

## **Sodinimo tankumo įtaka obelių veislės 'Auksis' su P 22 poskiepiu fiziologiniams rodikliams**

Gintarė ŠABAJEVIENĖ, Nobertas USELIS, Giedrė SAMUOLIENĖ,  
Darius KVIKLYS, Jurga SAKALAUŠKAITĖ, Pavelas DUCHOVSKIS

Lietuvos sodininkystės ir daržininkystės institutas

Kauno g. 30, Babtai, Kauno r. sav.

El. paštas: g.sabajeviene@lsdi.lt

### **Santrauka**

Obelių veislės 'Auksis' su nykštukiniu P 22 poskiepiu sodas įveistas 2001 m. Lietuvos sodininkystės ir daržininkystės institute. Tankumo įtakos vaismedžių fiziologiniams rodikliams tyrimai derančiame sode atlikti 2005–2007 m. Vaismedžių tankumas kito nuo 3 333 iki 13 333 vaism. ha<sup>-1</sup>. Gauti rezultatai parodė, kad, obelis sutankinus iki 3 x 0,75 m atstumo, pagerėjo tiek vieno vaismedžio, tiek viso sodo fiziologiniai rodikliai. Obelis pasodinus pagal parinktą tinkamą schemą, pagerėjo saulės energijos įsisavinimas, o vaismedžio lapų plotas išliko pakankamai didelis (lapų ploto indeksas <1), kad fotosintezės ir metabolitų veikla vyktų efektyviai. Taigi, optimalios vaismedžių augimo sąlygos (sodinimo schema 3 x 0,75 m) lėmė didžiausius vaismedžių produktyvumo ir derliaus rodiklius.

Obelių, pasodintų 3 x 0,5 m atstumu, fiziologinių rodiklių prastėjimo tendencijos rodo konkurencinės įtampos tarp vaismedžių atsiradimą. Tai patvirtina ir ne iš esmės sumažėję jų derliaus bei produktyvumo rodikliai. Tačiau verslinėje sodininkystėje svarbiausias dėmesys kreipiamas ne į pavienių vaismedžių derėjimą, bet į derlių, gautą iš sodo ploto vieneto. 3 x 0,5 m tankumu pasodintų obelių vaismedžių kiekio ir derliaus, gauto iš ploto vieneto, santykis buvo optimalus (~60 t ha<sup>-1</sup>).

Gauti rezultatai rodo, kad stipri konkurencija tarp tankiausiai pasodintų obelių pablogino vaismedžių fiziologinę būklę. Didelis lapų ploto indeksas (~2) leidžia daryti prielaidą apie vidinio pavėsio atsiradimą vaismedžio vainiko viduje, o mažas asimiliacinis vaismedžio plotas ir sumažėjęs sacharidų kiekis ūglių žievėje rugpjūtį ir balandį buvo nepakankami gausiam naujų pumpurų ir derliaus formavimuisi.

Reikšminiai žodžiai: asimiliacinis plotas, sodinimo schema, fotosintezės pigmentai, obelis, produktyvumo elementai, sacharidai.

### **Įvadas**

XX a. antrojoje pusėje visuose Europos regionuose obelių sodai buvo sodinami vis tankiau. Per trumpą laiką pereita nuo ekstensyvių aukštaūgių obelių sodų prie intensyvių ir labai intensyvių pusiau žemaūgių bei žemaūgių /Uselis, 2001; Barritt et al., 2008/. Tokių intensyvių sodų privalumai yra ankstesnis derėjimo laikas, greitesnis investicijų grįžimas, patogesni vaismedžių priežiūra ir derliaus nuėmimas, geresnė vaisių kokybė /Uselis, 2001; Robinson, 2008/.

Intensyvindami sodininkystę, įvairūs tyrėjai gauna skirtingus rezultatus. Siekiant maksimaliai išnaudoti saulės energiją, t. y. jos dėka gauti kuo daugiau organinės bio-

masės iš hektaro, labai reikšmingas sodinimo tankumas /Stampar et al., 1998/. Įvairiose šalyse ištirta, kad vaisių kokybę ir vaismedžio derlių iš ploto vieneto lemia vaismedžių kiekis hektare. Nustatyta, kad, sutankinus vaismedžius ploto vienetu, gaunamas didesnis ploto, bet mažesnis vaismedžio derlius /Barritt et al., 2008/. Optimalus derlius tiesiogiai priklauso nuo geros fiziologinės vaismedžio būklės ir kuo didesnio kiekio įsisavintos saulės energijos /Wünsche, Lakso, 2000/. Šviesos patekimas į vainiką ir jos efektyvus įsisavinimas per lapus lemia fotosintezės bei kvėpavimo santykį vaismedyje. Fotosintezės aparato darbas nusako vaismedžio būklę /Zarco-Tejada et al., 2000/. Geras apšvietumas reikalingas ir siekiant išsaugoti gerą vaisių kokybę. Pavėsis ir atsirandanti konkurencija tarp vaismedžių lemia sumažėjusią vaisiaus žalią ir sausą masę, nedidelį kiekį tirpių medžiagų, blogą nuspalvinimą /Doud, Ferree, 1980; Sadowski et al., 2004/.

