

## Reducējošo cukuru un sausnas satura sezonālās izmaiņas krūmmelleņu viengadīgajos dzinumos

### Seasonal Changes of Reducing Sugar and Dry Matter Content in Annual Shoots of Blueberry

*Dace Šterne*

Latvijas Lauksaimniecības universitātes Agrobiotehnoloģijas institūts

**Abstract.** Shoots' samples of high (*Vaccinium corymbosum* L.) and half-high (*Vaccinium corymbosum* × *Vaccinium angustifolium*) blueberry cultivars were taken eight times (during wintering and when vegetation period started) and investigated to find out seasonal changes of reducing sugar and dry matter content. All investigated cultivars showed significant seasonal differences in content of reducing sugar ( $p = 0.01$ ). The highest level of reducing sugar content was reached in December and January, but the lowest in March. Significant differences of dry matter content were stated depending on months. Significant differences of dry matter were not observed depending on blueberry cultivar. A weak correlation was found ( $r=0.45$ ;  $p<0.01$ ) between reducing sugar content and air temperature. Medium close negative correlation ( $r=-0.77$ ;  $p<0.01$ ) was found between reducing sugar content and dry matter content. Different physiological processes influenced by meteorological conditions during wintering caused changes in dry matter and reducing sugars content in annual shoots of high bush blueberries.

**Key words:** *Vaccinium corymbosum* L., *Vaccinium corymbosum* × *Vaccinium angustifolium*, reducing sugar, dry matter

#### Ievads

Vasaras otrā pusē pēc dzinumu augšanas izbeigšanās augiem sākas aklimatizācijas process. Nobriestot dzinumiem, izmainās protoplazmas koloidālās īpašības, samazinās kopējais ūdens daudzums, pieaug saistītā ūdens saturs, augos palielinās ogļhidrātu daudzums, kas kalpo kā enerģijas avots un palielina šūnās osmotisko spiedienu (Генкель и Окнина, 1964). Rezerves vielas akumulējas augu orgānos (dzinumos, saknēs) visā aklimatizācijas laikā (Kramer, Kozlowski, 1979; Levitt, 1980). Ogļhidrātiem ir ļoti liela nozīme augu šūnu salciētībā, tiem jā saglabājas visu ziemas periodu (Örgen, 1996; Örgen, 1997).

Auga pāreja no aklimatizētas stadijas uz deaklimatizāciju parasti ir saistīta ar nozīmīgām attīstības izmaiņām: atjaunotu augšanu un šūnu hidratāciju (Kalberer et al., 2006). Liela nozīme augu pārziemošanā ir ūdens režīmam. Ja augos ir lielāks rezerves barības vielu (ogļhidrāti, ciete, tauki) saturs, transpirācijas intensitāte ir mazāka, kas ir saistīta ar lielāku saistītā ūdens saturu augu audos. Ziemešanas laikā audos samazinās ūdens saturs (Генкель и Окнина, 1964; Pagter et al., 2008).

Ogļhidrātu un ūdens satura izmaiņas augu augšanas un ziemošanas laikā ir pētītas gan augļaugiem (Yoshiokam et al., 1988; Sivaci, 2006), gan dekoratīvajiem augiem (Örgen, 1997; Wong et al., 2005; Pagter et al., 2008). Ļoti maz informācijas ir par ogļhidrātu saturu ziemošanas laikā ogulājiem.

Latvijā krūmmellenes ir salīdzinoši jauns introducētais ogulājs, tādēļ ir svarīga dažādu augu ziemciētību noteicošo fizioloģisko rādītāju izpēte.

Pētījuma mērķis bija noteikt reducējošo cukuru un sausas saturu izmaiņas ziemošanas periodā līdz veģetācijas atsākšanās laikam.

