



Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Lauksaimniecības fakultāte

Latvia University of Agriculture
Faculty of Agriculture

VALDA LAUGALE

**AGROTEHNOLOĢISKO FAKTORU IETEKME UZ
ZEMEŅU RAŽOŠANAS PERIODU LAUKA
APSTĀKĻOS**

**INFLUENCE OF AGROTECHNOLOGICAL FACTORS
ON STRAWBERRY PRODUCTION SEASON UNDER
FIELD CONDITIONS**

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

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

paraksts/ signature

Jelgava 2015

Darba zinātniskie vadītāji / Scientific supervisors:

Dr. biol. **Sarmīte Strautiņa**
Dr. agr. **Kaspars Kampuss**

Darba recenzenti / Reviewers:

Dr. biol. **Edīte Kaufmane**
Prof., Dr. biol. **Ina Alsiņa**
Asoc. prof., Dr. biol. **Uldis Kondratovičs**

Promocijas darba aizstāvēšana paredzēta Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības nozares Laukkopības apakšnozares promocijas padomes atklātajā sēdē 2015. gada 29. maijā plkst. 10:00, LLU, 123. auditorijā, Lielā iela 2, Jelgava.

The defence of thesis will be held in an open session of the Promotion Board of Agriculture on May 29, 2015 at 10:00 in room 123, Latvia University of Agriculture, Liela street 2, Jelgava, Latvia.

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

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

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

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

SATURS/ CONTENT

IEVADS	4
IZMĒĢINĀJUMU APSTĀKĻI UN METODIKA	6
IZMĒĢINĀJUMU REZULTĀTI UN TO ANALĪZE	10
Vasaras zemeņu šķirņu vērtējums.....	10
Meteoroloģisko faktoru ietekme uz vasaras zemeņu ražošanas laiku.....	13
Zemeņu ražošanas sezonas pasteidzināšana, izmantojot dažādus virssegumus un melno plēvi augsnes mulčai.....	15
Aukstumā glabāto zemeņu stādu vērtējums vēlīnas ražas ieguvei lauka apstākļos	19
Remontanto zemeņu šķirņu vērtējums ražošanas sezonas pagarināšanai	22
Zemeņu ražošanas sezonas pagarināšanas ekonomiskais vērtējums.....	25
SECINĀJUMI	29
ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA/ APPROBATION OF THE SCIENTIFIC ACTIVITIES	30
INTRODUCTION.....	33
MATERIALS AND METHODS	35
RESULTS AND ANALYSIS	39
Evaluation of summer-fruited strawberry cultivars.....	39
Influence of meteorological factors on summer-fruited strawberry ripening time	40
Forcing of strawberry production season using different plant covers and black plastic soil mulch	41
Evaluation of cold stored plants for late yield on open field conditions.....	44
Evaluation of everbearing strawberry cultivars for extending of production season	46
Economical estimation of extending of strawberry production season	47
CONCLUSIONS	49

IEVADS

Zemesnes ieņem nozīmīgu vietu komercdārzkopībā Latvijā. Patērētāji tās iecienījuši, pateicoties to izcilajām garšas īpašībām un augstvērtīgajam bioķīmiskajam sastāvam. Savukārt audzētāji kā pozitīvāko atzīmē to, ka zemesnes pēc iestādīšanas ātri sāk ražot, tāpēc ātrāk iespējams atgūt ieguldītos līdzekļus, salīdzinot ar citiem augļaugiem. Zemenēm ir arī ar salīdzinoši augsta audzēšanas plasticitāte, jo tās var audzēt dažādās audzēšanas sistēmās gan atklātā laukā, gan segtajās platībās.

Zemeņu ražošanas periods lauka apstākļos Latvijā ir īss – vidēji viens mēnesis. Pagarinot ražošanas sezonu, var nodrošināt ilgstošu svaigas produkcijas piegādi patērētājiem, tādējādi nodrošinot augstvērtīgāku, vitamīniem bagātu uzturu, kā arī iegūstot augstākus ienākumus, jo netradicionālā laikā iegūtajām ogām ir augstāka realizācijas cena un ir mazāka konkurence tirgū. Daudzās valstīs izstrādātas zemeņu audzēšanas sistēmas ražas ieguvei gandrīz visa gada garumā. Latvijas klimatiskajos apstākļos ražas iegūšana segtajās platībās ziemas periodā augsto izmaksu dēļ ir nerentabla, tāpēc vairāk jāvērs uzmanība uz ražošanas sezonas pagarināšanas iespējām pavasara – rudens periodā, tad audzēšanas izmaksas ir zemākas.

Liela nozīme augstas un kvalitatīvas ražas ieguvei ilgstošā laika periodā ir pareizai šķirņu izvēlei. Pasaulē katru gadu tiek selekcionētas daudzas jaunas vasaras zemeņu šķirnes ar dažādu ogu ienākšanās laiku, taču ne visas ir piemērotas audzēšanai Latvijas klimatiskajos apstākļos, kam raksturīgas aukstas ziemas ar spēcīgiem kailsaliem vai atkušņiem un salīdzinoši īss veģetācijas periods.

Ogu ienākšanās laiku, ražību un kvalitāti var ietekmēt, arī izmantojot dažādus augsnes un augu segumus, kas pasaulē ir diezgan plaši pētīti, taču iegūtie rezultāti bieži vien ir pretrunīgi, un Latvijā to lietošanā ir samērā maza pieredze. Daudzās valstīs zemeņu ražošanas sezonas pagarināšanai izmanto aukstumā glabātos stādus un remontantās zemesnes, taču Latvijā līdz šim nav izvērtētas šīs ražošanas sezonas pagarināšanas iespējas.

Darba hipotēze: zemeņu ražošanas sezonu Latvijā lauka apstākļos iespējams pagarināt līdz četriem mēnešiem, izmantojot dažādus audzēšanas tehnoloģiskos paņēmienus un piemērotas šķirnes.

Darba mērķis ir izvērtēt šķirņu, meteoroloģisko apstākļu un dažu audzēšanas tehnoloģisko paņēmieni ietekmi uz zemeņu ražošanas laiku, ražību un ražas kvalitāti lauka apstākļos Latvijā.

Darba uzdevumi:

1. izvērtēt vasaras zemeņu (īsās dienas) šķirņu fenoloģiskos un ražības parametrus un noteikt piemērotākās šķirnes kvalitatīvas ražas ieguvei un ražošanas sezonas pagarināšanai lauka apstākļos;
2. izvērtēt meteoroloģisko faktoru ietekmi uz zemeņu ražošanas laiku;
3. noteikt virssegumu un melnās plēves augsnes mulčas ietekmi uz zemeņu fenoloģiskajiem un ražības parametriem;
4. izvērtēt aukstumā glabāto stādu izmantošanas efektivitāti zemeņu ražošanas sezonas pagarināšanai lauka apstākļos;
5. novērtēt remontanto zemeņu fenoloģiskos un ražības parametrus, un to potenciālu ražošanas sezonas pagarināšanai;

6. izvērtēt dažādu zemeņu audzēšanas tehnoloģiju ekonomisko efektivitāti ražošanas sezonas pagarināšanai.

Darba zinātniskā novitāte: pirmo reizi izvērtēts dažādu audzēšanas tehnoloģisko paņēmieni un šķirņu kopums augstas kvalitātes zemeņu ražas ieguvei ilgstošā laika periodā Latvijas apstākļos.

Pētījumu rezultāti atspoguļoti 12 zinātniskajās publikācijās latviešu, angļu un krievu valodā, tai skaitā 6 no publikācijām iekļautas SCOPUS datu bāzē. Par zinātniskā darba rezultātiem ziņots 13 konferencēs, tai skaitā 4 mutiskie ziņojumi.

Pētījumu rezultāti iegūti projektos:

1. LZP projekts „Latvijas apstākļiem optimālu dārzkopības modeļu zinātniska izstrāde”. 1997. – 2000. g.
2. TOP 00-29 projekts „Latvijā izplatīto un jaunintroducēto zemeņu šķirņu izvērtējums ogu saldēšanai un pārstrādei”. 2000. – 2001. g.
3. LZP projekts 05.1369. Augļu un dārzeņu ilgtspējīgu ražošanas sistēmu izstrāde atbilstoši bioloģiskās lauksaimniecības pamatprasībām. 2005. – 2008. g.
4. Valsts Pētījumu programmas „Inovācijas tehnoloģijas augstvērtīgu, drošu un veselīgu pārtikas produktu ieguvei no ģenētiski, fizioloģiski un bioķīmiski daudzveidīga augu un dzīvnieku izejmateriāla” projekts Nr. 2 „Augstvērtīgas Latvijas ogas: no šķirnes līdz kvalitātei, veselīgam un drošam produktam”. 2007. – 2009. g.
5. ZM pasūtīts pētījumu projekts „Vidi saudzējošu audzēšanas tehnoloģiju precizēšana augļu un ogu dārzos dažādos augsnes un klimatiskajos apstākļos”. 2007. – 2009. g.
6. ZM pasūtīts LAP sadaļas „Vides un lauku ainavas uzlabošana” pētījumu projekts „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. g.

IZMĒĢINĀJUMU APSTĀKĻI UN METODIKA

Pētījumi veikti Pūres Dārzkopības izmēģinājumu stacijā (Pūres DIS) un Pūres Dārzkopības pētījumu centrā (Pūres DPC), Tukuma novadā. Ģeogrāfiskās koordinātes – 57°02' ziemeļu platuma un 22°52' austrumu garuma, 50 m virs jūras līmeņa. Lauka izmēģinājumi veikti no 1996. līdz 2010. gadam, ierīkojot vairākus savstarpēji nesaistītus izmēģinājumus atbilstīgi izvirzītajiem darba uzdevumiem.

Vasaras zemeņu (isās dienas) šķirņu vērtēšana. Lai varētu izvērtēt šķirņu piemērotību bioloģiskās audzēšanas sistēmai, izmēģinājums ierīkots Pūres DIS bioloģiski sertificētās platībās un kopšana veikta abilstoši bioloģiskās lauksaimniecības prasībām. Zemes iestādītas 2005. gada septembrī rindās 0.3×1.0 m attālumos. Vēlāk veidotas paplašinātās rindas (0.2 m platas). Rindstarpas regulāri kultivētas vai diskotas, mulča netika izmantota. Laistīšana – virspusēja. Izmēģinājumā kopumā iekļautas 16 zemeņu šķirnes: 'Bogota', 'Bounty', 'Dukat', 'Feierverk', 'Honeoye', 'Induka', 'Jonsok', 'Rubinovii Kulon' (Rubinovij Kulon), 'Pandora', 'Polka', 'Senga Sengana', 'Symphony', 'Siurprise Olimpiadi' (Sjurpriz Oļimpiadi), 'Tenira', 'Venta', 'Zefyr' (Zefīrs). Lauciņi izvietoti randomizēti četros atkārtojumos, katrā lauciņā 30 augi. Vērtēšana veikta laikā no 2006. līdz 2008. gadam. Vērtēta augu fenoloģiskā attīstība, aprēķināts agrīnuma indekss, vērtēta ziemas bojājumu intensitāte, ražība un kvalitāte. Veikts svaigo un saldēto ogu organoleptiskais vērtējums.

Meteoroloģisko faktoru ietekmes uz vasaras zemeņu ražošanas laiku vērtēšana. Pētījumā izmantoti dati par zemeņu ražošanas laiku Pūres DIS zemeņu laukos no 1990. līdz 2008. gadam no Pūres DIS zinātniskajām atskaitēm. Visos zemeņu laukos izmantota līdzīga audzēšanas sistēma. Vērtēšanā iekļautas divas Latvijā plaši un ilgstoši audzētas vasaras zemeņu šķirnes: 'Zefyr' – ar agru ogu ienākšanās laiku, un 'Senga Sengana' – ar vidēji vēlu ogu ienākšanās laiku. Meteoroloģiskie dati ievākti vietējā meteostacijā, kas izvietota Pūres ciemata centrā. No 1990. līdz 2005. gadam meteoroloģiskie dati reģistrēti manuāli. No 2006. gada metoodatu reģistrācijai izmantota automātiskā meteostacija „Luft”. Datu analīzē izmantoti šādi meteoroloģiskie rādītāji: gaisa vidējā, maksimālā, minimālā temperatūra (°C), efektīvo (>5 °C) un aktīvo (>10 °C) temperatūru summas, dienu skaits ar temperatūru >5 °C un >10 °C, nokrišņu daudzums (mm).

Augu virssegumu un melnās plēves mulčas ietekmes vērtēšana. Izmēģinājums ierīkots 2007. gada rudenī. Zemes stādītas uz 0.6 m platām dobēm, divās rindās. Attālums starp augiem rindās – 0.4 m, starp rindām uz dobes – 0.3 m, starp dobju centriem – 1.5 m, celiņi – 0.9 m. Dobes aprīkotas ar pilienvēda apūdeņošanas sistēmu.

Izmēģinājuma iekārtojumā izmantota dalīto lauciņu sistēma ar trīs faktoriem: 1) mulčēšana – iekļauti varianti ar melnās plēves mulču un bez mulčas; 2) virsējie segumi – augu segšanai izmantota caurspīdīgā polietilēna plēve (120 μm biezumā) un agrotīkls (Pegas agro, 17 g m⁻²), kā arī kontroles variants – bez augu segšanas; 3) šķirnes – vērtētas 3 šķirnes: 'Zefyr', 'Honeoye' (ar agrīnu ogu ienākšanās laiku) un 'Polka' (ar vidēji agru ogu ienākšanās laiku). Uzskaites lauciņa lielums – 10 m². Lauciņi izvietoti četros atkārtojumos. Melnās plēves mulča uzklāta pirms stādījuma ierīkošanas, veidojot dobes. Virsējie segumi 2008. gadā uzklāti 9. un 10. aprīlī,

2009. un 2010. gadā – 8. aprīlī. Segumi klāti uz plastmasas lokiem, veidojot 0.5 m augstus tuneļus. Segumi novākti ogu ražošanas sākumā. Ziedēšanas laikā un karstās dienās ($t > 25\text{ }^{\circ}\text{C}$) pa dienu segumi atsegti un vakarā augi atkal nosegti.

Vērtēšana veikta no 2008. līdz 2010. gadam. Visos audzēšanas gados vērtēta augu fenoloģiskā attīstība, ražība un ogu kvalitāte. 2008. un 2009. gadā vērtēta augu veģetatīvā augšana, uzskaitot 10 augiem lauciņā (katram augam atsevišķi) kopējo lapu daudzumu un sēnvasu daudzumu. Ogām veiktas bioķīmiskās analīzes un noteikts ogu stingrums (sīkāk skatīt „Laboratorisko analīžu metodika”). 2008. un 2009. gadā laikā, kad virs augiem bija segumi, mērīta augsnes temperatūra 0.07 m dziļumā un uz augsnes vai mulčas virsmas.

Aukstumā glabāto stādu vērtēšana. Lai izvērtētu aukstumā glabāto zemeņu stādu izmantošanas iespējas ražošanas sezonas pagarināšanai lauka apstākļos, dažādos laikos ierīkoti trīs zemeņu izmēģinājumi.

1. izmēģinājums iekārtots 1997. gada 2. jūnijā. Stādīšanai izmantoti no Skotijas atsūtīti aukstumā glabātie šķirnes ‘Elsanta’ stādi, A+ kategorija, ar 15 – 18 mm lielu sakņu kakliņa diametru. Augi izvērtēti, izmantojot stādīšanas biežību: 50 000 augi ha^{-1} un 33 000 augi ha^{-1} . Varianti izvietoti randomizēti četros atkārtojumos, vienā slejā. Lauciņa lielums – 5 m^2 .

2. izmēģinājums iekārtots 1998. gada 13. jūnijā. Stādīšanai izmantoti no Skotijas atsūtīti aukstumā glabātie šķirnes ‘Elsanta’ stādi, A kategorija, ar 13 mm lielu sakņu kakliņa diametru. Augi, līdzīgi kā pirmajā izmēģinājumā, izvērtēti, izmantojot stādīšanas biežību: 50 000 augi ha^{-1} un 33 000 augi ha^{-1} . Lauciņi izvietoti sistemātiski divās slejās, četros atkārtojumos. Lauciņa lielums – 10 m^2 .

3. izmēģinājums ierīkots 2008. gada 9. maijā. Stādīšanai izmantoti aukstumā glabātie stādi no Nīderlandes, A kategorija, ar vidējo sakņu kakliņa diametru 10.2 mm, šķirne ‘Elsanta’, un svaigi raktie, standarta kategorijas stādi no Pūres DIS, ar vidējo sakņu kakliņa diametru 10.6 mm. Aukstumā glabātie stādi stādīti, izmantojot stādīšanas biežību: 33 000 un 66 000 augi ha^{-1} . Svaigi raktie stādi stādīti tikai ar stādīšanas biežību 33 000 augi ha^{-1} . Svaigi raktajiem stādiem ziednešus neizknieba un ļāva ražot jau stādīšanas gadā. Lauciņu lielums – 6 m^2 , tie izvietoti četros atkārtojumos.

Visos trīs izmēģinājumos vērtēšana veikta divas veģetācijas sezonas. Vērtēta augu fenoloģiskā attīstība, aprēķināts agrīnuma indekss. Stādījumā veikts ražības un kvalitātes vērtējums.

Remontanto zemeņu vērtēšana. Lai izvērtētu remontanto zemeņu izmantošanas iespējas ražošanas sezonas pagarināšanai lauka apstākļos, ierīkoti divi izmēģinājumi.