Tinkamas atstumo tarp vaismedžių parinkimas užtikrina gerą vainiko apšvietumą, fiziologinę augimo ir derėjimo pusiausvyrą, kad būtų pasiektas optimalus produktyvumas, gautas ankstyvas ir puikios kokybės prekinis derlius. Tačiau nukrypimas nuo optimalių sąlygų vaismedžiui gali sukelti stresinę būklę. Taigi, optimalaus vaismedžių sodinimo tankio nustatymas tam tikram poskiepio ir veislės deriniui konkrečiomis auginimo sąlygomis užtikrina sėkmingą intensyvaus sodo priežiūrą /Wertheim et al., 2001; Maas, Wertheim, 2004/.

Darbo tikslas – ištirti vaismedžių sodinimo tankumo įtaką obelų veislės ‘Auksis’ su nykštukiniu P 22 poskiepiu fiziologinių rodiklių formavimuisi.

### Sąlygos ir metodai

Tyrimai atlikti derančiame sode 2005–2007 m. Įrengiant bandymą buvo pasinaudota kitų Europos šalių moksliniais tyrimais bei gamybine patirtimi, ir nykštukinių vaismedžių vainikai suformuoti atsižvelgiant į sodinimo schemas. Tyrimams pasirinkta versliniuose soduose paplitusi lietuviška obelų veislė ‘Auksis’, įskiepyta į nykštukinį P 22 poskiepį (vaismedžiai auga tik apie 20 proc., palyginti su skiepytais į sėklinius poskiepius).

Tyrimų schema: 1) 3 x 1 m (3 333 vaism. ha<sup>-1</sup>), 2) 3 x 0,75 m (4 444 vaism. ha<sup>-1</sup>), 3) 3 x 0,5 m (6 667 vaism. ha<sup>-1</sup>), 4) superverpstės vainikas, sodinimo schema – 3 x 0,25 m (13 333 vaism. ha<sup>-1</sup>).

Tyrimai kartoti 4 kartus, kiekviename laukelyje augo po 5 vaismedžius, iš kurių 3 apskaitiniai. Vertinta: vidutinis lapo plotas (cm<sup>2</sup>), vaismedžio lapų plotas (m<sup>2</sup>), lapų ploto indeksas (m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>), lapo savitoji masė (mg cm<sup>-2</sup>), vaismedžio žiedynų skaičius (vnt.), derlingumas (t ha<sup>-1</sup> ir kg iš vaismedžio).

Lapų ėminiai imti rugpjūčio mėnesį nuo penkių vaismedžių iš rytinės pusės. Atlikti 3 biologiniai pakartojimai. Fotosintezės pigmentų analizei atlikti paimta 0,2–0,4 g žalios masės (iš visiškai išsivysčiusio lapo), sutrinta su 1 g CaCO<sub>3</sub>, filtruota ir praskiesta 100 % acetonu iki 50 ml pagal D. Veštėino (Wetshtein) metodiką /Гавриленко и др., 2003/. Tiriamų medžiagų koncentracija nustatyta spektrofotometru „Genesys 6“ („ThermoSpectronic“, JAV).

Sacharidai tirti metūglių žievėje rugpjūčio, lapkričio ir balandžio mėnesiais. Bandiniai ruošti sutrinant 1–2 g žalios masės ir praskiedžiant 4 ml didistiliuoto vandens. Ekstrahuota 12 val., bandinys filtruotas naudojant 0,2 μm filtrus. Fruktozės, gliukozės, sacharozės bei maltozės analizės atliktos chromatografu „Shimadzu HPLC 10A“ su

refrakcijos indekso detektoriumi (RID 10A), kolona termostatuota +26 °C temperatūroje. Skirstymas atliktas kolonėle „Adsorbosil“ NH<sub>2</sub> (150 x 4,6 mm). Judrioji fazė – 75 % acetonitrilas, tėkmės greitis – 1 mL min<sup>-1</sup>. Lapų plotas matuotas automatinio matuokliu „WinDias“ (JK).

Bandymo duomenys įvertinti dispersinės analizės metodais, taikant *Anova* statistinę programą. Duomenims palyginti naudotas Dunkano (Duncan) testas. Esminiai skirtumai nustatyti, kai tikimybės lygmuo 5 %.

Tyrimų metu meteorologinių sąlygų pokyčiai didesnės įtakos tiriamų priemonių efektyvumui neturėjo.

## Rezultatai ir jų aptarimas

Tankumo įtakos vaismedžio fiziologiniams rodikliams tyrimai, atlikti su obelų veislės ‘Auksis’ su nykštukiniu P 22 poskiepiu, parodė, kad sodinimo tankumas turėjo reikšmingos įtakos vaismedžių asimiliaciniams rodikliams (1 lentelė). Iš esmės didžiausias vaismedžio lapų plotas nustatytas rečiausiai augusių obelų. Pirmaisiais tyrimų metais sodinimo tankumo kitimas nuo 3 x 0,75 iki 3 x 0,25 m esminės įtakos formuojamam asimiliaciniam plotui neturėjo. Vėliau, obelims augant, didėjanti konkurencija tarp mažesniu tankumu pasodintų vaismedžių šį rodiklį reikšmingai sumažino. Kadangi žiedinių pumpurų formavimuisi, vaisių užmezgimui ir auginimui reikia pakankamo asimiliuojančių lapų kiekio /Reynolds et al., 2005/, tankiausiai pasodintų obelų mažas asimiliacinis plotas galėjo būti nepakankamas gausiam žiedinių pumpurų formavimuisi ir daryti neigiamą įtaką derliui (5 lentelė).

