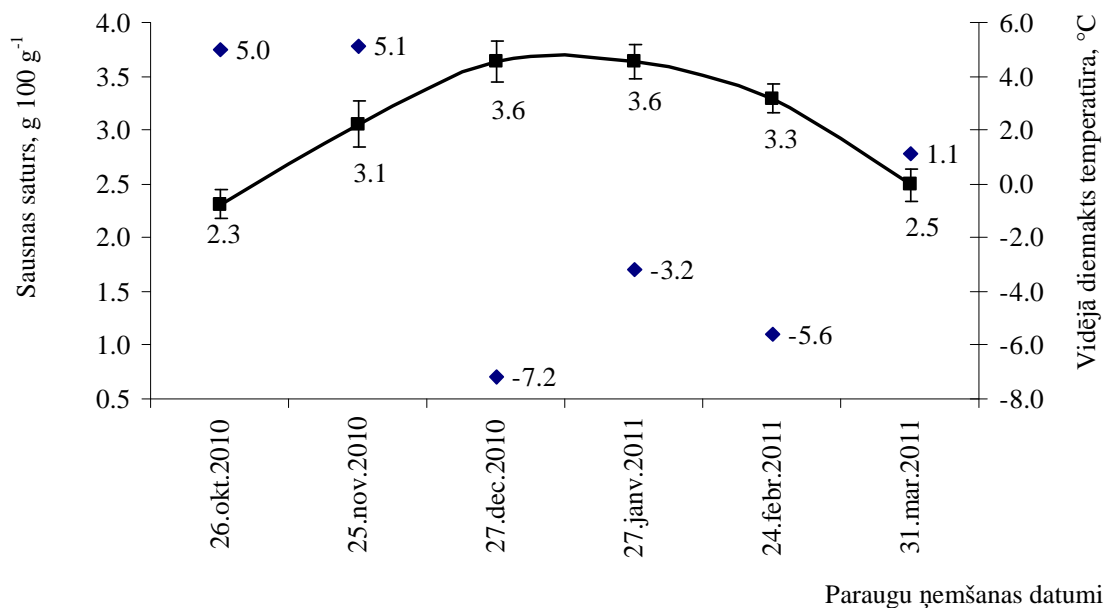
◆ temperatūra —■ sausas saturs

Analizējot katras pētījumā iekļautās krūmmelleņu šķirnes sausas saturu dzinumos, pirmajā paraugu ņemšanas reizē zems tā saturs novērots šķirnei ‘Spartan’, kas liecina par veģetācijas perioda turpināšanos, līdz ar to, pazeminoties temperatūrai var tikt bojāti dzinumi (oktobra trešās dekādes vidējā temperatūra bija 5.7 °C), savukārt šķirnes ‘Chippewa’ dzinumos sausas saturs pirmajā paraugu ņemšanas reizē bija visaugstākais. Februārī (5. paraugu ņemšanas reizē) šķirņu ‘Duke’ un ‘Blueray’ dzinumos bija paaugstināts ūdens saturs, kas, iespējams, bija reakcija uz paaugstinātām gaisa temperatūrām (februāra sākumā bija 7 dienu periods ar temperatūru virs 0 °C), martā šķirnes ‘Blueray’ dzinumos konstatēts augsts sausas saturs (12. pielikums). Šķirne ‘Blueray’ veģetāciju sāka ievērojami vēlāk nekā pārējās šķirnes ar augstu sausas saturu. Tas varētu liecināt par kavētu veģetācijas uzsākšanu sala izraisītu bojājumu ietekmē (2011. gadā ‘Blueray’ uzrādīja zemu ziedpumpuru ziemcietību, 3.2. tabula).

Kopumā var secināt, ka 2010./2011. gada ziemošanas periodā augstāko ziemcietību uzrādījušās šķirnes ‘Chippewa’, ‘Patriot’ un ‘Northblue’ miera periodu sāk un beidz ar augstu sausas saturu dzinumos, un ir spējīgas strauji uzsākt veģetāciju, kas liecina par šo šķirņu piemērotību mainīgiem meteoroloģiskajiem apstākļiem.

Reducējošo cukuru saturs krūmmelleņu šķirņu viengadīgajos dzinumos veģetācijas perioda beigās (1. paraugu ņemšanas reizē) bija zemāks nekā ziemošanas laikā, vidēji 2.3 g reducējošo cukuru 100 g⁻¹ sausas (3.3. att.). Ziemošanas laikā tas pakāpeniski palielinājās, maksimumu sasniedzot trešajā un ceturtajā paraugu ņemšanas reizē (decembrī, janvārī). Šajā laikā vidējais reducējošo cukuru saturs bija nemainīgs (vidēji 3.6 g 100 g⁻¹ sausas). Piektajā paraugu ņemšanas reizē (februārī) reducējošo cukuru saturs būtiski samazinājās, bet sestajā paraugu ņemšanas reizē (marta beigās) dzinumos bija tikai 2.5 g reducējošo cukuru 100 g⁻¹ sausas (3.3. att.). Salīdzinot reducējošo cukuru satura izmaiņu

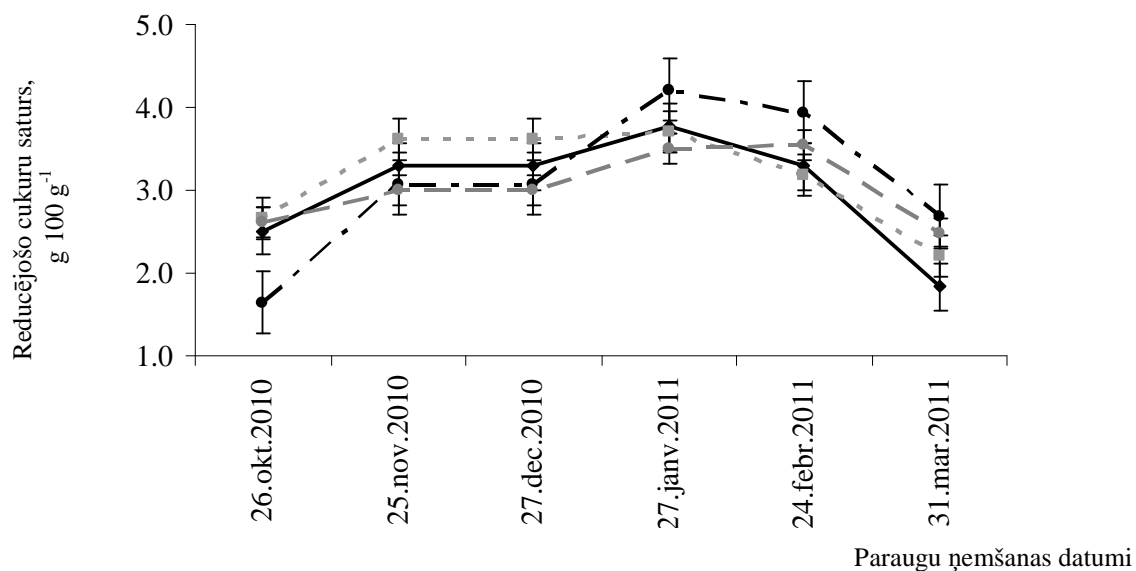
ātrumu ar pirmo paraugu ņemšanas reizi, visstraujāk tā saturs palielinās tieši otrajā paraugu ņemšanas reizē (novembrī), vēlāk izmaiņas bija mazākas.



3.3. att. Reducējošo cukuru saturs un vidējā diennakts temperatūra (°C) starp paraugu ņemšanas reizēm.

◆ temperatūra ■ reducējošo cukuru saturs

Šķirnēm ar augstu dzinumu ziemcietību (> 7.1 balles) pirmajā paraugu ņemšanas reizē (oktobrī) viszemākais reducējošo cukuru saturs bija šķirnei 'Chippewa', 1.64 g 100 g⁻¹ sausas (3.4. att., 12. pielikums).

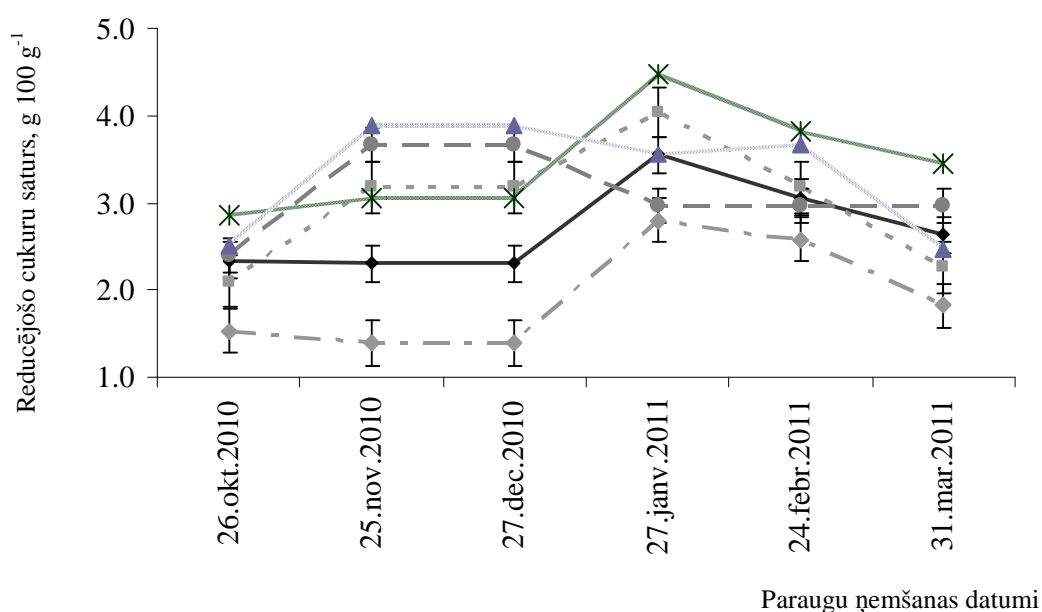


3.4. att. Krūmmelleņu šķirņu ar augstu dzinumu ziemcietību reducējošo cukuru saturs viengadīgajos dzinumos, g 100 g⁻¹ sausas.

—●— Patriot —■— Northblue —◆— Chippewa —■— Jersey

Otrajā paraugu ņemšanas reizē pusaugsto krūmmelleņu šķirnēm ‘Chippewa’ un ‘Northblue’ reducējošo cukuru saturs paaugstinājās straujāk, salīdzinājumā ar augsto krūmmelleņu šķirnēm ‘Patriot’ un ‘Jersey’ (3.4. att.). Šķirne ‘Jersey’ līdz piektai paraugu ņemšanas reizei (februārim) uzrādīja zemāko reducējošo cukuru saturu, pie kam tas šajā laikā palielinājās vienmērīgi. Šķirnei ‘Northblue’ reducējošo cukuru saturs viengadīgajos dzinumos palielinājās vienmērīgāk, salīdzinot ar citām šķirnēm, liecinot par šķirnes augstāku salciecību. Šķirnēm ar augstu dzinumu ziemcietību, reducējošo cukuru saturs dzinumos bija augstāks nekā pārējo šķirņu dzinumos (3.4. att.).

Četrām šķirnēm (‘Polaris’, ‘Northland’, ‘Spartan’ un ‘Bluejay’) ar vidēju dzinumu ziemcietību (7.4 līdz 5.5 balles) reducējošo cukuru saturs būtiski palielinājās ceturtajā paraugu ņemšanas reizē (laikā no decembra līdz janvārim), pēc tam pakāpeniski samazinoties (3.5. att., 12. pielikums), pie kam šķirnei ‘Polaris’ laika posmā no janvāra līdz februārim tas samazinājās būtiski (no 4.04 g uz 3.18 g 100 g⁻¹ sausnas).



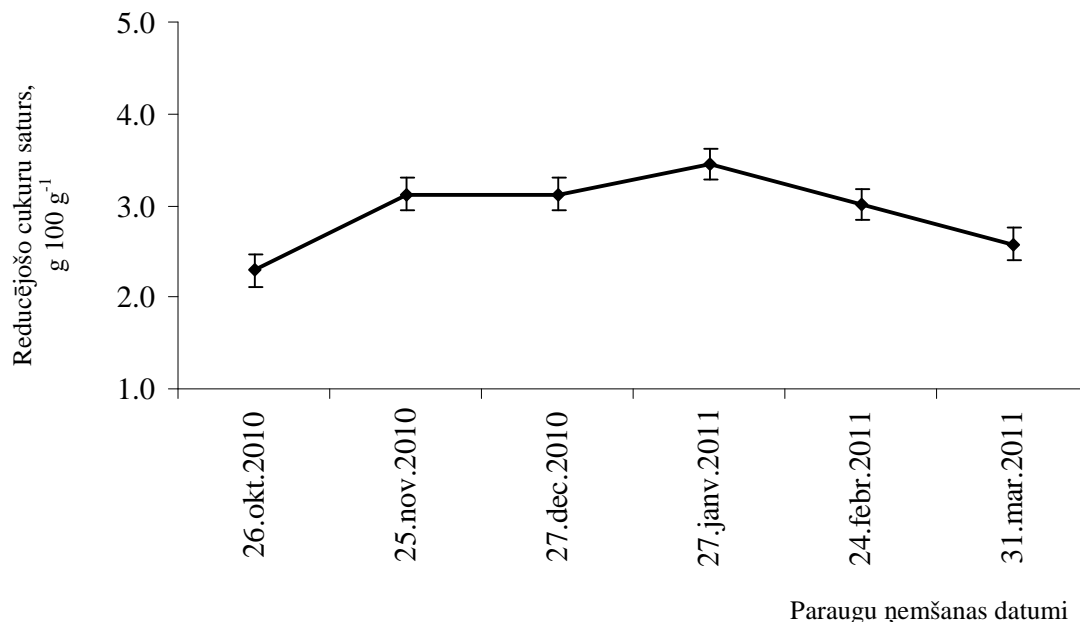
3.5. att. Krūmmelleņu šķirņu ar vidēju dzinumu ziemcietību reducējošo cukuru saturs viengadīgajos dzinumos, g 100 g⁻¹ sausnas.

—◆— Spartan - -■- Polaris —◆— Bluejay
 —●— Bluecrop —*— Northland - -▲- Blueray

Vislielākās atšķirības starp krūmmelleņu šķirnēm ar vidēju dzinumu ziemcietību reducējošo cukuru satura ziņā bija šķirnēm ‘Bluecrop’ un ‘Blueray’. Abām šīm šķirnēm ceturtajā paraugu ņemšanas reizē (janvārī) reducējošo cukuru saturs samazinājās, kas varētu liecināt par šķirņu jutīgumu uz gaisa temperatūras paaugstināšanos šajā periodā, pie kam ‘Bluecrop’ dzinumos reducējošo cukuru saturs būtiski samazinājās salīdzinājumā ar trešo paraugu ņemšanas reizi decembrī (no 3.67 g uz 2.96 g 100 g⁻¹ sausnas), pēc tam saglabājot vienmērīgu reducējošo cukuru saturu (3.5. att., 12. pielikums). Šķirnes ‘Bluejay’ dzinumos reducējošo cukuru saturs otrajā (novembrī) un trešajā (decembrī) paraugu ņemšanas reizē bija viszemākais salīdzinot ar pārējām krūmmelleņu šķirnēm (1.40 g 100 g⁻¹), bet ceturtajā paraugu ņemšanas reizē (janvārī) būtiski tas palielinājās (3.5. att.). Līdzīga reducējošo cukuru satura dinamika bija novērota šķirnēm ‘Spartan’, ‘Northland’ un ‘Bluejay’. Visām trim šķirnēm reducējošo cukuru saturs dzinumos pirmajās trijās paraugu ņemšanas reizēs būtiski nemainījās, bet ceturtajā paraugu ņemšanas reizē

(janvārī) tas strauji palielinājās (3.5. att.). Šīs izmaiņas varētu būt skaidrojamas ar lēnāku cietes hidrolizēšanās procesu temperatūras ietekmē, salīdzinot ar citām šķirnēm.

Šķirne 'Duke', kas raksturojās ar zemāko dzinumu ziemcietību, reducējošo cukuru saturs dzinumos būtiski palielinājās otrajā paraugu ņemšanas reizē (novembrī), saglabājot stabilu līmeni līdz februāra beigām (3.6. att., 12. pielikums).



3.6. att. Reducējošo cukuru saturs krūmmelleņu šķirnes 'Duke' viengadīgajos dzinumos, g 100 g⁻¹ sausas.

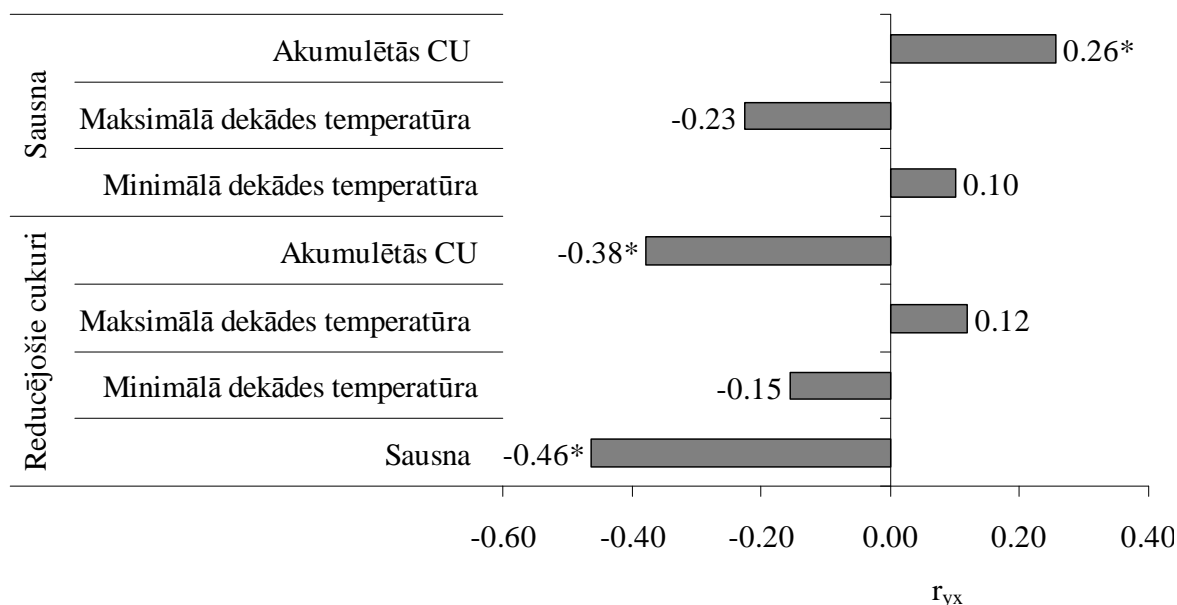
Tāpat kā pārējām šķirnēm, arī 'Duke' februāra beigās reducējošo cukuru saturs dzinumos samazinājās. Šajā laikā (februāra beigās) nedaudz zemāks reducējošo cukuru saturs dzinumos par 'Duke' bija šķirnes 'Bluecrop' dzinumos (2.96 g 100 g⁻¹), bet būtiski zemāks saturs bija šķirnes 'Bluejay' dzinumos (2.58 g 100 g⁻¹). Ziemošanas beigās (martā) zemākais reducējošo cukuru saturs bija šķirnēm 'Patriot' un 'Bluejay' (1.83 g 100 g⁻¹).

Krūmmelleņu dzinumos reducējošo cukuru saturs ziemošanas periodā būtiski atšķīrās gan starp šķirnēm ($p = 0.000$), gan starp paraugu ņemšanas reizēm ($p = 0.000$). Šķirnēm 'Patriot', 'Northblue', 'Chippewa' un 'Jersey' ar augstu un šķirnēm 'Spartan' un 'Polaris' ar vidēju dzinumu ziemcietību reducējošo cukuru satura svārstības dzinumos bija mazāk izteiktas nekā citām krūmmelleņu šķirnēm (12. pielikums).

Pētījuma rezultāti liecina, ka šķirnēm, kurām ziemošanas periodā temperatūrai pazeminoties strauji pieauga reducējošo cukuru saturs, arī ziemcietība bija augsta. Iegūtie rezultāti sakrīt ar citu zinātnieku pētījumiem, ka sala izturīgām šķirnēm, gaisa temperatūrai krītoties, strauji pieaug cukura daudzums, kas veidojas hidrolizējoties cietei. Zinātniskie pētījumi liecina, ka norūdīšanās procesā samazinās kopējais ūdens daudzums, pieaugot saistītā ūdens saturam, kā arī palielinās ogļhidrātu daudzums augu audos (Генкель, Окнина, 1964; Levitt, 1980; Pagter, Jensen, Petersen et al., 2008).

Vērtējot augu salcietības raksturojošo rādītāju savstarpējo sakarību, konstatēta būtiska vidēji cieša lineāra negatīva ($r_{yx} = -0.46$) sakarība starp reducējošo cukuru un sausas saturu dzinumos (3.7. att.), kas varētu norādīt uz tendenci, ka, palielinoties sausas saturam, reducējošo cukuru saturs samazināsies. Konstatēta vāja ($r_{yx} = 0.26$) būtiska sakarība starp uzkrātajām aukstumstundām un sausas saturu, un vāja būtiska negatīva ($r_{yx} = -0.38$) sakarība starp uzkrātajām aukstumstundām un reducējošo cukuru saturu. Aukstumstundu akumulācija ir saistīta ar gaisa temperatūru starp 0 un 4 °C, tādēļ sakarības

esamība vēlreiz apstiprina būtisku meteoroloģisko apstākļu ietekmi uz augos notiekošajiem bioķīmiskajiem procesiem. Vājās sakarības liecina par tendenci, ka sausnas saturs dzinumos palielinās auga miera perioda beigās, bet reducējošo cukuru saturs miera perioda beigās samazinās.



3.7. att. Meteoroloģisko apstākļu ietekme uz sausnas un reducējošo cukuru saturu krūmmelleņu dzinumos 2010./2011. gada ziemošanas periodā.

* būtisks pie 95% ticamības līmeņa

Meteoroloģiskajiem apstākļiem paraugu ņemšanas reizēs bija lielākā ietekme ($\eta^2\% = 38.3$) uz sausnas saturu krūmmelleņu dzinumos un tā bija būtiska ($p = 0.000$), bet reducējošo cukuru saturu dzinumos ziemošanas periodā būtiski ietekmēja gan šķirnes faktors ($\eta^2\% = 31.5$), gan meteoroloģisko faktoru kopums ($\eta^2\% = 43.5$).

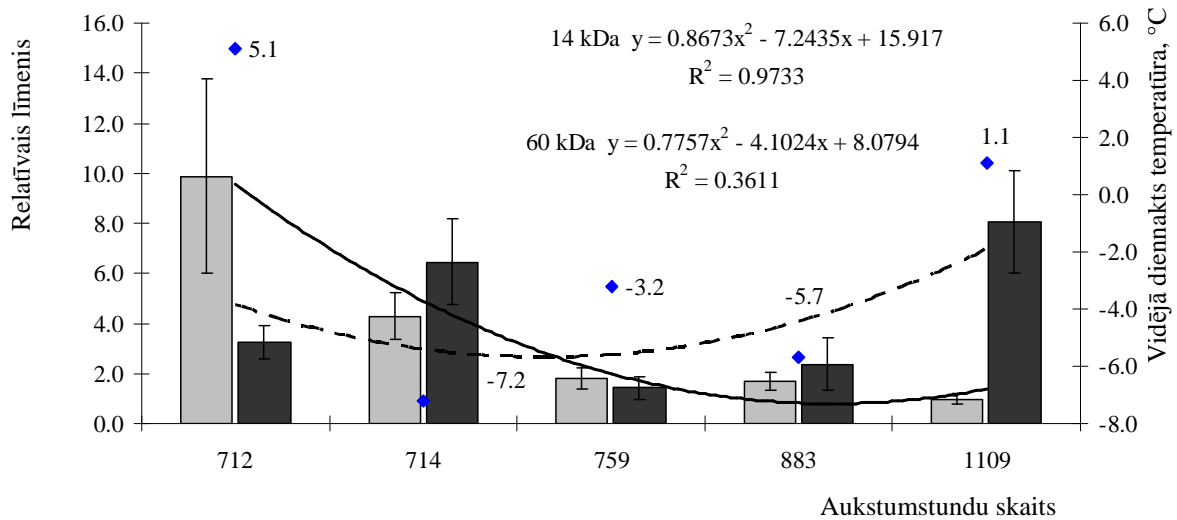
Rezultāti ļauj secināt, ka krūmmelleņu aukstumizturību un salciētību ietekmē meteoroloģisko apstākļu faktoru kopums.

Padziļinātai ziemciētības izpētei noteikta divu **krūmmelleņu 14 kDa un 60 kDa dehidrīnu ekspresija** viengadīgajos dzinumos, atkarībā no akumulēto aukstumstundu skaita. Rezultātu statistiskā analīze pierāda, ka 14 kDa dehidrīna kodējošo gēnu ekspresijas līmenis starp šķirnēm nav būtiski atšķirīgs ($p = 0.187$), bet ir būtiski atšķirīgs ($p = 0.005$) atkarībā no akumulēto aukstumstundu skaita. Novembrī (akumulētas 712 CU) šī dehidrīna kodējošā gēna ekspresijas relatīvais līmenis bija visaugstākais, bet martā (1109 CU) viszemākais. Savukārt 60 kDa dehidrīna kodējošo gēnu ekspresijā konstatētas būtiskas ($p = 0.003$) atšķirības gan starp krūmmelleņu šķirnēm, gan atkarībā no akumulēto aukstumstundu skaita ($p = 0.001$) (14. pielikums).

14 kDa dehidrīna kodējošo gēnu ekspresija pētījuma sākumā bija visaugstākā (vidējais relatīvais līmenis 9.88), pēc tam ekspresijas līmenis pakāpeniski samazinājās (3.8. att.). 14 kDa dehidrīna līmenis atšķirās atkarībā no krūmmelleņu šķirnes (13. pielikums), kas liecina par šķirņu atšķirīgām ģenētiskām īpašībām, lai gan statistiski nepierādījās būtiskas atšķirības ($p > 0.05$). 60 kDa dehidrīna kodējošā gēna ekspresija izmēģinājuma laikā bija svārstīga, uz ko norāda arī augstais variācijas koeficients (13. pielikums).

Paraugu ņemšanas pirmajā reizē (novembrī) 60 kDa dehidrīna kodējošā gēna ekspresijas relatīvais līmenis bija ievērojami zemāks (vidējais relatīvais līmenis 3.23) nekā

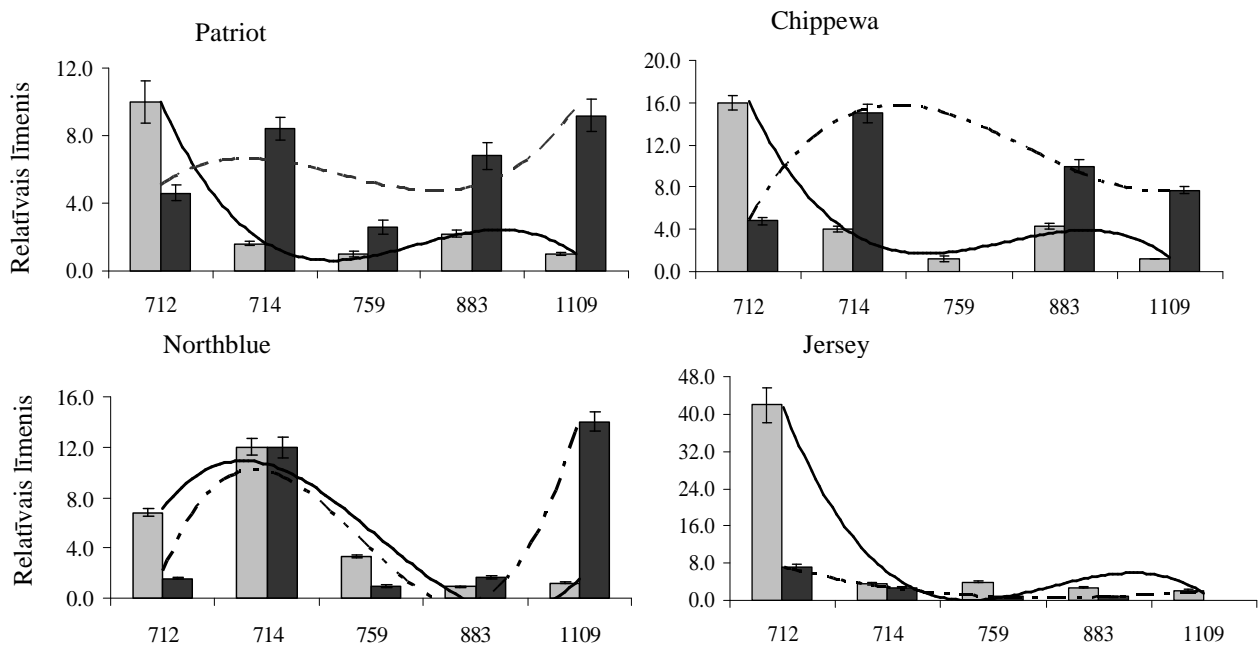
14 kDa dehidrīna līmenis. Pie akumulētām 714 CU 60 kDa relatīvais līmenis strauji paaugstinājās (vidējā mēneša gaisa temperatūra bija -7.2 °C), samazinoties pie 759 CU, un pie 1109 CU atkal paaugstinoties (3.8. att.).



3.8. att. 14 kDa un 60 kDa dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresijas relatīvais līmenis krūmmelleņu viengadīgajos dzinumos, atkarībā no aukstumstundu skaita.

█ 14kDa █ 60kDa ◆ vidējā diennakts temperatūra, °C — Poly. (14kDa) - - Poly. (60kDa)

Krūmmelleņu šķirnēm ar augstu ziemcietību, 14 kDa dehidrīna kodējošā gēna ekspresija augstāka bija pie akumulētām 712 CU, pēc tam līmenis pakāpeniski samazinājās (3.9. att.).



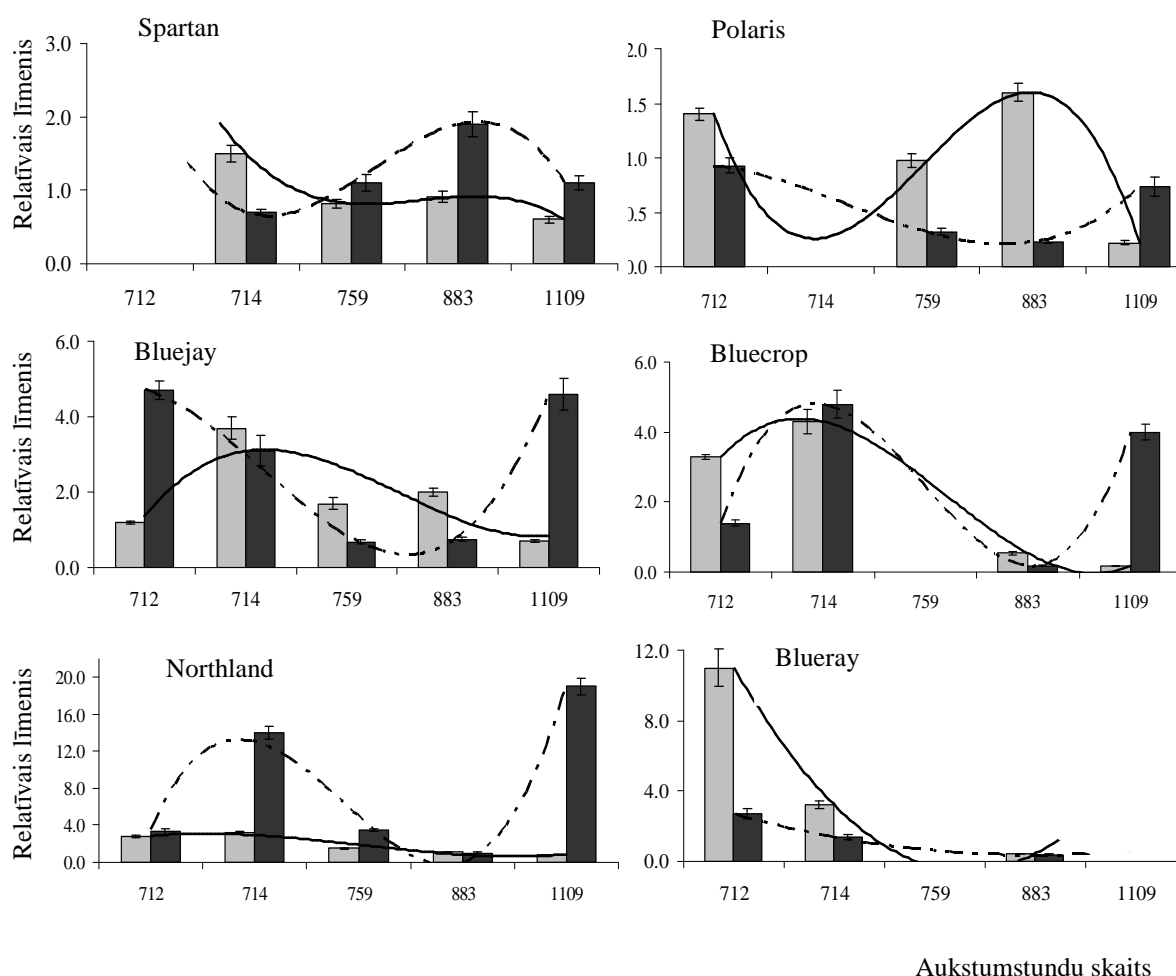
3.9. att. 14 kDa un 60 kDa dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresija krūmmelleņu šķirnēm ar augstu dzinumu ziemcietību 2011. gadā (> 7.1 balle).

█ 14kDa █ 60kDa — Poly. (14kDa) - - Poly. (60kDa)

Šo šķirņu starpā pirmajā paraugu ņemšanas laikā (novembrī) bija vērojama liela 14 kDa dehidrīna gēna ekspresijas līmeņa variācija, no 6.8 ('Northblue') līdz 42 ('Jersey'). Šķirnes 'Jersey' viengadīgajos dzinumos 14 kDa dehidrīns atklājās un palika ilgāk augstākā līmenī nekā pārējās šķirnes ar augstu dzinumu ziemcietību (3.9. att.).

60 kDa dehidrīna līmenis paaugstinājās otrajā paraugu ņemšanas reizē (akumulētas 714 CU), pēc 45 dienu nepārtraukta sala perioda (decembrī). Augstākais 60 kDa dehidrīna līmenis novērtots pusaugsto krūmmelleņu šķirnes 'Chippewa' dzinumos, zemākais – šķirnei 'Jersey' pie akumulētām 714 CU (3.9. att.). Šķirnes 'Jersey' dzinumos 60 kDa dehidrīna līmenis līdzīgi kā 14 kDa dehidrīna līmenis, augstāks bija pie 712 CU, ziemošanas perioda laikā pakāpeniski samazinoties (3.9. att.).

Krūmmelleņu šķirnēm ar vidēju dzinumu ziemcietību, konstatētas ļoti lielas abu dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresijas līmeņu svārstības. Šķirnēm 'Spartan' pie 712 CU, 'Polaris' pie 714 CU, 'Bluecrop' pie 759 CU un 'Blueray' pie 759 un 1109 CU paraugi tika bojāti (3.10. att.).



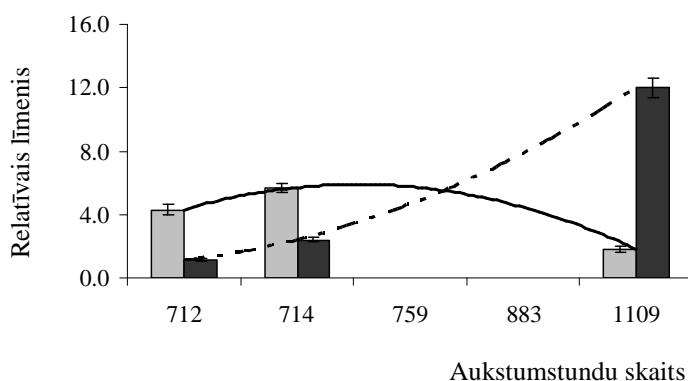
3.10. att. 14 kDa un 60 kDa dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresija krūmmelleņu šķirnēm ar vidēji augstu dzinumu ziemcietību (7 līdz 5.5 balles).

█ 14kDa █ 60kDa — Poly. (14kDa) - - Poly. (60kDa)

Krūmmelleņu šķirnēm 'Spartan' un 'Polaris' abu 14 kDa un 60 kDa dehidrīnu gēnu ekspresijas līmenis bija daudz zemāks nekā citām šķirnēm (arī ar zemāku ziemcietību). Šķirnei 'Polaris' abu dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresijas līmeņi, akumulējoties aukstumstundām, samazinājās, izņemot 14 kDa gēna ekspresiju, kas paaugstinājās pie

883 CU (3.10. att.). Šķirnei ‘Spartan’ 60 kDa gēnu ekspresijas līmenis pie 883 CU akumulācijas bija par 8.3 reizēm augstāks nekā ‘Polaris’. Šķirnēm ‘Northland’, ‘Bluecrop’ un ‘Bluejay’ 14 kDa dehidrīna gēnu ekspresijas visaugstākais līmenis bija pie 714 CU, bet šķirnei ‘Blueray’ visaugstākais ekspresijas līmenis bija pie akumulētām 712 CU (3.10. att.). Pie akumulētām 712 CU šķirnēm ‘Bluejay’ un ‘Blueray’ 60 kDa dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresijas līmenis bija visaugstākais, bet ‘Bluecrop’ un ‘Northland’ šī gēna ekspresijas relatīvajā līmenī saglabājas tāda pat tendence kā lielākai daļai pētījumā izmantoto šķirņu (ekspresijas līmenis paaugstinājās pie 714 un 1109 CU) (3.10. att.).

Šķirne ‘Duke’ pēc 2010./2011. gada ziemošanas perioda uzrādīja viszemāko ziemcietību. Diemžēl divu laika posmu paraugi tika bojāti, līdz ar to nav iespējams noteikt abu dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresijas relatīvo līmeni pie 759 un 883 CU. Iegūtie rezultāti liecina, ka 14 kDa dehidrīnu gēnu ekspresija pirmajā paraugu ņemšanas reizē (712 CU) bija zemāka nekā otrajā (714 CU), viszemāko līmeni sasniedzot ziemošanas beigās pie 1109 CU. Savukārt 60 kDa dehidrīnu gēnu ekspresijas līmenis ziemošanas sākumā bija viszemākais, augstāko līmeni sasniedzot pie uzkrātām 1109 CU (3.11.att.).



3.11. att. 14 kDa un 60 kDa dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresija krūmmelleņu šķirnei ‘Duke’ ar zemu dzinumumu ziemcietību (< 5.4 balles).

■ 14kDa ■ 60kDa — Poly. (14kDa) - - - Poly. (60kDa)

Krūmmelleņu dzinumos un ziedpumpuros augstākais līmenis 14 kDa dehidrīna ekspresijā bija vērojams pirmajā paraugu ņemšanas reizē (akumulētas 712 CU), kad temperatūra pazeminājās zem 0 °C (paraugu ņemšanas brīdī vidējā diennakts gaisa temperatūra bija -1.1 °C). Līdz paraugu ņemšanas brīdim gaisa temperatūra bija virs 0 °C, kas ļāva augiem norūdīties un šajā brīdī krūmmellenes uzrādīja augstu aukstumizturības pakāpi. Pieturoties 45 dienu nepārtrauktam sala periodam, 14 kDa dehidrīna ekspresijas līmenis samazinājās (augi uzrādīja augstu salcietības līmeni), bet šķirņu ‘Northblue’, ‘Bluejay’, ‘Bluecrop’ un ‘Duke’ viengadīgajos dzinumos 14 kDa ekspresijas līmenis palielinājās tieši pēc nepārtraukta sala perioda, viszemāko ekspresijas līmeni sasniedzot marta beigās, augu veģetācijas atsākšanās laikā. 60 kDa dehidrīna ekspresija bija konstatēta pazeminoties temperatūrai, tomēr augstākais ekspresijas līmenis bija novērojams pēc nepārtraukta sala perioda (decembrī, kad bija akumulētas 714 CU), bet marta beigās, augu veģetācijas atsākšanās laikā, ekspresijas līmenis atkal strauji palielinājās.

Savstarpējo sakarību analīze norāda uz vāju negatīvu, bet būtisku sakarību ($r_{yx} = -0.331$) starp 14 kDa dehidrīnu gēnu ekspresiju līmeni un uzkrāto aukstumstundu skaitu. Konstatēta vāja, bet būtiska ($r_{yx} = 0.293$) vidējās gaisa temperatūras ietekme uz 14 kDa dehidrīna ekspresiju viengadīgajos dzinumos. 14 kDa dehidrīna kodējošā gēna

ekspresijas līmenis samazinās ziemošanas laikā, līdz ar to konstatētās sakarības liecina par tendenci, ka agrīnā pazeminātas temperatūras stadijā dehidrīniem līdzīgo proteīnu uzkrāšanās ir saistīta ar aklimatizācijas procesu. Netika konstatēta būtiska sakarība starp 14 kDa dehidrīnu ekspresijas līmeni un reducējošo cukuru, un sausnas saturu dzinumos (15. pielikums).

Starp 60 kDa gēnu ekspresiju un sausnas saturu konstatēta vāja būtiska ($r_{yx} = 0.300$) sakarība, kas norāda uz tendenci, ka sausuma stress iespējams ietekmē 60 kDa dehidrīnu gēnu ekspresiju. Salīdzinot 60 kDa dehidrīnu gēnu ekspresijas līmeni ar sausnas saturu krūmmelleņu dzinumos, var secināt, ka šķirnēm 'Northland', 'Duke' un 'Northblue' ar augstāku 60 kDa dehidrīnu gēnu ekspresijas līmeni pie 1109 CU bija augstāks arī sausnas saturs.

Konstatēta vāja, pozitīva, bet būtiska sakarība starp 60 kDa ekspresijas relatīvo līmeni un minimālo mēneša temperatūru ($r_{yx} = 0.328$). Atšķirībā no 14 kDa dehidrīna ekspresiju, netika konstatēta akumulēto aukstumstundu ietekme uz 60 kDa dehidrīnu ekspresijas līmeni. Konstatētās sakarības norāda uz tendenci, ka 60 kDa dehidrīnu ekspresijas līmeni ietekmē zemas gaisa temperatūras.

Konstatēts būtiski augsts faktoru (akumulētās CU, maksimālā mēneša gaisa temperatūra un 14 kDa dehidrīna ekspresijas līmenis) mijiedarbības korelācijas koeficients ($r_{yx} = 0.960$). Mijiedarbības sakarība izskaidrojama, ka 14 kDa dehidrīnu gēnu ekspresijas līmeni dzinumos ietekmēja gaisa temperatūra un ekspresijas līmenis mainījās atkarībā no akumulēto aukstumstundu skaita, kas sakrīt ar literatūrā minētajiem rezultātiem (Muthalif, Rowland, 1994; Arora, Rowland, Panta, 1997; Rowland, Ogden, Arora et al., 1999).