1. izmēģinājums ierīkots 1998. gada 19. maijā. Izmēģinājumā iekļautas remontantās garās dienas tipa zemeņu šķirnes: ‘Rapella’ un ‘Krimskaja Remontantnaja’. Augi stādīti rindās 0.3×1.0 m attālumos. Uzskaites lauciņa lielums – 9 m^2 . Lauciņi izvietoti sistemātiski vienā slejā, trīs atkārtojumos. Otrajā un trešajā ražošanas gadā lauciņi pārdalīti uz pusēm (pa 4.5 m^2) un pusei lauciņu līdz 1. jūnijam izkniebti visi ziedneši, lai varētu noskaidrot ziednešu izkniebšanas ietekmi uz ražošanas laiku un ražas kvalitāti.

2. izmēģinājums ierīkots 1999. gada pavasarī. Izmēģinājumā iekļautas remontantās neitrālās dienas tipa zemeņu šķirnes: 'Selva' un 'Calypso'. Pārējie izmēģinājuma apstākļi līdzīgi kā pirmajā izmēģinājumā. Lauciņi izvietoti četros atkārtojumos.

1. izmēģinājumā vērtēšana veikta trīs ražošanas gadus, bet 2. izmēģinājumā – divus, jo trešajā gadā augi bija slikti pārziemojuši, daudzi aizgājuši bojā. Abos izmēģinājumos vērtēta augu fenoloģiskā attīstība, ziemas bojājumu intensitāte, veikts ražības un kvalitātes vērtējums.

Lauka novērojumu metodika.

Augu fenoloģiskā attīstība vērtēta, atzīmējot ziedēšanas sākuma, masveida ziedēšanas, ražošanas sākuma un ražošanas beigu datumus, vēlāk aprēķinos pārveidojot gada dienās.

Agrīnuma indekss aprēķināts, ņemot vērā ražošanas gaitu, pēc formulas:

$$I_{agr} = \frac{\sum (n_1 g_1 + n_2 g_2 + \dots)}{g}, \quad (1)$$

kur: I_{agr} – agrīnuma indekss/ *index of earliness*;

n_1, n_2, \dots – ražas vākšanas diena, skaitot no 1. janvāra/ *the day of the year when fruits are harvested, counting done from the beginning of year*;

g_1, g_2, \dots – kopražs, g, katrā lasīšanas reizē/ *harvested yield at every picking time, g*;

g – kopražs visā sezonā, g/ *total yield, g*.

Ziemas bojājumu intensitāte vērtēta pavasarī pēc veģetācijas atsākšanās, vērtējot vizuāli ballēs 1 – 9, kur: 1 – bojājumu nav; 9 – visi augi pilnībā nosaluši. Izmēģinājumos ar remontantajām zemenēm ziemas bojājumu intensitāte vērtēta ballēs 1 – 5, kur: 1 – bojājumu nav; 5 – visi augi pilnībā nosaluši.

Ražība un ražas kvalitāte vērtēta, nosverot kopražu, bruto ražu un atsevišķi pa kategorijām – augstākās kvalitātes jeb E, I un II kategorijas, puvušās un pārējās nestandarta ogas $g\ m^{-2}$, pēc tam pārrēķinot % no kopražas. Ogas šķirotas saskaņā ar EEK regulu Nr. 899/87 (izmēģinājumiem, kas ierīkoti līdz 2002. gadam) un EK regulu Nr. 843/2002 (izmēģinājumiem, kas ierīkoti pēc 2002. gada).

Ogu vidējā masa noteikta, katrā lasījumā nosverot līdz 50 E un I kategorijas ogas.

Svaigo ogu organoleptiskajā (sensorajā) vērtējumā vērtēts ārējais izskats, garša, stingrums. Vasaras zemeņu šķirņu izvērtēšanā vērtējums veikts ballēs 1 – 9, kur 9 – augstākais pozitīvais vērtējums, bet 1 – zemākais. Izmēģinājumos ar remontantajām zemenēm vērtējums veikts ballēs 1 – 5, kur 5 – augstākais pozitīvais vērtējums, bet 1 – zemākais.

Saldēto ogu organoleptiskajā (sensorajā) vērtējumā vērtēts ārējais izskats, garša un konsistence pēc atsaldēšanas. Ogu ārējā izskata un garšas vērtējums dots ballēs 1 – 9, kur 9 – augstākais pozitīvais vērtējums, bet 1 – zemākais.

Laboratorisko analīžu metodika. Visiem izmēģinājumiem pirms stādījuma ierīkošanas veiktas augsnes analīzes Agroķīmisko pētījumu centrā, VZRU „Ražība” saskaņā ar vispārpieņemto metodiku.

Izmēģinājumā ar melnās plēves mulčas un augu virssegumu izmantošanu veiktas ogu bioķīmiskās analīzes un vērtēts ogu stingrums. Analīzes veiktas Latvijas Valsts augļkopības institūta (LVAI) bioķīmijas laboratorijā un Pūres DPC laboratorijā.

LVAI bioķīmijas laboratorijā divus vērtēšanas gadus (2008. un 2009. g.) ogās noteikts kopējo fenolu daudzums (nosakot ar spektrometru UV-1650-PC pie viļņu garuma 765 nm) un kopējo antociānu daudzums (nosakot ar spektrometru UV-1650-PC pie viļņu garuma 535 nm), C vitamīna saturs (izmantojot joda metodi), titrējamo skābju saturs (titrējot ar 0.1 N NaOH), antiradikālā aktivitāte (ar DFPH (difenilpikrihidrazila) metodi). Mērījumi veikti vienu reizi sezonā ogu ražošanas maksimumā 1 kg ogu paraugam no katra varianta, veicot 12 mērījumus katram paraugam.

Pūres DPC laboratorijā trīs reizes sezonā – ražošanas sākumā, maksimumā un beigās – noteikts šķīstošās sausas satur (Brix^o), izmantojot rokas refraktometru, un ogu stingrums (g), izmantojot Wagner ogu penetrometru ar uzgali 6 mm diametrā, iespiežot to ogā līdz 8 mm dziļumam. Mērījumi veikti trīs ražošanas periodus.

Datu matemātiskā apstrāde. Iegūto datu apstrādē un analīzē izmantotas Microsoft Excel 2003 un STATISTICATM programmas. Datu analīzē izmantotas vienfaktora un daudzfaktoru dispersijas analīzes, daudzdimensionālā klāsterizācija, korelācijas, regresijas analīze un aprakstošā statistika, kas veiktas pēc vispārpieņemtās metodikas. Vidējo rādītāju atšķirību būtiskuma noteikšanai izmantota vismazākā būtiskā starpība un Dunkana kritērijs. Rezultāti analizēti, izmantojot 95% ticamības pakāpi. Aprēķināts un vērtēts faktoru ietekmes īpatsvars (η^2 %).

Meteoroloģiskie apstākļi. No visiem vērtēšanā iekļautajiem izmēģinājumu gadiem augstākā aktīvo temperatūru summa (ATS) un efektīvo temperatūru summa (ETS) veģetācijas periodā novērota 1999. gadā, bet zemākā – 2008. gadā. Augstākā ATS un ETS no gada sākuma līdz 1. jūlijam, kad tradicionāli ir sākusies zemeņu ražošana, bija 2000. gadā. Zemākā ATS no gada sākuma līdz 1. jūlijam bija 1999. gadā, bet zemākā ETS – 2008. gadā. Izvērtējot nokrišņu daudzumu veģetācijas sezonā pa gadiem, vairāk nokrišņu bija 1998. gadā, bet sausākās bija 1999., 2000., 2006. un 2008. gada sezonas. Izvērtējot nokrišņu daudzumu no gada sākuma līdz 1. jūlijam, vairāk to bija 1998. gadā, bet vismazāk – 2006. gadā. Nelabvēlīgākās ziemas zemeņu pārziemošanai ar spēcīgiem kailsaliem bija 1999., 2006. un 2007. gadā. Ļoti zema temperatūra novērota 2010. gada ziemā (-33.6 °C), taču tad zemi klāja bieža sniega sega, kas aizsargāja zemes no apsalšanas.

IZMĒGINĀJUMU REZULTĀTI UN TO ANALĪZE

Vasaras zemeņu šķirņu vērtējums

Vasaras zemeņu šķirņu fenoloģiskā attīstība. Izvērtējot Latvijā audzēšanā izplatītās vasaras zemeņu šķirnes, visos vērtēšanas gados konstatētas būtiskas ($p < 0.001$) atšķirības starp šķirnēm ziedēšanas un ogu ienākšanās laikā, un agrīnuma indeksā (1. tab.).

1. tabula/ Table 1

Vasaras zemeņu šķirņu ziedēšanas, ražošanas laiki un agrīnuma indekss, vidēji trīs vērtēšanas gados/

Summer-fruiting strawberry cultivar flowering, harvesting time and index of earliness, in average of three years

Šķirne/ Cultivar	Ziedēšanas sākums, gada diena/ Beginning of flowering, day	Ražošanas sākums, gada diena/ Beginning of fruit harvesting, day	Agrīnuma indekss/ Index of earliness	Ražošanas beigas, gada diena/ End of harvesting, day
<i>Agrās šķirnes/ Early season cultivars</i>				
Zefyr	136 a*	167 ab	175 a	191 a
Rubinovii Kulon	139 c	166 a	176 b	193 abc
Siurprise Olimpiadi	136 a	167 a	178 c	194 cd
Jonsok	138 b	167 ab	178 cd	194 bc
Venta	139 bc	168 ab	177 bc	192 ab
Honeoye	138 ab	167 ab	177 bc	193 bc
<i>Vidēji agrās šķirnes/ Medium-early season cultivars</i>				
Polka	142 ef	169 bc	180 f	198 ef
Induka	143 f	168 ab	179 de	194 bc
Dukat	139 bc	167 ab	180 ef	196 de
<i>Vidēji vēlās šķirnes/ Medium-late season cultivars</i>				
Tenira	141 de	170 cd	180 f	194 cd
Feierverk	141 de	172 de	180 f	194 cd
Senga Sengana	141 d	171 de	182 g	197 ef
Symphony	145 g	172 e	183 h	200 gh
Bounty	143 f	172 e	183 h	199 fg
<i>Vēlās šķirnes/ Late season cultivars</i>				
Pandora	152 i	179 f	191 j	202 h
Bogota	148 h	178 f	188 i	200 gh
Vidēji visām šķirnēm/ Average of all cultivars ($\pm s_x$)	141 ± 0.5	170 ± 0.5	180 ± 0.5	196 ± 0.4

*starp skaitļiem kolonnās, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, ir statistiski pierādāma starpība (Dunkana kritērijs, $p=0.05$)/ values within columns marked by different letters have significant difference (Duncan criteria, $p=0.05$).

Atšķirās arī augu fenoloģiskās attīstības gaita starp vērtēšanas gadiem, jo gadi bija atšķirīgi pēc meteoroloģiskajiem apstākļiem. Ražošanas izmēģinājumā sākās vidēji 29 dienas pēc ziedēšanas sākuma, tas sakrīt ar literatūrā aprakstīto. Ražošanas sākuma laiks būtiski ($p < 0.01$) pozitīvi korelēja ar ziedēšanas sākuma laiku ($r_{yx} = 0.77$).

Vadoties no ogu ienākšanās laika un agrīnuma indeksa, pēc daudzdimensionālās klāsteru analīzes rezultātiem vērtētās šķirnes varēja iedalīt četrās grupās: šķirnes ar agru ogu ienākšanās laiku – ‘Zefyr’, ‘Rubinovii Kulon’, ‘Honeoye’, ‘Venta’, ‘Siurprise Olimpiadi’, ‘Jonsok’; šķirnes ar vidēji agru ogu ienākšanās laiku – ‘Induka’, ‘Polka’, ‘Dukat’; šķirnes ar vidēji vēlu ogu ienākšanās laiku – ‘Tenira’, ‘Feierverk’, ‘Senga Sengana’, ‘Bounty’, ‘Symphony’; šķirnes ar vēlu ogu ienākšanās laiku – ‘Bogota’, ‘Pandora’.

Vidēji trīs vērtēšanas gados agrajām šķirnēm ogas ienācās gada 167. dienā, un tās ražoja līdz gada 193. dienai. Vidēji agrajām šķirnēm ogas sāka ienākties tikai vidēji par vienu dienu vēlāk nekā agrajām šķirnēm, taču ražošanas periods bija par trīs dienām garāks. Vidēji vēlajām šķirnēm ražošana sākās un beidzās vidēji četras dienas vēlāk nekā agrajām šķirnēm. Savukārt vēlajām šķirnēm ogas sāka ienākties vidēji 11 dienas vēlāk nekā agrajām šķirnēm, un ražošanas sezonu varēja pagarināt līdz gada 201. dienai jeb par 8 dienām ilgāk, nekā audzējot agrās šķirnes. Kopumā, izmantojot izmēģinājumā iekļautās šķirnes ar dažādu ogu ienākšanās laiku, zemeņu ražas periods pirmajā ražošanas gadā bija 21 diena, otrajā – 36 dienas, bet trešajā – 49 dienas. Ražošanas perioda garums pieauga līdz ar stādījuma vecumu un būtiski ($p < 0.01$) pozitīvi korelēja ar iegūto ražu ($r_{yx} = 0.88$). Vidēji trīs ražošanas gados ražošanas perioda garums bija 36 dienas – no gada 166. līdz 202. dienai, tas ir apmēram no jūnija vidus līdz jūlija otrās dekādes beigām, tas ir samērā īss periods.

Ziemas bojājumi, ražība un ogu kvalitāte. Izvēloties audzēšanai šķirnes, svarīgs ir ne vien ogu ienākšanās laiks, bet arī šķirnes ražība, ogu kvalitāte un izturība pret kaitēkļiem, slimībām un nelabvēlīgiem vides faktoriem. Īpaši nozīmīgs šķirnes rādītājs Latvijas klimatiskajos apstākļos ir ziemcietība. No vērtētajām šķirnēm kopumā divos vērtēšanas gados augstāko ziemcietību no agrajām šķirnēm uzrādīja šķirnes ‘Zefyr’ un ‘Rubinovii Kulon’, vidēji agrajām – ‘Induka’, vidēji vēlajām – ‘Senga Sengana’ un vēlajām – ‘Pandora’ (2. tab.).

Izvērtējot šķirņu ražību, agro šķirņu grupā ražīgākās bija ‘Siurprise Olimpiadi’ un ‘Zefyr’, no vidēji agrajām šķirnēm – ‘Polka’, no vidēji vēlajām šķirnēm – ‘Bounty’ un ‘Senga Sengana’, no vēlajām – ‘Pandora’.

No vērtētajām agrajām šķirnēm augstākā ogu vidējā masa un visgaršīgākās ogas bija ‘Venta’, taču šai šķirnei ogas bija mīkstas, līdz ar to nav piemērotas tālai transportēšanai. No šķirnēm ar vidēji agru ogu ienākšanās laiku vislielākās ogas bija ‘Induka’, bet vislabākā ogu garša – ‘Polka’. No šķirnēm ar vidēji vēlu ogu ienākšanās laiku vislielākās ogas bija ‘Symphony’, bet šai šķirnei ogu garša bija viduvēja. Augstāko ogu garša vērtējumu vidēji vēlo šķirņu grupā ieguva ‘Bounty’. No šķirnēm ar vēlu ogu ienākšanās laiku vislielākās un garšīgākās ogas bija šķirnei ‘Pandora’.

**Vasaras zemeņu šķirņu ziemas bojājumi, ražība un ogu vērtējums/
Winter damage, yield and fruit evaluation of summer-fruited strawberry cultivars**

Šķirne	Ziemas bojājumi, vidēji divos gados, ballēs 1 – 9/ Winter damage, in average of two years, points 1 – 9	Kopraža, kopā trīs gados, g m ⁻² / Total yield of three years, g m ⁻²	Ogu vērtējums, vidēji divos gados/ Fruit evaluation, average of two years	
			vidējā masa/ average weight, g	garša, ballēs 1 – 9/ flavour, points 1 – 9
<i>Agrās šķirnes/ Early season cultivars</i>				
Zefyr	3.0 a	2473 bcd	8.5 c	6.8 ab
Rubinovii Kulon	3.0 a	1670 ab	6.8 a	7.2 abc
Siurprise Olimpiadi	3.8 abc	3041 d	8.5 c	7.1 abc
Jonsok	3.1 ab	2075 abc	6.2 a	6.2 a
Venta	3.4 ab	1712 ab	12.7 h	7.6 bc
Honeoye	4.5 cd	2115 abcd	8.8 cde	7.1 abc
<i>Vidēji agrās šķirnes/ Medium-early season cultivars</i>				
Polka	3.8 abc	3044 d	8.6 cd	8.0 c
Induka	3.3 ab	2434 abcd	9.9 fg	6.9 abc
Dukat	3.9 bc	1827 ab	8.2 bc	7.0 abc
<i>Vidēji vēlās šķirnes/ Medium-late season cultivars</i>				
Tenira	5.4 e	1471 a	8.1 bc	7.6 bc
Feierverk	3.9 bc	2229 abcd	9.6 def	6.7 ab
Senga Sengana	3.1 ab	2789 cd	7.1 ab	6.7 ab
Symphony	4.5 cd	2339 abcd	10.3 fg	6.6 ab
Bounty	4.4 cd	2961 cd	8.1 bc	7.7 bc
<i>Vēlās šķirnes/ Late season cultivars</i>				
Pandora	6.4 f	2468 bcd	10.9 g	7.3 abc
Bogota	4.8 de	1681 ab	9.7 ef	7.0 abc
Vidēji visām šķirnēm/ Average of all cultivars (±s _x)	4.0 ±0.2	2271 ±124	8.9 ±0.2	7.1 ±1.2

*starp skaitļiem kolonnās, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, ir statistiski pierādāma starpība (Dunkana kritērijs, p=0.05)/ values within columns marked by different letters have significant difference (Duncan criteria, p=0.05).

