

EESTIS KASVATATUD AEDMAASIKA (*FRAGARIA X ANANASSA* 'SONATA') VILJADE KVALITEET JA SÄILIVUS

Ulvi Moor, Priit Põldma, Tõnu Tõnutare
Eesti Maaülikool, põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Abstract. Moor, U., Põldma, P., Tõnutare, T. 2013. Postharvest quality of Estonian strawberries (*Fragaria x ananassa* 'Sonata') depending on production site. – *Agronomy* 2013.

Most of the Estonian strawberry growers have small production area, often only two-three hectares. The yield of one farm is too small for export markets or large supermarket chains. The only possibility would be to cooperate and market strawberries together. In such case, it is essential that strawberries would have uniform quality.

The aim of the current research was to find out if and how different is the postharvest quality of 'Sonata' strawberries picked at the same day from different producers in South Estonia. The experimental material was collected from four strawberry plantations, which were established last year (2011) with 'Sonata' frigo plants. All plantations used black polyethylene mulch and drip irrigation. 30 leaves and 10 kg of fruits were collected, leaf and fruit N, P, K, Ca and Mg was determined. 8 punnets containing 450 g fruits were stored at 3±2 °C for 7 days. Fruit firmness, soluble solids content (SSC), organic acids (OA), ascorbic acid and anthocyanins were determined at harvest and after storage. The percentage of spoiled fruits was calculated at the end of experiment.

The results showed that strawberry quality was significantly different between the different growers: fruit spoilage ranged from 0.5 to 5.8%, being higher in fruits with higher N content and lower Ca content irrespectively from plant protection measures. Significant differences were also found in fruit firmness at harvest, SSC, OA and SSC/OA at harvest and after storage. Thus, if the aim is to market strawberry fruits together, it would be important to use the same amount of nutrients to ensure uniform fruit quality.

Keywords: *strawberry quality, soluble solids, firmness, fruit spoilage*

Sissejuhatus

Eesti Statistikaameti andmeil kasvatati 2011. aastal Eestis aedmaasikat 599 hektaril, sellest 191 hektaril koduaias oma tarbeks (Põllumajandus arvudes, 2011). Eesti maasikakasvatajate tootmispinnad on üldiselt väikesed, paljudel juhtudel ei ületa need 2–3 hektarit. Suurematesse kaubanduskettidesse ja eksporditurgudele pääsemiseks on ühe kasvataja toodang enamasti liiga väike; lahenduseks oleks erinevate kasvatajate maasikatoodangu ühiselt turustamine. Ühtse partiina on võimalik aga turustada vaid samasuguse kvaliteediga vilju. Aedmaasikate kvaliteet sõltub sordist, kasvukoha kliimast, agrotehnikast, koristusajast ja –tehnoloogiast ning säilituskeskkonnast (Haffner, 2002).

Aedmaasika sortidest on Eestis tootmisaedades hetkel enam kasvatatavad 'Polka' ja 'Sonata'. Viimane on kõrge saagikuse ja väga hea transpordikindluse tõttu tootjate seas järjest enam populaarsust kogunud. 2008. aastal Eesti Maaülikoolis läbi viidud säilituskatses selgus, et 'Sonata' maasikad olid aktsepteeritava kvaliteediga isegi pärast 12-päevast madalal temperatuuril (3±1 °C) säilitamist (Moor et al., 2012).

Käesoleva katse eesmärgiks oli välja selgitada, kas ja kui palju erineb 'Sonata' viljade kvaliteet ja säilivus juhul, kui maasikad on korjatud Tartumaa erinevate kasvatajate juurest samal päeval sama vanast istandusest.