Iegūtie rezultāti par 14 kDa dehidrīna kodējošo gēnu ekspresiju sakrīt ar literatūrā minētajiem datiem, ka 14 kDa dehidrīna kodējošā gēna ekspresijas līmenis strauji pieaug sasniedzot 300 CU, pēc tam līmenis samazinās (Muthalif, Rowland, 1994; Arora, Rowland, Panta, 1997; Rowland, Ogden, Arora et al., 1999), bet iegūtie rezultāti par 60 kDa dehidrīna kodējošā gēna ekspresiju ir pretrunā ar literatūrā sastopamajiem datiem. Pētījuma rezultātos konstatēto 60 kDa gēna ekspresiju izmēģinājuma laikā varētu skaidrot nevis ar aukstumstundu akumulēšanu, bet ar gaisa temperatūras svārstībām, kas varētu liecināt, ka 60 kDa gēna ekspresija vairāk pakļauta apkārtējās vides faktoru ietekmei.

Literatūrā dati par abu šo dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresiju pētījumā iekļauto 11 krūmmelleņu šķirņu dzinumos ir ļoti ierobežoti. Informācija pieejama tikai par augsto krūmmelleņu šķirni 'Bluecrop' (Muthalif, Rowland, 1994; Arora, Rowland, Panta, 1997; Naik, Dhanaraj, Arora et al., 2007). Šajos literatūras avotos 'Bluecrop' definēta kā ziemcietīga šķirne, turpretī Latvijas agroklimatiskajos apstākļos šī šķirne neizceļas ar augstu ziemcietību.

Pamatojoties uz iegūtajiem rezultātiem, ziemcietīgāko šķirņu 'Patriot', 'Chippewa', 'Northblue' un 'Jersey' dzinumos un ziedpumpuros 14 kDa un 60 kDa dehidrīnu gēnu ekspresijas līmenis bija augstāks nekā mazāk ziemcietīgo šķirņu dzinumos. Atšķirības abu dehidrīnu ekspresijas līmeņos liecina, ka uz šo gēnu ekspresiju iedarbojas zemas gaisa temperatūras, bet atšķirības ir pazeminātu temperatūru perioda garumā. R. Arora un M. E. Visnievskis savā darbā par persiku dehidrīnu gēnu ekspresiju ziemošanas laikā (Arora, Wisniewski, 1994) atzīmē, ka dehidrīnu uzkrāšanās ekspresija un mainība ir dinamisks process, ko var ietekmēt dažādi faktori, kas potenciāli var iedarboties uz dehidrīnu inducēšanos un ekspresiju.

Secinājumi

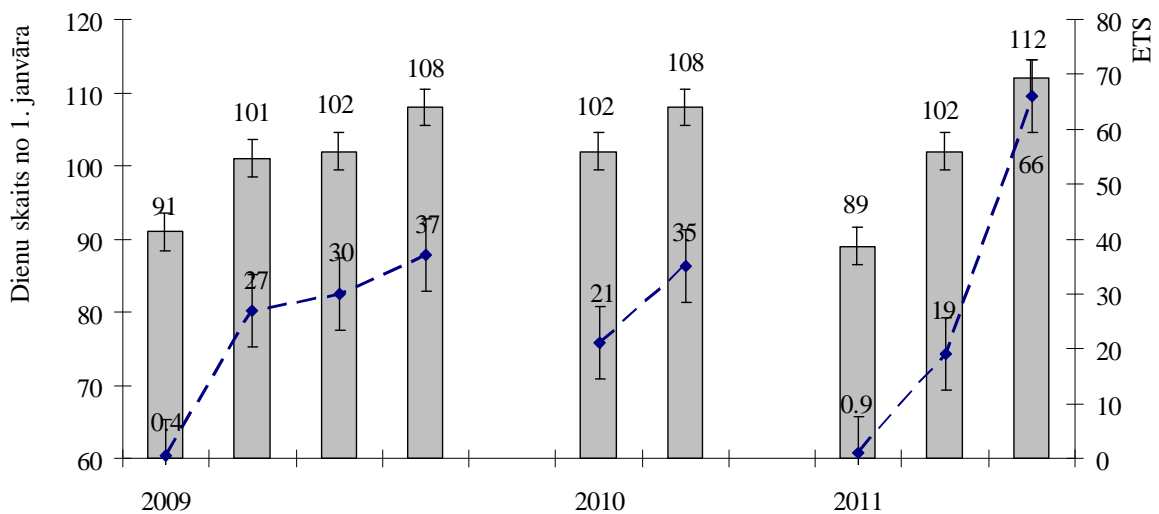
⇒ Sausnas un reducējošo cukuru satura svārstības dažādu krūmmelleņu šķirņu dzinumos ir būtiski atšķirīgas, kas liecina par meteoroloģisko apstākļu (sevišķi

gaisa temperatūras) atšķirīgu ietekmi uz krūmmelleņu šķirņu salciētību.

- ⇒ Šķirnes ‘Chippewa’, Patriot’ un ‘Northblue’ miera periodu sāk un beidz ar augstu sausnas saturu dzinumos, un ziemošanas perioda laikā strauji pieaug reducējošo cukuru saturs, arī ziemcietība ir augsta, kas sakrīt ar citu zinātnieku pētījumiem, ka sala izturīgām šķirnēm, gaisa temperatūrai krītoties dzinumos strauji pieaug cukura daudzums.
- ⇒ Pētījumā neizdevās statistiski pierādīt dzinumu ziemcietības saistību ar sausnas saturu krūmmelleņu dzinumos, bet pierādījās vāja negatīva, tomēr būtiska sakarība starp reducējošo cukuru un dzinumu ziemcietību, kā arī akumulēto aukstumstundu ietekme uz reducējošo cukuru saturu dzinumos.
- ⇒ 14 kDa un 60 kDa dehidrīnu gēnu ekspresijas izmaiņu raksturs starp šķirnēm bija atšķirīgs, tāpēc secinājumus vēl ir pārāgri izdarīt. Tomēr, pētījumi norāda uz tendenci, ka krūmmelleņu šķirnēm ar augstu dzinumu ziemcietību 14 kDa un 60 kDa dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresijas līmenis bija augstāks nekā mazāk ziemcietīgām šķirnēm.

3.2. Temperatūras ietekme uz krūmmelleņu fenoloģisko attīstību

Ziedpumpuru briešanas laiks. Triju gadu novērojumi liecina, ka Latvijas klimatiskajos apstākļos krūmmelleņu šķirnēm ziedpumpuru briešana sākās marta beigās – aprīļa sākumā, kad gaisa vidējā temperatūra bija augstāka par 2.4 °C (16. pielikums), bet ETS bija robežās no 0.4 līdz 21°C (3.12. att.).



3.12. att. Krūmmelleņu šķirņu ziedpumpuru briešanas laiks (dienas no 1. janvāra) un efektīvās temperatūras summa (ETS) uz briešanas laiku 2009., 2010. un 2011. gadā.

■ ziedpumpuru briešanas laiks, dienas —◆ ETS

Katru pētījuma gadu bija vērojamas atšķirības starp krūmmelleņu šķirnēm ziedpumpuru briešanas laikā (17 dienu starpība 2009. gadā, 6 dienas 2010. gadā un 23 dienas 2011. gadā starp agrīnākajām un vēlīnākajām krūmmelleņu šķirnēm), bet kopumā atšķirības pa gadiem bija nebūtiskas (17. pielikums).

2009. gadā visagrāk ziedpumpuri brieda šķirnei ‘Spartan’ 91. dienā, pārējām šķirnēm ziedpumpuri brieda laika periodā no 101. līdz 108. dienai, kad ETS sasniedza 27

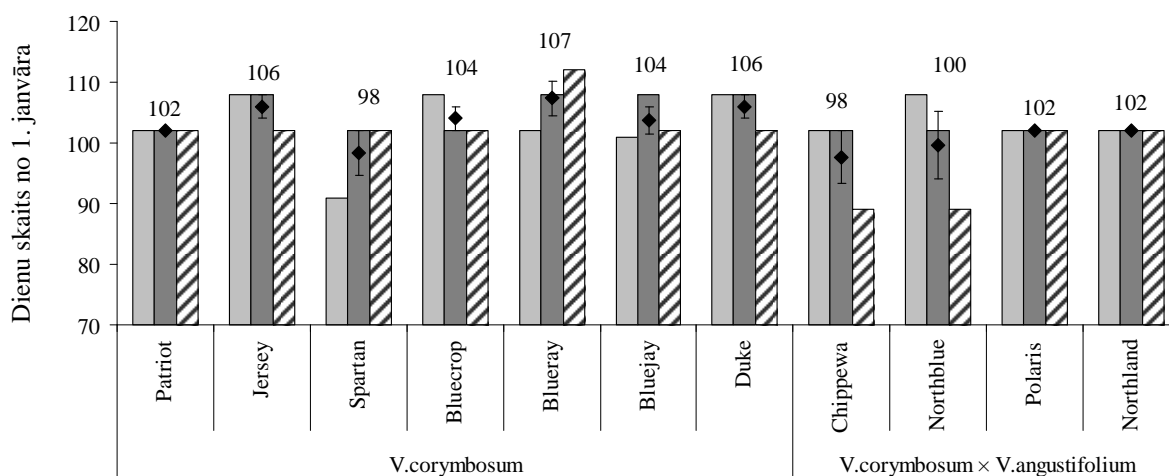
līdz 37 grādiem (3.12. att.). Agrais šķirnes ‘Spartan’ pumpuru briešanas laiks varētu būt skaidrojams ar silto 2008./2009. ziemas sākuma periodu (novembri, decembri), kad gaisa temperatūra tikai decembra pēdējā dekādē nokritās līdz -9.8 °C, līdz ar to ‘Spartan’ bija akumulējis nepieciešamās aukstumstundas un pavasarī varēja strauji atjaunot veģetāciju. Visvēlākais ziedpumpuru briešanas laiks novērots šķirnēm ‘Duke’, ‘Jersey’ un ‘Blueray’.

2010. gadā krūmmelleņu šķirnēm ziedpumpuri brieda gandrīz vienlaicīgi (no 102. līdz 108. dienai) un briešanas periods bija ar atšķirību starp šķirnēm 6 dienas (3.12. att., 17. pielikums). Krūmmelleņu šķirnei ‘Spartan’ 2010. gadā pumpuri brieda vienlaicīgi ar citām šķirnēm (102. dienā), kad ETS sasniedza 21 °C.

2011. gadā, neskatoties uz temperatūras svārstībām marta pēdējā dekādē, ziedpumpuru briešana šķirnēm ‘Chippewa’ un ‘Northblue’ novērota jau marta beigās pie ETS 0.9 °C (89. dienā). Šajā gadā ziedpumpuru briešanas laiks starp krūmmelleņu šķirnēm bija ievērojami lielāks nekā iepriekšējos gados, amplitūda bija 23 dienas (17. pielikums). Visvēlāk ziedpumpuri brieda šķirnei ‘Blueray’ – 112. dienā, kad ETS sasniedza 66°C.

Starp krūmmelleņu šķirnēm nepierādījās būtiskas ($p = 0.283$) atšķirības ziedpumpuru briešanas laikā (17. pielikums), tomēr augstajām krūmmelleņu šķirnēm ‘Blueray’, ‘Bluejay’ un pusaugstai krūmmelleņu šķirnei ‘Northblue’ novērotas lielākas ziedpumpuru briešanas laika svārstības pa gadiem (3.13. att.).

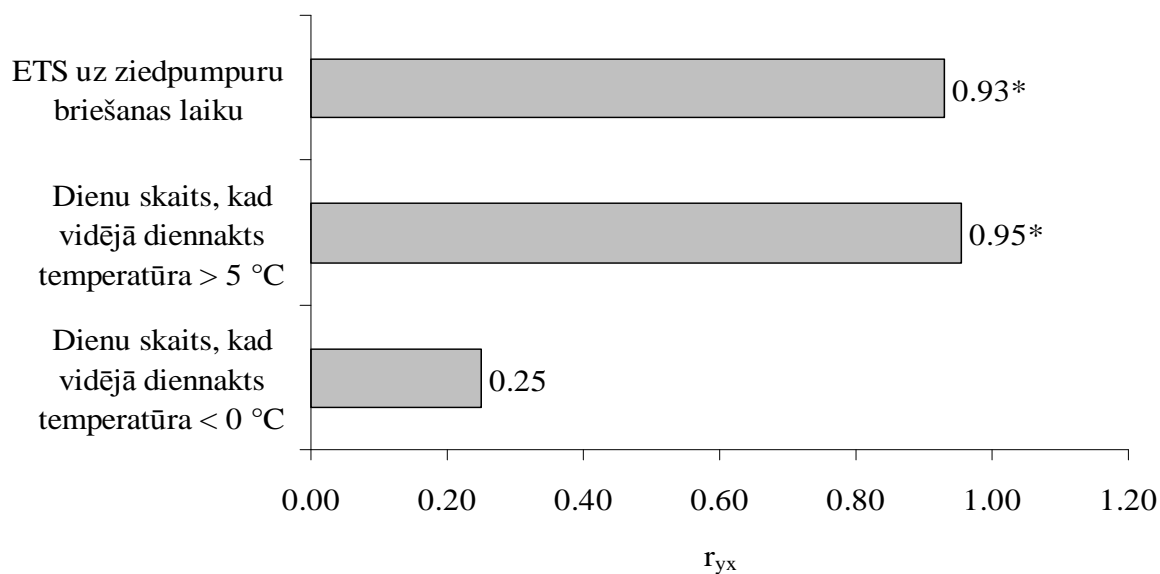
Pēc triju gadu novērojumiem, agrāk ziedpumpuri brieda šķirnēm ‘Spartan’ un ‘Chippewa’ (vidēji 98. dienā), visvēlāk šķirnēm ‘Jersey’, ‘Duke’ un ‘Blueray’ (106. – 107. dienā). Pusaugsto krūmmelleņu šķirnēm (sevišķi ‘Polaris’ un ‘Northland’) ziedpumpuru briešanas laiks bija mazāk svārstīgs pa gadiem, salīdzinājumā ar augsto krūmmelleņu šķirnēm (3.13. att.).



3.13. att. Krūmmelleņu šķirņu ziedpumpuru briešanas laiks novērojuma gados un vidēji 2009. – 2011. gadā.

□ 2009 ■ 2010 ▨ 2011 ◆ vidējais ziedpumpuru briešanas laiks

Aprēķinot savstarpējās sakarības starp ziedpumpuru briešanas laiku un apkārtējās vides gaisa temperatūru, konstatēta būtiska cieša sakarība starp ziedpumpuru briešanas laiku un uzkrāto ETS ($r_{yx} = 0.93$), kā arī dienu skaitu no gada sākuma, kad vidējā diennakts temperatūra ir virs 5 °C ($r_{yx} = 0.95$), kas liecina par auga piespiedu miera perioda beigām un gatavību uzsākt veģetāciju (3.14. att.).



3.14. att. Vidējās gaisa temperatūras (°C) un efektīvās temperatūras summas (ETS) ietekme uz krūmmelleņu ziedpumpuru briešanas laiku 2009. – 2011. gadā.

* korelācija būtiska ($p < 0.05$)

Vājā negatīvā, bet būtiskā sakarība ($r_{yx} = -0.26$, $p < 0.01$) starp ziedpumpuru ziemcietību un briešanas laiku varētu norādīt uz tendenci, ka sala bojātiem ziedpumpuriem ir kavēta attīstība, tādēļ tie plaukst vēlāk.

Iepriekšējie pētījumi Latvijā norāda, ka augsto krūmmelleņu šķirnēm veģetācijas periods sākas aprīļa otrajā vai trešajā dekādē, kad gaisa vidējā diennakts temperatūra ir augstākā par 4.7 °C (Ripa, 1998), kas liecina par gada meteoroloģisko apstākļu ietekmi. Šis pētījums veikts Salaspils Nacionālajā botāniskajā dārzā 1986. un 1994. gadā, kur šķirnei 'Bluecrop' pumpuru briešana 1986. gadā bija 21. aprīlī, bet 1994. gadā – 12. aprīlī, savukārt šķirnei 'Jersey' – 1986. gadā 21. aprīlī, bet 1994. gadā – 15. aprīlī.

Baltkrievijas centrālajā daļā veiktie pētījumi par augsto krūmmelleņu šķirņu 'Duke' un 'Bluecrop' fenoloģisko attīstību liecina, ka augstās krūmmellenes veģetācijas periodu sāk marta trešās dekādes sākumā – aprīļa pirmajā dekādē (Голубика высокорослая, 2007).

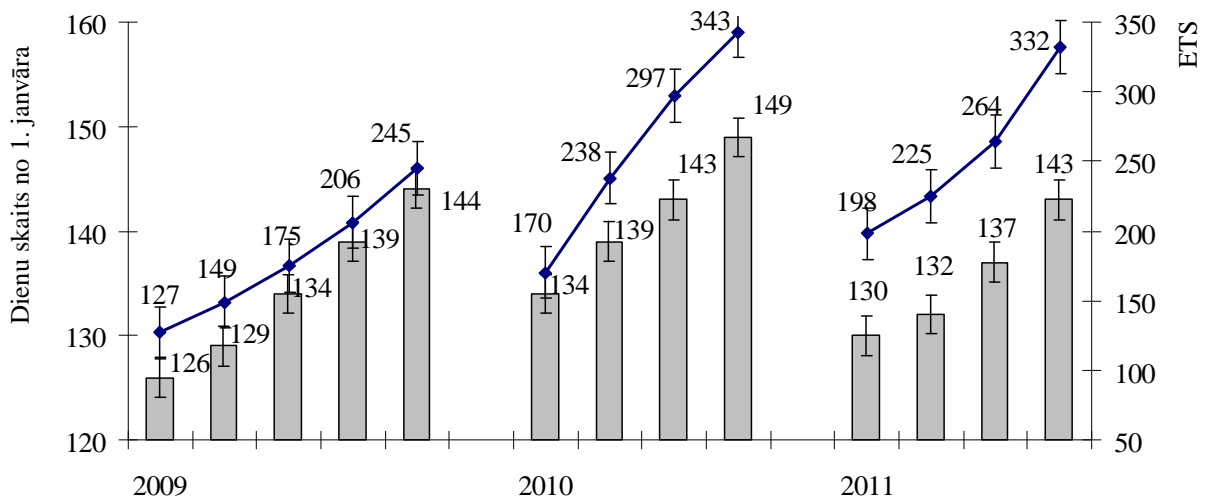
Pēc iegūtajiem rezultātiem var secināt, ka šķirnes 'Spartan' un Chippewa' jau pie neliela siltuma ziemošanas beigās spēj ātrāk uzsākt veģetācijas periodu nekā citas pētījumā iekļautās šķirnes. Šķirnēm 'Duke' un 'Jersey' ziedpumpuru briešanai nepieciešams vairāk siltuma (ETS 19 līdz 37 °C), bet šķirne 'Blueray' ziedpumpuru briešanu sāk ETS robežās no 30 līdz 66 °C.

Ziedēšanas sākuma laiks starp krūmmelleņu šķirnēm un arī pa gadiem bija būtiski atšķirīgs. 2009. gadā novērotas 18 dienu starpība starp visagrāk un visvēlāk ziedošām šķirnēm, 2010. gadā starpība bija 15 dienas, bet 2011. gadā – 13 dienas (17. pielikums).

Trijos pētījuma gados novērots, ka pirmās krūmmelleņu šķirnes ziedēt sāk 126. līdz 134. dienai (no maija pirmās dekādes vidus līdz maija otrās dekādes vidum), kad ETS sasniegusi 127 līdz 198 °C (3.15. att.). Starp agrāk un vēlāk ziedošām krūmmelleņu šķirnēm konstatētas būtiskas ETS atšķirības (2009. gadā 118 °C, 2010. gadā 173 °C, bet 2011. gadā 134 °C), kas liecina par genotipa būtisku ietekmi uz fenoloģisko attīstību.

Triju gadu novērojumos iegūti atšķirīgi rezultāti par krūmmelleņu šķirņu ziedēšanas sākumu, salīdzinot ar literatūrā minētajiem. Pētījuma rezultāti liecina, ka

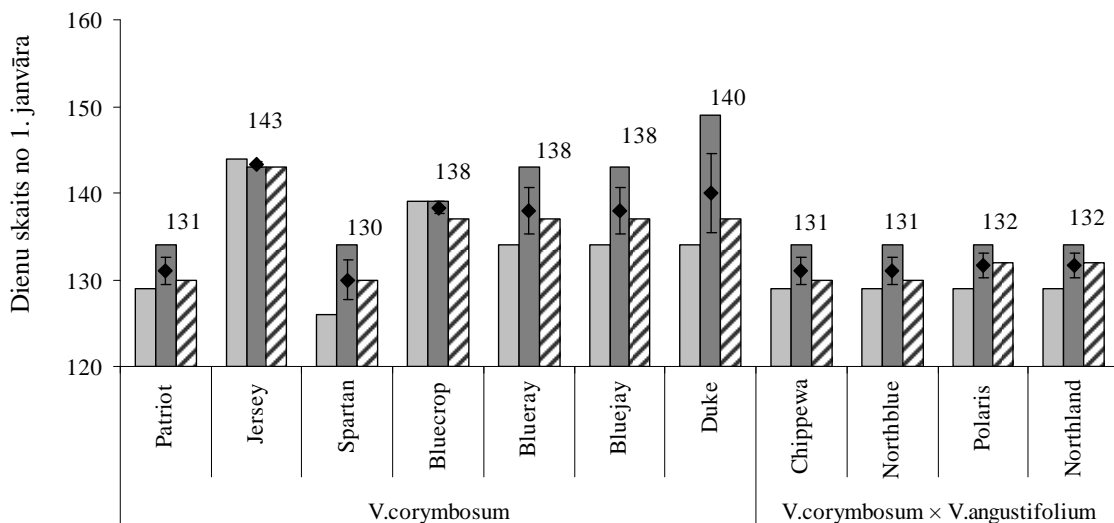
izmēģinājumā iekļauto šķirņu vidū nav izteikti agri ziedošas šķirnes, tomēr šķirnēm ‘Patriot’, ‘Northblue’, ‘Chippewa’ un ‘Spartan’ bija tendence sākt ziedēt par 2 līdz 5 dienām agrāk nekā pārējām šķirnēm (3.16. att.).



3.15. att. Krūmmelleņu šķirņu ziedēšanas sākums (dienas no 1. janvāra) un efektīvās temperatūras summa (ETS) uz ziedēšanas sākumu 2009., 2010. un 2011. gadā.

■ ziedēšanas sākums, dienas ◆ ETS

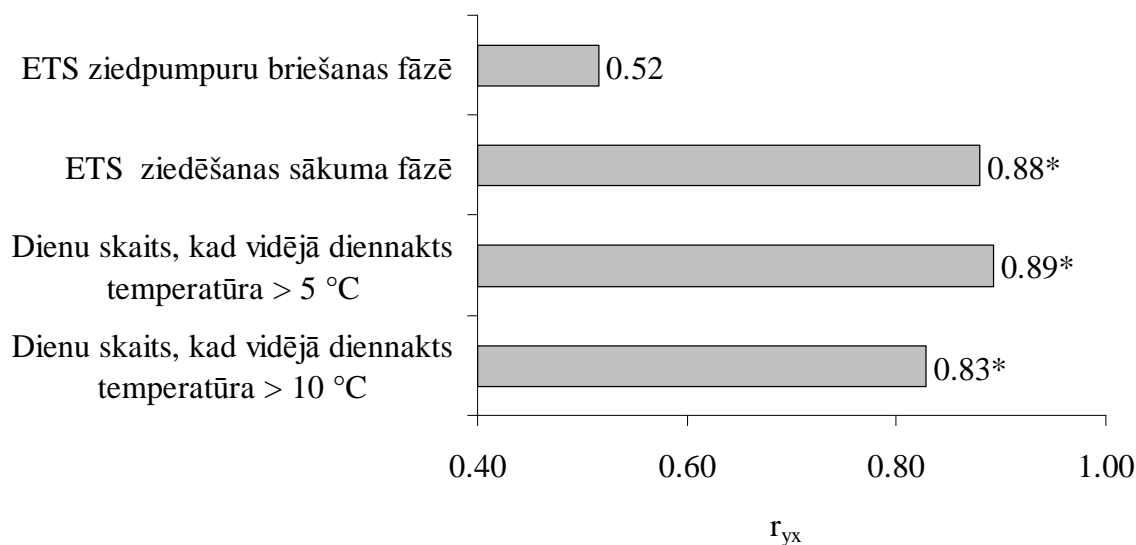
Vērtējot ziedēšanas sākuma atšķirības starp krūmmelleņu šķirnēm, augsto krūmmelleņu šķirne ‘Jersey’, salīdzinājumā ar pārējām, ziedēja visvēlāk. Pusaugsto krūmmelleņu šķirņu vidū nebija novērotas būtiskas atšķirības ziedēšanas sākumā. Šī tipa šķirnes ziedēšanu uzsāk vienlaicīgi. Būtiski atšķirīgs ziedēšanas sākums novērots augsto krūmmelleņu šķirņu starpā (3.16. att.). Šķirne ‘Spartan’ 2009. gadā sāka ziedēt visagrāk, lai gan literatūrā minēts, ka šī šķirne zied vēl (Hancock, Erb, Goulart et al., 1995; Strik, Finn, 2008), turpretī 2010. un 2011. gadā ‘Spartan’ ziedēja reizē ar citām šķirnēm.



3.16. att. Krūmmelleņu šķirņu ziedēšanas sākums pa novērojuma gadiem un vidēji 2009. – 2010. gadā.

■ 2009 ■ 2010 ▨ 2011 ◆ vidējais ziedēšanas sākuma laiks

Izvērtējot gaisa temperatūras ietekmi uz fenoloģisko attīstību, konstatēts, ka krūmmelleņu ziedēšanas sākumu būtiski ietekmē uzkrātā efektīvās temperatūras summa uz ziedēšanas sākumu ($r_{yx} = 0.88$), kā arī dienu skaits, kad vidējā diennakts temperatūra no ziedpumpuru briešanas laika līdz ziedēšanas sākumam pārsniedza 5 °C ($r_{yx} = 0.89$) un 10 °C ($r_{yx} = 0.83$). Netika konstatēta būtiska sakarība starp krūmmelleņu ziedēšanas sākuma laiku un uzkrāto ETS ziedpumpuru briešanas laikā (3.17. att., 18. pielikums). Aprēķinos pierādījās vidēji cieša būtiska saistība ($r_{yx} = 0.57$) starp ziedpumpuru briešanas laiku un ziedēšanas sākumu, kas liecina par ziedēšanas sākuma atkarību no ziedpumpuru briešanas laika.



3.17. att. Vidējās gaisa temperatūras (°C) un efektīvās temperatūras summas (ETS) ietekme uz krūmmelleņu ziedēšanas sākuma laiku 2009. – 2011.gadā.

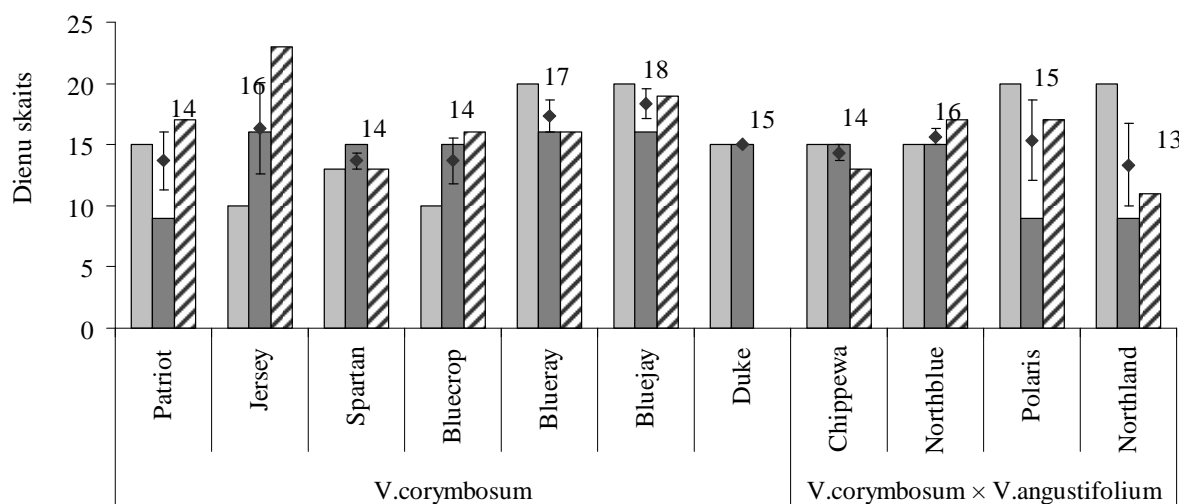
* korelācija būtiska ($p < 0.05$)

Pētījumā iegūtie rezultāti par krūmmelleņu šķirņu ziedēšanas sākumu daļēji sakrīt ar literatūrā minētajiem, kas vēlreiz apstiprina katras konkrētās audzēšanas vietas un katra gada meteoroloģisko apstākļu ietekmi uz krūmmelleņu fenoloģisko attīstību. Latvijā doktors A. Ripa (Ripa, 1998) savos pētījumos norāda, ka ‘Jersey’ atsevišķos gados zied reizē ar ‘Bluecrop’ (1994. gadā - maija otrajā dekādē), savukārt ‘Bluecrop’ atkarībā no gada ziedēt sāk maija pirmās vai otrās dekādes beigās. Polijā (Pliszka, 1983) pētījumos atzīmēts, ka krūmmelleņu ziedēšana sākas maija otrā pusē. Čehijas klimatiskajos apstākļos (gada vidējā temperatūra 8.4 °C, nokrišņu daudzums 654 mm) krūmmellenes sāk ziedēt aprīļa beigās (‘Patriot’) – maija pirmajā dekādē. Šajā darbā norādīts, ka atšķirības starp agrī un vēlu ziedošām šķirnēm ir 15 dienas. Ar pāris dienu starpību zied ‘Bluecrop’, ‘Bluejay’, ‘Blueray’, ‘Spartan’ un ‘Jersey’ (Paperstein, Ludvikova, Sedlak, 2009).

Ziedēšanas ilgums ir nozīmīgs faktors, jo pie ilgākas ziedēšanas salnu apstākļos pastāv iespēja saglabāt kaut daļu no ražas. Novērojuma gados ziedēšanas ilgums krūmmelleņu šķirnēm bija atšķirīgs, tomēr nepierādījās pētījuma gadu būtiska ietekme uz to. Arī šķirņu ziedēšanas ilgumā nebija būtiskas atšķirības. Novērojuma gados krūmmelleņu ziedēšana ilga 9 līdz 23 dienas: no maija pirmās dekādes beigām līdz jūnija vidum (17. pielikums).

Vidējais krūmmelleņu šķirņu ziedēšanas laiks bija no 13 dienām (šķirnei ‘Northblue’) līdz 18 dienas (‘Bluejay’). Mazāk svārstīgs ziedēšanas ilgums pa novērojuma gadiem bija šķirnēm ‘Spartan’, ‘Blueray’, ‘Bluejay’, ‘Chippewa’ un ‘Northblue’. Savukārt šķirņu ‘Patriot’, ‘Jersey’, ‘Bluecrop’, ‘Polaris’ un ‘Northland’ ziedēšanas ilgums katru novērojumu gadu atšķirās, sevišķi izteiktas atšķirības ziedēšanas ilgumā pa gadiem bija šķirnei ‘Jersey’ – 10 dienas 2009. gadā, 16 dienas – 2010., bet 23 dienas 2011. gadā (3.18. att.).

2009. gadā krūmmellenes ziedēja 10 līdz 20 dienas. Visīsākais ziedēšanas laiks bija šķirnei ‘Jersey’ (10 dienas), visgarākais šķirnēm ‘Northland’, ‘Polaris’, ‘Blueray’ un ‘Bluejay’ (20 dienas). Pārējo pētījumā iekļauto šķirņu ziedēšanas laiks bija 13 līdz 15 dienas. 2010. gada siltā maija otrā un trešā dekādē (vidējā temperatūra maija II dekādē bija 18.6 °C) (1. pielikums) veicināja īsāku krūmmelleņu ziedēšanu 9 līdz 16 dienas. Visīsākais ziedēšanas laiks šajā gadā bija šķirnēm ‘Patriot’, ‘Polaris’ un ‘Northland’, kas ziedēja 9 dienas, pārējo šķirņu ziedēšanas laiks bija 15 līdz 16 dienas. Vienpadsmit līdz 23 dienas ilgs ziedēšanas periods bija 2011. gadā, kad visātrāk noziedēja ‘Northland’ 11 dienas, ‘Spartan’ un ‘Chippewa’ 13 dienas, bet šķirnei ‘Jersey’ bija visgarākais ziedēšanas laiks 23 dienas.

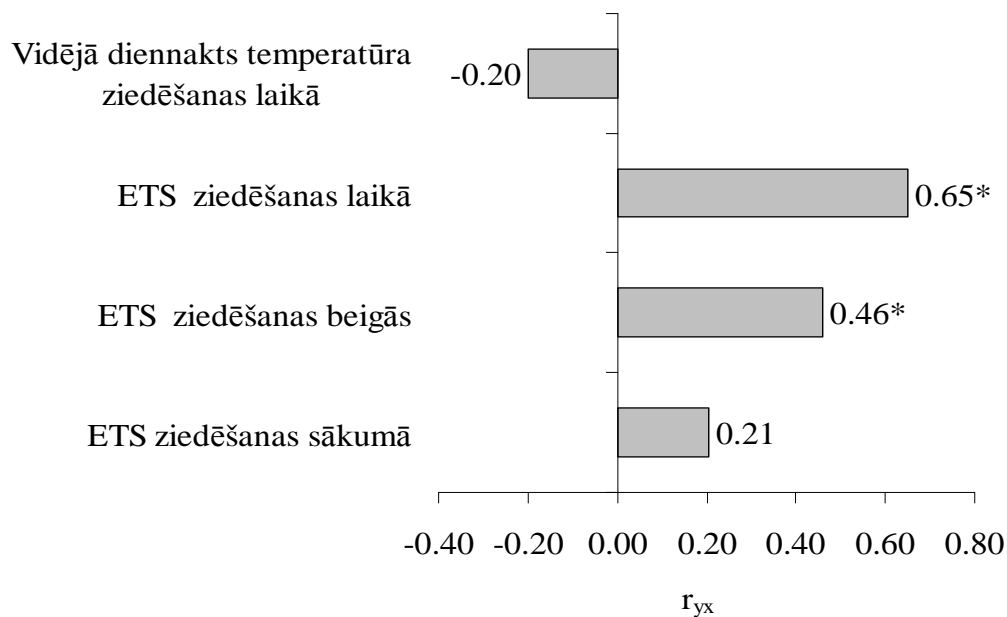


3.18. att. Krūmmelleņu šķirņu ziedēšanas ilgums pa novērojuma gadiem un vidēji 2009. – 2010. gadā.

■ 2009 ■ 2010 ▨ 2011 ◆ vidējais ziedēšanas ilgums

Korelācijas analīze liecina, ka ziedēšanas ilgumu būtiski ietekmēja uzkrātā efektīvo temperatūru summa (ETS) ziedēšanas beigās ($r_{yx} = 0.46$) un ziedēšanas laikā ($r_{yx} = 0.65$), bet nav konstatēta būtiska sakarība starp ziedēšanas ilgumu un ETS ziedēšanas sākumā, kā arī vidējo diennakts temperatūru ziedēšanas laikā (3.19. att.).

Sakarību esamība pierāda ETS būtisko lomu ziedēšanas ilgumā, jo 2010. gadā ziedēšanas sākumā ETS bija augstāka nekā 2009. vai 2011. gadā, bet ziedēšanas vidū 2011. gadā vidējā gaisa temperatūra bija augstāka nekā 2009. un 2010. gadā (1. un 16. pielikums).



3.19. att. Vidējās gaisa temperatūras un efektīvās temperatūras summas (ETS) ietekme uz krūmmelleņu ziedēšanas ilgumu 2009. – 2011. gadā.

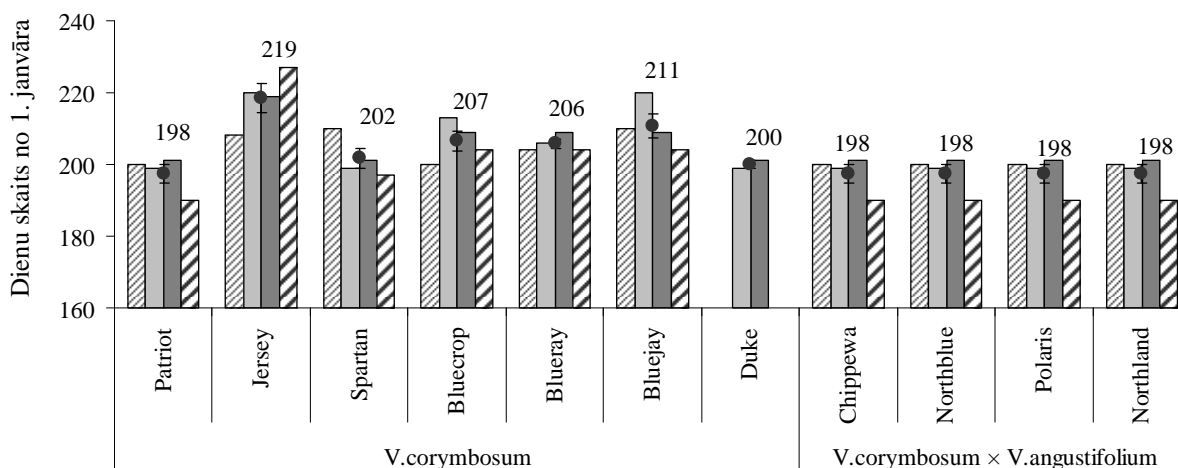
* korelācija būtiska ($p < 0.05$)

Ogu ienākšanās laiks vērtēts četrus gadus periodā no 2008. līdz 2011. gadam, kas starp šķirnēm bija būtiski atšķirīgs, ar 10 līdz 37 dienu starpību starp agrākajiem un vēlākajiem genotipiem. Arī pa gadiem atšķirības bija būtiskas ($p = 0.000$), kas izskaidrojams ar meteoroloģisko apstākļus ietekmi uz augu fenoloģisko attīstību (17. pielikums).

Pēc rezultātiem, no krūmmelleņu ziedēšanas sākuma līdz ogu ienākšanās sākumam paiet 59 līdz 79 dienas (no agrākajām līdz vēlākajām šķirnēm). Īsākais šis periods bija augstai krūmmelleņu šķirnei ‘Duke’ (vidēji 59 dienas pa novērojuma gadiem), bet garākais šķirnei ‘Jersey’ (vidēji 79 dienas).

Visos novērojuma gados netika izdalītas izteikti agras krūmmelleņu šķirnes. Lielākai daļai (69%) krūmmelleņu šķirņu ogu ienākšanās laiks noteikts kā vidējs, tomēr arī starp šķirnēm ar vidēju ogu ienākšanās laiku, atkarībā no gada, tas variē no 4 līdz 14 dienām: 2008. gadā šķirnēm ar vidēju ogu ienākšanās laiku ogas ienācās no 21. jūlija līdz 25. jūlijam, 2009. gadā – no 20. līdz 27. jūlijam, 2010. gadā no 22. līdz 30. jūlijam, bet 2011. gadā – no 11. līdz 25. jūlijam. 2011. gadā ogas ienācās 9 līdz 11 dienas agrāk nekā pārējos gados, kas skaidrojams ar augstāku gaisa temperatūru ogu ienākšanās laikā salīdzinājumā ar pārējiem novērojuma gadiem (16. pielikums). Šķirnēm ar vēlu ogu ienākšanās laiku pirmās ogas, atkarībā no gada, varēja vākt jūlija beigās – augusta otrā dekādē: 2008. gadā no 27. līdz 31. jūlijam, 2009. gadā no 4. līdz 11. augustam, 2010. gadā 10. augustā, bet 2011. gadā 18. augustā.

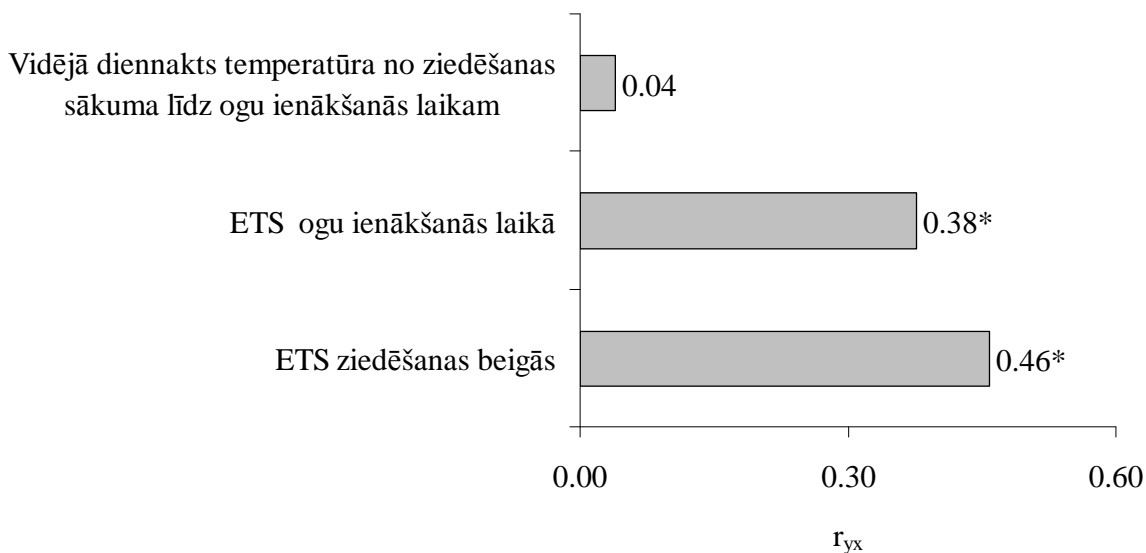
Visos četros pētījuma gados šķirnēm ‘Patriot’, ‘Polaris’, ‘Northblue’, ‘Northland’ un ‘Chippewa’ ogas ienācās vidēji agri, turklāt vienlaicīgi. Arī šķirnei ‘Duke’ abos ražas gados ogas ienācās vidēji agri. Šķirnei ‘Blueray’ ogas ienācās 4 līdz 14 dienas vēlāk nekā pārējām šķirnēm, tādēļ ‘Blueray’ varētu iedalīt pie šķirnēm ar vidēji vēlu ogu ienākšanās laiku. Arī ‘Bluecrop’ ogas ienācās vēlāk nekā iepriekšminētajām šķirnēm. Visos pētījuma gados vēlu ogas ienācās šķirnei ‘Jersey’ – no augusta pirmās līdz otrās dekādes vidus (3.20. att.).



