

## **Pētījumi par barības šķīdumu ietekmi uz zemeņu augšanu un ražas parametriem** *Research about effect of different nutrient solutions on strawberry growth and yield parameters*

**Kaspars Kampuss, Solvita Kampuse, Irina Sivicka, Daiga Sergejeva, Reinis Štelmahers, Ingrida Augšpole**

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

kaspars.kampuss@llu.lv

**Abstract.** *Strawberry farming in Latvia has been increasingly using cold-stored (frigo) plants, which provide a high yield already in the year of planting and allow yields to be obtained within a specifically planned time (on average 60 days after planting), thus potentially extending the harvest season. A variety of fertilizers are applied to strawberries suitable for both using on soil and spraying on plants. The aim of this experiment was to compare the effects of 3 nutrient solutions on strawberry growth, yield and biochemical composition of berries. The trial was set up in an open field in May of 2018 in the district of Jelgava; the HWB class frigo plants of strawberry cultivars 'Elsanta', 'Corona' and 'Sonata' were used. The 'Elsanta' was planted on May 8, but the other cultivars on May 15. May 2018 was unusually hot (an average of 3.9°C above normal), reaching 26.5°C in Jelgava on the 13th of May, which caused rapid development of strawberry vegetative parts while root formation was delayed. On the 29th of May, the rooting and survival of plants were assessed. The plants of the cultivar 'Elsanta' had survived and developed, though they were weakened. The plants of 'Sonata' had survived (99%), but they lagged behind significantly in height and development. Only individual plants (1%) of 'Corona' had survived until then. It was, most likely, caused by the later planting time of 'Sonata' and 'Corona', which coincided with the peak of the heat wave which prevented normal development of the root system despite the watering. Therefore, the subsequent trial was set up only in the planting of the 'Elsanta'. Four fertilizing variants were used: 1) control (water-irrigated), 2) fertilizer solution "OMEK Bio 20" (NPK 13.4 - 13.4 - 13.4 + B, Cu, Fe, Mn, Zn) water-irrigated and sprayed on plants, 3) solution of "Van Iperen" (NPK 13-11-36 PTE) used on soil and sprayed on plants, 4) "Vito Strawberries" + "Vito Ca" used on soil and sprayed on plants, fertilizers used in accordance with the manufacturer's recommendations. The trial was arranged in 3 repetitions with 10 plants in the plot. In 2018, the number of inflorescences, the total and standard (qualitative) yield of berries, and the average weight of the berries were measured and a biochemical composition of fresh berries: ascorbic acid, titratable acids, soluble solids, total phenols and carotenoid, and antiradical activity (DPPH) were analyzed. In 2019, the number of overwintered plants, inflorescences and leaves per plant were counted. For the cultivar 'Elsanta', the first flowers opened 20 days after planting (May 29), the first berries ripened 40 days after planting on June 17 and production continued for 33 days. The first flowers of the 'Sonata' opened 25 days after planting, but the berries did not ripe due to the bad rooting (extinction of the planting). On average, the number of inflorescences was 5.95 (2018) and 1.88 (2019), the number of leaves was 15.7 (2019) per plant, the differences between the fertilizing variants were not significant. The total yield was on average 70.2 g, standard berry yield was 2.21 g per plant and average berry weight was 4.81 g. The differences between the variants were not statistically significant, but a trend was observed that the yield and the average berry weight of the control were lower. In the spring of 2019, an average of 86.7% of plants had overwintered. Berries contained on average 71.8 mg 100g<sup>-1</sup> ascorbic acid, 1.00% titratable acids, 11.1°Brix soluble solids, 0.05 mg 100g<sup>-1</sup> total carotenoids, 244 mg 100g<sup>-1</sup> total phenols, their antiradical activity was 49.9 mg Trolox 100g<sup>-1</sup> in fresh weight, but no significant differences were found between fertilizing variants. In conclusion, adverse weather conditions at the beginning of cultivation, the ripening times of berries and other cultivation factors have played a greater role than the used fertilizer applications.*