### Materiāli un metodes

Pētījums veikts LLULFAgrobiotehnoloģijas institūta mācību–pētījumu bāzes krūmmelleņu kolekcijā, Jelgavā, Strazdu ielā 1. Kolekcijas stādījums ierīkots 2002. gada rudenī. Pētījumā iekļautas 7 augsto krūmmelleņu *V. corymbosum* L. šķirnes: ‘Bluecrop’, ‘Bluejay’, ‘Blueray’, ‘Duke’, ‘Jersay’, ‘Patriot’, ‘Spartan’, un 4 pusaugsto krūmmelleņu *V. corymbosum* × *V. angustifolium* šķirnes: ‘Chippewa’, ‘Northland’, ‘Northblue’, ‘Polaris’. Stādīšanas attālums 3 × 1 m. Reducējošo cukuru un sausas saturs noteikts katras šķirnes vidējam paraugam laika periodā no 2010. gada oktobra beigām līdz 2011. gada maija beigām, katra mēneša pēdējās dienās vienā laikā ņemot viengadīgo dzinumus paraugus. No katras šķirnes griezti aptuveni 20 g randomizēti izvēlēti viengadīgie dzinumi. Sausas saturs noteikts kā masas starpība pirms un pēc žāvēšanas. Paraugi žāvēti žāvēšanas skapī 72 stundas (vai ilgāk) 40 °C temperatūrā līdz nemainīgai masai. Sausas saturs izteikts g 100 g<sup>-1</sup>. Reducējošo cukuru saturs noteikts pēc Bertrāna metodes, kuras pamatā ir cukuru aldehīdu un ketonu grupas oksidēšanās (reducējošo cukuru), vārot šķīdumu Fēlinga reaģenta klātbūtnē (bāzisks vara oksīda šķīdums). Reducējošie cukuri noteikti izžāvētos samaltos paraugos. Iegūtos rādītājus izmanto reducējošo cukuru daudzuma aprēķinam g 100 g<sup>-1</sup> sausas (Плешков, 1976).

Gaisa temperatūras dati iegūti ar portatīvo MicroLite USB datu reģistru, kas novietots kolekcijas stādījumā. Dati reģistrēti digitālā formātā ik pa vienai stundai.

2010./2011. gada ziemošanas periods raksturojās ar lielām temperatūras svārstībām. Oktobris un novembra pirmās divas dekādes bija salīdzinoši siltas (vidējā temperatūra oktobrī bija +5 °C). Tikai novembra pēdējās dienās gaisa temperatūra nokritās zem 0 °C (vidējā temperatūra novembrī +2.6 °C). Decembris raksturojās ar stabilu zemu temperatūru (vidējā temperatūra bija -6.7 °C, minimālā reģistrētā gaisa temperatūra bija -18.3 °C). Janvārī vidējā diennakts gaisa temperatūra svārstījās robežās no +2.4 līdz -18.4 °C, pirmās un otrās dekāde beigās gaisa temperatūrai paceļoties virs 0 °C. Savukārt februāra pirmā dekādē gaisa sasila virs 0 °C (6. februārī vidējā diennakts temperatūra sasniedza pat +3.6 °C), pēc tam gaisa temperatūra strauji pazeminājās (minimālā temperatūra bija -27.5 °C). Atkušņa periods un pēc tā sekojošais sals veicināja sērsnas veidošanos, kas krūmmellenēm izraisīja nelabvēlīgus ziemošanas apstākļus. Arī marta un aprīļa mēneši raksturojās ar gaisa temperatūras svārstībām, kas ietekmēja veģetācijas atsākšanos. Tikai aprīļa otrās dekādes sākumā temperatūra stabili paaugstinājās virs +5 °C. Vidējā temperatūra aprīlī bija +9.6 °C, maijā +3.9 °C.

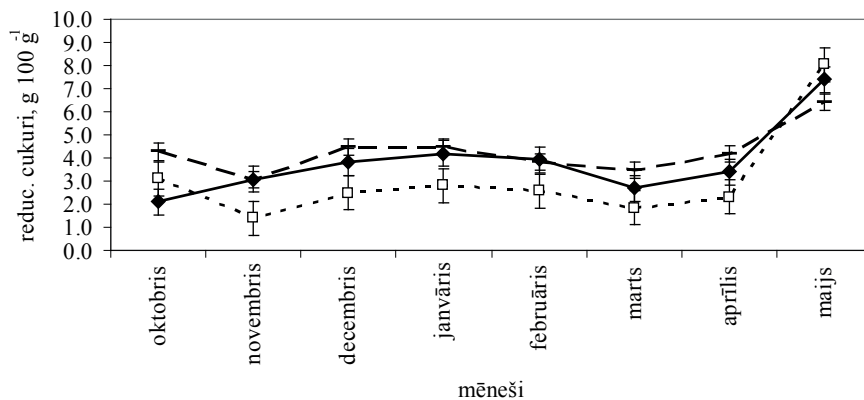
Sausas un reducējošo cukuru saturu analīzei izmantota dispersijas analīze (ANOVA). Noteikta korelācija starp reducējošo cukuru un sausas saturu, izmantojot Pīrsona (Pearson's) korelācijas koeficientu (SPSS 14.0).