3.20. att. Krūmmelleņu šķirņu ogu ienākšanās laiks novērojuma gados un vidēji 2008. – 2011. gadā.

▨ 2008 ▩ 2009 ■ 2010 ▤ 2011 ● vidējais ogu ienākšanās laiks

Konstatēta vāja, bet pozitīva sakarība starp krūmmelleņu ogu ienākšanās laiku un efektīvās temperatūras summu ziedēšanas laika beigās ($r_{yx} = 0.46$), kā arī ar efektīvās temperatūras summu ogu ienākšanās laikā ($r_{yx} = 0.38$). Pretēji gaidītajam, vidējai diennakts temperatūrai no ziedēšanas sākuma līdz ogu ienākšanās laikam nebija būtiskas ietekmes uz ogu ienākšanās laiku (3.21. att.).



3.21. att. Vidējās gaisa temperatūras ($^{\circ}\text{C}$) un efektīvās temperatūras summas (ETS) ietekme uz krūmmelleņu ogu ienākšanās laiku.

*korelācija būtiska ($p < 0.05$)

Iegūtie rezultāti par krūmmelleņu ogu ienākšanās laiku daļēji sakrīt ar citu valstu novērojumiem. Piemēram, Polijā šķirņu ‘Bluecrop’, ‘Blueray’, ‘Northland’ un ‘Spartan’ ogu ienākšanās laiks, atkarībā no gada, ir jūlija otrā – trešā dekāde (Wach, 2008). Čehijas apstākļos šķirnes ‘Duke’, ‘Northland’ un ‘Spartan’ raksturotas kā šķirnes ar agru ogu ienākšanās laiku, jūnija beigās – jūlija sākums, bet ‘Bluejay’, ‘Patriot’, ‘Jersey’, ‘Bluecrop’ un ‘Bluejay’, kā šķirnes ar vidēju ienākšanās laiku (jūlija otrā dekāde). Arī Itālijā (Giongo,

Ieri, Vrhovsek et al., 2006) 'Duke' raksturota kā šķirne ar agru ienākšanās laiku, bet vidēji agrs ogu ienākšanās laiks atzīmēts šķirnēm 'Bluejay', 'Northland', 'Polaris' un 'Spartan', vidējs ienākšanās laiks - 'Bluecrop' un 'Blueray', bet 'Jersey' raksturota kā šķirne ar vidēji vēlu ienākšanās laiku. Baltkrievijas centrālajā daļā šķirnei 'Duke' pirmo ražu var vākt jūlija pirmā – otrā dekādē, šķirnei 'Bluecrop' jūlija otrā – trešā dekādē (Голубика высококорослая, 2007), bet atsevišķos gados ogas ienācās jau jūlija sākumā.

Iepriekšējie pētījumi Latvijā (Ripa, 1998) liecina par meteoroloģisko apstākļu ietekmi uz krūmmelleņu fenoloģisko attīstību. A. Ripa (1998) norāda, ka 'Bluecrop' ogu nogatavošanās laiks, atkarībā no gada, ir jūlija otrā dekādē – augusta sākums, bet 'Jersey' ogas ienākas jūlija (1986. gadā) vai pat augusta beigās (1994. gadā).

Vērtējot krūmmelleņu šķirnes pēc tipiem, visas pētījumā iekļautās pusaugstās (*V. corymbosum* × *V. angustifolium*) krūmmelleņu šķirnes 'Polaris', 'Northblue', 'Northland' un 'Chippewa' bija ar vidēji agru ogu ienākšanās laiku.

Ražošanas perioda ilgums starp šķirnēm bija būtiski atšķirīgs no 13 līdz 27 dienām, atkarībā no gada un šķirnes. 2008. gadā krūmmelleņu ražu varēja vākt 18 līdz 30 dienas, 2009. gadā 6 līdz 27 dienas. 2010. gads raksturojās ar visīsāko ražošanas periodu 1 līdz 18 dienas, bet 2011. gads raksturojās ar vislielāko amplitūdu (36 dienas) starp šķirņu ražošanas perioda ilgumu (3.3. tabula, 17. pielikums). Ilgākais vidējais ražošanas perioda ilgums bija 2008. gadā (vidēji 27 dienas), bet īsākais – 2010. gadā (vidēji 13 dienas) (3.3. tabula).

3.3. tabula

**Krūmmelleņu šķirņu vidējais ražošanas perioda garums
2008. – 2011. gadā, dienas**

Šķirne	2008	2009	2010	2011	\bar{x}
Jersey	21	6	1	1	7 ^a
Bluejay	18	6	10	23	14 ^b
Bluecrop	30	20	10	8	17 ^{cb}
Spartan	21	27	8	15	18 ^{cb}
Blueray	26	14	10	26	19 ^c
Duke	n.d.	21	18	n.d.	20 ^c
Northland*	30	21	18	22	23 ^d
Polaris*	30	21	18	22	23 ^d
Patriot	30	27	18	22	24 ^d
Chippewa*	30	27	18	22	24 ^d
Northblue*	30	21	18	37	27 ^d
\bar{x}	27 ^a	19 ^b	13 ^c	20 ^b	
<i>RS</i> _{0.05}	2.54				
<i>p</i> -vērtība	0.000				

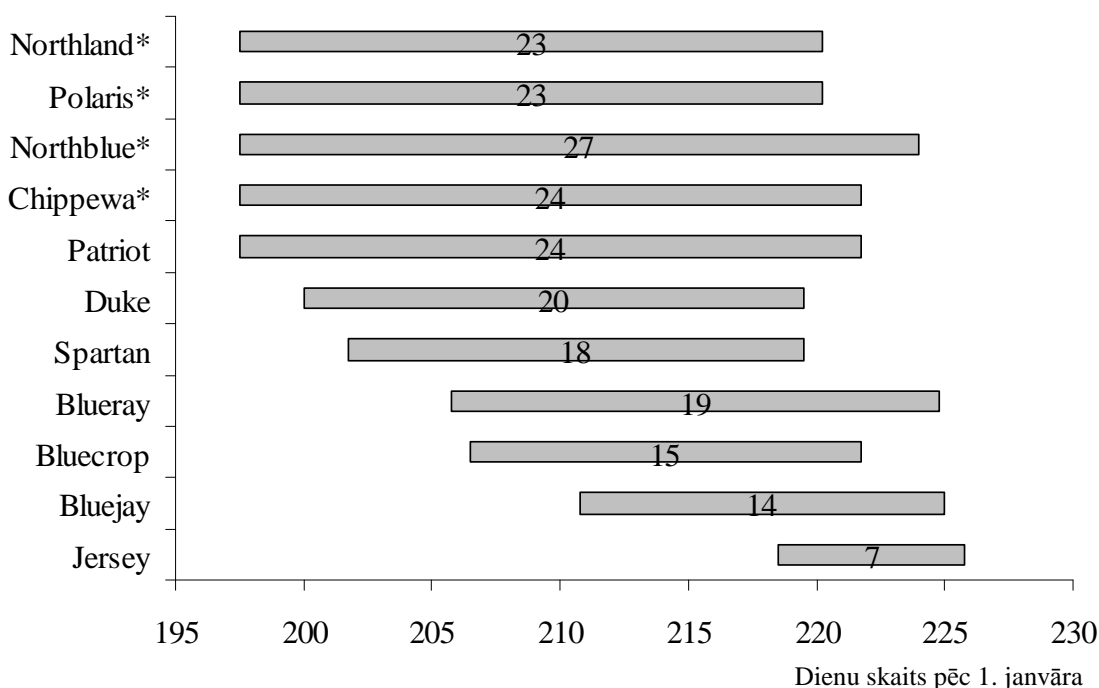
a, b, c un d – ar vienādiem burtiem apzīmētajām šķirnēm nav būtisku atšķirību

n.d. – nav datu, jo nebija ražas

* *V. corymbosum* × *V. angustifolium*

Augsto krūmmelleņu šķirņu ražošanas ilgums pētījuma gados bija 1 līdz 27 dienas. Visīsākais ražošanas periods trijos no četriem pētījuma gadiem bija šķirnei 'Jersey' (2009. gadā – 6 dienas, bet 2010. un 2011. gadā šīs šķirnes ogas nogatavojās vienlaicīgi un tika novāktas vienā reizē).

Pusaugsto krūmmelleņu šķirņu ražošanas ilgums visos novērojuma gados bija no 18 līdz 30 dienas. (3.3 tabula). Garākais ražošanas periods augsto krūmmelleņu grupā bija šķirnei 'Patriot' (vidēji 24 dienas). Pusaugsto krūmmelleņu šķirņu vidējais ražošanas ilgums atkarībā no gada vidēji bija 23 ('Northland', 'Polaris') līdz 27 ('Northblue') dienas (3.22. att.).

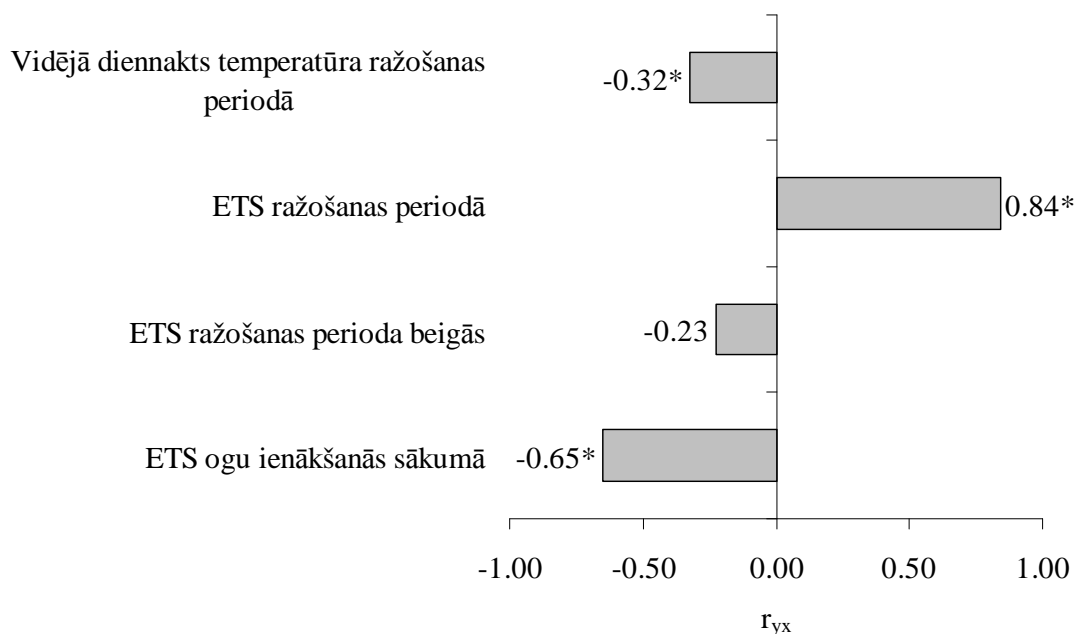


3.22. att. Krūmmelleņu šķirņu ražošanas perioda ilgums, vidēji 2008. – 2011.gadā.

* *V. corymbosum* × *V. angustifolium*

Novērota statistiski pierādīta būtiska vidēji cieša negatīva ($r_{yx} = -0.65$) sakarība starp ražošanas perioda ilgumu un ETS ogu ienākšanās sākumā, kas liecina, ka ražošanas periods pagarinās, ja uz ogu ienākšanās sākumu uzkrāts mazāks ETS. Vāja, tomēr būtiska ($r_{yx} = -0.32$) sakarība starp ražošanas perioda ilgumu un vidējo diennakts temperatūru ražošanas periodā arī liecina par tendenci, ka zemāka vidējā diennakts temperatūra pagarina ogu ražošanas periodu. Savukārt cieša būtiska ($r_{yx} = 0.84$) pozitīva sakarība starp ražošanas perioda ilgumu un ETS ražošanas periodā norāda uz to, ka, jo lielāka uzkrātās efektīvās temperatūras summa, jo ražošanas periods ir īsāks (3.23. att.).

Starp ziedpumpuru briešanas laiku un ziedēšanas sākumu konstatēta vidēji cieša ($r_{yx} = 0.57$), būtiska sakarība, kas liecina, ka ziedpumpuriem plaukstošiem vēlāk arī ziedēt krūmmellenes sāks vēlāk. Konstatēta vidēji cieša ($r_{yx} = 0.67$) būtiska saistība starp ziedēšanas sākumu un ogu ienākšanās laiku un būtiska vidēji cieša negatīva saistība ar ražošanas ilgumu ($r_{yx} = -0.65$), kas liecina, ka vēlū ziedošām šķirnēm arī ogas parasti ienākas vēlāk, un ražošanas periods ir īsāks (3.4. tabula). Kā piemēru var minēt šķirni 'Jersey', kura raksturojas ar vēlū ziedēšanas un ogu ienākšanās laiku, kā arī īsu ražošanas periodu.



3.23. att. Vidējās diennakts gaisa temperatūras (°C) un efektīvās temperatūras summas (ETS) ietekme uz krūmmelleņu ražošanas perioda ilgumu 2008. – 2011.gadā.
*korelācija būtiska (p < 0.05)

3.4. tabula

Korelācija starp krūmmelleņu šķirņu fenoloģiskām pazīmēm

Fenoloģiskās fāzes	Fenoloģiskās fāzes*				
	1	2	3	4	5
Ziedpumpuru briešanas laiks	1	0.57*	NB	0.44*	-0.42*
Ziedēšanas sākums	0.57*	1	NB	0.67*	-0.65*
Ziedēšanas ilgums	NB	NB	1	0.21	NB
Ogu ienākšanās laiks	0.44*	0.67*	0.21	1	-0.70*
Ražošanas perioda ilgums	-0.42*	-0.65*	NB	-0.70*	1

0.57* - korelācija ir būtiska pie 0.01 līmeņa; 0.21 - korelācija ir būtiska pie 0.05 līmeņa;

NB – nav būtisks;

*1 - ziedpumpuru briešanas laiks; 2 - ziedēšanas sākums; 3 - ziedēšanas ilgums; 4 - ogu ienākšanās laiks; 5 - ražošanas perioda ilgums

Secinājumi

- ⇒ Latvijas klimatiskajos apstākļos krūmmelleņu šķirnēm ziedpumpuru briešana sākas marta beigās – aprīļa sākumā. Ziedpumpuru briešanu krūmmelleņu šķirnēm veicina laika periods ar vidējo temperatūru virs 5 °C un uzkrātās ETS.
- ⇒ Šķirnes ‘Spartan’, Chippewa’ un ‘Northblue’ ir jutīgākas pret pozitīvām gaisa temperatūrām un veģetācijas periodu uzsāk ātrāk nekā citas pētījumā iekļautās šķirnes. Šķirnēm ‘Duke’ un ‘Jersey’ veģetācijas perioda uzsākšanai nepieciešama lielāka efektīvo temperatūru summa, bet ‘Blueray’ pumpuru briešana notiek uzkrājoties lielākai efektīvo temperatūru summai.
- ⇒ Krūmmelleņu ziedēšanas sākumu ietekmē uzkrāto efektīvo temperatūru summa un dienu skaits, kad temperatūra ir virs 5 °C, bet ziedēšanas ilgumu ietekmē

efektīvo temperatūru summa ziedēšanas laikā. Savukārt ogu ienākšanās laiku un ražošanas perioda ilgumu ietekmē uzkrātā efektīvās temperatūras summa iepriekšējās fenoloģiskās fāzes laikā un tiešās fenoloģiskās fāzes laikā.

- ⇒ Pētījuma rezultāti neuzrāda izteikti agri ziedošas krūmmelleņu šķirnes, bet šķirnēm 'Patriot', 'Northblue', 'Chippewa' un 'Spartan' bija tendence ziedēšanu sākt par 2 līdz 5 dienām agrāk nekā pārējām šķirnēm. Divu gadu rezultāti liecina, ka 'Jersey' ir vēlu ziedoša šķirne.
- ⇒ Konstatētas savstarpējās sakarības starp fenoloģiskajām fāzēm: ziedpumpuru briešanas laiku un ziedēšanas sākumu, kas liecina, ka ziedpumpuriem plaukstot vēlāk, arī ziedēt krūmmellenes sāks vēlāk, kā arī starp ziedēšanas sākumu, ogu ienākšanās laiku un ražošanas perioda ilgumu, kas skaidrojams, ka vēlu ziedošām šķirnēm ogas ienāksies vēlāk un ražošanas periods būs īsāks.
- ⇒ Šķirnes 'Northblue', 'Chippewa', 'Patriot' un 'Northland' bija ar garāko ražošanas periodu, īsākais ražošanas periods vismaz trijos pētījuma gados bija šķirnei 'Jersey'.

3.3. Krūmmelleņu raža un tās kvalitāte

3.3.1. Krūmmelleņu raža, ogu vidējā masa un ogu lielums

Raža krūmmelleņu šķirnēm bija stipri variējoša pazīme, tās variācijas koeficients bija no 60.9 līdz 76.1%, bet vidējās ražas amplitūda no 3.46 līdz pat 6.11 kg no krūma, atkarībā no gada. Vislielākā izmēģinājumā iekļauto krūmmelleņu šķirņu raža reģistrēta 2009. gadā (vidēji 2.95 kg no krūma), bet vismazākā 2010. gadā (vidēji 1.37 kg no krūma) (3.5. tabula).

3.5. tabula

Krūmmelleņu šķirņu ražas aprakstošā statistika 2008. – 2011. gadā, kg no krūma

Rādītāji	2008	2009	2010	2011	\bar{x}
Minimālā raža	0.49	0.44	0.23	0.20	0.34
Maksimālā raža	4.62	6.55	3.69	3.69	4.64
Vidējā raža (\bar{x})	2.20	2.95	1.37	1.50	2.01
Amplitūda	4.13	6.11	3.46	3.49	4.30
Standartnovirze (s)	1.34	1.81	1.04	1.00	1.30
Variācijas koeficients, %	60.9	61.2	76.1	66.8	66.3
Minimālās ražas vākšanas reizes	3	2	1	1	-
Maksimālās ražas vākšanas reizes	6	5	3	5	-
<i>p – vērtība</i>	<i>0.000</i>				

Krūmmellenēm ogas ienācās nevienmērīgi. Ražu, atkarībā no gada un šķirnes, vāca 1 līdz pat 6 reizes (3.5. tabula). Vislielākais ogu vākšanas reižu skaits bija 2008. gadā (3 līdz 6 reizes atkarībā no šķirnes), kas skaidrojams ar meteoroloģisko apstākļu ietekmi. 2008. un 2009. gadā mēnešu diennakts gaisa temperatūras būtiski neatšķīrās (6. pielikums) un veģetācijas laikā paaugstinājās vienmērīgi (16. pielikums). Savukārt 2010. un 2011. gada mēnešu diennakts temperatūras bija būtiski augstākas salīdzinājumā ar iepriekšējo gadu mēnešu temperatūrām (6. pielikums). Ražas vākšanas laikā (jūlijā un

augustā) 2010. un 2011. gadā mēnešu diennakts gaisa temperatūra no iepriekšējo divu gadu temperatūrām bija par 3 līdz 7 grādiem augstāka (16. pielikums).

Vērtējot ražību katrai šķirnei atsevišķi, ar augstu ražību visos novērojuma gados izcēlās šķirne 'Patriot', neskatoties uz to, ka vidējā raža pa gadiem šai šķirnei svārstījās no 2.55 līdz 6.00 kg no krūma. Šķirnes 'Chippewa' un 'Northland' divos pētījuma gados uzrādīja augstu ražu, kas bija lielāka par vidējo vairāk kā par standartnovirzes vērtību. Šķirne 'Blueray' divos pētījuma gados uzrādīja nelielu ražu (raža bija mazāka par vidējo vairāk nekā standartnovirzes vērtība). Vienā no pētījuma gadiem (2010. gadā) maza raža iegūta no šķirnēm 'Jersey' un 'Bluecrop' (attiecīgi 0.45 kg un 0.32 kg no krūma). Pārējās šķirnes visos pētījuma gados uzrādīja vidēju ražību (3.6. tabula).

3.6. tabula

Krūmmelleņu šķirņu raža pētījuma periodā, kg no krūma

Šķirne	Gads				\bar{x}	Ražība (pēc vidējās ražas pa gadiem)
	2008	2009	2010	2011		
Jersey	1.34	0.94	0.45	0.55	0.82 ^a	Mazražīga
Bluejay	1.05	2.04	0.82	0.61	1.13 ^{ab}	
Duke	n.d.	1.75	0.86	n.d.	1.31 ^{ab}	Vidēji ražīga
Blueray	0.70	0.76	n.d.	2.86	1.44 ^{ab}	
Northblue*	1.44	1.48	1.89	1.06	1.47 ^{ab}	
Bluecrop	1.58	3.47	0.32	1.03	1.60 ^{ab}	
Polaris*	2.44	2.35	0.96	1.24	1.75 ^{ab}	
Spartan	1.21	4.31	0.45	1.77	1.94 ^b	
Northland*	4.12	5.27	1.08	1.63	3.03 ^c	Augstražīga
Chippewa*	3.68	4.12	2.97	1.81	3.15 ^c	
Patriot	4.08	6.00	2.55	3.04	3.91 ^c	
\bar{x}	2.20 ^a	2.95 ^b	1.37 ^c	1.50 ^c	2.01	
<i>RS</i> _{0.05}	3.62					
<i>p</i> – vērtība	0.000					

* *V. corymbosum* × *V. angustifolium*

a, b, c un d – burti apzīmē būtiski atšķirīgas ($p < 0.05$) datu grupas

n.d. – nav ražas

Zemās dzinumumu un ziedpumpuru ziemcietības rezultātā šķirnei 'Duke' 2008. un 2011. gadā, kā arī šķirnei 'Blueray' 2010. gadā raža netika uzskaitīta. Lai gan 2008. gadā 'Duke' uzrādīja augstu ziemcietību (8 balles), bija vērojama iepriekšējā gada ziemošanas un augšanas apstākļu pēcietekme (šķirnei 2007. gadā nebija novēroti ierīsušies ziedpumpuri). Arī 2011. gadā 'Duke' uzrādīja zemu ziemcietību, novēroja ierīsušos ziedpumpuru attīstību traucējumus un ziedi nobira. Šķirnei 'Blueray' 2010. gadā bija cietuši līdz 80% ziedpumpuru, atlikušo ziedpumpuru attīstība bija traucēta, kā rezultātā ziedi nobira.

No pētījumā iekļautajām krūmmelleņu šķirnēm visaugstākā vidējā raža četros novērojuma gados (3.91 kg no krūma) bija augsto krūmmelleņu šķirnei 'Patriot'. Nedaudz zemāka raža, bet virs 3 kg no krūma, bija pusaugsto krūmmelleņu šķirnēm 'Chippewa' un 'Northland'. Zemākā vidējā raža konstatēta šķirnei 'Jersey' (vidēji 0.82 kg no krūma), arī 'Bluejay' un 'Blueray' vidējā raža no krūma bija zem 1.00 kg, bet šķirnes 'Duke' un 'Bluecrop' vidējā raža pētījuma vietā bija tikai 1.31 līdz 1.60 kg no krūma, lai gan labvēlīgos gados 'Bluecrop' raža bija līdz pat 3.47 kg ogu no krūma (3.6. tabula).

Pēc četrus gadu rezultātiem pētījumā iekļautās krūmmelleņu šķirnes var iedalīt:

- augstražīgas (ražā 3 līdz 4 kg no krūma) – ‘Patriot’, ‘Chippewa’ un ‘Northland’;
- vidēji ražīgas (ražā 1.1 līdz 2 kg no krūma) – ‘Spartan’, ‘Polaris’, ‘Bluecrop’, ‘Northblue’, ‘Blueray’, ‘Duke’ un ‘Bluejay’;
- mazražīga (ražā zem 1.0 kg no krūma) – ‘Jersey’.

Šķirnes ‘Patriot’ un ‘Chippewa’ uzrāda pa gadiem stabilu ražu, arī šķirnes ‘Northblue’ raža pa gadiem bija stabila, lai gan vidēja. Savukārt pārējām šķirnēm raža bija svārstīga, kas norāda uz agroklimatisko apstākļu ietekmi.

Krūmmelleņu raža būtiski atšķīrās starp trim novērojuma gadiem, nebūtiskas atšķirības bija konstatētas starp 2010. un 2011. gada ražām (21. pielikums). Uz krūmmelleņu ražu būtiski augstāko ietekmi atstāja šķirnes faktors ($\eta^2\% = 47.7$), nozīmīgs bija arī gada kā meteoroloģisko apstākļu faktors ($\eta^2\% = 23.2$).

Korelācijas analīzē netika konstatēta būtiska iepriekšējā gada dzinumu un ziedpumpuru ziemcietības ietekme uz konkrētā gada ražu, kas liecina par kompleksu apstākļu ietekmi uz krūmmelleņu ražu. Aprēķinos konstatēts, ka ražu būtiski ietekmēja ražošanas gada ziedpumpuru ziemcietība (19. pielikums). 2008. un 2009. gada ražu neietekmēja ne iepriekšējā gada dzinumu, ne ražošanas gada ziedpumpuru ziemcietība. Savukārt 2010. un 2011. gadā ražošanas gada ziedpumpuru ziemcietība krūmmelleņu šķirņu ražu ietekmēja būtiski (attiecīgi, $r_{yx} = 0.59$ un $r_{yx} = 0.66$), par ko liecina arī determinācijas koeficients ($R^2_{2010} = 0.34$ un $R^2_{2011} = 0.45$) (19. un 20. pielikums). Regresijas vienādojumi izskaidro, ka 2010. gadā, ziedpumpuru ziemcietībai paaugstinoties par 1 balli, raža paaugstinājās par 0.67 kg, bet 2011. gadā ziemcietībai paaugstinoties par 1 balli, raža vidēji pieauga par 0.89 kg (20. pielikums).

Pētījumā iegūtie dati par krūmmelleņu ražu daļēji sakrīt ar literatūrā minētajiem. Centrālajā Polijā (Wach, 2008) izmēģinājumā ar līdzīga vecuma augiem, šķirne ‘Spartan’ uzrāda mazāku ražu četrus gadu periodā (vidēji 0.73 kg no krūma), bet šķirņu ‘Bluecrop’, ‘Blueray’ un ‘Northland’ vidējo ražu lielums bija līdzīgs kā šajā pētījumā. Neskatoties uz ražas svārstībām pa gadiem, Polijā šķirne ‘Northland’ uzrādīja stabilāku ražu salīdzinājumā ar citām pētījumā iekļautām šķirnēm.

Norvēģijas apstākļos (Vestrheim, Haffner, Grønnerød, 1997) četrus gadu laikā ‘Patriot’ raža bija gandrīz divas reizes augstāka nekā references šķirnei ‘Bluecrop’, bet ‘Blueray’ raža bija tikai 28% apmērā no ‘Bluecrop’. Rumānijā ‘Blueray’ raža atkarībā no augsnes un augšanas vietas bija no 2.1 līdz 3.1 kg no krūma (Bădescu, Petre, Bădescu et al., 2009).

Vislielākās krūmmelleņu šķirņu ražas iegūtas Lietuvas apstākļos. Desmit gadu periodā kā ražīgākā šķirne norādīta ‘Bluejay’ (> 10 kg no krūma), arī ‘Duke’ vidējā raža pētījuma periodā norādīta 8.5 kg no krūma. Šķirņu ‘Patriot’ un ‘Spartan’ vidējā raža bija 6 kg no krūma. Zem 5 kg ogu no krūma Lietuvas apstākļos iegūta šķirnēm ‘Blueray’ un ‘Bluecrop’ (Česoniene, Daubaras, Viškelis, 2010). Šķirņu ‘Bluecrop’ un ‘Duke’ vidējā raža desmit gadu periodā ASV Ņūdžersijas pavalstī bija 5.3 kg no krūma (Ehlenfeldt, Martin, 2010). Šajā pētījumā konstatēts fakts par krūmmelleņu ražas periodiskumu.

Iegūtie pētījuma un citu valstu rezultāti par krūmmelleņu šķirņu ražu vēlreiz apliecina konkrētās audzēšanas vietas un šķirņu izvēles nozīmi.

Ogas vidējās masas atšķirības pa gadiem bija būtiskas, par to liecina arī variācijas koeficients 17.5 līdz 26.2%. Vismaz divos novērojumu gados šķirnēm ‘Patriot’ un ‘Bluecrop’ ogu masa pārsniedza vidējo vairāk kā par standartnovirzes vērtību (3.7. tabula).

3.7. tabula

Krūmmelleņu šķirņu sadalījums pēc ogu vidējās masas

Gadi	Maza masa ($< x_{vid} - s$)	Vidēji ($x_{vid} \pm s$)	Liela masa ($> x_{vid} + s$)
2008	<u>1.13 - 1.33 g</u> Jersey, Bluejay	<u>1.33 – 2.19 g</u> Chippewa, Northland, Polaris, Bluecrop, Blueray, Spartan	<u>> 2.19 g</u> Patriot , Northblue
2009	<u>> 1.05 g</u> –	<u>1.05 – 1.79 g</u> Northland, Jersey, Blueray, Spartan, Bluecrop, Polaris, Duke, Patriot, Bluejay, Northblue	<u>> 1.79 g</u> Chippewa
2010	<u>< 1.65 g</u> Chippewa	<u>1.65 – 2.35 g</u> Northland, Jersey, Bluejay, Northblue, Spartan, Polaris	<u>> 2.35 g</u> Bluecrop, Patriot, Duke
2011	<u>< 1.34 g</u> Northland	<u>1.34 – 2.11 g</u> Jersey, Northblue, Blueray, Polaris, Chippewa, Spartan, Bluejay, Patriot	<u>> 2.11 g</u> Bluecrop

Patriot – šķirnes ar lielu ogu masu vismaz 2 gadus

$x_{vid} \pm s$ – vidējā vērtība \pm standartnovirze

No pētījumā iekļautajām šķirnēm nevar izdalīt šķirnes ar mazu ogu vidējo masu, lai gan vidēji pa gadiem vismazākā vienas ogas masa bija novērota šķirnēm ‘Jersey’ un ‘Northland’ (attiecīgi 1.3 un 1.5 g). Šķirnei ‘Chippewa’ ogu masa pa gadiem bija svārstīga un saistīta ar ražas lielumu katrā gadā. (3.8. tabula)

Vislielākā vidējā ogu masa reģistrēta 2010.gadā (2.0 g), bet vismazākā 2009. gadā (1.4 g). Minimālā ogas masa reģistrēta 2008. gadā šķirnei ‘Jersey’ (1.1 g) (3.8. tabula, 23. pielikums).

Statistiski pierādīts, ka ogu vidējā masa bija būtiski atšķirīga pa gadiem, kā arī pierādījās būtiskas atšķirības starp šķirnēm (22. pielikums). Lielākā daļa pētījumā iekļautās krūmmelleņu šķirnes vērtējamas kā šķirnes ar vidēju ogu masu, no 1.5 līdz 1.9 g. Jāpiezīmē, ka šķirnei ‘Northland’ pētījuma laikā ogu vidējā masa variēja no lielas 2010. gadā līdz mazai 2009. gadā (3.8 tabula).

Vērtējot krūmmelleņu ogas vidējās masas un ražas sakarību, konstatēts, ka, palielinoties ražai par 1 kg, ogas vidējā masa samazinājās par 0.058 g, bet determinācijas koeficients ($R^2 = 0.049$) norāda, ka vidējās ogas masu tikai par 4.9% ietekmēs ražas lielums. Atsevišķi pa novērojuma gadiem nav konstatēta sakarība starp ražu un ogas vidējo masu (24. pielikums), tomēr konstatētā negatīvā vājā, bet būtiskā ($r_{yx} = -0.210$) sakarība starp ražas lielumu un ogas vidējo masu pa novērojuma gadiem liecina par tendenci, ka, palielinoties ražai, ogu vidējā masa nedaudz, bet tomēr samazināsies (23. pielikums).

Konstatēta vāja pozitīva, bet būtiska ($r_{yx} = 0.419$) sakarība starp ogu vidējo masu un ogu lielumu, kas skaidrojams, ka lielākas ogas ir ar lielāku masu.

3.8. tabula

Krūmmelleņu šķirņu ogas vidējā masa pētījuma periodā, g

Šķirne	Gads				\bar{x}	Ogu masa (pēc vidējiem rādītājiem pa gadiem)
	2008	2009	2010	2011		
Jersey	1.1	1.1	1.8	1.4	1.3 ^a	Maza
Northland*	1.6	1.1	1.8	1.3	1.5 ^{ab}	
Bluejay	1.3	1.6	1.8	1.9	1.6 ^b	Vidēja
Blueray	1.9	1.3	n.d.	1.7	1.6 ^b	
Chippewa*	1.6	1.8	1.6	1.8	1.7 ^b	
Polaris*	1.8	1.4	1.9	1.7	1.7 ^b	
Spartan	2.0	1.3	1.9	1.8	1.8 ^{bc}	
Northblue*	2.2	1.7	1.8	1.5	1.8 ^{bc}	
Bluecrop	1.9	1.3	2.4	2.2	1.9 ^{cd}	
Duke	n.d.	1.5	2.5	n.d.	2.0 ^d	Liela
Patriot	2.2	1.5	2.4	2.0	2.0 ^d	
\bar{x}	1.8 ^b	1.4 ^a	2.0 ^c	1.7 ^b	1.7	
$RS_{0.05}$	0.72					
$p - v\acute{e}rt\acute{i}ba$	0.000					
$p - v\acute{e}rt\acute{i}ba \text{ šķirne} \times \text{gads}$	0.019					

* *V. corymbosum* × *V. angustifolium*

a, b, c un d – burti apzīmē būtiski atšķirīgas ($p < 0.05$) datu grupas;

n.d. – nav ražas

Literatūrā sastopami pretrunīgi dati par pētījumā iekļauto šķirņu ogu vidējo masu. Publikācijās norādīts, ka tā ir atkarīga no audzēšanas vietas un gadiem (Vestrheim, Haffner, Grønnerød, 1997; Giongo, Ieri, Vrhovsek et al., 2006; Bal, Balkhoven, Peppelman, 2006; Paperstein, Ludvikova, Sedlak, 2009; Starast, Paal, Vool et al., 2009; Česoniene, Daubaras, Viškelis, 2010).

Vairāku krūmmelleņu šķirņu ogas literatūrā minētas kā ogas ar lielu masu, piemēram, ‘Patriot’, ‘Duke’, ‘Bluecrop’, bet ‘Northland’ un ‘Jersey’, kas literatūrā minētas kā ogas ar lielu vai vidēju masu (Giongo, Ieri, Vrhovsek et al., 2006; Wach, 2008; Paal, Vool et al., 2009), šajā izmēģinājumā bija ar vidēju vai pat mazu ogu vidējo masu. Tas izskaidrojams ar atšķirīgajiem agroklimatiskajiem apstākļiem, audzēšanas tehnoloģiju, ražas lielumu, augsnes, minerālās barošanas sistēmas, mitruma nodrošinājumu. Šajā pētījumā netika izmēģināti dažādi mēslošanas varianti, kas varētu ietekmēt krūmmelleņu šķirņu ražu un ogu masu un lielumu.

Ražas un ogas vidējās masas dinamika. Krūmmelleņu ogu raža neienācās vienlaicīgi, to vāca pakāpeniski vairākas reizes ražošanas periodā. Vākšanas reižu skaits bija atšķirīgs pa gadiem (3.5. tabula). Novērojumu gados krūmmelleņu šķirņu raža vākta no vienas (2010. un 2011. gadā šķirnei ‘Jersey’, 2010. gadā ‘Bluecrop’ un ‘Blueray’) līdz pat sešām reizēm (2008. gadā šķirne ‘Chippewa’), kas liecina par ogu gatavošanās laiku un ražas lielumu.

2008. gadā šķirnes ‘Chippewa’ ogas vāktas sešas reizes, ražas maksimumu sasniedzot ceturtajā vākšanas reizē. ‘Northblue’, ‘Bluecrop’, ‘Polaris’, ‘Patriot’ un ‘Northland’ ražu vāca piecas reizes (starp ceturto un piekto reizi palielinājās ogu

gatavošanās laiks), ražas maksimumu sasniedzot 3. vai 4. reizē (25. pielikums). Būtiski mazāka ogu masa šķirnēm 'Patriot' un 'Polaris' bija trešajā ražas vākšanas reizē, kad tā sasniedza maksimumu, arī 'Chippewa' ražas maksimuma laikā ogas vidējā masa būtiski samazinājās (25. pielikums). Citām šķirnēm tik būtiskas ogu masas izmaiņas netika novērotas. Aprēķinos konstatēta būtiska vidēji cieša ($r_{yx} = 0.584$) sakarība starp ražu un ražas vākšanas reizēm, kā arī būtiska vāja ($r_{yx} = 0.401$) sakarība starp ogas vidējo masu un ražošanas ilgumu (24. pielikums). Sakarības liecina, ka pie lielākas ražas palielinās arī ražas vākšanas reižu skaits (ogas nogatavojas nevienmērīgāk).

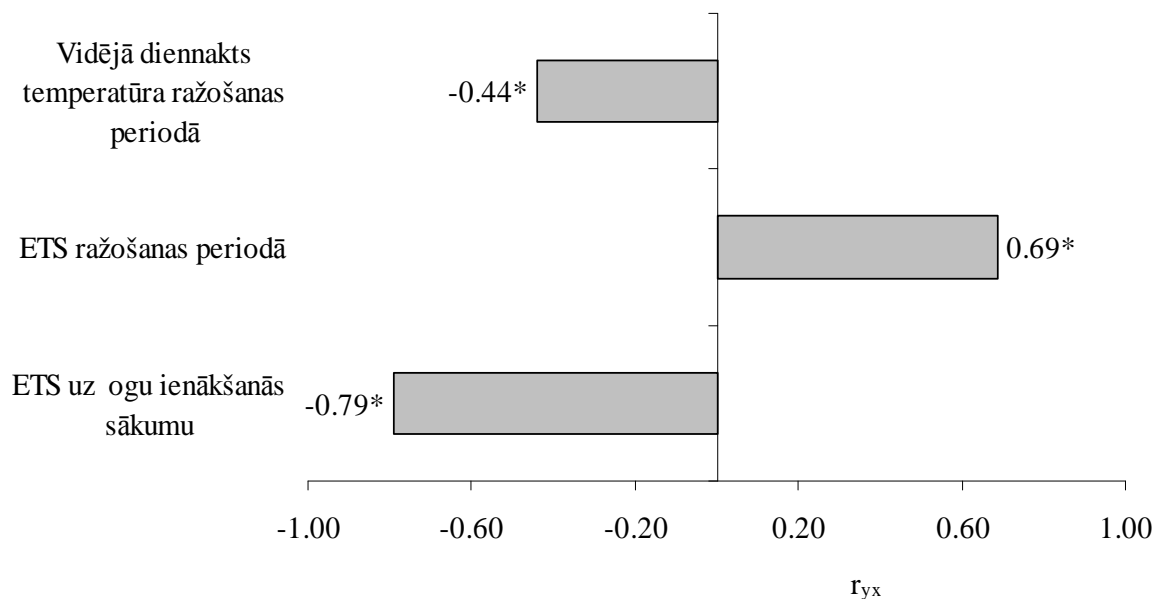
2009. gadā ražas maksimālais vākšanas reižu skaits samazinājās par vienu reizi, salīdzinājumā ar 2008. gadu. Šķirnēm 'Chippewa', 'Spartan' un 'Patriot' ražu vāca 5 reizes, ražas maksimumu šīs šķirnes sasniedza trešajā vākšanas reizē (25. pielikums). Šķirņu 'Jersey' un 'Bluejay' ražu novāca divās reizēs, pie tam, pirmajā reizē tika novākta lielākā daļa ražas. Šķirnēm 'Patriot' un 'Northblue' pirmajās trīs vākšanas reizēs ogu masa būtiski nemainījās, samazinoties tikai pēdējās vākšanas reizēs. Šķirnei 'Chippewa' ogu vidējā masa samazinājās ar katru ražas vākšanas reizi. Šajā gadā konstatētas būtiskas vidēji ciešas sakarības starp ražu un ražas vākšanas reizēm ($r_{yx} = 0.636$), un starp ražu un ražošanas ilgumu ($r_{yx} = 0.610$) (24. pielikums), tas nozīmē, ka ražīgākās šķirnes ražoja ilgāk, līdz ar to raža tika vākta vairākas reizes.

Visīsākais ražošanas periods pētījuma laikā bija 2010. gadā, kad raža tika vākta maksimāli trīs reizes, bet šķirnēm 'Blueray', 'Bluecrop' un 'Jersey' ogas nogatavojās vienlaicīgi un ražu novāca vienā reizē. Lielākai daļai šķirņu ražas maksimums bija otrajā vākšanas reizē, bet 'Chippewa' ražas maksimumu sasniedza pēdējā (trešajā) vākšanas reizē, novācot 59% no kopējās ražas (25. pielikums). Šķirnēm 'Northland', 'Chippewa', 'Northblue', 'Patriot' un 'Polaris' pirmajā vākšanas reizē uzrādīta lielākā ogu vidējā masa, kas ar katru ražas vākšanas reizi samazinājās (25. pielikums). Arī šajā gadā konstatēta būtiska vidēji cieša ražas vākšanas reižu ($r_{yx} = 0.588$) un ražošanas ilguma ($r_{yx} = 0.523$) ietekme uz ražu.

2011. gadā maksimālais ražas vākšanas reižu skaits bija piecas reizes ('Northblue'), lielāko daļu šķirņu ražu vāca trīs līdz četras reizes. Šajā gadā līdzīgi kā iepriekšējā, vēlu ražojošai šķirnei 'Jersey' ražu novāca vienā reizē. 2011. gadā 6 šķirnēm ogu vidējā masa bija lielāka otrajā un trešajā ražas vākšanas reizē (25. pielikums). Aprēķini pierādīja būtisku ražas vākšanas reižu ietekmi uz ražu ($r_{yx} = 0.530$), kā arī vidēji ciešu būtisku sakarību ($r_{yx} = 0.743$) starp ražošanas perioda ilgumu un ražas vākšanas reizēm. Sakarība liecina, ka garākā ražošanas periodā, palielināsies ražas vākšanas reižu skaits, līdz ar to palielināsies arī kumulatīvā raža no krūma.

Lielākai daļai šķirņu ogas vidējā masa ar katru vākšanas reizi samazinājās (25. pielikums), tomēr starp šķirnēm pastāvēja atšķirības, piemēram, 'Northland' un 'Bluejay' 2008. gadā, 'Blueray' 2009. gadā, 'Duke' 2010. gadā un sešām šķirnēm 2011. gadā ogu masa pirmajā vākšanas reizē bija mazāka nekā nākošajās ražas vākšanas reizēs. Šķirnei 'Spartan' pētījuma pēdējos trijos gados bija tendence pirmajā vākšanas reizē ogu masai būt mazākai nekā nākošajās ražas vākšanas reizēs, kas varētu būt skaidrojams ar meteoroloģisko apstākļu ietekmi uz ogu nogatavošanās procesu.