**Key words:** *frigo plants, biochemical composition, antiradical activity.*

### **Ievads**

Zemeņu audzēšanā Latvijā arvien vairāk tiek izmantoti aukstumā uzglabāti (*frigo*) stādi, kas saskaņā ar stādu ražotāju ieteikumiem nodrošina augstas ražas jau stādīšanas gadā un ļauj iegūt ražu konkrēti plānotā laikā (vidēji 60 dienas pēc stādīšanas). Šī īpatnība ļauj potenciāli pagarināt ražas sezonu (Laugale, 2015). Šo zemeņu mēslošanai tiek piedāvāti arī daudzveidīgi mēslošanas līdzekļi, kas piemēroti gan mēslošanai caur saknēm, gan ārpusakņu mēslošanai.

Šī eksperimenta mērķis bija salīdzināt trīs barības šķīdumu ietekmi uz zemeņu augšanu, ražu un ogu bioķīmisko sastāvu.

### **Materiāli un metodes**

Izmēģinājums ierīkots atklātā laukā 2018. gada maijā Jelgavas novadā. Izmantoti zemeņu šķirņu 'Elsanta', 'Korona' un 'Sonata' HWB klases *frigo* stādi. Šķirne 'Elsanta' stādīta 8. maijā, bet pārējās šķirnes 15. maijā – saistībā ar stādu piegādes kavēšanos un to, ka saimniecībā nebija piemērotas dzesētavas stādu uzglabāšanai.

2018. gada maiju raksturoja netipisks siltums (vidēji 3.9 °C virs normas), 13. maijā Jelgavā sasniedzot 26.5 °C, kas veicināja strauju zemeņu virszemes daļu atfistību, vienlaikus kavējot sakņu veidošanos. No 19. maija iestājās mēnesi ilgs sausuma periods, kad vidējā temperatūra atradās virs normas. Tomēr tieši zemeņu ražas laikā – jūnija 3. dekādē un jūlija 1. dekādē – iestājās salīdzinoši vēss (zem normas) un nokrišņiem bagāts (virs normas) laiks. Atlikušajā jūlija mēnesī un augustā bija augstāka gaisa temperatūra un mazāk nokrišņu (nekā norāda klimatiskā norma), un tikai pēc 20. septembra temperatūra un nokrišņu daudzums sasniedza klimatisko normu. Ziemešanas apstākļi 2018./2019. gada ziemā bija apmierinoši – ziema bija siltāka par normu (vidēji 1.6 °C), it sevišķi februārī. Arī 2019. pavasaris bija silts un ar pietiekamu nokrišņu daudzumu.

2018. gada 29. maijā tika novērtēta stādu iesakņošanās un izdzīvošana. Ņemot vērā konstatēto šķirņu 'Korona' un 'Sonata' slikto iesakņošanos, turpmākais izmēģinājums iekārtots tikai šķirnes 'Elsanta' stādījumā. Izmēģinājumā iekārtoti četri mēslošanas varianti: 1) kontrole (laistīts ar ūdeni); 2) laistīts ar ūdeni un smidzināts kā ārpussakņu mēslojums OMEK Bio 20 (NPK 13.4-13.4-13.4 + B, Cu, Fe, Mn, Zn); 3) Van Iperen (NPK 13-11-36 PTE) laistīts uz augsnes ar barības šķīdumu un smidzināts; 4) Vito zemenēm + Vito Ca laistīts uz augsnes ar barības šķīdumu un smidzināts. Mēslošanas līdzekļi lietoti atbilstoši ražotāja rekomendācijām. Izmēģinājums iekārtots trīs atkārtojumos, laucīņā izmantoti 10 stādi.

2018. gadā tika noteikts ziedķekaru skaits, kopējā un standarta (kvalitatīvo) ogu raža, ogu vidējā masa un ogu bioķīmiskais sastāvs – askorbīnskābes, titrējamās skābes, šķīstošās sausas, kopējo fenolu un karotīnu saturs, kā arī antiradikālā aktivitāte. 2019. gadā – augu pārziemošana, ziedķekaru skaits un lapu skaits cerā.

