

Riikliku programmi “Põllumajanduslikud
rakendusuuringud ja arendustegevus
aastatel 2009–2014” lisa 4



**RAKENDUSUURINGU
„EESTIMAISE PUU- JA KÖÖGIVILJA
SÄILITAMISE VÕIMALUSED KONTROLLITUD
JA MODIFITSEERITUD ATMOSFÄÄRI
TINGIMUSTES”
LÕPPARUANNE**

Projekti juht: **Ulvi Moor**
Projekti täitjad: **Ulvi Moor,**
Priit Põldma,
Marge Starast

Tartu 2013

SISUKORD

Töös kasutatud lühendid ja mõisted.....	3
1. KATSED AEDMAASIKATEGA	
Aedmaasikate 'Polka', 'Honeoye' ja 'Sonata' säilivus modifitseeritud atmosfääri- pakendites.....	4
Aedmaasikate 'Sonata' ja 'Polka' säilivus kvaliteet sõltuvalt säilitustemperatuurist ning modifitseeritud atmosfääri- pakendist.....	12
Aktiivselt modifitseeritud säilituskeskkonna mõju aedmaasika 'Sonata' kvaliteedile.....	22
Aedmaasikate 'Sonata' ja 'Rumba' kvaliteet pärast 5-päevast säilitust modifitseeritud atmosfääri- pakendites	28
Aedmaasikate 'Salsa' ja 'Sonata' säilivus tava- ja modifitseeritud atmosfääris	35
2. KATSED AEDVAARIKATEGA	
'Polka' vaarikate säilivus modifitseeritud atmosfääri- pakendites.....	40
Aedvaarika 'Glen Ample' säilivus sõltuvalt säilitustemperatuurist ja modifitseeritud atmosfääri- pakendist	44
3. KATSED KULTUURMUSTIKATEGA	
Ahtalehise mustika ja hübriidsordi 'Northblue' kvaliteet modifitseeritud atmosfääris säilitamisel.....	51
3. KATSED ÕUNTEGA	
Eestimaiste õunte säilivus kontrollitud atmosfääris. Katsemetoodika.....	57
Õunakatsete tulemused	
I osa: õunad, mille säilivus kontrollitud atmosfääris ei paranenud	
'Talvenauding'.....	59
'Alesja'.....	60
'Auksis'.....	61
'Antei'.....	63
'Sinap Orlovski'.....	65
II osa: kontrollitud atmosfääris säilitamiseks sobivad õunasordid	
'Veteran'.....	68
'Cortland'.....	71
'Ligol'.....	73
'Katre'.....	75
'Krista'.....	77
'Liivi kuldrenett'.....	81
Eestimaiste õunte säilivus modifitseeritud atmosfääris	
Õunte 'Liivi kuldrenett' säilivus modifitseeritud atmosfääris.....	82
'Krista' õunte säilivus modifitseeritud atmosfääris.....	89
Õunte säilituskatsete tulemuste kokkuvõte.....	93
Sibulköögiviljade säilitamine kontrollitud atmosfääri tingimustes.....	95
Salatikultuuride säilitamine modifitseeritud atmosfääri tingimustes.....	101
Tänuavaldused.....	114

Aruandes kasutatud lühendid ja mõisted

MA- modifitseeritud atmosfäär

KA – kontrollitud atmosfäär

Modifitseeritud atmosfääri all mõistetakse antud aruandes keskkonda, milles hapniku ja süsihappegaasi sisaldus säilitusruumi õhus (või pakendis) erineb normaalsest. Viljad tarvivad oma elutegevuse käigus hapnikku ja eraldavad süsihappegaasi, seega on modifitseeritud atmosfääris tavaõhust suurem süsihappegaasi- ja madalam hapnikusisaldus. Pakendi õhu gaasiline koostis muutub pidevalt viljade hingamise käigus.

Kontrollitud atmosfääris on kunstlikult loodud gaaside segu, milles kõigi gaaside kontsentratsioonid on teada ja neid jälgitakse ehk kontrollitakse pidevalt.

Xtend - kaubamärki Xtend kandvad kilekotid, mis on Iisraeli ettevõttes Stepac spetsiaalselt erinevate aedviljade (aedmaasika, aedvaarika, kultuurmustika, maitserohelise) säilitamiseks välja töötatud.

LDPE - madalsurve polüetüleen,

OPP 25 - spetsiaalse kondenseerumisvastase kattega polüpropüleen (*inglise k. oriented polypropylene*), kile paksus 25 µm.

PP 30 – polüpropüleen, kile paksus 30 µm

Radici: Estiko vahendusel firmast Radicifilm saadud spetsiaalse kondenseerumisvastase kattega polüpropüleen.

KA 3:5 - kontrollitud atmosfäär, 3% O₂:5% CO₂

KA 1,5 – kontrollitud atmosfäär, 1,5% O₂:1,5% CO₂

KA 2:0,5 - kontrollitud atmosfäär, 2% O₂:0,5% CO₂

1. KATSED AEDMAASIKATEGA

AEDMAASIKATE 'POLKA', 'HONEOYE' JA 'SONATA' SÄILIVUS MODIFITSEERITUD ATMOSFÄÄRIGA PAKENDITES (2008)

Katse eesmärgiks oli välja selgitada Eestis antud hetkel enim kasvatatavate maasikasortide 'Honeoye' ja 'Polka' säilivus tavaõhus ja modifitseeritud atmosfääriga pakendis ning võrrelda neid suhteliselt uue sordi 'Sonata' säilivusega.

Katseteetodika

Aedmaasikad 'Polka', 'Sonata' ja 'Honeoye' korjati OÜ Kindel Käsi tootmisistandusest 2. juulil 2008 perforeeritud karpidesse ning jahutati sundventilatsiooniga külmhoidlas 2 tunni jooksul $+3^{\circ}\text{C}$ -ni. Järgmisel päeval maasikad pakendati ning säilitati $+3\pm 1^{\circ}\text{C}$ juures 12 päeva.

Katsevariandid olid kõikide sortide puhul järgmised:

- 1) kontroll: maasikaid säilitati 250- grammistes kaanega kaetud, kuid hästi ventileeritavates karpides, kus õhu koostis oli tavapärase (joonis 1). Järgnevad variandid on kõik MA (modifitseeritud atmosfääriga) pakendid, millest esimestes oli tegemist atmosfääri passiivse modifitseerimisega (O_2 ja CO_2 sisaldus muutus viljade hingamise käigus) ning viimasel juhul aktiivse modifitseerimisega (pakendisse lisati gaaside segu).
- 2) Xtend kile: maasikad pakendati 4 karbi kaupa (1 kg vilju) kaubamärki Xtend kandvasse kilekotti, mis on Iisraeli ettevõttes Stepac spetsiaalselt aedmaasika säilitamiseks välja töötatud materjal (joonis 2).
- 3) LDPE: maasikad pakendati 4 karbi kaupa (1 kg vilju) Eestist ostetud 30 mikromeetri paksusesse madalsurve polüetüleenist kilekotti.
- 4) LDPE + gaas: maasikad pakendati sarnaselt eelmise variandiga, kuid enne säilitamist lisati kilekotti balloonist gaaside segu koostisega 5% O_2 ja 5% CO_2 .

Seega oli katses 4 varianti. Katset alustati 5 kordusega, igas korduses oli ca 1kg maasikaid. Viiendal säilituspäeval võeti igast variandist üks kg (4 karpi) maasikaid biokeemilisteks analüüsideks ning katse lõpuni säilitati 4 kordust.



Joonis 1. Kontrollvariandi maasikad.



Joonis 2. Maasikad Xtend kilekottides.

Mõõtmised ja analüüsid



Joonis 3. O₂ ja CO₂ sisalduse mõõtmine pakenditest.

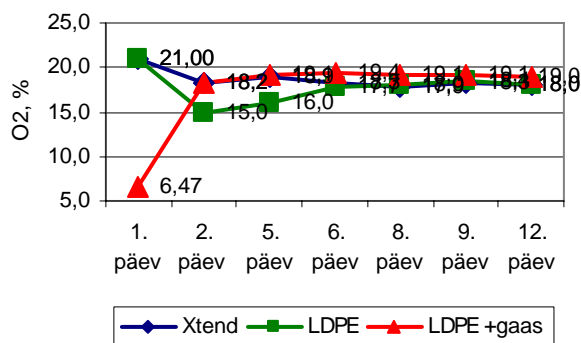
Kõikide variantide kõikidest kordustest määrati iga päev massikadu 1g täpsusega ja mõõdeti O₂ ja CO₂ sisaldust pakendites (joonis 3). Katse alguses, lõpus ja 5. säilituspäeval määrati maasikate mahla kuivaine, orgaaniliste hapete, askorbiinhappe- ja antotsüaanide sisaldus. Katse lõpus loeti karpidest riknenud ja visuaalsete riknemistunnusteta viljad; hinnati ka maasikate üldist välimust, maitset, ebameeldiva kõrvallõhna ning meeldiva maasika lõhna tugevust, maasika hapusust ja magusust. Maasikaid hindas 26 EMÜ PKI töötajat, kellest 38,5% olid mehed ja 61,5% naised. Biokeemiliste andmete statistiliseks töötlemiseks kasutati kahefaktorilist dispersioonanalüüsi, sensoorse analüüsi andmetöötlus tehti EMÜ Majandus- ja sotsiaalinstituudis, kasutades t-testi.

Tulemused

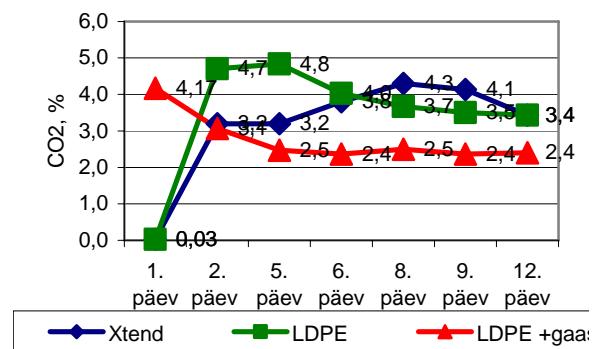
Gaaside kontsentratsioon pakendites

Kuigi LDPE + gaas variandi pakenditesse tekitati esimesel päeval gaaside segu sisaldusega 5...6% hapnikku ning 4...5 % CO₂, ei osutunud LDPE kile gaasi pidavaks ning juba järgmiseks päevaks oli hapnikusisaldus pakendites tõusnud 15,0...16,6 %-ni (joonised 4, 6 ja 8). Alates viiendast säilituspäevast ei erinenud hapnikusisaldus erinevates pakendites enam 'Sonata' ja 'Honeoye' puhul, 'Polka' puhul jäi hapnikusisaldus kõige madalamaks LDPE kiles, kus algset gaasikeskkonda ei muudetud (joonis 8).

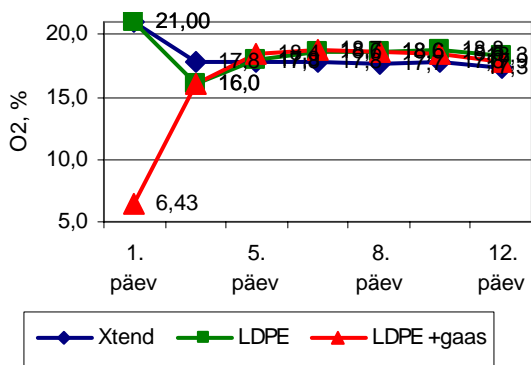
Süsihappegaasi sisaldus LDPE +gaas variandis langes kuni 5. säilituspäevani ning jäi seejärel enam – vähem stabiilseks vahemikus 2,5...3% (joonised 5, 7 ja 9). Kuna kokkuvõttes jäi algselt modifitseeritud gaasikeskkonnaga pakendis süsihappegaasi sisaldus kõige madalamale, siis ei osutunud gaasi lisamine antud kilede puhul efektiivseks. Teistes pakendites muutus süsihappegaasi sisaldus sõltuvalt sordist: 'Sonata' ja 'Polka' puhul tõusis süsihappegaasi sisaldus kõige kõrgemale LDPE kiles (vastavalt 4,8 ja 4,6 %-ni). 'Honeoye' puhul tõusis süsihappegaasi sisaldus kõige kõrgemale Xtend kilekotis (4,7 %-ni).



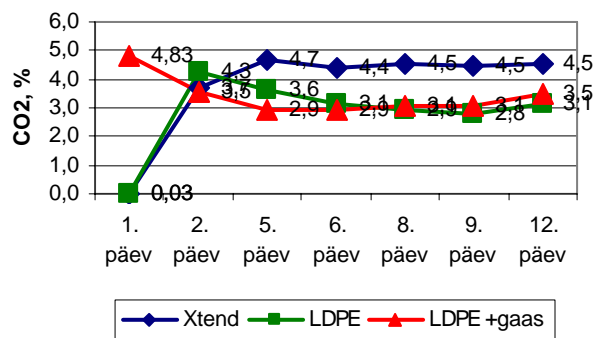
Joonis 4. Hapnikusisalduse muutumine aedmaasika 'Sonata' 12-päevasel säilitamisel MA pakendites (Xtend kilekott, LDPE kilekott, LDPE +gaas (5% O₂ ja 5% CO₂)) +4°C juures.



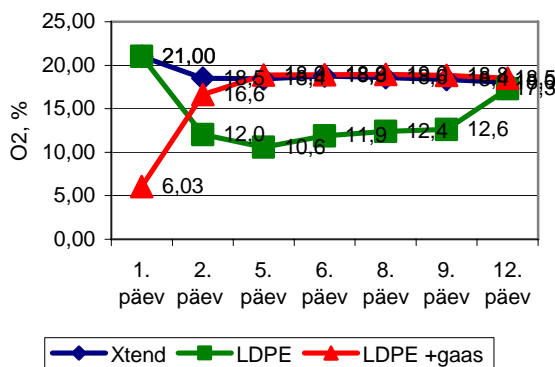
Joonis 5. CO₂ sisalduse muutumine aedmaasika 'Sonata' 12-päevasel säilitamisel MA pakendites (Xtend kilekott, LDPE kilekott, LDPE +gaas (5% O₂ ja 5% CO₂)) +4°C juures.



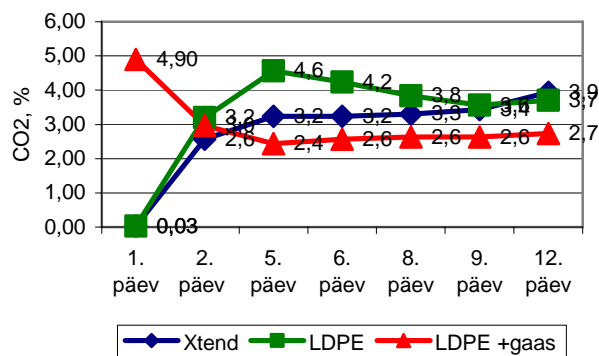
Joonis 6. Hapnikusisalduse muutumine aedmaasika 'Honeoye' 12-päevasel säilitamisel MA pakendites (Xtend kilekott, LDPE kilekott, LDPE +gaas (5% O₂ ja 5% CO₂)) +4°C juures.



Joonis 7. CO₂ sisalduse muutumine aedmaasika 'Honeoye' 12-päevasel säilitamisel MA pakendites (Xtend kilekott, LDPE kilekott, LDPE +gaas (5% O₂ ja 5% CO₂)) +4°C juures.



Joonis 8. Hapnikusisalduse muutumine aedmaasika 'Polka' 12-päevasel säilitamisel MA pakendites (Xtend kilekott, LDPE kilekott, LDPE +gaas (5% O₂ ja 5% CO₂)) +4°C juures.



Joonis 9. CO₂ sisalduse muutumine aedmaasika 'Polka' 12-päevasel säilitamisel MA pakendites (Xtend kilekott, LDPE kilekott, LDPE +gaas (5% O₂ ja 5% CO₂)) +4°C juures.

Riknemine ja massikadu

Visuaalsete riknemistunnustega (hahkhallitusse nakatunud) viljade hulk varieerus 2...5 %-ni. Sordil ja säilitusviisil riknenud viljade hulga mõju ei olnud.

Kontrollvariantides ulatus maasikate massikadu katse lõpuks sõltumata sordist 2% -ni ning kilepakendites 0,1...0,2% -ni. Seega oli massikadu minimaalne ega mõjutanud arvestatavalt maasikate kvaliteeti säilitusperioodil.

Muutused maasikate biokeemilises koostises

Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete sisaldus ja nende suhe

5-päevase säilitusperioodi järel varieerus mahla kuivaine sisaldus maasikates 8,8...11,2 %-ni (tabel 1). Pakendamisviis mõjutas oluliselt 'Sonata' mahla kuivaine sisaldust, mille puhul oli mõlemas kilepakendites mahla kuivaine sisaldus oluliselt kõrgem kui kontrollvariandi maasikates. 'Polka' puhul pakenditel statistiliselt usutavat mõju ei olnud, 'Honeoye' viljade mahla kuivaine sisaldus oli kõrgem LDPE- kiles säilitatud viljades.

12. säilituspäeval oli 'Sonata' viljade mahla kuivaine sisaldus kontrollvariandis kõrgem kui LDPE –kiles, 'Polka' puhul oli aga kõige kõrgem LDPE- kiles säilitatud maasikate mahla kuivaine sisaldus. 'Honeoye' puhul oli kõige kõrgem Xtend-kiles säilitatud maasikate mahla kuivaine sisaldus.

Viiepäevase säilitusperioodi järel varieerus maasikate orgaaniliste hapete sisaldus vahemikus 0,83...1,14% (tabel 1). Säilituskeskkonna mõju oli sorditi erinev: 'Sonata' puhul sisaldasid LDPE kiles säilinud maasikad võrreldes teiste variantidega oluliselt vähem orgaanilisi happeid, 'Honeoye' puhul aga oluliselt rohkem. 'Polka' puhul oli madalaim orgaaniliste hapete sisaldus Xtend kiles säilinud maasikates. 12- päevase säilitusperioodi järel avaldus säilituskeskkonna mõju vaid 'Honeoye' puhul, kus Xtend kiles säilitatud maasikad sisaldasid teiste variantidega võrreldes oluliselt rohkem orgaanilisi happeid.

5- päevase säilitusperioodi järel oli pakendite mõju mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhtele sorditi erinev. Kõige paremini reageerisid modifitseeritud atmosfääris säilitamisele 'Sonata' viljad, kus kõikides kilepakendites olid maasikad säilitanud oma magusa maitse paremini kui kontrollvariandis (tabel 1). 'Honeoye' puhul oli mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete sisaldus kõige kõrgem LDPE –kiles säilitatud maasikates ja 'Polka' puhul olid magususe paremini säilitanud Xtend kilesse pakitud maasikad.

12- päevase säilitusperioodi järel oli 'Sonata' viljade mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe kontrollvariandis ja Xtend- kiles sarnane, LDPE- kiles aga oluliselt madalam. Ka 'Honeoye' maasikate mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe oli LDPE-kiles madalam kui Xtend-kiles; 'Polka' puhul oli aga olukord vastupidine.

Askorbiinhappe ja antotsüaanide sisaldus

'Sonata' maasikate askorbiinhappe sisaldus oli algselt 47 mg/100g ja suurenes säilitamise jooksul oluliselt: katse lõpuks varieerus see 72...74 mg/100g vahel ning pakendamiseviisil olulist mõju ei olnud (tabel 1). 'Polka' maasikate askorbiinhappe sisaldus oli algselt 60mg/100g ja katse lõpuks varieerus see vahemikus 56...61 mg/100g vahel. 'Polka' puhul sisaldasid LDPE-kiles säilitatud viljad rohkem askorbiinhapet kui kontrollvariandi ja Xtend-kiles säilitatud viljad. 'Honeoye' maasikate askorbiinhappe sisaldus oli algselt 52 mg/100g ja katse lõpuks 61...74 mg/100g. 'Honeoye' puhul sisaldasid LDPE-kiles säilitatud viljad teiste variantidega võrreldes rohkem askorbiinhapet nii 5- kui 12 –päevase säilitusperioodi järel.

Antotsüaanide sisaldus oli 'Sonata' viljades algselt poole madalam kui 'Polka' ja 'Honeoye' viljades: vastavalt 12, 25 ja 28 mg/100g (tabel 1). Säilitusperioodil antotsüaanide sisaldus maasikates peaaegu kahekordistus. 5-päevase säilitamise jooksul oli 'Sonata' viljade antotsüaanide sisaldus teistest variantidest madalam Xtend-kilesse pakitud viljades 'Polka' ja 'Honeoye' puhul pakenditel olulist mõju ei olnud. 12-päevase säilitusperioodi järel oli 'Sonata' viljade antotsüaanide sisaldus teistest variantidest madalam LDPE –kilesse pakitud viljade puhul, 'Polka' puhul kontrollvariandis ja LDPE –kilesse pakitud viljades ning 'Honeoye' puhul Xtend-kilesse pakitud viljades.

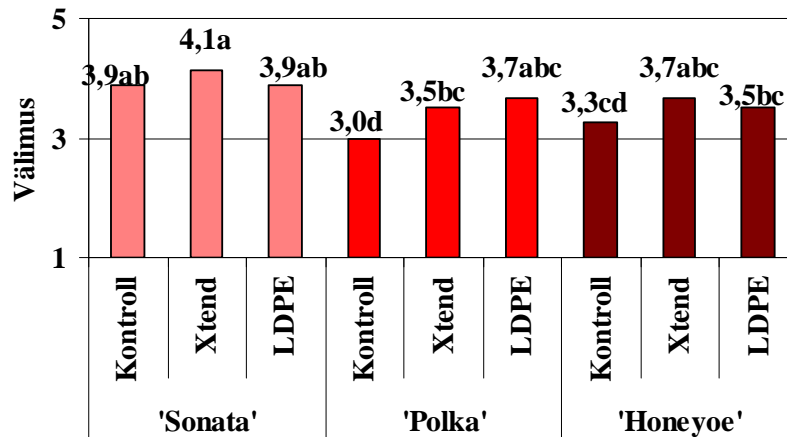
Tabel 1. Aedmaasikate mahla kuivaine, orgaaniliste hapete, askorbiinhappe ja antotsüaanide sisaldus korjamise päeval (algne) ja pärast 5- päevast ning 12-päevast säilitamist $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ kraadi juures tavaõhus (kontroll) ja modifitseeritud atmosfääriga pakendites (Xtend ja LDPE – kile). Tulpades samde tähtedega tähistatud väärtused ei erine omavahel statistiliselt oluliselt.

Säilitusaeg/ pakend	Mahla kuivaine (%)	Orgaanilised happed (%)	Mahla kuivaine ja org. hapete suhe	Askorbiin- hape (mg/100g)	Antotsüaanid (mg/100gFW)
‘Sonata’					
<u>Algne</u> <u>5. päeval</u>	10,4ab ^x	0,83b	12,5a	47d	12e
Kontroll	9,4cd	0,92a	10,2d	56b	21bc
Xtend	11,2a	0,90a	12,6a	50c	15d
LDPE	10,1bc	0,83b	12,1ab	56b	22ab
<u>12. päeval</u>					
Kontroll	10,0bc	0,88ab	11,3bc	74a	23a
Xtend	9,8bcd	0,88ab	11,1c	72a	22ab
LDPE	9,1d	0,91a	9,9d	72a	20c
<i>PD 95%</i>	0,9	0,07	0,9	3	2
‘Polka’					
<u>Algne</u> <u>5. päeval</u>	8,8bc	1,00a	8,7e	60a	25c
Kontroll	9,7a	0,89b	10,8bc	56bc	40a
Xtend	9,8a	0,81d	12,1a	55c	42a
LDPE	9,3ab	0,90b	10,4cd	59ab	42a
<u>12. päeval</u>					
Kontroll	8,5c	0,84cd	10,2cd	56bc	37b
Xtend	8,3c	0,86bc	9,6de	58abc	40a
LDPE	9,4ab	0,80d	11,8ab	61a	36b
<i>PD 95%</i>	0,7	0,05	1,1	4	3
‘Honeoye’					
<u>Algne</u> <u>5. päeval</u>	8,8b	1,06ab	8,8b	52d	28d
Kontroll	8,8b	1,02c	8,8b	55d	39b
Xtend	9,0ab	1,01bc	9,0ab	53d	40ab
LDPE	9,4a	1,14a	9,4a	63c	41a
<u>12. päeval</u>					
Kontroll	8,1c	0,97bc	8,1c	61c	35c
Xtend	8,8b	1,06ab	8,8b	70b	27d
LDPE	7,7c	0,92c	7,7c	74a	36c
<i>PD 95%</i>	0,6	0,10	1,1	4	2

Maasikate sensoersed omadused

Maasikate välimus

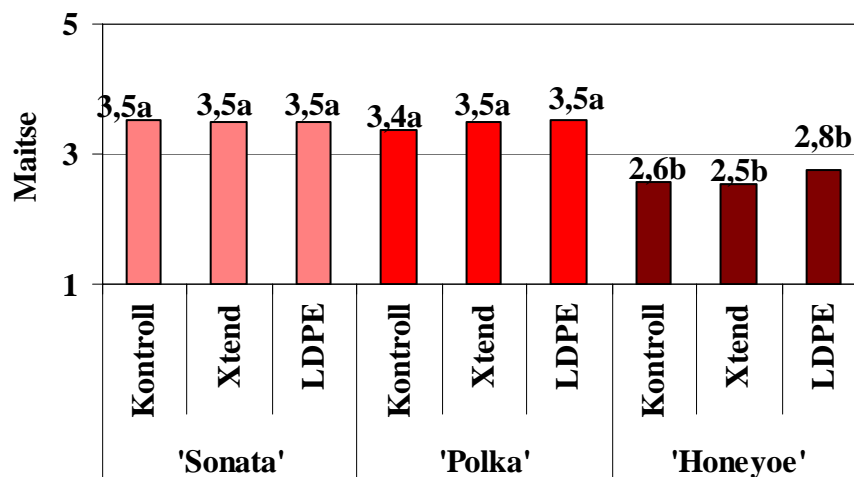
Pärast 12- päevast säilitamist hinnati tavaõhus säilitatud maasikatest kõige paremaks 'Sonata' välimust: 3,9 palli (peaaegu „hea“) (joonis 10). 'Polka' ja 'Honeyoe' välimust hinnati oluliselt halvemaks (vastavalt 3 ja 3,3 palli). Modifitseeritud atmosfääris säilitamine ei parandanud 'Sonata' maasikate välimust võrreldes kontrollvariandiga. 'Polka' puhul olid kontrollvariandiga võrreldes välimuselt paremad mõlemad modifitseeritud atmosfääris säilitatud variandid, 'Honeyoe' puhul Xtend - kiles säilitatud maasikad.