Pierādīta būtiska vidēji cieša saistība starp akumulēto ETS ražošanas periodā un ražas vākšanas reizēm ($r_{yx} = 0.69$), kā arī negatīva vāja, bet būtiska ($r_{yx} = -0.44$) sakarība starp ražas vākšanas reizēm un vidējo diennakts temperatūru ražošanas periodā un vidēji cieša būtiska negatīva ($r_{yx} = -0.79$) sakarība starp ražas vākšanas reizēm un ETS ogu ienākšanās sākumā (3.24. att.). Sakarības izskaidrojamas ar to, ka ražas vākšanas reizes samazinās, paaugstinoties ETS ogu ienākšanās sākumā un vidējai diennakts temperatūrai ražošanas periodā, bet, palielinoties akumulētajam ETS ražošanas periodā, palielinās ražas vākšanas reižu skaits.



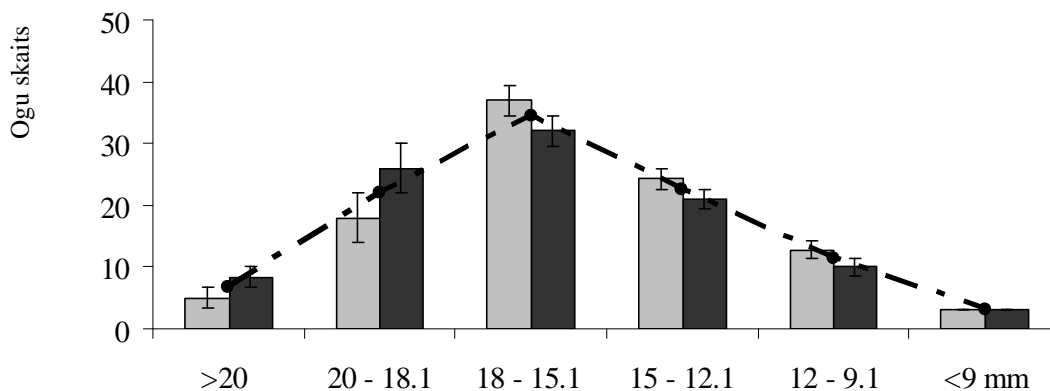
3.24. att. Vidējās gaisa temperatūras (°C) un efektīvās temperatūras summas (ETS) ietekme uz krūmmelleņu šķirņu ražas vākšanas reizēm 2008. – 2011.gadā.

* korelācija būtiska ($p < 0.05$)

No iegūtajiem rezultātiem var secināt, jo augstāka vidējā diennakts temperatūra un vairāk akumulēts ETS ogu ienākšanās un ražošanas periodā, jo īsāks būs ražošanas periods un mazāks ražas vākšanas reižu skaits.

Ogu lielums. Pēc iegūtajiem rezultātiem, nevienu no pētījumā iekļautajām šķirnēm nevarēja iedalīt 6. grupā (ļoti lielas ogas, > 20 mm) vai 1. grupā (ļoti mazas ogas, < 9 mm). Procentuāli visvairāk (38%) krūmmelleņu ogas iedalāmas 3. grupā, ar vidēja izmēra ogām (12.1 – 15.0 mm). Pēc vidējiem rādītājiem, vidēji lielas ogas bija šķirnēm ‘Patriot’ un ‘Duke’ (4. grupa: 15.1 – 18.0 mm).

Lielākā daļa (35%) abu šķirņu ‘Patriot’ un ‘Duke’ vidējais ogu lielums bija 15.1 līdz 18 mm, 22% – 18.1 līdz 20 mm, 23% – 12.1 līdz 15 mm, bet 11% no ogām bija mazākas par 12 mm (3.25. att.). Šo šķirņu ogas būtu piemērotas svaigam patēriņam.

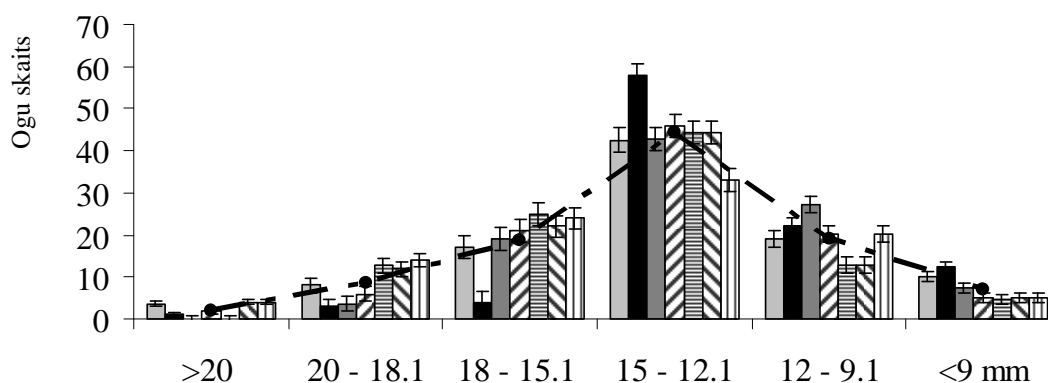


3.25. att. Ogu sadalījums pa lieluma grupām 4. grupas šķirnēm, vidēji pa četriem gadiem.

█ Patriot █ Duke ● - vid. grupā

Šķirnes ‘Patriot’ lielāko daļu ogu 2008. gadā varēja ierindot 4. un 5. grupā, bet pārējos novērojuma gados šai šķirnei procentuāli visvairāk ogu bija 4. lieluma grupā (15.1 – 18.0 mm). 2009. gadā ‘Patriot’ ogas bija 3. lieluma grupā (12.1 – 15.0 mm). Šajā gadā ‘Patriot’ deva vislielāko (6.0 kg) ražu no krūma (3.6. tabula). Savukārt šķirnei ‘Duke’ pēc divu gadu novērojumiem, ogas bija izteikti lielākas nekā pārējām pētījumā iekļautajām šķirnēm, tomēr šķirnes ‘Duke’ vidējais ogu lielums 2009. gadā bija mazāks nekā 2010. gadā, ko varētu izskaidrot ar ražas daudzumu.

Šķirnes ar vidēja izmēra ogām (3. grupa, ogu lielums 12.1 – 15.0 mm) bija ‘Bluejay’, ‘Jersey’, ‘Blueray’, ‘Spartan’, ‘Polaris’, ‘Bluecrop’ un ‘Northblue’. Šīs grupas šķirnēm lielākā daļa (44%) ogu bija 12.1 līdz 15 mm lielas, mazo ogu īpatsvars (12 mm un mazākas) bija 26% ogu, 19% ogu bija lielumā no 15.1 līdz 18 mm, un tikai 10% ogu bija lielākas par 18.1 mm (3.26. att.).



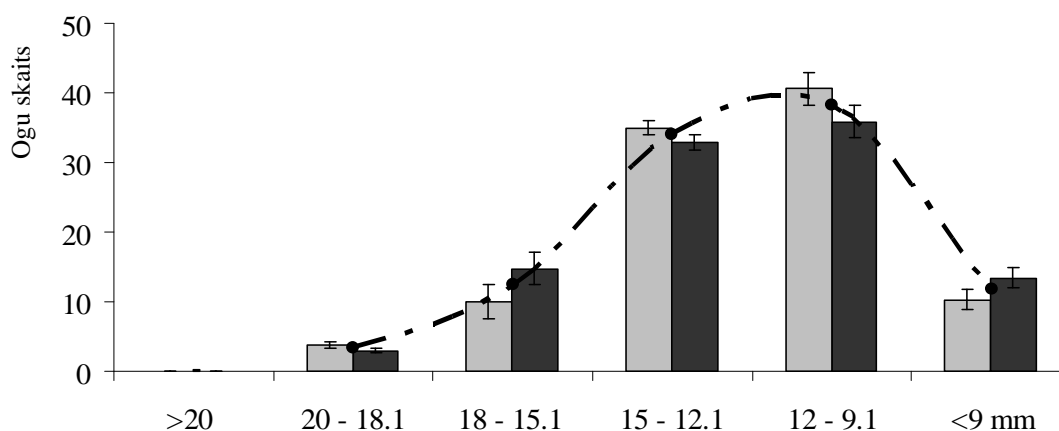
3.26. att. Ogu sadalījums pa lieluma grupām 3. grupas šķirnēm, vidēji pa četriem gadiem.

Bluejay
 Jersey
 Blueray
 Spartan
 Polaris
 Bluecrop
 Northblue
 - vid. grupā

Vērtējot atsevišķi pa šķirnēm, ‘Jersey’ vairāk nekā puse (58%) ogu bija lielumā no 12.1 līdz 15 mm, 35% ogu bija 12 mm un mazākas. Šai šķirnei lielo ogu (virs 15.1 mm) bija ļoti maz – tikai 8%. (3.26. att.). Savukārt šķirnei ‘Northblue’ pēc četrus gadu novērojumiem, ogas pēc lieluma bija izlīdzinātākas, 12.1 līdz 15 mm lielas ogas bija 33%, 24% ogu bija 15.1 līdz 18 mm lielas, bet mazo ogu (9.1 līdz 12 mm) īpatsvars bija 20%. Šķirnēm ‘Polaris’, ‘Bluecrop’, ‘Spartan’, ‘Blueray’ un ‘Bluejay’ ogu sadalījums pa lieluma grupām bija līdzīgs. Šīm piecām šķirnēm lielākais īpatsvars (43 līdz 46%) bija ogas 12.1 līdz 15 mm lielumā. 17 līdz 19% ogu bija 15.1 līdz 18 mm lielas un 13 līdz 27% ogu bija 9.1 līdz 12 mm lielas. Šīs grupas šķirnes varētu izmantot gan svaigam patēriņam, gan pārstrādei.

Šķirne ‘Chippewa’ un ‘Northland’ iedalāmas pie šķirnēm ar vismazākajām ogām. Novērojuma gados lielākā daļa ogu bija no 9.1 līdz 15 mm (2. un 3. grupa), bet vidējais ogu lielums šīm abām šķirnēm bija 9.1 līdz 12 mm (3.27. att.). No pētījumā iekļautajām 11 šķirnēm, ‘Northland’ un ‘Chippewa’ novērots vislielākais mazo ogu (zem 9 mm) īpatsvars (vidēji 12%), un ļoti mazs īpatsvars ar ogām 18.1 līdz 20 mm (tikai 3%).

Ņemot vērā ogu sadalījumu pēc lieluma, šķirņu ‘Northland’ un ‘Chippewa’ ogas varētu ieteikt lietošanai pārstrādei.



3.27. att. Ogu sadalījums pa lieluma grupām 2. grupas šķirnēm, vidēji pa četriem gadiem.

█ Northland █ Chippewa ● - vid. grupā

Pretēji gaidītajam, nevienā no novērojuma gadiem nepierādījās būtiska sakarība starp krūmmelleņu ražu un ogu lielumu (24. pielikums), bet 2008. un 2010. gadā konstatēta būtiska vāja ($r_{yx} = 0.412$) līdz vidēji cieša ($r_{yx} = 0.678$) sakarība starp ogas vidējo masu un ogas lielumu, kas norāda uz to, ka lielākām ogām ir smagākas

Iegūtie rezultāti par krūmmelleņu ogu lielumu tikai daļēji saskan ar literatūrā minētajiem datiem. Publikācijās šķirne ‘Duke’ minēta kā šķirne ar lielām, izlīdzinātām ogām, bet ‘Patriot’ kā šķirne ar ļoti lielām ogām¹¹ (Strik, Finn, 2008). ‘Spartan’ norādīta kā šķirne ar ļoti lielām ogām, bet ‘Bluecrop’ ogas var būt vidēja līdz liela izmēra (Strik, Finn, 2008). Polijā ‘Spartan’ un ‘Bluecrop’ ogu lielums pa gadiem norādīts kā mainīgs lielums (vidēji šīm šķirnēm ogas ir 17 mm), savukārt ‘Blueray’ un ‘Northland’ ogas ir nedaudz mazākas kā divām iepriekšminētajām šķirnēm (Wach, 2008). Igaunijā (Starast, Paal, Vool et al., 2009) izmēģinājumā vismazākās ogas uzrādītas šķirnei ‘Northblue’, kas izmēģinājuma laikā bija mazākas nekā ‘Northland’.

Pretrunīgie dati par krūmmelleņu šķirņu ogu lielumu izskaidrojami ar agroklimatisko apstākļu, genotipa, krūmu veidošanas (apgriešana) un minerālās barošanas sistēmas ietekmi uz šo ražas kvalitātes rādītāju.

3.3.2. Krūmmelleņu ogu bioķīmiskais sastāvs un tā izmaiņas atkarībā no gaisa temperatūras

Krūmmelleņu šķirņu ogu bioķīmiskā sastāva novērtējums veikts 2008., 2010. un 2011. gadā. Aprakstošā statistika un šķirņu ogu bioķīmiskā sastāva novērtējums veikts visām šķirnēm, arī tām, kurām neražas vai nepietiekamas ražas dēļ bioķīmiskā sastāva analīzes veiktas tikai divus gadus, bet šķirne ‘Duke’ ir izslēgta no aprēķiniem, jo analīzes veiktas tikai 2010. gadā, kad bija raža

¹¹ Hancock J. and Hanson E. Highbush blueberries variety update (Michigan). Pieejams: <http://www.msue.msu.edu/fruit/bbvarbul.htm> [tiešsaiste] [skatīts 15.11.2009.]

Novērotas būtiskas **kopējo antociānu satura** atšķirības starp krūmmelleņu šķirnēm, par ko liecina arī augstais (vidēji 20.2%) variācijas koeficients, kā arī būtiskas atšķirības antociānu saturā pa gadiem. Vismazākais vidējais antociānu saturs bija 2011. gadā (90.3 mg 100 g⁻¹), bet augstākais 2010. gadā (159.5 mg 100 g⁻¹). Krūmmelleņu ogās vidējais antociānu saturs bija 105.1 mg 100 g⁻¹ (26. pielikums).

2008. gadā antociānu saturs augstāk par standartnovirzes vērtību bija tikai vienai šķirnei 'Northblue', savukārt zemāk par standartnovirzes vērtību - šķirnei 'Chippewa'. Šajā gadā starp šķirnēm novērota arī lielākā amplitūda (80.9 mg 100 g⁻¹) antociānu saturā (26. pielikums). 2010. gadā augstākais antociānu saturs bija pusaugsto krūmmelleņu šķirņu 'Northland' un 'Northblue' ogās, bet 2011. gadā augsto krūmmelleņu šķirnes 'Jersey' ogās (3.9. tabula).

3.9. tabula

Krūmmelleņu šķirņu sadalījums pēc kopējo antociānu satura ogās

Gadi	Zems saturs (< $x_{vid} - s$)	Vidējs ($x_{vid} \pm s$)	Augsts saturs (> $x_{vid} + s$)
2008	<u>76.8 - 85.7 mg 100 g⁻¹</u> Chippewa	<u>85.7 - 125.9 mg 100 g⁻¹</u> Bluejay, Bluecrop, Patriot, Polaris, Spartan, Blueray, Jersey, Northland	<u>125.9 - 150.1 mg 100 g⁻¹</u> Northblue
2010	<u>83.5 - 94.4 mg 100 g⁻¹</u> Chippewa , Bluecrop	<u>94.4 - 144.1 mg 100 g⁻¹</u> Polaris, Patriot, Bluejay, Jersey	<u>144.1 - 157.6 mg 100 g⁻¹</u> Northland, Northblue
2011	<u>68.3 - 83.9 mg 100 g⁻¹</u> Patriot, Chippewa , Spartan, Bluecrop, Polaris	<u>83.9 - 126.4 mg 100 g⁻¹</u> Blueray, Northblue, Bluejay, Northland	<u>126.4 - 130.4 mg 100 g⁻¹</u> Jersey

Northblue – iekrāsotas šķirnes ar augstu kopējo antociānu saturu vismaz divos gados

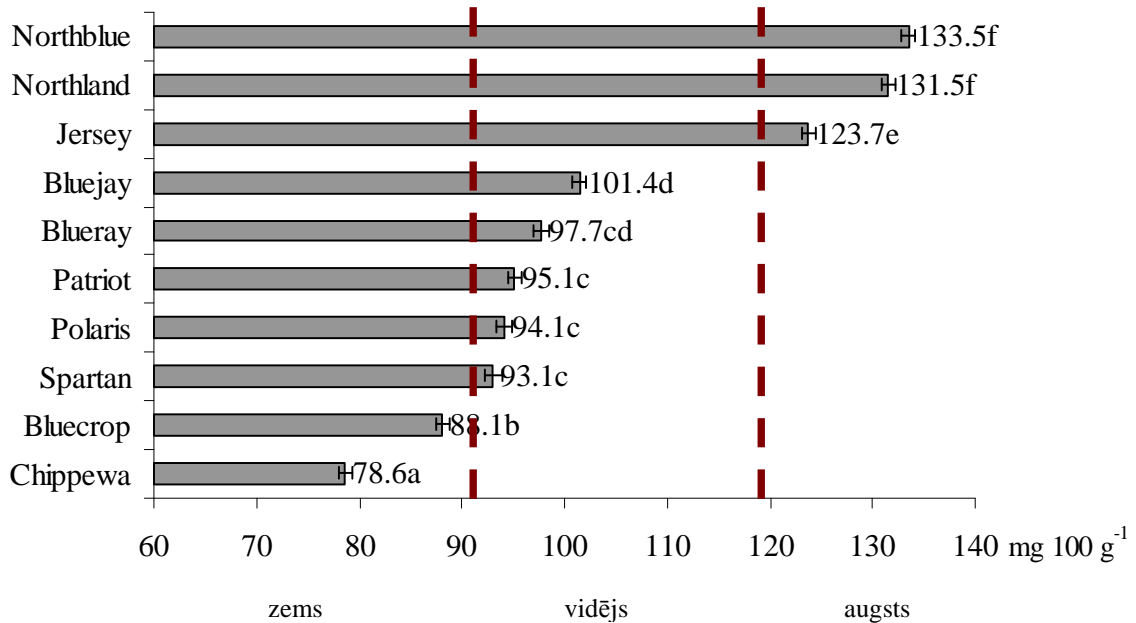
Chippewa – iekrāsota un pasvītota šķirne ar zemu antociānu saturu trijos gados

$x_{vid} \pm s$ – vidējā vērtība \pm standartnovirze

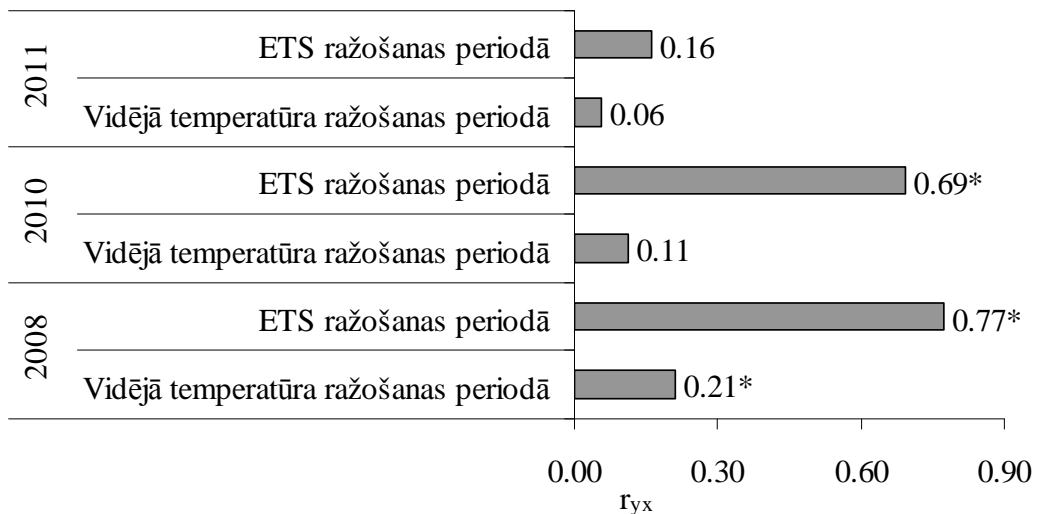
Visos trijos analīzes veikšanas gados zemākais antociānu saturs konstatēts šķirnei 'Chippewa', bet arī 'Bluecrop' vismaz divos gados saturēja maz antociānu (3.9. tabula).

Augsts kopējo antociānu saturs vidēji trijos gados bija šķirnēm 'Jersey', 'Northland' un 'Northblue', vidējs - šķirnēm 'Bluejay', 'Blueray', 'Patriot', 'Polaris' un 'Spartan', bet zems kopējo antociānu saturs bija šķirnēm 'Bluecrop' un 'Chippewa' (3.28. att.).

Būtisku ietekmi uz kopējo antociānu saturu 2008. gada ražošanas periodā atstāja gan vidējā diennakts temperatūra, gan ETS ražošanas periodā, 2010. gadā kopējo antociānu saturu krūmmelleņu ogās būtiski ietekmēja ETS ražošanas periodā, bet 2011. gada ražošanas perioda vidējā temperatūra un ETS neatstāja būtisku ietekmi uz kopējo antociānu saturu krūmmelleņu ogās (3.29. att., 27. pielikums), kas varētu būt skaidrojams ar citu faktoru ietekmi.



3.28. att. Kopējo antociānu saturs krūmmelleņu šķirņu ogās, vidēji trijos gados.
 a, b, c, d, e un f – burti apzīmē būtiski atšķirīgas ($p < 0.05$) datu grupas
 - - - sadalījums pēc kopējo antociānu satura (augsts, vidējs, zems)



3.29. att. Vidējās gaisa temperatūras (°C) un efektīvās temperatūras summas (ETS) ietekme uz kopējo antociānu saturu.

* korelācija būtiska ($p < 0.05$)

Literatūrā ‘Northland’ (Giongo, Ieri, Vrhovsek et al., 2006) un ‘Jersey’ (Prior, Cao, Martin et al., 1998) minētas kā šķirnes ar augstu antociānu saturu.

Atšķirībā no šajā pētījumā iegūtajiem rezultātiem, Itālijā (Giongo, Ieri, Vrhovsek et al., 2006) šķirnēm ‘Northland’, ‘Bluejay’, ‘Polaris’, ‘Spartan’ un ‘Bluecrop’ antociānu saturs ir vismaz divas reizes lielāks, bet tas izskaidrojams ar to, ka šajā pētījumā analizētas svaigas ogas. Savukārt Amerikas Savienotās Valstīs (Prior, Cao, Martin et al., 1998) saldētās šķirnes ‘Jersey’ ogās antociānu saturs ir nedaudz zemāks, bet ‘Bluecrop’ nedaudz augstāks, kas liecina par agroklimatisko apstākļu, minerālās barošanas ietekmi.

Krūmmelleņu šķirnes būtiski atšķirās pēc **kopējo fenolu satura**, par to liecina arī vidēji augstais variācijas koeficients (12.6-22.3%), arī pa gadiem kopējo fenolu saturs bija būtiski atšķirīgs. Atšķirībā no kopējo antociānu satura, visaugstākais vidējais kopējo fenolu saturs bija 2008. gadā (293.7 mg 100 g⁻¹), viszemākais 2011. gadā (228.0 mg 100 g⁻¹) (26. pielikums).

Šķirnei 'Northland' augsts kopējo fenolu saturs bija divus gadus pēc kārtas (2010. un 2011. gadā), tātad šo īpašību varētu uzskatīt par stabilu. Šķirnes 'Spartan' un 'Jersey' bija ar mainīgu kopējo fenolu saturu pa gadiem (3.10. tabula), kas varētu liecināt par meteoroloģisko apstākļu ietekmi.

3.10. tabula

Krūmmelleņu šķirņu sadalījums pēc kopējo fenolu satura ogās

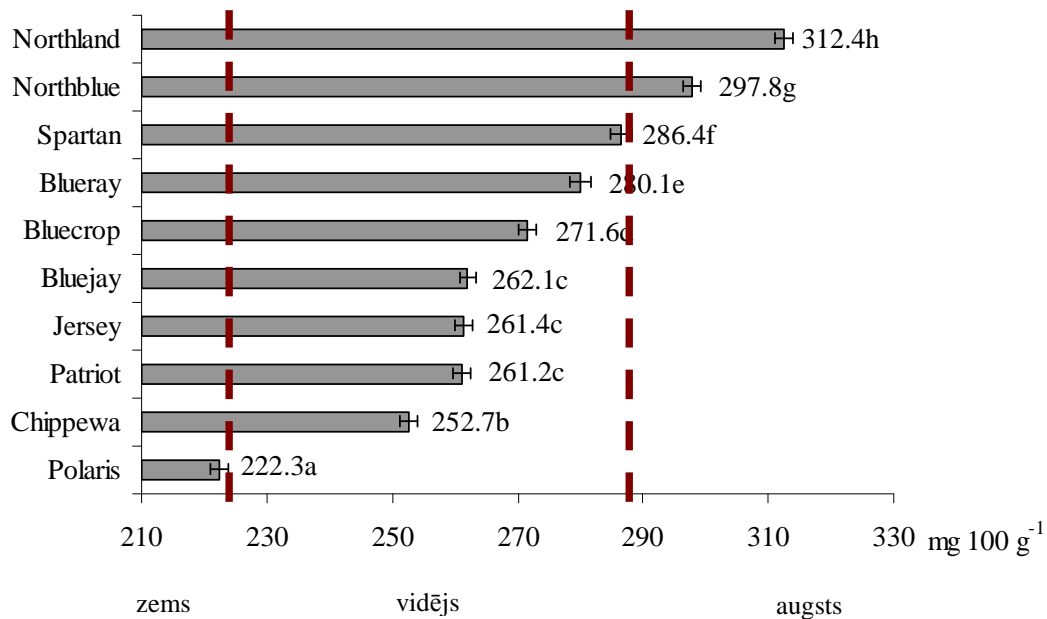
Gadi	Zems saturs ($< x_{\text{vid}} - s$)	Vidējs ($x_{\text{vid}} \pm s$)	Augsts saturs ($> x_{\text{vid}} + s$)
2008	<u>220.3 - 228.1 mg 100 g⁻¹</u> Bluejay, Polaris	<u>228.1 - 359.3 mg 100 g⁻¹</u> Chippewa, Patriot, Jersey, Northland, Blueray	<u>359.3 - 388.7 mg 100 g⁻¹</u> Bluecrop, Spartan, Northblue
2010	<u>230.2 - 234.6 mg 100 g⁻¹</u> Bluecrop, Jersey	<u>234.6 - 338.1 mg 100 g⁻¹</u> Polaris, Northblue, Chippewa, Bluejay, Patriot	<u>338.1 - 374.6 mg 100 g⁻¹</u> Northland
2011	<u>192.1 - 199.4 mg 100 g⁻¹</u> Spartan	<u>199.4 - 256.7 mg 100 g⁻¹</u> Polaris, Chippewa, Patriot, Northblue, Blueray, Bluecrop, Bluejay	<u>256.7 - 288.8 mg 100 g⁻¹</u> Northland, Jersey

Northland – iekrāsota šķirne ar augstu kopējo fenolu saturu vismaz 2 gadus
 $x_{\text{vid}} \pm s$ – vidējā vērtība \pm standartnovirze

Novērtējot kopējo fenolu saturu ar standartnovirzi (3.10. tabula), pētījumā nevar izdalīt kādu šķirni ar zemu kopējo fenolu saturu, tomēr pēc vidējiem rādītājiem ar zemu kopējo fenolu saturu bija šķirne 'Polaris', lai gan literatūrā 'Polaris' minēta kā šķirne ar augstu fenolu saturu (Giongo, Ieri, Vrhovsek et al., 2006). Atšķirības pamatojamas ar to, ka minētajā pētījumā analizētas svaigas ogas.

Augsts kopējo fenolu saturs pētījumā konstatēts šķirnēm 'Northland', kas sakrīt ar literatūrā minēto un 'Northblue'. Savukārt šķirnēm 'Bluecrop' un 'Jersey' pētījuma apstākļos kopējo fenolu saturs bija augstāks nekā ASV (Prior, Cao, Martin et al., 1998), bet šķirnēm 'Jersey', 'Blueray' un 'Spartan' augstāks fenolu saturs nekā noteikts Polijā (Skupień, 2006). Ir grūti veikt iegūto rezultātu salīdzinājumu pētījumā iekļautajām šķirnēm, jo literatūrā ir pieejams ierobežota informācija par tādu pašu krūmmelleņu šķirņu kopējo fenolu saturu ogās, pie kam publikācijās analizētas gan svaigas, gan saldētas ogas.

Augstākais kopējais fenolu saturs pēc triju gadu rezultātiem bija pusaugsto krūmmelleņu šķirnes 'Northland' un 'Northblue' ogās, arī zemākais saturs bija pusaugsto krūmmelleņu šķirnes 'Polaris' ogās (3.30. att.).

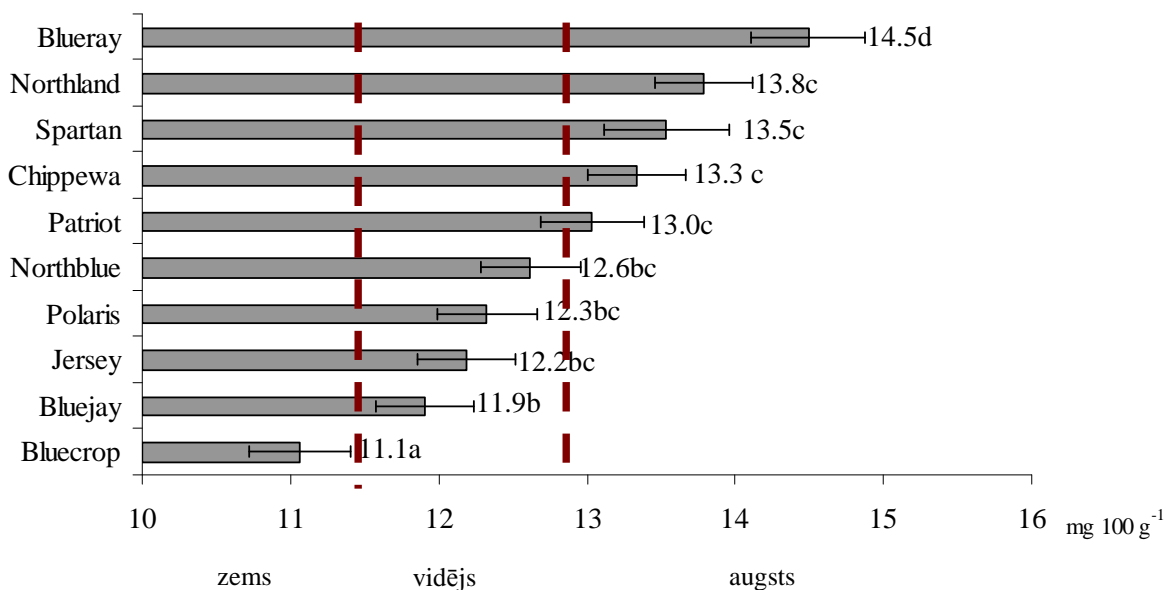


3.30. att. Vidējais kopējais fenolu saturs krūmmelleņu šķirņu ogās, vidēji trijos gados.

a, b, c, d, e un f – burti apzīmē būtiski atšķirīgas ($p < 0.05$) datu grupas
 - - - - - sadalījums pēc kopējais fenolu satura (augsts, vidējs, zems)

Ražošanas perioda vidējā diennakts temperatūra un akumulēto ETS būtisku ietekmi uz kopējais fenolu skaita atstāja tikai 2008. gadā (27. pielikums), kas liek secināt, ka pie zemākas vidējās diennakts temperatūras un mazākas efektīvo temperatūru summas kopējais fenolu saturs ogās bija augstāks.

Novērtējot krūmmelleņu šķirnes pēc **askorbīnskābes satura** arī konstatētas būtiskas atšķirības gan pa gadiem, gan starp šķirnēm, par ko liecina arī variācijas koeficients 16.3 līdz 20.7% (26. pielikums). Augstākais askorbīnskābes saturs pēc triju gadu pētījumiem konstatēts šķirnei 'Blueray', bet zemākais šķirnei 'Bluecrop' (3.31. att.).



3.31. att. Vidējais askorbīnskābes saturs krūmmelleņu šķirņu ogās, vidēji trijos gados.

a, b, c – burti apzīmē būtiski atšķirīgas ($p < 0.05$) datu grupas,
 - - - - - sadalījums pēc askorbīnskābes satura (augsts, vidējs, zems)

Pēc vidējiem rezultātiem, pētījumā iekļautās šķirnes var iedalīt: šķirnes ar augstu askorbīnskābes saturu bija 'Blueray', 'Northland', 'Spartan', 'Chippewa' un 'Patriot'; šķirnes ar vidēju askorbīnskābes saturu bija 'Northblue', 'Polaris', 'Jersey' un 'Bluejay'; šķirne ar zemu askorbīnskābes saturu bija 'Bluecrop' (3.32. att.).

Askorbīnskābes saturs šķirņu 'Jersey', 'Northblue' un 'Patriot' ogās pa gadiem bija mazāk svārstīgs nekā pārējām šķirnēm. Korelācijas analīze pierādīja būtisku ražošanas periodā akumulēto ETS ietekmi uz askorbīnskābes saturu visos analīžu veikšanas gados, pie kam 2008. gadā uzrādot vāju negatīvu ($r_{yx} = -0.50$) sakarību (27. pielikums).

Augstais askorbīnskābes saturs varētu būt 2011. gadā skaidrojams ar tā noteikšanas laiku pēc ogu sasaldēšanas salīdzinājumā ar citiem gadiem (2011. gadā tas bija īsākais), jo ir pierādīts, ka uzglabāšanas laikā askorbīnskābes saturs samazinās. Izmēģinājumā ar krümmelleņu šķirnēm, pierādīts, ka pēc 6 mēnešu uzglabāšanas askorbīnskābes saturs samazinās 27 līdz 40 % (Skupień, 2006).

Šķirnes būtiski atšķirās pēc **šķīstošās sausas saturs** gan pa gadiem, gan starp šķirnēm, tomēr šīs atšķirības bija mazākas nekā antociānu, fenolu un askorbīnskābes saturam, jo variācijas koeficients pa gadiem svārstījās no 6.3 līdz 12.0% (26. pielikums). No tā var secināt, ka šķīstošās sausas saturs ogās ir mazāk atkarīgs no genotipa un gada meteoroloģiskajiem apstākļiem.

Novērtējot šķirnes šķīstošās sausas saturu ogās ar standartnovirzi (3.11. tabula), divus novērojuma gadus pēc kārtas ar augstu šķīstošās sausas saturu izcēlās šķirne 'Jersey', bet ar zemu 'Polaris'. Subjektīvi vērtējot garšu, tā, atkarībā no gada, ir skāba vai nedaudz saldi pliekana, jo šķīstošās sausas svārstības visvairāk ietekmē tieši atšķirīgs cukuru saturs, bet garšu nosaka šķīstošās sausas / titrējamās skābes attiecība. Sausas / skābes attiecību aprēķins pierāda, ka divus gadus 'Polaris' un 'Jersey' tā bija augsta.

3.11. tabula

Krümmelleņu šķirņu sadalījums pēc šķīstošās sausas saturs ogās

Gadi	Zems saturs ($< x_{vid} - s$)	Vidējs ($x_{vid} \pm s$)	Augsts saturs ($> x_{vid} + s$)
2008	<u>9.6 – 10.6 °Brix</u> Northland	<u>10.6 – 12.7 °Brix</u> Patriot, Blueray, Chippewa, Bluejay, Northblue, Bluecrop, Spartan, Jersey	<u>12.7 – 13.0 °Brix</u> Polaris
2010	<u>9.0 – 9.3 °Brix</u> Polaris , Chippewa, Patriot	<u>9.3 – 11.8 °Brix</u> Bluecrop, Bluejay, Northland	<u>11.8 – 12.5 °Brix</u> Northblue, Jersey
2011	<u>10.0 – 10.4 °Brix</u> Northblue, Polaris	<u>10.4 – 11.8 °Brix</u> Chippewa, Northland, Blueray, Bluecrop, Patriot, Bluejay,	<u>11.8 – 12.4 °Brix</u> Spartan, Jersey

Jersey, Polaris – iekrāsotas šķirnes ar augstu vai zemu šķīstošās sausas saturu vismaz divos gados
 $x_{vid} \pm s$ – vidējā vērtība \pm standartnovirze

Šķīstošās sausnas saturs stabils pa analīžu veikšanas gadiem bija šķirnēm 'Blueray', 'Bluejay', 'Bluecrop', pārējām pētījumā iekļautajām šķirnēm šis rādītājs bija mazāk stabils, bet šķirnēm 'Northblue' un 'Polaris' pa gadiem tas svārstījās no augsta līdz zemam saturam (3.11. tabula).

Šķīstošās sausnas saturu 2008. gadā būtiski ietekmēja gan vidējā temperatūra, gan efektīvās temperatūras summa ražošanas periodā, lai gan sakarība starp pētītajiem faktoriem bija vāja un negatīva. Šķīstošās sausnas saturu 2010. gadā būtiski ietekmēja ETS ($r_{yx} = 0.79$), bet 2011. gadā vidējā diennakts temperatūra (27. pielikums).

Titrējamās skābes saturs pa gadiem un starp šķirnēm bija būtiski atšķirīgs, par ko liecina arī augstais variācijas koeficients no 11.3 līdz 43.0%. Augstākais titrējamās skābes saturs ogās bija 2011. gadā (vidēji $1.11 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), bet zemākais 2008. gadā – vidēji $0.80 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ (26. pielikums). Savukārt 2009. gadā starp šķirnēm titrējamās skābes saturā bija lielākā amplitūda ($1.66 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$).

Novērtējot krūmmelleņu šķirnes ar standartnovirzi (3.12. tabula), ar augstu titrējamās skābes saturu izcēlās augsto krūmmelleņu šķirne 'Bluejay', bet zemākais skābes saturs bija pusaugsto krūmmelleņu šķirnei 'Polaris'. Sausnas / skābes attiecība norāda uz 'Polaris', 'Jersey' un 'Northland' garšas īpašībām, kas pēc subjektīvā vērtējuma šķiet salda, bet atsevišķos gados 'Polaris' garša šķieta pat pliekani salda.

3.12. tabula

Krūmmelleņu šķirņu sadalījums pēc titrējamās skābes satura ogās

Gadi	Zems saturs ($< x_{\text{vid}} - s$)	Vidējs ($x_{\text{vid}} \pm s$)	Augsts saturs ($> x_{\text{vid}} + s$)
2008	<u>$0.59 - 0.63 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$</u> Northland, Chippewa, Polaris	<u>$0.63 - 0.96 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$</u> Northblue, Patriot, Spartan, Bluecrop, Blueray	<u>$0.96 - 1.07 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$</u> Jersey, Bluejay
2010	<u>$0.33 - 0.55 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$</u> Northblue	<u>$0.55 - 1.37 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$</u> Northland, Patriot, Chippewa, Duke, Bluecrop, Jersey, Polaris	<u>$1.37 - 1.93 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$</u> Bluejay
2011	<u>$0.85 - 0.98 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$</u> Jersey, Polaris	<u>$0.98 - 1.23 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$</u> Spartan, Patriot, Blueray, Northland, Bluejay, Northblue, Bluecrop, Chippewa	<u>$>1.23 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$</u> –

Bluejay, Polaris – iekrāsotas šķirnes ar augstu vai zemu titrējamās skābes saturu vismaz 2 gadus
 $x_{\text{vid}} \pm s$ – vidējā vērtība \pm standartnovirze

Titrējamās skābes saturs krūmmelleņu ogās ir atkarīgs no ogu nogatavošanās pakāpes, ogām nogatavojoties, skābes saturs samazinās (Castrejón, Eichholz, Rohn, et al., 2008), bet šķīstošās sausnas saturs palielinās. Ogu nogatavošanās pakāpe sevišķi jāņem vērā šķirnei 'Patriot'.

2008. un 2010. gadā novērota negatīva vidēji cieša sakarība starp titrējamās skābes saturu un ETS, bet 2011. gadā starp šiem faktoriem konstatēta būtiska vāja pozitīva ($r_{yx} = 0.46$) sakarība (27. pielikums).

Korelācijas koeficienti 3.13. tabulā iekļauti tikai tiem novērojumiem, kuriem tie ir

būtiski. Novērota pozitīva vidēji cieša būtiska sakarība starp antociānu un fenolu saturu ($r_{yx} = 0.616$), kā arī vāja, bet būtiska sakarība starp askorbīnskābes un titrējamās skābes saturu. Negatīvā vājā sakarība ($r_{yx} = -0.334$) starp fenolu un askorbīnskābes saturu nozīmē, ka palielinoties fenolu saturam ogās, askorbīnskābes saturs samazināsies.

Pretēji gaidītajam, ogas vidējai masai nav saistības ne ar vienu no bioķīmiskajiem rādītājiem, bet ogas lielums ir savstarpēji saistīts ar askorbīnskābes saturu. To varētu izskaidrot tādējādi, ka augstākais askorbīnskābes saturs ir miziņās, jo mazāka oga, jo lielāks miziņas īpatsvars kopējā masā, jo lielāks askorbīnskābes saturs. Neesošā sakarība starp ogas masu un bioķīmiskajiem rādītājiem liecina, ka arī lielogainas krūmmelleņu šķirnes ir ar augstvērtīgu bioķīmisko sastāvu.

3.13. tabula

Krūmmelleņu raža, ogu masa, ogu lieluma un bioķīmiskā sastāva savstarpējās sakarības (Pīrsona korelācija)

Rādītāji	Rādītāji ^a						
	1	2	3	4	5	6	7
Antociāni	1	0.616*	-0.243	-0.314*	NB	NB	NB
Fenoli	0.616*	1	-0.334*	-0.216*	NB	NB	NB
Askorbīnskābe	-0.243	-0.334*	1	0.374*	NB	-0.448	NB
Skābes	-0.314*	-0.216*	0.374*	1	NB	NB	-0.355*
Ogas masa	NB	NB	NB	NB	1	0.504*	NB
Ogas lielums	NB	NB	-0.448	NB	0.504*	1	NB
Raža	NB	NB	NB	-0.355*	NB	NB	1

0.221 – korelācija ir būtiska pie 0.05 līmeņa

0.221* – korelācija ir būtiska pie 0.01 līmeņa

NB – korelācija nav būtiska

^a1 – antociāni, 2 – fenoli, 3 – askorbīnskābe, 4 – skābes, 5 – ogas masa, 6 – ogas lielums, 7 – raža.