Metoodika

Uuringus osalesid järgmised Tartumaa maasikakasvatajad: TÜ Vasula Aed, OÜ Hortitech, OÜ Kristi Aed ja OÜ Kindel Käsi. Artiklis on maasikakasvatajad juhuslikus järjekorras tähistatud tähtedega A, B, C ja D. Kõigist ettevõtetest koguti lehti ja vilju 2011. aastal istutatud 'Sonata' frigotaimedelt, seega oli 2012. aasta taimedele teine saagiaasta. Kõik ettevõtted kasutasid musta kilemultši ja tilkkastmissüsteemi. Hahkhallituse tõrjet tehti kasvukohas A kolm korda, kasvukohas B kaks korda, kasvukohas C neli korda ja kasvukohas D kolm korda. Täpseid kasutatud väetisekoguseid artiklis ei käsitleta, kuid taimede toitainetega varustatuse hindamiseks määrati EMÜ Taimebiokeemia laboris nii lehtedest kui viljadest N, P, K, Ca ja Mg-sisaldus. Mineraalelementide sisalduse määramiseks koguti 3. juulil (saagiperioodi algul) igast istandikust 30 täielikult välja arenenud maasikalehte. Säilituskatseks ja viljade mineraalelementide sisalduse määramiseks korjati 9. juulil 2012. a igast kasvukohast 10 kg maasikaid, mis transporditi EMÜ PKI Tõnissoni hoidlasse. Maasikad jahutati kahe tunni jooksul ja pakendati kaanega kaetud perforeeritud plastkarpidesse nii, et igas karbis oleks 450 g vilju. Iga talu toodangust võeti säilituskatsesse 8 karpi (8 kordust) maasikaid, mida säilitati 7 ööpäeva (16. juulini) temperatuuril 3 ± 2 °C. Katse alguses ja lõpus määrati vilja tugevus, mahla kuivaine, orgaaniliste hapete, askorbiinhappe ja antotsüaanide sisaldus. Vilja tugevus määrati tekstuurianalüsaatoriga Food Texture Analyzer TMS, (Food Technology Corporation, USA). Mahla kuivaine sisaldus määrati digitaalse refraktomeetriga (ATAGO CO., Ltd., Japan). Orgaaniliste hapete sisaldus määrati 0,1M NaOH lahusega tiitrimise teel ja väljendati sidrunhappe sisaldusena. Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe leiti arvutuslikul teel. Viljade askorbiinhappe sisaldus analüüsiti titraatoriga Mettler Toledo, kasutades redokstiitrimetilist meetodit. Antotsüaanide kogusisaldus määrati diferentsiaal-spektromeetriselt ja arvutati pelargonidiin-3-glükosiidile, kasutades molaarse absorptsiooni koefitsienti $\epsilon=15600 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$. Katse lõpus loeti igast karbist kvaliteetsed ja hahkhallitusse nakatunud viljad ja arvutati hahkhallitusse nakatunud viljade osakaal (%).

Katseandmed töödeldi ühefaktorilise dispersioonanalüüsiga ja variantide vaheliste erinevuste võrdlemiseks kasutati piirdiferentsi (*PD*) 95% usutavuse tasemel, kasutades programmi Statistica (ver.11.0, StatSoft Inc., USA). Kuna rikkemise analüüsimisel ei olnud paljudes karpides ühtegi hallitanud vilja, teisendati andmed enne statistilist andmetöötlust arkussinuse abil. Joonistel ja tabelites ei ole ühesuguste tähtedega tähistatud väärtused statistiliselt oluliselt erinevad.

Tulemused ja arutelu

Lehtede ja viljade mineraalelementide sisaldus ja viljade rikkemine

Lehtede ja viljade mineraalelementide sisaldus oli sõltuvalt tootmiskohast oluliselt erinev: A- ja C- kasvukohast korjatud lehtede ja ka viljade N-sisaldus oli kõrgem kui

teistel tootjatel (tabel 1). A-kasvukohast varutud maasikate lehtedes oli ka Ca- ja Mg-sisaldus teistega võrreldes oluliselt kõrgem. B-kasvukoht eristus teistest lehtede kõrge P- ja K-sisalduse ja viljade madala N-sisalduse poolest. D-kasvukoha maasikataimede lehed sisaldasid teistega võrreldes vähem K, Ca ja Mg ning viljad vähem P ja K. Viljade N-sisaldus jäi madalamaks kui A- ja C-kasvukohtade viljades, kuid ületas B-kasvukoha viljade lämmastikusisaldust.