### Rezultāti un diskusija

Visaugstākais reducējošo cukuru saturs pētījumā iekļauto krūmmelleņu šķirņu viengadīgajos dzinumos bija decembra un janvāra mēnešos, bet zemākais – martā. Vidējais reducējošo cukuru saturs oktobrī bija 3.38 g 100 g<sup>-1</sup>, savukārt novembrī tas nedaudz pazeminājās (vidēji 3.05 g 100 g<sup>-1</sup>). Decembrī un janvārī reducējošo cukuru saturs atkal palielinājās (3.63 g 100 g<sup>-1</sup>), samazinoties februāra un marta mēnešos. Aprīļa beigās, atsākoties veģetācijai, reducējošo cukuru saturs atkal nedaudz palielinājās (vidējais saturs 3.23 g 100 g<sup>-1</sup>), strauji palielinoties maijā (vidēji 7.55 g 100 g<sup>-1</sup>), kas izskaidrojams ar fotosintēzes

aktivitātes palielināšanos. Ziemešanas sākumā (oktobrī) viszemākais reducējošo cukuru saturs bija šķirnes ‘Chippewa’ viengadīgajos dzinumos ( $2.10 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ), turpretī šķirņu ‘Duke’ un ‘Northland’ dzinumos bija visaugstākais reducējošo cukuru saturs (attiecīgi  $4.25$  un  $4.27 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ). Novembrī viszemākais reducējošo cukuru saturs bija šķirņu ‘Bluejay’ un ‘Spartan’ viengadīgajos dzinumos (attiecīgi  $1.39 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  un  $2.31 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ). Visu ziemošanas periodu augstākais reducējošo cukuru saturs bija šķirnei ‘Northland’, bet zemākais ‘Bluejay’, savukārt šķirnei ‘Chippewa’ reducējošo cukuru daudzums ziemošanas laikā palielinājās vienmērīgi (1. att.). Ziemešanas perioda beigās (martā) zemākais reducējošo cukuru saturs bija šķirnes ‘Patriot’ un ‘Bluejay’ viengadīgajos dzinumos ( $1.83 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ).

Datu matemātiskā apstrāde pierāda, ka reducējošo cukuru saturs starp krūmmelleņu šķirnēm bija būtiski atšķirīgs ( $p=0.015$ ). Būtiskas atšķirības konstatētas arī reducējošo cukuru satura dinamikā pa mēnešiem ( $p=3.9 \times 10^{-30}$ ). Tas izskaidrojams ar temperatūras svārstībām ziemošanas periodā, jo 2011. gada janvārī un februārī bija novērojamas lielas temperatūras svārstības (janvāra beigās dienas vidū gaiss sasila pat virs  $+10 \text{ }^\circ\text{C}$ , atkušņa periods turpinājās līdz pat februāra otrās dekādes sākumam). Paaugstināta gaisa temperatūra varēja veicināt krūmmelleņu miera perioda beigšanos, kas savukārt varēja ietekmēt krūmmelleņu šķirņu ziemcietību. Citur veiktajos pētījumos ir pierādīta oglehidrātu satura daudzuma ietekme uz augļaugu (Örgen, 1996; Kalberer et al., 2006; Sivaci, 2006) un citu kokaugu (Örgen, 1997; Wong et al., 2005; Pagter et al., 2008) ziemcietību.



1.att. Reducējošo cukuru satura dinamika krūmmelleņu šķirņu viengadīgajos dzinumos.

—◆— Chippewa —■— Northland - - - ■ - - - Bluejay

Sausnas saturs kokaugu dzinumos ir viens no fizioloģiskajiem rādītājiem, kas raksturo augu salcieību (Pagter et al., 2008). Kopumā 2010./2011. gada ziemošanas periodā novērotas statistiski būtiskas sausas satura svārstības pa mēnešiem ( $p=8.6 \times 10^{-41}$ ), savukārt starp šķirnēm būtiskas atšķirības nepierādījās. Vidēji sausas saturs viengadīgajos krūmmelleņu šķirņu dzinumos oktobrī bija  $56.8 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ , novembrī  $52.3 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ , decembrī  $55.3 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ , janvārī  $51.9 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ . Februārī un martā sausas saturs palielinājās, sasniedzot  $53.7$  un  $55.7 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ , bet, sākot no aprīļa, sausas saturs strauji samazinājās (attiecīgi, aprīlī vidēji  $43.03 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ , bet

maijā 29.87 g 100 g<sup>-1</sup>), kas liecina par veģetācijas atjaunošanos un ūdens satura palielināšanos šūnās (Генкель и Окнина, 1964; Kalberer et al., 2006). Mazākais sausas saturu janvāra mēnesī bija šķirnei ‘Northblue’ 47.7 g 100 g<sup>-1</sup>, lielākais sausas saturu šajā mēnesī bija šķirnei ‘Bluejay’ 55.33 g 100 g<sup>-1</sup>, lai gan statistiski būtiskas atšķirības starp šķirnēm nepierādījās. Ziemešanas laikā – novembris, decembris, janvāris - sausas saturu svārstības bija mazāk izteiktas, kas skaidrojams ar augu miera periodu un līdz ar to sausas saturu ir līdzīgs.