Apkopojot trīs vērtēšanas gadu vasaras zemeņu ražas un ogu kvalitātes rādītājus, agro šķirņu grupā labākās bija šķirnes ‘Zefyr’, ‘Honeoye’ un ‘Siurprise Olimpiadi’, vidēji agro šķirņu grupā – ‘Induka’ un ‘Polka’, vidēji vēlo šķirņu grupā – ‘Senga Sengana’ un ‘Bounty’, un no vēlajām šķirnēm – ‘Pandora’.

Meteoroloģisko faktoru ietekme uz vasaras zemeņu ražošanas laiku

Vasaras zemeņu šķirņu izvērtēšanā pierādījās, ka zemeņu ražošanas laiku būtiski ietekmē ne vien šķirne, bet arī gada meteoroloģiskie laika apstākļi. Lai izvērtētu zemeņu ražošanas laika iespējamās svārstības pa gadiem, kuri meteoroloģiskie faktori to visvairāk ietekmē, veikta divu zemeņu šķirņu ar atšķirīgu ogu ienākšanās laiku – ‘Zefyr’ (agra) un ‘Senga Sengana’ (vidēji vēla) – ražošanas laiku izvērtēšana ilgstošā laika periodā (1990. – 2008. g.).

Izvērtējot ‘Zefyr’ ražošanas periodus 19 uzskaites gados, šķirnes ražošanas sākuma laiks svārstījās pa gadiem 30 dienu robežās, bet ražošanas beigu datums – 33 dienu robežās. Šķirnei ‘Senga Sengana’ ražošanas sākuma laiks pa gadiem svārstījās mazāk nekā šķirnei ‘Zefyr’, tas ir, 25 dienu robežās, bet ražošanas beigu datums bija svārstījies līdzīgi kā ‘Zefyr’ – 33 dienu robežās. Abām šķirnēm bija vērojama tendence gadu gaitā ražošanas laikam paagrināties, kas varētu būt saistīts ar klimata izmaiņām.

Veicot korelatīvo sakarību izvērtēšanu starp ražošanas sākuma laiku un efektīvo un aktīvo temperatūru summām līdz ražošanas sākumam, konstatēts, ka statistiski būtiska korelācija bija tikai šķirnei ‘Zefyr’ (attiecīgi korelācijai ar efektīvo temperatūru summu $r_{yx}=0.57$, $p<0.01$ un ar aktīvo temperatūru summu $r_{yx}=0.54$, $p<0.01$).

Izvērtējot meteoroloģisko faktoru ietekmi uz zemeņu ražošanas laiku, liela ietekme bija temperatūrai pavasara, vasaras sākuma periodā. Abām vērtētajām šķirnēm ražošanas sākumu būtiski ($p<0.05$) bija ietekmējušas gaisa vidējās temperatūras februārī un maijā, minimālā temperatūra jūnijā, maksimālā temperatūra februārī, martā, maijā un jūnijā, kur konstatēta negatīva korelācija ar ražošanas sākuma gada dienu (3. tab.).

3. tabula/ Table 3

Meteoroloģisko faktori ar statistiski būtisku ($p<0.05$) ietekmi uz zemeņu šķirņu ‘Zefyr’ un ‘Senga Sengana’ ražošanas sākuma laiku un ietekmes rādītāji/

Meteorological factors with statistically significant ($p<0.05$) impact on the beginning of fruit ripening time of strawberry cultivars ‘Zefyr’ and ‘Senga Sengana’ and impact parameters

Faktors/ Factor	Laiks/ Time	Zefyr			Senga Sengana		
		R ²	b _{yx}	p	R ²	b _{yx}	p
Dienu skaits ar $t^*>10\text{ }^{\circ}\text{C}$ / Number of days with $t^*>10\text{ }^{\circ}\text{C}$	no gada sākuma līdz ražošanas sākumam/ from the beginning of year till fruit ripening	0.42	0.58	0.003	0.35	0.56	0.007
Dienu skaits ar $t>5\text{ }^{\circ}\text{C}$ / Number of days with $t>5\text{ }^{\circ}\text{C}$	no gada sākuma līdz ražošanas sākumam/ from the beginning of year till fruit ripening	0.29	0.56	0.018	-	-	ns**
Minimālā t/ Minimal t, $^{\circ}\text{C}$	februāris/ February	0.24	-0.48	0.032	-	-	ns
	jūnijs/ June	0.35	-0.13	0.008	0.29	-0.14	0.018

3. tabulas turpinājums/ Table 3 continued

Faktors/ Factor	Laiks/ Time	Zefyr			Senga Sengana		
		R ²	b _{vx}	p	R ²	b _{vx}	p
Maksimālā t/ Maximal t, °C	februāris/ February	0.29	-0.19	0.016	0.24	-0.10	0.035
	marts/ March	0.28	-0.20	0.019	0.28	-0.19	0.021
	maijs/ May	0.29	-0.19	0.016	0.27	-0.22	0.022
	jūnijs/ June	0.23	-0.12	0.039	0.22	-0.14	0.042
Minimālā virszemes t/ Minimal t on soil surface, °C	marts/ March	0.21	-0.34	0.050	-	-	ns
Gaisa vidējā t/ Average air t, °C	februāris/ February	0.26	-0.23	0.027	0.21	-0.23	0.050
	maijs/ May	0.26	-0.10	0.026	0.25	-0.11	0.030
ATS* (t>10 °C)	maijs/ May	-	-	ns	0.31	-5.60	0.013
ETS* (t>5 °C)	maijs/ May	-	-	ns	0.29	-3.86	0.017
Nokrišņi/ Precipitations, mm	maijs/ May	0.35	1.81	0.008	0.43	2.24	0.002
	no gada sākuma līdz ražošanas sākumam/ from the beginning of year till fruit ripening	0.24	6.16	0.033	0.26	7.07	0.025

*t – temperatūra/ temperature; ATS – aktīvo temperatūru summa/ The sum of active temperatures; ETS – efektīvo temperatūru summa/ The sum of effective temperatures.

**ns – statistiski nebūtiska ietekme/ statistically nonsignificant influence.

Ražošanas sākuma laiku abām šķirnēm būtiski bija ietekmējis arī dienu skaits ar temperatūru virs 10 °C un nokrišņu daudzums no gada sākuma līdz ražošanas sākumam, un nokrišņi maijā. Nokrišņu daudzums maijā un no gada sākuma līdz ražošanas sākumam abām vērtētajām šķirnēm būtiski (p<0.05) pozitīvi korelēja ar ražošanas sākumu. Tas norāda uz to, ka vairāk nokrišņu ražošanas sākumu pavēlina, iespējams, tas saistīts ar apmākušos laiku un pazeminātu saules radiāciju nokrišņu laikā.

Vērtējot starp šķirnēm, agrīnajai šķirnei 'Zefyr' vislielākā ietekme uz ražošanas sākuma laiku bija dienu skaitam ar temperatūru virs 10 °C no gada sākuma līdz ražošanas sākumam, bet vidēji vēlajai šķirnei 'Senga Sengana' – nokrišņu summai maijā.

Darbā tika veikta daudzfaktoru lineārās regresijas modeļa izstrāde ražošanas laika prognozēšanai ar secīgu faktoru iekļaušanu. Statistiski ticamu (p=0.000; R²=0.70) modeli vidēji vēlajai šķirnei 'Senga Sengana' varēja izveidot, iekļaujot tajā faktorus: minimālā dekāžu vidējā virszemes temperatūra maijā, nokrišņu daudzums maijā un dienu skaits ar temperatūru virs 5 °C maijā, veidojot regresijas vienādojumu:

$$Y_{SS} = 103.87 - 2.33T_{\text{vid. virsz. min v}} + 0.19N_v + 2.57D_v, \quad (2)$$

kur: Y_{SS} – ražošanas sākuma laiks šķirnei 'Senga Sengana', gada diena;

T_{vid. virsz. min v} – minimālā dekāžu vidējā virszemes temperatūra maijā, °C;

N_V – nokrišņi maijā, mm;

D_V – dienu skaits ar temperatūru virs 5 °C maijā.

Savukārt, veidojot regresijas modeli agrīnās šķirnes ‘Zefyr’ ražošanas sākuma laikam, statistiski ticami ($p=0.019$) regresijas modeli ar determinācijas koeficientu 0.77 šķirnei ‘Zefyr’ varēja izveidot, ja regresijas modelī iekļāva daudz vairāk rādītāju: vidējo, maksimālo un minimālo temperatūru februārī; maksimālo un virszemes minimālo temperatūru martā; vidējo un maksimālo temperatūru un nokrišņu daudzumu maijā.

Rezultāti norāda uz to, ka agrās šķirnes ‘Zefyr’ ražošanas sākuma laiku lauka apstākļos ietekmē vairāk faktoru nekā vēlīnākai šķirnei ‘Senga Sengana’. Turklāt agrās šķirnes ražošanas sākuma laiku vairāk ietekmēja laika apstākļi visā ziemas – pavasara sezonā, bet vēlīnākai šķirnei – laika apstākļi maijā. Ražošanas laika pasteidzināšanai jānodrošina augstākas gaisa temperatūras pavasara sezonā, to var panākt ar dažādu virssegumu izmantošanu.

Zemeņu ražošanas sezonas pasteidzināšana, izmantojot dažādus virssegumus un melno plēvi augsnes mulčai

Virsegumu un mulčas ietekme uz zemeņu ziedēšanas un ražošanas laiku. Zemeņu ražošanas laika pasteidzināšanai izmēģinājumā tika vērtēti divi augu virsseguma veidi – polietilēna plēve un agrotīkls, veidojot zemos tuneļus, no augsnes mulčām – melnā plēve.

4. tabula/ Table 4

Zemeņu ziedēšanas un ražošanas sākums, audzēšanā izmantojot dažādus virssegumus, vidēji trīs vērtēšanas gados/

The beginning of strawberry flowering and harvesting using different plant covers, in average of three testing years

Virseguma veids/ <i>Plant cover</i>	Ziedēšanas sākums/ <i>Beginning of flowering</i>		Ražošanas sākums/ <i>Beginning of fruit harvesting</i>	
	gada diena/ <i>day of the year</i>	starpība, salīdzinot ar kontroli, dienas/ <i>the difference in comparison to control, days</i>	gada diena/ <i>day of the year</i>	starpība, salīdzinot ar kontroli, dienas/ <i>the difference in comparison to control, days</i>
Bez seguma (kontrolē)/ <i>Without cover (control)</i>	137 c*	0	165 c	0
Agrotīkls/ <i>Agronet</i>	130 a	-7	157 b	-8
Plēve/ <i>Plastic</i>	124 b	-13	150 a	-15
p	0.000	-	0.000	-

*starp skaitļiem kolonnās, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, ir statistiski pierādāma starpība (Dunkana kritērijs, $p=0.05$) / *values within columns marked by different letters have significant difference (Duncan criteria, $p=0.05$).*

No vērtētajiem faktoriem vislielākā ietekme uz zemeņu ziedēšanas un ražošanas laiku bija augu virssegumiem, kur faktoru ietekmes īpatsvars η^2 ziedēšanas sākumam bija 72%, bet ražošanas sākumam – 77%. Vidēji trīs vērtēšanas gados plēves virssegums pasteidzināja ziedēšanu vidēji par 13 dienām un ražošanu – vidēji par 15 dienām, bet agrotīkla segums – attiecīgi ziedēšanu par 7 un ražošanu par 8 dienām, salīdzinot ar audzēšanu bez segumiem (4. tab.).

Melnās plēves mulčas kā faktora ietekmes īpatsvars uz zemeņu ziedēšanas un ražošanas sākumu izmēģinājumā bija ļoti zems: η^2 ziedēšanas sākumam – 0.1%, η^2 ražošanas sākumam – 0.02%. Statistiski būtiska mulčas ietekme uz ziedēšanas un ražošanas sākumu nav konstatēta. Konstatēta būtiska gadu un mulčas mijiedarbība ($p < 0.01$) un būtiska segumu un mulčas mijiedarbība ($p < 0.01$) attiecībā uz ražošanas sākuma laiku. Audzējot bez virsseguma, ražošana uz melnās plēves sākās vidēji par vienu dienu agrāk, nekā audzējot bez augsnes mulčas. Savukārt, audzējot ar plēves virssegumu, ražošana uz melnās plēves sākās vidēji par vienu dienu vēlāk, nekā audzējot bez augsnes mulčas. Statistiski būtiska mijiedarbība starp visiem trīs galvenajiem faktoriem – mulča, segums, šķirne – izmēģinājumā nav konstatēta.

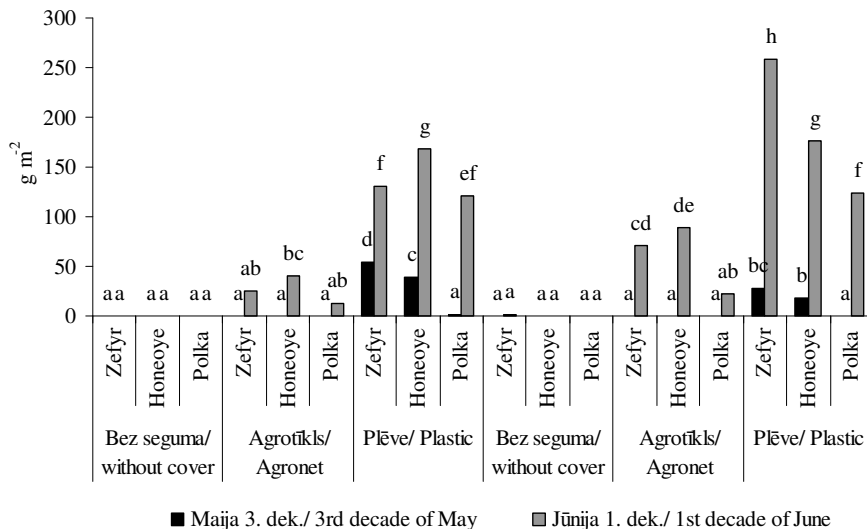
Ar agrāko ražošanas laiku raksturojami audzēšanas varianti, kur agrīnās šķirnes ‘Zefyr’ un ‘Honeoye’ audzētas uz dobēm gan bez, gan ar melnās plēves mulču un ar plēves virssegumu pavasarī. Šajos variantos ražošana sākās maija beigās.

Virsegumu un mulčas ietekme uz zemeņu ražību. Augu virssegumu ietekme uz zemeņu ražību bija neliela, bet statistiski būtiska ($\eta^2_{\text{kopražā}} = 0.6\%$; $\eta^2_{\text{bruto raža}} = 1.4\%$; $p < 0.01$) un svārstījās pa gadiem. Abi vērtētie virssegumi – agrotīkls un plēve – bija būtiski paaugstinājuši kopā trīs audzēšanas gados iegūto zemeņu bruto ražu ($p = 0.001$). Plēves virsseguma izmantošana bija paaugstinājusi bruto ražu par 27%, bet agrotīkla izmantošana – par 29%, salīdzinot ar audzēšanu bez virsseguma. Būtiskas atšķirības ražībā starp abiem vērtētajiem virssegumu veidiem – agrotīklu un plēvi – nav konstatētas.

Abi vērtētie virssegumi bija uzlabojuši arī ražas kvalitāti, jo šajos variantos bija būtiski procentuāli vairāk augstākās kvalitātes jeb E un I kategorijas ogas ($p = 0.000$) un mazāk nestandarta ogas ($p = 0.000$) nekā nesegtajā variantā. Visvairāk E kategorijas ogas, kurām ir visaugstākā pārdošanas cena, ievāktas, audzēšanā izmantojot agrotīkla virssegumu, vidēji 138 g m² jeb par 23% vairāk, nekā audzējot bez virsseguma. Abu virssegumu izmantošana bija būtiski ($p = 0.000$) veicinājusi pelēkās puves (*Botrytis cinerea* Pers.) infekciju, lai gan kopumā izmēģinājumā pelēkās puves bojāto ogu bija maz. Puvušo ogu īpatsvars, audzējot ar plēves virssegumu, bija pieaudzis vidēji par 1.5%, bet ar agrotīkla virssegumu – vidēji par 1.9%, salīdzinot ar audzēšanu bez seguma.

Lielāka ietekme nekā virssegumiem uz zemeņu ražības paaugstināšanu bija melnās plēves mulcai ($\eta^2_{\text{kopražā}} = 5.7\%$; $\eta^2_{\text{bruto raža}} = 3.9\%$; $p < 0.001$). Kopā trīs vērtēšanas gados, audzējot ar melnās plēves mulču, iegūta vidēji par 50% augstāka kopražā un par 46% augstāka bruto raža nekā audzējot bez augsnes mulčas. Melnās plēves mulčas izmantošana bija paaugstinājusi ražību visām trīs vērtētajām šķirnēm gan audzējot ar virssegumiem, gan bez tiem.

Tā kā izmēģinājuma mērķis bija pastēdiznāt zemeņu ražas ienākšanās sākumu, svarīgi bija iegūt pēc iespējas lielāku agro ogu ražu. No visiem vērtētajiem audzēšanas variantiem vidēji trīs vērtēšanas gados augstākā bruto raža maija 3. dekādē, kad sākās ražošanas, iegūta šķirnei ‘Zefyr’ audzēšanas variantā ar plēves virssegumu un bez mulčas (1. att.). Jūnija 1. dekādē un arī abās dekādēs kopā (maiņa 3. un jūnija 1. dekādē) augstākā bruto raža ievākta šķirnei ‘Zefyr’ audzēšanas variantā ar plēves virssegumu un melnās plēves mulču. Tas arī būtu ieteicamākais audzēšanas variants agras ražas iegūšanai.