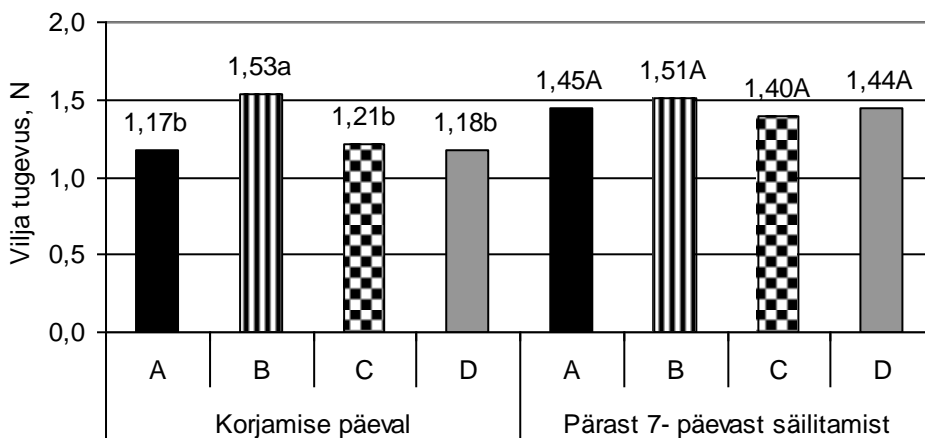
Pärast 6-päevast säilitusperioodi varieerus hahkhallitusse nakatunud viljade osakaal vahemikus 0,5-5,8% (Tabel 1). Erinevate kasvatajate maasikate nakatumine hahkhallitusse oli statistiliselt oluliselt erinev. Kasvatajate B ja D maasikatest nakatus hahkhallitusse oluliselt vähem vilju kui kasvataja C maasikatest. Kasvataja A maasikate hulgas oli riknenud viljade osakaal 3,3%, mis ei erinenud oluliselt teiste kasvatajate viljade riknemisest. Tulemused viitavad viljade säilivuse seoste eelkõige taimede ja viljade N-sisaldusega: tootmiskohtades, kus maasikalehtede ja -viljade N-sisaldus oli kõrgem, esines ka rohkem hahkhallitusse nakatunud vilju. Seda eriti juhul, kui lehtede kõrge N-sisaldusega kaasnes madalam Ca-sisaldus nagu juhtus kasvukohas C. Vaatamata sellele, et kasvukohas A oli hahkhallituse tõrjet tehtud kahel korral ja kasvukohas C neljal korral, oli hahkhallitusse nakatunud vilju kasvukohas C oluliselt rohkem.

Tabel 1. Tartumaa erinevatelt tootjatelt kogutud 'Sonata' maasika lehtede ja viljade mineraalelementide sisaldus ja viljade riknemine (hahkhallitusse nakatumine) pärast 6-päevast säilitamist 3 ± 2 °C juures

	Tootjad				<i>PD</i> _{95%}
	A	B	C	D	
<i>Lehtede mineraalelementide sisaldus (%)</i>					
N	2,782a	2,372b	2,627a	2,434b	0,104
P	0,276b	0,289a	0,198c	0,203c	0,013
K	1,331c	1,494a	1,414b	1,257d	0,029
Ca	1,550a	1,428b	1,279c	1,003d	0,122
Mg	0,342a	0,293b	0,269c	0,213d	0,020
<i>Viljade mineraalelementide sisaldus (%)</i>					
N	1,396b	1,099d	1,489a	1,271c	0,030
P	0,256b	0,270a	0,276a	0,234d	0,009
K	2,207b	2,143c	2,358a	2,009d	0,050
Ca	0,215a	0,221a	0,242a	0,220a	0,030
Mg	0,130a	0,112b	0,140a	0,120ab	0,012
<i>Riknenud viljad (%)</i>					
	3,3ab	0,5b	5,8a	0,6b	