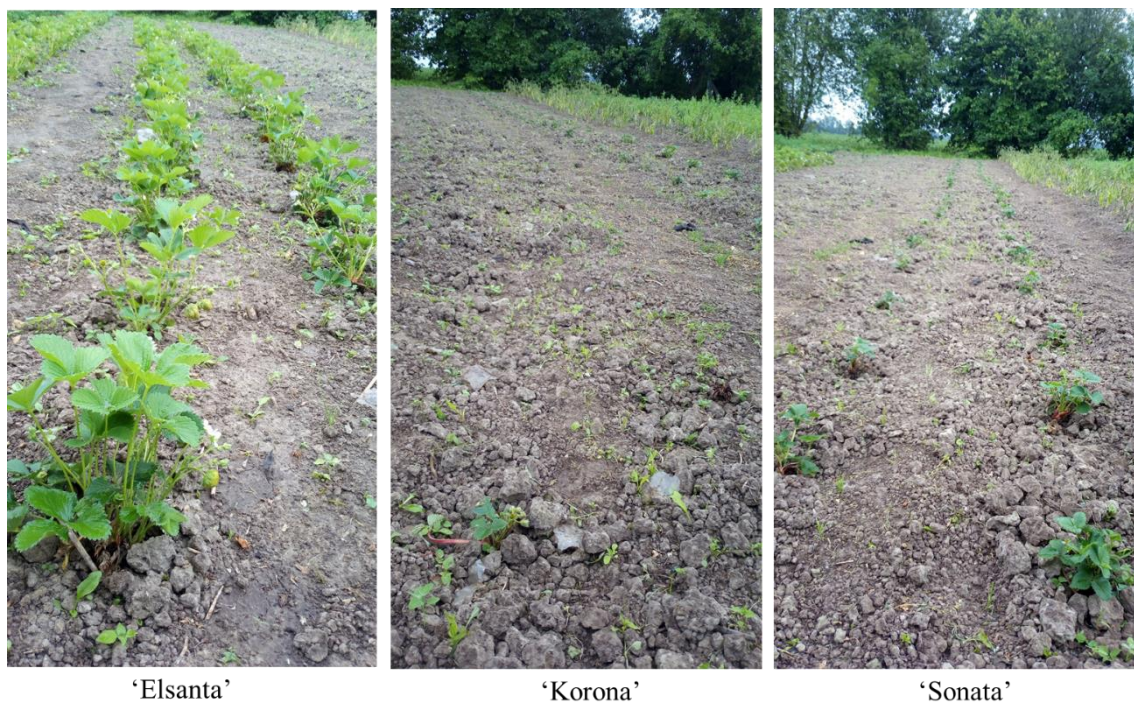
Paraugi ogu bioķīmisko analīžu veikšanai tika ņemti divos termiņos – 4. jūlijā (pilnražas laikā – vēsā un nokrišņiem bagātā periodā) un 13. jūlijā (ražas perioda beigās, kad iestājās silts un sauss laiks). Šķīstošās sausas saturs noteikts parauga sasmalcinātā viendabīgā masā atbilstoši ISO 2173:2003<sup>1</sup> standartam ar digitālo refraktometru Mettles Toledo. Titrējamo skābju saturs paraugos noteikts, titrējot ar 0.1N NaOH (ISO 750-1998 Fruit and vegetable products – Determination of titratable acidity). Askorbīnskābes saturu (mg 100 g<sup>-1</sup>) noteica, izmantojot jodometrisko metodi (Jansons, 2006). Kopējo karotīnu saturu (mg 100g<sup>-1</sup>) analizēja ar Jenway 6705 UV/Vis spektrofotometru pie viļņa garuma 440 nm, par kontrolšķīdumu izmantojot petrolēteri (Методы биохимического исследования ..., 1987). Kopējo fenolu saturu zemenēs noteica spektrofotometriski ar JENWAY 6705 UV spektrofotometru pie viļņa garuma 765 nm, īstenojot Singleton et al. metodi ar dažām modifikācijām (Singleton, Orthofer, Lamuela Raventos, 1999; Prieciņa, Kārklīņa, 2014). DFPH antiradikālās aktivitātes noteikšana veikta, pamatojoties uz (Yu, Perret, Harris et al., 2003) ar JENWAY 6300 spektrofotometru pie viļņu garuma 517 nm ar dažām modifikācijām (Prieciņa, Kārklīņa, 2014). Antiradikālās aktivitātes kvantitatīvai noteikšanai tika izmantots 6-hidroksil-2,5,7,8-tetrametilhromkarboksilskābes Trolox ekvivalents.