1.att. Zemeņu bruto raža maija 3. un jūnija 1. dekādē, vidēji trīs vērtēšanas gados dažādos audzēšanas variantos, g m⁻².

Fig. 1. Strawberry marketable yield in the third decade of May and the first decade of June under different treatments, g m⁻².

Starp rādītājiem dekāžu ietvaros, kas apzīmēti ar dažādiem burtiem, ir statistiski pierādāma starpība (Dunkana kritērijs, p=0.05)/ values within decades marked by different letters have significant difference (Duncan criteria, p=0.05).

Rezultāti norāda – lai izlīdzinātu ražas apjomu pa vākšanas laikiem un pagarinātu ražošanas laiku, jāizmanto gan plēves, gan agrotīkla virssegumi, agrāko ražu iegūstot zem plēves seguma, bet pēc tam – zem agrotīkla seguma.

Virsegumu un mulčas ietekme uz ogu kvalitāti. Virssegumiem bija būtiska ietekme uz ogu vidējo masu (p<0.000). Ogu masu samazināja abi lietotie virssegumi, bet visvairāk plēves virssegums. Vidēji trīs vērtēšanas gados, audzējot bez virsseguma, ogu vidējā masa bija 10.6 g, audzējot ar agrotīkla virssegumu – 10.2 g, ar plēves virssegumu – 8.4 g. Izvērtējot plēves mulčas ietekmi, konstatēts, ka tās izmantošana bija būtiski (p<0.01) palielinājusi ogu vidējo masu. Audzējot uz melnās plēves mulčas, ogu vidējā masa pieauga vidēji par 0.8 g jeb 8.0%, salīdzinot ar audzēšanu bez mulčas.

Lielā ietekme uz ogu vidējo masu bija šķirnei ($\eta^2=29\%$; $p=0.000$). Ar vislielāko ogu vidējo masu raksturojama šķirne 'Honeoye' (10.1 g), bet vissīkākās ogas bija šķirnei 'Polka' (9.3 g). Izmēģinājumā konstatētas arī būtiskas faktoru – segums un šķirne ($\eta^2=3.9\%$; $p=0.000$) un mulča un šķirne ($\eta^2=1.3\%$; $p=0.000$) – mijiedarbības attiecībā uz ogu vidējo masu. No visiem vērtētajiem audzēšanas variantiem lielākā ogu vidējā masa bija šķirnei 'Honeoye', kas audzēta uz dobēm ar melnās plēves mulču un bez virsseguma izmantošanas (11.8 g).

Virsegumi būtiski ietekmēja arī ogu stingrumu, kas ir svarīgs rādītājs pie ogu transportēšanas un glabāšanas. Mīkstākās ogas bija variantos, kur audzēšanā izmantots plēves virssegums, zem kura bija visaugstākā temperatūra. Arī agrotīkla virssegums paaugstināja gaisa temperatūru zem seguma un negatīvi ietekmēja ogu stingrumu. Ogu stingrums vidēji cieši negatīvi korelēja ar gaisa temperatūru zem segumiem ($r_{yx}=-0.75$). Melnās plēves mulčas statistiski būtiska ietekme ($p=0.0004$) uz ogu stingrumu parādījās tikai vienā no vērtēšanas gadiem – 2008. gadā, kad, audzējot uz melnās plēves, ogas bija mīkstākas, nekā audzējot bez mulčas.

Ogu kvalitātes novērtēšanai nozīmīgi ir bioķīmiskie rādītāji. Izmēģinājumā ogu bioķīmiskais sastāvs būtiski variēja gan starp vērtēšanas gadiem, gan audzēšanas variantiem un šķirnēm.

No visiem vērtētajiem faktoriem vislielākā ietekme uz C vitamīna un fenolu saturu ogās, kā arī antiradikālo aktivitāti bija šķirnei (5. tab.).

5. tabula/ Table 5

Faktoru: gads, mulča, virssegums, šķirne, ietekmes īpatsvars uz ogu bioķīmisko sastāvu, $\eta^2\%$

The effect size of factors: year, mulch, plant cover and cultivar, on strawberry biochemical content, $\eta^2\%$

Faktors/ Factor	AN	FEN	C VIT	TS	AA	ŠS
Gads/ Year	3.4 **	4.1 **	1.8 **	11.0 **	0.9 *	28.0 **
Mulča/ Mulch	2.4 **	1.9 **	0.8 ns	6.3 **	0.8 ns	0.6 ns
Segums/ Cover	36.2 **	5.0 **	1.6 ns	10.3 **	9.3 **	0.7 ns
Šķirne/ Cultivar	11.5 **	42.2 **	55.9 **	9.3 **	31.2 **	25.7 **

AN – antociāni/ *anthocyanins*; FEN – kopējie fenoli/ *total phenolics*; C VIT – C vitamīns/ *vitamin C*; TS – titrējamās skābes/ *titratable acidity*; AA – antiradikālā aktivitāte/ *radical scavenging activity*; SS – šķīstošā sausa/ *soluble solids*.

* ietekme statistiski būtiska pie ticamības $p=0.05$ / *significant at $p=0.05$* ; ** ietekme statistiski būtiska pie ticamības $p=0.01$ / *significant at $p=0.01$* , ns – ietekme nav statistiski būtiska/ *not significant*; Fišera tests/ *F test*.

Antociānu saturu ogās visvairāk bija ietekmējis virssegums. Abi virssegumi antociānu saturu ogās bija būtiski samazinājuši. Savukārt šķīstošās sausas un

titrējamo skābju saturu vairāk ietekmēja gada meteoroloģiskie apstākļi. Vismazākā ietekme uz ogu bioķīmisko sastāvu bija augsnes mulčai.

Tā kā paraugi tika ievākti dažādos datumos, jo ražošana dažādos audzēšanas variantos notika atšķirīgos laikos, bioķīmisko sastāvu būtiski varēja ietekmēt arī meteoroloģiskie apstākļi pirms paraugu vākšanas. Izmēģinājumā konstatēta būtiska vidējās gaisa temperatūras dekādē, kad ievākti ogu paraugi, pozitīva ietekme uz ogu fenolu saturu ($r_{yx} = 0.36$; $p < 0.05$), šķīstošās sausnas daudzumu ($r_{yx} = 0.36$; $p < 0.01$) un antiradikālo aktivitāti ($r_{yx} = 0.37$; $p < 0.05$). Turklāt konstatēta būtiski negatīva korelācija starp ogu paraugu vākšanas dekādes nokrišņu daudzumu un ogu fenolu saturu ($r_{yx} = -0.38$; $p < 0.05$), šķīstošās sausnas saturu ($r_{yx} = -0.23$; $p < 0.01$) un antiradikālo aktivitāti ($r_{yx} = -0.43$; $p < 0.05$).

Ogu paraugos vidēji divos vērtēšanas gados atkarībā no audzēšanas varianta titrējamo skābju daudzums variēja no 0.81 līdz 1.14%, šķīstošās sausnas saturs – no 8.9 līdz 11.3 °Brix, C vitamīns – no 49.1 līdz 88.4 mg 100 g⁻¹, antociānu daudzums – no 13.7 līdz 25.9 mg 100 g⁻¹, kopējo fenolu daudzums – no 164 līdz 257 mg 100 g⁻¹ un antiradikālā aktivitāte – no 65.1 līdz 86.2%.

Aukstumā glabāto zemeņu stādu vērtējums vēlinas ražas ieguvei lauka apstākļos

Aukstumā glabāto stādu izmantošana ražošanas sezonas pagarināšanai plaši tiek izmantota daudzās valstīs, taču Latvijā pētījumu par aukstumā glabātajiem stādiem ir ļoti maz. Promocijas darbā apkopoti trīs dažādos laikos ierīkoto izmēģinājumu rezultāti. Izvērtēti dažādu kategoriju stādi un dažāda stādīšanas biežība.

Aukstumā glabāto stādu fenoloģiskā attīstība atkarībā no stādīšanas laika. Izmēģinājumos pierādījās, ka, stādot aukstumā glabātos stādus dažādos laikos, var būtiski pagarināt zemeņu ražošanas sezonu to stādīšanas gadā. Ražošanas sezonas pagarinājums atkarīgs gan no aukstumā glabāto stādu stādīšanas laika, gan konkrētā gada meteoroloģiskajiem apstākļiem.

1. izmēģinājumā, kad aukstumā glabātie stādi tika iestādīti 2. jūnijā, tiem ziedēšana sākās jūnija vidū, tas ir, 17 dienas pēc iestādīšanas, bet ražošana – jūlija vidū, tas ir, 42 dienas pēc iestādīšanas (6. tab.). Ražošana turpinājās līdz augusta otrajai pusei. Tajā pašā gadā tradicionāli audzētās zemenes Pūres DIS ražošanas stādījumos jau beidza ražot jūlija beigās.

2. izmēģinājumā, kad aukstumā glabātie stādi tika iestādīti 13. jūnijā, tie sāka ziedēt jūlija sākumā, tas ir, 19 dienas pēc iestādīšanas, bet ražot – augusta sākumā, tas ir, 49 dienas pēc iestādīšanas. Ražošana turpinājās līdz septembra vidum, tātad bija būtisks ražošanas laika pagarinājums.

3. izmēģinājumā, kad aukstumā glabātie stādi tika iestādīti 9. maijā, tie sāka ziedēt jūnija sākumā, tas ir, vidēji 23 dienas pēc iestādīšanas. Ražošana aukstumā glabātajiem stādiem sākās jūlija sākumā, tas ir, vidēji 55 dienas pēc iestādīšanas jeb 14 dienas vēlāk nekā svaigi raktajiem stādiem. Ražošana beidzās augusta pirmajā dekādē, tas ir, vidēji 29 dienas vēlāk nekā svaigi raktajiem stādiem.

Apkopojot trīs izmēģinājumu rezultātus, aukstumā glabātajiem stādiem stādīšanas gadā ražošana sākās vidēji 49 dienas pēc iestādīšanas, tas atšķiras no

literatūrā minētā, ka aukstumā glabāto stādu ražošanas sākas vidēji 60 dienas pēc iestādīšanas.

6. tabula/ Table 6

**Zemeņu stādu ziedēšanas un ražošanas laiki pirmajā audzēšanas gadā/
Strawberry plant flowering and fruit harvesting time in the first growing year**

Stādu veids, kategorija/ <i>Plant type, grade</i>	Stādīšanas laiks, datums/ <i>Planting time, date</i>	Ziedēšanas sākums, datums/ <i>Beginning of flowering, date</i>	Ražošana/ Fruit harvesting		
			sākums, datums/ <i>beginning, date</i>	beigas, datums/ <i>end, date</i>	perioda garums, dienas/ <i>the length of period, days</i> ($\pm s_x$)
1. izmēģinājums/ Trial 1					
Aukstumā glabātie stādi/ <i>Cold stored plants, A+</i>	02.06.	19.06.	14.07.	20.08.	38 ± 1.1
2. izmēģinājums/ Trial 2					
Aukstumā glabātie stādi/ <i>Cold stored plants, A</i>	13.06.	02.07.	03.08.	15.09.	43 ± 0.0
3. izmēģinājums/ Trial 3					
Aukstumā glabātie stādi/ <i>Cold stored plants, A</i>	09.05.	03.06.	03.07.	10.08.	38 ± 1.6
Svaigi raktie stādi, standarta/ <i>Fresh dug plants, CAC</i>	09.05.	-	17.06.	12.07.	26 ± 3.1

Otrajā audzēšanas gadā aukstumā glabāto stādu ziedēšanas un ražošanas laiks neatšķirās no tradicionāli audzēto zemeņu ziedēšanas un ražošanas laika.

Izvērtējot aukstumā glabāto stādu dažādu stādīšanas biežību – 33 000, 50 000 un 66 000 augi ha⁻¹, statistiski būtiskas atšķirības zemeņu ziedēšanas un ražošanas sākuma laikos starp stādīšanas biežības variantiem pirmajā audzēšanas gadā netika konstatētas. Variantā ar stādīšanas biežību 66 000 augi ha⁻¹ ražošanas periods bija par 6 dienām garāks nekā pie stādīšanas biežības – 33 000 augi ha⁻¹, tātad svaigo zemeņu sezona tika pagarināta vēl gandrīz par nedēļu.

Aukstumā glabāto stādu ražības un kvalitātes vērtējums. Aukstumā glabāto stādu ražība atšķirās starp izmēģinājumiem, jo stādīšanai tika izmantoti dažāda lieluma stādi. Visaugstākā raža iegūta 1. izmēģinājumā, kurā izmantoti augstākas (A+) kategorijas stādi ar lielāko sakņu kakliņa diametru – vidēji 15 – 18 mm (7. tab.). Vismākā raža iegūta 3. izmēģinājumā, kur stādīšanai izmantoti A kategorijas stādi ar vismazāko sakņu kakliņa diametru – vidēji 10 mm. Datu korelācijas analīze parādīja, ka aukstumā glabāto stādu ražība šķirnei ‘Elsanta’ stādīšanas gadā cieši pozitīvi korelē ar stādu sakņu kakliņa diametru ($r_{yx}=0.80$), tas

saskan ar literatūrā aprakstīto. Otrajā audzēšanas gadā sākotnējais sakņu kakliņa diametrs vairs ražību būtiski neietekmēja ($p>0.05$).

Atšķirības starp izmēģinājumiem izpaudās ne vien aukstumā glabāto stādu ražībā, bet arī ražas kvalitātē, to ietekmēja gan stādu lielums, gan arī meteoroloģiskie apstākļi. 1997. gada vasara, kad ierīkots 1. izmēģinājums, bija sausa un karsta, tāpēc ogas bija samērā sīkas un maz E un I kategorijas ogu. Savukārt 1998. gada sezona, kad ierīkots 2. izmēģinājums, bija vēsāka un ar pietiekošu nokrišņu daudzumu, tāpēc ogas šajā izmēģinājumā veidojās lielākas. 2008. gada sezona, kad ierīkots 3. izmēģinājums, bija visvēsākā, tas pazemināja ogu kvalitāti, veidojās daudz nestandarta ogu, kā arī šajā izmēģinājumā bija izmantoti vissīkākie stādi, kas arī pazemināja ogu lielumu.

7. tabula/ Table 7

Aukstumā glabāto stādu ražība un ogu kvalitāte stādīšanas gadā, izmantojot dažādas stādīšanas biežības variantus/

Yield and fruit quality of cold stored plants in the planting year in different planting densities

Stādīšanas biežība, augi ha ⁻¹ / <i>Planting density, plants ha⁻¹</i>	Bruto raža/ <i>Marketable yield</i>		E un I kategorijas ogas, % no kopražas/ <i>Class E and I, in % from total yield</i>	Ogu vidējā masa/ <i>Average fruit weight, g</i>
	g m ⁻²	g augš ⁻¹ / g plant ⁻¹		
1. izmēģinājums, A+ kategorijas stādi/ <i>Trial 1, A+ grade plants</i>				
33 000	223	70	47	8.96
50 000	347	67	48	8.80
Vidēji/ <i>Average</i>	285	69	47	8.88
p	0.026	0.710	0.915	0.124
2. izmēģinājums, A kategorijas stādi/ <i>Trial 2, A grade plants</i>				
33 000	162	49	64	11.38
50 000	231	46	60	10.89
Vidēji/ <i>Average</i>	197	48	62	11.14
p	0.062	0.717	0.476	0.247
3. izmēģinājums, A kategorijas stādi/ <i>Trial 3, A grade plants</i>				
33 000	70	21	44	8.20
66 000	153	23	55	8.00
Vidēji/ <i>Average</i>	112	22	49	8.10
p	0.04	0.669	0.032	0.544

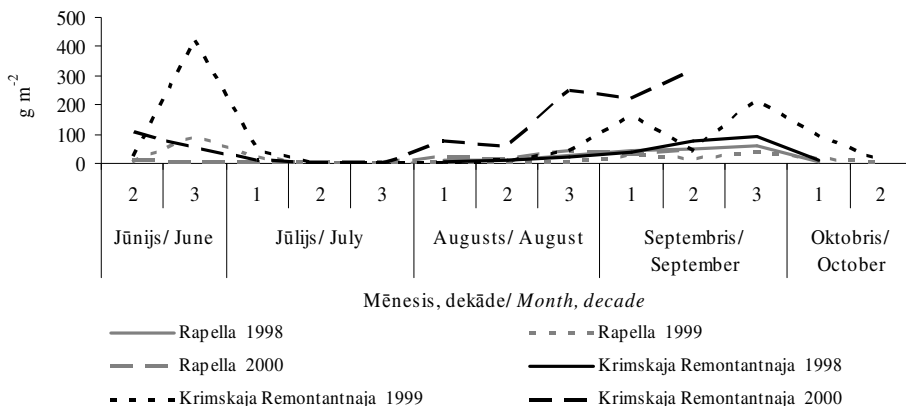
Izvērtējot aukstumā glabāto stādu stādīšanas biežības variantus 33 000 un 50 000 augi ha⁻¹, abos ierīkotajos izmēģinājumos stādīšanas gadā, izmantojot lielāku stādīšanas biežību, iegūta augstāka bruto raža (vidēji par 43 – 56% augstāka), taču statistiski būtiski augstāka ($p<0.05$) tā bija tikai 1. izmēģinājumā, kad stādīšanā izmantoti lielāki stādi (7. tab.). Ražība no auga starp abiem stādīšanas biežības variantiem statistiski būtiski neatšķīrās. Otrajā ražošanas gadā abos izmēģinājumos būtiski augstāka raža no platības vienības iegūta, izmantojot lielāku stādīšanas biežību ($p<0.05$). Būtiskas atšķirības ražas kvalitātē un ogu vidējā masā starp stādīšanas

biezību 33 000 un 50 000 augi ha⁻¹ abos izmēģinājumos, abos vērtēšanas gados netika konstatētas.