Vilja tugevus

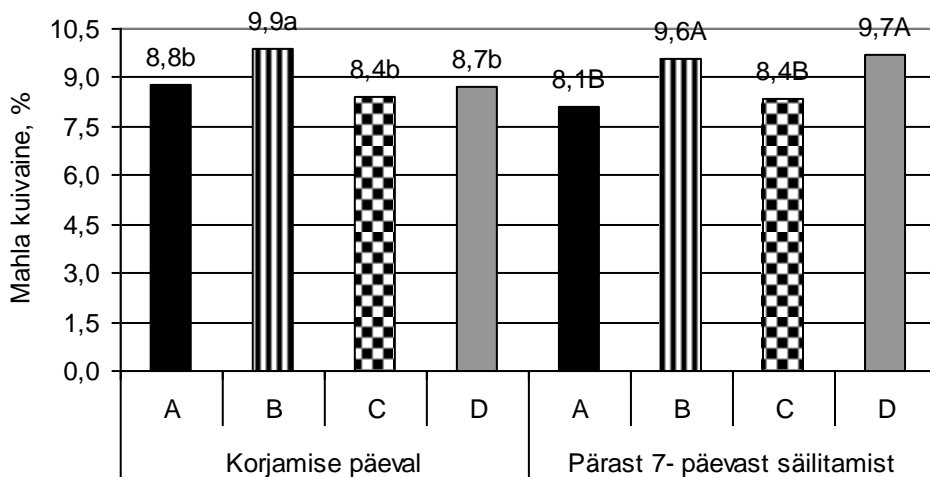
Korjamise päeval olid kasvukoha B maasikad teiste kasvukohtade viljadest oluliselt tugevamad (joonis 1). Kuna selle ettevõtte viljadest oli säilitusperioodi lõpus hallitanud vaid 0,5%, võiks arvata, et tugevad viljad on hoidlas hallitusse nakatumise suhtes resistentsemad. Samas ei olnud teistest kasvukohtadest korjatud viljad omavahel erineva tugevusega, aga hallitanud viljade hulk oli C-kasvukohas oluliselt suurem. Pärast nädalast säilitusperioodi viljade tugevuses enam olulist erinevust ei olnud.



Joonis 1. 2012. aasta juulis Tartumaa erinevatelt maasikakasvatajatelt (tähed A, B, C, D) kogutud 'Sonata' maasikate viljade tugevus enne ja pärast 7-päevast säilitamist 3±2 °C juures

Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete sisaldus ning nende suhe

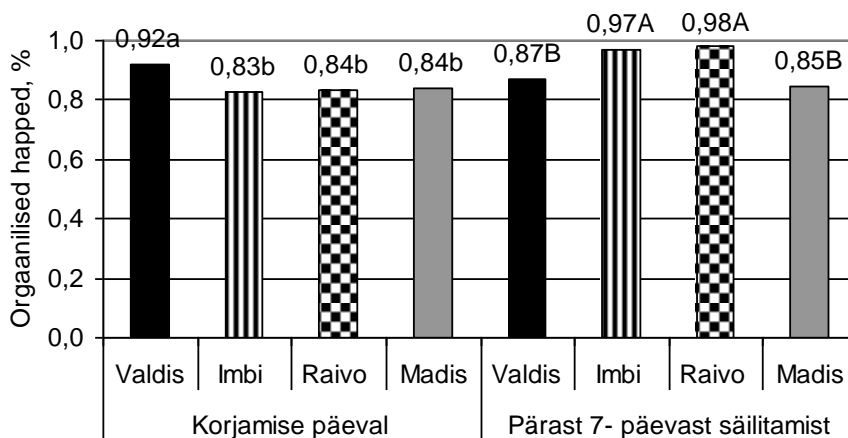
'Sonata' maasikate mahla kuivaine sisaldus varieerus vahemikus 8,4–9,9% (joonis 2). Enne säilitamist olid teistest oluliselt kõrgema mahla kuivaine sisaldusega B-kasvukoha maasikad. A-, B- ja C-kasvukoha maasikate mahla kuivaine sisaldus jäi säilitusperioodil muutumatuks, D-kasvukoha maasikates aga mahla kuivaine sisaldus suurenes. Seega olid katse lõpus teistest suurema mahla kuivaine sisaldusega B- ja D-kasvukoha maasikad. Maasikate mahla kuivaine moodustavad eelkõige rakumahlas lahustunud suhkrud, millest peamised on glükoos (160–190 mg g⁻¹), fruktoos (90–180 mg g⁻¹), ja sahharoos (30–120 mg g⁻¹) (Macias-Rodriguez et al., 2002). Küpsetes maasika viljades moodustavad suhkrud mahla kuivainest 80–90% (Wrolstad, Shallenberger, 1981). Seega võib mahla kuivaine sisaldust kaudselt lugeda ka suhkrute sisalduse indikaatoriks. Üldiselt varieerub mahla kuivaine sisaldus maasikates vahemikus 6 kuni 9% (Spayd, Morris, 1981; Kader, 1991). Antud katses oli maasikate mahla kuivaine sisaldus mõnevõrra kõrgem. USA-s loetakse aedmaasikate puhul minimaalseks aktsepteeritavaks mahla kuivaine sisalduseks 7% (Mitcham et al., 1996). Käesolevas katses oli mahla kuivaine sisaldus ka 7 päeva säilitatud maasikates sõltumata kasvukohast üle 7%.