Salīdzinot bioķīmiskos rādītājus ar citur pasaulē iegūtajiem datiem, Latvijas apstākļos krūmmelleņu šķirnes ir līdzvērtīgas, tomēr parādās tendence, ka Latvijas apstākļos krūmmelleņu ogās lielāks ir titrējamās skābes un šķīstošās sausas saturas.

Kopumā vērtējot ražu, ražas kvalitatīvos rādītājus un ogu bioķīmisko sastāvu, lielākā raža ir šķirnēm ‘Northland’, ‘Chippewa’ un ‘Patriot’, pie tam ‘Patriot’ ir liela ogu vidējā masa un arī ogas ir vienas no lielākajām. Liela ogu vidējā masa un lielākās ogas ir arī šķirnei ‘Duke’, bet šī šķirne ir jutīga pret Latvijas meteoroloģiskajiem apstākļiem (zema ziemcietība), tādēļ raža ir nestabils faktors. Lielas ogas ir arī šķirnēm ‘Northblue’ un ‘Bluecrop’, taču šīs šķirnes neizceļas ar augstu ražu, lai gan ‘Northblue’ raža pa gadiem ir stabila. Visaugstākais antociānu saturs ir šķirnēs ‘Northland’ (šai šķirnei ogas ir vienas no mazākajām), ‘Northblue’ un ‘Jersey’. Šķirne ‘Northland’ izceļas arī ar augstāko fenolu un askorbīnskābes saturu, arī ‘Patriot’ un ‘Blueray’ ir augsts askorbīnskābes saturs. Vērtīgākās pēc bioķīmiskā sastāva ir šķirnes ‘Patriot’ un ‘Northland’.

Secinājumi

Raža, ogu masa un lielums

⇒ Augstāzīgas šķirnes ‘Patriot’, ‘Chippewa’ un ‘Northland’ uzrāda pa gadiem stabilu ražu, pārējām šķirnēm raža ir svārstīga, kas norāda uz agroklimatisko

apstākļu būtisku ietekmi. Pa gadiem stabila, bet vidēja raža konstatēta šķirnei 'Northblue'.

- ⇒ Šķirnes 'Patriot' un 'Duke' var uzskatīt par šķirnēm ar smagām ogām. No pētījumā iekļautajām šķirnēm nevar izdalīt tipiskas šķirnes ar mazu ogu masu, lai gan vidēji pa gadiem vismazākā ogu vidējā masa bija šķirnēm 'Jersey' un 'Northland' (attiecīgi, 1.3 un 1.5 g). Procentuāli visvairāk (38%) krūmmelleņu šķirņu ir ar vidēja izmēra ogām 12.1 – 15 mm. Vidēji lielas ogas 15.1 – 18 mm bija šķirnes 'Patriot' un 'Duke'.
- ⇒ Krūmmelleņu ogu raža neienākas vienlaicīgi. Būtiskas sakarības starp ražas lielumu un vākšanas reizēm, ražas lielumu un ražošanas perioda ilgumu, ražas vākšanas reizēm un ražošanas ilgumu, norāda uz to, jo šķirnei ilgāks ražošanas periods, vairākās reizēs jāvēc raža, līdz ar to kumulatīvā raža būs lielāka. Korelācijas analīze pierāda negatīvu vāju sakarību starp ražas vākšanas reizēm un gadu, kas izskaidro meteoroloģisko apstākļu ietekmi uz ražošanas ilgumu un vākšanas reizēm pētījuma gados. Jo augstāka temperatūra ogu ienākšanās un ražošanas periodā, jo īsāks ražošanas periods.

Bioķīmiskais sastāvs

- ⇒ Augsts kopējais antociānu saturs bija šķirņu 'Northland', 'Northblue' un 'Jersey' ogās.
- ⇒ Augsts kopējo fenolu saturs bija pusaugsto krūmmelleņu šķirņu 'Northland' un 'Northblue' ogās.
- ⇒ Augsts askorbīnskābes saturs bija 'Blueray', 'Northland' un 'Patriot' ogās, pie tam šķirnei 'Patriot' askorbīnskābes saturs pa gadiem bija mazāk svārstīgs.
- ⇒ Stabili vidējs šķīstošās sausas saturs bija šķirnēm 'Blueray', 'Bluejay', 'Bluecrop', bet augsts - 'Jersey'.
- ⇒ Augsts skābes saturs bija šķirnei 'Bluejay' (ogas skābākas), bet zemākais skābes saturs bija 'Polaris' (ogas saldākas). Sausas / skābes attiecība norāda uz 'Polaris', 'Jersey' un 'Northland' garšas īpašībām, kas pēc vērtējuma šķiet salda, bet atsevišķos gados 'Polaris' garša šķiet pat pliekani salda.

3.4. Krūmmelleņu šķirņu morfoloģiskais raksturojums

Krūma augstums un platums. Krūmmelleņu šķirnes ir būtiski atšķirīgas pēc krūma augstuma ($p = 0.01$) un platuma ($p = 0.007$). Variācijas koeficients (22.18%) apstiprina, ka atšķirības starp maksimālajām un minimālajām krūma augstuma vērtībām bija nozīmīgas (3.14.tabula). Starp maksimālajām un minimālajām krūmmelleņu šķirņu krūma platuma vērtībām atšķirības arī bija nozīmīgas, kā to liecina vidējs variācijas koeficients (19.09%).

3.14. tabula

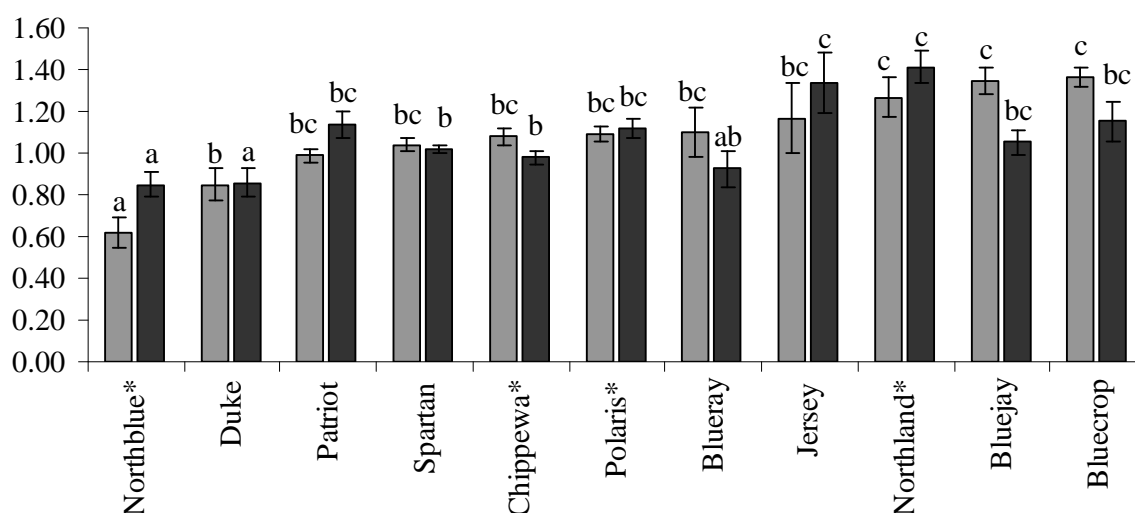
Krūmmelleņu šķirņu morfoloģisko pazīmju aprakstošās statistikas rādītāji

Statistiskie rādītāji	Augstums, m	Platums, m	Vainaga tilpums, m ³	Habituss, ballēs	Kopējais dzinumu skaits, gb.
Amplitūda	0.93	0.88	0.76	2.00	12.00
Minimums	0.52	0.72	0.09	1.00	4.00
Maksimums	1.45	1.60	0.85	3.00	16.00

3.14. tabulas nobeigums

Statistiskie rādītāji	Augstums, m	Platums, m	Vainaga tilpums, m ³	Habituss, ballēs	Kopējais dzinumu skaits, gb.
Vidējais	1.08	1.08	0.35	1.91	8.52
Standartnovirze	0.24	0.20	0.18	0.80	3.36
Variācijas koeficients, %	22.18	19.09	52.03	42.16	39.51
<i>p</i> – vērtība	0.010	0.007	0.006	0.000	0.008

Izmēģinājumā iekļauto krūmmelleņu šķirņu vidējais krūma augstums variē no 0.62 m ('Northblue') līdz 1.37 m ('Bluecrop'). Vislielāko krūmu veido šķirnes 'Bluecrop' (1.37 m), 'Bluejay' (1.34 m) un 'Northland' (1.27 m). Krūmmelleņu šķirņu vidējais krūma platums variē no 0.85 m ('Northblue') līdz 1.41 m ('Northland') (3.32.att.).



3.32. Krūmmelleņu šķirņu raksturojums pēc morfoloģiskajām pazīmēm, m.

■ augstums ■ platums

* *V. corymbosum* × *V. angustifolium*

a, b, c – burti apzīmē būtiski atšķirīgas ($p < 0.05$) datu grupas

Neskatoties uz to, ka šķirnes 'Chippewa', 'Northblue', 'Northland' un 'Polaris' ir *V. corymbosum* un *V. angustifolium* krustojumi, arī starp šo šķirņu krūmu augstumu novērojamas atšķirības. Pusaugsto krūmmelleņu šķirņu starpā lielāko augumu veido šķirne 'Northland', nedaudz zemāku 'Polaris' (1.09 m) un 'Chippewa' (1.08 m), bet viszemāko krūmu veido šķirne 'Northblue', kas tieši sava nelielā auguma dēļ ieteicama audzēšanai ziemeļu reģionos (Strik, Yraborough, 2005).

Krūma dzinumu skaits. Krūma veidojošo dzinumu skaits ir būtiski atšķirīgs ($p < 0.01$) starp krūmmelleņu šķirnēm. Vidējs variācijas koeficients (39.51%) starp maksimālajām un minimālajām vērtībām (4 – 16 dzinumi krūmā) apstiprina nozīmīgas atšķirības (3.14. tabula).

Vērtējot atsevišķi krūmmelleņu šķirnes, vissabiezāko vainagu veido pusaugsto krūmmelleņu šķirne 'Northland' (vidēji 15 dzinumi krūmā) un augsto krūmmelleņu šķirnes 'Bluecrop' un 'Jersey', krūmā attiecīgi 11 un 13 dzinumi (3.33. att.). Pārējo krūmmelleņu šķirnēm krūmā vidēji ir 6 līdz 8 dažāda vecuma dzinumi.

Vainaga tilpums. Krūmmelleņu šķirnes būtiski ($p < 0.01$) atšķiras arī pēc vainaga tilpuma (3.15. tabula). Lielāko krūma vainaga tilpumu veido vidēji spēcīgi augošas krūmmelleņu šķirnes ‘Northland’ (0.93 m^3) un ‘Jersey’ (0.8 m^3) un spēcīgi augoša šķirne ‘Bluecrop’ (0.83 m^3). Šajā izmēģinājumā nav pētīta augsnes ietekme uz krūmmelleņu šķirņu krūma veģetatīvo augšanu.

Krūma habituss. Auga augstuma un platuma attiecība nosaka krūma augšanas formu. Veiktie statistiskie aprēķini (3.15. tabula) pierāda būtiskas atšķirības starp krūmmelleņu šķirņu krūma formu ($p = 0.08$).

Pēc krūma habitusa krūmmelleņu šķirnes var iedalīt trīs grupās (3.15. tabula):

- stāvus krūmus veido augsto krūmmelleņu šķirnes ‘Bluecrop’ (skat. 3.33. att.), ‘Bluejay’, ‘Blueray’ un pusaugsto krūmmelleņu šķirne ‘Chippewa’;
- vidēji stāvu krūmu veido augsto krūmmelleņu šķirnes ‘Duke’, ‘Jersey’, un ‘Spartan’, un pusaugsto krūmmelleņu šķirnes ‘Northland’ (skat. 3.33. att.) un ‘Polaris’;
- izplestu krūmu veido augsto krūmmelleņu šķirne ‘Patriot’ un pusaugsto krūmmelleņu šķirne ‘Northblue’.

3.15. tabula

Krūmmelleņu šķirņu morfoloģiskās pazīmes

Šķirne	Krūma vainaga tilpums, m^3	Auga augstuma: platuma attiecība	Auga habituss
Bluejay	0.40 ^c	1.30 ^b	Stāvs
Bluecrop	0.48 ^{cd}	1.23 ^b	
Blueray	0.26 ^b	1.20 ^{ab}	
Chippewa*	0.27 ^{bc}	1.10 ^{ab}	
Duke	0.17 ^b	1.00 ^{ab}	Vidēji stāvs
Spartan	0.28 ^{bc}	1.00 ^{ab}	
Polaris*	0.36 ^c	0.97 ^{ab}	
Northland*	0.66 ^d	0.93 ^{ab}	
Jersey	0.54 ^{cd}	0.90 ^{ab}	
Patriot	0.33 ^{bc}	0.87 ^{ab}	Izplests
Northblue*	0.11 ^a	0.73 ^a	
<i>p</i> – vērtība	0.000	0.008	

* *V. corymbosum* × *V. angustifolium* krustojumi

a, b, c – burti apzīmē būtiski atšķirīgas ($p < 0.05$) datu grupas

Nosakot pazīmju savstarpējo sakarību, būtiska pozitīva vāja ($r_{yx} = 0.496$) sakarība konstatēta starp krūma augstumu un platumu (3.16. tabula), pozitīva cieša sakarība atrasta starp vainaga tilpumu un krūma augstumu ($r_{yx} = 0.875$) un platumu ($r_{yx} = 0.842$). Vidēji cieša pozitīva sakarība atrasta starp krūma veidojošo dzinumu skaitu un krūma augstumu ($r_{yx} = 0.529$), platumu ($r_{yx} = 0.661$) un vainaga tilpumu ($r_{yx} = 0.688$), kas nozīmē, ka lielāka auguma krūmi veido vairāk dzinumu un līdz ar to vainags vairāk sabiezinās (tomēr ir jāņem vērā katras krūmmelleņu šķirņu ģenētiskās īpašības).

Vāja negatīva sakarība konstatēta starp vainaga tilpumu un habitusu ($r_{yx} = -0.475$), kas liecina, ka samazinoties krūma vainaga tilpumam, izmainās krūma forma. To apstiprina arī vāja līdz vidēji cieša sakarība starp krūma habitusu un krūma augstumu ($r_{yx} = 0.587$) un dzinumu skaitu ($r_{yx} = -0.432$).

3.16. tabula

Korelācija starp atsevišķām krūmmelleņu šķirņu morfoloģiskām pazīmēm

Morfoloģiskās pazīmes	Morfoloģiskās pazīmes ^a				
	1	2	3	4	5
Augstums	1	0.496*	0.875*	-0.587*	0.529*
Platums	0.496*	1	0.842*	NB	0.661*
Vainaga tilpums	0.875*	0.842*	1	-0.475*	0.688*
Habituss	-0.587*	NB	-0.475*	1	-0.432
Dzinumu skaits	0.529*	0.661*	0.688*	-0.432	1

0.496* - Korelācija ir būtiska pie 0.01 līmeņa

-0.432 - Korelācija ir būtiska pie 0.05 līmeņa

NB – nav būtiska korelācija

^a1 – augstums, 2 – platums, 3 - vainaga tilpums, 4 – habituss, 5 – dzinumu skaits

Korelācijas analīzē konstatēta būtiska vidēji cieša negatīva sakarība starp krūma augstumu un dzinumu ziemcietību ($r_{yx} = -0.588$) un ziedpumpuru ziemcietību ($r_{yx} = -0.592$). Vāja pozitīva, bet būtiska sakarība konstatēta starp krūmmelleņu krūma formu un dzinumu ($r_{yx} = 0.507$) un ziedpumpuru ($r_{yx} = 0.444$) ziemcietību. Pastāvošās sakarības liecina, ka krūmiem ar lielāku augumu nelabvēlīgos ziemošanas apstākļos samazinās dzinumu un ziedpumpuru ziemcietība, kas sakrīt ar iegūtajiem rezultātiem, jo šķirnes ar augstu dzinumu un ziedpumpuru ziemcietību ‘Northblue’ un ‘Patriot’ veido nelielu krūma augstumu un izplestu krūma formu.



3.33. Krūmmelleņu šķirņu ‘Northblue’ (pa kreisi) un ‘Bluecrop’ (pa labi) krūma habituss.

Iegūtie pētījuma rezultāti daļēji sakrīt arī ar literatūrā minētajiem datiem, kur šķirnes ‘Bluecrop’, ‘Bluejay’ un ‘Northland’ minētas kā spēcīgi augošas un liela auguma šķirnes, šķirne ‘Patriot’ veido krūmu līdz 1 m (0.94 m), bet šķirne ‘Blueray’ ir ar mazāku

augumu (0.66 m) nekā autores veiktajā pētījumā. (Trehane, 2004; Vestrheim, Haffner, Grønnerød, 1997). Rumānijā, audzējot krūmmelleņu šķirni 'Bluecrop' pauguraines apvidū krūma tilpums atkarībā no augsnes tipa ir no 0.32 līdz 0.97 m³ (Bădescu, Bădescu, Delian et al., 2009).

Igaunijā veiktajos pētījumos ar līdzīga vecuma krūmiem, pusaugsto krūmmelleņu šķirņu 'Northblue' un 'Northland' krūmi veido mazāku augumu nekā autores pētījumā (attiecīgi 0.42 un 0.62 m), arī augsto krūmmelleņu šķirnes 'Bluecrop' un 'Bluejay' krūma augstums bija mazāks nekā autores veiktajā pētījumā, attiecīgi 0.80 un 0.69 m (Starast, Paal, Vool et.al, 2009). Vērtējot krūma augstuma un platuma attiecību, Igaunijas apstākļos iegūtie pētījuma rezultāti bija līdzīgi kā, kur šķirnēm 'Northblue' (attiecība 0.8), 'Bluecrop' (attiecība 1.2), 'Bluejay' (attiecība 1.0) un 'Northland' (attiecība 0.9) (Starast, Paal, Vool et.al, 2009).

Secinājumi

- ⇒ Stāvu krūmu veido šķirnes 'Bluecrop', 'Bluejay', 'Blueray' un 'Chippewa', vidēji stāvu krūmu veido šķirnes 'Duke', 'Jersey', 'Northland', 'Polaris' un 'Spartan', bet izplestu krūmu veido 'Patriot' un 'Northblue'.
- ⇒ Liela auguma krūmu (1.20 līdz 1.40 m) veido 'Bluecrop', 'Bluejay', 'Northland' un 'Jersey', vidēju augumu (1.00 līdz 1.20 m) veido šķirnes 'Blueray', 'Chippewa', 'Polaris', 'Spartan' un 'Patriot', bet zema auguma (līdz 1 m) krūmus veido šķirnes 'Duke' un 'Northblue'.
- ⇒ Lielāko krūma vainaga tilpumu veido vidēji spēcīgi augošas krūmmelleņu šķirnes 'Northland' un 'Jersey' un spēcīgi augoša šķirne 'Bluecrop'.
- ⇒ Sabiezinātu vainagu veido augstā krūmmelleņu šķirne 'Bluecrop' un 'Jersey', un pusaugstā krūmmelleņu šķirne 'Northland'.

3.5. Integrētais krūmmelleņu šķirņu novērtējums

No vērtētajām un aprakstītajām 19 pazīmēm, 16 pazīmēm novērotas būtiskas ($p < 0.05$) atšķirības starp šķirnēm: krūma augstums, platums, vainaga tilpums, ziedpumpuru un dzinumu ziemcietība, ziedēšanas sākums, ogu ienākšanās laiks, ražošanas perioda ilgums, raža, ogu vidējā masa, kopējais antociānu, kopējais fenolu, askorbīnskābes, šķīstošās sausas un titrējamās skābes saturs. Papildus vērtējumā iekļāva vēl vienu pazīmi – ogu izlīdzinātību pēc lieluma. Starp genotipiem netika konstatētas statistiski būtiskas atšķirības ziedpumpuru briešanas laikā ($p > 0.05$), ziedēšanas ilgumā ($p = 0.694$) un ogu lielumam ($p > 0.05$), līdz ar to šie rādītāji integrētajā novērtējumā netika iekļauti.

Novērtējums liecina, ka pēc 7 nozīmīgām pazīmēm jeb 53% no visām aprakstītajām pazīmēm izceļas viena augsto krūmmelleņu šķirne 'Patriot' un divas pusaugstās krūmmelleņu šķirnes 'Chippewa' un 'Northblue'. Šķirne 'Patriot' izceļas ar augstu dzinumu ziemcietību, vidēji agru ogu ienākšanās laiku, garu ražošanas periodu, augstu ražību, izlīdzinātām ogām un augstu askorbīnskābes saturu ogās. Šķirne 'Chippewa' izceļas ar augstu ziedpumpuru un dzinumu ziemcietību, stāvu krūma formu, vidēji agru ogu ienākšanās laiku, garu ražošanas periodu, augstu ražību un augstu askorbīnskābes saturu ogās. Šķirne 'Northblue' izceļas ar augstu kopējo antociānu un fenolu saturu ogās, kā arī ar lielumā izlīdzinātām ogām (3.17. tabula).

Šķirne 'Northland' ir pārāka par pārējām šķirnēm pēc 6 pazīmēm, turklāt 'Northland' izceļas ar augstu askorbīnskābes, kopējo antociānu un fenolu saturu ogās (3.17. tabula).

Šķirne 'Jersey' izceļas pēc 5 pazīmēm, no kurām nozīmīgākā ir augstā dzinumu ziemcietība (3.17. tabula). Šķirnes 'Jersey' izvēli audzēšanai Latvijā ir ļoti jāpārdomā, jo tā izceļas ar vēlu ziedēšanas un ogu ienākšanās laiku, bet īsu ražošanas periodu un zemu ražību.

Pēc 4 pazīmēm izceļas šķirnes 'Bluejay' un 'Spartan', pēc 3 pazīmēm – šķirnes 'Blueray' un 'Duke', bet tikai pēc 2 pazīmēm izceļas 'Bluecrop' un 'Polaris' (3.17. tabula).

3.17. tabula

Krūmmelleņu šķirņu novērtējums pēc 16 pazīmēm

Pazīmes	Duke	Northland	Spartan	Northblue	Patriot	Bluejay	Chippewa	Polaris	Blueray	Bluecrop	Jersey
1. Stāvs krūma habituss	-	-	-	-	-	■	■	-	■	■	-
2. Agrs ziedēšanas sākums	-	-	■	-	-	-	-	-	-	-	-
3. Vēls ziedēšanas sākums	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	■
4. Vidēji agra ogu ienākšanās	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	-
5. Vēla ogu ienākšanās	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	■
6. Garš ražošanas periods	-	-	-	-	■	-	■	-	-	-	-
7. Augsta ogas masa	■	-	-	-	■	-	-	-	-	-	-
8. Lielumā izlīdzinātas ogas	■	■	-	■	■	■	-	■	-	-	-
9. Augsta ražība	-	■	-	-	■	-	■	-	-	-	-
10. Augsts askorbīnskābes saturs	-	■	■	-	■	-	■	-	■	-	-
11. Augsts antociānu saturs	-	■	-	■	-	-	-	-	-	-	■
12. Augsts fenolu saturs	-	■	-	■	-	-	-	-	-	-	-
13. Augsts šķīstošās sausas saturs	-	-	■	-	-	-	-	-	-	-	■
14. Augsts titrējamās skābes saturs	-	-	-	-	-	■	-	-	-	-	-
15. Augsta ziedpumpuru ziemcietība	-	-	-	■	-	-	■	-	-	-	-
16. Augsta dzinumu ziemcietība	-	-	-	■	■	-	■	-	-	-	■

■ šķirnei piemīt dotā pazīme

Šķirnēm 'Patriot' un 'Northblue' piemīt nozīmīgs trūkums, tās veido izplestu krūma vainagu, līdz ar to nepieciešams vairāk uzmanības pievērst krūma veidošanai. Jāizgriež visi noliekušies dzinumi, bet jāskatās, lai būtu pietiekami daudz zaru, kur ieriesties ziedpumpuriem. Pie augstas ogu ražas, zari var noliekties līdz augsnei, tādējādi pazeminot ogu kvalitāti (netīras). Pozitīvais aspekts ir tas, ka izplestiem krūmiem vainags ir labāk izsauļots, bet sniegiem bagātās ziemās, šāda veida krūma forma pasargās augus no ziemas sala bojājumiem, tomēr ziemas beigās pastāv izsušanas risks, kas samazina auga ziemcietību.

Šķirne 'Duke' izceļas ar lielu ogu masu un skaistām lielām ogām, bet tai piemīt ļoti būtisks trūkums – zemā ziedpumpuru un dzinumu ziemcietība, kas padara šo šķirni piemērotu audzēšanai labākās, aizsargātās vietās. Savukārt šķirne 'Bluecrop' izceļas ar stāvu augumu, kas ir būtisks rādītājs, jo ražu būs vieglāk novākt un ogas būs tīras, bet ziedpumpuru un dzinumu ziemcietība pa gadiem ir svārstīga.

Krūmmelleņu šķirņu apraksts

‘Patriot’ – augstā krūmmelleņu šķirne, kas izceļas ar augstu dzinumumu ziemcietību, vidēji agru ogu ienākšanās laiku un garu ražošanas periodu. Ražīga šķirne ar lielumā izlīdzinātām ogām (lielākā daļa ogu ir 15 līdz 18 mm lielas) un augstu askorbīnskābes saturu. Jāpievērš uzmanība ogu gatavības pakāpei, jo negatīvām ogām raksturīga sāta ogas daļa pie kātiņa. Veido vidēja auguma krūmu ar izplestu vainagu.

‘Chippewa’ – pusaugstā krūmmelleņu šķirne. Izceļas ar augstu ziedpumpuru un dzinumumu ziemcietību. Vidēji agrs ogu ienākšanās laiks, garš ražošanas periods, augsta ražība, bet vidējas ogas (12 līdz 15 mm). Ogas izceļas ar augstu askorbīnskābes saturu. Veido vidēji augstu, stāvu krūmu.

‘Northblue’ – pusaugstā krūmmelleņu šķirne. Izceļas ar augstu ziedpumpuru un dzinumumu ziemcietību, vidēji agrs ogu ienākšanās laiku, garu ražošanas periodu. Raža vidēji liela, ogas ir pēc lieluma izlīdzinātas, vidēji lielas, ar augstu kopējo antociānu un fenola saturu. Krūms zema auguma, izplestas formas.

‘Northland’ – pusaugstā krūmmelleņu šķirne ar vidēji agru ogu ienākšanās laiku. Augsta ražība. Ogas ir lielumā izlīdzinātas, bet mazas (līdz 15 mm), izceļas ar augstu askorbīnskābes, kopējo antociānu un fenolu saturu. Veido vidēji stāvu krūmu, tendence veidot sabiezinātu krūmu.

‘Jersey’ – augstā krūmmelleņu šķirne. Izceļas ar augstu dzinumumu ziemcietību, vēlu ziedēšanas un ogu ienākšanās laiku, bet īsu ražošanas periodu un zemu ražību. Ogas vidēja lieluma (12 līdz 15 mm), bet izceļas ar augstu kopējo antociānu saturu un šķīstošās sausas saturu. Veido vidēji stāvu krūmu un tendence veidot daudz dzinumumu.

‘Bluejay’ – augstā krūmmelleņu šķirne. Ogas ienākas vidēji agri, ir vidēji garš ražošanas periods. Ražība vidēji liela, ogas izlīdzinātas pēc lieluma, bet vidēji lielas ar augstu titrējamās skābes saturu. Veido stāvu krūmu.

‘Spartan’ – augstā krūmmelleņu šķirne, zied agri, ogas ienākas vidēji agri. Vidēji ražīga, ar vidēja lieluma ogām (12 līdz 15 mm), kas izceļas ar augstu askorbīnskābes un šķīstošās sausas saturu. Veido vidēji stāvu krūmu.

‘Blueray’ – augstā krūmmelleņu šķirne. Vidēji augsta dzinumumu un vidēja ziedpumpuru ziemcietība. Ogas ienākas vidēji agri. Vidēji ražīga šķirne, ar vidēja lieluma ogām, kas izceļas ar augstu askorbīnskābes saturu. Veido vidēji augstu, bet stāvu krūmu.

‘Duke’ – augstā krūmmelleņu šķirne. Šī šķirne no pārējām šķirnēm atšķiras ar zemo ziedpumpuru un dzinumumu ziemcietību. Ogas ienākas kopā ar pārējām vidēji agrām šķirnēm. Ražība ir vidēja, bet izceļas ar lielām, izlīdzinātām ogām. Veido vidēji stāvu krūmu.

‘Bluecrop’ – augstā krūmmelleņu šķirne, veido stāvu krūmu, bet ziedpumpuru un dzinumumu ziemcietība ir vidēja. Ražība vidēja, bet ogu lielums svārstās no 12 līdz 18 mm. Ogas ienākas vidēji agri un ražošanas periods ir vidēji garš.

‘Polaris’ – pusaugstā krūmmelleņu šķirne. Vidēji agrs ogu ienākšanās laiks. Vidēja ziedpumpuru un dzinumumu ziemcietība. Vidēji ražīga šķirne ar 12 līdz 15 mm lielām, bet izlīdzinātām ogām. Veido vidēji augstu un vidēji stāvu krūmu.

SECINĀJUMI

1. Meteoroloģisko apstākļu kopumam ziemošanas periodā ir ļoti būtiska ietekme uz krūmmelleņu ziedpumpuru un dzinumu ziemcietību, turklāt dzinumu ziemcietības veidošanā meteoroloģisko apstākļu faktora ietekmes īpatsvars ir augstāks nekā ziedpumpuru ziemcietībā. Krūmmelleņu šķirnei kā faktoram arī ir būtiska, bet neliela ietekme uz krūmmelleņu ziemcietību.
2. Sausnas un reducējošo cukuru saturu krūmmelleņu viengadīgajos dzinumos ziemošanas periodā ietekmē akumulēto aukstumstundu skaits.
3. Pirmie pētījumi par dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresiju dabiskā vidē augošu krūmmelleņu viengadīgajos dzinumos liecina, ka 60 kDa dehidrīnus kodējošo gēnu ekspresiju ietekmē sausuma stress un gaisa temperatūras ziemošanas laikā, bet 14 kDa dehidrīnus kodējošo gēnu ekspresiju būtiski ietekmē tieši akumulēto aukstumstundu skaits.
4. Krūmmelleņu šķirnēm fenoloģisko fāžu iestāšanās sākumu un ilgumu ietekmē efektīvo temperatūru summa fāzes iestāšanās sākumā un iepriekšējās fenoloģiskās fāzes beigās, turklāt ziedēšanas un ražošanas perioda ilgumu ietekmē efektīvās temperatūras summa perioda laikā.
5. Ražu būtiski ietekmē ražošanas gada ziedpumpuru ziemcietība. Krūmmelleņu ražas vākšanas reižu skaitu būtiski ietekmē akumulēto efektīvo temperatūru summa ogu ienākšanās laikā un ražošanas periodā, kā arī vidējā diennakts gaisa temperatūra ražošanas periodā.
6. Ražīgākās krūmmelleņu šķirnes ir 'Patriot', 'Chippewa' un 'Northland', turklāt šķirne 'Patriot' ir ar lielām ogām. Ar lielām, izlīdzinātām ogām izceļas šķirne 'Duke'.
7. Bioķīmisko rādītāju saturu krūmmelleņu ogās ietekmē efektīvās temperatūras summa ražošanas periodā (sevišķi uz askorbīnskābes saturu ogās). Palielinoties efektīvo temperatūru summai, askorbīnskābes, šķīstošās sausnas un titrējamās skābes saturs krūmmelleņu ogās samazinās.
8. Krūmmelleņu krūmu forma un augstums ietekmē dzinumu un ziedpumpuru ziemcietību, kas liecina, ka krūmiem ar lielāku augumu nelabvēlīgos ziemošanas apstākļos samazinās dzinumu un ziedpumpuru ziemcietība.
9. Krūmmelleņu šķirnes 'Patriot', 'Chippewa' un 'Northblue' izceļas pēc 7 novērtētajām pazīmēm, šķirne 'Northland' pēc 6 pazīmēm un 'Jersey' pēc 5 pazīmēm.

IETEIKUMI PRAKSEI

- ⇒ Izvēloties krūmmelleņu šķirnes, jāņem vērā to ziemcietība, ogu lielums, ražība un ogu izmantošanas mērķis. Augsta dzinumu ziemcietība, ražība un lielas ogas ir šķirnei 'Patriot'. Augsta ražība, bet vidēja lieluma ogas ir šķirnēm 'Northland' un 'Chippewa'. Lielas ogas, bet zema ziemcietība ir šķirnei 'Duke'.
- ⇒ Šķirņu 'Polaris', 'Spartan' un 'Bluecrop' ziemcietību būtiski ietekmēs meteoroloģiskie apstākļi ziemošanas periodā.
- ⇒ Augstas ražas iegūs, izvēloties konkrētai audzēšanas vietai piemērotākās krūmmelleņu šķirnes.

PATEICĪBA

Vēlos izteikt pateicību LLU LF Agrobiotehnoloģijas institūta kolēģiem, sevišķi Martai Liepniecei, Birutai Grīnbergai, Pēterim Liepniekam par palīdzību rezultātu datu vākšanā un citu tehnisko darbu veikšanā, Emīlam Liepniekam par gaisa temperatūras reģistra uzturēšanu darba kārtībā.

Pateicos LLU LF Augu un augsnes zinātnes institūta Augu bioloģijas un aizsardzības nodaļas asociētai profesorei Inai Alsiņai par iespēju veikt analīzes institūta laboratorijā, kā arī par vērtīgajiem padomiem un rosinošajiem jautājumiem reducējošo cukuru noteikšanā, rezultātu analīzē un interpretācijā. Pateicos Intai Dudarei par tehnisko palīdzību reaģentu sagatavošanā.

Pateicos LLU LF Molekulārās ģenētikas pētījumu laboratorijas vadītājai Dacei Smiltiņai par tehnisko atbalstu dehidrīnu kodējošo gēnu paraugu savākšanā un glabāšanā.

Pateicos LLU Mūžizglītības centra kolektīvam par pacietību mana darba tapšanas laikā.

Paldies manai ģimenei un visiem man tuvajiem un mīļajiem cilvēkiem par pacietību, sapratni un atbalstu visā studiju procesā un promocijas darba tapšanas laikā.

LITERATŪRA

1. Abbott J.D., Gough R.E. (1987) Seasonal development of highbush blueberry roots under sawdust mulch. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Vol. 112, p. 60 – 62.
2. Abolins M., Liepniece M., Sterne D. (2008) *Vaccinium* spp. production patterns and winter hardiness in Latvia. *Acta Horticulturae*, Vol. 810, p. 205 – 210.
3. Abolins M., Sausserde R., Liepniece M., Sterne D. (2009) Cranberry and blueberry production in Latvia. *Latvian Journal of Agronomy*, Nr.12, p. 7 - 12.
4. Ahas R., Aasa A. (2006) The effects of climate change on the phenology of selected Estonian plant, bird and fish populations. *International Journal of Biometeorology*, Vol. 51, p.17 – 26.
5. Allagulova C.R., Gimalov F.R., Shakirova F.M., Vakhitov V.A. (2003) The plant dehydrins: structure and putative functions. *Biochemistry*, Vol. 68, p. 945 – 951.
6. Ames B.M., Shigen M.K., Hagen T.M. (1993) Oxidants, antioxidants and the degenerative diseases of aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*, Vol. 90, p. 7915 – 7922.
7. Arhipova I., Bāliņa S. (2003) *Statistika ekonomikā. Risinājumu ar SPSS un Microsoft Excel*. Rīga: Datorzinību centrs. 352 lpp.
8. Arnold J.T., Thompson C.F. (1982) Chlorosis in blueberries: A soil-plant investigation. *Journal of Plant Nutrition*, Vol. 5, p. 747 – 753.
9. Arora R., Rowland L.J., Panta G.R. (1997) Chillresponsive dehydrins in blueberry: Are they associated with cold hardiness or dormancy transitions? *Physiologia Plantarum*, Vol. 101, p. 8 – 16.
10. Arora R., Rowland L.J., Lehman J.S., Lim C.C., Panta G.R., Vorsa N. (2000) Genetic analysis of freezing tolerance in blueberry (*Vaccinium* section *Cyanococcus*). *Theoretical and Applied Genetics*, Vol. 100, p. 690 – 696.
11. Arora R., Rowland L.J., Ogden E.L., Dhanaraj A.L., Marian C.O., Ehlenfeldt M.K., Vinyard B. (2004) Dehardening kinetics, bud development, and dehydrin metabolism in blueberry (*Vaccinium* spp.) cultivars during deacclimation at constant, warm temperatures. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Vol. 129, p. 667 – 674.
12. Arora R., Rowland L.J., Tanino K. (2003) Induction and release of bud dormancy in woody perennials: a science comes of age. *HortScience*, Vol. 38, p. 911 – 921.
13. Arora R., Wisniewski M.E. (1994) Cold acclimation in genetically related (sibling) deciduous and evergreen peach (*Prunus persica* (L.) Batsch.). II A 60 – kilodalton bark protein in cold – acclimated tissues of peach is heat stable and related to the dehydrin family of proteins. *Plant Physiology*, Vol. 105, p. 95 – 101.
14. Arora R., Wisniewski M.E. (1996) Accumulation of a 60-kD dehydrin protein in peach xylem tissues and its relationship to cold acclimation. *HortScience*, Vol. 31, p. 923 – 925.
15. Austin M.E. (1978) Rabbiteye blueberries. *Fruit Varieties Journal*, Vol. 33, p. 51 – 53.
16. Bachelard E.P., Wightman F. (1974) Biochemical and physiological studies on dormancy release in tree buds. III Changes in endogenous growth substances and a possible mechanism of dormancy release in overwintering vegetative buds of *Populus balsamifera*. *Canadian Journal of Botany*, Vol. 51, p. 2315 – 2326.
17. Bădescu C., Petre Gh., Bădescu C., Delian E., Bădescu A. (2009) Soil and climatic limitations to blueberry culture in Romania submontane areas. *Acta Horticulturae*, Vol. 810, p. 765 – 770.

18. Bañados J.R. (2006) Blueberry production in South America. *Acta Horticulturae*, Vol. 715, p. 165 – 172.
19. Beattie J., Crozier A., Duthie G.G. (2005) Potential health benefits of berries. *Current Nutrition & Food Science*, Vol. 1, p. 71 – 86.
20. Beaudry R. (1992) Blueberry quality characteristics and how they can be optimized. **In:** *Annual Report of Michigan State Horticultural Society (122nd)*. Michigan State Horticultural society. Morrice, MI, USA, p.140 – 145.
21. Bal J.J.M., Balkhoven J.M.T., Peppelman G. (2006) Results of testing highbush blueberry cultivars in the Netherlands. *Acta Horticulturae*, Vol. 715, p. 157 – 162.
22. Bittenbender B.C., Howell G.S. (1976) Cold hardiness of flower buds of selected highbush blueberry cultivars (*Vaccinium australe* Small). *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Vol. 101, p. 135 – 139.
23. Bläsing D. (1989) Performance of highbush blueberries on sites previously used for agricultural crops. *Acta Horticulturae*, Vol. 241, p. 213 – 220.
24. Brazelton D., Strik B.C. (2007) Perspective on the U.S. and global blueberry industry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Vol. 61, p. 144 – 146.
25. Brennan R.M. (1996) Currants and Gooseberries. **In:** *Fruit Breeding*. Vol. 2: Vine and small fruits. Ed. by J. Janick, J.N. Moore. New York etc.: John Wiley&Sons, Inc., p. 191 – 298.
26. Bridle P., Timberlake C.F. (1997) Anthocyanins as natural food colours – selected aspects. *Food Chemistry*, Vol. 58, p. 103 – 109.
27. Brown J.C., Draper A.D. (1980) Differential response of blueberry (*Vaccinium*) progenies to pH and subsequent use of iron. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Vol. 105, p. 20 – 24.
28. Browse J., Lange B.M. (2004) Counting the cost of a cold-blooded life: metabolomics of cold acclimation. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.*, Vol. 101, p. 14996 – 14997.
29. Bruederle L.P., Vorsq N., Ballington J.R. (1991) Population genetic structure in diploid blueberry *Vaccinium* section *Cyanococcur* (*Ericaceae*). *American Journal of Botany*, Vol. 78, p. 230 – 237.
30. Camp W.H. (1945) The North American blueberries with note on other groups of Vacciniaceae. *Brittonia*, Vol. 5, p. 203 – 275.
31. Cao G., Alessio H.M., Culter R.G. (1993) Oxygen – radical absorbance capacity assay for antioxidants. *Free Radicals Biology and Medicine*, Vol. 14, p. 303 – 311.
32. Cao G., Booth S.L., Sadowski J.A, Prior R.L. (1998) Increases in human plasma antioxidant capacity after consumption of controlled diets high in fruits and vegetables. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 68, p. 1081 – 1087.
33. Castrejón A.D.R., Eichholz I., Rohn S., Kroh L.W., Huyskens-Keil S. (2008) Phenolic profile and antioxidant activity of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) during fruit maturation and ripening. *Food Chemistry*, Vol. 109, p. 564 – 572.
34. Chang Sh., Puryear J., Cairney J. (1993) A simple and efficient method for isolating RNA from pine tree. *Plant Molecular Biology Reporter*, Vol. 11, p. 113 – 116.
35. Chen T.H.H., Li P.H., Brenner M.L. (1983) Involvement of abscissic acid in potato cold acclimation. *Plant Physiology*, Vol. 71, p. 362 – 365.
36. Close T.J. (1996) Dehydrins: emergence of a biochemical role of family of plant dehydration proteins. *Physiol Plantarum*, Vol. 97, p.795 – 803.