Izvērtējot stādīšanas biežības variantus 33 000 un 66 000 augi ha⁻¹, pie lielākas stādīšanas biežības gan pirmajā, gan otrajā audzēšanas gadā iegūta būtiski augstāka ($p < 0.05$) bruto raža no platības vienības nekā retākā stādījumā (attiecīgi pirmajā gadā par 107% un otrajā – par 28%), taču otrajā audzēšanas gadā pie lielākas stādīšanas biežības pavājinājās augu attīstība, un būtiski samazinājās raža no auga ($p = 0.027$). Ogu vidējā masa abos vērtēšanas gados starp abiem stādīšanas biežības variantiem būtiski neatšķīrās, kā arī lielāka stādīšanas biežība nesamazināja E un I kategorijas ogu īpatsvaru.

Remontanto zemeņu šķirņu vērtējums ražošanas sezonas pagarināšanai

Garās dienas tipa remontanto zemeņu šķirņu vērtējums. Izmantojot audzēšanā remontantās garās dienas zemeņu šķirnes, varēja pagarināt zemeņu ražošanas sezonu līdz pat rudenis salnām. Stādīšanas gadā remontantajām zemenēm ražošana sākas augusta sākumā un turpinās līdz 2. oktobrim, kad ziedi un ogas apsala. Ražošanas gaita raksturojama ar pakāpenisku ražas pieaugumu rudenī (2. att.).



2.att. Remontanto garās dienas tipa zemeņu ražošanas gaita trīs ražošanas gados/
Fig. 2. Production pattern of everbearing long-day cultivars in three years.

Otrajā un trešajā audzēšanas gadā ražošana abām vērtētajām šķirnēm sākas jūnija otrajā dekādē – reizē ar vasaras šķirnēm. Otrajā gadā ražošana turpinās līdz pirmajam rudenis salnām, tas ir, 12. oktobrim. Trešajā gadā rudens salnas sākas agrāk un ražu varēja vākt tikai līdz septembra vidum. Ražošanas gaita otrajā un trešajā ražošanas gadā bija neizlīdzināta un abām šķirnēm vērojami divi ražas maksimumi – vasaras sākumā, reizē ar vasaras zemeņu šķirnēm, un vasaras beigās – augusta beigās, septembrī.

No izmēģinājumā vērtētajām šķirnēm vislabākā ražība bija šķirnei 'Krimskaja Remontantnaja', kura arī deva visaugstāko rudens ražu (8. tab.). Taču ogas šai šķirnei bija samērā mīkstas un vairāk puva, tāpēc ieteicams to audzēt pārdošanai uz vietas saimniecībā un audzēšanā ievērot profilaktiskos pasākumus puves ierobežošanai.

8. tabula/ Table 8

Remontanto garās dienas zemeņu šķirņu ražība un ogu vērtējums, vidēji trīs vērtēšanas gados/

The yield and fruit evaluation of everbearing long-day cultivars, in average of three years

Šķirne/ Cultivar	Bruto raža/ Marketable yield, g m ²	Puvušās ogas, % no kopražas/ Rotted fruits, in % from total yield	Ogu vidējā masa/ Average fruit weight, g	Ogu sensorais vērtējums, balles*/ Sensorial evaluation of fruits, points*		
				ārējais izskats/ attractiveness	garša/ flavour	stingrums/ firmness
Rapella	174	7.6	11.6	3.5	3.8	3.3
Krimskaja Remontantnaja	595	14.4	11.3	3.9	3.9	2.7
p	0.000	0.000	0.627	0.093	0.964	0.002

*vērtējums dots ballēs 1 – 5, kur 1 – zemākais pozitīvais vērtējums, bet 5 – augstākais/ the evaluation is given in points 1 – 5, where 1 – the lowest positive evaluation and 5 – the highest.

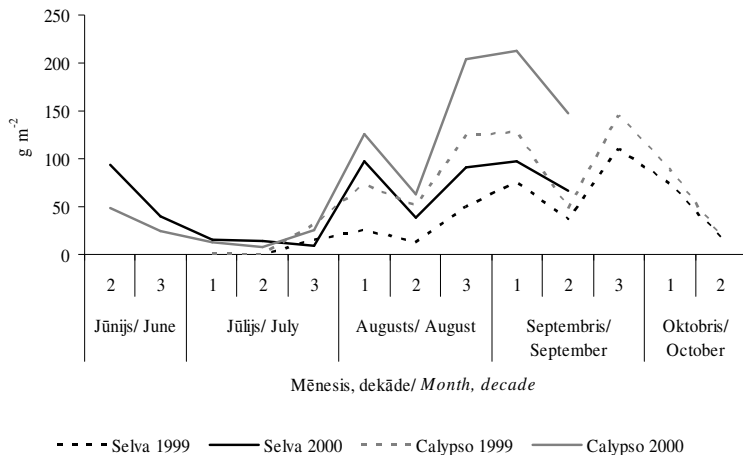
Šķirne 'Rapella' uzrādīja samērā zemu ziemcietību, un līdz ar to arī raža otrajā un trešajā audzēšanas gadā bija zema, taču tai bija stingrākas ogas nekā 'Krimskaja Remontantnaja'. Šo šķirni ieteicams audzēt tikai vienu ražošanas sezonu. Ogu lielums un garšas un ārējā izskata vērtējums abām šķirnēm bija līdzīgs.

Neitrālās dienas tipa remontanto zemeņu šķirņu vērtējums. Pētījumu rezultāti parādīja, ka, izmantojot audzēšanā remontantās neitrālās dienas zemeņu šķirnes līdzīgi kā garās dienas remontantās zemenes, arī var būtiski pagarināt zemeņu ražošanas sezonu Latvijā.

Pirmajā audzēšanas gadā, stādot pavasarī, neitrālās dienas šķirnēm ražošanas periods sākās jūlija 1. dekādē (3. att.). Pēdējās ogas abām šķirnēm novāktas 12. oktobrī, jo pēc tam sākās rudens salnas. Otrajā audzēšana gadā ražošana abām vērtētajām šķirnēm sākās jūnija 2. dekādē un turpinājās līdz rudens salnām, kas sākās 15. septembrī. Trešajā audzēšanas gadā augi bija ziemā stipri apsaluši, tāpēc vērtēšana vairs netika veikta.

Izvērtējot ražošanas gaitu, pirmajā audzēšanas gadā, līdzīgi kā garās dienas zemenēm, ražošana pieauga rudens pusē (3. att.). Otrajā audzēšanas gadā, arī līdzīgi kā garās dienas zemenēm, abām šķirnēm ražošanas gaitā novērots neliels cikliskums ar diviem ražas maksimumiem – jūnijā (reizē ar vasaras zemeņu šķirnēm) un augusta beigās, septembra sākumā. Vasaras sākumā ražība kopumā bija zemāka nekā rudenī.

Līdzīgi kā garās dienas zemenēm, neitrālās dienas šķirnēm jūlijā ziedi un ogas veidojās ļoti maz.



3.att. Remontanto neitrālās dienas tipa zemeņu ražošanas gaita divos ražošanas gados/

Fig. 3. Production pattern of everbearing day-neutral cultivars in two years.

No vērtētajām neitrālās dienas šķirnēm būtiski augstāku ražu deva šķirne 'Calypso' (9. tab.).

9. tabula/ Table 9

Remontanto neitrālās dienas zemeņu šķirņu ražība un ogu vērtējums, vidēji divos vērtēšanas gados/

The yield and fruit evaluation of everbearing day-neutral cultivars, in average of two years

Šķirne/ Cultivar	Bruto raža/ Marketable yield, g m ⁻²	Puvušās ogas, % no kopražas/ Rotted fruits, in % from total yield	Ogu vidējā masa/ Average fruit weight, g	Ogu sensorais vērtējums, balles*/ Sensorial evaluation of fruits, points*		
				ārējais izskats/ attractiveness	garša/ flavour	stingrums/ firmness
Selva	322	5.8	12.6	4.0	3.6	4.1
Calypso	434	8.2	10.7	4.1	4.2	3.5
p	0.018	0.139	0.000	0.571	0.057	0.036

*vērtējums dots ballēs 1 – 5, kur 1 – zemākais pozitīvais vērtējums, bet 5 – augstākais/ the evaluation is given in points 1 – 5, where 1 – the lowest positive evaluation and 5 – the highest

Procentuāli vairāk lielo ogu un mazāk nestandarta ogu, kā arī lielāka ogu masa un stingrākas ogas bija šķirnei 'Selva', kurai gan ogu garša bija sliktāka nekā 'Calypso'. Abām vērtētajām šķirnēm līdz ar stādījuma vecumu ražība un augu dzīvotspēja samazinājās, tāpēc tās nav ieteicams audzēt ilgāk par divām ražošanas sezonām.

Vērtējot kopumā, zemeņu ražošanas sezonas pagarināšanai no neitrālās dienas zemenēm audzēšanai Latvijas apstākļos ieteicamāka ir 'Calypso'.

Pirmo ziednešu izkniebšanas ietekme uz remontanto zemeņu ražošanu. Ziednešu izkniebšana līdz jūnija sākumam abām vērtētajām šķirņu grupām pavēlināja ražošanas sākuma laiku. Garās dienas šķirnēm tomēr tā bija neefektīva, jo pazemināja kopējo ražību un lielo ogu daudzumu. Neitrālās dienas šķirnēm ražību un ražas kvalitāti ziednešu izkniebšana būtiski neietekmēja, bija vērojama tendence ražībai pieaugt augusta mēnesī, īpaši šķirnei 'Calypso'.

Zemeņu ražošanas sezonas pagarināšanas ekonomiskais vērtējums

Darbā veikts dažādu izmēģinājumos izmantoto ražošanas sezonas pagarināšanas metožu ekonomiskais izvērtējums, veicot vienkāršotu izmaksu – bruto ieņēmumu – aprēķinu.

Virsegumu un melnās plēves mulčas izmantošana. Vērtējot kopumā, audzēšanas varianti, kur ražošanas laika pasteidzināšanai izmantots plēves segums un kur ogas ienācās visagrāk, bija ekonomiski izdevīgi (10. tab.). Audzēšana atmaksājās jau otrajā ražošanas gadā.

10. tabula/ Table 10

Zemeņu audzēšanas izmaksas un bruto segums, audzējot bez augsnes mulčēšanas un ar melnās plēves mulču, izmantojot dažādus virsegumus, kopā trīs audzēšanas gados/

Growing expenses and gross profit of strawberry grown without mulching and with black plastic mulch and different plant covers, in total of three years

Segums/ Plant cover	Šķirne/ Cultivar	Kopējās audzēšanas izmaksas/ Total expenses, € ha ⁻¹	Bruto raža/ Marketable yield, kg ha ⁻¹	Ražas vērtība/ Yield value, € ha ⁻¹	Bruto segums/ Gross profit, € ha ⁻¹
<i>Audzējot bez mulčas/ Growing without mulching</i>					
Bez seguma/ without cover	Zefyr	17094	4218	10781	-6313
	Honeoye	17739	6210	14175	-3564
	Polka	18360	8149	16128	-2232
Agrotīkla segums/ Agronet	Zefyr	28282	5866	20871	-7411
	Honeoye	30100	10591	33848	3748
	Polka	30856	12941	31399	543

10. tabulas turpinājums/ Table 10 continued

Segums/ <i>Plant cover</i>	Šķirne/ <i>Cultivar</i>	Kopējās audzēšanas izmaksas/ <i>Total expenses,</i> € ha ⁻¹	Bruto raža/ <i>Marketable yield,</i> kg ha ⁻¹	Ražas vērtība/ <i>Yield value,</i> € ha ⁻¹	Bruto segums/ <i>Gross profit,</i> € ha ⁻¹
Plēves segums/ <i>Plastic</i>	Zefyr	35878	6442	39201	3323
	Honeoye	36943	9737	49103	12159
	Polka	37945	12865	48043	10098
<i>Audzējot ar melnās plēves mulču/ Growing with black plastic mulch</i>					
Bez seguma/ <i>without cover</i>	Zefyr	18679	7783	21393	2714
	Honeoye	19380	9929	24147	4767
	Polka	21643	16965	32857	11214
Agrotīkla segums/ <i>Agronet</i>	Zefyr	29228	6897	27562	-1665
	Honeoye	31524	14030	48282	16758
	Polka	32874	18232	42572	9698
Plēves segums/ <i>Plastic</i>	Zefyr	37741	11259	60443	22702
	Honeoye	37399	10379	48005	10607
	Polka	39652	17314	60038	20386

Pārsegšanai izmantojot agrotīkla segumu, ogas ienācās vēlāk, nekā izmantojot plēves segumu, tāpēc to pārdošanas cena bija zemāka, un līdz ar to zemāki arī ienākumi. Ne visos vērtētajos audzēšanas variantos agrotīkla izmantošana atmaksājās. Ekonomiskās efektivitātes aprēķinos parādījās atšķirības starp šķirnēm. Visaugstākais bruto segums, ražas pasteidzināšanā izmantojot agrotīklu, iegūts, audzējot agrīno šķirni 'Honeoye' uz dobēm ar melnās plēves mulču.

Audzēšana bez virssegumu izmantošanas visām trijām vērtētajām šķirnēm ekonomiski atmaksājās tikai tad, ja mulčēšanā bija izmantota melnā plēve, kas deva būtisku ražas pieaugumu.

Izvērtējot visus audzēšanas paņēmienus agras ogu ražas iegūšanai, visaugstākā ekonomiskā efektivitāte ir variantam, kurā šķirne 'Zefyr' audzēta uz dobēm ar melnās plēves mulču un pavasarī ražas steidzināšanai dobes pārklātas ar plēves segumu, veidojot zemos tuneļus.

Aukstumā glabātie stādi. Veicot ekonomiskos aprēķinus izmēģinājumiem, kur stādīšanā izmantoti aukstumā glabātie stādi (A un A+ kategorija), kas stādīti dažādos termiņos – maija sākumā, jūnija sākumā vai jūnija vidū – nevienā audzēšanas variantā bruto segums nebija pozitīvs, ja stādījumu ierīko tikai uz vienu gadu un vidējā ogu pārdošanas cena ir 2.85 € kg⁻¹ (2.00 Ls kg⁻¹). Izmantojot lielāku stādīšanas biežību, lai gan paaugstinājās raža no platības vienības, tomēr bruto segums veidojās negatīvāks nekā retākam stādījumam, jo bija augstākas stādāmā materiāla izmaksas. Jāņem vērā, ka aukstumā glabāto stādu cenas ir augstākas nekā tradicionālajiem, svaigi raktajiem stādiem, tas arī pazemina to ekonomisko efektivitāti, sadārdzinot stādījuma ierīkošanas izmaksas. Pozitīvs bruto segums netika iegūts, arī audzējot aukstumā glabātos stādus divus gadus, jo izmēģinājumos izmantotajai šķirnei

'Elsanta' raksturīga zema ziemcietība mūsu apstākļos, tāpēc otrajā gadā tās raža bija zema.

Ienākumus, audzējot aukstumā glabātos stādus, var paaugstināt, ja stādīšanai izmanto lielākus – augstākas kategorijas stādus, kas stādīšanas gadā dod lielāku ražu. Stādījumi var atmaksāties arī tad, ja tos izmanto ražas vākšanai vairākus gadus, tikai tad audzēšanā jāizvēlas šķirnes ar labu ziemcietību. Augstākus ienākumus otrajā audzēšanas gadā varētu iegūt arī, ja otrajā audzēšanas gadā stādījumu izmantotu ražas steidzināšanai un agrās ogas varētu pārdot par augstāku cenu.

Remontantās zemenes. Izvērtējot remontanto garās dienas zemeņu audzēšanas izmaksas un ienākumus, iegūts pozitīvs bruto segums (11. tabula). Kopā trīs audzēšanas gados visaugstākais bruto segums iegūts no šķirnes 'Krimskaja Remontantnaja', audzējot to bez pirmo ziednešu izkniebšanas. Šķirnei 'Krimskaja Remontantnaja' audzēšana ekonomiski atmaksājās jau pirmajā, bet šķirnei 'Rapella' – otrajā ražošanas gadā.

11. tabula/ Table 11

Zemeņu audzēšanas izmaksas un bruto segums remontantajām garās dienas tipa zemenēm (kopā trīs audzēšanas gados) un neitrālās dienas tipa zemenēm (kopā divos gados), izmantojot audzēšanu ar un bez ziednešu izkniebšanas/
Growing expenses and gross profit for everbearing long-day strawberry (in total of three growing years) and day-neutral strawberry (in total of two years) using inflorescences removal and without removal

Šķirne/ <i>Cultivar</i>	Variants/ <i>Treatment</i>	Kopējās izmaksas/ <i>Total expenses,</i> € ha ⁻¹	Bruto raža/ <i>Marketable yield,</i> kg ha ⁻¹	Ražas vērtība/ <i>Yield value,</i> € ha ⁻¹	Bruto ieņēmumi/ <i>Gross profit,</i> € ha ⁻¹
<i>Garās dienas šķirnes/ Long-day cultivars</i>					
Rapella	B1*	15229	5153	18643	3414
	B2	15382	4279	16192	811
Krimskaja Remontantnaja	B1	21043	17730	62891	41848
	B2	18166	10315	40319	22152
<i>Neitrālās dienas šķirnes/ Day-neutral cultivars</i>					
Selva	B1*	15319	6686	25274	9956
	B2	14784	4937	18895	4110
Calypso	B1	16236	8681	33489	17253
	B2	16745	9177	35198	18453

*B1 – ziedneši neizkniebti; B2 – ziedneši līdz 1. jūnijam izkniebti/ B1 – *inflorescences are not removed*; B2 – *inflorescences are removed till June 1.*

Tāpat pozitīvs bruto segums iegūts, audzējot neitrālās dienas tipa remontantās zemenes (11. tab.). Abām vērtētajām šķirnēm audzēšana pie aprēķinos izmantotajām audzēšanas izmaksām un ogu realizācijas cenām ekonomiski atmaksājās

jau pirmajā audzēšanas gadā. Kopā divos audzēšanas gados visaugstākais bruto segums iegūts šķirnei 'Calypso', audzējot to ar pirmo ziednešu izkniebšanu (līdz 1. jūnijam) otrajā gadā.