Joonis 10. Tarbijate hinnangud aedmaasikate välimusele pärast 12- päevast säilitamist +3±1°C juures erinevates pakendites. 1- väga halb; 2- halb; 3 – keskpärane; 4- hea; 5 – väga hea.

Maasikate maitse

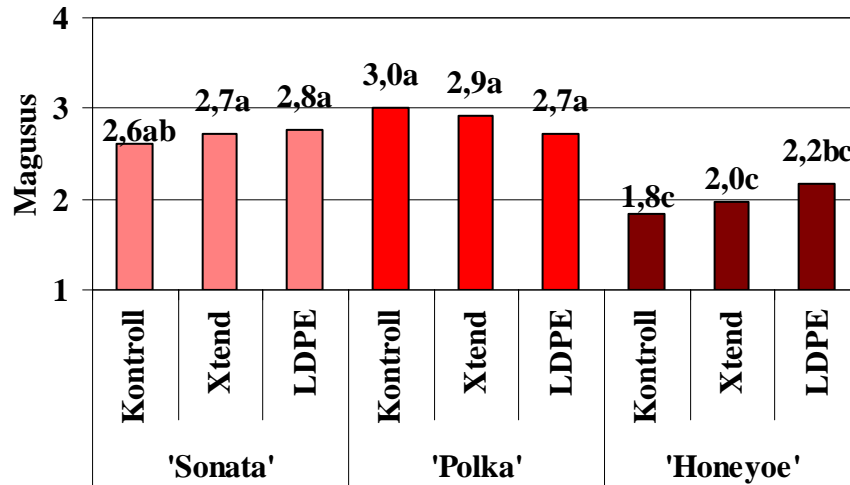
Maitse poolest hinnati 'Sonat' ja 'Polkat' samaväärseteks: keskmiseks hinnanguks kujunes 3,4...3,5 palli (joonis 11). Pakendid nimetatud sortide maitsele mõju ei avaldanud. 'Honeyoe' maitset hinnati oluliselt halvemaks: 2,5...2,8 palli, mis jääb halva ja keskpärase vahepeale. Kuigi LDPE-kiles säilitatud 'Honeyoe' maasikad said tendentsina parema hinnangu (2,8), ei olnud mõju statistiliselt oluline.



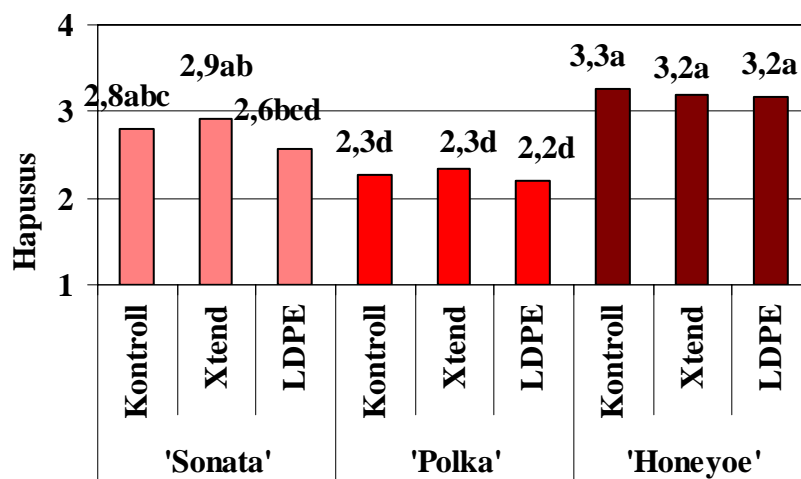
Joonis 11. Tarbijate hinnangud aedmaasikate maitsele pärast 12- päevast säilitamist +3±1°C juures erinevates pakendites. 1- väga halb; 2- halb; 3 – keskpärane; 4- hea; 5 – väga hea.

Maasikate magusus ja hapusus

Maitse poolest paremad hinnangud saanud 'Sonata' ja 'Polka' eristused 'Honeyoyest' selgelt kõrgema magususe ja väiksema hapususe poolest (joonised 12 ja 13). Pakenditel ei olnud maasikate magususele ja hapususele olulist mõju.



Joonis 12. Tarbijate hinnangud aedmaasikate magususele pärast 12- päevast säilitamist +3±1°C juures erinevates pakendites. 1 - väga vähe magus; 2 - vähe magus; 3- keskmiselt magus; 4- üsna magus; 5- väga magus.



Joonis 13. Tarbijate hinnangud aedmaasikate hapususele pärast 12- päevast säilitamist +3±1°C juures erinevates pakendites. 1 - väga vähe hapu; 2 - vähe hapu; 3- keskmiselt hapu; 4- üsna hapu; 5- väga hapu.

Kokkuvõte

1. Gaasi lisamine pakenditesse atmosfääri modifitseerimise eesmärgil ei osutunud antud kilede puhul efektiivseks, kuna kokkuvõttes jäi algselt modifitseeritud gaasikeskkonnaga pakendis süsihappegaasi sisaldus kõige madalamale.
2. 5- päevase säilitusperioodi järel oli pakendite mõju mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhtele sorditi erinev. Kõige paremini reageerisid modifitseeritud atmosfääris säilitamisele 'Sonata' viljad, kus kõikides kilepakendites olid maasikad säilitanud oma magusa maitse paremini kui kontrollvariandis.
3. Säilituskeskkonna mõju aedmaasikate askorbiinhappe sisaldusele oli samuti sorditi erinev: 'Sonata' maasikate askorbiinhappe sisaldusele pakendamisviisil olulist mõju ei olnud; 'Polka' ja 'Honeoye' puhul sisaldasid LDPE-kiles säilitatud viljad rohkem askorbiinhapet kui kontrollvariandi ja Xtend- kiles säilitatud viljad.
4. Lähtudes sensoorse analüüsi tulemustest, sobib katses olnud sortidest pikaajaliseks säilitamiseks vaid 'Sonata', sest nimetatud sordi puhul olid nii hinded üldisele välimusele kui maitsele valdavalt head.
5. 'Honeoye' säilitas suhteliselt hea välimuse kõikides kilepakendites, kuid hinnangud selle sordi maitsele olid valdavalt halvad. 'Polka' puhul kannatas välimus säilitamise tagajärjel rohkem kui maitse, kuna aga tarbija teeb ostuotsuse eelkõige välimuse põhjal, ei sobi ka see sort pikaajaliseks säilitamiseks.

AEDMAASIKATE 'SONATA' JA 'POLKA' KVALITEET SÕLTUVALT SÄILITUSTEMPERatuurIST NING MODIFITASEERITUD ATMOSFÄÄRIGA PAKENDIST (2009)

Katse eesmärk: selgitada aedmaasikate 'Polka' ja 'Sonata' säilivus erinevatel temperatuuridel tava- ja modifitseeritud atmosfääris.

Katsetoodika

Maasikad korjati 6. juulil 2009 OÜ Kindel Käsi tootmisistandusest otse 450-g perforeeritud karpidesse (joonis 14), transporditi EMÜ PKI Tõnissoni maja sundjahutusega hoidlasse ning jahutati ööpäeva jooksul vastavalt variantidele $+1^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ ja $+4^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ juures.

Järgmisel hommikul ühtlustati karpide mass nii, et iga karbis oleks 450 g maasikaid. Seejärel pakendati maasikad järgnevalt:

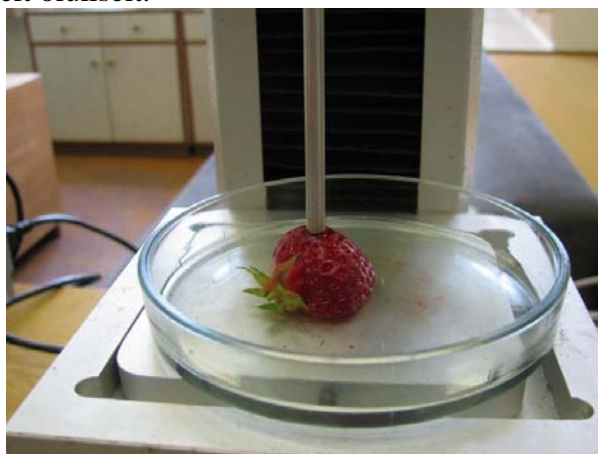
- 1) **kontroll:** maasikaid hoiti perforeeritud karpides, mis kaeti kaanega;
- 2) **PP30:** maasikad pakendati karbikaupa Soomes Muovijaloste firmas toodetud 30 - μm polüpropüleenist kilekotti;
- 3) **Radici:** maasikad pakendati karbikaupa Estiko vahendusel firmast Radicifilm saadud spetsiaalse kondenseerumisvastase kattega polüpropüleeni;
- 4) **Xtend:** maasikad pakendati karbikaupa Iisraeli firmast Stepac saadud spetsiaalsesse maasikakillesse.

Kotid suleti õhukindlalt, tehes iga koti otsa kilekeevitusseadmega kaks sulatusriba. Igast variandist hoiti 12 karpi $+1^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ juures ning 12 karpi $+4^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ juures. 'Sonata' maasikaid säilitati jahedas 5 päeva, 'Polka' maasikaid 3 päeva. Seejärel simuleeriti jaemüügiperioodi, mille jooksul kõiki variante hoiti ööpäeva jooksul $+15^{\circ}\text{C}$ juures.

Säilitusperioodil mõõdeti pakenditest igapäevaselt O_2 ja CO_2 kontsentratsiooni. Katse lõpus jaotati karbid kolmeks: 4 karbid loeti hallitanud viljad ja arvatati hallitanud viljade osakaal. Igast kordusest määrati 30-st maasikast vilja tugevus (joonis 15). Ülejäänud 4 kordust (karpi) jäeti biokeemilisteks analüüsideks ning neli kordust sensoorseks analüüsiks. EMÜ PKI aianduse osakonna taimefüsioloogia laboris määrati viljadest mahla kuivaine, orgaaniliste hapete ja askorbiinhappe sisaldus ning teostati ka sensoorne analüüs, kus hinnati marjade välimust ja maitset. Sensorset analüüsi teostas 15 inimest. Statistilises andmetöötluses kasutati programme MS Excel ja Statistica for Windows. Joonistel samade tähtedega tähistatud väärtused ei erine üksteisest statistiliselt.



Joonis 14. Maasikate korjamine OÜ Kindel Käsi tootmisistandikust 2009. aasta 6. juulil



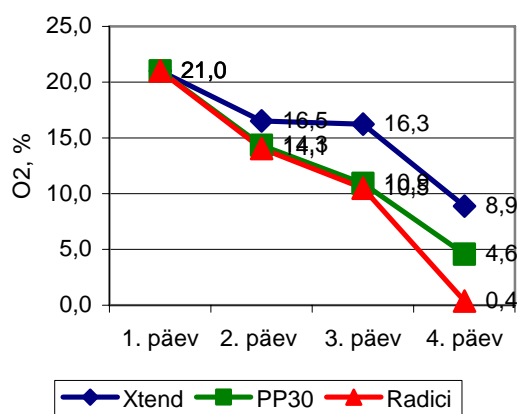
Joonis 15. Vilja tugevuse mõõtmine tekstuurianalüsaatoriga

Tulemused

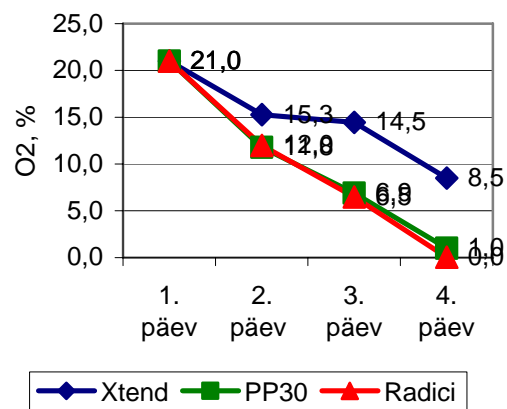
Pakkematerjalide omadused ja gaaside kontsentratsioon pakendites

Katses kasutatud kilede positiivseks omaduseks oli hea veeauru läbilaskvus – isegi +15°C juurde viies (jaemüügi simuleerimiseks), tõmbusid esialgu auruseks läinud kiled uuesti selgeks juba mõne tunniga.

'Polka' maasikate säilitamisel olid hapnikusisalduse muutused Radici kiles ja PP30 kiles madalal temperatuuril sarnased: kolmandaks säilituspäevaks kahanes hapnikusisaldus +1°C juures 10%-ni ning +4°C juures 6...7%-ni (joonised 16 ja 17). Teistest kiledest erinevalt kahanes hapnikusisaldus kolmandaks päevaks Xtend kilekottides +1°C juures 16,3%-ni ja +4°C juures 14,5%-ni. Katse lõpus pärast ööpäevast soojas säilitamist oli hapnikusisaldus Radici kiles kahanenud alla 1%, seega oli keskkond muutunud anaeroobseks. Aiasaaduste säilitamise juures loetakse anaeroobseks keskkonda, milles hapnikusisaldus on alla 2%. Marjade puhul soodustab anaeroobses keskkond etüülatsetaadi ja atsetaldehyüdi akumulereerumist, mis annavad viljadele ebameeldiva kõrvalmaitse ja –lõhna. **Seega ei sobi Radici kile olukorda, kus marjad viiakse külmhoidlast koos pakenditega jaemüügilettidele, kuna materjali permeaablus ei ole kõrgemal temperatuuril piisav. Samas võiks Radici kilet kasutada maasikate jahedas säilitamiseks nõ. hulgipakendina, mis tuleks eemaldada enne jaemüüki viimist.** Peaaegu anaeroobne keskkond oli tekkinud PP30 kilesse +4°C juures, mis seab ka selle kile sobivuse jaemüügipakendiks kahtluse alla. Xtend kiles jäi hapnikusisaldus katse lõpuks 8% piiresse.

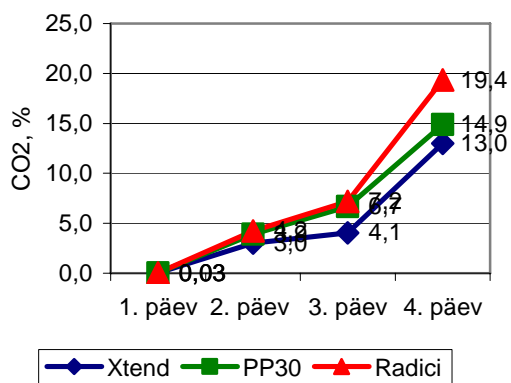


Joonis 16. Hapnikusisalduse muutumine aedmaasika 'Polka' 4-päevasel säilitamisel MA pakendites (3 päeva +1°C juures ning ööpäev +15°C juures).

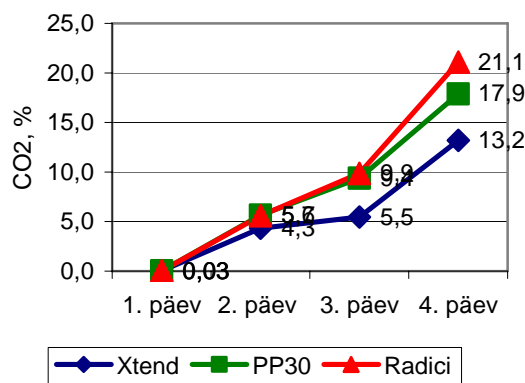


Joonis 17. Hapnikusisalduse muutumine aedmaasika 'Polka' 4-päevasel säilitamisel MA pakendites (3 päeva +4°C juures ning ööpäev +15°C juures).

+1°C juures ei tõusnud CO₂ sisaldus kolme päeva jooksul hahkhallituse mahasurumiseks vajaliku 10 %-ni (joonis 18). Alles katse lõpuks, kui pakendid olid olnud ühe ööpäeva soojas, varieerus CO₂ sisaldus vahemikus 13...19,4%, olles kõige madalam Xtend kiles ja kõige kõrgem Radici kiles. +4°C juures on maasikate ainevahetus kiirem ning arusaadavalt tõusis CO₂ sisaldus kiiremini, jõudes PP30 ja Radici kiles 10% piiresse kolmandaks säilituspäevaks (joonis 19). Xtend kiles tõusis süsihappegaasi sisaldus 3. päevaks vaid 5,5%-ni. Katse lõpuks varieerus CO₂ sisaldus pakendites vahemikus 13,2...21,1%.

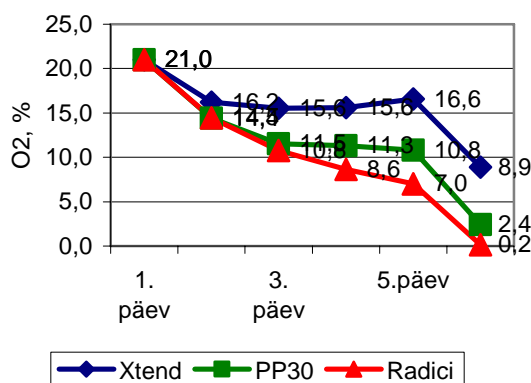


Joonis 18. CO₂ muutumine aedmaasika 'Polka' 4-päevasel säilitamisel MA pakendites (3 päeva +1°C juures ning ööpäev +15°C juures).

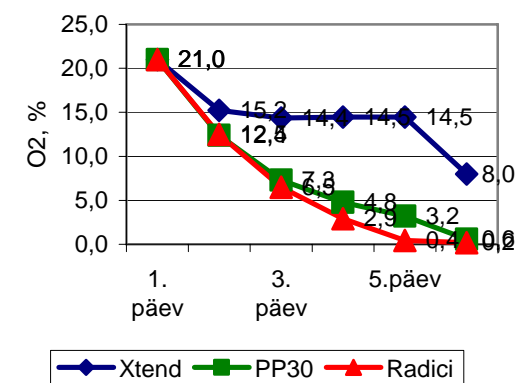


Joonis 19. CO₂ muutumine aedmaasika 'Polka' 4-päevasel säilitamisel MA pakendites (3 päeva +4°C juures ning ööpäev +15°C juures).

'Sonata' on hea säilivusega sort, mis on ilmselt tingitud osaliselt ka viljade väiksemast hingamiskiirusest. Seetõttu alanes hapnikusisaldus ja tõusis CO₂ sisaldus mõnevõrra aeglasemalt kui 'Polka' puhul (joonised 20 ja 21). Jaemüügi simulatsiooni ajal tekkis aga Radici kilesse ka selle sordi puhul anaeroobne keskkond (joonis 21)

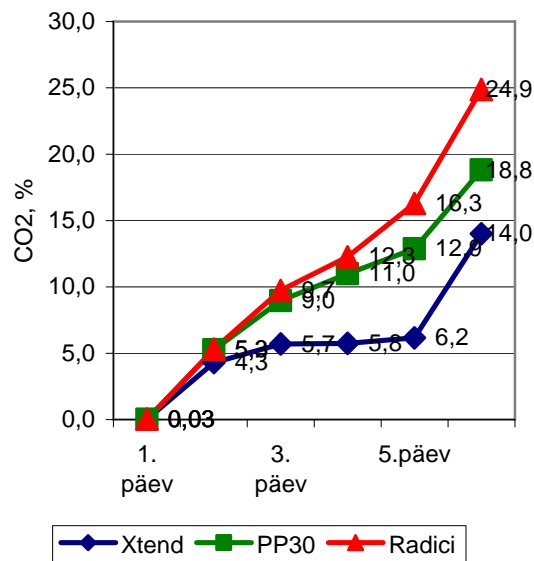
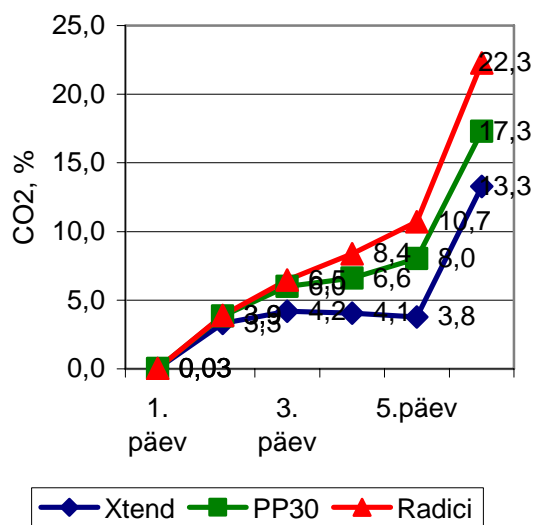


Joonis 20. O₂ muutumine aedmaasika 'Sonata' 6-päevasel säilitamisel MA pakendites (5 päeva +1°C juures ning ööpäev +15°C juures).



Joonis 21. O₂ muutumine aedmaasika 'Sonata' 6-päevasel säilitamisel MA pakendites (5 päeva +1°C juures ning ööpäev +15°C juures).

CO₂ kontsentratsioon tõusis viimasel säilituspäeval Xtend kilekottides jahedamas ja soojemas seisnud pakendites vastavalt 13,3 % ja 14,0 %-ni, PP30 kiles 17,3% ja 18,8 %- ni ja Radici kiles 22,3 % ning 24,9 %-ni. Aedmaasika puhul loetakse soovituslikuks suurimaks CO₂ sisalduseks 20 %.

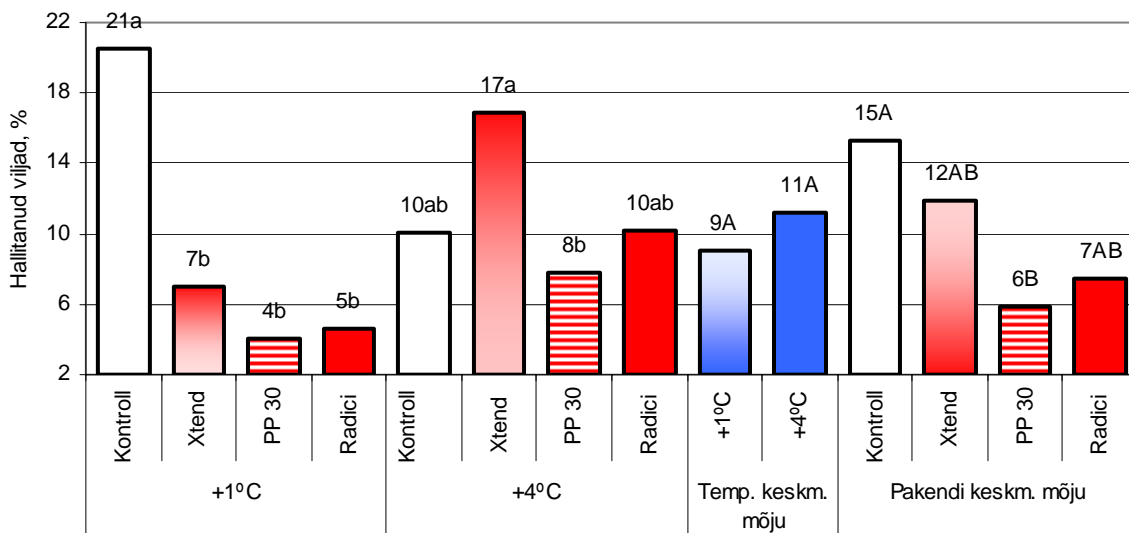


Joonis 22. CO₂ muutumine aedmaasika 'Sonata' 6-päevasel säilitamisel MA pakendites (5 päeva +1°C juures ning ööpäev +15°C juures).

Joonis 23. CO₂ muutumine aedmaasika 'Sonata' 6-päevasel säilitamisel MA pakendites (5 päeva +1°C juures ning ööpäev +15°C juures).