37. Close T.J. (1997) Dehydrins: a commonality in the response of plants to dehydration and low temperature. *Physiol Plantarum*, Vol. 100, p. 291 – 296.
38. Constante J.F., Boyce B.R (1968) Low temperature injury of highbush blueberry shoots at various times of the year. *Proceeding of American Society for Horticultural Science*, Vol. 93, p. 267 – 272.
39. Craig D.L. (1980) Highbush blueberry culture in Eastern Canada. *Information service of Agriculture Canada*, Publication 1279, p. 11.
40. Česonienė L., R. Daubaras, P. Viškelis (2010) Agrobiological properties and berry quality of highbush blueberry cultivars. *Sodininkystė ir Daržininkystė*, Vol. 29, p. 3 – 12.
41. DeJong T.M. (1999) Development and environmental control of dry-matter partitioning in peach. *HortScience*, Vol. 34, p. 1037 – 1040.
42. Dhanaraj, A.L., Slovin, J.P., Rowland L.J. (2005) Isolation of a cDNA clone and characterization of expression of the highly abundant, cold acclimation-associated 14 kDa dehydrin of blueberry. *Plant Science*, Vol. 168, p. 949 – 957.
43. Draper A. (1995) In search of the perfect blueberry variety. *In: Blueberries: A Century of Research*. Ed. R.E.Gough, R.F.Korcak. New York; London: Food Products Press, p. 17 – 20.
44. Eck P. (1988) *Blueberry science*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press. p. 284.
45. Edwards T.W. Jr., Sherman W.B., Sharpe R.H. (1970) Fruit development in short and long cycle blueberries. *HortScience*, Vol. 5, p. 274 – 275.
46. Faust M., Liu D., Wang S.Y., Stutte G.W. (1995) Involvement of apical dominance in winter dormancy of apple buds. *Acta Horticulturae*, Vol. 395, pp. 47 – 56.
47. Flinn C.L., Ashworth E.N. (1994) Blueberry flower – bud hardiness is not estimated by differential thermal analysis. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Vol. 119, p. 295 – 298.
48. Galletta G.J. (1975) Blueberries and cranberries. *In: Advances in Fruit Breeding*. Eds. J.Janick, J.N. Moore. West Lafayette: Purdue university Press, p. 154 – 196.
49. Galletta G.J., Ballington J.R. (1996). Blueberries, cranberries, and lingonberries. *In: Fruit Breeding*. Vol.2: Vine and Small Fruits. J.Janick, J.N.Moore (eds). New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Angapore: John Willey& Sons, p.1 – 65.
50. Garrison N. (1998) Descriptions of blueberry varieties in trial conducted by Nancy Garrison [tiešsaiste]. Master Gardeners of Santa Clara County Online. Univ. of California Cooperative Extension, Urban Horticulture Program. [tiešsaiste] [Skatīts 31.05.2007.]. Pieejams: <http://www.mastergardeners.org/recommend/bluevar.html>
51. Guy C.L. (1990) Cold acclimation and freezing stress tolerance: role of protein metabolism. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, Vol. 41, p. 187 – 223.
52. Giongo L., Ieri F., Vrhovsek U., Grienti M., Eccher M., Mattivi F. (2006) Characterization of *Vaccinium* cultivars: horticultural and antioxidant profile. *Acta Horticulturae*, Vol. 715, p. 147 – 151.
53. Giovanelli G., Buratti S. (2009) Comparison of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varieties. *Food Chemistry*, Vol. 112, p. 903 – 908.
54. Giovanelli G., Sellappan S., Akoh C.C., Krewer G. (2002) Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia – grown blueberries and blackberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 50, p. 2432 – 2438.

55. Goiffon J.P., Mouly P.P., Gaydon E.M. (1999) Anthocyanin pigment determination in red fruit juices, concentrated juices and syrups using liquid chromatography. *Analytica Chimica Acta*, Vol. 382, p. 39 – 50.
56. Gough R.E. (1994) *The highbush blueberry and its management*. New York, USA: Food Products Press. 274 p.
57. Griffith M., McIntyre H.C.H. (1993) The interrelationship of growth and frost tolerance in winter rye. *Physiologia Plantarum*, Vol. 87, p. 335 – 344.
58. Ģermanis A. (2001) Pavasaris dzīvājā dabā un meteoroloģiskie apstākļi: Ukri, 1990.- 2000. *Ģeogrāfiski Raksti. Folia Geographica*, Nr. IX, 74.–91. lpp.
59. Hakkinen S.H., Torronen A.R. (2000) Content of flavonols and selected phenolic acids in strawberries and *Vaccinium* species: influence of cultivar, cultivation site and technique. *Food Research International*, Vol. 33, p. 517 – 524.
60. Hall I.V., Ludwig R.A. (1961) The effect of photoperiod, temperature, and light intensity on the growth of the lowbush blueberry. *Canadian Journal of Botany*, Vol. 39, p. 1733 – 1739.
61. Hancock J. (2006) Northern highbush blueberry breeding. *Acta Horticulturae*, Vol. 715, p. 37 – 40.
62. Hancock J., Widders I., Nelson J., Schumann C. (1984) Influence of foliar – applied nitrogen on blueberry yield and quality. **In: Proceedings of the 5th North American Blueberry Research Workers Conference**, Gainesville, Florida, p. 201 – 205.
63. Hancock J.F., Draper A.D. (1989) Blueberry culture in North America. *HortScience*, Vol. 24, p. 551 - 556.
64. Hancock J.F., Erb W.A., Goulart B.L., Scheerens J.C. (1995) Utilization of wild blueberry germplasm: The legacy of Arlen Draper. **In: Blueberries: A century of Research**. Ed. R.E. Gough. R.F. Korcak. Food Products Press: The Haworth Press Inc., p. 1 – 16.
65. Hancock J.F., Haghghi K., Krebs S.L., Flore J.A., Draper A.D. (1992) Photosynthetic heat stability in highbush blueberries and the possibility of genetic improvement. *HortScience*, Vol. 27, p. 1111 – 1112.
66. Hancock J.F., Draper A.D. (1989) Blueberry culture in North America. *HortScience*, Vol.24, p. 551 – 556.
67. Hanson E.J., Hancock J.F. (1990) Highbush blueberry cultivars and production trends. *Fruit Varieties Journal*, Vol. 44, p. 77 – 81.
68. Hanson E.J., Berkheimer S.F., Hancock J.F. (2007) Seasonal changes in the cold hardiness of the flower buds of highbush blueberry with varying species ancestry. *Journal of the American Pomological Society*, Vol. 61, p.14 – 18.
69. Hartman H.T., Kofranek A.M., Rubatsky V.E., Flocker W.J. (1988) *Plant science: Growth, Development, and Utilization of Cultivated Plants*. 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. 688 p.
70. Haynes R.J., Swift R.S. (1985) Effect of soil acidification on the chemical extractability of Fe, Mn, Zn and Cu and the growth and micronutrient uptake of highbush blueberry plants. *Plant and Soil*, Vol. 84, p. 201 – 212.
71. Haynes R.J., Swift R.S. (1986) Effect of soil amendments and sawdust mulching on growth, yield and leaf nutrient content of highbush blueberry plants. *Scientia Horticulturae*, Vol. 29, p. 229 – 238.
72. Hearsh H.M.E., Eaton G.W. (1968) Some effects of water table, pH, and nitrogen fertilization upon growth and composition of highbush blueberry. **In: Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Vol. 92, p. 274 – 283.

73. Hearth M.E., Eaton G.W. (1973) Some effect of water table, pH and nitrogen fertilisation upon growth and nutrient element of highbush blueberry plants. *Proceedings of the American Society of Horticultural Science*, Vol. 92, p. 274 – 283.
74. *Highbush Blueberry Production Guide* (1992). Ed. M.P.Pritts, J.F.Hancock. NRAES. New York, 217 p. Pieejams: [http:// www.nraes.org](http://www.nraes.org)
75. Hiirsalmi H.M. (1989) Research into *Vaccinium* cultivation in Finland. *Acta Horticulturae*, Vol. 241, p. 175 – 183.
76. Hindle R., Shutak V.G., Christopher E.P (1957) Relationship of wood thickness to blossoming, rate of ripening, and size of fruit on the highbush blueberry. *Proceedings of the American Society of Horticultural Science*, Vol. 70, p. 150 – 155.
77. Holzapfel E.A., Hepp R.F., Mariño M.A. (2004) Effect of irrigation on fruit production in blueberry. *Agricultural Water Management*, Vol. 67, p. 173 – 184.
78. Howard L.R., Clark J.R., Brownmiller C. (2003) Antioxidant capacity and phenolic content in blueberries as affected by genotype and growing season. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 83, p. 1238 – 1247.
79. Howe G.T, Aitken S.N., Neale D.B., Jermstad K.D., Wheeler N.C., Chen T.H. (2003) From genotype to phenotype: unraveling the complexities of cold adaptation in forest trees. *Canadian Journal of Botany*, Vol. 81, p. 1247 – 1266.
80. Howell A.B. (2009) Update on health benefits of cranberry and blueberry. *Acta Horticulturae*, Vol. 810, p. 779 – 783.
81. Ingram J., Bartels D. (1996) The molecular basis of dehydration tolerance in plants. *Annual Review of Plant physiology and Plant Molecular Biology*, Vol. 47, p. 377 – 403.
82. Ismail A.M., Hall A.E., Close T.J. (1999) Purification and partial characterization of a dehydrin involved in chilling tolerance during seedling emergence of cowpea. *Plant Physiology*, Vol. 120, p. 237 – 244.
83. Jones C.G., Hartley S.E. (1999) A protein competition model of phenolic allocation. *Oikos*, Vol. 86, p. 27 – 44.
84. Jonkers H. (1979) Bud dormancy of apple and pear in relation to the temperature during the growth period. *Scientia Horticulturae*, Vol. 10, p. 149 – 154.
85. Kader F., Rovel B, Girardin M., Metche M. (1996) Fractionation and identification of the phenolic compounds of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) *Food Chemistry*, Vol. 55, p. 35 – 40.
86. Kaku S., Iwaya-Inoue M., Jeon K.B. (1983) Effects of temperature on cold acclimation and deacclimation in flower buds of evergreen azaleas. *Plant Cell Physiology*, Vol. 24, p. 557 – 564.
87. Kalberer S.R., Wisniewski M., Arora, R. (2006) Deacclimation and reacclimation of cold-hardy plants: current understanding and emerging concepts. *Plant Science*, Vol. 171, p. 3 – 16.
88. Kalt W., McDonald J.E. (1996) Chemical composition of lowbush blueberry cultivars. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Vol. 121, p. 142 – 146.
89. Kalvāne G. (2011) *Fenoloģiskās izmaiņas un to ietekmējošie klimatiskie faktori*. Disertācija. Latvijas Universitāte. Rīga. 129 lp.
90. Kampuse S., Sne E., Sterne D., Krasnova I. (2009) Chemical composition of highbush blueberry cultivars. *Latvian Journal of Agronomy*, No. 12, p. 53 – 59.

91. Kārklīņš J. (1958) *Ziemcietīgi augļu dārzi*. Rīga: Latvijas Valsts izdevniecība. 234. lpp.
92. Karp K., Starast M., Tiido T. (2000) Frost damages of arctic bramble (*Rubus arcticus*) and half highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* × *Vaccinium angustifolium*) depend on cultivation methods. **In:** *Proceedings of the International Conference: Fruit Production and Fruit Breeding*, Tartu, p. 244 – 247.
93. Kender W.J., Eggert P.P., Franklin P. (1966) Several soil management practices influencing the growth and rhizome development of the blueberry. *Canadian Journal of Plant Science*, Vol. 46, p. 141 – 149.
94. Korcak R.F. (1986) Adaptability of blueberry species to various soil types: I. Growth and initial fruiting. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Vol. 111, p. 816 – 821.
95. Korcak R.F. (1988) Nutrition of blueberry and other calcifuges. *Journal Horticultural reviews*, Vol. 10, p. 183 – 227.
96. Korcak R.F., Galetta G.J., Draper A. (1982) Response of blueberry seedlings to arrange of soil types. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Vol. 107, p. 1153 – 1160.
97. Kosová K., Vitámvás P., Prášil I.T. (2007) The Role of dehydrins in plant response to cold. *Biologia Plantarum*, Vol. 1, p. 601 – 617.
98. Kożuchowski K., Degirmendžić J. (2005) Contemporary changes of climate in Poland: Trends and variation in thermal and solar conditions related to plant vegetation. *Polish Journal of Ecology*, Vol. 53, p. 283 – 297.
99. Kramer P.J., Kozlowski T.T. (1979) *Physiology of Woody Plants*. London: Academic Press, p. 258 – 274.
100. Krüger E., Naumann W.D. (1982) Stickstoffversorgung von Kulturheidelbeeren II. Mineralstoffgehalte im Blatt und in der Frucht sowie N - Bedarf der Pflanze. *Erwerbsobstbau*, Vol. 26, S. 175 – 178.
101. Lang G.A., Early J.D., Martin G.C., Darnell R.L. (1987) Endo-, para- and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. *HortScience*, Vol. 22, p. 371 – 377.
102. Łata B., Trampczynska A., Mika A. (2005) Effect of cultivar and harvest date on thiols, ascorbate and phenolic compounds content in blueberries. *Acta Scientiarum Polonorum - Hortorum Cultus*, Vol. 4, p. 163 – 171.
103. Leahy M., Roderick R., Brilliant K. (2001) The cranberry – promising health benefits, old and new. *Nutrition Today*, Vol. 36, p. 254 – 265.
104. Lee S.K., Kader A.A. (2000) Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, Vol. 20, p. 207 – 220.
105. Levi A., Panta G.R., Parmentier C.M., Muthalif M.M., Arora R., Shanker S., Rowland L.J. (1999) Complementary DNA cloning sequencing and expression of an unusual dehydrin from blueberry floral buds. *Physiology Plantarum*, Vol. 107, p. 98 – 109.
106. Levitt J. (1958) Frost, drought and heat resistance. **In:** *Protoplasmologia. VIII. Physiologie des Protoplasmes*. Vienna: Springer-Verlag, p. 1 – 87.
107. Levitt J. (1980) *Responses of plants to environmental stresses. Chilling, Freezing and High Temperatures Stresses*. 2nd edn. Vol.1. New York: Academic Press. 497 p.
108. Longstroth M. (2008a) Assessing frost freeze damage to blueberries [tiešsaiste] [skatīts 30.11.2008.]. Pieejams: <http://www.canr.msu.edu/vanburen/bbsprik.htm>,

109. Longstroth M. (2008b) Michigan blueberries. Fruit growth stages references – blueberries [tiešsaiste] [skatīts 11.03.2010.]. Pieejams: <http://web1.msue.msu.edu/fruit/bbgrw.htm>,
110. Longstroth M. (2009) Damage to developing blueberry buds in a spring freeze. *Acta Horticulturae*, Vol. 810, p. 609 – 610.
111. Luby J.J., Ballington J.R., Draper A.D., Pliszka K., Austin M.E. (1991) Blueberries and cranberries (*Vaccinium*). **In:** *Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops*. J.N. Moore, J.R. Ballington, Jr. (eds.). International Society for Horticultural Science. The Netherlands, Wageningen, p. 391 – 456.
112. Lyrene P.M. (1993) Some problems and opportunities in blueberry breeding. *Acta Horticulturae*, Vol. 346, p. 63 – 71.
113. Lyrene P.M. (1997) Value of various taxa in breeding tetraploid blueberries in Florida. *Euphytica*, Vol. 94, p. 15 – 22.
114. Mainland C.M. (1998) Frederik Coville's pioneering contributions to blueberry culture and breeding. **In:** *Proceedings of the 8th North American Blueberry Workers Conference*. W.O.Clin, J.R.Ballington (eds.). North Carolina State University. Raleigh, North Carolina, p. 74 – 79.
115. Marian C.O., Krebs S.L., Arora R. (2004) 25-kDa dehydrin is conserved and associated with cold acclimation across diverse species. *New Phytologist*, Vol. 161, p. 773 – 780.
116. Marshall D.A., Spiers J.M., Smith B.J. (2006) Spring freeze damage to rabbiteye blueberry buds and berries. *Acta Horticulturae*, Vol. 715, p. 101 – 103.
117. Mauriņš A., Zvirgds A. (2006) *Dendroloģija*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds. 448 lpp.
118. Mazza G., Minati E. (1993) *Antocyanins in Fruits, Vegetables, and Grains*. Boca Raton: CRC Pres, FL. 362 p.
119. Meisel L., Fonseca B., González S., Beaza – Yatos R., Cambiazo V., Capos R., Gonzalez M., Orellana A., Retamales J., Silva H. (2005) A rapid and efficient method for purifying high quality total RNA from peaches (*Prunus persica*) for functional genomics analyses. *Biological Research*, Vol. 38, p. 83 – 85.
120. McGregor S.E. (1976) Insect pollination of cultivated crop plants. Agricultural Research Services. USDA. *Agricultural Handbook*, Vol. 496, p. 110 – 320.
121. Menzel A. (2002) Phenology, its importance to the Global Change Community Editorial Comment. *Climatic Change*, Vol. 54, p. 379 – 385.
122. Menzel A. (2003) Phenological anomalies in Germany and their relation to air temperature and NAO. *Climatic Change*, Vol. 57, p. 243 – 263.
123. Menzel A., Sparks T.H., Estrella N., Koch E., and others (2006) European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology*, Vol. 12, p. 1969 – 1976.
124. Moor U., Karp K., Pöldma P., Pae A. (2005) Cultural systems affect content of anthocyanins and vitamin C in strawberry fruits. *European Journal of Horticultural Science*, Vol. 70, p. 195 – 201.
125. Moore J.N. (1993a) The blueberry industry of North America. *Acta Horticulturae*, Vol. 346, p.15 – 26.
126. Moore J.N. (1993b) Adapting low organic upland mineral soil for culture of highbush blueberry plants. *Plant and Soil*, Vol. 84, p. 213 – 223.
127. Muthalif M.M., Rowland L.J. (1995) The search for chilling – responsive proteins in blueberry continues. **In:** *Blueberries: A century of Research*. Ed. Gough R.E., Korcak R.F., Food Products Press: The Haworth Press Inc., p. 53 – 60.

128. Muthalif M.M., Rowland L.J. (1994) Identification of chilling-responsive proteins from floral buds of blueberry. *Plant Science*, Vol. 101, p. 41 – 19.
129. Naik D., Dhanaraj A.L., Arora R., Rowland L.J. (2007) Identification of genes associated with cold acclimation in blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) using a subtractive hybridization approach. *Plant Science*, Vol. 173, p. 213 – 222.
130. Noormets M., Karp K., Starast M., Leis L., Muru K. (2006) The influence of freezing on the content of ascorbic acid in *Vaccinium* species berries. *Acta Horticulturae*, Vol. 715, p. 539 – 543 .
131. O'Reilly C., Harper C.P., McCarthy N., Kaene M. (2001) Seasonal changes in physiological status, cold storage and field performance of hybrid larch seedlings in Ireland. *Forestry*, Vol. 74, p.401 – 421.
132. Örgen E. (1996) Premature dehardening in *Vaccinium myrtillus* during mild winter: a cause for winter dieback? *Functional Ecology*, Vol. 10, p. 724 – 732.
133. Örgen E. (1997) Relationship between temperature, respiratory loss of sugar and premature dehardening in dormant Scots pine seedlings. *Tree Physiology*, Vol. 17, p. 47 – 51.
134. Panta G.R., Rieger M.W., Rowland L.J. (2001) Effect of cold and drought stress on blueberry dehydrin accumulation. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, Vol. 76, p. 549 – 556.
135. Parmentier – Line C.M., Panta G.R., Rowland L.J. (2002) Changes in dehydrin expression associated with cold, ABA and PEG treatments in blueberry cell cultures. *Plant Science*, Vol. 162, p. 273 – 282.
136. Paura L., Arhipova I. (2002) *Neparametriskās metodes. SPSS datorprogramma*. Jelgava: LLKC. 148. lpp.
137. Peterson D.V, Mullins C.A, Lietzke D.A., Deyton D.E. (1987) Effect of soil-applied elemental sulfur, aluminium sulfate, and sawdust on growth of rabbiteye blueberries. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Vol. 112, p. 612 – 616.
138. Pliszka K. (1983) *Vaccinium* culture in Poland. *Acta Horticulturae*, Vol. 139, p.171 – 180.
139. Pliszka K. (1997) Overview on *Vaccinium* production in Europe. *Acta Horticulturae*, Vol. 446, p. 49 – 52.
140. Prior R.L., Cao G., Martin A., Sofic E., McEwen J., O'Brien C., Lischner N., Ehenfeldt M., Kalt W., Krewer G., Mainland C.M. (1998) Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity, and variety of *Vaccinium* species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 46, p. 2686 – 2693.
141. Prior R.L., Lazarus S.A., Cao G., Muccitelli H., Hammerstone J.F. (2001) Identification of procyanidins and anthocyanins in blueberries and cranberries (*Vaccinium* spp.) using high-performance liquid chromatography / mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 49, p. 1270 – 1276.
142. Prodorutti D., Pertot I., Giongo L., Gessler C. (2007) Highbush blueberry: cultivation, protection, breeding and biotechnology. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*, Vol. 1, p. 44 – 56.
143. Quamme H.A., Stushnoff C., Weiser C.J. (1972) Winter hardiness of several blueberry species and cultivars in Minnesota. *HortScience*, Vol. 7, p. 500 – 502.
144. Raese J.T., Williams M.W., Billingsley H.D. (1978) Cold hardiness, sorbitol, and sugar levels of apple shoots an influenced by controlled temperature and season. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Vol. 103, p. 796 – 801.

145. Richardson E.A., Seeley S.D., Walker D.R. (1974) A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. *HortScience*, Vol. 9, p. 331 – 333.
146. Rieger M. (2006) Blueberry (*Vaccinium spp.*). *In: Introduction to Fruit Crops*. New York: The Haworth Press, p. 105 – 117.
147. Rinne P., Tuomunen H., Juntilla O. (1994) Seasonal changes in bud dormancy in relation to bud morphology, water and starch content, and abscisic acid concentration in adult trees *Betula pubescens*. *Tree Physiology*, Vol. 14, p. 549 – 561.
148. Riņķis G., Ramane H. (1989) *Kā barojas augi*. Rīga: Avots. 151 lpp.
149. Ripa A. (1998) *Augstās zilenes*. Rīga: Latvijas Zinību biedrība. 47 lpp.
150. Rowland L.J., Ogden E.L., Arora R., Lim C.C., Lehman J.S., Levi A., Panta G.R. (1999) Use of blueberry to study genetic control of chilling requirement and cold hardiness in woody perennials. *HortScience*, Vol. 34, p. 1185 – 1191.
151. Rowland L.J., Ogden E.L., Ehlenfeldt M.K., Vinyard B. (2005) Cold hardiness, deacclimation kinetics, and bud development among 12 diverse blueberry (*Vaccinium spp.*) genotypes under field conditions. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Vol. 130, p. 508 – 514.
152. Saftner R., Polashock J., Ehlenfeldt M., Vinyard B. (2008) Instrumental and sensory quality characteristics of blueberry fruit from twelve cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, Vol. 49, p.19 – 26.
153. Sakai A., Larcher W. (1987) Frost survival of plants. Responses and adaptation to freezing stress. *Ecological Studies*, Vol. 62, Berlin: Springer – Verlag, p. 321.
154. Samish R.M. (1954) Dormancy in woody plant. *Annual Review Plant Physiology*, Vol. 5, p. 183 – 204.
155. Sanderson K.R., Carter M.R., Ivany J.A. (1996) Effect of gypsum on yield and nutrient status of native blueberry. *Canadian Journal Plant Science*, Vol. 76, p. 361 – 366.
156. Sarhan F., Oullet F., Vazquez-Tello A. (1997) The wheat *wcs120* gene family: a useful model to understand the molecular genetics of freezing tolerance in cereals. *Physiologia Plantarum*, Vol. 101, p. 439 – 445.
157. Scheffe J.H., Lehmann K.E., Buschmann I.R., Unger T., Funke-Kaiser H. (2006) Quantitative real-time RT-PCR data analysis: current concepts and the novel „gene expression's C-T difference” formula. *Journal of Molecular Medicine*, Vol. 84, p. 901 – 910.
158. Shinozaki K., Yamaguchi-Shinozaki K. (2000) Molecular responses to dehydration and low temperature: differences and cross – talk between two stress signaling pathways. *Current Opinion in Plant Biology*, Vol. 3, p. 217 – 223.
159. Shutak V.G., Gough R.E., Windus N.D. (1980) The cultivated highbush blueberry: twenty years of research. *Rhode Island Agricultural Experiment Station Bulletin*, Vol. 428, p. 48.
160. Shutak V.G., Hindle R., Christopher E.P. (1957) Growth studies of the cultivated blueberry. *Rhode Island Agricultural Experiment Station Bulletin*, No. 339.
161. Siefker J.H., Hancock J.F. (1986) Yield component interactions in cultivars of the highbush blueberry. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Vol. 111, p. 606 – 608.
162. Siefker J.H., Hancock J.F. (1987) Pruning effects on productivity and vegetative growth in the highbush blueberry. *HortScience*, Vol. 22, p. 210 – 211.

163. Sinelli N., Spinardi A., Di Egidio V., Mignani I., Casiraghi E. (2008) Evaluation of quality and nutraceutical content of blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) by near and mid-infrared spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology*, Vol. 50, p. 31 – 36.
164. Singleton V. L., Orthofer R. M., Lamuela-Raventos R. M. (1999) Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, Vol. 299, p. 152 – 178.
165. Sivaci A. (2006) Seasonal changes of total carbohydrate contents in three varieties of apple (*Malus sylvestris* Miller) stem cutting. *Scientia Horticulturae*, Vol. 109, p. 234 – 237.
166. Skupien K. (2006a) Chemical composition of selected cultivars of highbush blueberry fruit (*Vaccinium corymbosum* L.). *Folia Horticulturae*, Vol. 18, p. 47 – 56.
167. Skupien K. (2006b) Evaluation of chemical composition of fresh and frozen blueberry fruit (*Vaccinium corymbosum* L.). *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, Vol. 5, p. 19 – 25.
168. Smolarz K. (2009) Short information about the history of the commercial cultivation highbush blueberry in Poland. *Latvian Journal of Agronomy*, No. 12, p. 119 – 122.
169. Spann T.M., Williamson J.G., Darnell R.L. (2004) Photoperiod and temperature effects on growth and carbohydrate storage in southern highbush blueberry interspecific hybrid. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Vol. 129, p. 294 – 298.
170. Sparks T.H., Carey P.D. (1995) The responses of species to climate over two centuries: an analysis of the Marsham phenological record, 1736–1947. *Journal of Ecology*, Vol. 83, p. 321 – 329.
171. Spiers J.M. (1976) Chilling regimes affect bud break in ‘Tifblue’ rabbiteye blueberry. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Vol. 101, p. 88 – 90.
172. Spiers J.M. (1978) Effect of stage of bud development on cold injury in rabbiteye blueberry. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Vol. 103, p. 452 – 455.
173. Spiers J.M., Draper A.D. (1974) Effect of chilling on bud break in rabbiteye blueberry. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Vol. 99, p. 398 – 399.
174. Spiers J.M., Braswell J.H. (1992) Soil-applied sulphur affects elemental leaf content and growth of ‘Tifblue’ rabbiteye blueberry. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Vol. 117, p. 230 – 233.
175. Starast M., Paal T., Vool E., Karp K., Albert T., Moor U. (2009) The productivity of some blueberry cultivars under Estonian conditions. *Acta Horticulturae*, Vol. 810, p. 103 – 108.
176. Steffen K.L., Arora R., Palta J.P. (1989) Relative sensitivity of photosynthesis and respiration to freeze-thaw stress in herbaceous species – importance of realistic freeze-thaw protocols. *Plant Physiology*, Vol. 89, p. 1372 – 1379.
177. Steponkus P.J. (1980) A unified concept of stress in plants. *In: Genetic Engineering of Osmoregulation*. D.W.Rains, R.C.Valentine, A.Hollaender (eds). NY, USA: Plenum Press, p. 235 – 255.
178. Strik B. (2006) Blueberry production and research trends in North America. *Acta Horticulturae*, Vol. 715, p. 173 – 183.
179. Strik B. (2005) Blueberry: an expanding world berry crop. *Chronica Horticulturae*, Vol. 45, p. 7 – 12.

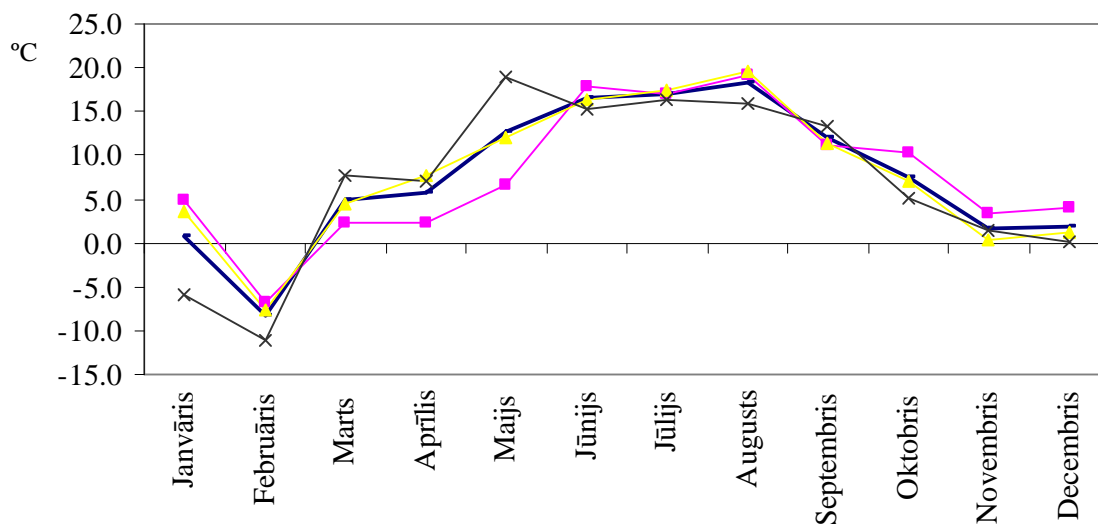
180. Strik B., Yarborough D. (2005) Blueberry production trends in North America, 1992 to 2003 and predictions for growth. *HortTechnology*, Vol. 15, p. 391 – 398.
181. Strik B.C., Finn C.E. (2008) Blueberry cultivars for Oregon [tiešsaiste] [skatīts 25.02.2010.]. Pieejams: <http://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/18937/ec1308-e.pdf>.
182. Suojala T., Linden L. (1997) Frost hardiness of *Philadelphus* and *Hydrangea* clones during ecodormansy. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B: Soil and Plant Science*, Vol. 47, p. 58 – 63.
183. Szpunar J.W. (1985) Acidification of soil and water for cranberry *Vaccinium macrocarpon* Ait. Growing. *Acta Horticulturae*, Vol. 165, p. 333 – 336.
184. Takamizo T., Sugiyama N. (1991) Growth responses to N forms in rabbiteye and highbush blueberries. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, Vol. 60, p. 41 – 45.
185. Taulavuori K., Laine K., Taulavuori E., Pakonen T., Saari E. (1997) Accelerated dehardening in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) induced by a small elevation in air temperature. *Environmental Pollution*, Vol. 98, p. 91 – 95.
186. Tomashow M.F. (1999) Plant cold acclimation: freezing tolerance genes and regulatory mechanisms. *Annual Review of Plant physiology and Plant Molecular Biology*, Vol. 50, p. 573 – 599.
187. Townsend L.R. (1967) Effect of ammonium N and nitrate N separately and in combination on growth of the highbush blueberry. *Canadian Journal of Plant Science*, Vol. 47, p. 555 – 562.
188. Townsend L.R., Hall I.V., Aalders L.E. (1964) The effect of soil pH on the mineral composition and growth of the lowbush blueberry. *Canadian Journal of Plant Science*, Vol. 44, p. 433 – 438.
189. Trehane J. (2004) *Blueberries, Cranberries and Other Vacciniums*. Portland, Cambrige: Timber Press. 255 p.
190. Tromp J. (2005) Dormancy. **In:** *Fundamentals of Temperate Zone Tree Production*. Ed. J.Tromp, A.D. Webster, S.J.Wertheim. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers, p. 65 – 73.
191. Unger P. W., Howell T.A. (1999) Agricultural Water Conservation – A Global Perspective. **In:** *Water Use in Crop Production*. Ed. M.B. Kirkham. Binghamton: Food Product Press. An imprint of the Hawoth press, Inc., p. 1 – 36.
192. *US Highbush Blueberry Council*, 2009 [tiešsaiste] [skatīts 26.04.2010.]. Pieejams: <http://www.blueberry.org/blueberries.htm>.
193. Vander Kloet S.P. (1988) *The genus Vaccinium in North America*. Publication 1828, Ottawa: Research Branch, Agriculture Canada. 201 p.
194. Vander Kloet S.P. (1980) The taxonomy of the highbush blueberry, *Vaccinium corymbosum*. *Canadian Journal of Botany*, Vol. 58, p.1187 – 1201.
195. Velioglu Y.S., Mazza G., Gao L., Oomah B.D. (1998) Antioxidant activity and total phenolic in selected fruits, vegetables, and grain products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 46, p. 4113 – 4117.
196. Vesterheim S., Haffner K., Grønnerød K. (1997) Highbush blueberry production and research in Norway. *Acta Horticulturae*, Vol. 446, p. 177 – 180.
197. Vitámvás P., Kosová K., Prášil I.T. (2007) Proteome analysis in plant stress research. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, Vol. 43, p. 1 – 6.

198. Vorsa N., Polashock J., Howell A., Cunningham D., Roderik R. (2002) Evaluation of fruit chemistry in cranberry germplasm: potential for breeding varieties with enhanced health constituents. *Acta Horticulturae*, Vol. 574, p. 215 – 219.
199. Wach D. (2008) Estimation of growth and yielding of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivated on soil developed from weakly loamy sand. *Folia Horticulturae*, Vol. 20/2, p. 47 – 55.
200. Walther G., Post E., Convey P., Menzel A., Parmesan C., Beebee T.C.C., Fromentin J., Hoegh-Guldberg O., Bairlein F. (2002) Ecological responses to recent climate change. *Nature*, Vol. 416, p. 389 – 395.
201. Wang H., Cao G., Prior R.L. (1994) Oxygen radical absorbing capacity of antocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 45, p. 304 – 309.
202. Welling A., Rinne P., Vihera-Aanio A., Kontunen-Soppela S., Heino P., Palva E.T. (2004) Photoperiod and temperature differentially regulate the expression of two dehydrin genes during overwintering of birch (*Betula pubescens* Ehrh.). *Journal of Experimental Botany*, Vol. 55, p. 508 – 516.
203. Wenslaff T.F., Lyrene P.M. (2003) Unilateral cross compatibility in *Vaccinium elliottii* × *Vaccinium arboreum*, an intersectional blueberry hybrid. *Euphytica*, Vol. 131, p. 255 – 258.
204. Wildung D.K., Sargent K. (1989) The effect of snow depth on winter survival and productivity of Minnesota blueberries. *Acta Horticulturae*, Vol. 241, p. 232 – 237.
205. Wu X., Beecher G.R., Holden J.M., Haytowitz D.B., Gebhardt S.E., Prior R.L. (2004) Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 52, p. 4026 – 4037.
206. Xin Z., Browse J. (2000) Cold comfort farm: the acclimation of plants to freezing temperatures. *Plant, Cell and Environment*, Vol. 23, p. 893 – 902.
207. Yoshioka H., Nagai K., Aoba K., Fukumoto M. (1988) Seasonal changes of carbohydrates metabolism in apple trees. *Scientia Horticultureae*, Vol. 36, p. 219 – 227.
208. Zhu B., Choi D.W., Fenton R., Close T.J. (2000) Expression of the barley dehydrin multigene family and the development of freezing tolerance. *Molecular and General Genetics*, Vol. 264, p. 145 – 153.
209. Zheng W., Wang S.Y. (2003) Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries, and lingonberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 51, p. 502 – 509.
210. Zirnītis A. (1956) Daži pētījumi par Latvijas PSRS bioklimatu. *Latvijas Valsts Universitātes Zinātniskie raksti*, Nr. 4., 71. – 92. lp
211. Zirnītis A. (1968) *Meteoroloģija*. Rīga: Zvaigzne. 367 lpp.
212. Буткус В.Ф., Буткиене З.П., Мажейкайте Я.Д. (1985) Биологическая и биохимическая характеристика голубики высокорослой (фенология и рост побегов). *Труды АН ЛитССР*, Сер. В, т.1, с. 39 – 50.
213. Генкель П.А., Окнина Е.З. (1964) *Состояние покоя и морозоустойчивость плодовых растений*. Москва: Издательство: Наука. 242 с.
214. *Голубика высокорослая: оценка адаптационного потенциала при интродукции в условиях Беларуси* (2007). Ж.А.Рупасова и др.; ред. В.И. Парфенова. Минск: Беларус. Наука. 442 с.
215. Зайцев Г.Н. (1981) *Фенология древесных растений*. Москва: Наука. 121 с.
216. Плешков Б.П. 1976. *Практикум по биохимии растений*. Москва: Колос. 256 с.

217. Рейман А., Плишка К. (1984) *Высокорослая голубика*. Москва: Колос. 54 с.
218. Самыгин Г.А. (1960) Приспособление для микроскопических наблюдений во время охлаждения и замораживания. *Физиология растений*, N 7-3, с. 374 – 377.
219. Туманов И.И., Красавцев О.А. (1962) Изучение механизма отмирания растений при быстром их оттаивании. *Физиология растений*, N 9-6, с. 718 – 729.
220. Христо А.А. (1962) *Период покоя и зимостойкость яблони в условиях Новосибирской области*. Автореферат диссертации канд. биол. наук. Томско, 4 с. [tiešsaiste] [skatīts 27.03.2010.]
Pieejams: <http://www.dissercat.com/content/vliyanie-sposobov-vyrashchivaniya-podvov-na-prizhivaemost-zimnikh-privivok-yabloni#ixzz2IAPQeCSU>.

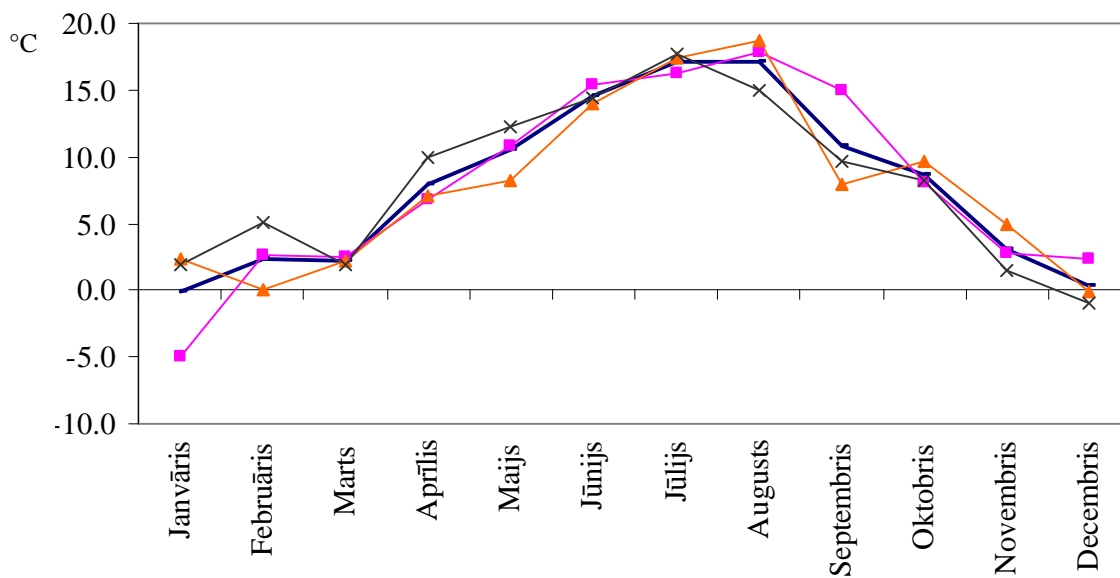
PIELIKUMI

Mēneša vidējā diennakts temperatūra un vidējā dekāžu temperatūra
no 2007. līdz 2011. gadam Jelgavā



1.att. Vidējā un vidējā dekāžu temperatūra 2007. gadā.

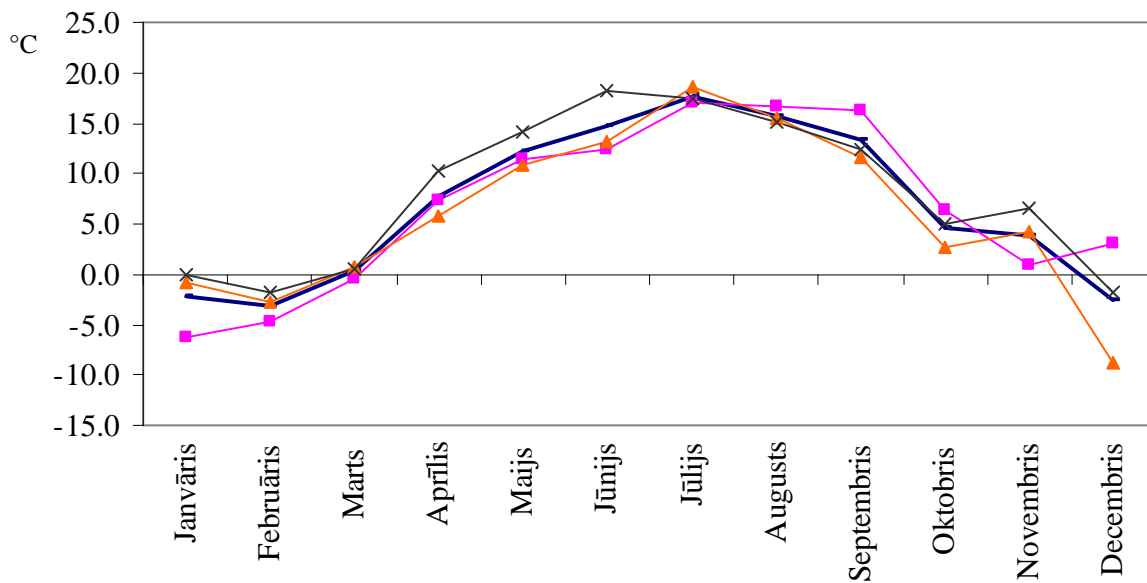
— Vid. temp. mēnesī, 2007 — I — II — III



2. att. Vidējā un vidējā dekāžu temperatūra 2008. gadā.

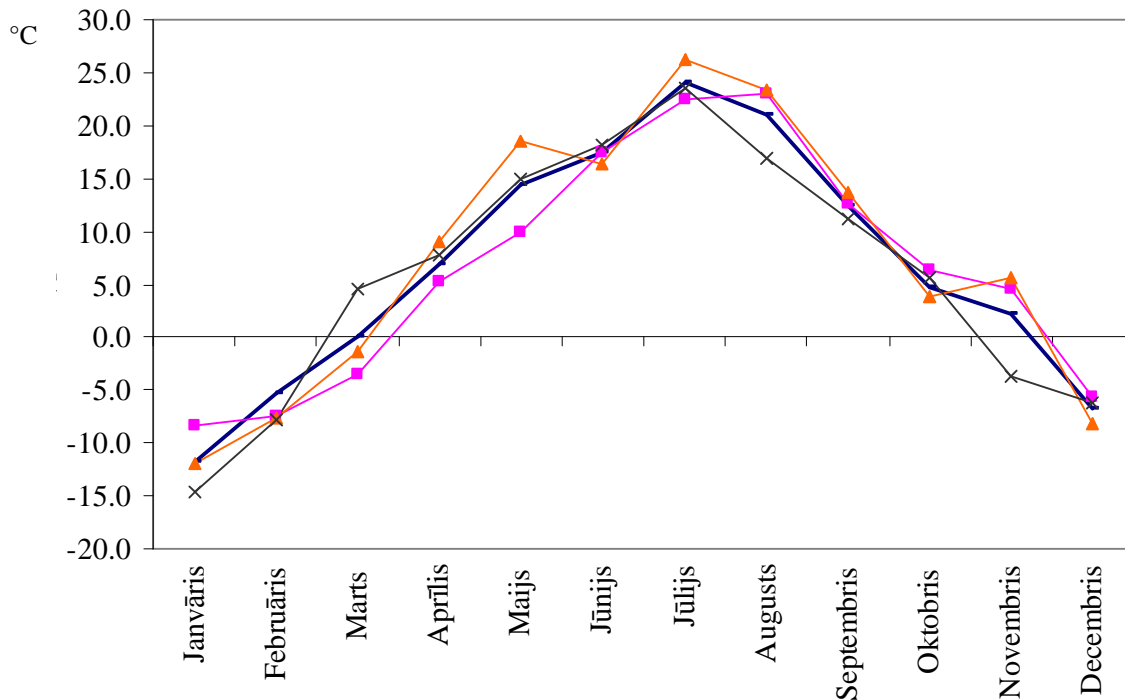
— Vid. temp. mēnesī, 2008 — I dekāde — II dekāde — III dekāde

1. pielikuma turpinājums



3.att. Vidējā un vidējā dekāžu temperatūra 2009. gadā.