SECINĀJUMI

1. Izmantojot audzēšanai vasaras zemenes ar dažādu ogu ienākšanās laiku, atklātā laukā ražu var iegūt vidēji 36 dienas. Vidējais ražas vākšanas periods ir no gada 166. līdz 202. dienai. No izvērtētajām vasaras zemeņu šķirnēm Latvijā ilgstošākai ražas ieguvei lauka apstākļos ne tikai bioloģiskajā lauksaimniecībā, bet arī integrētajā audzēšanā ieteicamākās ir: agrās šķirnes – ‘Zefyr’, ‘Honeyoye’ un ‘Surprise Olimpiadi’, vidēji agrās šķirnes – ‘Induka’ un ‘Polka’, vidēji vēlās šķirnes – ‘Senga Sengana’ un ‘Bounty’, un vēlā šķirne ‘Pandora’.
2. Meteoroloģiskajiem apstākļiem – gaisa temperatūrai un nokrišņiem – ir būtiska ietekme uz zemeņu ražošanas periodu. Šķirnēm ar dažādu ogu ienākšanās laiku meteoroloģisko apstākļu ietekme ir atšķirīga. Agrās šķirnes ‘Zefyr’ ražošanas sākuma laiku vairāk ietekmē laika apstākļi visā ziemas – pavasara sezonā, bet vēlīnākai šķirnei ‘Senga Sengana’ – laika apstākļi maijā.
3. Izmantojot zemos tuneļus ar plēves segumu, ražošanas sākumu var pasteidzināt vidēji par 15 dienām, bet, izmantojot agrotīkla segumu – vidēji par 8 dienām, salīdzinot ar atklātu lauku. Segumu izmantošana paaugstina zemeņu ražību: plēves segums vidēji par 27%, bet agrotīkla segums – par 29%. Tomēr segumi samazina ogu vidējo masu un stingrumu un palielina pelēkās puves infekciju.
4. Melnās plēves mulčas izmantošana paaugstina zemeņu ražību vidēji par 50%, un ogu vidējo masu vidēji par 8.0%, bet samazina ogu stingrumu. Tās ietekme uz ražošanas laika pasteidzināšanu ir nebūtiska.
5. Izmantojot aukstumā glabātos stādus un stādot tos dažādos termiņos, var būtiski pagarināt zemeņu ražošanas sezonu stādīšanas gadā. Aukstumā glabāto stādu ražošana atklātā laukā sākas vidēji 49 dienas pēc stādīšanas.
6. Lai iegūtu lielāku ražu no platības vienības stādīšanas gadā, aukstumā glabātos stādus var audzēt, izmantojot lielāku stādījuma biežību – 50 000 (A un A+ kategorijas stādiem) un 66 000 augi ha⁻¹ (A kategorijas stādiem), kas būtiski nepazemina ogu kvalitāti.
7. Remontanto garās dienas un neitrālās dienas zemeņu šķirņu ražošanas gaita Latvijas klimatiskajos apstākļos ir līdzīga, un tās var izmantot zemeņu ražošanas sezonas pagarināšanai līdz rudens salnām. No vērtētajām garās dienas šķirnēm audzēšanai ieteicamākā ir ‘Krimskaja Remontantnaja’, bet no neitrālās dienas šķirnēm – ‘Calypso’.
8. Ekonomiskie aprēķini rāda, ka plēves seguma izmantošana, veidojot zemos tuneļus, ir ekonomiski izdevīga zemeņu ražas steidzināšanā. Agrotīkla seguma izmantošanas ekonomiskā efektivitāte ir zemāka nekā plēves seguma izmantošanai, un ne visos gadījumos tā atmaksājas. Ekonomiski izdevīga ir arī remontanto zemeņu audzēšana.
9. Kombinējot šķirnes un audzēšanas tehnoloģiskos elementus, zemeņu sezonu Latvijā lauka apstākļos iespējams nodrošināt līdz četriem mēnešiem – no maija 3. dekādes līdz oktobra sākumam.

**ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA/
APPROBATION OF THE SCIENTIFIC ACTIVITIES**

Zinātniskās publikācijas/ Scientific publications

1. Laugale V., Strautiņa S. (2013). Saldēto stādu izmantošana zemeņu audzēšanā. **No:** *Zinātniski praktiskās konferences „Lauksaimniecības zinātne veiksmīgai saimniekošanai” raksti*. Jelgava, 117. – 121. lpp. (AGRIS, CAB Abstracts)
2. Laugale V., Lepse L., Strautina S., Krasnova I., Seglina D. (2012). Effect of planting density and plastic soil mulch on strawberry plant development, yield and fruit quality. *Acta Horticulturae*, No. 926, p. 517 – 524. (SCOPUS, CAB Abstracts)
3. Laugale V., Lepsis J., Strautina S. (2012). Extending of strawberry production season in Latvia. *Acta Horticulturae*, No. 926, p. 551 – 558. (SCOPUS, CAB Abstracts)
4. Laugale V., Lepsis J., Strautiņa S. (2011). Influence of meteorological conditions on strawberry production season in Latvia. *Sodininkystē ir Daržininkystē*, No. 30(2), p. 61 – 68. (CAB Abstracts)
5. Laugale V., Bite A. (2009). Evaluation of strawberry cultivars for organic production in Latvia. *Acta Horticulturae*, No. 842, p. 373 – 376. (SCOPUS, Agricola, CAB Abstracts)
6. Laugale V., Lepse L., Vilka L., Rancāne R. (2009). Incidence of fruit rot on strawberries in Latvia, resistance of cultivars and impact of cultural systems. *Sodininkystē ir Daržininkystē*, No. 28 (3), p. 125 – 134. (CAB Abstracts)
7. Laugale V., Bite A. (2006). Fresh and processing quality of different strawberry cultivars for Latvia. *Acta Horticulturae*, No. 708, p. 333 – 336. (SCOPUS, Agricola, CAB Abstracts)
8. Laugale V., Bite A. (2002). Studies on extending the strawberry production season in open fields in Latvia. *Acta Horticulturae*, Vol. 2, No. 567, p. 573 – 576. (SCOPUS, Agricola, CAB Abstracts)
9. Laugale V. (2000). Remontanto zemeņu šķirņu izmantošana ražošanas sezonas pagarināšanai Latvijas apstākļos. **No:** *Starptautiskās zinātniskās konferences „Zinātne Latvija Eiropa” referāti Jelgavā 2000. gada 22. – 24. maijs*. Jelgava. 71. – 76. lpp. (AGRIS)
10. Лаугале В. (2000). Результаты испытаний ремонтантной земляники. **В:** *Материалы международной научной конференции, посвященной 75-летию со дня образования Белорусского научно-исследовательского института плодородства* [Беларусь, пос. Самохваловичи, 9 – 13 октября 2000 года]. Минск, с. 86 – 87.
11. Laugale V. (1998). Saldēto zemeņu stādu ieguves un pielietošanas iespējas Latvijas apstākļos. **No:** „*Vide cilvēkam, cilvēks videi*”: *Latvijas Lauksaimniecības universitātes doktorantu konferences materiāli*. Jelgava: LLU, 13. – 17. lpp. (AGRIS)
12. Bite A., Laugale V., Jurevica Dz. (1997). Strawberry culture in Latvia. *Acta Horticulturae*, No. 439 (1), p. 403 – 406. (SCOPUS, CAB Abstracts)

Referāti konferencēs/ Oral presentations at conferences

1. Laugale V., Strautiņa S. (2013). Saldēto stādu izmantošana zemeņu audzēšanā. *Zinātniski praktiskā konference „Lauksaimniecības zinātne veiksmīgai saimniekošanai”*. Jelgava, 21. – 22. februāris, 2013.
2. Лаугале В. (1999). Продление сезона уборки земляники использованием посадочного материала хранившегося при низких температурах. *Научная конференция "Научные основы устойчивого садоводства в России"*. Мичуринск, Россия, 11 – 12 марта 1999. года.
3. Laugale V. (1999). Pētījumi par zemeņu ražošanas sezonas pagarināšanu lauka apstākļos. *LLU zinātniskā konference*. Jelgava, 1999. gada 3.,4. februāris.
4. Laugale V. (1998). Saldēto zemeņu stādu ieguves un pielietošanas iespējas Latvijas apstākļos. *Latvijas Lauksaimniecības universitātes doktorantu konference „Vide cilvēkam, cilvēks videi”*. Jelgava, 1998. gada maijā.

Stenda referāti/ Posters

1. Laugale V., Strautiņa S., Krasnova I., Seglina D., Kampuss K. (2014). Influence of different growing systems on strawberry biochemical content in Latvia (Temperate zone). *3rd International Conference on „Effects of Pre- and Post-harvest Factors on Health Promoting Components and Quality of Horticultural Commodities”*, Skierniewice, Poland. March 24 – 25, 2014.
2. Laugale V., Lepsis J., Strautiņa S. (2010). Extending of Strawberry Production Season in Latvia. *XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People*. Lisbon, Portugal. August 22 – 27, 2010.
3. Laugale V., Lepse L., Strautiņa S., Krasnova I., Seglina D. (2010). Effect of planting density and plastic soil mulch on strawberry plant development, yield and fruit quality. *XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People*. Lisbon, Portugal. August 22 – 27, 2010.
4. Laugale V., Strautiņa S., Krasnova I., Seglina D. (2009). Chemical properties and antioxidant activity of strawberry in different growing systems. *International Conference „International Conference on Foodomics”*. Cesena, Italy, May 28 – 29, 2009.
5. Laugale V., Lepse L., Vilka L., Rancāne R. (2009). Incidence of fruit rot on strawberries in Latvia, resistance of cultivars and impact of cultural systems. *International Conference „Development of integrated plant protection strategies in horticulture”*. Babtai, Lithuania, September 17, 2009.
6. Laugale V., Bite A. (2008). Evaluation of strawberry cultivars for organic production in Latvia. *VI International Strawberry Symposium*. Huelva, Spain, 3 – 7 March, 2008.
7. Laugale V., Bite A. (2000). Studies on extending the strawberry production season in open fields in Latvia. *IV International Strawberry Symposium*. Tampere, Finland. July 10, 2000.
8. Лаугале В. (2000). Результаты испытаний ремонтантной земляники. *Международная научная конференция, посвященная 75-летию со дня*

образования Белорусского научно-исследовательского института плодводства. Самохваловичи, Беларусь, 9 – 13 октября 2000 года.

9. Laugale V. (1998). Studies on extending of strawberry production season in Latvia. *1st International Meeting of Young Scientists in Horticulture*. Lednice, Czech Republic. September 8 – 10, 1998.

INTRODUCTION

Strawberry is taking an important stand in the commercial horticulture in Latvia. Customers like these berries due to their outstanding flavour and valuable biochemical composition. Whereas for growers strawberries are profitable due to their fast producing shortly after planting and it is possible to get back investments more quickly than for other fruit crops. Strawberries are also very environmentally plastic crop and they can be grown in different growing systems on open field or under covers.

Strawberry production season on open field traditionally in Latvia have been short, in average one month. It is important to extend strawberry production season for prolonged supply of customers with fresh and vitamin rich local fruits. Higher price and lower competition in the market in out-of-season period ensure the higher income also for growers. Different growing systems for obtaining a strawberry yield almost all year round are developed in many countries. In Latvia climatic conditions, strawberry growing in greenhouses during winter period is unprofitable due to high expenses. The more attention should be pointed for extending of production season towards spring – autumn period when growing expenses are lower in comparison to winter.

The correct choice of cultivars has significant importance for obtaining of high and qualitative yield in extended production period. Many new summer-fruiting (short-day) strawberry cultivars with different ripening time are bred every year in the world. Not all of them are appropriate for growing in Latvia climatic conditions characterized by cold winters with strong black frosts and thaws and rather short period of vegetation.

The strawberry ripening time, yield and quality are subjected to influence of many factors including used soil and/or plant covers. It is extensively investigated worldwide. However obtained results are often contradictious and there is still a lack of experience in Latvia. The extending of strawberry production season using cold stored plants and everbearing cultivars is widely used in many countries, but also these technologies are weakly investigated in Latvia.

The hypothesis of the research

The strawberry production season under field conditions in Latvia using different methods of growing technology and appropriate cultivars can be prolonged until four months.

The aim of the research is to evaluate the influence of cultivars, meteorological conditions and some methods of growing technology on strawberry production season, yield and yield quality under open field conditions in Latvia.

The tasks of the research

1. To evaluate the phenological and yield parameters of summer-fruiting (short-day) strawberry cultivars and to select the most appropriate cultivars for obtaining of high quality yield and extending of production season under open field conditions.
2. To evaluate the influence of meteorological factors on strawberry production season.

3. To determine the influence of plant covers and black plastic mulch on strawberry phenological and yield parameters.
4. To evaluate the effect of using cold stored strawberry plants for extending of production season under open field conditions.
5. To evaluate the phenological and agronomical properties of everbearer strawberry and effectiveness for extending of production season.
6. To give an economical evaluation of different methods for extending of strawberry production season under field conditions.

The scientific novelty of the research: there is for the first time evaluated complex of different methods of growing technology and cultivars for obtaining of good quality strawberry yield for a prolonged season in Latvia conditions.

Research results are published in 12 scientific papers in Latvian, English or Russian. Six of publications are included in SCOPUS database. The results are presented in 13 scientific conferences, containing 4 oral presentations.

The research was carried out in following projects:

1. Latvia Council of Science Project „Scientific developing of optimal models for horticulture in Latvia”. 1997 – 2000.
2. Market Oriented Project No. 00-29 „Evaluation of widespread and newly introduced strawberry cultivars in Latvia for freezing and processing”. 2000 – 2001.
3. Latvia Council of Science Project No. 05.1369. „Development of sustainable fruit and vegetable growing systems according to demands of biological farming”. 2005 – 2008.
4. Government Research Program „Innovative technologies for obtaining of high value, safe and healthy food from genetically, physiologically, and biochemically multiform plant and animal raw material”, Project No. 2 „Latvian berries with high value: from cultivar to qualitative, healthy and safe product”. 2007 – 2009.
5. Research Project by order of Ministry of Agriculture „Specification of environment-friendly Technologies in fruit and berry plantations in different soil, and climatic conditions”. 2007 – 2009.
6. Ministry of Agriculture Rural Development Research Project „Development of sustainable fruit growing using growing technologies friendly to the environment and waters, preserving the rural landscape, to reduce the climatic change and to support biological diversity”. 2010 – 2011.

MATERIALS AND METHODS

The research was performed at the Pūre Horticultural Research Station (Pūre HRS) and Pūre Horticultural Research Centre (Pūre HRC), Tukums region. Geographical coordinates: 57°02` N and 22°52` E, 50 m above sea level. Field experiments were performed in the period from 1996 to 2010. Several independent experiments were carried out according to research tasks.

Evaluation of summer-fruiting (short-day) strawberry cultivars. To evaluate the suitability of cultivars for organic growing, the experiment was established in the organic certified field at Pūre HRS where strawberries were grown according to regulations for organic farming. Strawberries were planted in September of 2005, in single rows with 1.00 × 0.30 m distance. Later 0.2 m wide matted rows were developed. Plants were grown without soil mulching, with overhead irrigation. 16 strawberry cultivars were evaluated: 'Bogota', 'Bounty', 'Dukat', 'Feierverk', 'Honeoye', 'Induka', 'Jonsok', 'Rubinovii Kulon' (Rubinovij Kulon), 'Pandora', 'Polka', 'Senga Sengana', 'Symphony', 'Sjurpriz Olimpiadi' (Sjurpriz Oļimpiadi), 'Tenira', 'Venta', 'Zefyr' (Zefīrs). Plots were arranged randomly in four replications with 30 plants per plot. The evaluation was done from 2006 to 2008. Phenological development of plants was recorded and index of earliness calculated. Winter damage, yield and quality were evaluated. The sensoral evaluation of fresh and frozen fruits was done.

Influence of meteorological factors on summer-fruiting strawberry production period. The data about strawberry production season at Pūre HRS strawberry fields in period from 1990 to 2008 were analysed. In all strawberry fields, similar growing technology was applied. Two in Latvia widely grown strawberry cultivars: 'Zefyr' (early season) and 'Senga Sengana' (medium-late season) were used in the investigation. Meteorological data were collected at the local meteorological station that is located in the centre of village Pūre. From 1990 to 2005 meteorological data were registered manually. Starting from 2006 the registration of meteorological data was performed by automatic meteorological station "Luft". Following meteorological data were used for data analysis: average, maximal and minimal air temperature (°C), sum of effective (>5 °C) and active (>10 °C) temperatures, number of days with temperature >5 °C and >10 °C, amount of precipitation (mm).

Evaluation the influence of plant covers and black plastic soil mulch. The trial was established in autumn of 2007. Strawberries were planted on 0.6 wide two row beds. The distance between plants in rows was 0.4 m. The distance between rows on beds was 0.3 m and 1.5 m between bed centres. Drip irrigation and fertigation was applied in the trial.