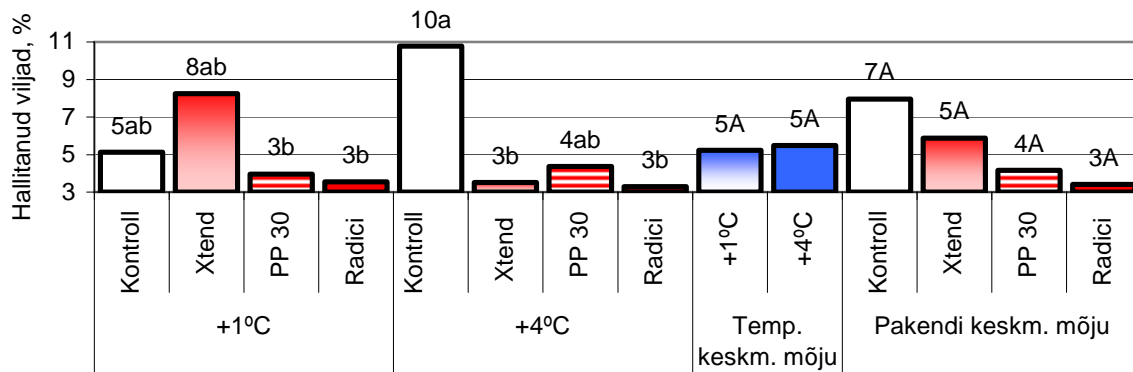
Viljade nakatumine hahkhallitusse

'Polka' puhul oli katse lõpus hallitanud vilju vahemikus 4...21 % (joonis 24). +1°C juures olid kõik katses olnud pakendid hallitanud viljade hulka oluliselt vähendanud. +4°C juures oli PP 30 kiles hallitanud vilju võrreldes Xtend kilega oluliselt vähem. Säilitustemperatuuril katse keskmisena viljade hallitamisele mõju ei olnud. Pakenditest vähendas võrreldes kontrollvariandiga hallitamist katse keskmisena vaid PP30 kile.



Joonis 24. Aedmaasika 'Polka' rikkumine (nakatumine hahkhallitusse) sõltuvalt säilitustemperatuurist ja modifitseeritud atmosfääriga pakendist pärast 4-päevast säilitusperioodi (3 päeva madalal temperatuuril+ööpäev +15°C juures). PD 95% variandile = 13; temperatuurile = 6 ja säilituskeskkonnale = 9.

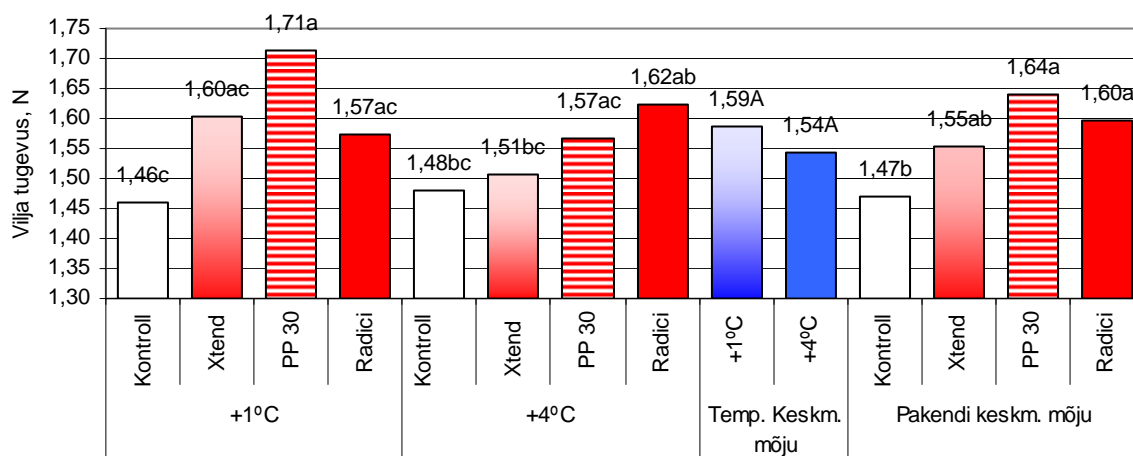
'Sonata' nakatus 6 päeva jooksul hahkhallitusse oluliselt vähem kui 'Polka' 4 päeva jooksul (joonis 25). Samas oli pakendite mõju erinev. +1°C juures ei olnud MA pakenditel hallitanud viljade hulga statistiliselt usutavat mõju, kuigi tendentsina esines hallitanud vilju rohkem Xtend kilekotis ja kontrollvariandis, kus oli madalam CO₂ sisaldus. +4°C juures olid Xtend ja Radici kile edukalt hallitanud viljade hulka vähendanud. Säilitustemperatuuril ja pakenditel katse keskmisena mõju ei olnud. 'Sonata' puhul mõjutab temperatuur oluliselt kontrollvariandi maasikate säilivust, kus +4°C juures oli riknenud poole rohkem vilju kui +1°C juures. Järelikult võib modifitseeritud atmosfääri pakendatud 'Sonata' maasikaid säilitada ka +4°C juures, kuid tava-atmosfääris tuleks eelistada +1°C säilitustemperatuuri.



Joonis 25. Aedmaasika 'Sonata' riknemine (nakatumine hahkhallitusse) sõltuvalt säilitustemperatuurist ja modifitseeritud atmosfääriga pakendist pärast 6-päevast säilitusperioodi (5 päeva madalal temperatuuril + ööpäev +15°C juures). PD 95% variandile = 7; temperatuurile = 4 ja säilituskeskkonnale = 5.

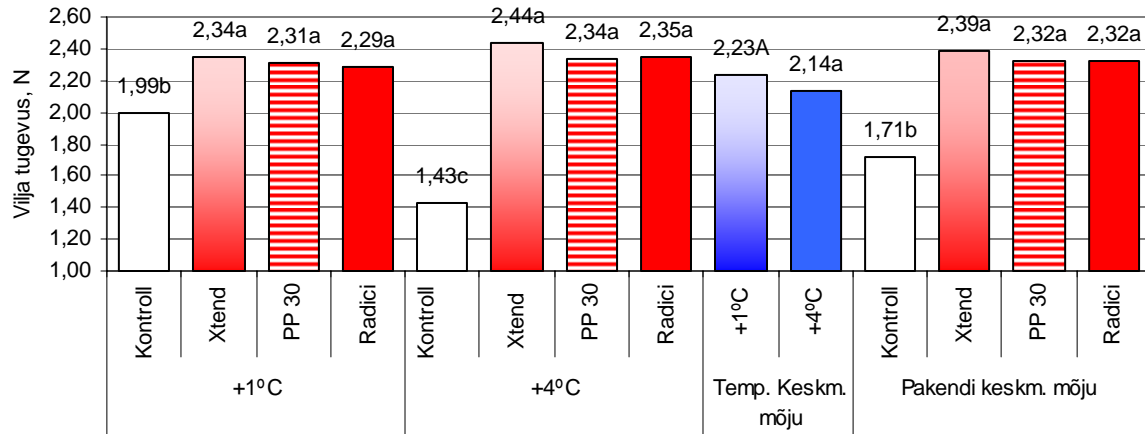
Vilja tugevus

'Polka' viljade tugevus varieerus vahemikus 1,46...1,71 N (joonis 26). +1°C juures olid kontrollvariandi maasikad oluliselt pehmemad kui PP30 kiles säilinud maasikad; Radici- ja Xtend kiles säilinud viljad jäid tugevuselt vahepeale. +4°C juures säilinud maasikate puhul ei olnud maasikate tugevuse vahel olulist erinevust, kuigi ka siin olid tendentsina kontrollvariandi maasikad pehmemad. Katse keskmisena ei olnud säilitustemperatuuril vilja tugevusele mõju. Kiledest säilitasid vilja tugevust paremini PP30 ning Radici kile.



Joonis 26. Aedmaasika 'Polka' vilja tugevus sõltuvalt säilitustemperatuurist ja modifitseeritud atmosfääriga pakendist pärast 4-päevast säilitusperioodi (3 päeva madalal temperatuuril + ööpäev + 15°C juures). PD 95% variandile = 0,15; temperatuurile = 0,08 ja säilituskeskkonnale = 0,11

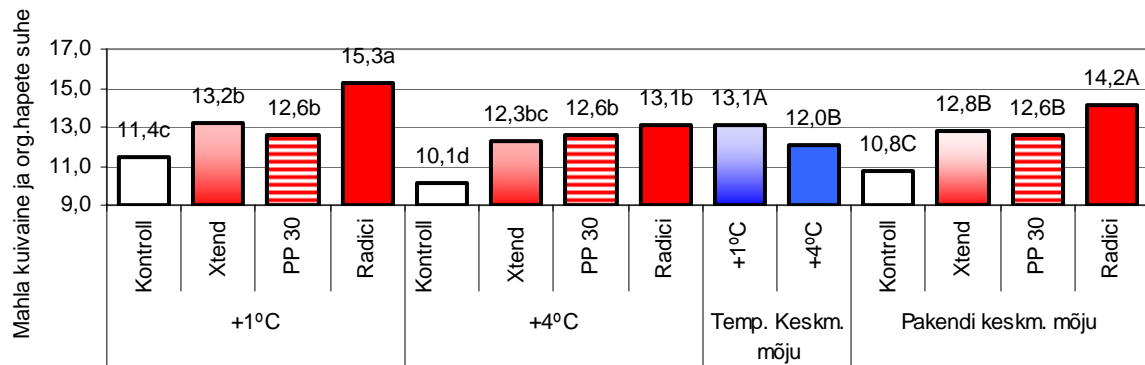
'Sonata' viljade tugevus varieerus vahemikus 1,43...2,44 N (joonis 27). 'Sonata' viljad on küll üldiselt tugevamad kui 'Polka' omad, kuid samas õhu koostise suhtes palju tundlikumad, kuna 'Sonata' puhul olid kontrollvariandi viljad mõlemal temperatuuril võrreldes pakendatud viljadega oluliselt pehmemad. Kiledele omavahelist erinevust ei olnud ning säilitustemperatuur katse keskmisena samuti viljade tugevust oluliselt ei mõjutanud.



Joonis 27. Aedmaasika 'Sonata' vilja tugevus sõltuvalt säilitustemperatuurist ja modifitseeritud atmosfääriga pakendist pärast 6-päevast säilitusperioodi (5 päeva madalal temperatuuril+ööpäev +15°C juures). PD 95% variandile = 0,25; temperatuurile = 0,13 ja säilituskeskkonnale = 0,18.

Muutused maasikate koostises

Erinevused mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhtes viitasid sellele, et nii +1°C juures kui ka +4°C juures olid kõige hapumad kontrollvariandi maasikad (joonis 28). Katse keskmisena oli mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe +1°C juures säilitatud maasikates kõrgem kui +4°C juures säilitatud maasikates.

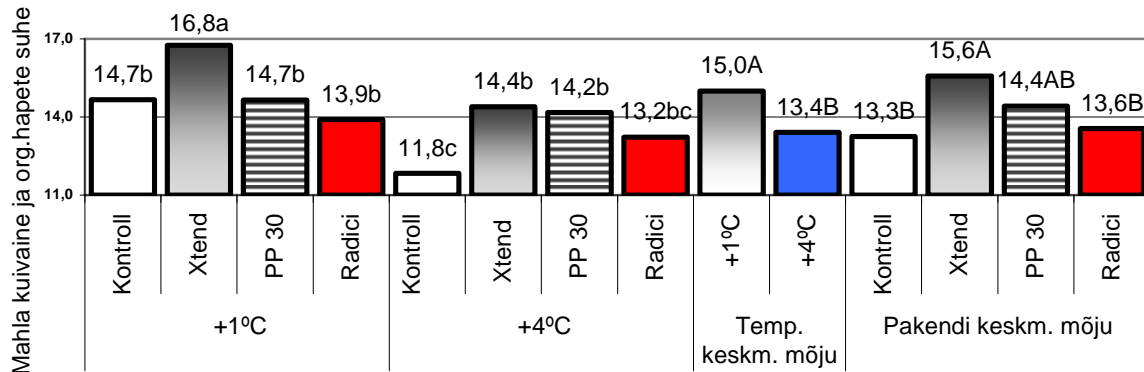


Joonis 28. Aedmaasika 'Polka' mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe sõltuvalt säilitustemperatuurist ja modifitseeritud atmosfääriga pakendist pärast 4-päevast säilitusperioodi (3 päeva madalal temperatuuril+ööpäev +15°C juures). PD 95% variandile = 1,2; temperatuurile = 0,6 ja pakendile = 0,9.

'Sonata' puhul oli mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe kõigi teiste variantidega võrreldes kõrgem Xtend kilekottides +1°C juures säilitatud maasikates (joonis 29). +4°C juures oli mainitud näitaja kõrgem Xtend kilekotis ja PP30 kiles säilitatud maasikates.

Sarnaselt 'Polka' –ga oli katse keskmisena mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe +1°C juures säilitatud maasikates kõrgem kui +4°C juures säilitatud maasikates. Mitcham jt. (1996) järgi on aktsepteeritava maasika maitse saavutamiseks vajalik mahla kuivaine sisaldus

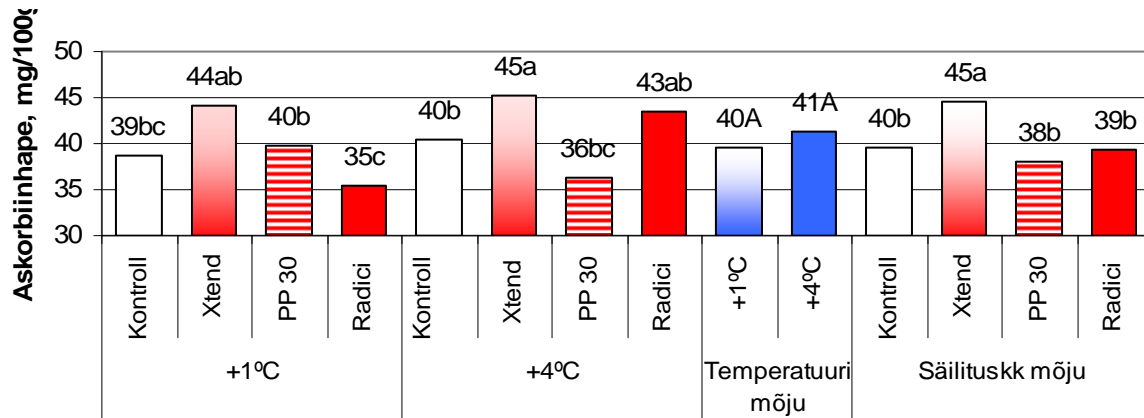
minimaalselt 7% ning orgaaniliste hapete maksimaalne sisaldus võiks seejuures olla 0,8%. Nimetatud arvude jagatis on 8,75. Seega olid kõik antud katse maasikad pärast säilitamist aktsepteeritava maitsega.



Joonis 29. Aedmaasika 'Sonata' mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe sõltuvalt säilitustemperatuurist ja modifitseeritud atmosfääriga pakendist pärast 6 - päevast säilitusperioodi (5 päeva madalal temperatuuril+ööpäev +15°C juures). PD 95% variandile = 2,1; temperatuurile = 1,0 ja pakendile = 1,5.

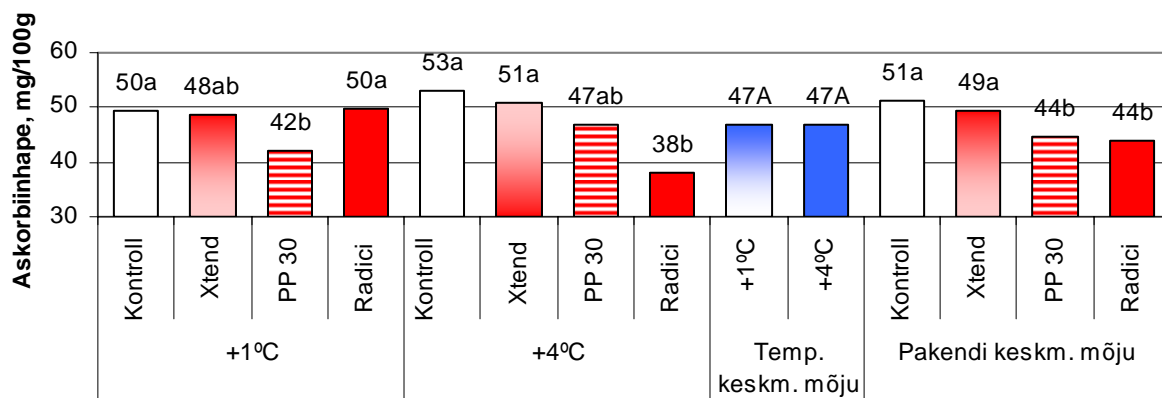
Askorbiinhappe (C-vitamiin) sisaldus

'Polka' viljade askorbiinhappe sisaldus varieerus 35 ja 45 mg/100g vahel (joonis 30). Pakenditest säilitas maasikate C-vitamiini kõige paremini Xtend kile. Teistes pakendites oli viljade C-vitamiini sisaldus erinevatel temperatuuridel erinev, kuid katse keskmisena ei olnud neil omavahelisi usutavaid vahesid. Katse keskmisena ei mõjutanud ka säilitustemperatuur oluliselt maasikate C-vitamiini sisaldust.



Joonis 30. Aedmaasika 'Polka' askorbiinhappe sisaldus sõltuvalt säilitustemperatuurist ja modifitseeritud atmosfääriga pakendist pärast 4-päevast säilitusperioodi (3 päeva madalal temperatuuril+ööpäev +15°C juures). PD 95% variandile = 5; temperatuurile = 2 ja pakendile = 3

'Sonata' viljade askorbiinhappe sisaldus varieerus vahemikus 38...53 mg 100g⁻¹ (joonis 31). Kontrollvariantides, Xtend pakendites ning PP30 pakendites ei olnud erinevatel temperatuuridel säilitatud maasikate puhul askorbiinhappesisalduses olulist erinevust. Radici kiles oli +1°C juures säilinud maasikates alles rohkem askorbiinhapet kui +4°C juures. Katse keskmisena ei olnud temperatuuril olulist mõju.

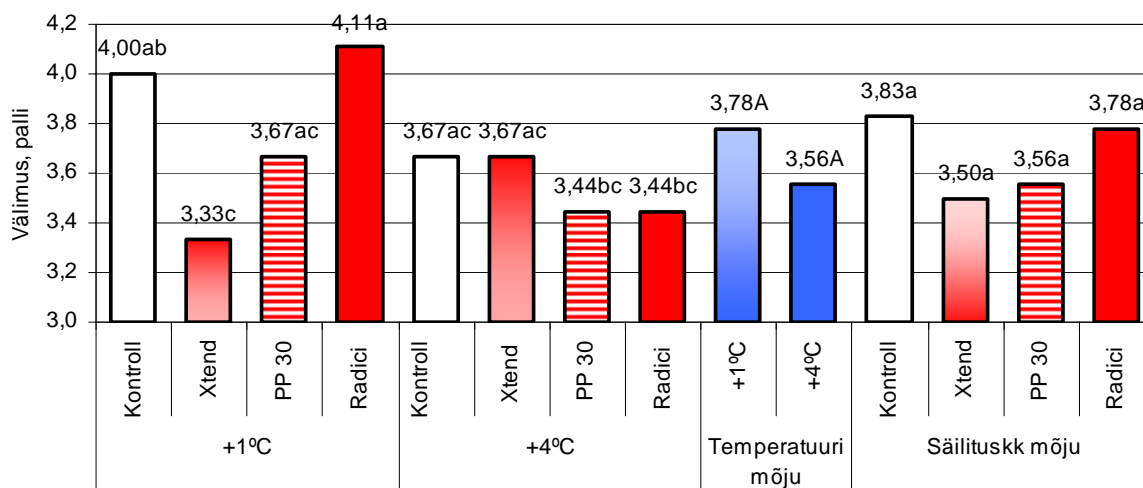


Joonis 31. Aedmaasika 'Sonata' askorbiinhappe sisaldus sõltuvalt säilitustemperatuurist ja modifitseeritud atmosfääriga pakendist pärast 6-päevast säilitusperioodi (5 päeva madalal temperatuuril+ööpäev +15°C juures). PD 95% variandile =7; temperatuuri keskmisele mõjule = 4 ning pakendi keskmisele mõjule = 5.

Maasika sensoorsed omadused

Maasika välimus

Pakenditel oli maasikate välimusele suurem mõju kui säilitustemperatuuril. +1°C juures säilitatud 'Polka' puhul hinnati kontrollvariandi- ja Radici kiles säilinud viljade välimust heaks (4,00 ja 4,11 palli), Xtend kiles säilinud maasikad said oluliselt halvema hinnangu (3,33 palli) (joonis 32). Peamine erinevus seisnes tupplehtede värskuses. Kontrollvariandis, Xtend ja PP30 kiles olid tupplehed muutunud punakamaks ja pisut kuivanud (joonised 33,34 ja 35); Radici kiles olid tupplehed rohelised ja kõige värskema välimusega (joonis 36). +4°C juures ei olnud pakenditel 'Polka' välimusele olulist mõju. Säilitustemperatuur mõjutas Radici kilesse pakendatud maasikaid, mille välimus oli soojemas säilitatult oluliselt halvem.



Joonis 32. Aedmaasika 'Polka' välimus sõltuvalt säilitustemperatuurist ja modifitseeritud atmosfääriga pakendist pärast 4-päevast säilitusperioodi (5 päeva madalal temperatuuril+ööpäev +15°C juures). 1- väga halb; 2- halb; 3 – keskpärane; 4- hea; 5 – väga hea.



Joonis 33. 'Polka' maasikad pärast 4-päevast säilitusperioodi (3 päeva +1°C juures + ööpäev +15°C juures) perforeeritud karbis.



Joonis 34. 'Polka' maasikad pärast 4-päevast säilitusperioodi (3 päeva +1°C juures + ööpäev +15°C juures) Xtend- kiles.

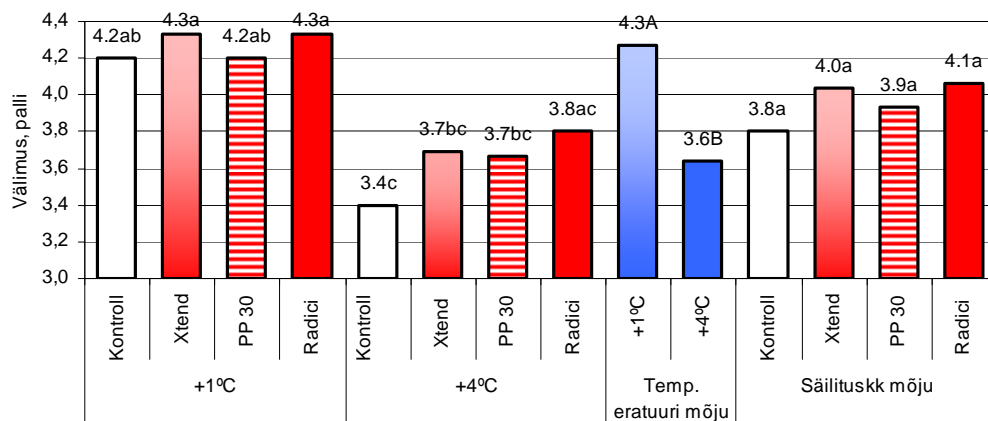


Joonis 35. 'Polka' maasikad pärast 4-päevast säilitamist (3 päeva +1°C juures + ööpäev +15°C juures) 30 - µm polüpropüleenis.



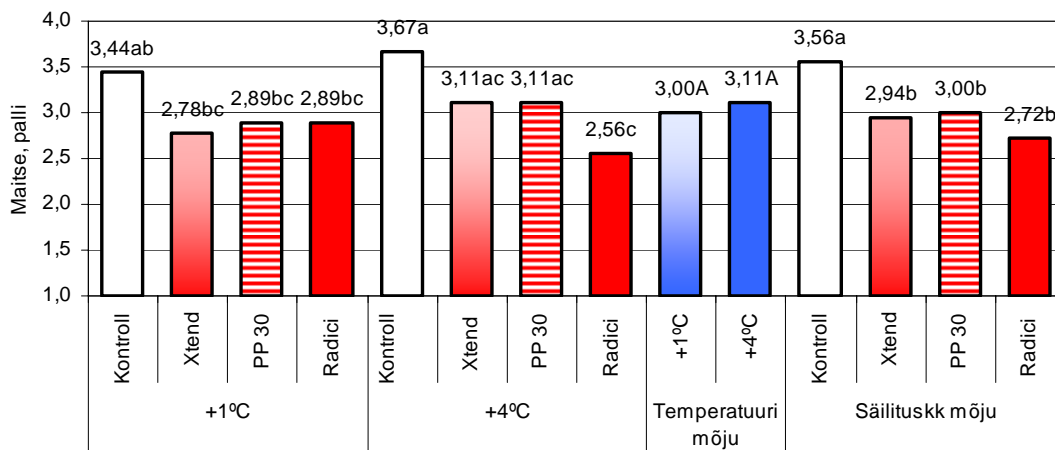
Joonis 36. 'Polka' maasikad pärast 4-päevast säilitusperioodi (3 päeva +1°C juures + ööpäev +15°C juures) Radicifilm –kiles.

+1°C juures säilitatud 'Sonata' välimus oli sõltumata pakendist hea, +4°C juures säilitatud 'Sonata' välimust hinnati oluliselt halvemaks ja siingi ei olnud pakenditel mõju (joonis 37).