**1 lentelė.** Sodo tankio įtaka obelų veislės ‘Auksis’ su P 22 poskiepiu asimiliaciniams rodikliams

**Table 1.** Orchard planting density effect on assimilation indexes of apple tree cv ‘Auksis’ on P 22 rootstock

| Asimiliaciniai rodikliai<br><i>Assimilation indexes</i>                         | Metai<br><i>Years</i> | Sodo tankis / Orchard planting density<br>m |          |         |          |
|---|-----------------------|---|----------|---------|----------|
|   |                       | 3 x 1                                       | 3 x 0,75 | 3 x 0,5 | 3 x 0,25 |
| Vaismedžio lapų plotas<br><i>Tree leaf area</i><br>m <sup>2</sup>               | 2005                  | 2,89c*                                      | 1,58ab   | 1,56ab  | 1,47a    |
|   | 2006                  | 3,65d                                       | 2,05c    | 1,83bc  | 1,56a    |
|   | 2007                  | 3,20d                                       | 1,82bc   | 1,72b   | 1,51a    |
| Lapų ploto indeksas<br><i>Leaf area index</i><br>m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> | 2005                  | 0,96b                                       | 0,70a    | 1,04b   | 2,01c    |
|   | 2006                  | 1,22b                                       | 0,87a    | 1,22b   | 2,08c    |
|   | 2007                  | 1,07b                                       | 0,81b    | 1,15bc  | 1,96d    |

Pastaba. Tomis pačiomis raidėmis stulpeliuose pažymėti skaičiai iš esmės nesiskiria ( $P \leq 0,05$ ).

*Note. Values, indicated by the same letters within the columns, are not statistically different at  $P \leq 0.05$ .*

Vaismedžio derlingumas tiesiogiai priklauso ir nuo jo apšviestumo /Willaume et al., 2004; Shahak et al., 2008/. Lapų ploto indeksas, rodantis lapijos tankį žemės ploto vienetu, nusako šviesos patekimą į vaismedžio vainiką. Obelis sutankinus iki 3 x 0,75 m, šis rodiklis gerokai sumažėjo (<1) (1 lentelė). Taigi, obelis pasodinus pagal tinkamą

schema, gali pagerėti vaismedžio saulės energijos įsisavinimas. Vis dėlto, dar labiau mažinant atstumą tarp obelių, lapija tankėjo ir slopino šviesos patekimą į vainiko vidų. Tankiausiai pasodintų vaismedžių (3 x 0,25 m) lapų ploto indeksas buvo didžiausias (~2).

Didėjanti konkurencija tarp vaismedžių silpnino ir lapų fotosintezės, ir metabolitų veiklos intensyvumą. Nors esminių skirtumų nenustatyta, išryškėjo tendencija, kad tankiausiai pasodintų obelių savitoji lapų masė buvo mažesnė, taigi šie lapai kaupė mažiau maisto ir struktūrinių medžiagų, kurios naudojamos vaismedžio biocheminiams ir fiziologiniams procesams (2 lentelė). 2005 m. ne iš esmės mažesnė savitoji masė buvo tik labiausiai sutankintų obelių lapų. Tačiau vaismedžiams augant ši tendencija atsirado ir 3 x 0,5 ar 3 x 0,75 m atstumu pasodintose obelyse. Mažiausiais atstumais pasodintų vaismedžių lapuose sausųjų medžiagų kiekis buvo iš esmės ( $P \leq 0,05$ ) mažesnis (2 lentelė).

**2 lentelė.** Sodo tankio įtaka obelių veislės 'Auksis' su P 22 poskiepiu lapo savitajai masei  
**Table 2.** Orchard planting density effect on apple tree cv 'Auksis' on P 22 rootstock specific leaf weight

|   | Metai<br>Year | Sodo tankis / Orchard planting density<br>m |          |         |          |
|---|---------------|---|----------|---------|----------|
|   |               | 3 x 1                                       | 3 x 0,75 | 3 x 0,5 | 3 x 0,25 |
| Lapo savitoji masė<br>Specific leaf weight<br>mg cm <sup>-2</sup> | 2005          | 12,0b*                                      | 12,0b    | 12,0b   | 11,5ab   |
|   | 2006          | 12,5b                                       | 12,5b    | 11,5ab  | 11,0a    |
|   | 2007          | 12,5b                                       | 12,0ab   | 11,0ab  | 10,5a    |

Pastaba. Paaiškinimai po 1 lentele.

Note. Explanations under Table 1.