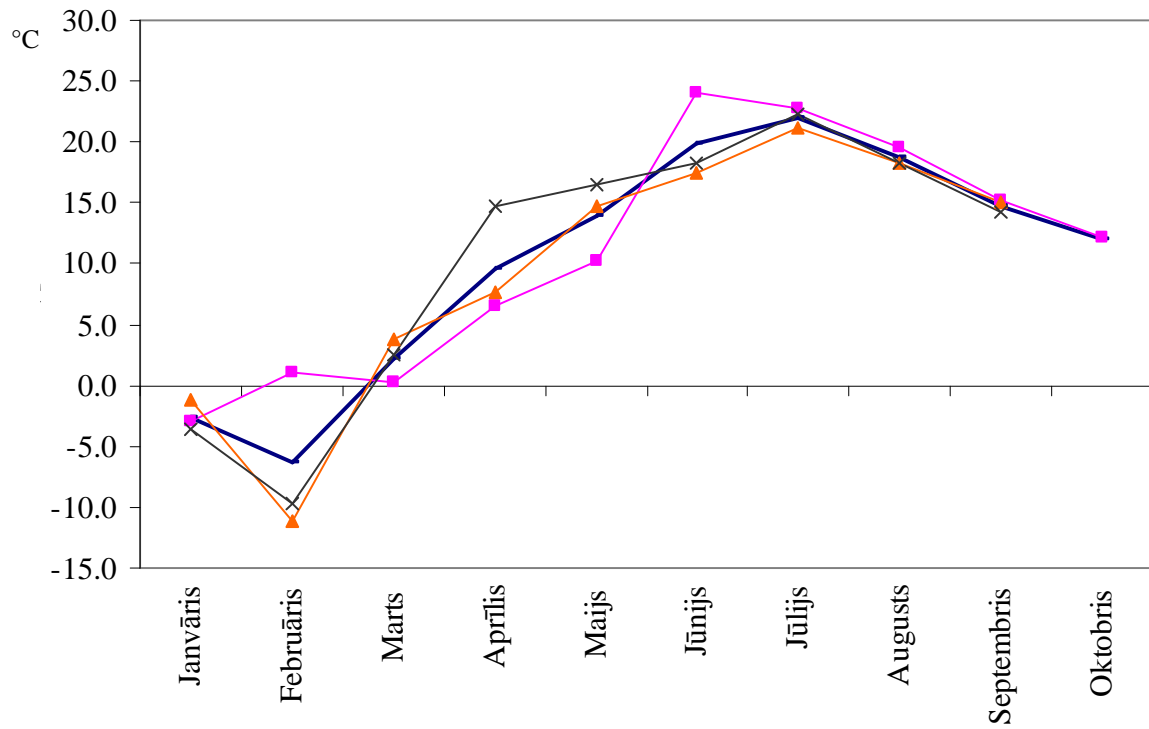
— Vid. temp. mēnesī, 2009 — I dekāde — II dekāde — III dekāde



4.att. Vidējā un vidējā dekāžu temperatūra 2010. gadā.

— Vid. temp. mēnesī, 2010 — I dekāde — II dekāde — III dekāde

1. pielikuma nobeigums

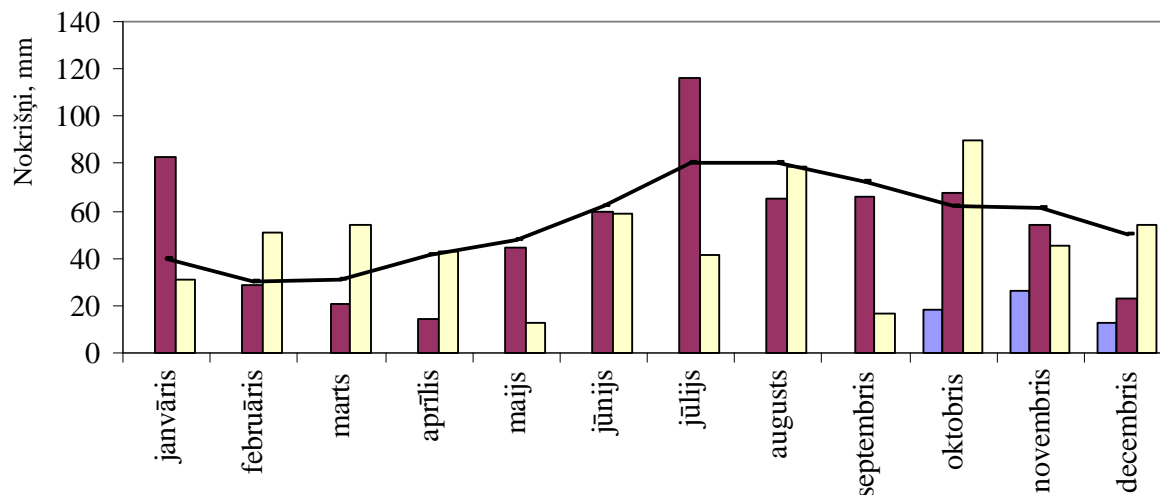


5.att. Vidējā un vidējā dekāžu temperatūra 2011. gadā.

— Vid. temp. mēnesī, 2011 — I dekāde — II dekāde — III dekāde

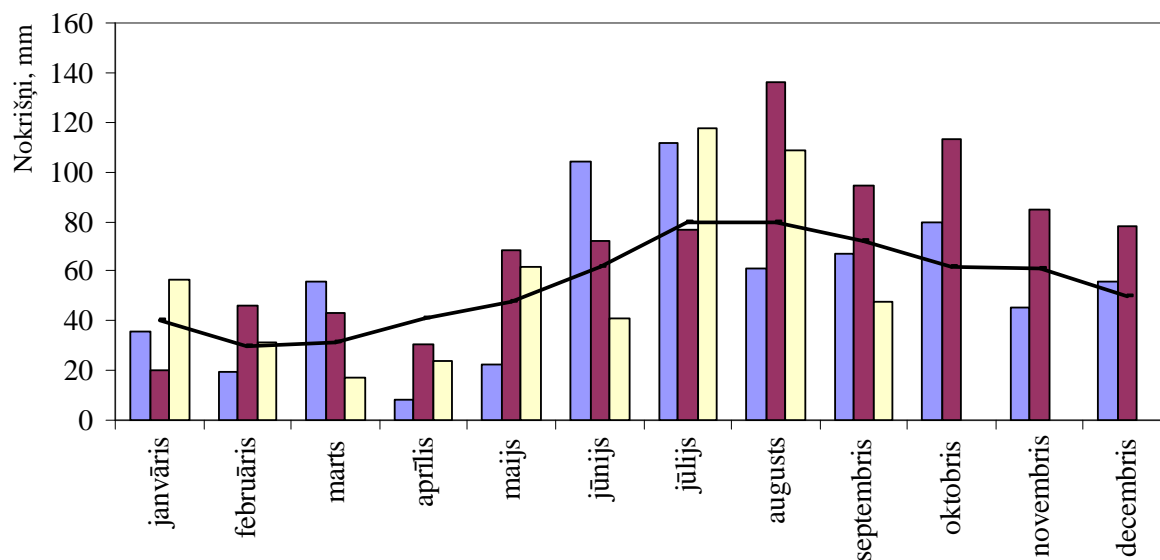
2. pielikums

Nokrišņu daudzums Jelgavā laika periodā no 2006. līdz 2011. gadam



6. att. Vidējais nokrišņu daudzums laika periodā no 2006. gada oktobra līdz 2008. gada decembrim un ilggadīgā norma.

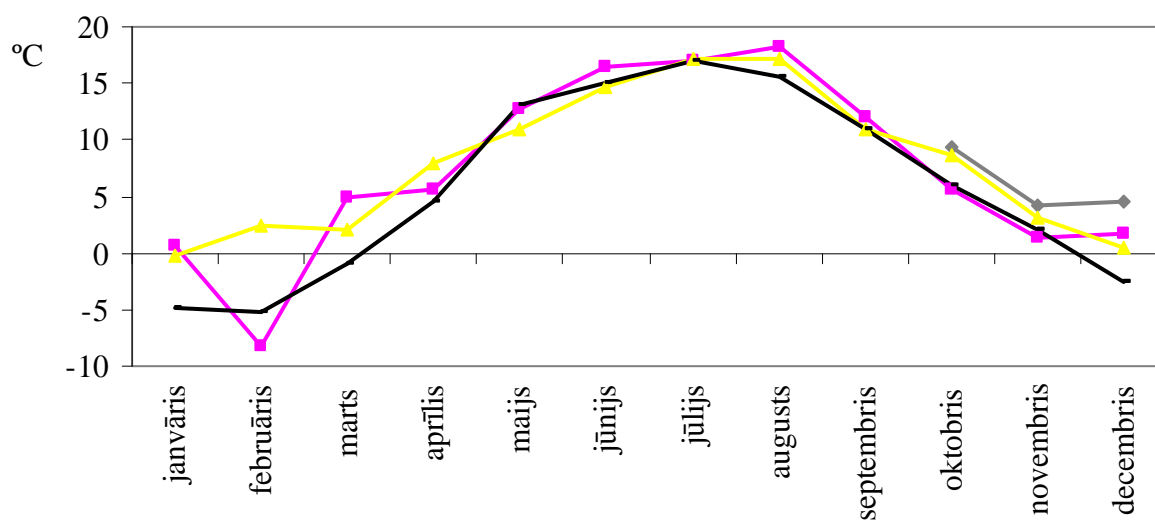
2006 2007 2008 — ilggadīgi, mm



7. att. Vidējais nokrišņu daudzums, laika periodā no 2009. gada janvāra līdz 2011. gada septembrim un ilggadīgā norma.

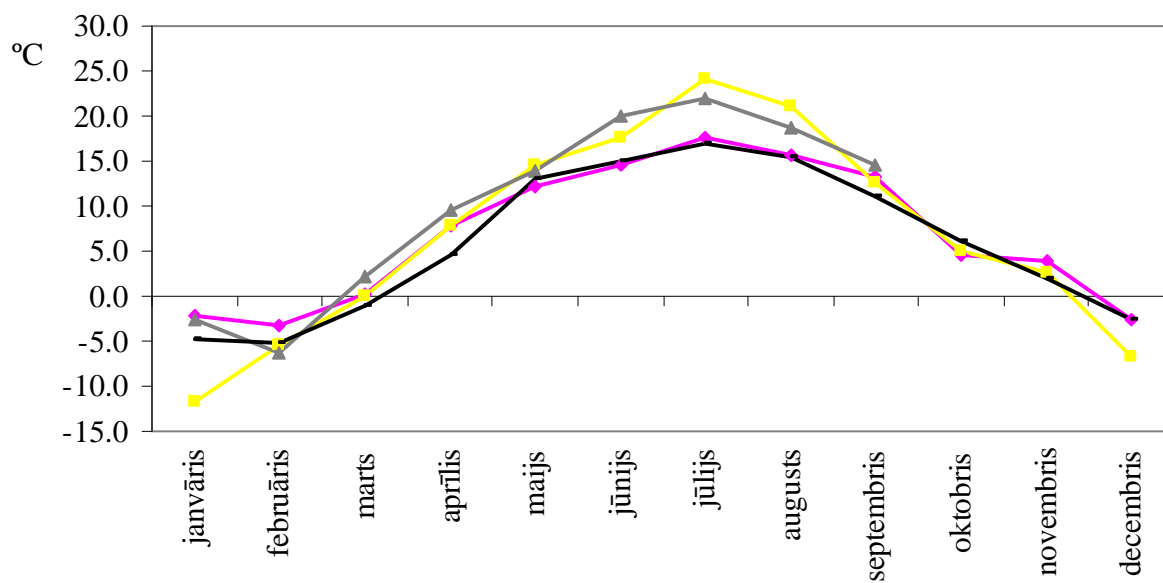
2009 2010 2011 — ilggadīgi, mm

Mēneša vidējā un ilggadīgā temperatūra, °C



8. att. Vidējā un ilggadīgā mēneša temperatūra 2006. – 2008. gadam, Jelgavā.

—◆— 2006 —■— 2007 —▲— 2008 — ilggadīgā temperatūra



9. att. Vidējā un ilggadīgā mēneša temperatūra 2009. - 2011. gadam, Jelgavā.

—◆— 2009 —■— 2010 —▲— 2011 — ilggadīgā temperatūra

4. pielikums

Gaisa temperatūra (°C) un nokrišņu summa (mm) novērojuma gadu veģetācijas beigās (oktobrī) un ziemošanas periodā (decembris - marts)

Laika periodā no 2006. gada oktobra līdz 2011. gada martam

Rādītāji	Mēneši					
	Okt.	Nov.	Dec.	Janv.	Febr.	Marts
	2006			2007		
Maksimālā temperatūra*	20.8	11.1	11.6	10.7	4.2	14.8
Minimālā temperatūra*	-5.6	-12.9	-6.4	-20.3	-29.7	-5.2
Vidējā temperatūra*	9.3	4.2	4.5	0.7	-8.3	2.3
Ilggadīgā (norma) temperatūra	6.0	2.0	-2.5	-4.8	-5.2	-1.0
+/- no normas	3.3	2.2	7.0	5.5	-3.1	3.3
Nokrišņi**	18.1	26.3	13.1	82.9	29.0	20.4
Ilggadīgā (norma)	62	61	50	40	30	31
% no normas	29.2	43.1	26.2	207.3	96.7	65.8
	2007			2008		
Maksimālā temperatūra*	18.1	11.4	8.6	7.3	9.4	15.5
Minimālā temperatūra*	-1.8	-6.6	-9.1	-14.3	-12.7	-9.4
Vidējā temperatūra*	7.4	1.7	1.8	-0.2	2.3	2.2
Ilggadīgā (norma) temperatūra	6.0	2.0	-2.5	-4.8	-5.2	-1.0
+/- no normas	1.4	-0.3	4.3	4.6	7.5	3.2
Nokrišņi**	67.5	53.8	22.9	30.9	32.1	53.9
Ilggadīgā (norma)	62	61	50	40	30	31
% no normas	108.9	88.2	45.8	77.3	107.0	173.9
	2008			2009		
Maksimālā temperatūra*	16.0	13.0	7.5	5.6	4.8	7.8
Minimālā temperatūra*	-3.0	-5.3	-9.8	-20.8	-16.1	-10.7
Vidējā temperatūra	8.6	3.1	0.4	-2.3	-3.2	0.3
Ilggadīgā (norma) temperatūra	6.0	2.0	-2.5	-4.8	-5.2	-1.0
+/- no normas	2.6	1.1	2.9	2.5	2.0	1.3
Nokrišņi, mm**	89.7	45.2	53.7	35.9	19.5	56.0
Ilggadīgā (norma)	62	61	50	40	30	31
% no normas	144.7	74.1	107.4	89.8	65.0	180.6
	2009			2010		
Maksimālā temperatūra	13.8	11.9	7.1	-10.8	4.6	15.4
Minimālā temperatūra	-5.4	-6.9	-17.1	-21.6	-21	-22
Vidējā temperatūra	4.6	3.9	-2.5	-11.5	-4.1	-0.8
Ilggadīgā (norma) temperatūra	6.0	2.0	-2.5	-4.8	-5.2	-1.0
+/- no normas	-1.4	1.9	0.0	-6.7	1.1	0.2
Nokrišņi, mm**	79.4	45.7	55.7	20.1	46.2	43.4
Ilggadīgā (norma)	62	61	50	40	30	31
% no normas	128.1	74.9	111.4	50.3	154.0	140.0

* Jelgavas HMS dati, dati no Strazdu ielas 1

**Dobeles un Bauskas HMS dati

4. pielikuma nobeigums

Rādītāji	Mēneši					
	Okt.	Nov.	Dec.	Janv.	Febr.	Marts
	2010			2011		
Maksimālā temperatūra*	9.4	10.7	-2.0	19.1	19.4	23.2
Minimālā temperatūra*	1.4	-13.0	-11.6	-18.4	-27.5	-16.8
Vidējā temperatūra*	5.0	2.6	-6.7	-2.6	-6.3	2.2
Ilggadīgā (norma) temperatūra	6.0	2.0	-2.5	-4.8	-5.2	-1.0
+/- no normas	-1.0	0.6	-4.2	2.2	-1.1	3.2
Nokrišņi**	112.8	84.6	77.9	56.4	31.6	17.2
Ilggadīgā (norma)	62	61	50	40	30	31
% no normas	181.9	138.6	155.8	141.0	105.3	55.5

* Jelgavas HMS dati, dati no Strazdu ielas 1

**Dobeles un Bauskas HMS dati

5. pielikums

Mēnešu diennakts vidējo temperatūru atšķirības pētījuma vietā piecu (2007. – 2011) gadu laikā
(Vilkoksona būtiskuma rangu tests)

Gada pāri	Z	Būtiskums (p-divpusējs)	Pamatojums
VidT2008 - VidT2007	-0.289	0.773	nav būtiskas atšķirības
VidT2009 - VidT2008	-3.861	0.000	ir būtiskas atšķirības, pamatojoties uz negatīviem rangiem
VidT2010 - VidT2009	-0.824	0.410	nav būtiskas atšķirības
VidT2011 - VidT2010	-4.226	0.000	ir būtiskas atšķirības, pamatojoties uz pozitīviem rangiem
VidT2009 - VidT2007	-1.704	0.088	nav būtiskas atšķirības
VidT2010 - VidT2007	-0.821	0.412	nav būtiskas atšķirības
VidT2011 - VidT2007	-4.696	0.000	ir būtiskas atšķirības, pamatojoties uz negatīviem rangiem
VidT2010 - VidT2008	-2.400	0.016	ir būtiskas atšķirības, pamatojoties uz pozitīviem rangiem
VidT2011 - VidT2008	-4.791	0.000	ir būtiskas atšķirības, pamatojoties uz negatīviem rangiem

6. pielikums

Mēnešu diennakts temperatūru atšķirības pētījuma vietā piecu (2007. – 2011) gadu laikā
(Vilkoksona būtiskuma rangu tests)

Periodi	Gadu pāri	Z	Būtiskums (p-divpusējs)	Pamatojums
Ziemošanas periodā	VidT2008 - VidT2007	-2.249	0.025	ir būtiskas atšķirības, pamatojoties uz negatīviem rangiem
	VidT2009 - VidT2008	-4.519	0.000	ir būtiskas atšķirības, pamatojoties uz pozitīviem rangiem
	VidT2010 - VidT2009	-5.183	0.000	ir būtiskas atšķirības, pamatojoties uz pozitīviem rangiem
	VidT2011 - VidT2010	-3.732	0.000	ir būtiskas atšķirības, pamatojoties uz negatīviem rangiem
	VidT2009 - VidT2007	-0.029	0.977	nav būtiskas atšķirības, pamatojoties uz pozitīviem rangiem
	VidT2010 - VidT2007	-4.925	0.000	ir būtiskas atšķirības, pamatojoties uz pozitīviem rangiem
	VidT2011 - VidT2007	-1.238	0.216	nav būtiskas atšķirības
	VidT2010 - VidT2008	-7.595	0.000	ir būtiskas atšķirības, pamatojoties uz pozitīviem rangiem
	VidT2011 - VidT2008	-5.478	0.000	ir būtiskas atšķirības, pamatojoties uz pozitīviem rangiem
	VidT2011 - VidT2009	-2.038	0.042	ir būtiskas atšķirības, pamatojoties uz pozitīviem rangiem
Veģetācijas periodā	VidT2008 - VidT2007	-1.417	0.157	nav būtiskas atšķirības
	VidT2009 - VidT2008	-1.249	0.212	nav būtiskas atšķirības
	VidT2010 - VidT2009	-5.494	0.000	ir būtiskas atšķirības, pamatojoties uz negatīviem rangiem
	VidT2011 - VidT2010	-2.717	0.007	ir būtiskas atšķirības, pamatojoties uz negatīviem rangiem
	VidT2009 - VidT2007	-2.269	0.023	ir būtiskas atšķirības, pamatojoties uz pozitīviem rangiem
	VidT2010 - VidT2007	-3.484	0.000	ir būtiskas atšķirības, pamatojoties uz negatīviem rangiem
	VidT2011 - VidT2007	-6.418	0.000	ir būtiskas atšķirības, pamatojoties uz negatīviem rangiem
	VidT2010 - VidT2008	-4.097	0.000	ir būtiskas atšķirības, pamatojoties uz negatīviem rangiem
	VidT2011 - VidT2008	-8.905	0.000	ir būtiskas atšķirības, pamatojoties uz negatīviem rangiem
	VidT2011 - VidT2009	-9.151	0.000	ir būtiskas atšķirības, pamatojoties uz negatīviem rangiem

7. pielikums

Krūmmelleņu ziemcietības aprakstošā statistika un divfaktoru dispersijas analīzes kopsavilkumu tabulas

Krūmmelleņu ziemcietības aprakstošā statistika 2007. – 2011. gadā, balles

Statistiskie rādītāji	Gads				
	2007	2008	2009	2010	2011
Ziedpumpuriem					
Minimālā ziemcietība	0.7	6.0	9.0	3.0	4.0
Maksimālā ziemcietība	6.0	9.0	9.0	8.0	9.0
Vidējā ziemcietība (\bar{x})	3.6	8.3	9.0	5.8	6.3
Standartnovirze (s)	1.4	0.8	0.0	1.2	1.4
Dzinumiem					
Minimālā ziemcietība	2.0	8.0	9.0	6.0	4.0
Maksimālā ziemcietība	7.0	9.0	9.0	8.0	9.0
Vidējā ziemcietība (\bar{x})	4.3	8.6	9.0	7.1	6.8
Standartnovirze (s)	1.3	0.5	0.0	0.9	1.2
Kopējā ziemcietība					
Minimālā ziemcietība	1.4	7.0	9.0	5.5	4.0
Maksimālā ziemcietība	6.0	9.0	9.0	8.0	8.5
Vidējā ziemcietība (\bar{x})	4.0	8.5	9.0	6.5	6.5
Standartnovirze (s)	1.3	0.6	0.0	0.8	1.3

Divfaktoru dispersijas (ar atkārtojumiem) kopsavilkuma tabulas

Krūmmelleņu ziedpumpuru ziemcietībai

ANOVA							
Variācija	NKS	df	Dispersija	$F_{fakt.}$	p – vērtība	F_{crit}	η^2 , %
Šķirne (A)	60.041	10	6.00	20.05	0.000	1.92	7.45
Gads (B)	611.828	4	152.96	510.68	0.000	2.45	75.89
Faktoru mijiedarbība (A×B)	101.355	40	2.53	8.46	0.000	1.50	12.57
Kļūda	32.946	110	0.29	-	-	-	-
Kopējā izkliede	806.172	164	-	-	-	-	-

Krūmmelleņu dzinumu ziemcietībai

ANOVA							
Variācija	NKS	df	Dispersija	$F_{fakt.}$	p – vērtība	F_{crit}	η^2 , %
Šķirne (A)	44.448	10	4.444	40.7	0.000	1.92	7.65
Gads (B)	451.491	4	112.873	1034.7	0.000	2.45	77.68
Faktoru mijiedarbība (A×B)	73.3091	40	1.832	16.8	0.000	1.50	12.61
Kļūda	12	110	0.109	-	-	-	-
Kopējā izkliede	581.248	164	-	-	-	-	-

NKS – noviržu kvadrātu summa

df – brīvības pakāpju skaits

8. pielikums

Krūmmelleņu ziedpumpuru un dzinumu vidējā ziemcietība (ballēs) novērojuma gados

Krūmmelleņu ziedpumpuru ziemcietība, balles

Šķirne (A)	Gads (B)					$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	s
	2007	2008	2009	2010	2011		
Duke	1.1	7.1	9.0	5.7	4.0	5.4 ±1.3	3.0
Bluejay	3.0	8.3	9.0	5.3	5.0	6.1 ±1.1	2.5
Blueray	4.3	8.3	9.0	4.3	4.7	6.1 ±1.0	2.3
Jersey	5.3	8.0	9.0	3.7	6.3	6.5 ±0.9	2.1
Northland*	2.7	8.7	9.0	6.7	5.7	6.5 ±1.1	2.6
Bluecrop	4.0	8.3	9.0	5.3	6.0	6.5 ±0.9	2.1
Spartan	2.3	8.7	9.0	6.0	7.0	6.6 ±1.2	2.7
Polaris*	4.3	8.3	9.0	6.3	6.3	6.9 ±0.8	1.8
Patriot	2.7	8.7	9.0	6.3	8.3	7.0 ±1.2	2.6
Northblue*	4.0	9.0	9.0	7.0	7.7	7.3 ±0.9	2.1
Chippewa*	5.7	8.3	9.0	7.7	8.0	7.7 ±0.6	1.3
<i>RS</i> _{0.05}	$F_A = 0.39; F_B = 0.26; F_{AB} = 0.89$						
<i>p</i> - vērtība	$F_A < 0.01; F_B < 0.01; F_{AB} < 0.01$						

* *V. corymbosum* × *V. angustifolium*

Krūmmelleņu dzinumu ziemcietība, balles

Šķirne (A)	Gads (B)					$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	s
	2007	2008	2009	2010	2011		
Duke	2.0	8.0	9.0	6.0	4.7	5.9 ±1.2	2.8
Bluecrop	4.3	9.0	9.0	6.0	6.0	6.9 ±0.9	2.1
Bluejay	4.0	8.7	9.0	7.0	6.0	6.9 ±0.9	2.0
Northland*	3.0	8.7	9.0	8.0	6.0	6.9 ±1.1	2.5
Blueray	4.7	9.0	9.0	6.7	6.0	7.1 ±0.9	1.9
Polaris*	5.3	8.7	9.0	6.0	6.7	7.1 ±0.7	1.6
Spartan	3.7	8.7	9.0	7.7	7.0	7.2 ±1.0	2.1
Patriot	4.0	9.0	9.0	6.7	8.7	7.5 ±1.0	2.2
Northblue*	4.3	9.0	9.0	8.0	8.0	7.7 ±0.9	1.9
Jersey	6.3	8.0	9.0	7.7	8.0	7.8 ±0.4	1.0
Chippewa*	6.0	8.3	9.0	8.0	8.0	7.9 ±0.5	1.1
<i>RS</i> _{0.05}	$F_A=0.24; F_B=0.16; F_{AB}=0.53$						
<i>p</i> - vērtība	$F_A<0.01; F_B<0.01; F_{AB}<0.01$						

* *V. corymbosum* × *V. angustifolium*

9. pielikums

Krūmmelleņu dzinumu un ziedpumpuru ziemcietības savstarpējā sakarība

Korelācijas koeficients r_{yx} ($p < 0.01$)

Šķirnes	r_{yx}	$t_{0.01; n-2}$	n	S_x	t_{fakt}
Patriot	0.965*	3.012	15	0.073	13.276
Polaris**	0.918*	3.012	15	0.110	8.357
Northblue**	0.949*	3.012	15	0.087	10.861
Northland**	0.965*	3.012	15	0.073	13.300
Chippewa**	0.962*	3.012	15	0.075	12.784
Bluecrop	0.951*	3.012	15	0.086	11.094
Blueray	0.859*	3.012	15	0.142	6.044
Spartan	0.942*	3.012	15	0.093	10.103
Bluejay	0.956*	3.012	15	0.082	11.703
Jersey	0.586	3.012	15	0.225	2.606
Duke	0.975*	3.012	15	0.062	15.721
Kopējais r_{yx}	0.916*	2.606	165	0.031	29.203

*korelācija būtiska ($p < 0.01$)

***V. corymbosum* × *V. angustifolium*

10. pielikums

Krūmmelleņu šķirņu kopējā ziemcietības vērtējums pa gadiem, balles

Gads	Zema ($< x_{vid} - s$)	Vidēja ($x_{vid} \pm s$)	Augsta ($> x_{vid} + s$)
2007	<u>1.6 – 2.7 balles</u> Duke**	<u>2.7 – 5.2 balles</u> Northland, Spartan, Patriot, Bluejay, Bluecrop, Northblue, Blueray, Polaris	<u>5.2 – 5.8 balles</u> Jersey, Chippewa*
2008	<u>< 7.6 balles</u> –	<u>7.6 – 8.5 balles</u> Duke, Jersey, Chippewa, Bluejay	<u>8.5 – 9.0 balles</u> Blueray, Bluecrop, Northland, Spartan, Polaris, Patriot, Northblue*
2009	–	–	<u>9.0 balles</u> Duke, Jersey, Chippewa* , Bluejay, Blueray, Bluecrop, Northland, Spartan, Polaris, Patriot, Northblue*
2010	<u>< 5.6 balles</u> Blueray**	<u>5.6 – 7.3 balles</u> Bluecrop, Jersey, Duke, Bluejay, Polaris, Patriot, Spartan	<u>7.3 – 7.8 balles</u> Northland, Northblue* , Chippewa*
2011	<u>4.3 – 5.3 balles</u> Duke** , Blueray**	<u>5.3 – 7.8 balles</u> Bluejay, Northland, Bluecrop, Polaris, Spartan, Jersey	<u>7.8 – 8.5 balles</u> Northblue* , Chippewa* , Patriot

***Chippewa** – pasvītrotas šķirnes ar augstu kopējo ziemcietību četros novērojuma gados

** **Duke** – treknrakstā iekrāsotas šķirnes ar zemu kopējo ziemcietību vismaz divos novērojuma gados

$x_{vid} \pm s$ – vidējā vērtība \pm standartnovirze

11. pielikums

Sausnas un reducējošo cukuru satura aprakstošā statistika, g 100 g⁻¹

Rādītāji	Paraugu ņemšanas reizes					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Datumi	26.okt.	25.nov.	27.dec.	27.janv.	24.febr.	31.marts
Akumulētās CU	131	712	714	759	862	1109
Sausna						
Minimālais saturs	49.7	49.6	51.1	47.7	50.4	53.2
Maksimālais saturs	61.5	56.6	58.3	55.3	56.6	59.8
<i>Vidējais saturs (\bar{x})</i>	<i>56.8</i>	<i>52.6</i>	<i>55.3</i>	<i>52.0</i>	<i>53.7</i>	<i>55.8</i>
Standartnovirze (s)	3.0	2.0	2.4	2.0	2.3	2.1
Amplitūda	11.8	7.0	7.2	7.6	6.2	6.6
Variācijas koeficients, %	5.2	3.7	4.3	3.8	4.3	3.8
Reducējošie cukuri						
Minimālais saturs	1.13	1.07	2.37	2.8	2.47	1.61
Maksimālais saturs	3.96	3.99	4.53	4.74	3.99	3.77
<i>Vidējais saturs (\bar{x})</i>	<i>2.31</i>	<i>3.05</i>	<i>3.63</i>	<i>3.64</i>	<i>3.29</i>	<i>2.49</i>
Standartnovirze (s)	0.73	0.70	0.61	0.52	0.42	0.52
Amplitūda	2.83	2.92	2.16	1.94	1.52	2.16
Variācijas koeficients, %	31.5	23.0	16.7	14.4	12.7	20.8

12. pielikums

**Sausnas un reducējošo cukuru satura dinamika krūmmelleņu dzinumos
no 1. līdz 155. paraugu ņemšanas dienai, g 100 g⁻¹**

(šķirnes ranžētas pēc dzinumu ziemcietības* - no augstākas uz zemāko)

Šķirnes (F _A)	Paraugu ņemšanas reizes (F _B)					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Datumi	26.okt.	25.nov.	27.dec.	27.janv.	24.febr.	31.marts
Akumulētās CU	131	712	714	759	862	1109
Sausna						
Patriot	56.5	51.5	54.7	51.9	53.4	58.2
Northblue**	57.2	51.2	55.0	47.7	56.1	59.8
Chippewa**	61.5	56.6	52.6	51.9	56.1	58.1
Jersey	55.4	49.6	55.6	52.8	52.9	53.2
Spartan	49.7	51.0	54.8	51.8	56.6	55.2
Polaris**	58.4	54.7	58.1	53.8	53.4	55.8
Bluejay	54.9	51.2	56.5	55.3	56.5	56.0
Bluecrop	58.7	53.3	53.6	50.0	53.8	55.8
Northland**	56.8	53.5	58.2	51.5	51.5	54.0
Blueray	58.5	53.0	51.1	53.3	50.5	53.5
Duke	57.1	52.9	58.3	51.5	50.4	54.0
\bar{x}	56.8	52.6	55.3	52.0	53.7	55.8
$s_{\bar{x}}$	0.89	0.59	0.71	0.60	0.70	0.65
$RS_{0.05} F_A$	2.67					
$p - \text{vērtība } F_A$	0.416					
$p - \text{vērtība } F_B$	0.000					
Reducējošie cukuri						
Patriot	2.51	3.29	3.29	3.77	3.29	1.83
Northblue**	2.67	3.61	3.61	3.72	3.18	2.21
Chippewa**	1.64	3.07	3.07	4.21	3.94	2.69
Jersey	2.61	3.01	3.01	3.50	3.56	2.48
Spartan	2.34	2.31	2.31	3.56	3.07	2.64
Polaris**	2.10	3.18	3.18	4.04	3.18	2.26
Bluejay	1.53	1.40	1.40	2.80	2.58	1.83
Bluecrop	2.40	3.67	3.67	2.96	2.96	2.96
Northland**	2.85	3.07	3.07	4.47	3.83	3.45
Blueray	2.51	3.88	3.88	3.56	3.66	2.48
Duke	2.29	3.13	3.13	3.45	3.02	2.58
\bar{x}	2.31	3.05	3.63	3.64	3.29	2.49
$s_{\bar{x}}$	0.12	0.21	0.21	0.15	0.12	0.14
$RS_{0.05} F_A$	0.46					
$p - \text{vērtība } F_A$	0.000					
$p - \text{vērtība } F_B$	0.000					

*augsta dzinumu ziemcietība (> 7.1 balles) – Patriot, Northblue, Chippewa, Jersey; vidēja dzinumu ziemcietība (7.0 – 5.5 balles) – Spartan, Polaris, Bluejay, Bluecrop, Northland, Blueray; zema dzinumu ziemcietība (zem 5.4 balles) – Duke

***V. corymbosum* × *V. angustifolium*

13. pielikums

Krūmmelleņu dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresijas aprakstošā statistika paraugu ņemšanas reizēs, atkarībā no akumulēto aukstumstundu skaita

Rādītāji	Paraugu ņemšanas reizes				
	1	2	3	4	5
	25.nov.	27.dec.	27.janv.	3.marts	31.marts
	Akumulētās aukstumstundas				
	712	714	759	883	1109
14 kDa					
Minimālais relatīvais līmenis	1.20	1.50	0.82	0.45	0.17
Maksimālais relatīvais līmenis	42.00	12.00	4.00	4.30	2.10
<i>Vidējais relatīvais līmenis (\bar{x})</i>	9.88	4.28	1.81	1.68	0.98
Amplitūda	40.80	10.50	3.18	3.85	1.93
Standartnovirze (s)	12.26	2.98	1.19	1.19	0.62
Variācijas koeficients, %	124.04	69.54	65.55	71.12	63.62
60 kDa					
Minimālais relatīvais līmenis	0.93	0.70	0.32	0.19	0.73
Maksimālais relatīvais līmenis	7.20	15.00	3.50	10.00	19.00
<i>Vidējais relatīvais līmenis (\bar{x})</i>	3.23	6.46	1.42	2.37	8.04
Amplitūda	6.27	14.30	3.18	9.81	18.27
Standartnovirze (s)	2.07	5.45	1.17	3.31	6.15
Variācijas koeficients, %	63.88	84.31	81.85	139.81	76.52

14. pielikums

**Krūmmelleņu dehidrīnu kodējošo gēnu ekspresijas relatīvais līmenis paraugu
ņemšanas reizēs, atkarībā no akumulēto aukstumstundu skaita**

(šķirnes ranžētas pēc dzinumu ziemcietības*)

Šķirnes (F_A)	Paraugu ņemšanas reizes				
	25.nov.	27.dec.	27.janv.	3.marts	31.marts
	Aukstumstundu skaits (F_B)				
	712	714	759	883	1109
14kDa					
Patriot	10.0	1.6	1.0	2.2	1.0
Northblue**	6.8	12.0	3.3	0.9	1.2
Chippewa**	16.0	4.0	1.2	4.3	1.2
Jersey	42.0	3.6	4.0	2.8	2.1
Spartan	n.d.	1.5	0.8	0.9	0.6
Polaris**	1.4	n.d.	1.0	1.6	0.2
Bluejay	1.2	3.7	1.7	2.0	0.7
Bluecrop	3.3	4.3	n.d.	0.5	0.2
Northland**	2.8	3.2	1.5	1.1	0.8
Blueray	11.0	3.2	n.d.	0.5	n.d.
Duke	4.3	5.7	n.d.	n.d.	1.8
$s_{\bar{x}}$	3.9	0.9	0.4	0.4	0.2
$RS_{0.05}$	6.86				
$p - \text{vērtība } F_A$	0.186				
$p - \text{vērtība } F_B$	0.005				
60kDa					
Patriot	4.6	8.4	2.6	6.8	9.2
Northblue**	1.6	12	0.93	1.7	14
Chippewa**	4.8	15	n.d.	10	7.7
Jersey	7.2	2.8	0.84	0.77	n.d.
Spartan	n.d.	0.7	1.1	1.9	1.1
Polaris**	0.93	n.d.	0.32	0.23	0.73
Bluejay	4.7	3.1	0.68	0.75	4.6
Bluecrop	1.4	4.8	n.d.	0.19	4
Northland**	3.3	14	3.5	0.99	19
Blueray	2.7	1.4	n.d.	0.38	0
Duke	1.1	2.4	n.d.	n.d.	12
$s_{\bar{x}}$	0.65	1.72	0.44	1.05	2.05
$RS_{0.05}$	4.46				
$p - \text{vērtība } F_A$	0.003				
$p - \text{vērtība } F_B$	0.001				

*augsta dzinumu ziemcietība (> 7.1 balles) – Patriot, Northblue, Chippewa, Jersey; vidēja dzinumu ziemcietība (7.0 – 5.5 balles) – Spartan, Polaris, Bluejay, Bluecrop, Northland, Blueray; zema dzinumu ziemcietība (zem 5.4 balles) – Duke; n.d. nav datu

***V. corymbosum* × *V. angustifolium*

15. pielikums

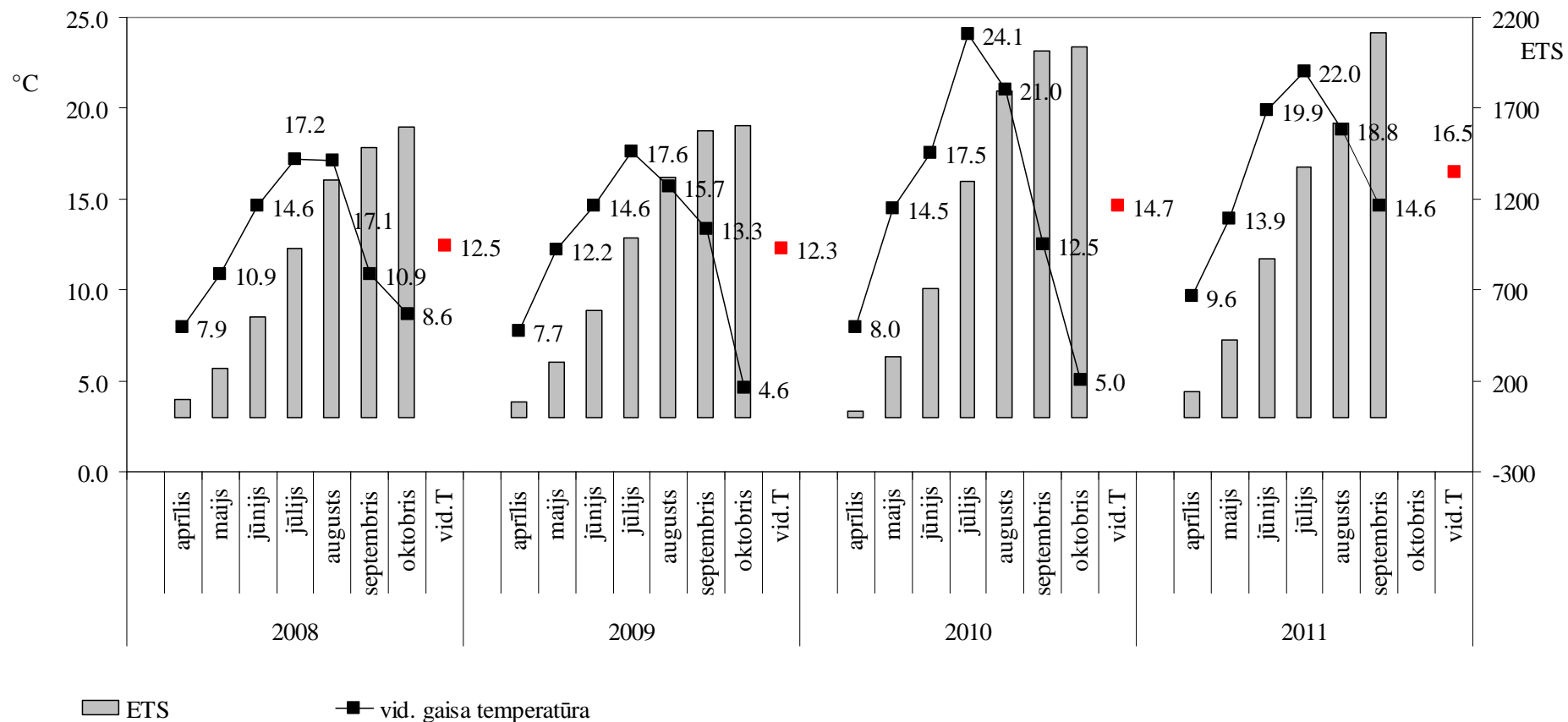
Meteoroloģisko apstākļu, reducējošo cukuru un sausnas satura ietekme uz 14 kDa un 60 kDa dehidrīnu gēnu ekspresijas relatīvo līmeni 2010./2011. gada ziemošanas periodā

Korelācijas koeficients r_{yx} ($p < 0.05$)

Rādītāji	r_{yx}	$t_{0.05; n-2}$	n	S_x	$t_{fakt.}$
14kDa					
Reducējošo cukuru saturs	0.079	2.013	48	0.147	0.537
Sausnas saturs	-0.235	2.013	48	0.143	1.640
Vidējā mēneša temperatūra	0.293*	2.013	48	0.141	2.076
Minimālā mēneša temperatūra	-0.102	2.013	48	0.147	0.697
Maksimālā mēneša temperatūra	0.224	2.013	48	0.144	1.559
Akumulētās CU	-0.331*	2.013	48	0.139	2.379
60kDa					
Reducējošo cukuru saturs	-0.129	2.015	46	0.150	0.860
Sausnas saturs	0.300*	2.015	46	0.144	2.085
Vidējā mēneša temperatūra	0.010	2.015	46	0.151	0.063
Minimālā mēneša temperatūra	0.328*	2.015	46	0.142	2.300
Maksimālā mēneša temperatūra	-0.041	2.015	46	0.151	0.272
Akumulētās CU	0.266	2.015	46	0.145	1.827

* korelācija būtiska ($p < 0.05$)

Vidējā gaisa temperatūra un efektīvās temperatūras summa veģetācijas periodā četros gados



10. att. Vidējā gaisa temperatūra un efektīvās temperatūras summa (ETS) veģetācijas periodā četros (2008. – 2011.) gados.