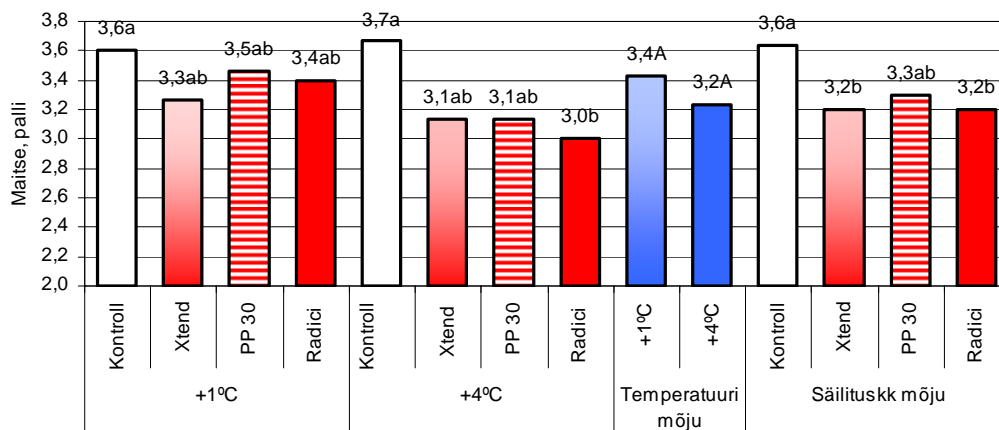
Joonis 37. Aedmaasika 'Sonata' välimus sõltuvalt säilitustemperatuurist ja modifitseeritud atmosfääriga pakendist pärast 6-päevast säilitusperioodi (5 päeva madalal temperatuuril+ööpäev +15°C juures). 1- väga halb; 2- halb; 3 – keskpärane; 4- hea; 5 – väga hea.

'Polka' maasikate maitsehinnangud varieerusid vahemikus 2,56...3,67 palli (joonis 38). Tendentsina olid kontrollvariandi maasikad parema maitsega kui MA-pakendatud maasikad, kuigi statistiliselt oluliselt halvemaks hinnati vaid Radici – kiles +4°C juures säilitatud maasikad. Säilitustemperatuuril ei olnud samuti statistiliselt olulist mõju, kuigi tendentsina said kõrgemal temperatuuril säilitatud 'Polka' maasikad kõrgema hinnangu.



Joonis 38. Aedmaasika 'Polka' maitse sõltuvalt säilitustemperatuurist ja modifitseeritud atmosfääriga pakendist pärast 4-päevast säilitusperioodi (5 päeva madalal temperatuuril + ööpäev +15°C juures). 1- väga halb; 2- halb; 3 – keskpärane; 4- hea; 5 – väga hea.

'Sonata' maasikate maitset hinnati 3,0...3,7 palli vääriliseks (joonis 39). Tendentsina olid kontrollvariandi maasikad ka selle sordi puhul parema maitsega kui MA-pakendatud maasikad. Säilitustemperatuuril ei olnud statistiliselt olulist mõju, kuigi tendentsina said madalamal temperatuuril säilitatud 'Sonata' maasikad kõrgema hinnangu.



Joonis 39. Aedmaasika 'Sonata' maitse sõltuvalt säilitustemperatuurist ja modifitseeritud atmosfääriga pakendist pärast 6-päevast säilitusperioodi (5 päeva madalal temperatuuril + ööpäev +15°C juures). 1- väga halb; 2- halb; 3 – keskpärane; 4- hea; 5 – väga hea.

Kokkuvõte

- 'Sonata' nakatus 6 päeva jooksul hahkhallitusse oluliselt vähem kui 'Polka' nelja päeva jooksul ning sensoorsel analüüsil hinnati 'Sonata' välimust ja maitset pärast 6-päevast säilitamist paremaks kui 'Polka' välimust ja maitset pärast 4-päevast säilitamist.
- 'Polka' puhul õigustas end MA pakendite ja +1°C säilitustemperatuuri kasutamine: , taoliselt säilitatud maasikad olid vähem hallitanud, viljad olid tendentsina tugevamad

ning sensoorsel analüüsil hinnati maasikate välimust paremaks. Vaid maitse poolest olid paremad pigem +4°C juures säilitatud ja pakendamata viljad.

3. 'Sonata' puhul oli säilitustemperatuuril vähem mõju kui 'Polka' puhul. Selgus, et kontrollvariandi maasikate kvaliteet säilis +1°C juures paremini: hallitanud vilju oli vähem, vilja tugevus ning mahla kuivaine ning orgaaniliste hapete suhe olid suuremad. Modifitseeritud atmosfääri pakendatud vilju mõjutas säilitustemperatuur vähem. Seega võib modifitseeritud atmosfääri pakendatud 'Sonata' maasikaid säilitada ka +4°C juures, kuid tava-atmosfääris tuleks eelistada +1°C säilitustemperatuuri.

AKTIIVSELT MODIFITSEERITUD SÄILITUSKESKKONNA MÕJU AEDMAASIKA 'SONATA' KVALITEEDILE (2010)

Katse eesmärk: selgitada välja lühiajaliselt kõrge CO₂ keskkonnas säilitamise mõju 'Sonata' kvaliteedile. Hüpoteesiks oli, et taoline gaasikeskkond peaks suruma maha hahkhallituse tekke ja samas ei tohiks mõjuda negatiivselt maasikate maitsele.

Katsetoodika

'Sonata' maasikad korjati OÜ Kindel Käsi tootmisistandusest 30. juulil 2010 perforreeritud karpidesse, transporditi EMÜ PKI Tõnissoni maja sundjahutusega hoidlasse ning jahutati 4 tunni jooksul +4°C-ni. Karpide mass ühtlustati nii, et igas karbis oleks 450 g maasikaid. Pakendamisel lisati pakendisse valmis gaasisegu, mis hakkas edaspidi modifitseeruma maasikate hingamise käigus. Pakkematerjalina kasutati eelmisel aastal hästi gaasi pidanud ja veeauru läbi lasknud Soomes Muovijaloste firmas toodetud 30 - µm polüpropüleenist kilekotti. Katses olid järgmised variandid:

- 1) kontroll: maasikaid hoiti perforreeritud karpides, mis kaeti kaanega, pakendis tavaõhk;
- 2) O₂ ja CO₂ 5%:5%
- 3) O₂ ja CO₂ 10%:10%

Kotid suleti õhukindlalt, tehes iga koti otsa kilekeevitusseadmega kaks sulatusriba. Igast variandist hoiti 12 karpi +4°C juures gaasikeskkonnas 2 ööpäeva. Seejärel pakendid avati ja maasikaid hoiti kaanega karpides +4°C juures ilma pakendita veel 4 ööpäeva. Seejärel simuleeriti jaemüügiperioodi, mille jooksul kõiki variante hoiti ööpäeva jooksul +15°C juures.

Katse alguses ja lõpus määrati igast variandist 30-st maasikast vilja tugevus ning viljadest määrati mahla kuivaine, orgaaniliste hapete, askorbiinhappe ja antotsüaanide sisaldus. Säilitusperioodil mõõdeti pakenditest igapäevaselt O₂ ja CO₂ kontsentratsiooni. Katse lõpus jaotati karbid kolmeks: iga variandi neljast karbist loeti hallitanud viljad ja arvutati hallitanud viljade osakaal. Neli kordust (karpi) jäeti biokeemilisteks analüüsideks ning neli kordust sensoorseks analüüsiks.

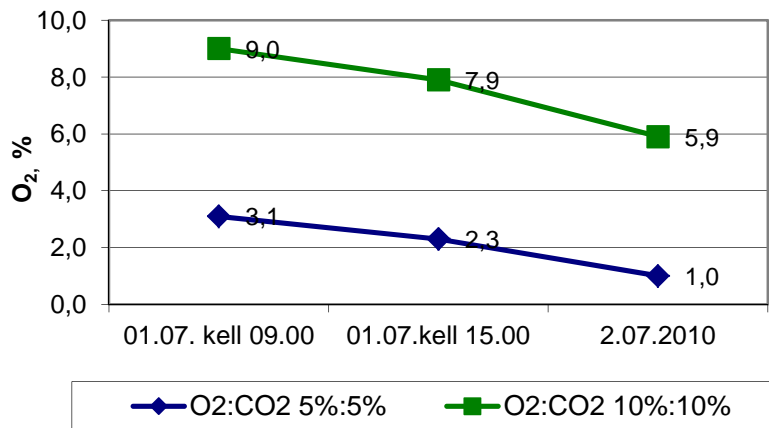
Katse lõpus hindas maasikate üldist välimust ja maitset, maasika hapusust ja magusust 10 vastava väljaõppe saanud inimest. Statistilises andmetöötluses kasutati programme MS Excel (ühefaktoriline dispersioonanalüüs, faktoriks oli pakendamisviis) ning Statistica for Windows (vilja tugevuse ja sensoorse analüüsi puhul). Joonistel samade tähtedega tähistatud väärtused ei erine üksteisest statistiliselt oluliselt.

Tulemused

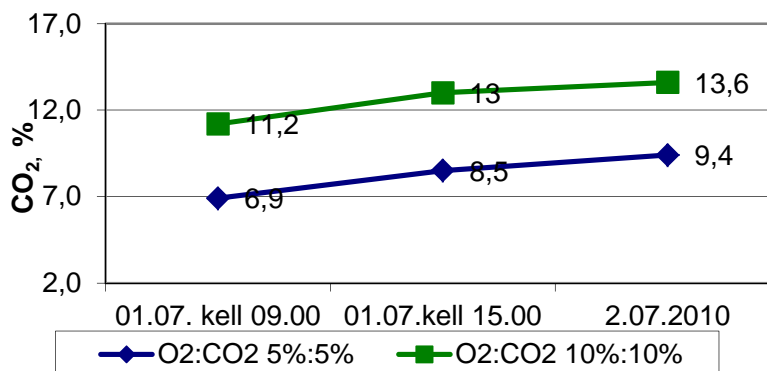
Gaaside kontsentratsiooni muutumine pakendites ning hahkhallituse teke

Tulemused näitasid, et säilituskeskkonna aktiivseks modifitseerimiseks sobis paremini gaasisegu 10% O₂ ja 10% CO₂: selles segus tõusis CO₂ sisaldus kahe mõjutuspäeva jooksul 13,6%- ni ning hapnikusisaldus langes 5,9%- ni (joonised 40 ja 41). Taoline keskkond peaks

efektiivselt maha suruma hahkhallituse tekke ja samas peaks piisav hapnikusisaldus tagama maitseomaduste parema säilimise. Gaasisegu 5% O₂ ja 5% CO₂ tuli antud pakendite puhul lugeda ebasobivaks, sest CO₂ –sisaldus ei tõusnud hahkhallituse mahasurumiseks vajaliku 10% ni samas kui hapnikusisaldus langes 1%-ni, mida aedviljade puhul loetakse anaeroobseks keskkonnaks. Anaeroobne keskkond mõjub negatiivselt aedmaasika maitseomadustele.



Joonis 40. Hapnikusisalduse muutumine pakendites aedmaasika 'Sonata' 2 - päeval mõjutamisel erinevate gaasisegudega.



Joonis 41. Süsihappegaasi sisalduse muutumine pakendites aedmaasika 'Sonata' 2 - päeval mõjutamisel erinevate gaasisegudega.

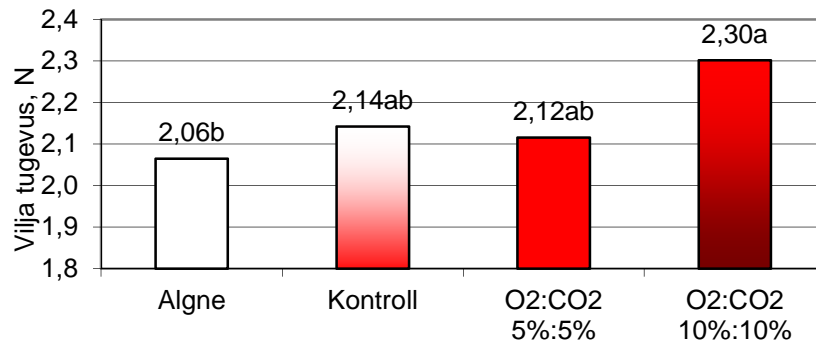
Viljade nakatumine hahkhallitusse

Säilitusperioodil nakatusid mõlemas variandis hahkhallitusse vaid väga üksikud viljad ning statistiliselt usutavat erinevust hahkhallitusse nakatumises ei olnud. Ilmselt oli põhjus maasikate valmimise perioodil domineerinud soojades, päikeselistes ja kuivades ilmade, mis olid hahkhallituse levikuks ebasoodsad.

Vilja tugevus

'Sonata' viljad olid vahetult pärast istandikust toomist pehmemad kui pärast jahutusperioodi. Põhjus võis olla korjamise päeva väga kõrges õhutemperatuuris (päevane maksimumtemperatuur tõusis +27°C-ni).

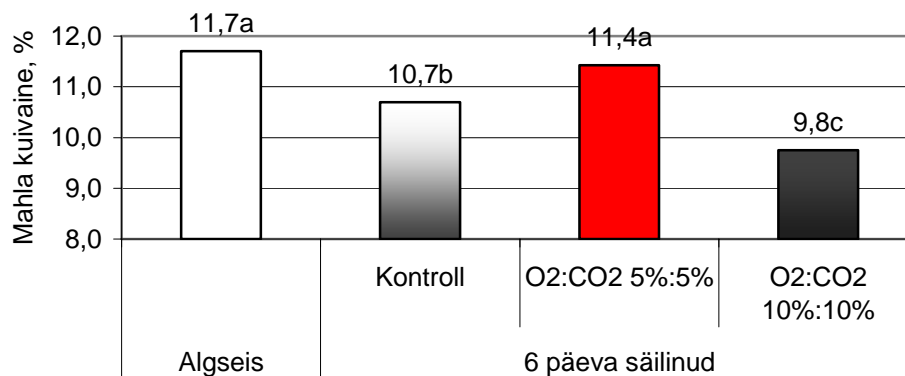
Pärast säilitust varieerus vilja tugevus vahemikus 2,14...2,30 N (Joonis 42). Statistiliselt olulist erinevust maasikate vilja tugevuses ei olnud, kuid tendentsina olid kõige kõvemad O₂ ja CO₂ 10%:10% gaasiseguga mõjutatud maasikad.



Joonis 42. Aedmaasika 'Sonata' viljade tugevus enne säilima panekut (algne) ja pärast 6-päevast säilitamist +4°C juures ning lisaks ööpäevast säilitamist +15°C juures. Seejuures kontrollvariant säilis tava-atmosfääris, teisi variante säilitati esimesel 2 ööpäeval aktiivselt modifitseeritud atmosfääriga pakendites.

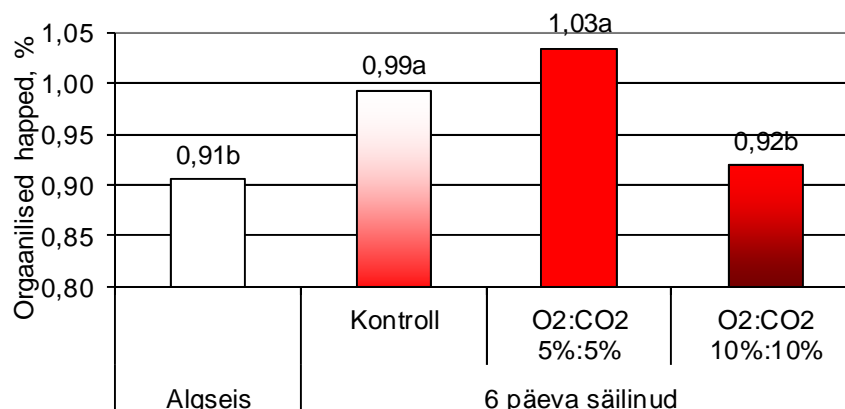
Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete sisaldus ja suhe

Säilitusperioodi jooksul oli mahla kuivaine sisaldus jäänud korjepäevaga samale tasemele vaid maasikates, mida oli mõjutatud gaasiseguga 5%O₂ ja 5%CO₂ (joonis 43). Nii kontrollvariandis kui kõrgema süsihappegaasi sisaldusega variandis oli mahla kuivaine sisaldus oluliselt langenud, mis viitab sellele, et maasika vili oli osa suhkrutest oma elutegevuseks ära tarbinud.

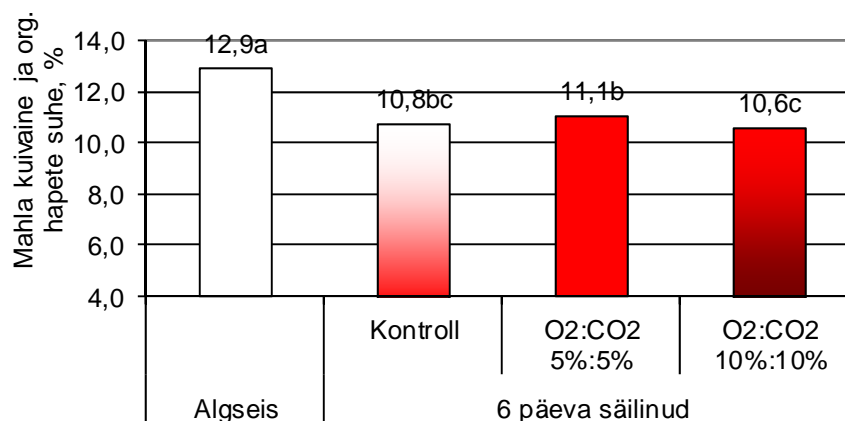


Joonis 43. Aedmaasika 'Sonata' viljade mahla kuivaine sisaldus enne säilima panekut (algseis) ning pärast 6-päevast säilitamist +4°C juures ning lisaks ööpäevast säilitamist +15°C juures. Seejuures kontrollvariant säilis tava-atmosfääris, teisi variante säilitati esimesel 2 ööpäeval aktiivselt modifitseeritud atmosfääriga pakendites. PD 95% variandile = 0,7.

Orgaaniliste hapete sisaldus oli jäänud korjepäevaga samale tasemele kõrgema süsihappegaasi sisaldusega pakendites, teistes variantides oli hapete sisaldus suurenenud (joonis 44). Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe oli pärast säilitamist võrreldes algseisuga kõikides variantides madalam; seega oli maasikate maitse läinud säilides hapumaks (joonis 45). Omavahel erinesid modifitseeritud atmosfääriga pakendites säilitatud viljad: kõrgema süsihappegaasi sisaldusega pakendites oli mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe madalam kui O₂ ja CO₂ 5%:5% seguga mõjutatud pakendites. Seega mõjub kõrgem CO₂ sisaldus pakendis isegi lühiajalisel säilitamisel maasikate maitsele negatiivselt.



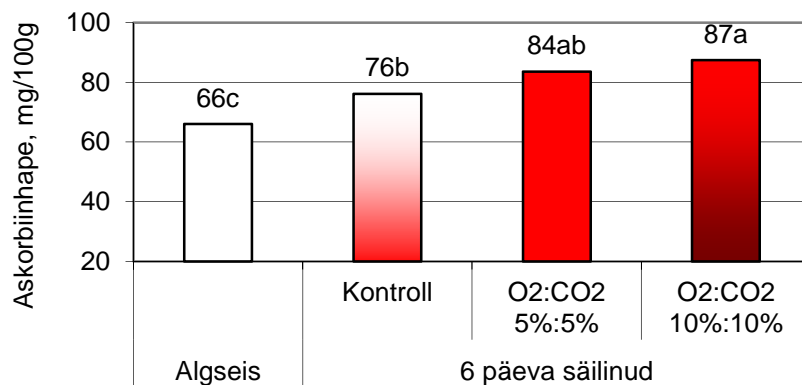
Joonis 44. Aedmaasika 'Sonata' orgaaniliste hapete sisaldus enne säilima panekut (algseis) ning pärast 6-päevast säilitamist +4°C juures ning lisaks ööpäevast säilitamist +15°C juures. Seejuures kontrollvariant säilis tava-atmosfääris, teisi variante säilitati esimesel 2 ööpäeval aktiivselt modifitseeritud atmosfääriga pakendites. PD 95% variandile = 0,06



Joonis 45. Aedmaasika 'Sonata' viljade mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe enne säilima panekut (algseis) ning pärast 6-päevast säilitamist +4°C juures ning lisaks ööpäevast säilitamist +15°C juures. Seejuures kontrollvariant säilis tava-atmosfääris, teisi variante säilitati esimesel 2 ööpäeval aktiivselt modifitseeritud atmosfääriga pakendites. PD 95% variandile = 0,7.

Askorbiinhappe (C-vitamiin) sisaldus

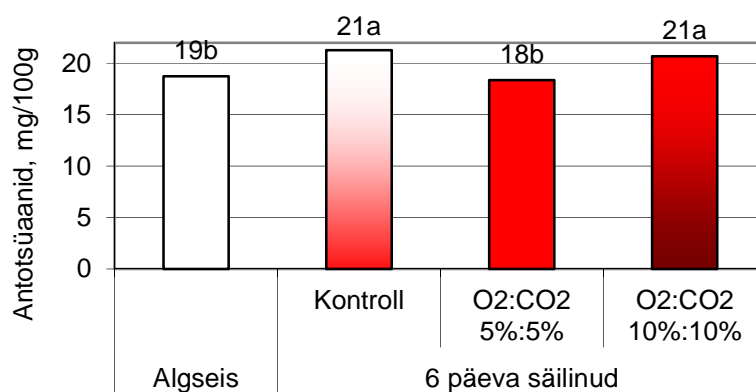
'Sonata' maasikate C-vitamiini sisaldus oli korjepäeval 66 mg/100g ning suurenes säilitusperioodil kuni 87 mg/100g (Joonis 46). Kontrollvariandi maasikate C-vitamiini sisaldus jäi tendentsina madalamaks kui gaasiseigus O₂ ja CO₂ 5%:5% säilitatud maasikates ning statistiliselt oluliselt madalamaks kui O₂ ja CO₂ 10%:10% säilitatud maasikates.



Joonis 46. Aedmaasika 'Sonata' viljade askorbiinhappe sisaldus enne säilima panekut (algseis) ning pärast 6-päevast säilitamist +4°C juures ning lisaks ööpäevast säilitamist +15°C juures. Seejuures kontrollvariant säilis tava-atmosfääris, teisi variante säilitati esimesel 2 ööpäeval aktiivselt modifitseeritud atmosfääriga pakendites. PD 95% variandile = 9.

Antotsüaanide sisaldus

Maasikate antotsüaanide sisaldus jäi gaasisegus O₂ ja CO₂ 5%:5% säilitatud maasikates säilituse jooksul muutumatuks ning teistes variantides suurenes (maasikad muutusid mõnevõrra tumedamaks (Joonis 47)).

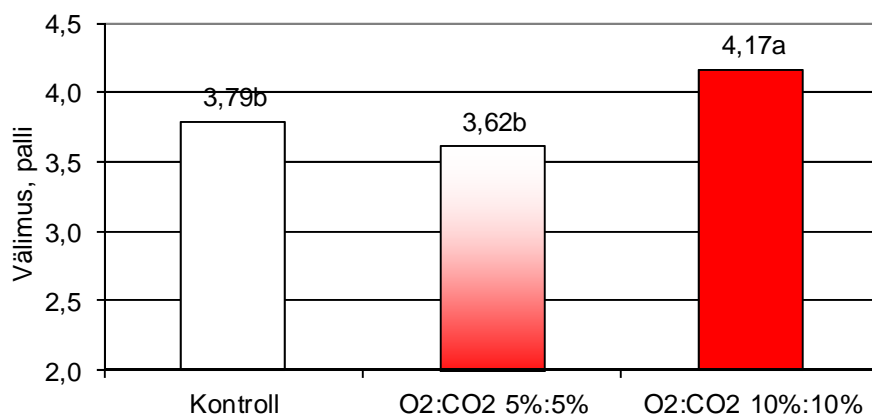


Joonis 47. Aedmaasika 'Sonata' viljade antotsüaanide sisaldus enne säilima panekut (algseis) ning pärast 6-päevast säilitamist +4°C juures ning lisaks ööpäevast säilitamist +15°C juures. Seejuures kontrollvariant säilis tava-atmosfääris, teisi variante säilitati esimesel 2 ööpäeval aktiivselt modifitseeritud atmosfääriga pakendites. PD 95% variandile = 2.

Sensoorse analüüsi tulemused

Maasika välimus

Aedmaasika sensorsetest omaduste hindamisel selgus, et statistiliselt olulised erinevused ilmsid vaid maasika välimuses: kõrgema CO₂ sisalduse juures hoitud maasikad olid parema välimusega nii võrreldes kontrollvariandi kui ka madalama CO₂ sisalduse juures hoitud maasikatega (joonis 48). Maasikate maitstes hindajad vahet ei tundnud.



Joonis 48. Aedmaasika 'Sonata' välimus pärast 6-päevast säilitamist +4°C juures ning lisaks ööpäevast säilitamist +15°C juures. Seejuures kontrollvariant säilis tava-atmosfääris, teisi variante säilitati esimesel 2 ööpäeval aktiivselt modifitseeritud atmosfääriga pakendites. Välimust hinnati 5-palli skaalal: 1- väga halb; 2- halb; 3 – keskpärane; 4- hea; 5 – väga hea.