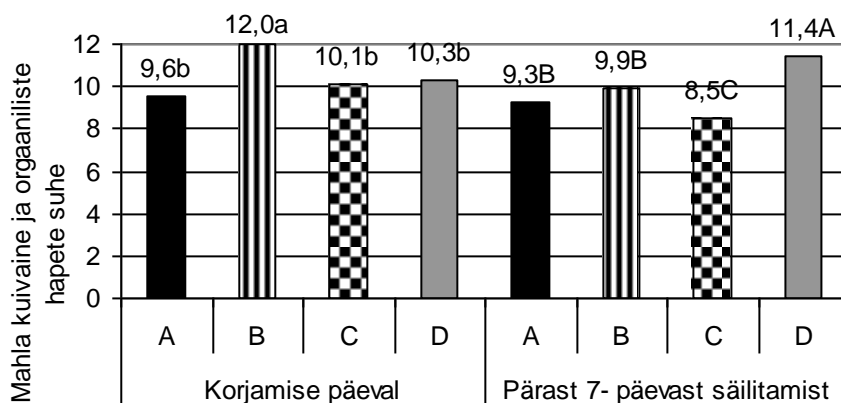
Joonis 2. 2012. aasta juulis Tartumaa erinevatelt maasikakasvatajatelt (tähed A, B, C, D) kogutud 'Sonata' maasikate mahla kuivaine sisaldus enne (PD95%=0,9) ja pärast (PD95%=1,0) 7-päevast säilitamist 3±2 °C juures

Maasikate orgaaniliste hapete sisaldus oli korjamise päeval teistega võrreldes kõrgem A-kasvukoha maasikates (joonis 3). Pärast säilitamist oli orgaaniliste hapete sisaldus teistega võrreldes kõrgem B- ja C-kasvukoha maasikates.

Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe varieerus korjamise päeval vahemikus 9,6–12,0% (joonis 4). Teistega võrreldes oli mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe kõrgem B-kasvukoha maasikates. Pärast säilitamist oli nimetatud näitaja teistega võrreldes kõrgem D-kasvukoha maasikates. Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe määrab suures osas maasika maitse (Haffner, Vestrheim, 1997). Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete sisaldus näitab maitse intensiivsust ning nende suhe seda, kas domineerib hapu või magus maitse. Kõige maitsetumad on maasikad, milles nii mahla kuivaine kui ka orgaaniliste hapete sisaldus on madal (Kader, 1991). Norras läbi viidud uurimused näitasid, et enamik tarbijaid eelistab suure suhkrusisaldusega ja väikese happesisaldusega maasikaid (Haffner, 2002). 2008. aastal Eesti maasikatega läbi viidud katses jäi 'Sonata' mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe vahemikku 9,9–11,3; 'Polka' puhul 9,6–11,8 ja 'Honeoye' puhul 7,7–8,8 (Moor et al., 2012). Nimetatud uuringus hindasid tarbijad ka maasikate maitset ja hinnangud 'Honeoye' maitsele olid halvad. Käesolevas katses jäi mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe alla 9 vaid 7 päeva säilitatud C-kasvukoha maasikates.