Chlorofilų kiekis – svarbus veiksnys, lemiantis fotosintezės intensyvumą. Kitų tyrėjų darbai parodė, kad, pasiekus kritinę vaismedžių tankumo ribą, dėl per didelio greta esančių vaismedžių šešėlio fotosintezės intensyvumas lapuose silpnėja /Wertheim et al., 2001/. Šio tyrimo metu išryškėjo chlorofilų kiekio didėjimo tankiau pasodintų vaismedžių lapuose tendencija (3 lentelė). Kadangi ėminiai chlorofilų analizei buvo imti iš labiausiai apšviestos vainiko dalies, chlorofilų mažėjimo procesas rečiau pasodintų vaismedžių lapuose galėjo būti intensyvesnis nei jų sintezė /Tan et al., 2000/, todėl chlorofilų rasta mažiau. Karotenoidų sintezė tirtų obelių lapuose vyko analogiškai chlorofilų sintezei (3 lentelė). Suintensyvėjusį chlorofilų ir karotenoidų kaupimąsi tankiau pasodintuose vaismedžiuose galėjo lemti ir padidėjusi vaismedžių konkurencija dėl tankumo, kuri obelių fotosintezės sistemą veikia kaip nedidelis stresas. Fotosintezės pigmentų pagausėjimas, veikiant stresui dėl homeostazės mechanizmų įsijungimo, nustatytas ir kituose augaluose /Brazaitytė ir kt., 2004/. Konkurencijos tarp tankiau pasodintų vaismedžių atsiradimą patvirtina fluorescensinių rodiklių kitimas /Šabajevienė et al., 2006/ bei mažėjantis chlorofilų *a* ir *b* santykis obelių lapuose (tendencija) (3 lentelė). Mažėjantis chlorofilų *a* ir *b* santykis, kaip neigiama reakcija į konkurenciją ir atsiradusį pavėšį, pastebėta ir kitų augalų lapuose /Godbold, 1998; Balčiūnas ir kt., 2008/.

**3 lentelė.** Sodo tankio įtaka obelų veislės 'Auksis' su P 22 poskiepiu lapų fotosintezės pigmentams

**Table 3.** Orchard planting density effect on photosynthetic pigments of apple tree cv 'Auksis' on P 22 rootstock

| Fotosintezės pigmentai<br><i>Photosynthetic pigments</i>   | Metai<br><i>Year</i> | Sodo tankis / Orchard planting density<br>m |          |         |          |
|--|----------------------|---|----------|---------|----------|
|  |                      | 3 x 1                                       | 3 x 0,75 | 3 x 0,5 | 3 x 0,25 |
| Chlorofilų a ir b santykis<br><i>Chlorophyll a to b ratio</i>                                      | 2005                 | 3,2ab*                                      | 3,2ab    | 3,2ab   | 3,1a     |
|  | 2006                 | 3,3b  | 3,2ab    | 3,1a    | 3,1a     |
|  | 2007                 | 3,3b  | 3,3b     | 3,2ab   | 3,1a     |
| Karotenoidų kiekis<br><i>Carotenoids content</i><br>mg m <sup>-2</sup>                             | 2005                 | 428a  | 430a     | 455b    | 497c     |
|  | 2006                 | 387ab                                       | 400bc    | 420cd   | 428cd    |
|  | 2007                 | 423a  | 472bc    | 481bc   | 509d     |
| Bendras chlorofilų a ir b kiekis<br><i>Total chlorophyll a and b content</i><br>mg m <sup>-2</sup> | 2005                 | 118a  | 124ab    | 123ab   | 141c     |
|  | 2006                 | 122a  | 124ab    | 133c    | 134c     |
|  | 2007                 | 108a  | 110a     | 121b    | 122b     |

Pastaba. Paaiškinimai po 1 lentelės.

Note. Explanations under Table 1.

Angliavandenių kaupimasis ir pasiskirstymas įvairiose vaismedžio dalyse taip pat nusako jo fiziologinę būklę. Vaismedžių tankumas daro didelę įtaką sacharidų (fruktozės, gliukozės ir maltozės) pokyčiams pirmamečių ūglių žievėje (4 lentelė). Mažiausias tirtų sacharidų kiekis visose obelyse nustatytas rugpjūčio mėnesį. Nestrukūrinių angliavandenių mažėjimo, kada formuojami nauji žiediniai pumpurai bei auginamas derlius, dėsningumai pastebėti ir kituose vaismedžiuose /Spann et al., 2008/. Šiuo laikotarpiu vaismedyje sintetinami angliavandeniai reikalingi augalams augti ir vystytis. Obelų, pasodintų 3 x 0,75 m tankumu, ūglių žievėje sacharidų rasta daugiausia (~14 mg g<sup>-1</sup>). Pastarieji ir derliaus duomenys (5 lentelė) leidžia daryti prielaidą, kad šie vaismedžiai tiek vaisius, tiek besiformuojančius pumpurus maisto medžiagomis aprūpino geriausiai. Tarp vaismedžių, pasodintų 3 x 1 ir 3 x 0,5 m atstumu, esminių skirtumų nenustatyta, bendras tirtų angliavandenių kiekis jų žievėje kito nuo 11 iki 13 mg g<sup>-1</sup>. Padidėjusi konkurencija tarp tankiausiai pasodintų obelų lėmė fotosintezės ir kvėpavimo procesų pusiausvyros sutrikimą /Sivaci, 2006; Valladares, Niinemets, 2008/, kuris sąlygojo didelį bendro sacharidų kiekio ūglių žievėje sumažėjimą (~14 mg g<sup>-1</sup>) (4 lentelė). Susilpnėjęs vaismedžio reprodukcinės sistemos aprūpinimas maisto medžiagomis galėjo slopinti žiedų iniciaciją /Oliveira et al., 2007/.