Kokkuvõte

Aedmaasikate lühiajaliseks mõjutamiseks sobis paremini gaasisegu 10% O₂ ja 10% CO₂: selles segus tõusis CO₂ sisaldus kahe mõjutuspäeva jooksul 13,6%- ni ning hapnikusisaldus langes 5,9%- ni. Taoline keskkond peaks efektiivselt maha suruma hahkhallituse tekke. Kuna 2010. aastal domineerisid maasikate valmimise ajal päikesepaistelised ja kuivad ilmad, siis nakatusid säilitusperioodil hahkhallitusse vaid üksikud viljad ja gaasikeskkonna kasulikku mõju ei ilmnenu. Samas olid gaasiseguga 10% O₂ ja 10% CO₂ mõjutatud maasikad pärast säilitust tendentsina kõige tugevamad, sisaldasid kõige rohkem C-vitamiini ning olid sensoorsel hindamisel kõige parema välimusega. Ainuke negatiivne mõju oli antud gaasisegul mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhtele (maasikate magususe näitaja), mis oli madalam kui teistes variantides. Samas ei tajunud maitset hinnanud inimesed analüüside käigus saadud erinevust ning hindasid kõiki maasikaid maitset võrdväärseteks.

AEDMAASIKATE 'SONATA' JA 'RUMBA' KVALITEET PÄRAST 5-PÄEVAST SÄILITUST MODIFITASEERITUD ATMOSFÄÄRIGA PAKENDITES (2011)

Katse eesmärk oli välja selgitada Eestis veel väga uue sordi 'Rumba' säilivus võrreldes varasemates katsetes väga hästi säilinud sordiga 'Sonata'. Võrreldi sortide säilivust nii tava-atmosfääris kui ka modifitseeritud atmosfääris.

Katsete meetodika

Esimest katse seeriat alustati 21. juunil. Maasikate pakkimiseks katsetati Polli AUK pakkemasinat (Joonis 49), mis on olnud kasutusel ka mõnede Eesti marjakasvatajate poolt. Siiani on masinat kasutatud sügavkülmutamiseks mõeldud marjade pakkimiseks. Erinevate kilede katsetamise tulemusena selgus, et masin ei kleepinud ühtki polüpropüleenist kilet ning polüetüleenidest kinnitus karbile õhutihedalt vaid 90 –mikromeetrine kile. Kuna aedmaasikad hingavad väga intensiivselt, siis on eelnevad katsed näidanud, et pakkekile peaks mõnevõrra hapnikku ja süsihappegaasi läbi laskma. Kahtlus, et antud kile gaaside läbilaskevõime ei ole piisav, osutus tõeks – pärast kahte ööpäeva oli pakendite hapnikusisaldus langenud peaaegu nulli, seega oli keskkond anaeroobne ja katse tuli enneaegselt lõpetada ning alustada uut katse seeriat juba eelnevalt katsetatud kilesid käsitsi pakides.



Joonis 49. 'Rumba' maasikad ootamas karpidele kile kleepimist.



Joonis 50. Kilemasinaga pakendatud 'Rumba' maasikad.

Teiseks katse seeriaks korjati maasikad OÜ Kindel Käsi tootmisistandusest 27. juunil 2011 perforeeritud karpidesse, transporditi Tarusse ja jahutati 4 tunni jooksul +4°C-ni. Pakkematerjalina kasutati Soomes Muovijaloste firmas toodetud 30 - µm polüpropüleenist kilekotti (aruandes lühendina PP30) ning Iisraelis spetsiaalselt maasikate säilitamiseks toodetud Xtend kilet. Igast variandist hoiti 20 karpi +4°C juures 5 ööpäeva. Seejärel pakendid avati ja lasti enne analüüsimist 2 tundi toatemperatuuril seista.

Katse alguses ja lõpus määrati igast variandist 30-st maasikast vilja tugevus ning viljadest määrati mahla kuivaine, orgaaniliste hapete, askorbiinhappe ja antotsüaanide sisaldus. Säilitusperioodil mõõdeti pakenditest igapäevaselt O₂ ja CO₂ kontsentratsiooni.

Katse lõpus hindas maasika sensoorseid omadusi 5- palli süsteemis 10 vastava väljaõppe saanud inimest. Maasika välimust ja maitset hinnati järgmiselt: 1- väga halb; 2 – halb; 3- keskmine; 4- hea; 5 – väga hea. Maasikale iseloomuliku meeldiva aroomi ja ebaseeldiva kõrvallõhna esinemist hinnati järgnevalt: 1- ei ole tunda; 2 – väga nõrk; 3-nõrk; 4- tuntav; 5 – tugev. Maasika magusust ja hapusust hinnati järgnevalt: 1- ei ole üldse magus/hapu; 2 – õrnalt magus/hapu; 3- keskmiselt magus/hapu; 4- tuntavalt magus(hapu); 5 – väga magus/hapu.

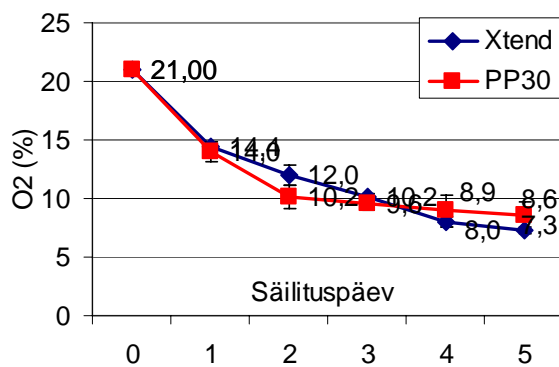
Statistilises andmetöötluses kasutati programme MS Excel (kahefaktoriline dispersioonanalüüs) ning Statistica for Windows (vilja tugevuse ja sensoorse analüüsi puhul). Joonistel samade tähtedega tähistatud väärtused ei erine üksteisest statistiliselt oluliselt.

Tulemused

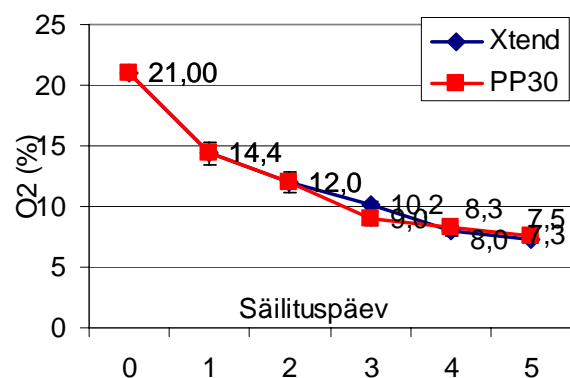
Gaaside kontsentratsiooni muutumine pakendites

Nii hapniku- kui süsihappegaasi sisaldus muutus erinevate sortide puhul pakendites väga sarnaselt, seega võib järeldada, et 'Rumba' ja 'Sonata' hingamiskiirus on sarnane. Kuna viljade säilivus on otseses seoses hingamiskiirusega, võis juba gaaside sisalduse muutumise põhjal eeldada, et sordid on sarnase säilivusajaga.

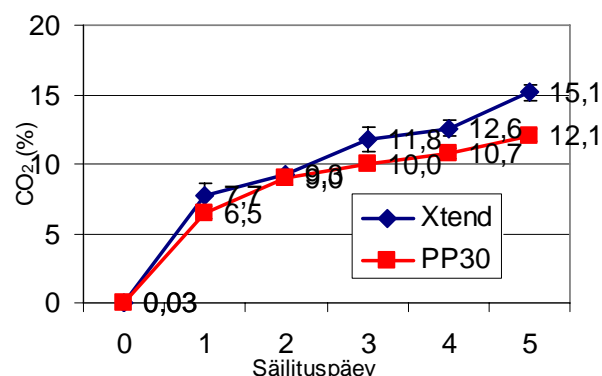
Pakkematerjalide hapniku läbilaskevõime oli sarnane: mõlemas pakendis langes hapnikusisaldus kõige enam esimese ööpäeva jooksul, jõudes 14 %-ni ning katse lõpuks 7 ja 9% vahele (joonised 51 ja 52). CO₂ sisaldus tõusis mõlema sordi puhul katse lõpuks kõrgemale Xtend kiles (joonised 53 ja 54). Mõlema kile puhul tõusis CO₂ sisaldus hahkhallituse mahasurumiseks vajaliku 10%-ni kahe ööpäeva jooksul. 2009. aasta katses ei saavutatud nii kõrget süsihappegaasi sisaldust samades pakendites ka 3 ööpäeva jooksul. 2009. aastal oli säilitustemperatuuriks +1°C, sel aastal +4°C. Kuna kõrgemal temperatuuril on viljade hingamine kiirem, tõuseb süsihappegaasi sisaldus oluliselt kiiremini. Seega on energia säästmise ja hahkhallituse mahasurumise huvides tugevate viljadega sortide puhul kasulikum hoidla jahutada +4°C-ni, mitte +1°C-ni.



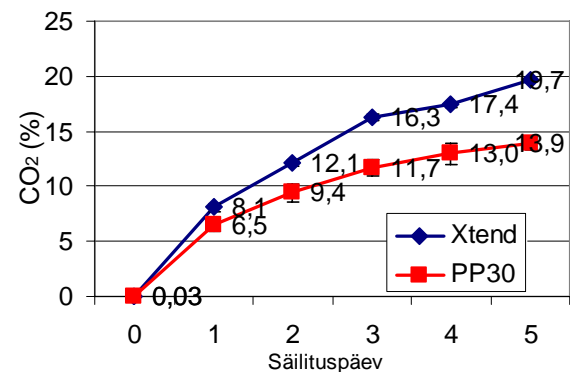
Joonis 51. Hapnikusisalduse muutumine pakendites aedmaasika 'Rumba' 5- päeval säilitamisel +4°C juures.



Joonis 52. Hapnikusisalduse muutumine pakendites aedmaasika 'Sonata' 5- päeval säilitamisel +4°C juures.



Joonis 53. CO₂ sisalduse muutumine pakendites aedmaasika 'Rumba' 5- päeval säilitamisel +4°C juures.

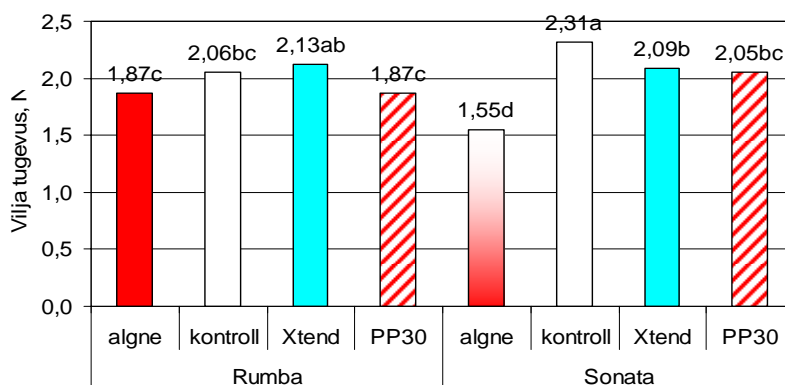


Joonis 54. CO₂ sisalduse muutumine pakendites aedmaasika 'Sonata' 5- päeval säilitamisel +4°C juures.

Viljade nakatumine hahkhallitusse ja vilja tugevus

Säilitusperioodil hahkhallitusse nakatunud vilju ei täheldatud. Ilmselt oli põhjus maasikate valmimise perioodil domineerinud soojades, päikeselistes ja kuivades ildades, mis olid hahkhallituse levikuks ebasoodsad.

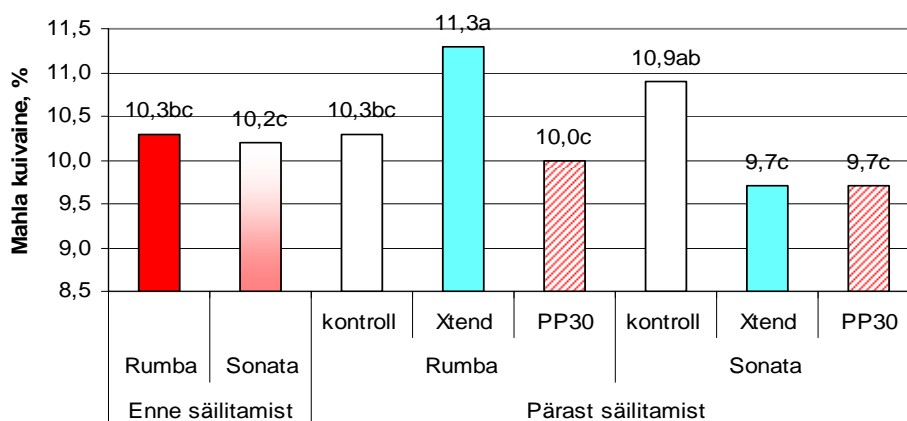
Algselt olid 'Sonata' viljad pehmemad kui 'Rumba' viljad. Pärast säilitamist olid tavapakendis säilitatud 'Sonata' viljad kõvemad kui tavapakendis hoitud 'Rumba' viljad. Xtend – pakendis säilitatud 'Rumba' viljad olid pärast 5-päevast säilitust võrreldes algseisuga kõvemad (joonis 55). Pakendite võrdluses olid Xtend pakendis säilitatud 'Rumba' viljad kõvemad kui PP30 pakendis säilitatud viljad ja 'Sonata' puhul olid kõige kõvemad tavapakendis säilitatud maasikad.



Joonis 55. Aedmaasikate 'Sonata' ja 'Rumba' viljade tugevus enne säilima panekut (algne) ja pärast 5-päevast säilitamist +4°C juures perforreeritud plastikkarpides tava-atmosfääris (kontroll) ning modifitseeritud atmosfääriga pakendites (Xtend ja PP30).

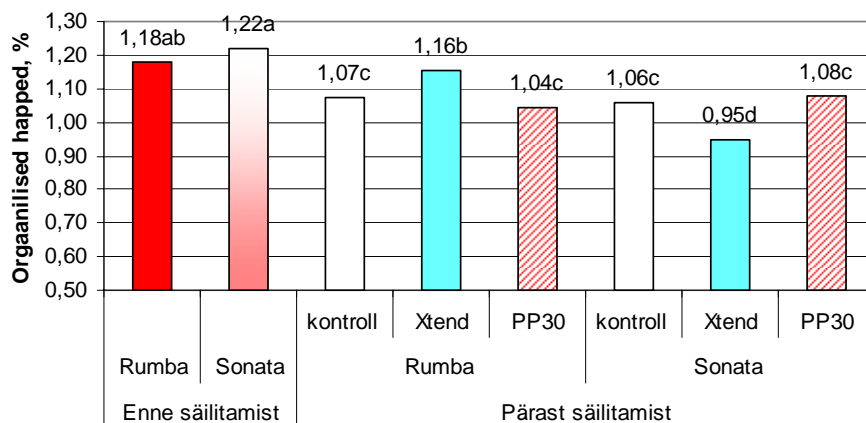
Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete sisaldus ja suhe

Algselt oli 'Rumba' ja 'Sonata' viljade mahla kuivaine sisaldus sarnane (vastavalt 10,3 ja 10,2%) (joonis 56). Pärast säilitamist oli 'Rumba' mahla kuivaine sisaldus tavapakendis ja PP30 pakendis jäänud samale tasemele ning Xtend pakendis oluliselt suurenenud. 'Sonata' puhul oli tavaõhus säilitatud maasikate mahla kuivaine sisaldus suurenenud, MA-pakendites jäänud muutumatuks. Kuna mahla kuivaine sisaldus kas suurenes või jäi samaks, siis võib väita, et nii 'Rumba' kui 'Sonata' säilitasid 5-päevase säilitusperioodi jooksul oma kvaliteedi.



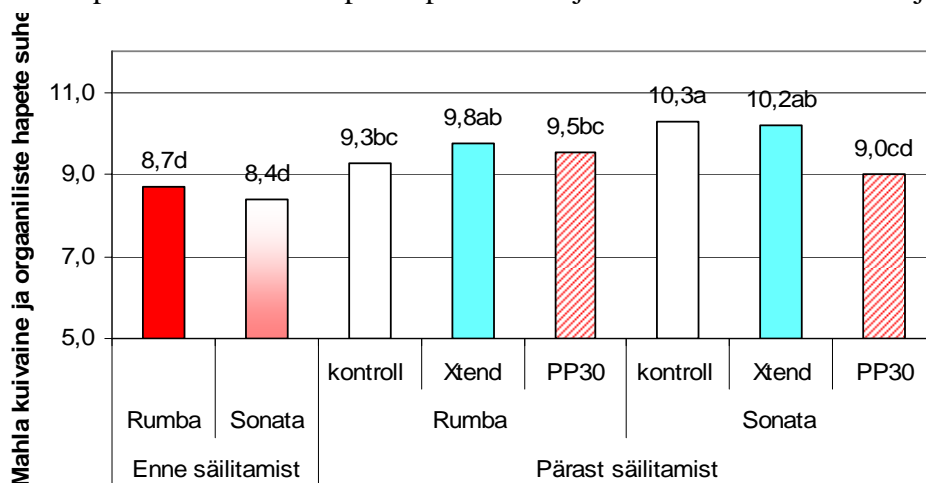
Joonis 56. Aedmaasikate 'Sonata' ja 'Rumba' viljade mahla kuivaine sisaldus enne säilima panekut ning pärast 5-päevast säilitamist +4°C juures perforreeritud plastikkarpides tava-atmosfääris (kontroll) ning modifitseeritud atmosfääriga pakendites (Xtend ja PP30) PD 95% variandile = 0,7

'Sonata' viljad sisaldasid algselt tendentsina rohkem orgaanilisi happeid, kuid statistiliselt olulist erinevust kahe sordi vahel ei olnud (joonis 57). Pärast säilitamist oli orgaaniliste hapete sisaldus peaaegu kõikides variantides vähenenud. Vaid Xtend kilekottides säilitatud 'Rumba' viljad sisaldasid algseisuga samapalju orgaanilisi happeid. Xtend kiles säilitatud 'Sonata' viljad aga sisaldasid võrreldes teiste variantidega oluliselt vähem orgaanilisi happeid. Seega põhjustas külmas säilitamine tava – atmosfääris mõlema sordi viljades orgaaniliste hapete vähenemise, modifitseeritud atmosfääriga pakendite mõju oli aga sorditi erinev.



Joonis 57. Aedmaasikate 'Sonata' ja 'Rumba' viljade orgaaniliste hapete sisaldus enne ja pärast 5-päevast säilitamist +4°C juures tava-atmosfääris (kontroll) ja modifitseeritud atmosfääriga pakendites (Xtend ja PP30). PD 95% variandile = 0,05.

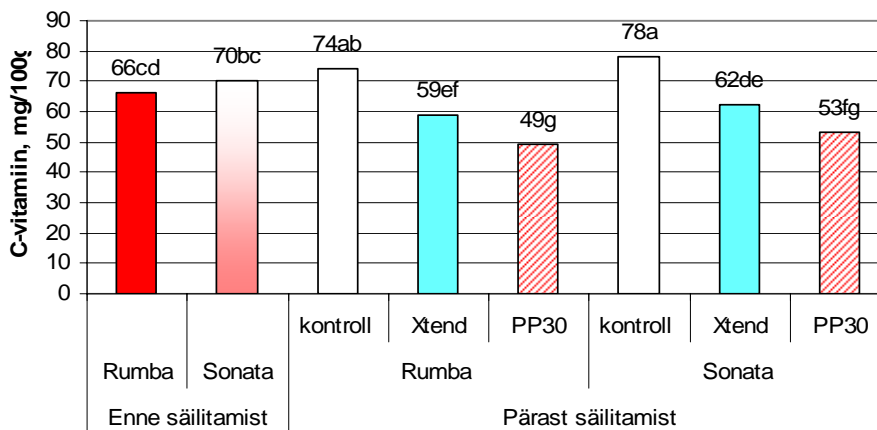
Enne säilitamist oli 'Rumba' ja 'Sonata' viljade mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe sarnane (vastavalt 8,7 ja 8,4%) (joonis 58). Pärast säilitamist oli suhtarv suurem mõlema sordi ja enamiku pakendite puhul. Kuna mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe on kaudne viljade magususe näitaja, siis on suhtearvu suurenemine säilivuse ajal positiivne nähtus. 'Sonata' puhul oli mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe kontrollvariandis ja Xtend kiles kõrgem kui PP30 pakendis. 'Rumba' puhul pakkematerjalil statistiliselt olulist mõju ei olnud.



Joonis 58. Aedmaasikate 'Sonata' ja 'Rumba' viljade mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe enne säilima panekut ning pärast 5-päevast säilitamist +4°C juures perforreeritud plastikkarpides tava-atmosfääris (kontroll) ning modifitseeritud atmosfääriga pakendites (Xtend ja PP30). PD 95% variandile = 0,8.

Askorbiinhappe (C-vitamiin) sisaldus

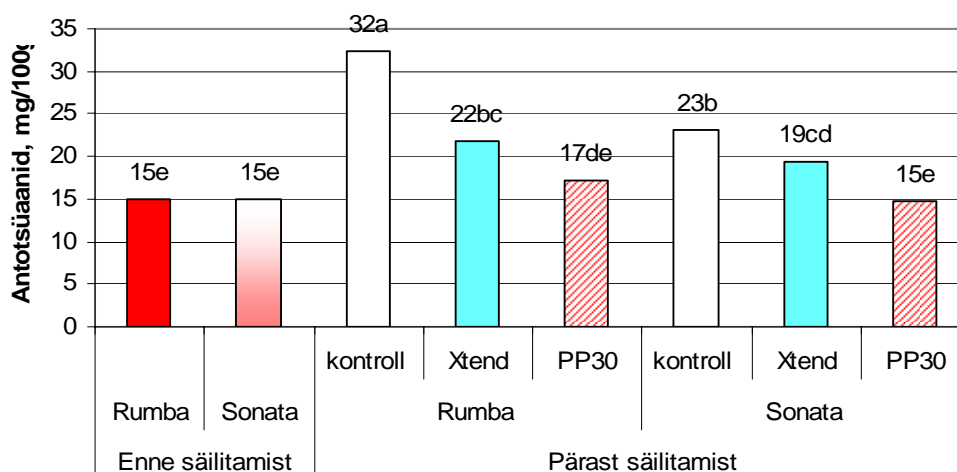
Algselt oli 'Rumba' viljade C-vitamiini sisaldus 66 mg/100g ja 'Sonata' viljade C-vitamiini sisaldus 70 mg/100g (joonis 59). Säilitusrežiim mõjutas erinevast sordist maasikate C-vitamiini sisaldust sarnaselt: kontrollvariandis (tavaõhuga pakendis) viljade C-vitamiini sisaldus säilides suurenes, modifitseeritud atmosfääriga pakendites aga vähenes.



Joonis 59. Aedmaasikate 'Sonata' ja 'Rumba' askorbiinhappe sisaldus enne ja pärast 5-päevast säilitamist +4°C juures perforatsiooniga plastikkarpides tava-atmosfääris (kontroll) ja modifitseeritud atmosfääriga pakendites (Xtend ja PP30). PD 95% variandile = 7.

Antotsüaanide sisaldus

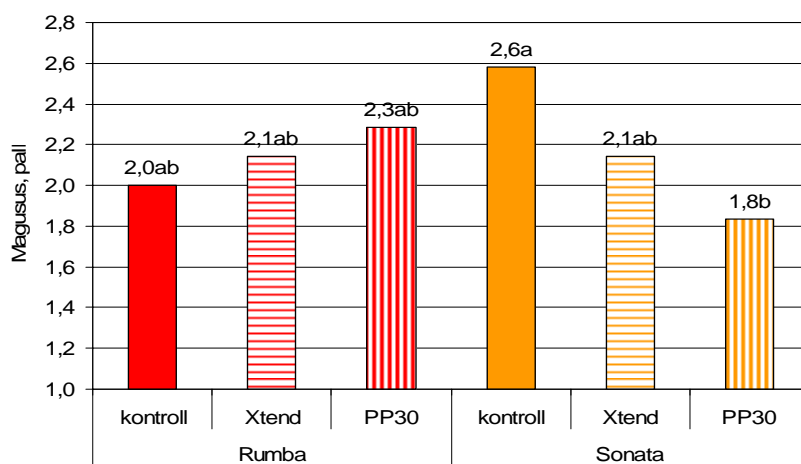
Katse alguses sisaldasid nii 'Sonata' kui ka 'Rumba' viljad antotsüaanide 15 mg/100g (joonis 60). Tava-atmosfääris säilides suurenes antotsüaanide sisaldus mõlema sordi viljades, 'Rumba' viljad sisaldasid katse lõpuks antotsüaanide algtasemega võrreldes poole rohkem. Seega toimus tava-atmosfääris viljade järelvalmimine ning maasikad muutusid oluliselt tumedamaks. Modifitseeritud atmosfääriga pakendid pärssisid antotsüaanide biosünteesi. PP30 pakendis jäi antotsüaanide sisaldus algtasemele, Xtend kiles antotsüaanide sisaldus suurenes, kuid jäi võrreldes tava-atmosfääris säilinud viljadega siiski statistiliselt oluliselt madalamaks.