Rezultātu ticamības pārbaudei izmantota dispersijas analīze.

### **Rezultāti un diskusijas**

21 dienu pēc stādīšanas šķirnes 'Elsanta' stādi bija izdzīvojuši un atfistījās, kaut novājināti. Tai pašā laikā, bet šajā gadījumā 15 dienas pēc stādīšanas arī šķirnes 'Sonata' stādi bija izdzīvojuši (99%), tomēr tie ievērojami atpalika augumā un atfistībā. Šķirnei 'Korona' tikai atsevišķi stādi (1%) izdzīvoja līdz šim laikam (skat. 1. att.). Visticamāk, tas saistīts ar pēdējo šķirņu vēlāku stādīšanas laiku, kas sakrita ar karstuma viļņa maksimumu – tika veicināta ļoti strauja virszemes daļu atfistība, taču sakņu sistēma nevarēja pilnvērtīgi izveidoties, neraugoties uz laistīšanu.

<sup>1</sup> ISO 217:2003. *Contents of soluble solids* [Tiešsaiste] [skatīts: 2016. g. 15. maijā]. Pieejams: [http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pontofocal/..%5Cpontofocal%5Ctextos%5Cregulamentos%5CUGA\\_134.pdf](http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pontofocal/..%5Cpontofocal%5Ctextos%5Cregulamentos%5CUGA_134.pdf).



'Elsanta'

'Korona'

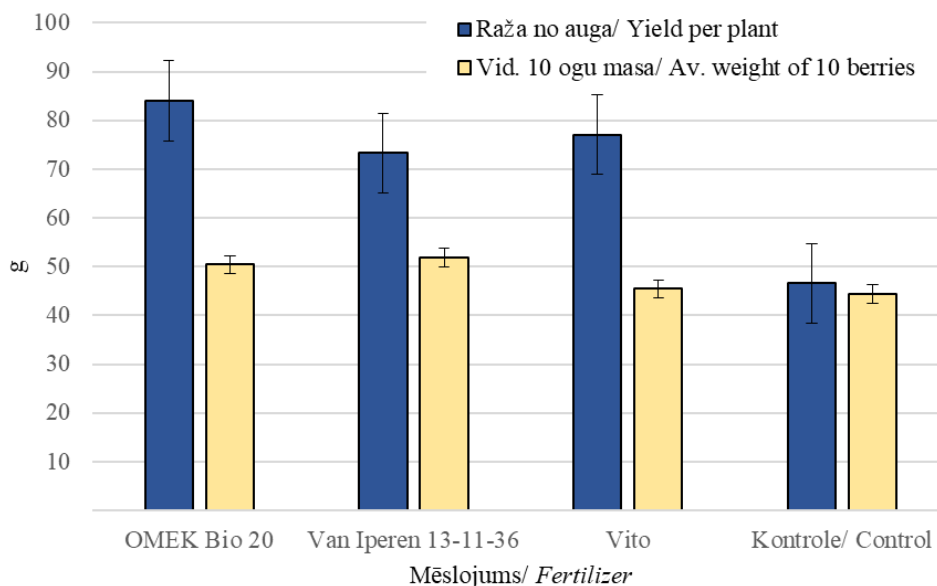
'Sonata'

1. att. Zemeņu šķirņu izdzīvošana un attīstība 2018. gada 11. jūnijā.  
 Fig. 1. Survival and development of the strawberry cultivars at 11<sup>th</sup> June 2018.