Joonis 3. 2012. aasta juulis Tartumaa erinevatelt maasikakasvatajatelt (tähed A, B, C, D) kogutud 'Sonata' maasikate orgaaniliste hapete sisaldus enne (PD95%=0,06) ja pärast (PD 5%=0,03) 7-päevast säilitamist 3±2 °C juures



Joonis 4. 2012. aasta juulis Tartumaa erinevatelt maasikakasvatajatelt (tähed A, B, C, D) kogutud 'Sonata' maasikate mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe enne (PD95%=1,4) ja pärast (PD95%=1,2) 7-päevast säilitamist 3±2 °C juures

Askorbiinhappe ja antotsüaanide sisaldus

Vahetult pärast korjamist sisaldasid 'Sonata' maasikad askorbiinhapet 45–53 mg 100g⁻¹ (tabel 2). Statistiliselt olulised erinevused olid erinevatest kasvukohtadest pärit maasikate vahel küll olemas, kuid tarbija seisukohalt olid kõik maasikad kõrge askorbiinhappe sisaldusega. Arvestades täiskasvanud inimese päevaseks C-vitamiini vajaduseks 60–70 mg, piisaks, kui inimene sööks 150 g värskelt korjatud 'Sonata' maasikaid. Säilitamise jooksul vähenes askorbiinhappe sisaldus kõikides maasikates oluliselt. Vinokur et al. (2002) viisid Iisraelis läbi maasikate säilituskatse ja leidsid samuti, et maasikate askorbiinhappesisaldus tava-atmosfääris säilitatud viljades langes, kuid modifitseeritud atmosfääri pakendatud maasikates jäi see stabiilseks.

Algne antotsüaanide sisaldus oli erinevatest kasvukohtadest korjatud maasikates oluliselt erinev, ulatudes 15 mg 100g⁻¹ (A- ja B-kasvukoht) kuni 25 mg 100g⁻¹ (D-kasvukoht) (tabel 2). 7-päevase säilitusperioodi jooksul suurenes antotsüaanide sisaldus maasikates oluliselt ja esialgsed erinevused ühtlustusid. Antotsüaanide biosüntees on maasikate säilitamisel tavapärane, kuna metaboolsed protsessid toimuvad säilitatavates viljades edasi ja viljad muutuvad küpsemaks. Peamine antotsüaan maasikates on pelargonidiin glükosiid (Yoshida et al., 2002). Kuigi pelargonidiin glükosiid on nõrga antioksidatiivse toimega (Wang et al., 1997), on aedmaasika antioksidatiivset toimet siiski peetud võrreldavaks punase veini omaga (Will et al., 1999). Maasikate antotsüaanide sisaldus sõltub eelkõige sordist (Anagnostou, Vasilakakis, 1995), aga ka agrotehnikast (Wang, Camp, 2000) ja keskkonnateguritest (Anagnostou, Vasilakakis, 1995).

Tabel 2. 2012. aasta juulis Tartumaa erinevatelt maasikakasvatajatelt (tähed A, B, C, D) kogutud 'Sonata' maasikate askorbiinhappe ja antotsüaanide sisaldus enne ja pärast 7-päevast säilitamist 3±2 °C juures

	Tootjad				PD _{95%}
	A	B	C	D	
	<i>Askorbiinhape, mg 100g⁻¹</i>				
Korjamise päeval	50a	53ab	45b	47b	6
Pärast 7-päevast säilitamist	29C	32B	36A	34AB	3
	<i>Antotsüaanid, mg 100g⁻¹</i>				
Korjamise päeval	15b	15b	23a	25a	4
Pärast 7-päevast säilitamist	52A	49A	51A	52A	8