Krūmmelleņu fenoloģisko fāžu aprakstošā statistika 2009. – 2011. gadā

Rādītāji	Gads			
	2008	2009	2010	2011
Ziedpumpuru briešana				
Minimālais	n.v.	91	102	89
Maksimālais	n.v.	108	108	112
Vidējais (\bar{x})	n.v.	103	104	101
Standartnovirze (s)	n.v.	17	6	23
Amplitūda	n.v.	5	3	6
	$RS_{0.05}$	8.14		
	p – vērtība (šķirne)	0.283		
	p – vērtība (gadi)	0.212		
Ziedēšanas sākums				
Minimālais	n.v.	126	134	130
Maksimālais	n.v.	144	149	143
Vidējais (\bar{x})	n.v.	132	138	134
Standartnovirze (s)	n.v.	18	15	13
Amplitūda	n.v.	5	5	4
	$RS_{0.05}$	3.99		
	p – vērtība (šķirne)	0.000		
	p – vērtība (gadi)	0.000		
Ziedēšanas ilgums				
Minimālais	n.v.	10	9	11
Maksimālais	n.v.	20	16	23
Vidējais (\bar{x})	n.v.	16	14	16
Standartnovirze (s)	n.v.	10	7	12
Amplitūda	n.v.	4	3	3
	$RS_{0.05}$	7.87		
	p – vērtība (šķirne)	0.694		
	p – vērtība (gadi)	0.578		
Ogu ienākšanās laiks				
Minimālais	200	199	201	190
Maksimālais	210	220	219	227
Vidējais (\bar{x})	203	205	205	199
Amplitūda	10	21	18	37
Standartnovirze (s)	4	8	6	11
	$RS_{0.05}$	29.67		
	p – vērtība (šķirne)	0.000		
	p – vērtība (gadi)	0.000		
Ražošanas ilgums				
Minimālais	18	6	1	1
Maksimālais	30	27	18	37
Vidējais (\bar{x})	27	19	13	20
Standartnovirze (s)	12	21	17	36
Amplitūda	4	8	6	10
	$RS_{0.05}$	2.54		
	p – vērtība (šķirne)	0.000		
	p – vērtība (gadi)	0.000		

n.v. – fāze netika vērtēta

Meteoroloģisko apstākļu ietekme uz krūmmelleņu fenoloģisko fāžu attīstību un ilgumu (2008. – 2011. gads)

Korelācijas koeficients r_{yx} ($p < 0.05$)

Fenoloģiskā fāze / Rādītāji	r_{yx}	$t_{0.05; n-2}$	n	S_x	t_{fakt}
Ziedpumpuru briešana					
Dienu skaits, kad vidējā diennakts temperatūra <0 °C	0.250	2.26	9	0.366	0.684
Dienu skaits, kad vidējā diennakts temperatūra >5 °C	0.954*	2.26	9	0.113	8.452
ETS uz ziedpumpuru briešanas laiku	0.931*	2.26	9	0.138	6.730
Ziedēšanas sākums					
Dienu skaits, kad vidējā diennakts temperatūra >10 °C	0.829*	2.160	13	0.169	4.909
Dienu skaits, kad vidējā diennakts temperatūra >5 °C	0.893*	2.160	13	0.136	6.575
ETS ziedēšanas sākuma fāzē	0.880*	2.160	13	0.143	6.136
ETS ziedpumpuru briešanas fāzē	0.516	2.160	13	0.258	1.995
Ziedēšanas ilgums					
ETS ziedēšanas sākumā	0.205	2.037	32	0.179	1.147
ETS ziedēšanas beigās	0.461*	2.037	32	0.162	2.842
ETS ziedēšanas laikā	0.651*	2.037	32	0.139	4.701
Vidējā diennakts temperatūra ziedēšanas laikā	-0.198	2.037	32	0.179	1.107
Ogu ienākšanās laiks					
ETS ziedēšanas beigās	0.459*	2.040	31	0.165	2.779
ETS ogu ienākšanās laikā	0.377*	2.020	41	0.148	2.539
Vidējā diennakts temperatūra no ziedēšanas sākuma līdz ogu ienākšanās laikam	0.040	2.040	31	0.186	0.215
Ražošanas perioda ilgums					
ETS ogu ienākšanās sākumā	-0.654*	2.018	42	0.120	5.463
ETS ražošanas perioda beigās	-0.226	2.018	42	0.154	1.468
ETS ražošanas periodā	0.844*	2.018	42	0.085	9.962
Vidējā diennakts temperatūra ražošanas periodā	-0.322*	2.018	42	0.150	2.150

* korelācija būtiska ($p < 0.05$)

19. pielikums

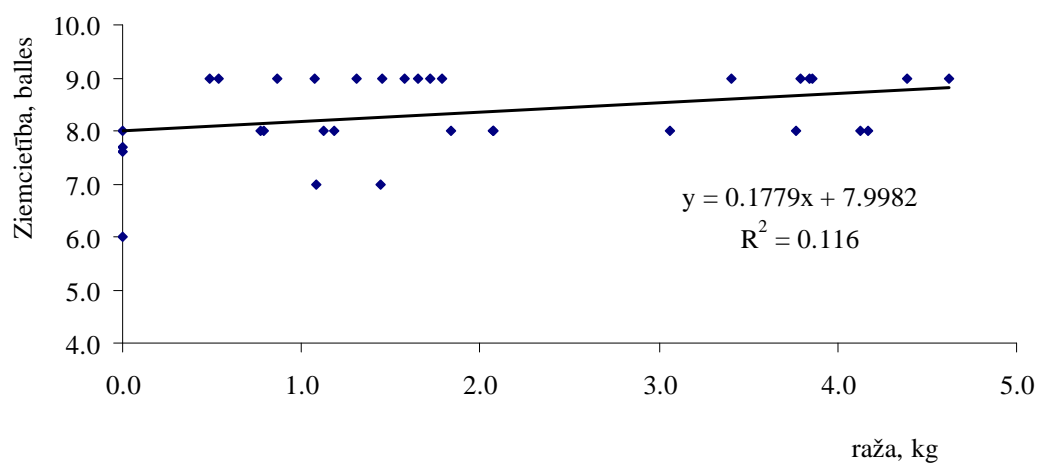
Iepriekšējā gada dzinumu ziemcietības un pašreizējā gada ziedpumpuru ziemcietības ietekme uz ražu

Korelācijas koeficients r_{yx} ($p < 0.05$)

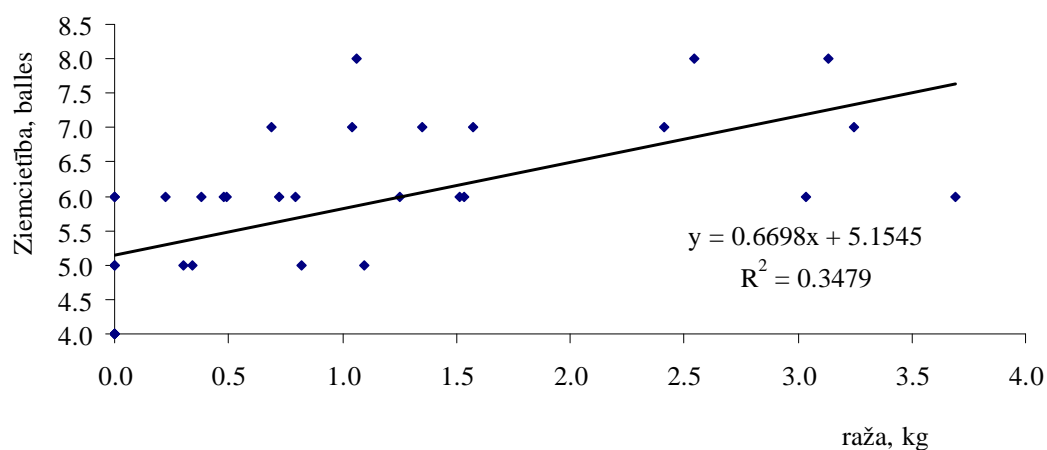
Rādītāji	r_{yx}	$t_{0.05; n-2}$	n	Sr	t_{fakt}
2008. gada raža					
2007. gada dzinumu ziemcietība	0.173	2.040	33	0.177	0.976
2008. gada ziedpumpuru ziemcietība	0.341	2.040	33	0.169	2.016
2009. gada raža					
2008. gada dzinumu ziemcietība	0.191	2.040	33	0.176	1.082
2009. gada ziedpumpuru ziemcietība	-0.061	2.040	33	0.179	0.342
2010. gada raža					
2009. gada dzinumu ziemcietība	0.093	2.040	33	0.179	0.519
2010. gada ziedpumpuru ziemcietība	0.590*	2.040	33	0.145	4.067
2011. gada raža					
2010. gada dzinumu ziemcietība	0.227	2.040	33	0.175	1.297
2011. gada ziedpumpuru ziemcietība	0.675*	2.040	33	0.133	5.087

* korelācija būtiska ($p < 0.05$)

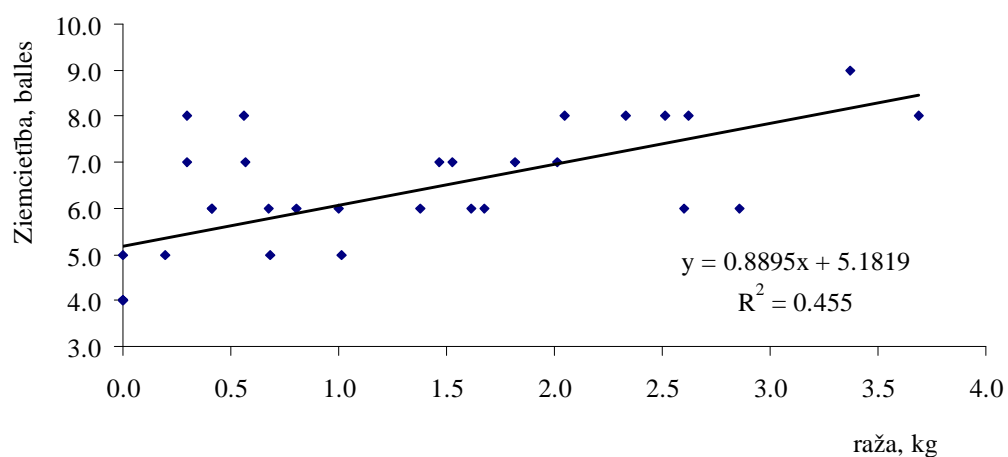
Ziedpumpuru ziemcietības ietekme uz ražu



11. att. 2008. gada ziedpumpuru ziemcietības ietekme uz ražu.



12. att. 2010. gada ziedpumpuru ziemcietības ietekme uz ražu.



13. att. 2011. gada ziedpumpuru ziemcietības ietekme uz ražu.

21. pielikums

Divfaktoru dispersijas analīze krūmmelleņu ražai 2008. – 2011. gadā

Atkarīgais mainīgais: **ražā, kg**

Rādītāji	Noviržu kvadrātu summa	Brīvības pakāpju skaits	Dispersija	Faktiskā Fišera vērtība (F)	<i>p</i> – vērtība
Gads	49.70	3	16.57	39.43	0.000
Krūmmelleņu šķirnes	101.19	10	10.12	24.09	0.000
Gads * Krūmmelleņu šķirnes	57.40	27	2.13	5.06	0.000
Kļūda	30.67	73	0.42	-	-
Kopējā izkliede	743.18	114	-	-	-
Koriģētā kopējā izkliede	254.50	113	-	-	-

Modeļa determinācijas koeficients, $R = 0.879$

Saliktais salīdzinājums

Atkarīgais mainīgais: **ražā, kg**, Tukey HSD tests

(I) Gads	(J) Gads	Vidējā starpība starp gradācijas klasēm (I-J)	Vidējās novirzes standartkļūda	<i>p</i> – vērtība	95% ticamības intervāls	
					apakšējā robeža	augšējā robeža
2008	2009	-0.752	0.165	0.000	-1.185	-0.318
	2010	0.834	0.177	0.000	0.369	1.299
	2011	0.702	0.173	0.001	0.247	1.158
2009	2008	0.752	0.165	0.000	0.318	1.185
	2010	1.585	0.172	0.000	1.133	2.037
	2011	1.454	0.168	0.000	1.012	1.896
2010	2008	-0.834	0.177	0.000	-1.299	-0.369
	2009	-1.585	0.172	0.000	-2.037	-1.133
	2011	-0.131	0.180	0.885	-0.604	0.342
2011	2008	-0.702	0.173	0.001	-1.158	-0.247
	2009	-1.454	0.168	0.000	-1.896	-1.012
	2010	0.131	0.180	0.885	-0.342	0.604

22. pielikums

Divfaktoru dispersijas analīze vienas ogas masai pētījuma perioda laikā

Atkarīgais mainīgais: vienas ogas masa, g

Rādītāji	Noviržu kvadrātu summa	Brīvības Pakāpju skaits	Dispersija	Faktiskā Fišera vērtība (F)	<i>p</i> – vērtība
Gads	4.62	3	1.539	16.308	0.000
Krūmmelleņu šķirnes	4.07	10	0.407	4.315	0.000
Gads * Krūmmelleņu šķirnes	4.72	27	0.175	1.853	0.019
Kļūda	6.89	73	0.094	-	-
Kopējā izkliede	352.86	114	-	-	-
Koriģētā kopējā izkliede	21.36	113	-	-	-

Modeļa determinācijas koeficients, $R = 0.677$

Saliktais salīdzinājums

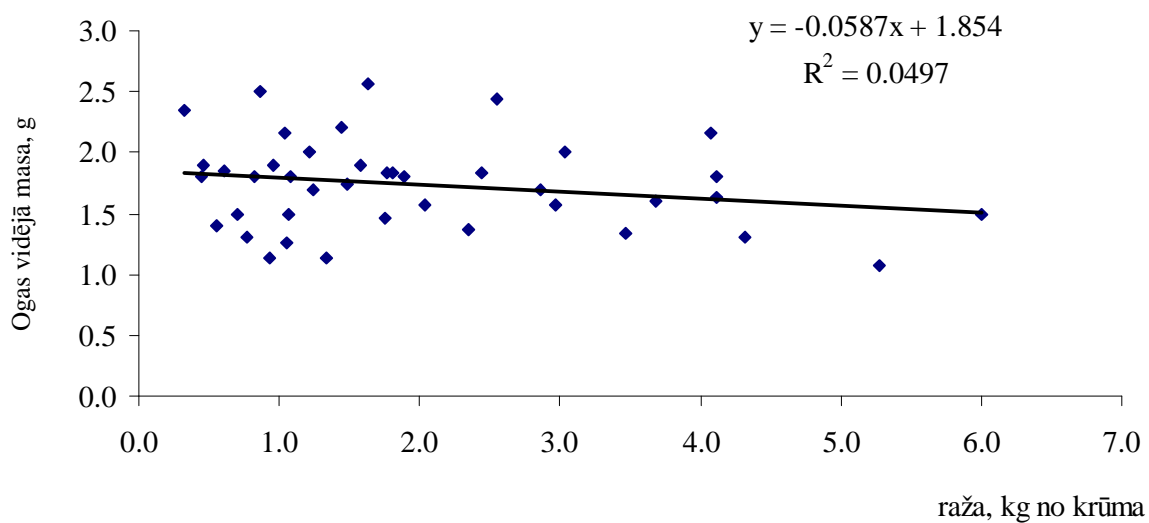
Atkarīgais mainīgais: vienas ogas masa, g, Tukey HSD tests

(I) Gads	(J) Gads	Vidējā starpība starp gradācijas klasēm (I-J)	Vidējās novirzes standartklūda	<i>p</i> – vērtība	95% ticamības intervāls	
					apakšējā robeža	augšējā robeža
2008	2009	0.347	0.078	0.000	0.141	0.553
	2010	-0.238	0.084	0.029	-0.458	-0.017
	2011	0.036	0.082	0.971	-0.180	0.252
2009	2008	-0.347	0.078	0.000	-0.553	-0.141
	2010	-0.585	0.081	0.000	-0.799	-0.371
	2011	-0.311	0.080	0.001	-0.520	-0.101
2010	2008	0.238	0.084	0.029	0.017	0.458
	2009	0.585	0.081	0.000	0.371	0.799
	2011	0.274	0.085	0.010	0.050	0.498
2011	2008	-0.036	0.082	0.971	-0.252	0.180
	2009	0.311	0.080	0.001	0.101	0.520
	2010	-0.274	0.085	0.010	-0.498	-0.050

Krūmmelleņu ogas vidējās masas aprakstošā statistika un ražas ietekme uz ogu masu

Krūmmelleņu ogas vidējās masas aprakstošā statistika 2008. – 2011. gadā, g

Rādītāji	2008	2009	2010	2011	\bar{x}
Minimālā ogas masa	0.6	1.0	1.5	1.2	1.1
Maksimālā ogas masa	2.4	3.0	2.6	2.7	2.7
Vidējā ogas masa (\bar{x})	1.8	1.4	2.0	1.7	1.7
Amplitūda	1.8	2.0	1.1	1.5	1.6
Standartnovirze (s)	0.43	0.37	0.35	0.39	0.38
Variācijas koeficients, %	24.2	26.2	17.5	22.4	22.6



14. att. Krūmmelleņu vidējās ražas ietekme uz ogas vidējo masu.

24. pielikums

Korelatīvās sakarības starp ražas rādītājiem pa novērojuma gadiem

(Pīrsona (*Pearson*) abpusējā korelācija)

Gads	Rādītāji	Raža	Ražas vākšanas reizes	Ogas vidējā masa	Ogas lielums	Ražošanas ilgums
2008	Raža	1	0.584**	NB	NB	0.602**
	Ražas vākšanas reizes	0.584**	1	NB	0.452*	0.628**
	Ogas vidējā masa	NB	NB	1	0.412*	0.401*
	Ogas lielums	NB	0.452*	0.412*	1	0.583**
	Ražošanas ilgums	0.602**	0.628**	0.401*	0.583**	1
2009	Raža	1	0.636**	NB	NB	0.610**
	Ražas vākšanas reizes	0.636**	1	NB	NB	0.998**
	Ogas vidējā masa	NB	NB	1	NB	NB
	Ogas lielums	NB	NB	NB	1	NB
	Ražošanas ilgums	0.610**	0.998**	NB	NB	1
2010	Raža	1	0.588**	NB	NB	0.523**
	Ražas vākšanas reizes	0.588**	1	NB	NB	0.867**
	Ogas vidējā masa	NB	NB	1	0.678**	NB
	Ogas lielums	NB	NB	0.678**	1	NB
	Ražošanas ilgums	0.523**	0.867**	NB	NB	1
2011	Raža	1	0.530**	NB	NB	NB
	Ražas vākšanas reizes	0.530**	1	NB	NB	0.743**
	Ogas vidējā masa	NB	NB	1	NB	NB
	Ogas lielums	NB	NB	NB	1	NB
	Ražošanas ilgums	NB	0.743**	NB	NB	1

*0.980 – korelācija būtiska pie $p < 0.05$ līmeņa

**0.980 – korelācija būtiska pie $p < 0.01$ līmeņa

NB – nav būtisks

Kopējās korelatīvās sakarības starp vidējiem ražas rādītājiem

(Pīrsona (*Pearson*) abpusējā korelācija)

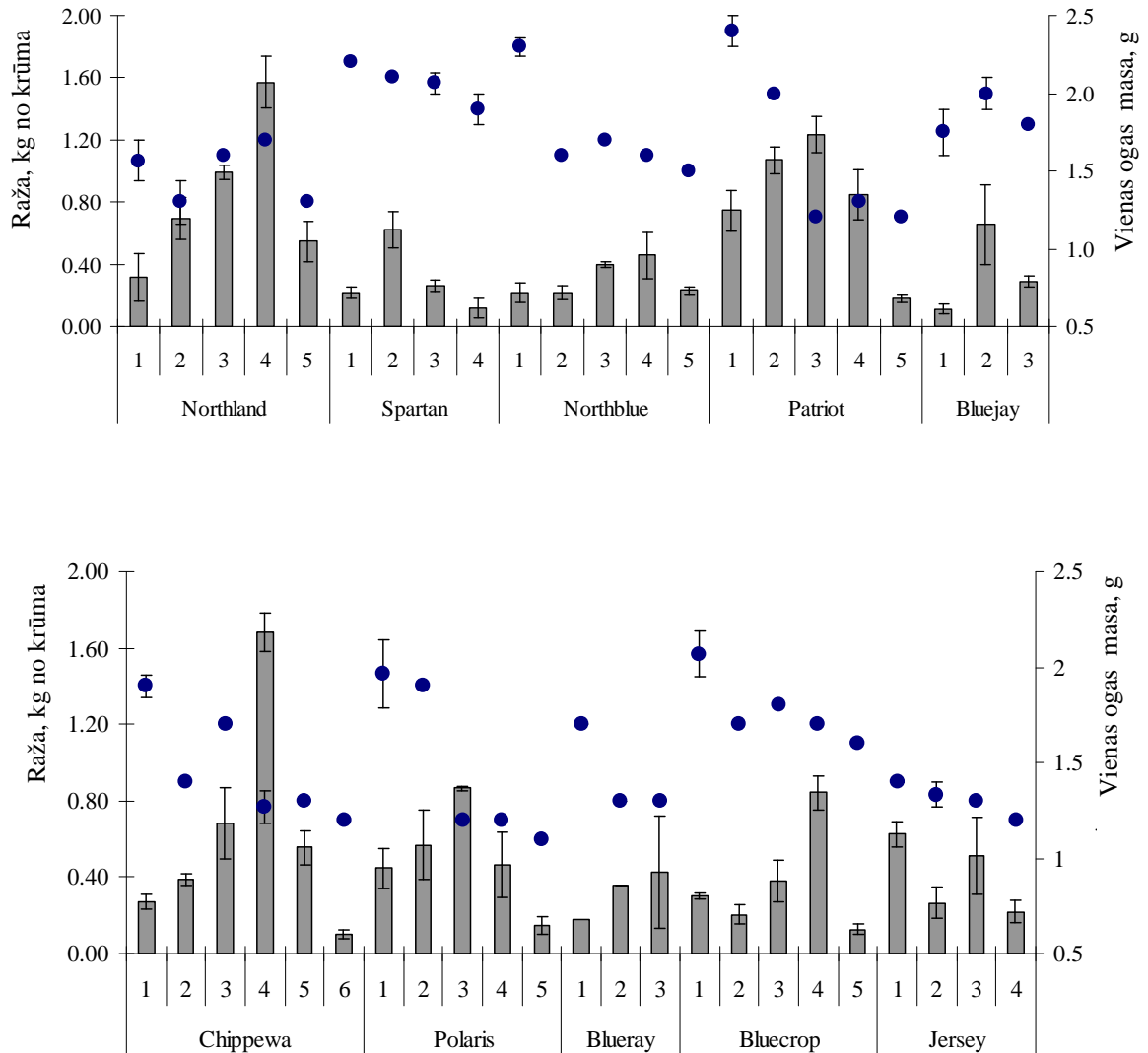
Rādītāji	Raža	Ražas vākšanas reizes	Ogas vidējā masa	Ogas lielums	Ražošanas ilgums
Raža	1	0.603**	-0.210*	NB	0.423**
Ražas vākšanas reizes	0.603**	1	NB	NB	0.813*
Ogas vidējā masa	-0.210*	NB	1	0.419**	NB
Ogas lielums	NB	NB	0.419**	1	NB
Ražošanas ilgums	0.423*	0.813*	NB	NB	1

*0.423 – korelācija būtiska pie $p < 0.05$ līmeņa

**0.603 – korelācija būtiska pie $p < 0.01$ līmeņa

NB – nav būtisks

Krūmmelleņu ražas un ogas vidējās masas dinamika 2008. - 2011. gadā

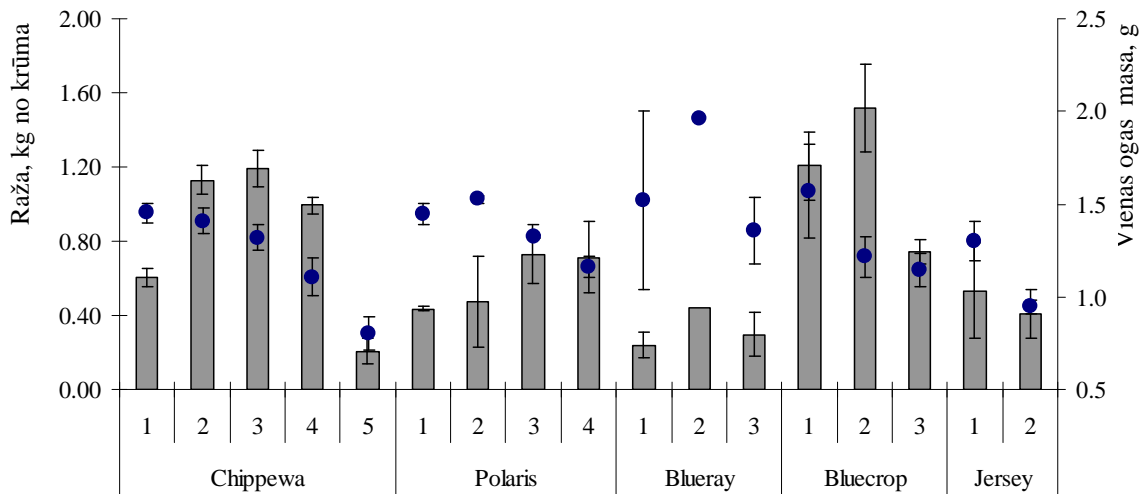
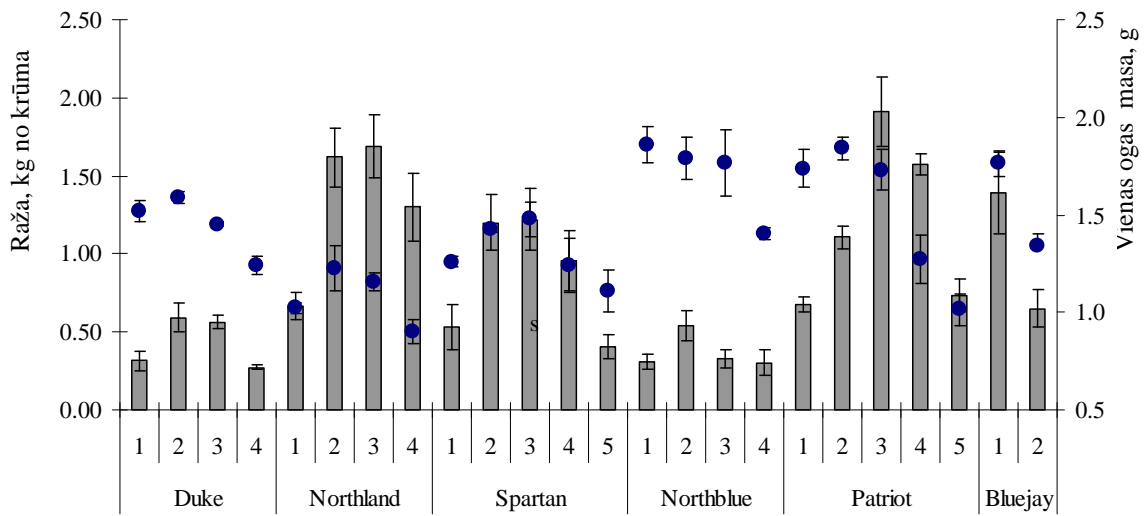


15.att. Krūmmelleņu ražas un ogas vidējās masas dinamika 2008. gadā.

■ raža, kg ● ogas masa, g

1, 2, 3, 4, 5, 6 – ražas vākšanas reizes

25. pielikuma turpinājums

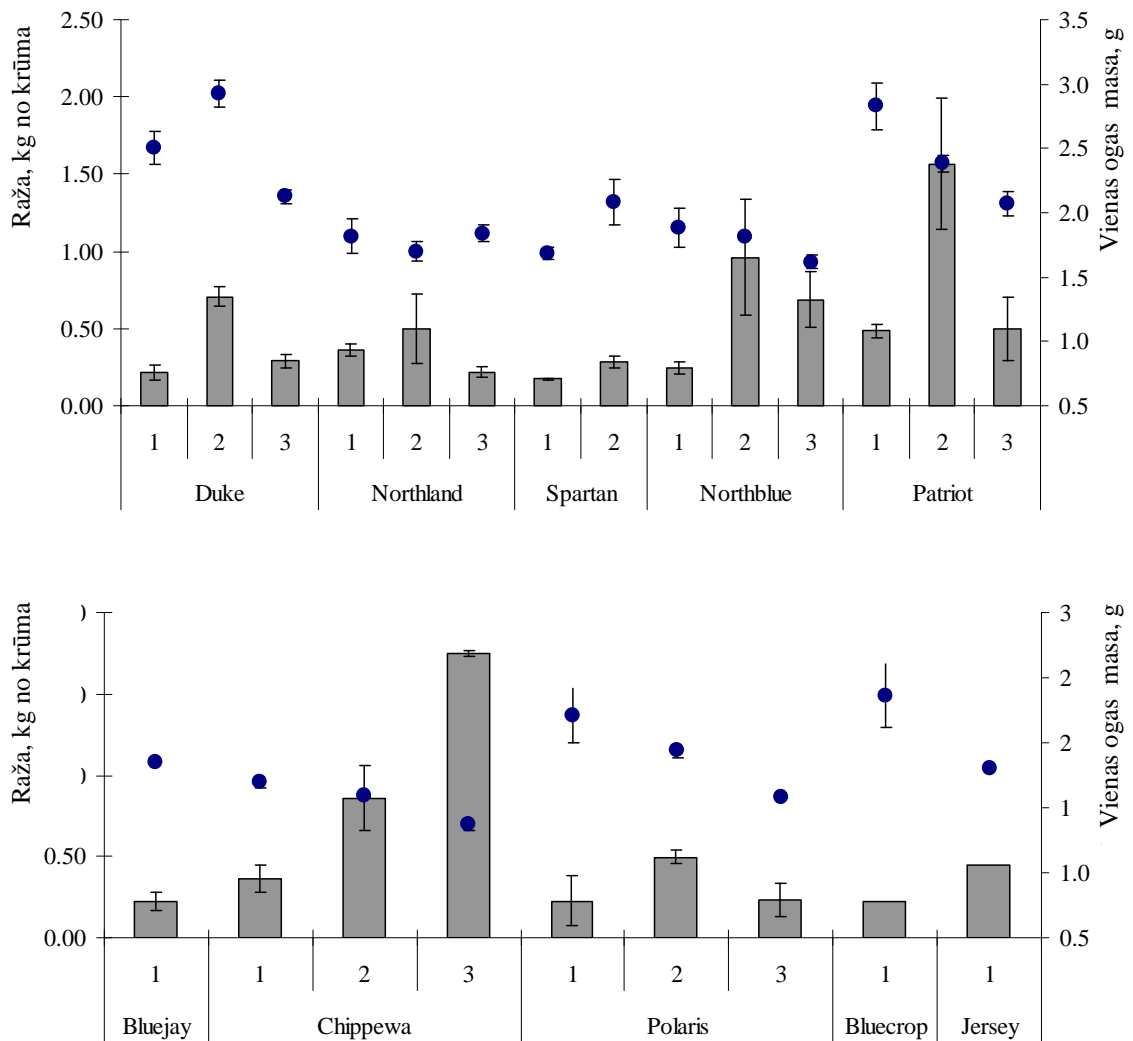


16. att. Krūmmelleņu ražas un ogas vidējās masas dinamika 2009. gadā.

■ raža, kg ● ogas masa, g

1, 2, 3, 4, 5 – ražas vākšanas reizes

25. pielikuma turpinājums

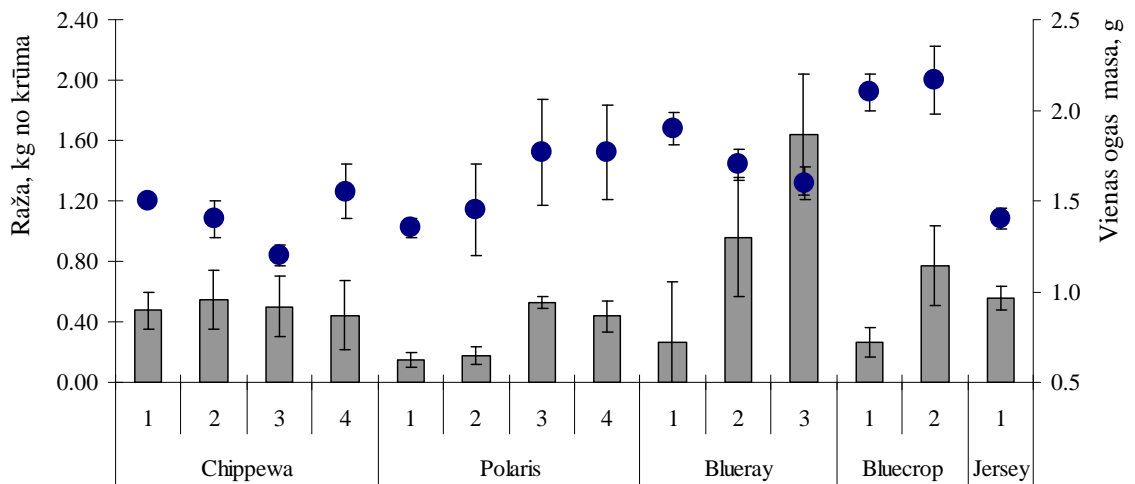
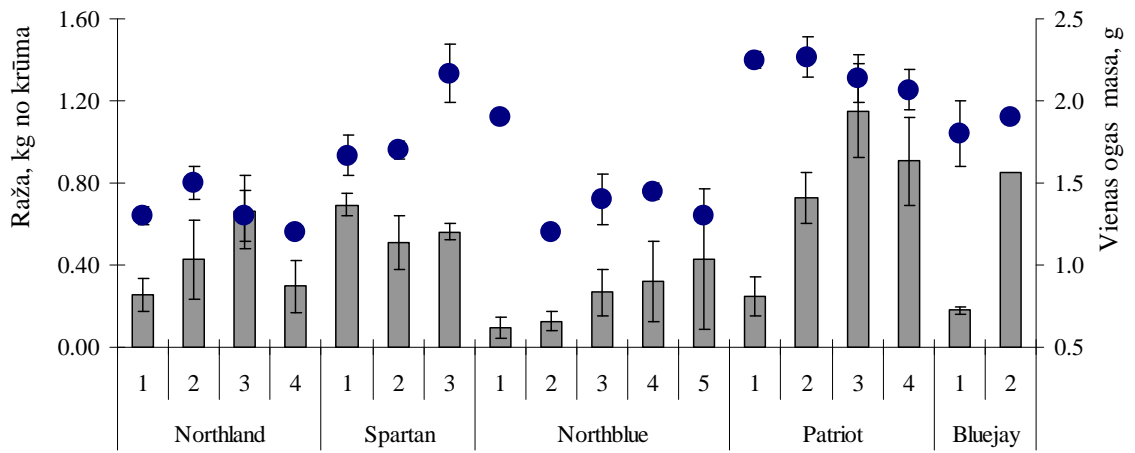


17. att. Krūmmelleņu ražas un ogas vidējās masas dinamika 2010. gadā.

■ raža, kg ● ogas masa, g

1, 2, 3 – ražas vākšanas reizes

25. pielikuma nobeigums



18. att. Krūmmelleņu ražas un ogas vidējās masas dinamika 2011. gadā.

■ raža, kg ● ogas masa, g

1, 2, 3, 4, 5 – ražas vākšanas reizes

Krūmmelleņu ogu bioķīmiskā sastāva aprakstošā statistika

Rādītāji	2008	2010	2011	\bar{x}
Kopējo antociānu saturs, mg 100 g⁻¹				
Minimālais	71.6	82.4	66.5	73.5
Maksimālais	152.5	159.5	132.5	148.2
Vidējais (\bar{x})	105.8	119.2	90.3	105.1
Amplitūda	20.1	24.8	18.8	21.3
Standartnovirze (s)	80.9	77.1	66.1	74.7
Variācijas koeficients, %	19.0	20.8	20.8	20.2
<i>p</i> – vērtība	0.000			
Kopējo fenolu saturs, mg 100 g⁻¹				
Minimālais	205.7	226.5	187.1	206.4
Maksimālais	403.1	376.7	294.0	357.9
Vidējais (\bar{x})	293.7	286.3	228.0	269.4
Amplitūda	197.4	150.2	106.9	151.5
Standartnovirze (s)	65.6	51.7	28.6	48.7
Variācijas koeficients, %	22.3	18.1	12.6	17.7
<i>p</i> – vērtība	0.000			
Askorbīnskābes saturs, mg 100 g⁻¹				
Minimālais	6.2	8.0	12.0	8.7
Maksimālais	12.9	19.1	24.9	19.0
Vidējais (\bar{x})	8.8	11.3	17.7	12.6
Amplitūda	6.8	11.1	12.9	10.3
Standartnovirze (s)	1.8	2.3	2.9	2.3
Variācijas koeficients, %	20.3	20.7	16.3	19.1
<i>p</i> – vērtība	0.000			
Šķīstošā sausna, °Brix				
Minimālais	9.5	8.9	9.8	9.4
Maksimālais	13.3	12.6	12.4	12.8
Vidējais (\bar{x})	11.7	10.5	11.1	11.1
Amplitūda	3.8	3.7	2.6	3.4
Standartnovirze (s)	1.1	1.3	0.7	1.0
Variācijas koeficients, %	9.0	12.0	6.3	9.1
<i>p</i> – vērtība	0.043			
Titrējamās skābes saturs, mg 100 g⁻¹				
Minimālais	0.58	0.31	0.85	0.58
Maksimālais	1.12	1.97	1.23	1.44
Vidējais (\bar{x})	0.80	0.96	1.11	0.95
Amplitūda	0.54	1.66	0.38	0.86
Standartnovirze (s)	0.17	0.41	0.13	0.24
Variācijas koeficients, %	21.1	43.0	11.3	25.2
<i>p</i> – vērtība	0.000			

Vidējās diennakts temperatūras, ETS ogu ienākšanās sākumā un ETS ražošanas periodā ietekme uz krūmmelleņu ogu bioķīmisko sastāvu

Korelācijas koeficients r_{yx} ($p < 0.05$)

Gads	Rādītāji	r_{yx}	$t_{0.05; n-2}$	n	S_x	t_{fakt}
Kopējie antociāni						
2008	Vidējā temperatūra ražošanas periodā	0.21*	1.984	100	0.099	2.143
	ETS ražošanas periodā	0.77*	1.984	100	0.064	12.039
2010	Vidējā temperatūra ražošanas periodā	0.11	2.007	54	0.138	0.823
	ETS ražošanas periodā	0.69*	2.007	54	0.100	6.899
2011	Vidējā temperatūra ražošanas periodā	0.06	2.002	60	0.131	0.430
	ETS ražošanas periodā	0.16	2.002	60	0.130	1.240
Kopējie fenoli						
2008	Vidējā temperatūra ražošanas periodā	0.22*	1.984	100	0.099	2.197
	ETS ražošanas periodā	0.76*	1.984	100	0.065	11.738
2010	Vidējā temperatūra ražošanas periodā	0.19	2.007	54	0.136	1.387
	ETS ražošanas periodā	-0.04	2.007	54	0.139	0.269
2011	Vidējā temperatūra ražošanas periodā	-0.08	2.002	60	0.131	0.617
	ETS ražošanas periodā	0.24	2.002	60	0.128	1.850
C vitamīns						
2008	Vidējā temperatūra ražošanas periodā	-0.18	1.994	73	0.117	1.584
	ETS ražošanas periodā	-0.50*	1.994	73	0.103	4.808
2010	Vidējā temperatūra ražošanas periodā	-0.50*	2.007	54	0.120	4.143
	ETS ražošanas periodā	0.40*	2.007	54	0.127	3.104
2011	Vidējā temperatūra ražošanas periodā	-0.06	2.002	60	0.131	0.466
	ETS ražošanas periodā	0.36*	2.002	60	0.122	2.946
Titrējamā skābe						
2008	Vidējā temperatūra ražošanas periodā	-0.12	1.991	79	0.113	1.036
	ETS ražošanas periodā	-0.63*	1.991	79	0.089	7.080
2010	Vidējā temperatūra ražošanas periodā	-0.18	2.007	54	0.136	1.303
	ETS ražošanas periodā	-0.61*	2.007	54	0.110	5.562
2011	Vidējā temperatūra ražošanas periodā	-0.35*	2.002	60	0.123	2.856
	ETS ražošanas periodā	0.46*	2.002	60	0.116	3.986
Sausna						
2008	Vidējā temperatūra ražošanas periodā	-0.22*	1.991	79	0.111	2.004
	ETS ražošanas periodā	-0.34*	1.991	79	0.107	3.176
2010	Vidējā temperatūra ražošanas periodā	0.06	2.007	54	0.138	0.419
	ETS ražošanas periodā	0.79*	2.007	54	0.085	9.347
2011	Vidējā temperatūra ražošanas periodā	-0.42*	2.002	60	0.119	3.535
	ETS ražošanas periodā	0.24	2.002	60	0.127	1.875

*korelācija būtiska ($p < 0.05$)