Split plot design with three factors was used in the trial: 1) mulch – with black plastic mulch and without mulching; 2) plant covers – with transparent polyethylene film (120 µm) cover, agronet (Pegas agro, 17 g m⁻²) cover or without plant cover, as control; 3) cultivars – three cultivars 'Zefyr' and 'Honeoye' (with early ripening time), and 'Polka' (with medium early ripening time) were evaluated. The size of smallest plots was 10 m². Plots were arranged in four replications.

Black plastic mulch was covered before the establishment of planting, during preparing of beds. Plant covers were applied in April 9 and 10 in 2008 and in April 8 in 2009 and 2010. Plant covers were spread on plastic arches, creating 0.5 m high tunnels. Covers were removed at the beginning of fruit harvesting. During flowering period and in hot days ($t > 25$ °C) the covers were opened in the morning and closed in the evening.

The investigation was carried out from 2008 to 2010. Plant phenological development, yield and fruit quality were evaluated for all three seasons. In 2008 and 2009, plant vegetative development was evaluated by counting amount of crowns and leaves for 10 plants per plot (for each plant separately). The biochemical analysis of fruits and fruit firmness evaluation was performed (in details see „Methods of laboratory analysis”). The soil temperature in 0.07 m depth and on soil and mulch surface was measured during covers were applied.

Evaluation of cold stored plants. Three trials in different periods were established for evaluation the possibility to use cold stored plants for extending the production season for strawberries under open field conditions.

Trial 1 was established in June 2, 1997. Cold stored plants from Scotland, A+ grade with crown diameter 15 – 18 mm, cultivar ‘Elsanta’ were used in the trial. Plants were planted with two densities: 50 000 plants ha⁻¹ and 33 000 plants ha⁻¹. Plots were arranged randomly in four replicates. The plot size was 5 m².

Trial 2 was established in June 13, 1998. Cold stored plants from Scotland, A grade with average crown diameter 13 mm, cultivar ‘Elsanta’ were used in the trial. Plants, like in the Trial 1, were planted in two densities: 50 000 plants ha⁻¹ and 33 000 plants ha⁻¹. Plots were arranged systematically in four replicates. The plot size was 10 m².

Trial 3 was established in May 9, 2008. Cold stored plants from Netherlands, A grade with average crown diameter 10.2 mm and fresh dug plants from Püre HRS with average crown diameter 10.6 mm, cultivar ‘Elsanta’ were used in the trial. Cold stored plants were planted with two densities: 50 000 plants ha⁻¹ and 33 000 plants ha⁻¹. Fresh dug plants were planted only with density 33 000 plants ha⁻¹. Plots were arranged randomly in four replicates. The plot size was 6 m².

In all trials, the evaluation was performed for two seasons. Phenological development was recorded and index of earliness calculated. Plant yield and fruit quality were evaluated.

Evaluation of everbearing strawberry. Two trials were established for evaluation the possibility to use everbearing strawberries for extending of production season in open field conditions.

Trial 1 was established in May 19, 1998. Two long-day type everbearing cultivars ‘Rapella’ and ‘Krimskaja Remontantnaja’ were evaluated. Plants planted in single rows in 1.00 m distance, with planting distance in row 0.30 m. The plot size was 9 m². Plots were located systematically in three replications. In the second and third production seasons, plots were split in two parts (each 4.5 m²). In one part inflorescences were removed till June 1, to evaluate the influence of inflorescence removal on production time and yield quality of strawberry. In other part all inflorescences remained untouched.

Trial 2 was established in spring of 1999. Two day-neutral type everbearing cultivars ‘Selva’ and ‘Calypso’ were evaluated. Plots were arranged in four replications. Planting distance and trial design was similar to Trial 1.

In Trial 1, the evaluation was performed for three seasons, but in Trial 2 – for two seasons because plants suffered during winter and in the third vegetation season the most plants did not survive.

Evaluation methods in field

Plant phenological development was evaluated by recording the date of beginning and maximum of flowering, beginning and end of fruit ripening.

Index of earliness was calculated taking into account the production pattern using formula 1.

Winter damage was evaluated in spring, after the beginning of vegetation. Plants were scored visually from 1 to 9, where 1 – no damage observed, 9 – all plants are dead. Everbearing cultivars were scored from 1 to 5, where 1 – no damage observed, 5 – all plants are dead.

Yield and yield quality was evaluated by weighting total yield, marketable yield, and separately class E, I and II, rotted and other unmarketable fruits (g m⁻² and calculated in % from total yield). Fruits were graded according to Regulation of ECC No. 899/87 (for trials established before 2002) and EC Regulation No. 843/2002 (for trials established after 2002).

Average fruit weight was determined by weighing no more than 50 fruits of class E and I at each picking time.

Fresh fruit quality was evaluated sensory by scoring fruit attractiveness, flavour and firmness. For summer-fruiting strawberry cultivars the 1 – 9 scores scale was used where 9 – the highest positive evaluation and 1 – the lowest. For everbearing cultivars 1 – 5 scores scale was used, where 5 – the highest positive score and 1 – the lowest.

Frozen fruit quality after thawing was evaluated sensory by scoring fruit attractiveness, flavour and consistency. Fruits were scored from 1 to 9 where 9 – the highest positive evaluation and 1 – the lowest.

Methods of laboratory investigations. The soil analysis for all trials before establishment was performed. Soil samples were analysed in the Centre of Agrochemical Investigations (VZRU „Ražība”) according to approved methodology public.

Fruit biochemical analysis and firmness evaluation were performed in the black plastic mulch and plant covers evaluation trial. Analysis were performed at the Biochemical Laboratory of Latvia State Institute of Fruit-Growing (LSIFG) and laboratory of Pūre HRC.

At the laboratory of LSIFG the following chemical fruit compounds were determined: the content of ascorbic acid, by the iodine method; the titratable acidity, by titrating with 0.1 N NaOH (ISO 750:1998); the amount of soluble solids, by hand refractometer (ISO 2173: 2003), the total content of phenolics, by the spectrophotometric Folin-Ciocalteu method using a spectrometer UV-1650-PC at wave length 765 nm; the total content of anthocyanins, by the conventional method using a spectrometer UV-1650-PC at wave length 535 nm; the antiradical activity, by

2.2- diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) method and radical scavenging activity (RSA) in % was calculated. The evaluation was done in years 2008 and 2009. Fruit samples (1 kg from every treatment) were collected once per season in the time of maximum fruiting. Each measurement was done in 12 replications.

The amount of soluble solids (Brix°), by hand refractometer, and fruit firmness (g), using Wagner fruit penetrometer (size of cap 6 mm Ø) pressing it till 8 mm depth were determined for three production seasons at the laboratory of Püre HRC. The testing was performed three times per season: at the beginning, maximum and end of fruit harvesting.

Statistical analyse of data. Microsoft Excel 2003 and STATISTICA™ software were used for data analysis. One factor and multifactorial analysis of variance, cluster analysis, correlation and regression analysis and descriptive statistics were applied according to generally accepted methodology. The significant differences between means were determined at $p= 0.05$, by Duncan`s multiple range test and least significant difference. The effect size of different factors was evaluated and η^2 % calculated.

Meteorological conditions. The highest sum of active temperatures (SAT) and sum of effective temperatures (SET) in vegetation period during the years of investigations were observed in 1999, but the lowest – in 2008. The highest SAT and SET from the beginning of year till July 1 were observed in 2000. The lowest SAT from the beginning of year till July 1 was registered in 1999, but the lowest SET – in 2008. The highest amount of precipitation during vegetation period was in 1998. Whereas seasons of 1999, 2000, 2006 and 2008 were the most dray. The highest amount of precipitation from the beginning of year till July 1 was registered in 1998, but the lowest – in 2006. Winters of 1999, 2006 and 2007 were the most unfavourable for strawberry due to strong black frosts. Very low temperature was observed in winter of 2010 when it dropped down to -33.6 °C, but strawberry was covered by deep snow which protected strawberry plants from damage.

RESEARCH RESULTS AND ANALYSIS

Evaluation of summer-fruited strawberry cultivars

Phenological development of summer-fruited strawberry cultivars.

Significant difference ($p < 0.001$) between cultivars according to time of flowering, fruit ripening and index of earliness was stated (Table 1). The difference in course of phenology between investigation years also was observed, because years differed in meteorological conditions. The beginning of fruit harvesting significantly ($p < 0.01$) positively correlated with time of beginning of flowering ($r_{yx} = 0.77$). According to observations in the trial, fruit ripening began in average 29 days after beginning of flowering. Similar data are referred also by others.

Clustering generated from fruit ripening time and index of earliness divided cultivars in four groups: cultivars of early season – ‘Zefyr’, ‘Rubinovii Kulon’, ‘Honeoye’, ‘Venta’, ‘Siurprise Olimpiadi’, ‘Jonsok’; cultivars of medium-early season – ‘Induka’, ‘Polka’, ‘Dukat’; cultivars of medium-late season – ‘Tenira’, ‘Feierverk’, ‘Senga Sengana’, ‘Bounty’, ‘Symphony’; cultivars of late season – ‘Bogota’, ‘Pandora’.

In average of three investigation years, for early season cultivars the fruit production season lasted from day 167 to 193. For medium-early season cultivars the fruit harvesting started one day later than for early cultivars, however, the production period was three days longer than for early cultivars. For medium-late season cultivars fruit harvesting started and ended in average four days later than for early cultivars. Whereas for late season cultivars fruit production season started 11 days later than for early cultivars and production season lasted till day 201, it is 8 days longer than using early cultivars. Altogether, using cultivars with different fruit ripening time it was possible to ensure the production period for 21 day in the first growing year, 36 days in the second production year and 49 days in the third production year. The length of production period increased with the age of plantation and significantly ($p < 0.01$) positively correlated with obtained yield ($r_{yx} = 0.88$). In average of three production years, the length of production season was 36 days, it lasts from day of the year 166 to 202 or from the middle of June till the end of the second decade of July which is rather short period.

Winter damage, yield and fruit quality. It is important to take in consideration not only the ripening time, but also cultivar productivity, fruit quality and resistance to diseases, pests and unfavourable environment conditions in choosing the cultivars for production. Winter hardiness is especially important trait in Latvia climate. In trial, the highest winter hardiness in average was observed for ‘Zefyr’ and ‘Rubinovii Kulon’ among early season cultivars, ‘Induka’ among medium-early season cultivars, ‘Senga Sengana’ among medium-late season cultivars and ‘Pandora’ among late season cultivars (Table 2).

Regarding to cultivar productivity, cultivars ‘Siurprise Olimpiadi’ and ‘Zefyr’ were the most productive among early season cultivars, ‘Polka’ among medium-early season cultivars, ‘Senga Sengana’ and ‘Bounty’ among medium-late season cultivars and ‘Pandora’ among late season cultivars.

Among the early season cultivars, 'Venta' had the highest average fruit weight and the tastiest fruits, however fruits were soft and not suitable for long transportation. 'Induka' had the highest average fruit weight among the medium-early season cultivars, whereas the best fruit flavour evaluation was scored for 'Polka'. Among the medium-late season cultivars, 'Symphony' had the largest fruits, but medium flavoured. 'Bounty' had the highest fruit flavour evaluation among medium-late cultivars. Among late season cultivars, 'Pandora' had the largest and the tastiest fruits.

Cultivars 'Zefyr', 'Honeoye' and 'Siurprise Olimpiadi' showed the best results among early season cultivars according to results of three years evaluation for yield and fruit quality. 'Induka' and 'Polka' were the best among medium-early cultivars, 'Senga Sengana' and 'Bounty' among medium-late cultivars and 'Pandora' among late season cultivars according to yield and fruit quality.

Influence of meteorological factors on summer-fruiting strawberry ripening time

In investigation of summer-fruiting strawberry cultivars, it was observed that strawberry ripening time depends not only from cultivar, but it is influenced also by meteorological conditions of the year. The analysis of ripening time of two different strawberry cultivars 'Zefyr' (early season) and 'Senga Sengana' (medium-late season) during long time period (1990 – 2008) was performed to clarify the fluctuation of strawberry ripening time within years and meteorological factors most influencing ripening time.

It was found that the beginning of fruit ripening for cultivar 'Zefyr' was fluctuated within years in 30 days period. The end of fruit production fluctuated within 33 days period. For cultivar 'Senga Sengana' the beginning of fruit ripening fluctuated less than for 'Zefyr', it was fluctuated within 25 day period and the end of fruit production fluctuated within 33 days that was similar to 'Zefyr'. The tendency to earlier ripening season within years was observed for both tested cultivars, most probably it is influenced by global climate changes.

Significant correlation between time of beginning of fruit ripening and active and effective temperature sums was stated only for cultivar 'Zefyr' (respectively correlation with effective temperature sum $r_{yx}=0.57$, $p<0.01$ and with active temperature sum $r_{yx}=0.54$, $p<0.01$).

The temperature in spring and beginning of summer had the highest influence on strawberry ripening time. Average air temperature in February and May, minimal temperature in June, maximal temperature in February, March, May and June had statistically significant influence ($p<0.05$) on time of beginning of fruit ripening for both cultivars evaluated, where negative correlation with the day of first harvest was stated (Table 3). Number of days with temperature above 10 °C and amount of precipitation from the beginning of year until the fruit ripening time and amount of precipitation in May also had significant impact on the beginning of fruit ripening for both cultivars. The amount of precipitation in May and from the beginning of year until fruit ripening significantly ($p<0.05$) positive correlated with the time of fruit

ripening. It means that more precipitation shift production time later. Probably it is connected with cloudy weather and following lower photosynthetic active radiance in rainy days.

Number of days with temperature above 10 °C from the beginning of year until fruit ripening had the highest influence on fruit ripening time for early cultivar ‘Zefyr’. Whereas the sum of precipitation in May had the highest influence on fruit ripening time for medium-late cultivar ‘Senga Sengana’.

Multiple linear regression models with step-by-step including of factors were performed for prognosis of strawberry ripening time. Statistically reliable model ($p=0.000$; $R^2=0.70$) for cultivar ‘Senga Sengana’ was developed including factors: average minimal temperature over decades on soil surface in May, sum of precipitations in May and number of days with temperature above 5 °C in May with following regression equation:

$$Y_{SS} = 103.87 - 2.33T_{av. \text{ abovegr. min } V} + 0.19N_V + 2.57D_V, \quad (2)$$

where: Y_{SS} – time of beginning of fruit ripening for cultivar ‘Senga Sengana’, day of the year;
 $T_{av. \text{ abovegr. min } V}$ – average minimal temperature over decades on soil surface in May, °C;
 N_V – sum of precipitation in May, mm;
 D_V – number of days with temperature above 5 °C in May.

Statistically reliable model ($p=0.019$; $R^2=0.77$) for cultivar ‘Zefyr’ was possible to develop with more factors included in the model than for ‘Senga Sengana’: average, maximal and minimal temperature in February; maximal air temperature and minimal temperature on soil surface in March; average and maximal air temperature and sum of precipitation in May.

Regression modelling results indicate that the beginning of fruit ripening of early cultivar ‘Zefyr’ under open field conditions have been influenced by more factors than later ripening cultivar ‘Senga Sengana’. Moreover the beginning of fruit ripening for early cultivar was more influenced by weather conditions in all winter – spring period, but for later cultivar it was more influenced by weather conditions in May. For obtaining of earlier yield, higher air temperature in spring must be ensured. It can be achieved by using different plant covers.

Forcing of strawberry production season using different plant covers and black plastic soil mulch

Influence of plant covers and soil mulch on strawberry flowering and fruit ripening time. Low tunnels with polyethylene film or agronet covers, and black plastic soil mulch were used in the trial for forcing of strawberry season. The influence of factors: plant cover, mulch, cultivar and year (meteorological conditions), and factor interactions on strawberry flowering and ripening time were evaluated.

Plant covers had the highest influence on strawberry flowering and ripening time between tested factors. The plant cover effect size (η^2) was 72% for beginning of flowering and 77% for beginning of production. In average of three testing years, plastic film cover forced the beginning of flowering for 13 days and beginning of fruit ripening for 15 days earlier compare to uncovered plants. Agronet cover forced the beginning of flowering for 7 days and beginning of fruit ripening for 8 days earlier (Table 4).

Black plastic mulch as a factor had very low impact on strawberry flowering and fruit ripening time. η^2 for time of beginning of flowering was 0.1% and for beginning of fruit ripening it was 0.02%. Statistically significant influence of black plastic mulch on strawberry flowering and ripening time was not stated. Whereas the significant influence of factor interactions: year and mulch ($p < 0.01$) and plant cover and mulch ($p < 0.01$), on fruit ripening time were observed. Plants grown on beds with black plastic mulch, without plant covering started to ripen fruits one day earlier than plants grown without soil mulching and plant covering. Whereas plants grown with polyethylene film cover and using black plastic mulch started to ripen fruits one day later than plants grown without mulching and polyethylene film cover.

Statistically significant interaction within all main factors evaluated: mulch, cover and cultivar, regarding to flowering and fruit ripening time was not stated.

The earliest yield was harvested in treatments where cultivars 'Zefyr' and 'Honeoye' were grown on beds with or without mulch and with plant covering in spring by polyethylene film cover. The fruit ripening started at the end of May in these treatments.

Influence of plant covering and soil mulching on strawberry yield. The influence of plant covering on strawberry productivity was low but statistically significant ($\eta^2_{\text{total yield}} = 0.6\%$; $\eta^2_{\text{marketable yield}} = 1.4\%$; $p < 0.001$) and differed between years. Both evaluated covers agronet and polyethylene film, significantly increased strawberry total marketable yield of three growing years ($p = 0.001$). The using of polyethylene film cover increased marketable yield for 27%, but the using of agronet cover – for 29% compare to uncovered plants. The harvested yield did not differ significantly, within treatments with applying of polyethylene film or agronet cover.