Joonis 60. Aedmaasikate 'Sonata' ja 'Rumba' antotsüaanide sisaldus säilituseelselt ning pärast 5-päevast säilitamist +4°C juures tava-atmosfääris (kontroll) ning modifitseeritud atmosfääriga pakendites (Xtend ja PP30). PD 95% variandile = 4.

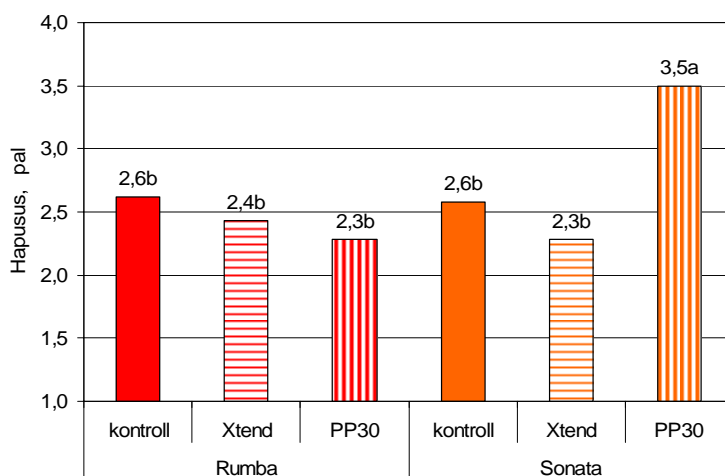
Sensoorse analüüsi tulemused

Aedmaasika sensoorsetest omaduste hindamisel selgus, et pärast säilitusperioodi ei olnud maasikate välimuses, lõhnas ja maitstes statistiliselt olulist erinevust ei erinevate sortide ega ka pakendite lõikes. Tendentsina hinnati maitset paremaks 'Sonata' kontrollvariandi, mis sai ainsana hinde 3,5 („keskmise” ja „hea” vahepeal) Enamik maasikaid said maitsehindeks 3 („keskmise”). Ilmselt on suhteliselt kesised maitsehinded tingitud mõlema sordi suhteliselt madalast magususest. Maasikate magususes esines statistiliselt oluline erinevus vaid 'Sonata' kontrollvariandi ja PP 30 kiles säilitatud 'Sonata' vahel – kontrollvariandi maasikad olid oluliselt magusamad (joonis 61). Üldiselt hinnati nii 'Rumba' kui 'Sonata' vilju säilitamise järgselt õrnalt magusateks: hinded jäid 1,8 ja 2,6 vahele.



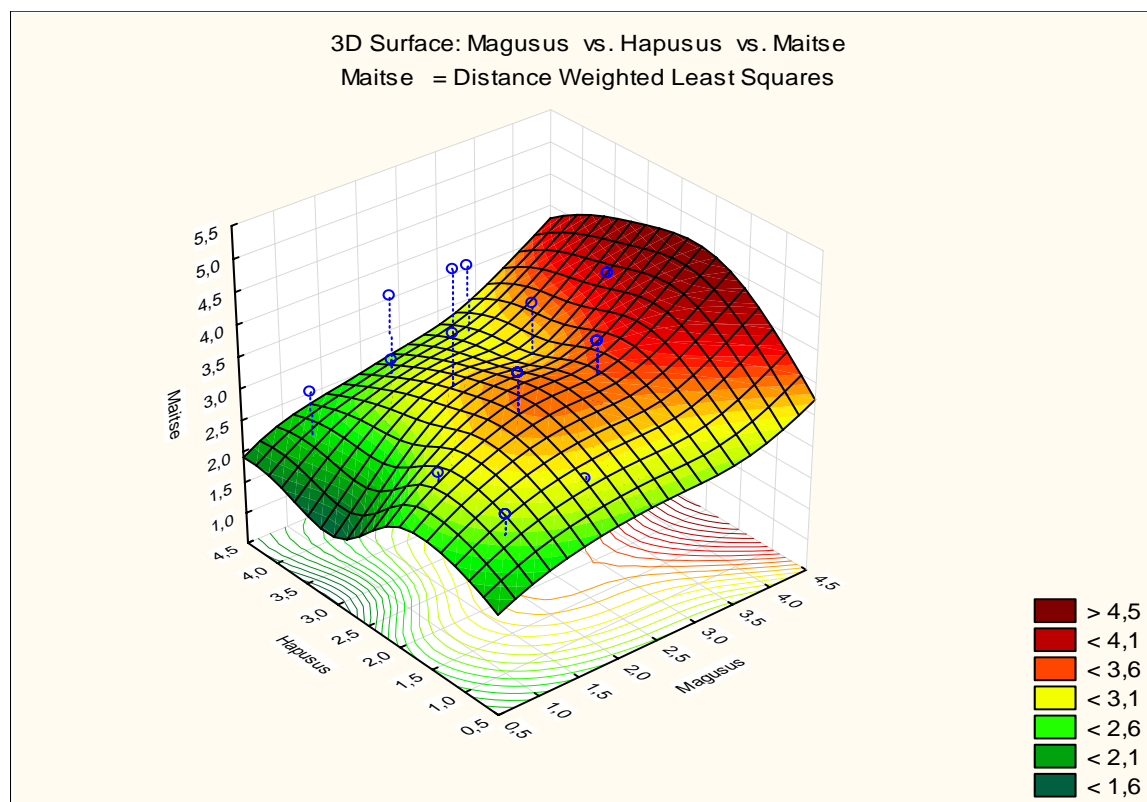
Joonis 61. Aedmaasikate 'Sonata' ja 'Rumba' magusus pärast 5-päevast säilitamist +4°C juures perforeeritud plastikkarpides tava-atmosfääris (kontrol) ning modifitseeritud atmosfääriga pakendites (Xtend ja PP30). Maasika magusust hinnati järgnevalt: 1- ei ole üldse magus; 2 – õrnalt magus; 3- keskmiselt magus; 4- tuntavalt magus; 5 – väga magus.

Enamik katses olnud maasikatest tundus hindajatele õrnalt kuni keskmiselt hapudena (2= õrnalt hapu, 3 = keskmiselt hapu). Kõikidest teistest maasikatest hinnati oluliselt hapumateks 30-mikromeetrises polüpropüleenkiles säilitatud 'Sonata' maasikaid, hinne 3,5 (joonis 62).



Joonis 62. Aedmaasikate 'Sonata' ja 'Rumba' magusus pärast 5-päevast säilitamist +4°C juures perforeeritud plastikkarpides tava-atmosfääris (kontrol) ning modifitseeritud atmosfääriga pakendites (Xtend ja PP30). Maasika hapusust hinnati järgnevalt: 1- ei ole üldse hapu; 2 – õrnalt hapu; 3- keskmiselt hapu; 4- tuntavalt hapu; 5 – väga hapu.

Maitsega seotud näitajate kolmemõõtmeline analüüs näitab ilmekalt, et parima maitsehinde saavad maasikad, mille hapusus on pisut üle keskmise (hinne 3,5) ja magusus tugevalt üle keskmise (hinne 4,5) (joonis 63). Võrdselt kehva maitsehinde saavad maasikad, milles hapusus ja magusus on mõlemad madalad ning need, millel hapusus on suur, kuid magusus väike.



Joonis 63. Seosed maasikate magususe, hapususe ja maitse vahel (sensoorse analüüsi tulemused sortide 'Rumba' ja 'Sonata' kohta). Maasika maitse hindepallid: 1- väga halb; 2 – halb; 3-keskmise; 4- hea; 5 – väga hea. Maasika magusust ja hapusust hinnati järgnevalt: 1- ei ole üldse magus/hapu; 2 – õrnalt magus/hapu; 3- keskmiselt magus/hapu; 4- tuntavalt magus(hapu); 5 – väga magus/hapu.

Kokkuvõte

Katsetulemused näitasid, et antud tingimustes (5 ööpäeva +4°C juures) oli 'Rumba' maasikate säilivus võrreldav 'Sonata' maasikate säilivusega. Korjamise päeval olid 'Rumba' viljad oluliselt kõvema viljalihaga kui 'Sonata' viljad, mis loob head eeldused pikaajaliseks säilivuseks. Hapniku- kui süsihappegaasi sisaldus muutus pakendites erinevate sortide puhul sarnaselt, millest võib järeldada, et 'Rumba' ja 'Sonata' hingamiskiirus on sarnane. Hingamiskiirus on aga säilivusega tihedalt seotud. Hahkhallituse nakatunud vilju ei esinenud katse lõpus kummagi sordi puhul.

Aedmaasika sensorsetest omaduste hindamisel selgus, et pärast säilitusperioodi ei ilmnenud maasikate välimuses, lõhnas ega maitstes statistiliselt olulist erinevust ei erinevate sortide ega ka pakendite lõikes. MA pakendite mõju oli sarnane maasikate bioaktiivsete ainete osas: C-vitamiini ja antotsüaanide sisaldus oli pärast säilitamist suurim tavaõhus säilitatud maasikates, sisalduselt järgmiseks jäid Xtend kiles säilitatud viljad ja madalaim C-vitamiini ja antotsüaanide sisaldus oli PP30 pakendis säilitatud viljades.

AEDMAASIKATE 'SALSA' JA 'SONATA' SÄILIVUS TAVA- JA MODIFITSEERITUD ATMOSFÄÄRIS (2012)

Katse eesmärk oli välja selgitada Eestis uue sordi 'Salsa' säilivus ja kvaliteedinäitajad võrreldes varasemates katsetes väga hästi säilinud sordiga 'Sonata'. Võrreldi sortide säilivust nii tava-atmosfääris kui ka modifitseeritud atmosfääris.

Katsete meetodika

Maasikad korjati 9. juulil 2012 Tartumaalt Haaslava vallast Kristi Aed OÜ istandikust, transporditi Tartusse ja jahutati EMÜ PKI Tõnissoni maja sundjahutusega hoidlas 4 tunni vältel temperatuuril $+3\pm 2^{\circ}\text{C}$. Seejärel pakendati maasikad perforatsiooniga plastkarpidesse nii, et igas karbis oleks ca 400 g vilju. Modifitseeritud atmosfääri (MA) loomiseks kasutati Soomes Muovijaloste firmas toodetud 30 - μm polüpropüleenist kilekotti. Kontrollvariandi maasikad säilitati perforatsiooniga karpides. Kummastki variandist säilitati 12 karpi maasikaid 6 ööpäeva. Seejärel pakendid avati ja lasti enne analüüsimist 2 tundi toatemperatuuril seista.

Katse alguses ja lõpus määrati igast variandist 20st maasikast vilja tugevus ning mahla kuivaine, orgaaniliste hapete, askorbiinhappe ja antotsüaanide sisaldus. Säilitusperioodil mõõdeti pakenditest igapäevaselt O_2 ja CO_2 kontsentratsiooni. Katse lõpus loeti igast karbist riknenud ja korralikud viljad ja arutati riknenud viljade osakaal (%). Sensorset analüüsi seekord ei tehtud, kuna maasikad ei olnud võrreldavad: 'Salsa' on väga hiline sort ja 9. juulil toimus esimene korje. Maasika viljad olid ekstreemselt suured (joonis 64) ja ei olnud võrreldavad 'Sonata' viljadega, mille korjeperiood oli selleks ajaks kestnud juba 2 nädalat. Statistilises andmetöötluses kasutati programme MS Excel (kahefaktoriline dispersioonanalüüs) ning Statistica for Windows (vilja tugevuse andmete puhul). Joonistel samade tähtedega tähistatud väärtused ei erine üksteisest statistiliselt oluliselt.

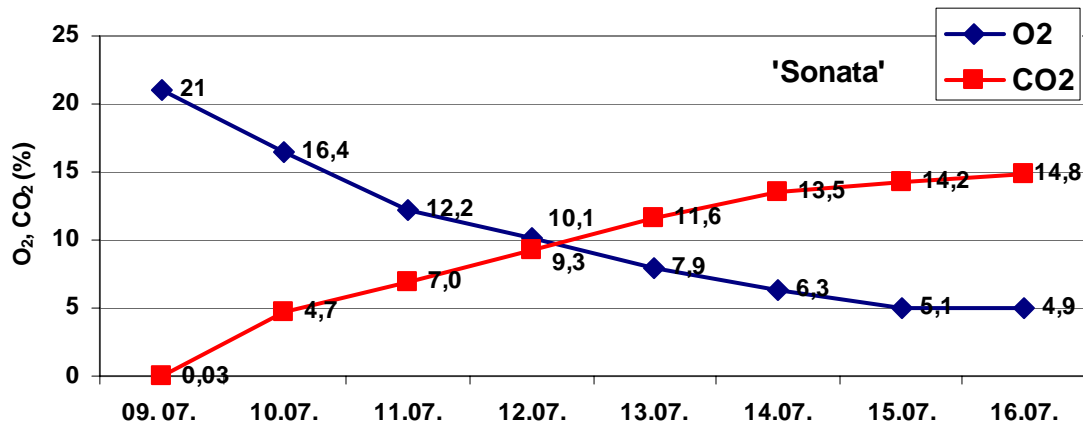


Joonis 64. 'Salsa' maasikad on korjeperioodi alguses väga suured.

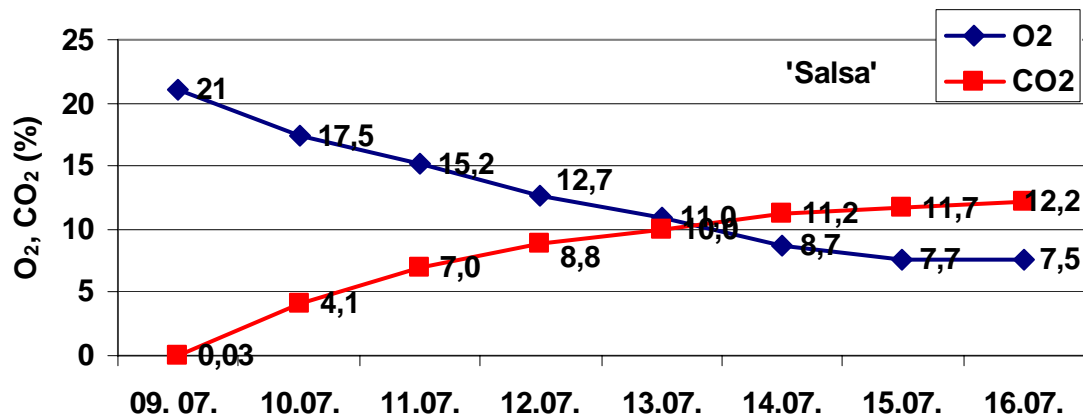
Tulemused

Gaaside kontsentratsiooni muutumine pakendites

Nii hapniku- kui süsihappegaasi sisaldus muutus erinevate sortide puhul pakendites mõnevõrra erinevalt: 'Sonata' pakendites tõusis süsihappegaasi sisaldus 14,8%-ni, 'Salsa' pakendites 12,2%-ni (joonised 65 ja 66). Hapnikusisaldus langes 'Sonata' pakendites 4,9%-ni ja 'Salsa' pakendites 7,5 %-ni. Seega võib järeldada, et 'Sonata' hingamiskiirus on mõnevõrra suurem kui 'Salsal'. 'Sonata' puhul tõusis CO₂ sisaldus hahkhallituse mahasurumiseks vajaliku 10%-ni kolme ööpäeva möödudes ja 'Salsa' puhul nelja ööpäeva möödudes.



Joonis 65. Hapniku- ja CO₂ sisalduse muutumine 'Sonata' maasikate säilitamisel modifitseeritud atmosfääriga pakendites (perforeeritud karp pakendatud 30 - μm polüpropüleenist kilekotti) +3±2°C juures 6 ööpäeva jooksul.



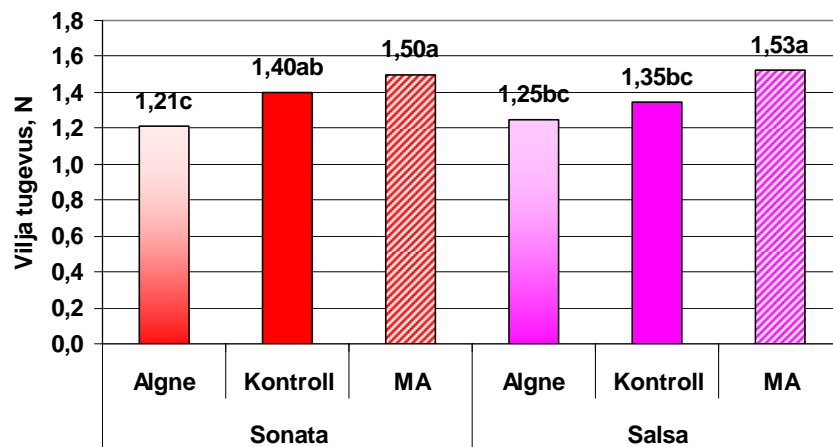
Joonis 66. Hapniku- ja CO₂ sisalduse muutumine 'Salsa' maasikate säilitamisel modifitseeritud atmosfääriga pakendites (perforeeritud karp pakendatud 30 - μm polüpropüleenist kilekotti) +3±2°C juures 6 ööpäeva jooksul.

Viljade nakatumine hahkhallitusse

Säilitusperioodil ei esinenud 'Salsa' pakendites ühtegi hahkhallitusse nakatunud vilja. Samuti ei esinenud hahkhallitusse nakatunud vilju 'Sonata' MA-pakendites. 'Sonata' kontrollvariandi 12-st pakendist esines üksikuid riknenud vilju neljas karbis. Summaarselt oli riknenud 6% viljadest. Kuna isegi üks hallitanud vili karbis võib tarbijat mõjutada seda karbitäit maasikaid mitte ostma, siis võib öelda, et 'Sonata' puhul parandas MA-säilitus sel aastal viljade välist kvaliteeti.

Vilja tugevus

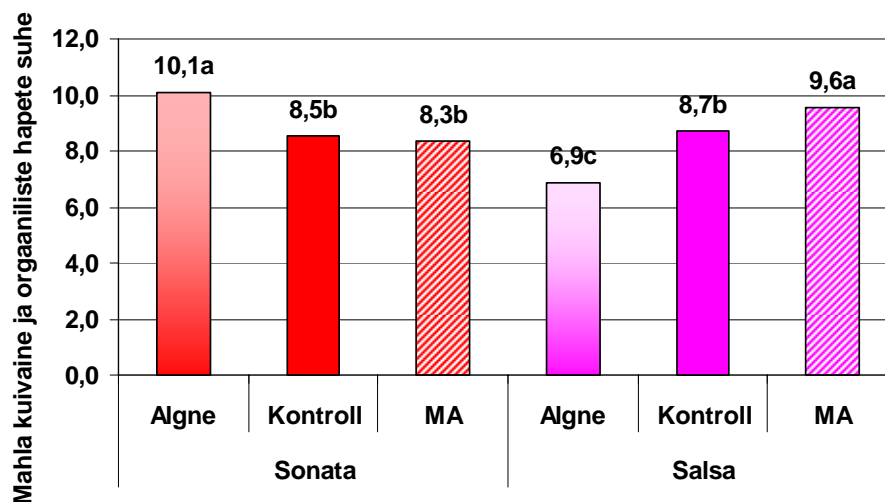
Korjamise päeval olid 'Sonata' ja 'Salsa' viljad sarnase tugevusega (joonis 67). Pärast säilitamist olid tava- ja MA-pakendatud 'Sonata' viljad sarnase tugevusega, 'Salsa' puhul olid aga MA- pakendites säilitatud viljad oluliselt tugevamad kui tavapakendis hoitud viljad.



Joonis 67. Aedmaasikate 'Sonata' ja 'Salsa' viljade tugevus enne säilima panekut (algne) ja pärast 6-päevast säilitamist tava-atmosfääris (kontroll) ning modifitseeritud atmosfääriga pakendites (MA) $+3\pm 2^{\circ}\text{C}$ juures.

Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe

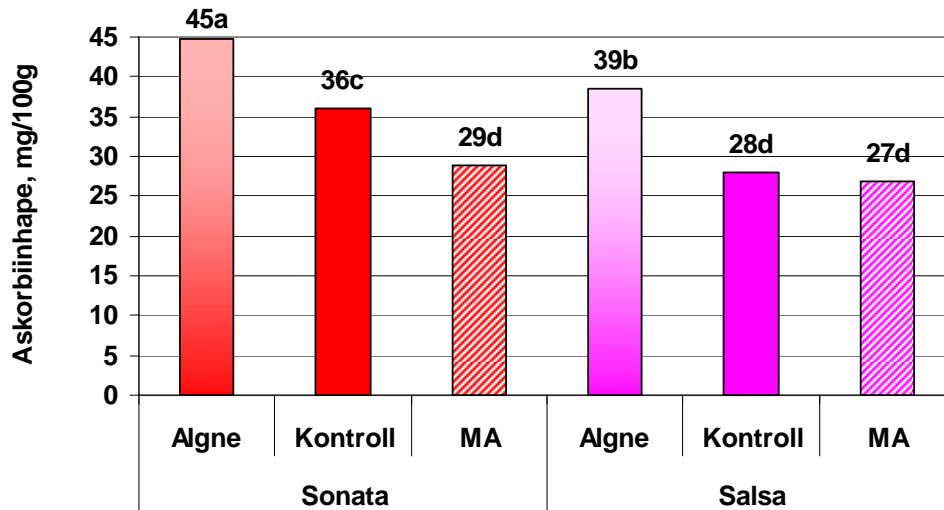
Enne säilitamist oli 'Salsa' mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe võrreldes 'Sonata' viljadega oluliselt madalam (vastavalt 6,9 ja 10,1) (joonis 68). Kuna mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe näitab kaudselt viljade magusust, siis võib eeldada, et 'Sonata' viljad olid korjamise hetkel mõnevõrra magusamad. Säilituse jooksul käitusid sordid erinevalt: mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe 'Sonata' viljades vähenes, 'Salsa' viljades suurenes. 'Sonata' puhul ei olnud katse lõpuks tava- ja MA- pakendis säilitatud viljade puhul erinevust, 'Salsa' puhul aga oli MA-pakendites säilitatud maasikate mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe katse lõpus suurem kui tava-atmosfääris säilitatud viljades. Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhte alusel võib eeldada, et pärast 6-päevast säilitust olid MA-pakendatud 'Salsa' viljad teiste variantidega võrreldes magusamad.



Joonis 68. Aedmaasikate 'Sonata' ja 'Salsa' mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe enne säilima panekut (algne) ja pärast 6-päevast säilitamist tava-atmosfääris (kontroll) ning modifitseeritud atmosfääriga pakendites (MA) $+3\pm 2^{\circ}\text{C}$ juures. PD 95% = 0,6

Askorbiinhappe (C-vitamiin) sisaldus

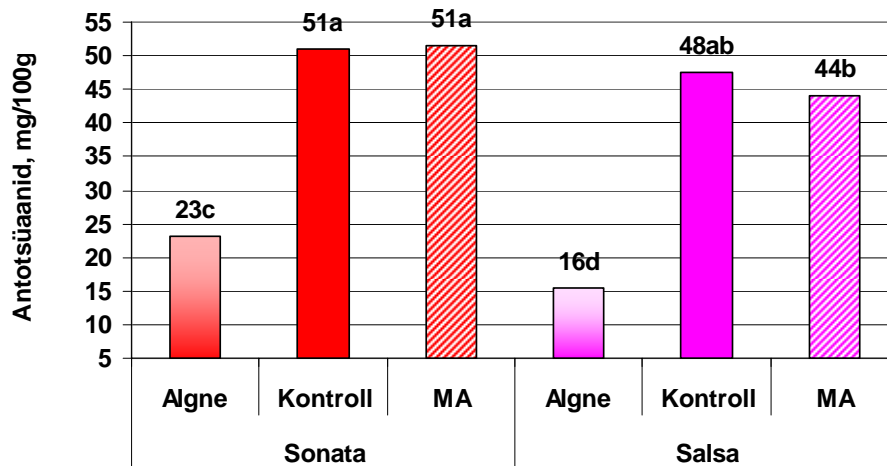
Koristusjärgselt oli 'Sonata' viljade C-vitamiini sisaldus 45 mg/100g ja 'Salsa' viljade C-vitamiini sisaldus statistiliselt oluliselt madalam (39 mg/100g) (joonis 69). C-vitamiini sisaldus vähenes säilituse jooksul mõlema sordi viljades. 'Sonata' puhul oli tava-atmosfääris säilitatud viljades säilinud rohkem C-vitamiini kui MA-pakendites säilitatud viljades. 'Salsa' puhul pakendil olulist mõju ei olnud. Pärast 6-päevast säilitust sisaldasid kõige enam C-vitamiini 'Sonata' tava-atmosfääris säilitatud viljad, 'Sonata' MA-variandi ja 'Salsa' mõlema säilitusvariandi maasikate C-vitamiini sisaldus jäi samale tasemele (27...29 mg/100g).



Joonis 69. Aedmaasikate 'Sonata' ja 'Salsa' askorbiinhappe (C-vitamiini) sisaldus enne säilima panekut (algne) ja pärast 6-päevast säilitamist tava-atmosfääris (kontroll) ning modifitseeritud atmosfääriga pakendites (MA) +3±2°C juures. PD 95% = 3.