Intensyvus angliavandenių kaupimas vėlyvą rudenį būdingas daugeliui žiemojančių vaismedžių /Wünsche et al., 2005; Spann, 2008/. Dėl smarkiai padidėjusio gliukozės, veikiančios kaip svarbiausias kitų angliavandenių translokacijos signalas augalų ramybės periodu, kiekio gerokai daugiau (~40 mg g<sup>-1</sup>) sacharidų rasta ir metūglių žievėje (4 lentelė). Tirpūs angliavandeniai veikia kaip krioprotektoriai, o jų kaupimasis sietinas

su tolerancijos žemoms temperatūroms ir atsparumo šalčiui formavimusi /Tinus et al., 2000/. Bendras sacharidų kiekis, buvęs nevienodas skirtingu tankumu pasodintų obelų ūglių žievėje, vėlyvą rudenį beveik susilygino ir iš esmės didesnis (~45 mg g<sup>-1</sup>) jų kiekis rastas tik tankiausiai pasodintuose vaismedžiuose. Didelių sacharidų koncentracijų reikia augalui atsigaunant po streso, pažeidimų ar kitų nepalankių veiksnių /Wang et al., 1995; Gaucher et al., 2005/. Augalai, patyrę stiprią konkurenciją, ramybės periodu linke audiniuose kaupia angliavandenius, kad pavasarį juos panaudotų augdami.

**4 lentelė.** Sodo tankio įtaka obelų veislės 'Aukasis' su P 22 poskiepiu ūglių žievės audinių sacharidų kitimui

**Table 4.** Orchard planting density effect on saccharides variation in shoot bark tissue of apple tree cv 'Aukasis' on P 22 rootstock

| Bendras sacharidų (fruktozės, gliukozės ir maltozės) kiekis<br><i>Total saccharides (fructose, glucose and maltose) content</i><br>mg g <sup>-1</sup> | Metai<br><i>Year</i> | Sodo tankis / <i>Orchard planting density</i><br>m |          |         |          |
|---|----------------------|--|----------|---------|----------|
|   |                      | 3 x 1  | 3 x 0,75 | 3 x 0,5 | 3 x 0,25 |
| Rugpjūčio mėn. / <i>In August</i>   | 2006                 | 11,5b*   | 14,2d    | 12,7bc  | 7,38a    |
|   | 2007                 | 12,3bc   | 14,1c    | 11,5b   | 8,02a    |
| Lapkričio mėn. / <i>In November</i>   | 2006                 | 36,9a  | 36,7a    | 36,6a   | 45,8b    |
|   | 2007                 | 37,2ab   | 39,8b    | 40,3b   | 46,9c    |
| Balandžio mėn. / <i>In April</i>  | 2007                 | 22,9c  | 23,4c    | 19,7b   | 16,1a    |
|   | 2008                 | 29,6c  | 29,7c    | 26,2b   | 23,0a    |

Pastaba. Paaiškinimai po 1 lentele.

*Note. Explanations under Table 1.*

Ankstyvą pavasarį (iki balandžio mėn.) heksozė transportuojama į šaknis, todėl jos kiekis antžeminėje vaismedžio dalyje, taip pat ir ūglių žievėje, gerokai sumažėja (4 lentelė). Balandį, prieš atsinaujinant fotosintezei obelyse, angliavandenių, veikiančių kaip signalas ir statybinė medžiaga, resursai per floemą pradedami gabenti į meristeminus audinius, o jų atsargos atkuriamos vėliau, augimo metu /Sivaci, 2006/. Daugiausia sacharidų (dėl didesnio heksozės kiekio) šiuo laikotarpiu nustatyta obelų, pasodintų 3 x 1 ir 3 x 0,75 m atstumu, ūglių žievėje. Mažėjant atstumui tarp vaismedžių, nustatyta bendro tirtų sacharidų kiekio mažėjimo tendencija (4 lentelė). Tankiausiai pasodintų obelų ūglių žievėje bendras sacharidų kiekis buvo iš esmės mažiausias, ir tai galėjo lemti lėtesnį biomasės kaupimąsi ir mažesnius augimo, vaismedžio lapų ploto bei derliaus rodiklius tais metais.

Vaismedžių žydėjimo ir derlingumo tyrimai parodė, kad, vidutiniais trejų metų duomenimis, gerai derančiame sode iš esmės gausiausiai žydėjo ir derlingiausi buvo rečiausiai (3 x 1 ar 3 x 0,75 m) pasodinti vaismedžiai (5 lentelė). Vaismedžius sutankinus iki 3 x 0,5 m, pastebėtos jų derlingumo mažėjimo tendencijos, palyginti su rečiausiai augančiais vaismedžiais, o sutankinus iki 3 x 0,25 m, vaismedžių derlingumas sumažėjo iš esmės (5 lentelė).