Both evaluated plant covers improved yield quality. In these treatments significantly higher percentage of class E and I fruits ($p = 0.000$) and less unmarketable fruits ($p = 0.000$) were observed in comparison to treatments without plant covering. The highest amount of class E fruits, that usually have higher price, were harvested in treatments with applying of agronet cover, in average 138 g m² or for 23% more than in treatments without plant covering. Both covers were significantly ($p = 0.000$) increased infection by grey mold (*Botrytis cinerea* Pers.). However in total, the amount of rotted fruits was low in the trial. In the treatments with applying of polyethylene film cover, the percentage of rotted fruits was increased for 1.5%, but in the treatments with applying of agronet for 1.9% compare to growing without cover.

Black plastic mulch had higher impact on strawberry yield than plant covers ($\eta^2_{\text{total yield}} = 5.7\%$; $\eta^2_{\text{marketable yield}} = 3.9\%$; $p < 0.001$). In total of three testing years, black plastic soil mulch treatment increased the total yield for 50% and marketable yield for

46% compare to growing without mulch. Black plastic soil mulch increased the yield for plants grown with plant covers and without covers for all three cultivars.

As the aim of the research was to force the strawberry production season, it was important to obtain as much as possible higher early yield. In the third decade of May, when the first fruits ripened, the highest yield was harvested for cultivar 'Zefyr' in the treatment with polyethylene film cover and without soil mulching (Figure 1). In the first decade of June and in both decades together (the third decade of May and the first decade of June), the highest yield was harvested for cultivar 'Zefyr' in the treatment with polyethylene film cover and black plastic soil mulch. This growing variant is the most recommendable for obtaining of early yield.

Obtained results indicate that for ensuring even course of production in early season, both covers should be used in the plantation – polyethylene film and agronet. The earliest yield can be obtained using polyethylene film cover and then following yield harvested under agronet cover.

Influence of plant covers and mulching on fruit quality. Plant covers had significant influence on average fruit weight ($p < 0.000$). Both of tested plant covers reduced average fruit weight, especially polyethylene film cover. In average of three evaluation years, the average fruit weight was 10.6 g in the treatment without plant covering, 10.2 g in the treatment with agronet cover and 8.4 g in the treatment with polyethylene film cover. The using of black plastic mulch significantly ($p < 0.01$) increased average fruit weight, for 0.8 g or 8.0% compare to growing without mulching.

Strong influence of cultivar on the average fruit weight was stated ($\eta^2 = 29\%$; $p = 0.000$). Cultivar 'Honeoye' had the highest average fruit weight among tested cultivars (10.1 g). Whereas cultivar 'Polka' had the smallest fruits (9.3 g). The most significant factor interactions regarding the influence on average fruit weight were found between plant cover and cultivar ($\eta^2 = 3.9\%$; $p = 0.000$), and mulch and cultivar ($\eta^2 = 1.3\%$; $p = 0.000$). The highest average fruit weight was registered for cultivar 'Honeoye' grown on beds with black plastic mulch and without plant covering (11.8 g).

Covers significantly influenced also fruit firmness that is very important for fruit transportation and storage. The softest fruits were obtained in treatments with polyethylene film cover in spring, where the highest temperature under cover was observed. Also agronet cover increased temperature and negatively influenced fruit firmness. Fruit firmness had medium strong negative correlation with air temperature under cover ($r_{yx} = -0.75$). The significant influence of black plastic mulch on fruit firmness was found only in one year, in 2008 ($p = 0.0004$), when fruits on black plastic mulch were softer than that grown without mulching.

Biochemical properties are very important for evaluation of fruit quality. The content of biochemical compounds significantly varied among strawberry cultivars, treatments and years of the evaluation.

Cultivar had the greatest influence on the content of ascorbic acid, total phenolics and RSA of all studied factors (Table 5). The content of anthocyanins was mainly influenced by plants covering. Both tested covers significantly reduced the content of anthocyanins in fruits. The annual meteorological conditions had the

highest impact on the content of titratable acidity and soluble solids. Soil mulching had the least influence on the fruit biochemical content.

As fruit samples were collected in different dates, because fruit ripening time differed between treatments, the biochemical content was influenced also by meteorological conditions before collection of samples. Significant positive correlations between average air temperature in the decade before samples collection and content of total phenolics ($r_{yx}=0.36$; $p<0.05$) and RSA ($r_{yx}=0.37$; $p<0.05$) were found. Moreover, the significant negative correlations between sum of precipitation in the decade before fruit sampling and content of total phenolics were found: ($r_{yx}=-0.38$; $p<0.05$) and RSA ($r_{yx}=-0.43$; $p<0.05$).

In average of two testing years, the content of titratable acidity varied from 0.81 to 1.14%, content of soluble solids – from 8.9 to 11.3 °Brix, content of vitamin C – from 49.1 to 88.4 mg 100 g⁻¹, content of anthocyanins – from 13.7 to 25.9 mg 100 g⁻¹, content of total phenolics – from 164 to 257 mg 100 g⁻¹ and RSA – from 65.1 to 86.2%.

Evaluation of cold stored strawberry plants for late yield under open field conditions

Cold stored strawberry plants are widely used in many countries. In Latvia, the research and experience on growing cold stored strawberry plants is very little. In doctoral thesis the research results of three trials with cold stored plants are summarized. Different plant grades and planting densities have been evaluated.

Phenological development of cold stored plants depending on planting time. Obtained results indicate that, it is possible to extend strawberry harvesting season in the planting year by planting of cold stored plants in different terms. The extension of fruit production season depends on planting time of cold stored plants and meteorological conditions.

In trial 1, when cold stored plants were planted on June 2, the flowering began in the middle of June, 17 days after planting (Table 6). Fruit ripening began in the middle of July, 42 days after planting. Fruit production ended at the second part of August. At the same growing season for conventionally grown strawberry in the production plantations of Püre HRS, the harvesting was finished at the end of July.

In trial 2, when cold stored plants were planted on June 13, the flowering began at the beginning of July, 19 days after planting. Fruits started to ripen in the beginning of August, it is 49 days after planting. Fruit production ended in the middle of September and significant extension of production season was achieved.

In trial 3, when cold stored plants were planted on May 9, the beginning of flowering was registered at the beginning of June, it is in average 23 days after planting. Fruit ripening for cold stored plants began in the beginning of July. It is 55 days after planting and 14 later than for fresh dug plants. Fruit production of cold stored plants ended in the first decade of August. It is 29 later than for fresh dug plants.

Three trial results allow us to conclude that the average beginning of fruit ripening of cold stored plants took place 49 days after planting. It differs from referred in literature where 60 days after planting are mentioned as beginning of fruit ripening of cold stored plants.

In the second growing year, flowering and production seasons of cold stored plants did not differ from conventionally grown plants of the same cultivar.

Different planting densities 33 000, 50 000 and 66 000 plants ha⁻¹ significantly did not influence the flowering and production time of cold stored plants in the first growing year. The fruit harvesting period was for 6 days longer at planting density 66 000 plants ha⁻¹, than at planting density 33 000 plants ha⁻¹. The strawberry season was prolonged for almost one week by increased planting density.

Evaluation of yield and yield quality of cold stored plants. The yield of cold stored plants differed among three trials because different grade plants were used. The highest yield was obtained in trial 1 where higher grade plants (A+) with larger crown diameter (in average 15 – 18 mm) were planted (Table 7). The lowest yield was harvested in the trial 3 where A grade plants with the smallest average crown diameter (10 mm) were planted. The correlation analysis indicated that the yield of cold stored plants of cultivar 'Elsanta' strongly positive correlated with plant crown diameter ($r_{yx}=0.80$). It agrees with data found in literature. In the second growing year the crown diameter of planting material did not have influence on the yield anymore ($p<0.05$).

Differences among trials were stated not only for productivity of cold-stored plants but also for yield quality. The fruit quality was influenced by size of planting material and meteorological conditions. In 1997, when trial 1 was established, the summer was hot and dry. It reduced fruit size and the amount of fruits of class E and I. Whereas in 1998, when trial 2 was established the summer was cooler, and with optimal amount of precipitation. Fruits in this trial were bigger. The summer of 2008, when trial 3 was established, was the coolest from three years of investigation. It negatively influenced fruit quality - more unmarketable fruits were harvested and the average fruit weight was lower than in other trials. The fruit size was smaller also because planting material in this trial was weaker than in other trials.

Comparing planting densities of 33 000 and 50 000 plants ha⁻¹, in the planting year, for 43 – 56% higher marketable yield per ha was obtained in denser planting. However the statistically significant ($p<0.05$) increase of yield was observed only in trial 1, where higher grade planting material was used (Table 7). In the second production season, the significantly higher yield per ha ($p<0.05$) was obtained at denser planting in both trials. The yield per plant did not differ statistically significantly between planting densities in both seasons. Increased planting density (50 000 plants ha⁻¹) significantly did not influence yield quality and fruit size in both trials and both production seasons.

Comparing planting densities of 33 000 and 66 000 plants ha⁻¹, the significantly higher ($p<0.05$) marketable yield per ha was obtained in denser planting (in the first season for 107% higher and in the second season for 28% higher than in less dense planting). However in the second season, at the denser planting the weaker plant development and significant decrease of yield per plant ($p=0.027$) were

observed. Increased planting density (66 000 plants ha⁻¹) significantly did not reduce yield quality and fruit size in both production seasons.

Evaluation of everbearing strawberry cultivars for extending of production season

Evaluation of long-day everbearing strawberry cultivars. It was possible to extend strawberry harvesting season till autumn frosts by using long-day everbearing strawberry cultivars. In the planting year the production season began at the beginning of August and lasted until October 2, when flowers and fruits were damaged by first frosts. The course of production was characterized by increase of production in the autumn period (Figure 2).

In the second and third production seasons the fruit ripening for both tested long-day cultivars started in the second decade of June, at the same time as for summer-fruiting (short-day) cultivars. In the second season the fruit harvesting lasted till the first autumn frosts, that was in October 12. In the third season the autumn frosts started earlier and fruit harvesting was possible only till the middle of September. The course of production in the second and third production seasons was uneven for both tested cultivars. Two production peaks: at the beginning of summer, at the same time as for summer fruiting cultivars, and at the end of summer – end of August, September were observed.

Cultivar 'Krimskaja Remontantnaja' gave the highest total yield among tested cultivars. It had also the highest yield during the autumn period (Table 8). However the fruits of this cultivar were rather soft and susceptible to rots. By these reasons, it is recommended to grow this cultivar for fruit selling directly in farm, avoid long transportation, and use preventive activities against rots.

Cultivar 'Rapella' had low winter hardiness that decreased the yield in the second and third production seasons. However it has firmer fruits than 'Krimskaja Remontantnaja'. This cultivar is recommended for growing only for one season.

The fruit size, evaluation of fruit flavour and attractiveness were similar for both cultivars.

Evaluation of day-neutral everbearing strawberry cultivars. Research results show that similarly to long-day cultivars the strawberry production season in Latvia can be significantly extended also by using of day-neutral everbearing strawberry cultivars.

In the planting year, the picking season for day-neutral cultivars began in the first decade of July (Figure 3). The last fruits for both evaluated cultivars were harvested in October 12, when the first autumn frost was observed. In the second production season, the fruit harvesting began in the second decade of June and ended in September 15, when autumn frosts started. In the third season, plants were strongly suffering during winter and the evaluation was terminated in the trial.

The course of production of day-neutral strawberry cultivars in the first growing year was similar to long-day strawberry cultivars, with increase of production rate in autumn (Figure 3). In the second production season, the course of production

characterized by two production peaks that also was similar to long-day cultivars. The production peaks were observed in June (at the same time as for summer fruiting cultivars) and at the end of August, beginning of September. The summer yield was higher than autumn yield. In July there was observed decrease of yield, plants had only few flowers and fruits. It was similar also to long-day cultivars.

‘Calypso’ gave the highest yield among tested day-neutral cultivars. However ‘Selva’ had higher percentage of large fruits and less unmarketable fruits, as well as higher average fruit weight and firmer fruits, but fruit flavour evaluation was lower. In total, ‘Calypso’ was stated as more preferable for extending of strawberry production season in Latvia conditions than ‘Selva’.

The yield and plant surviving rate decreased with the age of plants for both tested cultivars. Therefore it is recommended to grow day-neutral cultivars for no longer than two seasons.

Influence of removal of first inflorescences on everbearing strawberry production. The removal of inflorescences till beginning of June delayed the beginning of fruit ripening for all evaluated everbearing strawberry cultivars. However it was not effective for long-day cultivars, because it reduced the total yield and amount of large size fruits. The removal of first inflorescences had no significant effect on yield and yield quality of day-neutral cultivars. There was observed a tendency for increase of yield in August, especially for cultivar ‘Calypso’.

Economical estimation of extending of strawberry production season

The evaluation of economical aspects of different methods for extending of strawberry production season under open field conditions was done. The simplified calculation of expenses and income was used.

Using of plant cover and black plastic mulch. The economical estimation shows that all treatments for forcing of yield with applying of polyethylene film cover on low tunnels were profitable due to earlier fruit ripening and higher price (Table 10). It became cost-effective in the second growing year.

Agronet for plant cover gave lower income than polyethylene film cover. It is caused by later fruit ripening and therefore lower price. Economical effectiveness differed among cultivars and not in all cases it was profitable. The highest gross income using agronet cover was obtained for cultivar ‘Honeoye’ that was grown on beds with black plastic mulch.

Conventional growing without applying of plant covers, for all three cultivars was economically effective only if black plastic mulch was used, because it significantly increased the yield.

Growing variant, where cultivar ‘Zefyr’ was grown on beds with black plastic mulch and in spring covered by polyethylene film cover, was the most economically effective among all tested variants for yield forcing.

Cold stored plants. The economic calculation showed that none of tested variants of different grade cold stored plants planted in different terms did not gave positive gross income, if plants were grown for one season, and the average fruit price

was 2.84 € kg⁻¹. The using of higher planting density did not give higher profit compare to lower density, even the obtained yield was higher, because of the higher expenses for planting material. The price of cold stored plants is usually higher than for fresh dug plants that influence the economical effectiveness of cold stored plants. The profit was not obtained also if cold stored plants were grown for two seasons. The reason for it was low winter hardiness of cultivar 'Elsanta' that was used in the trials. It suffered in winter and did not give good yield in the second season.

The growing of cold stored plants can be more profitable if higher grade plants are used that gives higher yield in the planting year. The income can be increased also if plants are grown for several production seasons and winter hardy cultivars are used. Higher income in the second growing season can be obtained if plant covering for forcing of yield is used and fruits are sold for higher price.

Everbearing strawberry. According to economic calculation results, the growing of everbearing long-day strawberry was profitable (Table 11). In total of three growing years, cultivar 'Krimskaja Remontanaja', when grown without the removal of first inflorescences, gave the highest profit. The growing of 'Krimskaja Remontanaja' was cost-effective already if it was grown just for one season. The growing of cultivar 'Rapella' was cost-effective if it was grown for two seasons.

Similar results were observed for day-neutral everbearing cultivars. The growing was economically effective for both of tested cultivars and the profit was gotten already in the first growing year (Table 11). In total of two growing seasons, cultivar 'Calypso', when grown with removal of first inflorescences (till June 1) in the second growing season, gave the highest profit.

CONCLUSIONS

1. The strawberry yield can be obtained in average for 36 days period under open field conditions if summer-fruiting strawberry cultivars with different fruit ripening time are grown. In average, the fruit harvest period lasts from day 166 to 202. The recommended summer fruiting cultivars for extending the strawberry production season under open field conditions not only for organic farming, but also for integrated growing in Latvia are 'Zefyr', 'Honeoye' and 'Siurprise Olimpiadi' from early season cultivars; 'Induka' and 'Polka' from medium-early season cultivars, 'Senga Sengana' and 'Bounty' from medium-late season cultivars and 'Pandora' from late season cultivars.
2. Meteorological factors: air temperature and precipitation, significantly affect strawberry ripening time. The strawberry ripening time for early season cultivar 'Zefyr' is significantly influenced by meteorological conditions during whole winter – spring period, whereas the ripening time of later cultivar 'Senga Sengana' is more influenced by meteorological conditions during May.
3. Strawberry ripening time can be forced in average for 15 days by using low tunnels with polyethylene film cover and for 8 days by using agronet cover. Strawberry yield is increasing for 27% by using polyethylene film cover and for 29% by using agronet cover. However covers reduce average fruit weight and firmness and increase grey mould infection.
4. The using of black plastic soil mulch increases strawberry yield in average for 50%, and fruit weight in average for 8.0%, but reduces fruit firmness. It has not significant influence on strawberry ripening time.
5. The strawberry production season can be significantly extended by using of cold stored plants, and by planting them in different terms. The fruit ripening of cold stored plants starts in average 49 days after planting.
6. For cold stored plants high planting density: 50 000 plants ha⁻¹ (for A and A+ grade plants) and 66 000 plants ha⁻¹ (for A grade plants) can be used to obtain higher yield in the first season. It does not reduce fruit quality.
7. The strawberry production season can be extended until autumn frosts by using everbearing cultivars. The course of production for everbearing long-day and day-neutral cultivars is similar in Latvia conditions. 'Krimskaja Remontantnaja' from long-day cultivars and 'Calypso' from day-neutral cultivars are recommended for growing in Latvia.
8. The economical evaluation shows that using of low tunnels with polyethylene film cover is profitable in strawberry forcing. The economical effectiveness of agronet cover is lower than for polyethylene film and not always is profitable. The using of everbearing cultivars for extending the strawberry production season is profitable.
9. The strawberry production season under open field conditions in Latvia can be extended for four months (from the third decade of May until beginning of

October) by using different agro-technological components and appropriate cultivars.