Šķirnei 'Elsanta' pirmie ziedi uzziedēja 21 dienu pēc stādīšanas (29. maijā), bet pirmās ogas ienācās 40 dienas pēc stādīšanas (17. jūnijā), un ražošana turpinājās 33 dienas, kas ir ievērojami ātrāk par vispārpieņemtajām 60 dienām, kā arī ātrāk par V. Laugales (2015) pētījumos novērotajām vidēji 49 dienām. Šķirnei 'Sonata' pirmie ziedi uzziedēja 25 dienas pēc stādīšanas, taču raža neienācās sliktās iesakņošanās un vēlākās stādījuma iznīkšanas dēļ.

Ziedķekaru skaits 2018. gadā bija vidēji 5.95, un atšķirības starp mēslošanas variantiem nebija būtiskas ( $p = 0.150$ ) – tas liecina, ka zemeņu stādi bija pietiekami viendabīgi, jo ziedķekari *frigo* stādiem ierīšas iepriekšējā sezonā stādaudzētavā. 2019. gadā vidējais ziedķekaru skaits bija tikai 1.88 un lapu skaits – 15.7, atšķirības starp mēslošanas variantiem nebija būtiskas (attiecīgi  $p = 0.405$  un  $p = 0.814$ ). Atšķirības starp augiem bija ievērojamas, par ko liecina aprēķinātie variāciju koeficienti – ziedķekaru skaitam 42.6% (2018. gadā) un 58.6% (2019. gadā), lapu skaitam cerā 36.8% (2019. gadā), taču arī variāciju koeficienti būtiski neatšķīrās starp variantiem. Zemo ziedķekaru skaitu 2019. gadā, domājams, var izskaidrot ar stādu slikto iesakņošanos un nepilnvērtīgu attīstību 2018. gada sezonā. 2019. gada pavasarī bija pārziemojuši vidēji 86.7% šķirnes 'Elsanta' augu (tai skaitā variantā ar Van Iperen mēslojumu visi 100% bija pārziemojuši), pretēji iepriekš veiktos pētījumos novērotajai šīs šķirnes sliktajai ziemcietībai (Laugale, 2015). Jāatzīst, ka atšķirības starp mēslošanas variantiem nebija būtiskas ( $p = 0.347$ ).

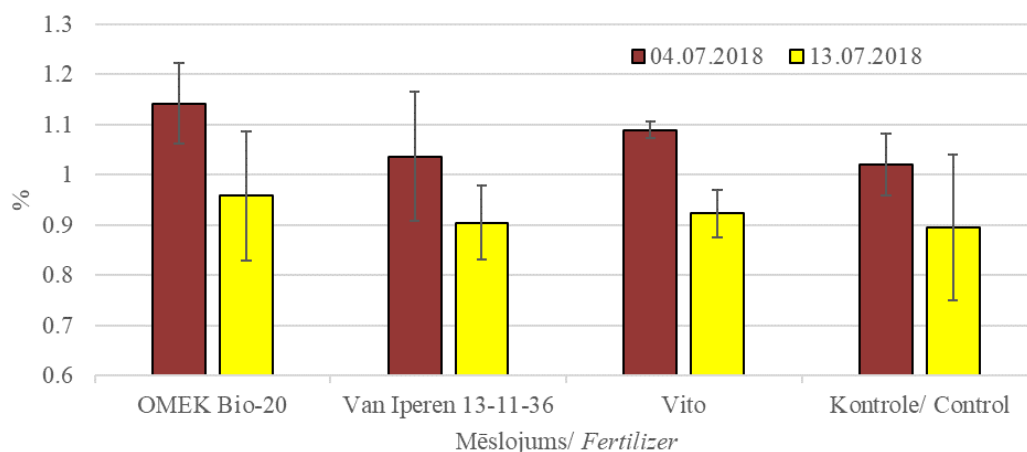
Kopējā raža bija vidēji 70.2 g no auga, tai skaitā standarta ogu raža vidēji 2.21 g jeb tikai 3.14%, un vidējā ogas masa 4.81 g. Atšķirības starp variantiem nebija statistiski būtiskas ( $p = 0.251$  kopējai ražai,  $p = 0.479$  standarta ogu ražai un  $p = 0.129$  vidējai ogas masai), tomēr novērota tendence, ka kontroles lauciņa raža un vidējā ogas masa bija zemāka (skat. 2. att.). Arī agrākos pētījumos (Laugale, 2015) novērota šāda visai zema un pat zemāka ražība šķirnes 'Elsanta' aukstumā glabāto (*frigo*) stādu pirmajā audzēšanas gadā. Tiesa, minētajos pētījumos bija daudz augstāks standarta ogu iznākums, un arī vidējā ogas masa bija apmēram divas reizes augstāka. Zemais standarta produkcijas īpatsvars skaidrojams ar dažādiem bojājumiem – netīras ogas lietus dēļ (stādījums nebija mulčēts), gliemežu un citu kaitēkļu grauzumi, ogu plaisāšana, savīšana, "kokainums" un nevienmērīga krāsošanās – nevienmērīga mitruma režīma dēļ ogu augšanas laikā, kā arī, iespējams, tripša vai zemeņu miltrasas bojājumu (netika noteikti šajā pētījumā) rezultātā.