**5 lentelė.** Sodo tankio įtaka obelių veislės 'Aukasis' su P 22 poskiepiu produktyvumo elementams

**Table 5.** Orchard planting density effect on productivity elements of apple tree cv 'Aukasis' on P 22 rootstock

| Produktyvumo elementai<br><i>Productivity elements</i>                            | Metai<br><i>Year</i> | Sodo tankis / Orchard planting density |          |         |          |      | $R_{05} / LSD_{05}$ |
|---|----------------------|--|----------|---------|----------|------|---------------------|
|   |                      | m                                      |          |         |          |      |                     |
|   |                      | 3 x 1                                  | 3 x 0,75 | 3 x 0,5 | 3 x 0,25 |      |                     |
| Vaismedžio žiedynų skaičius vnt.<br><i>Number of clusters per fruit tree</i>      | 2005                 | 94,3                                   | 115      | 83,6    | 59,0     | 35,3 |                     |
|   | 2006                 | 42,3                                   | 37,4     | 41,0    | 38,4     | 30,0 |                     |
|   | 2007                 | 111                                    | 106      | 85,3    | 65,5     | 31,5 |                     |
| Derlingumas kg iš vaismedžio<br><i>Yield per fruit tree kg tree<sup>-1</sup></i>  | 2005                 | 9,93                                   | 9,68     | 9,45    | 4,73     | 1,19 |                     |
|   | 2006                 | 4,80                                   | 5,09     | 3,64    | 3,24     | 2,49 |                     |
|   | 2007                 | 10,6                                   | 9,70     | 8,38    | 4,20     | 3,05 |                     |
| Derlingumas<br><i>Yield t ha<sup>-1</sup></i>                                     | 2005                 | 33,1                                   | 43,0     | 63,0    | 63,1     | 18,2 |                     |
|   | 2006                 | 16,0                                   | 22,6     | 24,3    | 43,2     | 19,1 |                     |
|   | 2007                 | 35,4                                   | 43,1     | 55,9    | 56,0     | 14,2 |                     |
| Vaismedžio produktyvumas<br><i>Productivity per fruit tree kg cm<sup>-2</sup></i> | 2005                 | 2,40                                   | 2,62     | 2,26    | 3,50     | 0,87 |                     |
|   | 2007                 | 1,57                                   | 1,64     | 1,41    | 1,08     | 0,39 |                     |

Sodininkystės moksle labai svarbus išvestinis rodiklis – vaismedžio produktyvumas, kuris apima augumą bei derlingumą. 2005 m. dėl didelio derliaus ir vaismedžio kamienėlio santykio iš esmės produktyviausios buvo tankiausiai pasodintos obelys (5 lentelė). Obelims augant, stiprėjanti konkurencija tarp tankiausiai pasodintų vaismedžių jų produktyvumą mažino, ir trečiaisiais tyrimų metais tankiausiai pasodintų derančių obelių šis rodiklis buvo iš esmės mažiausias. Paskutiniais tyrimų metais didžiausias produktyvumas nustatytas vaismedžių, pasodintų 3 x 0,75 m atstumu.

Tyrimai derančiame sode parodė, kad didžiausias obuolių derlius iš ploto vieneto (43–63 t ha<sup>-1</sup>) gautas vaismedžius auginant tankiausiai, t. y. 3 x 0,25 ir 3 x 0,5 m (5 lentelė). Kitų autorių tyrimų duomenys sutampa su gautais šio tyrimo metu. Iš jų matyti, kad hektare sutankinus vaismedžius gaunamas didesnis derlius iš ploto vieneto, bet mažesnis iš vaismedžio /Weber, 2001; Barritt et al., 2008/. Vis dėlto per mažas atstumas tarp obelių slopino tiek augalo, tiek vaisių augimą ir proporcingai derlius iš ploto vieneto nebedidėjo vaismedžius sutankinus iki 3 x 0,5 m atstumo.

Iš gautų rezultatų matyti, kad atstumas tarp obelių turėjo įtakos ir vaisių kokybei (6 lentelė). Vaismedžiams augant 3 x 0,75 m tankumu, sumažėjęs lapų ploto indeksas pagerino šviesos patekimą į vaismedžio vainiką, ir tai sąlygojo neesminiai didesnių vaisių užaugimą visais tyrimų metais. Vaismedžius pasodinus tankiau, atsiradęs pavėsis ir padidėjusi konkurencija lėmė šiek tiek mažesnę vaisių masę.