Antotsüaanide sisaldus

Katse alguses oli 'Salsa' maasikate antotsüaanide sisaldus vaid 16 mg/100g (joonis 70). 'Sonata' viljade antotsüaanide sisaldus oli oluliselt kõrgem: 23 mg/100g. 6-päevase säilitusperioodi jooksul toimus mõlema sordi maasikates sõltumata pakendi tüübist oluline antotsüaanide sisalduse tõus. Katse lõpuks sisaldasid 'Salsa' maasikad antotsüaane keskmiselt 46 mg/100g ja 'Sonata' maasikad 51 mg/100 g.



Joonis 70. Aedmaasikate 'Sonata' ja 'Salsa' antotsüaanide sisaldus enne säilima panekut (algne) ja pärast 6-päevast säilitamist tava-atmosfääris (kontroll) ning modifitseeritud atmosfääriga pakendites (MA) +3±2°C juures. PD 95% = 6.

Kokkuvõte

2012. a. katse tulemused näitasid, et antud tingimustes (6 ööpäeva $+3\pm 2^{\circ}\text{C}$ juures) oli 'Salsa' maasikate säilivus tava-atmosfääris isegi parem kui 'Sonata' maasikate säilivus, kuna selle aja jooksul ei riknenud ühtki 'Salsa' vilja. Tava-atmosfääris säilitatud 'Sonata' ja 'Salsa' vilja tugevus ja mahla kuivaine ning orgaaniliste hapete suhe oli sarnane, kuid 'Salsa' viljad sisaldasid nii enne- kui pärast säilitust vähem C-vitamiini.

Modifitseeritud atmosfääriga pakendites oli 'Salsa' hingamiskiirus väiksem kui 'Sonatal'. 'Sonata' puhul seisnes MA-pakendite mõju eelkõige riknemise vähendamises. 'Salsa' puhul aitas MA paremini säilitada vilja tugevust ja mõjus positiivselt viljade maitsele, kuna mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe oli MA-pakendites säilitatud viljades kõrgem.

2. KATSED AEDVAARIKATEGA

'POLKA' VAARIKATE SÄILIVUS MODIFITSEERITUD ATMOSFÄÄRIGA PAKENDITES

Katsete eesmärk oli välja selgitada remontanitse (taasviljuva) vaarikasordi 'Polka' sügisese saagi säilivus tava- ja modifitseeritud atmosfääris.

Katsete meetodika

'Polka' vaarikad korjati OÜ Kindel Käsi tootmisistandikust 14. septembril 2008 ja pakendati 250-grammistesse kaaneta karpidesse (joonis 71). Vaarikad jahutati ööpäeva jooksul ca 1,6°C-ni, seejärel pakendati ja säilitati 5 päeva. Katsevariandid olid järgmised: 1) **kontroll**: vaarikaid säilitati 250-grammistes kaaneta karpides, kus õhu koostis oli tavapärane; 2) **Xtend**: vaarikad pakendati 4 karbi kaupa (1 kg vilju) spetsiaalselt aedvaarika säilitamiseks välja töötatud Xtend® kilekotti, 3) **LDPE**: vaarikad pakendati 4 karbi kaupa (1 kg vilju) Estikos toodetud 30 µm kilekotti, mis suleti õhukindlalt. 4) **LDPE + gaas**: vaarikad pakendati 4 karbi kaupa (1 kg vilju) Estikos toodetud kilekotti, kuhu lisati gaaside segu koostisega 10% O₂ ja 15% CO₂.

Katse viidi läbi viies korduses, igas korduses oli 1 kg vaarikaid. Karpe kaaluti iga päev ning samuti mõõdeti iga päev O₂ ja CO₂ sisaldust pakendites. Neljandal säilituspäeval tõsteti kõikidest variantidest pooled karbid ööpäevaks soojemasse (+6°C) keskkonda, pooled jäeti sundjahutusega ruumi +1,6°C juurde, et võrrelda kvaliteedi muutusi ööpäevase jaemüügi perioodi jooksul. Viiendal säilituspäeval määrati vaarikatest mahla kuivaine, orgaaniliste hapete, askorbiinhappe- ja antotsüaanide sisaldus (Joonis 72).



Joonis 71. 'Polka' vaarikad enne säilitamist

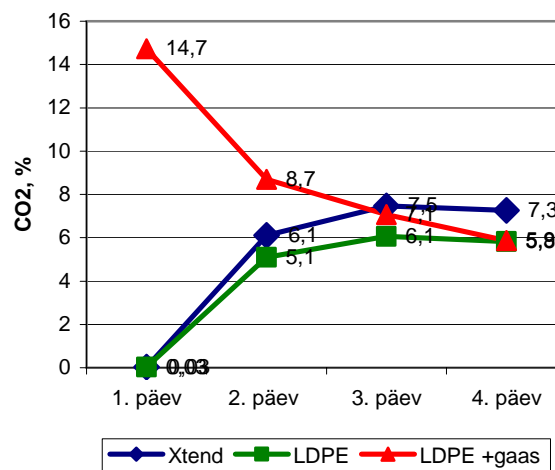
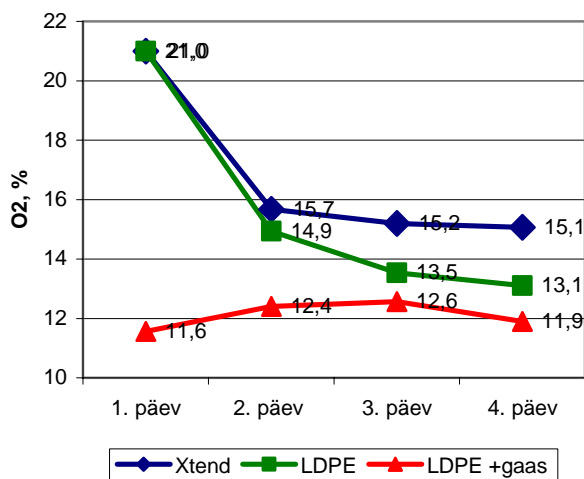


Joonis 72. Spetsialist Kaja Mölder vaarikatest analüüse tegemas.

Tulemused

Gaaside kontsentratsioon pakendites

Mõlemas LDPE – kile variandis jäi hapnikusisaldus katse lõpus madalamale tasemele kui Xtend-kiles (joonis 73). CO₂-sisaldus oli kolmandaks säilituspäevaks kõikides katsevariantides praktiliselt ühesugune, kuid ei tõusnud üheski variandis hahkhallituse mahasurumiseks vajaliku 10%-ni (joonis 74). Ka aktiivselt modifitseeritud variandis osutus kile siiski gaase läbi laskvaks, sest süsihappegaasi sisaldus langes algsest 15%-lt juba teiseks päevaks 8,7%-ni.



Joonis 73. Hapnikusisalduse muutumine aedvaarika 'Polka' 4- päevasel säilitamisel MA pakendites (Xtend kilekott, LDPE kilekott, LDPE +gaas (10% O₂ ja 15% CO₂)) +1,6°C juures.

Joonis 74. CO₂ sisalduse muutumine aedvaarika 'Polka' 4- päevasel säilitamisel MA pakendites (Xtend kilekott, LDPE kilekott, LDPE +gaas (10% O₂ ja 15% CO₂)) +1,6°C juures.

Vaarikate massikadu ja rikkumine

Kontrollvariantides varieerus massikadu katse lõpuks 1,7...2% -ni, Xtend kilepakendites 0,1...0,3% -ni. LDPE kilekottides massikadu ei esinenud. Seega oli massikadu minimaalne ega mõjutanud arvestatavalt vaarikate kvaliteeti säilitusperioodil.

Hahkhallitus nakatab vaarikaid juba õitsemise ajal. 2008. aasta äärmiselt vihmasel suvel (augusti sademete hulk oli 216 mm, mis on kolm korda üle keskmise (79 mm)), oli vaarikate ulatuslik haigestumine hahkhallitusse juba istandikus ilmne. Kuigi katse jaoks valitud vaarikatel ei olnud nähtavaid hahkhallituse märke, olid mõned osaviljad nähtavasti siiski nakatunud. Hahkhallitus suudab areneda isegi nullilähedasel temperatuuril, kuid madalal temperatuuril on areng palju aeglasem. Antud katses ilmnisid hahkhallituse märgid viljadel alles katse lõpus, mil kõigis variantides oli märgata hahkhallituse nakatunud osavilju (joonised 75 ja 76). Hahkhallituse nakatunud viljade hulk varieerus vahemikus 9 - 23%; statistiliselt olulist erinevust säilitusrežiimide vahel ei olnud.



Joonis 75. Xtend kiles 5 päeva +1,6°C juures säilitatud 'Polka' vaarikad.



Joonis 76. Xtend kiles säilitatud 'Polka' vaarikad, mida hoiti 4 päeva +1,6°C ning lisaks 1 ööpäev + 6°C juures.

Muutused 'Polka' vaarikate biokeemilises koostises

5 päeva külmas seisnud vaarikate mahla kuivaine sisaldus kontrollvariandi vaarikates madalam kui LDPE- kiles säilitatud vaarikates (tabel 2). Orgaaniliste hapete sisaldus oli teiste variantidega võrreldes madalam kontrollvariandis ja LDPE+ gaas variandis. Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhtele pakenditel mõju ei olnud. Vaarikate askorbiinhappe sisaldus oli Xtend kiles säilitatud vaarikates madalam kui teistes vaarikates. Antotsüaanide sisaldus oli kontrollvariandi vaarikates ja Xtend kiles säilitatud vaarikates oluliselt kõrgem kui LDPE – kiles säilitatud vaarikates.

Ööpäeva soojas seisnud vaarikate puhul oli mahla kuivaine sisaldus tendentsina kõige kõrgem kontrollvariandi vaarikates, kuigi statistiliselt oluline erinevus oli vaid Xtend-kilega võrreldes (tabel 1). Nimetatud variandis oli orgaaniliste hapete sisaldus teiste variantidega võrreldes kõrgem ja kokkuvõttes olid Xtend kiles säilitatud vaarikad väiksema mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhtega ehk eeldatavasti maitselt hapumad.

Ööpäeva soojas seisnud vaarikate askorbiinhappesisaldus varieerus vahemikus 25-27 mg/100g. Pakendid vaarikate askorbiinhappe sisaldusele mõju ei avaldanud ja 'Polka' vaarikaid võib lugeda heaks C-vitamiini allikaks ka pärast 5-päevast säilitamist.

Ööpäeva soojas olnud viljades jäi teistega võrreldes madalamaks Xtend kiles säilitatud vaarikate antotsüaanide sisaldus. Katse keskmisena oli mõju ka säilitustemperatuuril: ööpäeva soojas hoitud vaarikates oli antotsüaanide sisaldus suurem kui kogu aja külmas seisnud vaarikates.

Tabel 2. Erinevate pakendite mõju 'Polka' vaarikate mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete sisaldusele, nende suhtele, askorbiinhappe ja antotsüaanide sisaldusele pärast 5-päevast säilitamist +1,6 °C juures (külmast) ja 4 päeva +1,6°C ning lisaks 1 ööpäev + 6°C juures säilitamist (soojast).

	Kontroll	Xtend®	LDPE	LDPE+gaas	Keskmine
Mahla kuivaine, %					
Külmast	8,6b	9,3ab	9,7a	9,4ab	9,3A
Soojast	9,2a	8,2b	8,7ab	9,1ab	8,8B
Keskmine	8,9A	8,7A	9,2A	9,2A	
Orgaanilised happed, %					
Külmast	1,54b	1,66a	1,68a	1,53b	1,60A
Soojast	1,50b	1,57a	1,48b	1,50b	1,51B
Keskmine	1,52B	1,61A	1,58A	1,51B	
Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe					
Külmast	5,6bc	5,6bc	5,8ab	6,1ab	5,8A
Soojast	6,2a	5,2c	5,9ab	6,0ab	5,8A
Keskmine	5,9A	5,4B	5,8AB	6,1A	
Askorbiinhape, mg/100g					
Külmast	27a	22b	25a	27a	25A
Soojast	27a	26a	25a	25a	26A
Keskmine	27A	24B	25A	26A	
Antotsüaanid, mg/100g					
Külmast	41a	38a	36b	36b	38B
Soojast	42a	34b	42a	43a	40A
Keskmine	41A	36B	39A	40A	

Kokkuvõte

1. Kuna hahkhallitus ilmnes vaarikatel alles viiendal säilituspäeval, siis võib väita, et +1,6°C säilitustemperatuuril õnnestub 'Polka' vaarikaid ilma nähtavate riknemistunnusteta tavaõhus säilitada 4 päeva.
2. Modifitseeritud atmosfääris säilitamine ei mõjutanud viljade riknemist, kuid mõjutas viljade biokeemilist koostist.
3. 4-päevasele külmas säilitamisele järgnenud ööpäevane jaemüügitingimustes (+6°C) säilitamine vähendas modifitseeritud atmosfääri LDPE-killesse pakendatud 'Polka' vaarikate mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete sisaldust ning suurendas antotsüaanide sisaldust. Seega vaarikate maitse intensiivsus vähenes ja viljad muutusid tumedamaks, mis ei tule niigi tumeda vaarikasordi puhul välimusele kasuks.
4. 5 päeva madalal temperatuuril (+1,6°C) säilitatud vaarikatest olid parima kvaliteediga LDPE – killesse pakendatud viljad, mille antotsüaanide sisaldus oli kontrollvariandi vaarikatest madalam (viljad ei olnud üle küpsenud) ja mahla kuivaine ning orgaaniliste hapete sisaldus olid kõrgemad, viidates vaarikate intensiivsemale maitsele.

AEDVAARIKA 'GLEN AMPLE' SÄILIVUS SÕLTUVALT SÄILITUSTEMPERatuurIST JA MODIFITSEERITUD ATMOSFÄÄRIGA PAKENDITEST

Katsete eesmärk oli välja selgitada aedvaarika 'Glen Ample' säilivus tava- ja modifitseeritud atmosfääris erinevatel säilitustemperatuuridel.

Katsete meetodika

Aedvaarikad 'Glen Ample' korjati OÜ Kindel Käsi tootmisistandikust 30. juulil 2009 450-grammistesse kaaneta karpidesse ning jahutati EMÜ PKI külmhoidlas ööpäeva jooksul vastavalt +1°C või +4°C-ni. Seejärel pakendati vaarikad karbikaupa ning säilitati nimetatud temperatuuridel kokku 3 ööpäeva. Pärast jahedas hoiustamist tõsteti vaarikad pakendatult üheks ööpäevaks +15°C juurde, et jäljendada jaemüügitingimusi.

Pakendamise viisid olid järgmised:

- 5) kontroll: vaarikaid säilitati 450-grammistes kaanega perforeeritud karpides, kus õhu koostis oli tavapärase (joonis 77).
- 6) Xtend kile: vaarikad pakendati kaubamärki Xtend kandvasse kilekotti, mis on Iisraeli ettevõttes Stepac spetsiaalselt aedvaarika säilitamiseks välja töötatud materjal. Kotid suleti otstest kilekeevitusseadmega, et jäljendada pakendamismasinaga (nn. „flowpack“-süsteem pakendamist (joonis 78).
- 7) PP 30: vaarikad pakendati eelpool kirjeldatud viisil Soome firma Muovijaloste poolt turustatavasse 30 – mikromeetri paksusesse polüpropüleen.
- 8) OPP 25: vaarikad pakendati eelpool kirjeldatud viisil Soome firma Muovijaloste poolt turustatavasse 25 – mikromeetri paksusesse spetsiaalse veeauru kondenseerumist takistava kattega (nn. „oriented“) polüpropüleen (joonis 79).

Katse viidi läbi neljas korduses. Iga päev mõõdeti pakenditest O₂ ja CO₂ sisaldust. Katse lõpus määrati vaarikatest vilja tugevus (joonis 80), mahla kuivainet, orgaaniliste hapete, askorbiinhappe- ja antotsüaanide sisaldus. Katse lõpus teostati ka sensoorne analüüs.



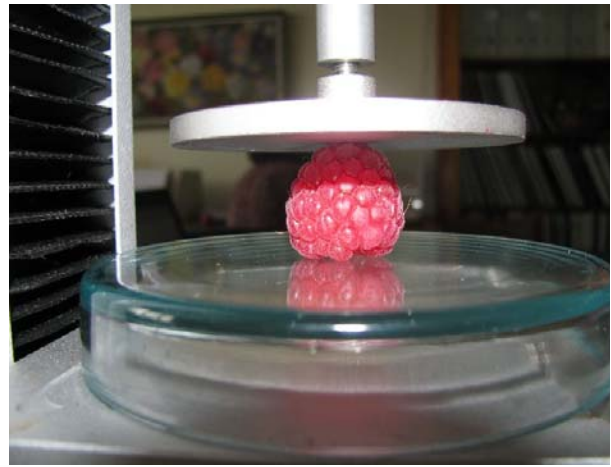
Joonis 77. Kontrollvariandi vaarikad 'Glen Ample'



Joonis 78. Vaarikate pakendamine erinevatesse kilematerjalidesse.



Joonis 79. Vaarikad OPP 25 kiles pärast 3-päevast säilitamist



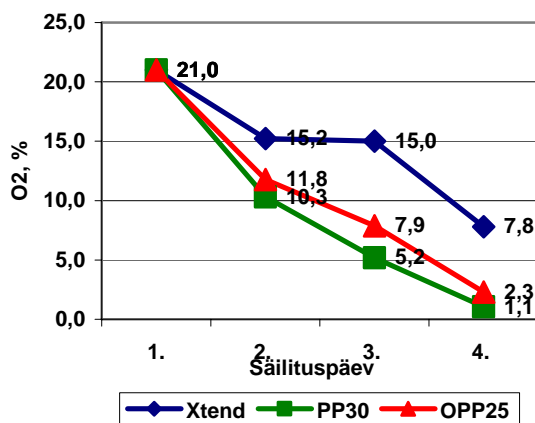
Joonis 80. Vaarika vilja tugevuse mõõtmine

Tulemused

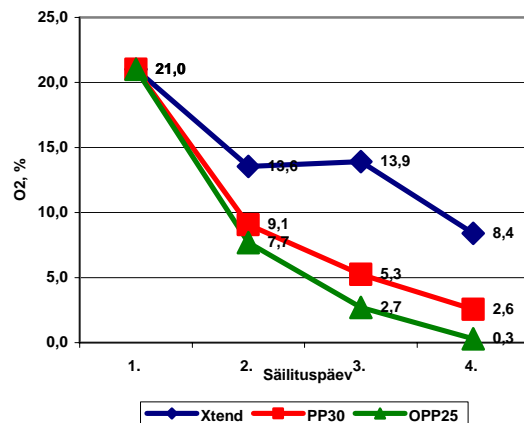
O₂ ja CO₂ sisaldus pakendites

Hapnikusisaldus langes PP ja OPP pakendites juba esimese ööpäeva jooksul vaarikale soovitud tasemeni (10%), mis on positiivne tulemus. Samas selgus, et PP ja OPP pakendid sobivad ainult vaarika säilitamiseks külmhoidlas ega sobi koos pakendiga jaemüüki transportimiseks, kuna temperatuuri tõusmisel +15°C-ni langes hapnikusisaldus vaarikate jaoks liiga madalale. Kõrgemal temperatuuril toimus hapniku vähenemine nähtavasti vaarikate kiirema hingamise tõttu kiiremini ning katse lõpuks tekkis +4°C OPP pakendis anaeroobne keskkond (joonised 81 ja 82).

Xtend kile hapniku läbilaskevõime oli teiste kiledega võrreldes suurem ning nimetatud pakendis jäi hapnikusisaldus ka pärast jaemüügitingimustesse tõstmist 8% piiresse.



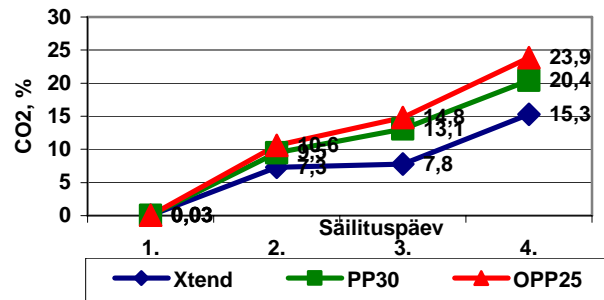
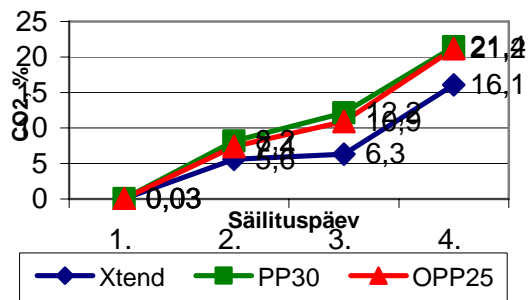
Joonis 81. Hapnikusisaldus pakendites aedvaarika 'Glen Ample' säilitamisel 3 ööpäeva +1°C juures ning ööpäev +15°C juures.



Joonis 82. Hapnikusisaldus pakendites aedvaarika 'Glen Ample' säilitamisel 3 ööpäeva +4°C juures ning ööpäev +15°C juures.

Esimese ööpäeva jooksul tõusis CO₂ sisaldus hahkhallitust maha suruva tasemeni (10%) OPP ja PP kiles +4°C juures (joonised 83 ja 84). Järgneva ööpäeva juures tõusis CO₂ soovitud

tasemeni OPP ja PP pakendites ka +1°C juures. Xtend kiles ei tõusnud süsihappegaasi sisaldus soovitud tasemeni kummalgi temperatuuril. Alles jaemüügingimustes +15°C hakkas CO₂ sisaldus kõigis pakendites kiiresti tõusma, jõudes PP ja OPP pakendites 20% ja Xtend kiles 15% piiresse.

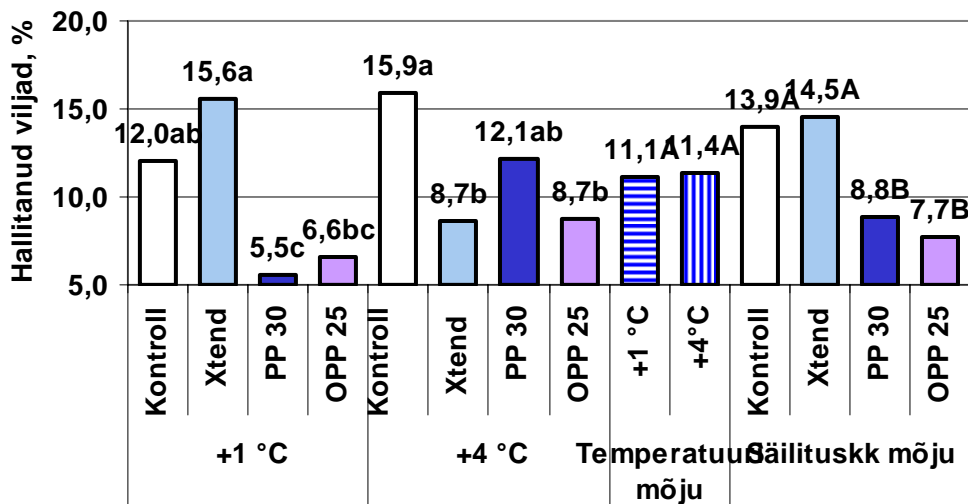


Joonis 83. CO₂ sisaldus pakendites aedvaarika 'Glen Ample' säilitamisel 3 ööpäeva +1°C juures ning ööpäev +15°C juures.

Joonis 84. CO₂ sisaldus pakendites aedvaarika 'Glen Ample' säilitamisel 3 ööpäeva +4°C juures ning ööpäev +15°C juures.

Viljade riknemine

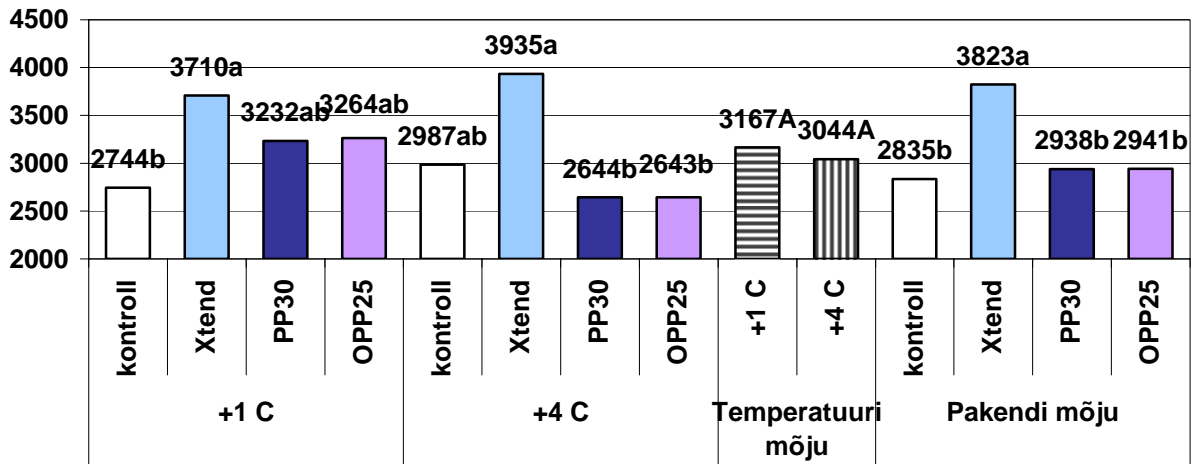
Pärast 3- ööpäevast säilitamist külmhoidlas ning seejärel ööpäevast säilitamist +15°C juures varieerus hallitanud viljade osakaal pakendites 5,5 ja 15,6 % vahel (joonis 85). Madalamal temperatuuril säilitatud vaarikate seas oli hallitanud viljade hulk oluliselt väiksem PP ja OPP kilesse pakendatud vaarikate puhul; +4°C juures OPP 25 ja Xtend kilel. Katse keskmisena jäi hallitanud viljade hulk võrreldes kontrollvariandiga ja Xtend kilega peaaegu poole madalamaks PP30 ja OPP kiledes, kus oli ka kõige kõrgem CO₂ sisaldus. Säilitustemperatuuril katse keskmisena mõju ei olnud, mis viitab sellele, et CO₂ sisaldus pakendis mõjutab hallituse arengut enam kui säilitustemperatuur.