2. att. Šķirnes 'Elsanta' vidējā raža no auga un vidējā 10 ogu masa dažādos mēslošanas variantos, g.  
 Fig. 2. Average yield per plant and average weight of 10 berries of cultivar 'Elsanta' in different fertilizing variants, g.

Kļūdas zīmes attēlo vidējā aritmētiskā standartkļūdu / Error bars shows Standard Error of Mean.

Ogas saturēja (rēķinot uz svaigu ogu masu) vidēji 71.8 mg 100g<sup>-1</sup> askorbīnskābes, 1.00% titrējamo skābju, 11.1°Brix šķīstošās sausas, 0.05 mg 100 g<sup>-1</sup> kopējo karotinoīdu, 244 mg 100 g<sup>-1</sup> kopējo fenolu, to antiradikālā aktivitāte bija 49.9 mg 100 g<sup>-1</sup> Trolox ekvivalenta, taču netika konstatētas būtiskas atšķirības starp mēslošanas variantiem (*p* vērtības svārstījās no 0.106 līdz 0.556). Ogu bioķīmiskais sastāvs bija iepriekšējos Latvijā veiktajos pētījumos noteiktā, arī citu zemeņu šķirņu ogās, daudzuma robežās (Laugale, 2015; Kalniņa, Strautiņa, 2015). Tomēr divos gadījumos novērotas būtiskas atšķirības starp vākšanas laikiem. 13. jūlijā vāktās zemeņu ogas saturēja būtiski (*p* = 0.001) mazāk titrējamās skābes (0.92%) nekā 4. jūlijā vāktās (1.07%) (skat. 3. att.).

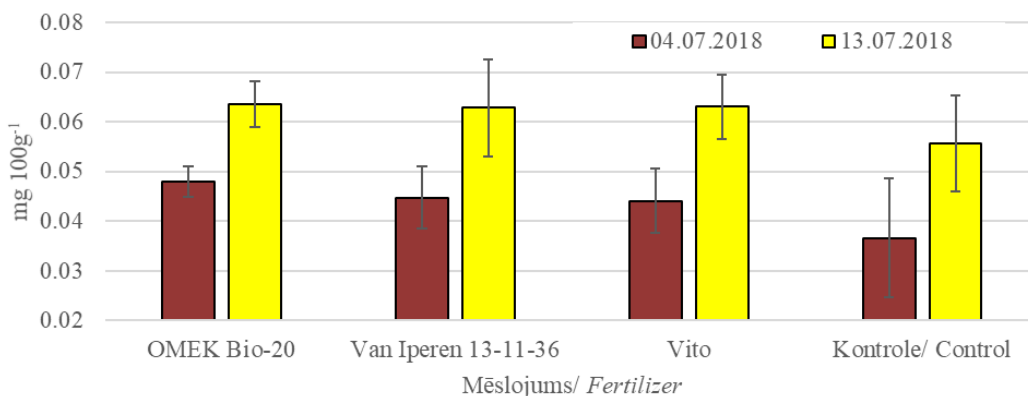


3. att. Titrējamās skābes saturs divos laikos vāktās 'Elsanta' ogās dažādos mēslošanas variantos.  
 Fig. 3. Titrable acids content in berries of 'Elsanta', harvested in two times, in different fertilizing variants.