**6 lentelė.** Sodo tankio įtaka obelų veislės 'Auksis' su P 22 poskiepiu vaisiaus vidutinei masei

**Table 6.** Orchard planting density effect on average fruit weight of apple tree cv 'Auksis' on P 22 rootstock

|  | Metai<br>Year | Sodo tankis / Orchard planting density |          |         |          | R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub> |
|--|---------------|--|----------|---------|----------|-------------------------------------|
|  |               | m                                      |          |         |          |                                     |
|  |               | 3 x 1                                  | 3 x 0,75 | 3 x 0,5 | 3 x 0,25 |                                     |
| Vidutinė vaisiaus masė / Average fruit weight<br>g | 2005          | 128                                    | 136      | 122     | 130      | 30                                  |
|  | 2006          | 146                                    | 140      | 134     | 133      | 22                                  |
|  | 2007          | 144                                    | 146      | 143     | 131      | 20                                  |

### Išvados

Sodinimo schemos įtakos veislės 'Auksis' obelims su nykštukiniu P 22 poskiepiu tyrimai rodo, kad:

1. Obelis sutankinus iki 3 x 0,75 m atstumo, pagerėjo tiek vieno vaismedžio, tiek viso sodo fiziologiniai rodikliai. Optimalios vaismedžių augimo sąlygos lėmė didžiausius vieno vaismedžio produktyvumo ir derliaus rodiklius.

2. Atsižvelgiant į gaunamą bendrą sodo derlių (~60 t ha<sup>-1</sup>), obelų veislės 'Auksis' su nykštukiniu P 22 poskiepiu 3 x 0,5 m sodinimo tankumas yra optimalus. Tačiau fiziologinių rodiklių bei vaismedžio produktyvumo mažėjimo tendencijos rodo konkurencinės įtampos tarp obelų atsiradimą.

3. Stipri konkurencija tarp 3 x 0,25 m tankumu pasodintų obelų susilpnino vaismedžių fiziologinę būklę. Didelis (~2) lapų ploto indeksas leidžia daryti prielaidą apie vidinio pavėsio atsiradimą vaismedžio vainiko viduje. Mažas asimiliacinis vaismedžio plotas ir sumažėjęs sacharidų kiekis ūglių žievėje rugpjūtį ir balandį buvo nepakankami gausiam naujų žiedinių pumpurų ir derliaus formavimuisi.

Gauta 2009 07 02

Pasirašyta spaudai 2009 07 27

### LITERATŪRA

1. Balčiūnas M., Jankauskienė Z., Brazaitytė A. ir kt. Lapų indekso ir fotosintezės pigmentų dinamika įvairaus tankumo pluoštinių linų pasėlyje // Žemdirbystė-Agriculture. – 2008, t. 95, Nr. 4, p. 97–109

2. Barritt B. H., Konishi B., Dilley M. Performance of four high density apple orchard systems with 'Fuji' and 'Braeburn' // Acta Horticulturae. – 2008, vol. 772, p. 389–394

3. Brazaitytė A., Blažytė A., Šikšnianienė J. B. ir kt. Pomidorų fotosintetinių pigmentų sistemos adaptacija prie kompleksinio antropogeninių aplinkos veiksnių poveikio // Sodininkystė ir daržininkystė. – 2004, t. 23, Nr. 1, p. 133–143

4. Doud D. S., Ferree D. C. Influence of altered light levels on growth and fruiting of mature 'Delicious' apple trees // Journal of the American Society for Horticultural Science. – 1980, vol. 105, p. 325–328

5. Gaucher C., Gougeon S., Mauffette Y. et al. Seasonal variation in biomass and carbohydrate partitioning of understory sugar maple (*Acer saccharum*) and yellow birch (*Betula alleghaniensis*) seedlings // Tree Physiology. – 2005, vol. 25, No. 1, p. 93–100