Kokkuvõte

Käesolevast uuringust selgus, et aedmaasikate kvaliteet võib olla üsna erinev ka juhul, kui kasvatatakse ühte sorti, kasutatakse sama multšimaterjali ja tilkkastmissüsteemi ning viljad korjatakse sama vanast istandikust. Samasuguse kvaliteediga viljade saamiseks oleks nähtavasti oluline kasutada sama väetusskeemi. Katse tulemused näitasid, et viljade tugevust ja hahkhallitusse nakatumist mõjutas oluliselt lehtede ja viljade mineraalne koostis. Kõrgema lämmastikusisalduse ja madalama kaltsiumisisaldusega viljade puhul on oht hahkhallitusse nakatumiseks suurem isegi siis, kui hahkhallituse tõrjet on tehtud rohkem kui teistes istandikes, kus lehtede ja viljade N-sisaldus on madalam ja N/Ca suhe on paremas tasakaalus.

Tänuavaldused

Autorid on tänulikud EV Põllumajandusministeeriumile uurimistöo finantseerimise eest ja Valdis Kaskema'le, Raivo Sellile, Imbi Rphejärvele ja Madis Pennarile ettevõtetest OÜ Kindel Käsi, OÜ Kristi Aed, TÜ Vasula Aed ja OÜ Hortitech katsematerjali ja koostöövalmiduse eest.

Kasutatud kirjandus

- Anagnostou, K., Vasilakakis, M.D. 1995. Effect of substrate and cultivar on earliness, plant productivity, and fruit quality of strawberry. – *Acta Hort.* 379: 267–274.
- Haffner, K. 2002. Postharvest quality and processing of strawberries. – *Acta Hort.* 567: 715–722.
- Haffner, K., Vestrheim, S. 1997. Fruit quality of strawberry cultivars. – *Acta Hort.* 439: 325–336.
- Kader, A.A. 1991. Quality and its maintenance in relation to the postharvest physiology of strawberry. In: Luby J.J. & Dale, A. (eds.). *The Strawberry into the 21st century*. Timber Press, Portland, Oregon. p. 145–152.
- Macias-Rodriguez, L., Quero, E., Lopez, M. G. 2002. Carbohydrate differences in strawberry crowns and fruit (*Fragaria x ananassa*) during plant development. – *J Agric Food Chem.* 50: 3317–3321.
- Mitcham, E.J., Crisosto, C.H., Kader, A.A. 1996. Produce facts. Strawberry. Recommendations for maintaining postharvest quality. – *Perish Handl Newslett.* 87:21–22.
- Moor, U., Mölder, K., Põldma, P., Tõnutare, T. 2012. Postharvest quality of 'Sonata', 'Honeoye' and 'Polka' strawberries as affected by modified atmosphere packages. – *Acta Hort.* 945: 55–61.
- Põllumajandus arvudes. 2011. Statistikaamet. Juuli 2012. <http://www.stat.ee/57677>
- Spayd, S.E., Morris, R.S. 1981. Physical and chemical characteristics of puree from once-over harvested strawberries. – *J Am Soc Hortic Sci.* 106: 101–105.
- Vinokur, Y., Rodov, V., Horev, B. 2002. Effect of postharvest factors on the content of ascorbic acid in Israeli varieties of strawberry. – *Acta Hort.* 567: 763–766.
- Wang, H., Cao, G., Prior, R.L. 1997. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. – *J Agric Food Chem.* 45: 304–309.
- Wang, S.Y., Camp, M.J. 2000. Temperatures after bloom affect plant growth and fruit quality of strawberry. – *Sci Hortic.* 85: 183–199.
- Will, F., Rechner, A., Dietrich, H. 1999. French Paradoxon – Phenolische Inhaltsstoffe und ihre antioxidative Wirkung in Fruchtweinen. – *Getränkeindustrie* 11: 692–698.
- Wrolstad, R.E., Shallenberger, R.S. 1981. Free sugars and sobitol in fruits: a compilation from the literature. – *JAOAC Int.* 64: 91–103.
- Yoshida, Y., Koyama, N., Tamura, H. 2002. Color and anthocyanin composition of strawberry fruit: changes during fruit development and differences among cultivars, with special reference to the occurrence of pelargonidin 3-malonyglycoside. – *J Japan Soc Hort Sci.* 71: 355–361.