Kļūdas zīmes attēlo standartnovirzi / Error bars shows Standard Deviation.

Līdzīgi 13. jūlijā vāktās zemeņu ogas saturēja būtiski (*p*<0.001) vairāk kopējo karotinoīdu (0.062 mg 100 g<sup>-1</sup>) nekā 4. jūlijā vāktās (0.043 mg 100 g<sup>-1</sup>) (skat. 4. att.).





4. att. Karotinoīdu saturs divos laikos vāktās 'Elsanta' ogās dažādos mēslošanas variantos.  
 Fig. 4. Carotenoids content in berries of 'Elsanta', harvested in two times, in fertilizing variants.  
 Kļūdas zīmes attēlo standartnovirzi / Error bars shows Standard Deviation.

Šī atšķirība visdrīzāk skaidrojama ar laika apstākļiem ogu ienākšanās laikā – jūlija 2. dekādē, pirms otro paraugu ievākšanas, bija augstāka temperatūra, mazāk nokrišņu un vairāk saulaino dienu.

### Secinājumi

1. Konkrētajā gadījumā nelabvēlīgiem meteoroloģiskajiem laikapstākļiem audzēšanas sākumā un citiem audzēšanas faktoriem bija lielāka nozīme nekā izmantotajam mēslojuma veidam.
2. Šķirnei 'Elsanta' pirmie ziedi uziedēja 21 dienu pēc stādīšanas, pirmās ogas ienācās 40 dienas pēc stādīšanas, un ražošana turpinājās 33 dienas.
3. Zemenes 'Elsanta' pirmajā audzēšanas gadā deva vidēji 70.2 g no auga, un ogas saturēja vidēji 71.8 mg 100 g<sup>-1</sup> askorbīnskābes, 1.00% titrējamo skābju, 11.1°Brix šķīstošās sausas, 0.05 mg 100 g<sup>-1</sup> kopējo karotinoīdu, 244 mg 100 g<sup>-1</sup> kopējo fenolu, savukārt to antiradikālā aktivitāte bija 49.9 mg 100 g<sup>-1</sup> Trolox ekvivalenta.
4. Pēc 2018./2019. gada ziemas atklāta lauka apstākļos bija pārziemojuši vidēji 86.7% šķirnes 'Elsanta' augu.

### Pateicība

Izmēģinājums veikts LLU projekta "LLU pētniecības programmas īstenošana" projekta Nr. P1 "Zemeņu šķirņu audzēšanas sistēmu pētījumi segtajās platībās un atklātā laukā" ietvaros.

### Izmantotā literatūra

1. Laugale V. (2015). *Agrotehnoloģisko faktoru ietekme uz zemeņu ražošanas periodu lauka apstākļos: promocijas darba kopsavilkums Dr.agr. zinātniskā grāda iegūšanai*. Jelgava: LLU Lauksaimniecības fakultāte, 50 lpp.
2. Kalnina I., Strautina S. (2015). Biochemical and qualitative characteristics on strawberry cultivars in different growing conditions. *In: Abstract book of 10th Baltic conference on food science and technology "Future Food: Innovations, Science and Technology"*, Kaunas, Lithuania (May 21–22, 2015), Kaunas: Kaunas University of Technology, p. 59.
3. Jansons E. (2006). *Analītiskās ķīmijas teorētiskie pamati*, Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 307 lpp.
4. Prieciņa L., Kārkliņa D. (2014). Natural Antioxidant Changes in Fresh and Dried Spices and Vegetables. *International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biochemical Engineering*, Vol. 8, No 5, p. 492–496.
5. Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela Raventos R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Method in Enzymology*, Vol. 299, p. 152–178.
6. Yu L., Perret J., Harris M., Wilson J., Haley S. (2003) Antioxidant Properties of Bran Extracts from 'Akron' Wheat Grown at Different Locations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 51, p. 1566–1570.
7. *Методы биохимического исследования растений* (1987). Ред. Ермаков А.И. Ленинград: ВО «Агропромиздат», с. 112–113.