6. Godbold D. L. Stress concepts and forest trees // *Chemosphere*. – 1998, vol. 36, p. 859–864
7. Maas F. M., Wertheim S. J. A multi-site rootstock trial with the apple cultivars 'Cox's Orange Pippin' and 'Jonagold' // *Acta Horticulturae*. – 2004, vol. 658, p. 177–184
8. Oliveira P. B., Silva M. J., Ferreira R. B. et al. Dry matter partitioning, carbohydrate composition, protein reserves and fruiting in 'Autumn Bliss' red raspberry vary in response to pruning date and cane density // *Horticultural Science*. – 2007, vol. 42, p. 77–82
9. Reynolds L. P., Jacobs G., Theron K. I. Reproductive bud development of pears (*Pyrus Communis* L.) with emphasis on the bourse shoot // *Acta Horticulturae*. – 2005, vol. 671, p. 165–170
10. Robinson T. L. Performance of pear and quince rootstocks with three cultivars in four high density training systems in the northeastern United States // *Acta Horticulturae*. – 2008, vol. 800, p. 793–802
11. Sadowski A., Dziuban R., Jabłoński K. Growth and cropping of three apple cultivars on different rootstocks over a 7-year period // *Acta Horticulturae*. – 2004, vol. 658, p. 257–263
12. Shahak Y., Ratner K., Giller Y. E. et al. Improving solar energy utilization, productivity and fruit quality in orchards and vineyards by photo selective netting // *Acta Horticulturae*. – 2008, vol. 772, p. 65–72
13. Sivaci A. Seasonal changes of total carbohydrate contents in three varieties of apple (*Malus sylvestris* Miller) stem cuttings // *Scientia Horticulturae*. – 2006, vol. 109, No. 3, p. 234–237
14. Spann T. M., Beede R. H., DeJong T. M. Seasonal carbohydrate storage and mobilization in bearing and non-bearing pistachio (*Pistacia vera*) trees // *Tree Physiology*. – 2008, vol. 28, No. 2, p. 207–213
15. Stampar F., Hudina M., Usenik V. et al. Influence of planting densities on vegetative and generative growth and fruit quality of apple (*Malus Domestica* Bork.) // *Acta Horticulturae*. – 1998, vol. 513, p. 349–356
16. Šabajevienė G., Sakalauskaitė J., Šlapakauskas V. ir kt. Chlorophyll fluorescence characteristics of cultivar 'Aukasis' on rootstocks P 22 and P 60 in high density orchards of different construction // *Sodininkystė ir daržininkystė*. – 2006, t. 25, Nr. 3, p. 364–370
17. Tan Y., Jiang J., Wu H. et al. Resolution of kinetic system of simultaneous degradation of chlorophyll *a* and *b* by Parafac // *Analytical Chemistry Acta*. – 2000, vol. 412, p. 195–202
18. Tinus R. W., Burr K. E., Atzmon N. et al. Relationship between carbohydrate concentration and root growth potential in coniferous seedlings from three climates during cold hardening and dehardening // *Tree Physiology*. – 2000, vol. 20, p. 1097–1104
19. Uselis N. Sodo konstrukcijų įtaka žemaūgių obelių augumui // *Sodininkystė ir daržininkystė*. – 2001, t. 20, Nr. 1, p. 35–43
20. Valladares F., Niinemets Ü. Shade tolerance, a key plant feature of complex nature and consequences // *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. – 2008, vol. 39, p. 237–257
21. Wang Z., Quebedeaux B., Stutte G. W. Osmotic adjustment: effect of water stress on carbohydrates in leaves, stems and roots of apple // *Australian Journal of Plant Physiology*. – 1995, vol. 22, No. 5, p. 747–754
22. Weber M. S. Optimizing the tree density in apple orchards on dwarf rootstocks // *Acta Horticulturae*. – 2001, vol. 557, p. 229–234
23. Wertheim S. J., Wagenmakers P. S., Bootsma J. H. et al. Orchard systems for apple and pear: conditions for success // *Acta Horticulturae*. – 2001, vol. 557, p. 209–227

24. Willaume M., Lauri P. É, Sinoquet H. Light interception in apple trees influenced by canopy architecture manipulation // *Trees*. – 2004, vol. 18, p. 705–713
25. Wünsche J. N., Greek D. H., Laing W. A. et al. Physiological and biochemical leaf and tree responses to crop load in apple // *Tree Physiology*. – 2005, vol. 25, p. 1253–1263
26. Wünsche J. N., Lakso A. N. The relationship between leaf area and light interception by spur and extension shoot leaves and apple orchard productivity // *Horticultural Science*. – 2000, vol. 35, p. 1202–1206
27. Zarco-Tejada P. J., Miller J. R., Mohammed G. H., Noland T. L. Chlorophyll fluorescence effects on vegetation apparent reflectance: I. Leaf-level measurements and model simulation // *Remote Sensing of Environment*. – 2000, vol. 74, p. 582–595
28. Гавриленко В. Ф., Ладыгина М. Е., Хандробина Л. М. Большой практикум по физиологии растений. – Москва, 2003. – 256 с.

ISSN 1392-3196

Zemdirbyste-Agriculture, vol. 96, No. 3 (2009), p. 83–92

UDK 634.1:581.132

### **Orchard planting density effect on physiological indexes of apple tree cv 'Auksis' on P 22 rootstock**

G. Šabajevienė, N. Uselis, G. Samuolienė, D. Kviklys, J. Sakalauskaitė, P. Duchovskis  
Lithuanian Institute of Horticulture

#### **Summary**

Physiological parameters of the apple tree cv. 'Auksis' on P 22 rootstocks were investigated at the Lithuanian Institute of Horticulture during 2005–2007. Orchards were planted according to 3 x 1 m, 3 x 0.75 m, 3 x 0.5 m, and 3 x 0.25 m, planting schemes.

Investigation of the planting density of cv. 'Auksis' apple trees on P 22 rootstock showed that apple tree density up to 3 x 0.75 m improved one tree and the whole garden physiology. Appropriate selection of a planting scheme improved the uptake of solar energy of apple trees (leaf area index <1), and the tree leaf area remained high enough for efficient photosynthesis and metabolism activities. Thus, the optimal conditions for tree growth (planting scheme 3 x 0.75 m) determined maximum fruit production and harvest. Trends of decrease of physiological indexes in apple trees planted at 3x 0.5 m indicate the emergence of competitive tension. This was confirmed by the not significant decrease in fruit yield and productivity. However, in commercial horticulture the main focus is placed not on individual trees, but on the harvest from the orchard area. In terms of the yield (~60 t ha<sup>-1</sup>), the planting scheme 3 x 0.5 m was found to be optimal.

The obtained results showed that the strong competition between the densely planted apple trees weakened physiological state of fruit trees. The high leaf area index (~2) suggests the emergence of the inner shade trees within the canopy. Small assimilation area and decreased amounts of saccharides in the bark of shoots in August and April were insufficient for the new bud and yield formation.

Key words: assimilation area, planting density, photosynthetic pigments, apple tree, productivity elements, saccharides.