Konstatēta būtiska ( $p=1.01 \times 10^{-5}$ ) vāja sakarība ( $r=0.452$ ) starp reducējošo cukuru saturu un ziemešanas perioda gaisa temperatūrām, kā arī būtiska ( $p=2.78 \times 10^{-15}$ ) negatīva vidēji cieša sakarība ( $r=-0.719$ ), starp sausas saturu un diennakts temperatūrām ziemešanas periodā.

Starp sausas un reducējošo cukuru saturu konstatēta būtiska ( $p=6.73 \times 10^{-19}$ ) negatīva vidēji cieša sakarība ( $r=-0.775$ ), kas nozīmē to, ka, samazinoties sausas saturam dzinumos, palielinās reducējošo cukuru saturs. Palielinoties šķīstošo ogļhidrātu saturam šūnās, palielinās arī osmotiskais spiediens, kam ir liela nozīme augu aukstumizturības paaugstināšanā (Генкель и Окнина, 1964; Kalberer et al., 2006).

### Secinājumi

Visām krūmmelleņu šķirnēm viengadīgajos dzinumos konstatētas sezonālas izmaiņas reducējošo cukuru saturā. Reducējošo cukuru saturu palielinās ziemešanas vidū (decembrī – janvārī) un samazinās veģetācijas pašā sākumā, bet, palielinoties fotosintēzes aktivitātei, reducējošo cukuru saturs atkal palielinās. Reducējošo cukuru saturs krūmmelleņu šķirņu viengadīgajos dzinumos bija būtiski atšķirīgs. Konstatētas arī sausas saturu sezonālas izmaiņas. Ziemešanas periodā dzinumos ir palielināts sausas saturu, bet veģetācijas perioda sākumā tas samazinās.

Iegūtie dati ir pierādījums adaptācijas procesiem, ko krūmmelleņu augi ir izstrādājuši pret nelabvēlīgiem vides apstākļiem, tādiem kā krasas temperatūras svārstības. Ogļhidrātu uzkrāšana un ūdens satura samazināšana šūnās ir viens no adaptācijas procesiem.

### Literatūra

1. Kalberer, S.R., Wisniewski, M., Arora, R. (2006) Deacclimation and reacclimation of cold-hardy plants: current understanding and emerging concepts. *Plant Science*, 171, pp. 3–16.
2. Kramer, P.J., Kozlowski, T.T. (1979) *Physiology of Woody Plants*. Academic Press, London, 811 p.
3. Levitt, J. (1980) *Responses of plants to environmental stresses. Chilling, Freezing and High Temperatures Stresses*. 2nd edition, Vol.1, Academic Press, New York, 497 p.
4. Örgen, E. (1996) Premature dehardening in *Vaccinium myrtillus* during mild winter: a cause for winter dieback? *Functional Ecology*, 10, pp. 724–732.
5. Örgen, E. (1997) Relationship between temperature, respiratory loss of sugar and premature dehardening in dormant Scots pine seedlings. *Tree Physiology*, 17, pp. 47–51.
6. Pagter, M., Jenses, C.R., Petersen, K.K., Liu, F. and Arora, R. (2008) Changes in carbohydrates, ABA and bark proteins during seasonal cold acclimation and deacclimation in *Hydrangea* species differing in cold hardiness. *Physiologia Plantarum*, 134, pp. 473–485.
7. Sivaci, A. (2006) Seasonal changes of total carbohydrate contents in three varieties of apple (*Malus sylvestris* Miller) stem cutting. *Scientia Horticulturae*, 109, pp. 234–237.

8. Wong, B.L., Staats, L.J., Burfeind, A.S., Baggett, K.L. and Rye, A.H. (2005) Carbohydrate reserves in *Acer saccharum* trees damages during the January 1998 ice storm in northern New York. *Can. J. Bot.*, 83, pp. 668–677.
9. Yoshiokam, H., Nagai, K., Aoba, K. and Fukumoto, F. (1988) Seasonal changes of carbohydrates metabolism in apple trees. *Scientia Horticulturae*, 36, pp. 219–227.
10. Генкель, П.А. и Окнина, Е.З. (1964) *Состояние покоя и морозоустойчивость плодовых растений*. Наука, Москва, 242 с.
11. Плешков, Б.П. (1976) *Практикум по биохимии растений*. Колос, Москва, 256 с.