Joonis 85. Aedvaarika 'Glen Ample' riknemine (nakatumine hahkhallitusse) sõltuvalt pakendamiseviisist ja säilitustemperatuurist pärast 3- ööpäevast säilitamist külmhoidlas ning seejärel ööpäevast säilitamist +15°C juures. PD variandile =5,5; säilitustemperatuurile=2,8 ning pakendamiseviisile = 3,9.

Vilja tugevus

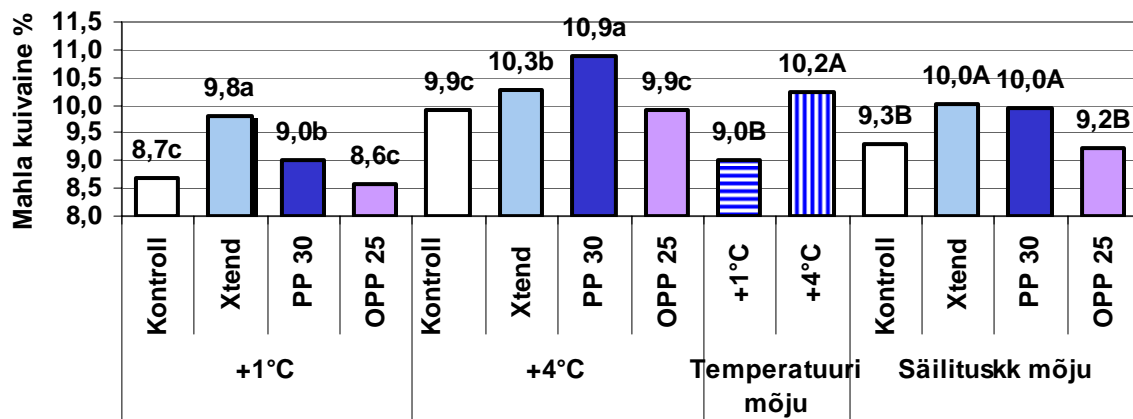
Vaarikate vilja tugevus varieerus vahemikus 2644...3935 mN (joonis 86). +1°C juures säilitades olid Xtend kiles olnud vaarikad kontrollvariandiga võrreldes tugevamad ning +4°C juures oluliselt tugevamad kui PP30 ja OPP25 variantides. Katse keskmisena oli Xtend kiles säilinud vaarikate tugevus oluliselt suurem kui kontrollvariandis või teistes pakendites. Säilitustemperatuuril katse keskmisena vaarikate tugevusele mõju ei olnud.



Joonis 86. Aedvaarika 'Glen Ample' vilja tugevus, mN, sõltuvalt pakendamiseviisist ja säilitustemperatuurist pärast 3- ööpäevast säilitamist külmhoidlas ning seejärel ööpäevast säilitamist +15°C juures.

Mahla kuivaine sisaldus

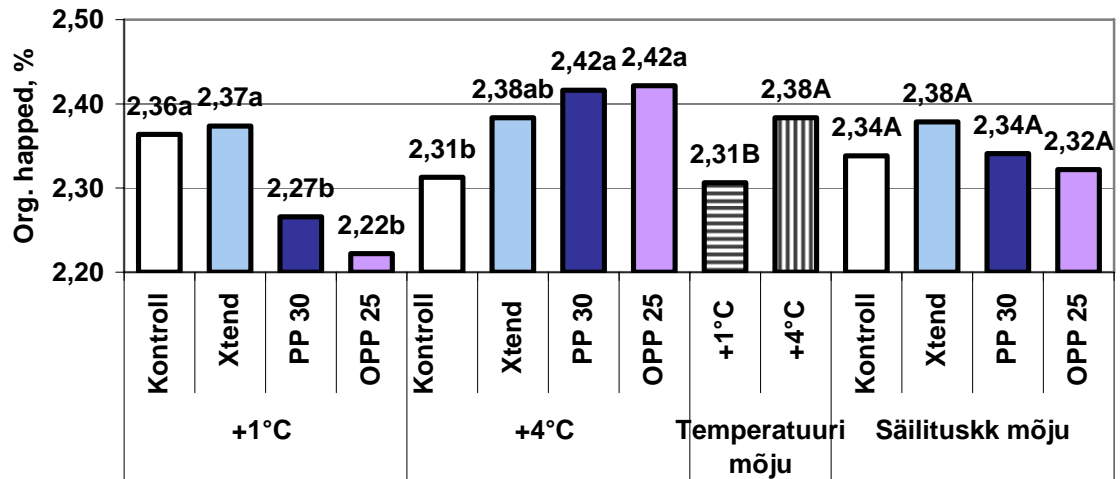
Katse lõpul varieerus vaarikate mahla kuivaine sisaldus vahemikus 8,7...10,9% (joonis 87). +1°C juures oli rohkem mahla kuivainet Xtend kiles säilitatud vaarikates, +4°C juures ning katse keskmisena aga PP30 ning Xtend pakendites säilitatud viljades. Katse keskmisena oli oluline mõju ka säilitustemperatuuril: soojemas hoitud vaarikates oli rohkem mahla kuivainet, mis viitab vaarikate küpsemise jätkumisele.



Joonis 87. Aedvaarika 'Glen Ample' mahla kuivaine sisaldus sõltuvalt pakendamiseviisist ja säilitustemperatuurist pärast 3- ööpäevast säilitamist külmhoidlas ning seejärel ööpäevast säilitamist +15°C juures. PD variandile =0,3; säilitustemperatuurile=0,1 ning pakendamiseviisile = 0,2.

Orgaaniliste hapete sisaldus

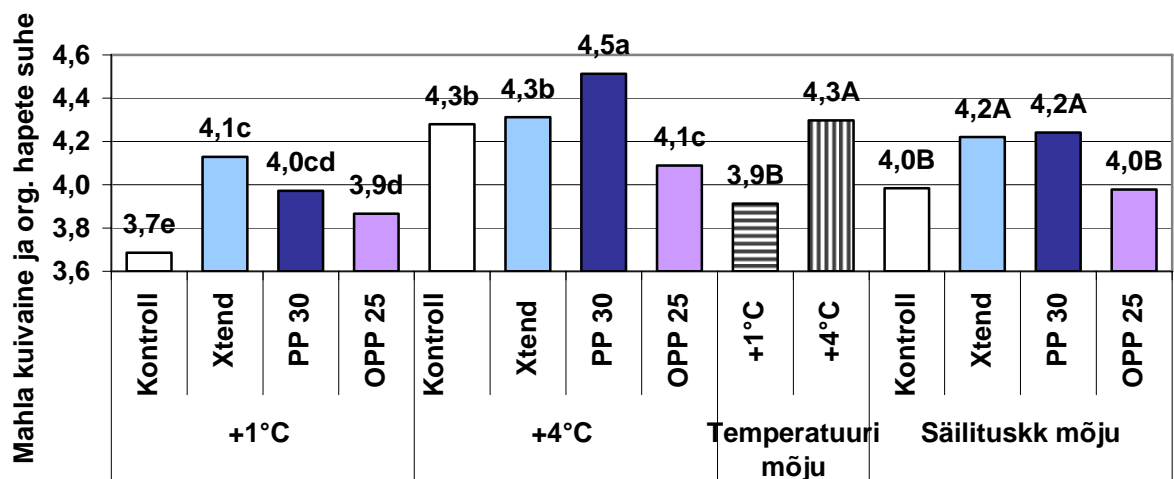
Orgaanilisi happeid mõjutas eelkõige säilitustemperatuur: jahedamas temperatuuris oli orgaanilisi happeid oluliselt vähem kui soojemas (joonis 88). Pakkematerjali mõju sõltus samuti temperatuurist: +1°C juures oli orgaanilisi happeid vähem PP30 ja OPP25 kiles ja +4°C juures kontrollvariandis.



Joonis 88. Aedvaarika 'Glen Ample' orgaaniliste hapete sisaldus sõltuvalt pakendamiseviisist ja säilitustemperatuurist pärast 3- ööpäevast säilitamist külmhoidlas ning seejärel ööpäevast säilitamist +15°C juures. PD variandile =0,10; säilitustemperatuurile=0,05 ning pakendamiseviisile = 0,07.

Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe

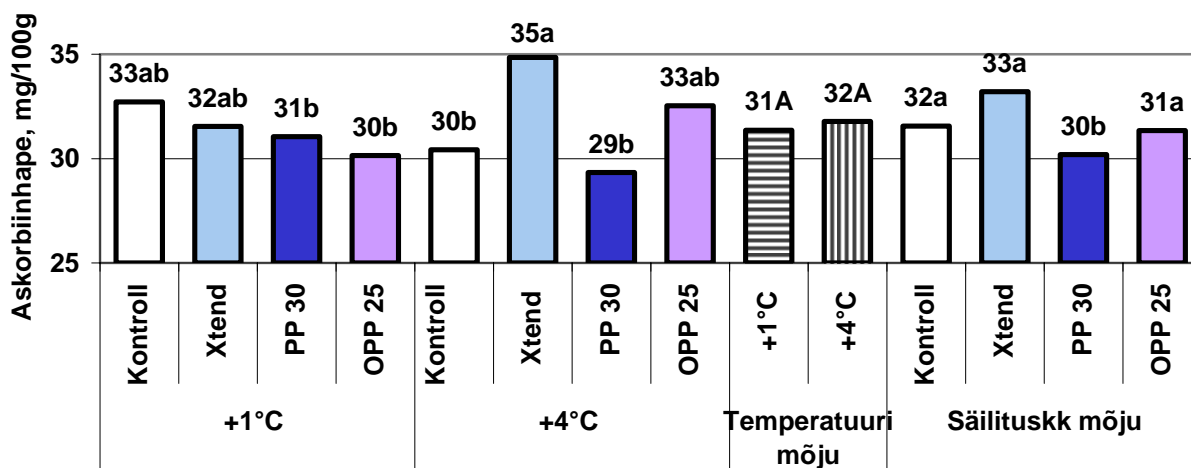
Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe sõltus samuti eelkõige temperatuurist: +4°C juures oli suhe oluliselt kõrgem (joonis 89) ehk vaarikad olid eeldatavalt magusama maitsega. +1°C juures olid kõige madalama mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhtega kontrollvariandi vaarikad ning +4°C juures OPP 25 pakendi vaarikad. Katse keskmisena säilis vaarika magusus paremini Xtend ja PP30 pakendis.



Joonis 89. Aedvaarika 'Glen Ample' mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe sõltuvalt pakendamiseviisist ja säilitustemperatuurist pärast 3- ööpäevast säilitamist külmhoidlas ning seejärel ööpäevast säilitamist +15°C juures. PD variandile =0,2; säilitustemperatuurile=0,1 ning pakendamiseviisile = 0,1.

Askorbiinhappe sisaldus

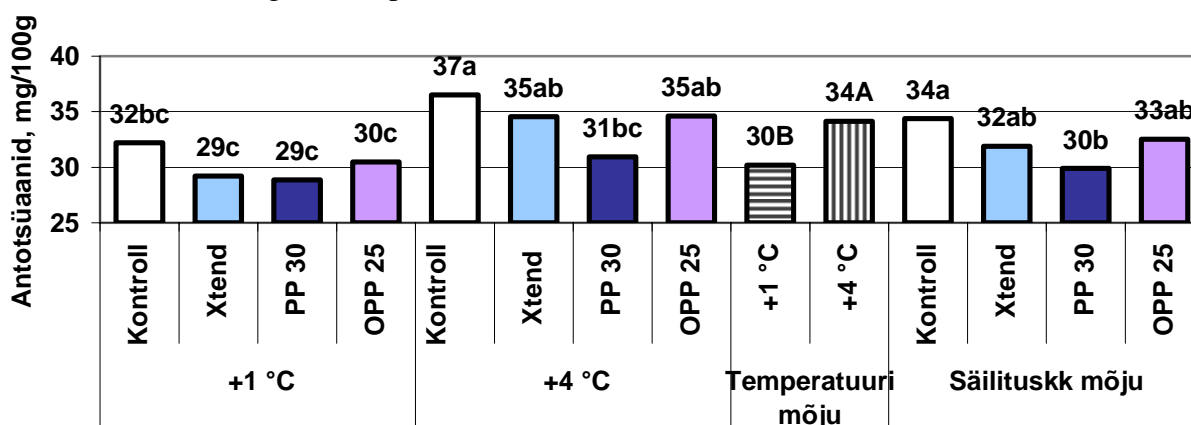
Vaarikate askorbiinhappesisaldust mõjutavad nii säilitustemperatuur kui ka pakendid suhteliselt vähe: katse keskmisena oli vaid PP30 pakendis säilitatud vaarikate askorbiinhappesisaldus teiste variantidega võrreldes madalam (joonis 90). +1°C juures säilitatud pakendites vaarikate askorbiinhappesisalduses usutavaid erinevusi ei olnud; +4°C juures säilitatutest oli võrreldes kontrollvariandiga ja PP 30 variandiga suurema askorbiinhappesisaldusega Xtend kiles säilitatud vaarikad.



Joonis 90. 'Glen Ample' vaarikate askorbiinhappesisaldus sõltuvalt pakendamiseviisist ja säilitustemperatuurist pärast 3- ööpäevast säilitamist külmhoidlas ning seejärel ööpäevast säilitamist +15°C juures. PD variandile =4; säilitustemperatuurile=2 ning pakendamiseviisile = 3.

Antotsüaanide sisaldus

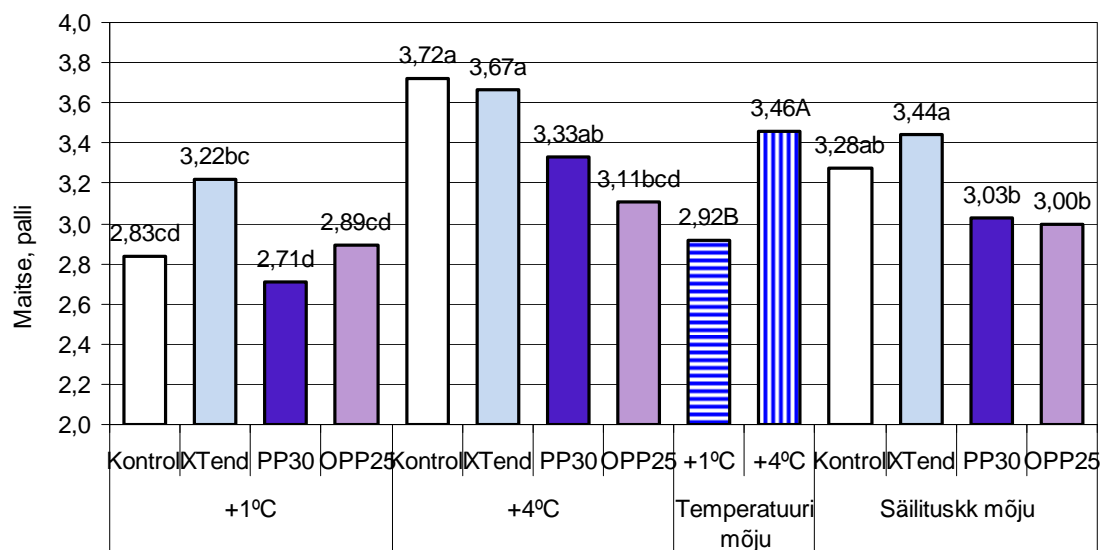
Antotsüaanide sisaldus sõltus nii säilitustemperatuurist kui ka pakendist: katse keskmisena oli +4°C juures säilitatud vaarikates antotsüaanide oluliselt rohkem kui +1°C säilinud vaarikates (joonis 91). +1°C juures säilitatud pakendites vaarikate antotsüaanide sisalduses olulisi erinevusi ei olnud; +4°C juures säilitatutest oli võrreldes kontrollvariandiga väiksema antotsüaanide sisaldusega PP 30 pakendis säilitatud vaarikad.



Joonis 94. Aedvaarika 'Glen Ample' antotsüaanide sisaldus sõltuvalt pakendamiseviisist ja säilitustemperatuurist pärast 3- ööpäevast säilitamist külmhoidlas ning seejärel ööpäevast säilitamist +15°C juures. PD variandile =5; säilitustemperatuurile=2 ning pakendamiseviisile = 3.

Vaarika sensoersed omadused

Vaarikate välimuses ja lõhnas sensoorse analüüsi tulemusel statistiliselt olulisi erinevusi ei leitud. Vaarika maitse sõltus eelkõige säilitustemperatuurist: kõik vaarikad, välja arvatud OPP 25-kile variant, olid parema maitsega +4°C juures säilinult (joonis 95). Pakkematerjalil oli samuti oluline mõju: madalamal temperatuuril olid Xtend - kilesse pakendatud vaarikad parema maitsega kui OPP 25 variandi vaarikad; +4°C juures olid nii kontrollvariandi- kui Xtend-kilesse pakendatud vaarikad parema maitsega kui OPP 25 variandi vaarikad.



Joonis 95. Aedvaarika 'Glen Ample' maitse sensoorsel hindamisel sõltuvalt pakendamiseviisist ja säilitustemperatuurist pärast 3- ööpäevast säilitamist külmhoidlas ning seejärel ööpäevast säilitamist +15°C juures. 1- väga halb; 2- halb; 3 – keskpärane; 4- hea; 5 – väga hea.

Kokkuvõte

CO₂ sisaldus tõusis hahkhallituse mahasurumiseks vajaliku koguseni (vähemalt 10%), PP ja OPP pakendites +4°C juures ühe ööpäeva jooksul, +1°C juures kahe ööpäeva jooksul ning Xtend pakendites alles pakendite tõstmisel jaemüügitingimustesse +15°C juurde. Samas tekkis OPP ja PP pakendites jaetingimustes anaeroobne keskkond.

Vaarikate rikkumine oli oluliselt väiksem OPP ja PP pakendites, kus süsihappegaasi sisaldus kiiresti tõusis.

Xtend kiles säilinud vaarikad olid oluliselt tugevamad kui teistes pakendites säilinud vaarikad. Kolmekraadine säilitustemperatuuri erinevus ei mõjutanud vaarikate nakatumist hahkhallitusse ega viljade tugevust.

Sensoorse analüüsi tulemused näitasid, et tarbija hindas + 4°C säilinud vaarikaid välimusest ja maitsest paremateks kui +1°C juures säilinud vaarikaid.

+ 4°C juures OPP ja PP pakenditesse tekkinud anaeroobne keskkond mõjus vaarikate maitsele halvasti ning sensoorsel analüüsil said paremad hinnangud tavaõhus ja Xtend kiles säilinud vaarikad.

Võttes arvesse nii säilitustemperatuuri kui pakendit, olid kõige parema kvaliteediga +4°C juures Xtend kilesse pakendatud vaarikad. Kontrollvariandis +4°C juures säilitatud vaarikad ei erinenud Xtend kilesse pakendatutest maitse ja lõhna ning antotsüaanide ja orgaaniliste hapete sisalduse poolest, kuid Xtend kiles oli hallitanud vilju poole vähem ning askorbiinhapet ja mahla kuivainet oli säilinud rohkem.

3. KATSED KULTUURMUSTIKATEGA

AHTALEHISE MUSTIKA JA HÜBRIIDSORDI 'NORTHBLUE' KVALITEET MODIFITSEERITUD ATMOSFÄÄRIS SÄILITAMISEL

Katse eesmärgiks oli välja selgitada sobilik modifitseeritud atmosfääri keskkond ja optimaalne säilitusaeg ahtalehisele mustikale ja Eestis kõige enam levinud mustika hübriidsordile 'Northblue'.

Katseteetodika

Ahtalehise mustika ja mustikasordi 'Northblue' marjad korjati 2008. aasta 6. augustil Marjasoo talu istandikest Tartumaal. Pärast marjade korjamist need jahutati ja jaotati perforereeritud plastikkarpidesse, igasse 200 g mustikaid. Säilituskatse variandid olid järgmised:

- 1) kontroll: mustikaid säilitati tavaõhus plastikkarpides (joonis 96).
Järgnevad variandid on kõik MA (modifitseeritud atmosfääri) pakendid, millest esimeses on tegemist atmosfääri passiivse modifitseerimisega (O_2 ja CO_2 sisaldus modifitseerus viljade hingamise käigus) ning kolmandas ja neljandas variandis atmosfääri aktiivse modifitseerimisega (gaaside segu pakendisse lisati inimeste poolt).
- 2) mustikad pakendati 4 karbi kaupa Eestis toodetud LDPE kilekotti (paksus 0,03mm, mõõtmetega 41x52cm), mis suleti õhukindlalt.
- 3) mustikad pakendati 4 karbi kaupa Iisraeli ettevõttes Stepac toodetud Xtend kaubamärki kandvasse kilekotti (mõõtmetega 40x30x15 cm, spetsiaalselt välja töötatud mustikate säilitamiseks), mis suleti õhukindlalt (joonis 97).
- 4) mustikad pakendati 4 karbi kaupa Iisraeli ettevõttes Stepac toodetud Xtend kilekotti, millesse lisati gaasisegu (5% O_2 ja 5% CO_2) ning seejärel suleti õhukindlalt.



Joonis 96. Kontrollvariandi mustikad pakendati perforereeritud plastkarpidesse.



Joonis 97. Ahtalehine mustikas Xtend kilekotis.

Joonistel ja tabelites kasutatud lühendite selgitused:

- A** - ahtalehine mustikas, näit vahetult pärast koristamist, enne säilima panekut
AK - ahtalehine mustikas, kontrollvariant, marjad säilitati karpi pakendatult
AE - ahtalehine mustikas, modifitseeritud atmosfääris, marjad karpidega Eestis valmistatud LDPE kilekotis
AXtend - ahtalehine mustikas, modifitseeritud atmosfääris, marjad karpidega Xtend kilekotis
AXtendG - ahtalehine mustikas, modifitseeritud atmosfääris, marjad karpidega Xtend kilekotis, millesse lisati gaasisegu.
- N** - sort 'Northblue', näit vahetult pärast koristamist, enne säilima panekut
NK - sort 'Northblue', kontrollvariant, marjad säilitati karpi pakendatult
NE - sort 'Northblue', modifitseeritud atmosfääris, marjad karpidega Eestis valmistatud kilekotis
NXtend - sort 'Northblue', modifitseeritud atmosfääris, marjad karpidega Xtend kilekotis
NXtendG - sort 'Northblue', modifitseeritud atmosfääris, marjad karpidega Xtend kilekotis, millesse lisati balloonest gaaside segu koostisega 5% O₂ ja 5% CO₂.

Igas katsevariandis oli 24 karpi mustikaid: üheks korduseks loeti üks karp, variandis 4 kordust, katse kestvuseks planeeriti maksimaalselt 6 nädalat. Säilituskambri temperatuur oli keskmiselt +2°C, õhuniiskus 80%.

Mõõtmised ja analüüsid

Kilekottides mõõdeti O₂ ja CO₂ sisaldust, kasutades seadet „OXYBABY”. Keemilised analüüsid (mass, vilja kuivaine, mahla kuivaine, antotsüaanide ja orgaaniliste hapete sisaldus) määrati enne säilima panekut ja säilitusperioodil kord nädalas. Aruandes on kokkuvõtlikult näidatud keemilise koostise näidud säilitusperioodi algul ja lõpus. Marjade riknemise määramiseks hinnati viljade pehmeks muutumist (5-pallilise skaalaga: 1 = viljad ei ole pehmemaks muutunud, 5= viljad on väga pehmed) ning hahkhallitusse nakatunud viljade osakaal (%).

Tulemused

Mustikate kvaliteedinäitajad enne säilitamist

Ahtalehise mustika viljad sisaldasid katse alguses oluliselt rohkem vett ja kuivaine sisaldus oli võrreldes sordiga 'Northblue' väiksem (tabel 3). Mahla kuivaine sisalduses erinevusi ei olnud. Orgaanilisi happeid oli rohkem 'Northblue' marjades. Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe oli ahtalehise mustika viljades üle nelja korra kõrgem, seega olid viljad maitset magusamad kui sordil 'Northblue'. Antotsüaanide sisaldus oli samuti kõrgem ahtalehisel mustikal.

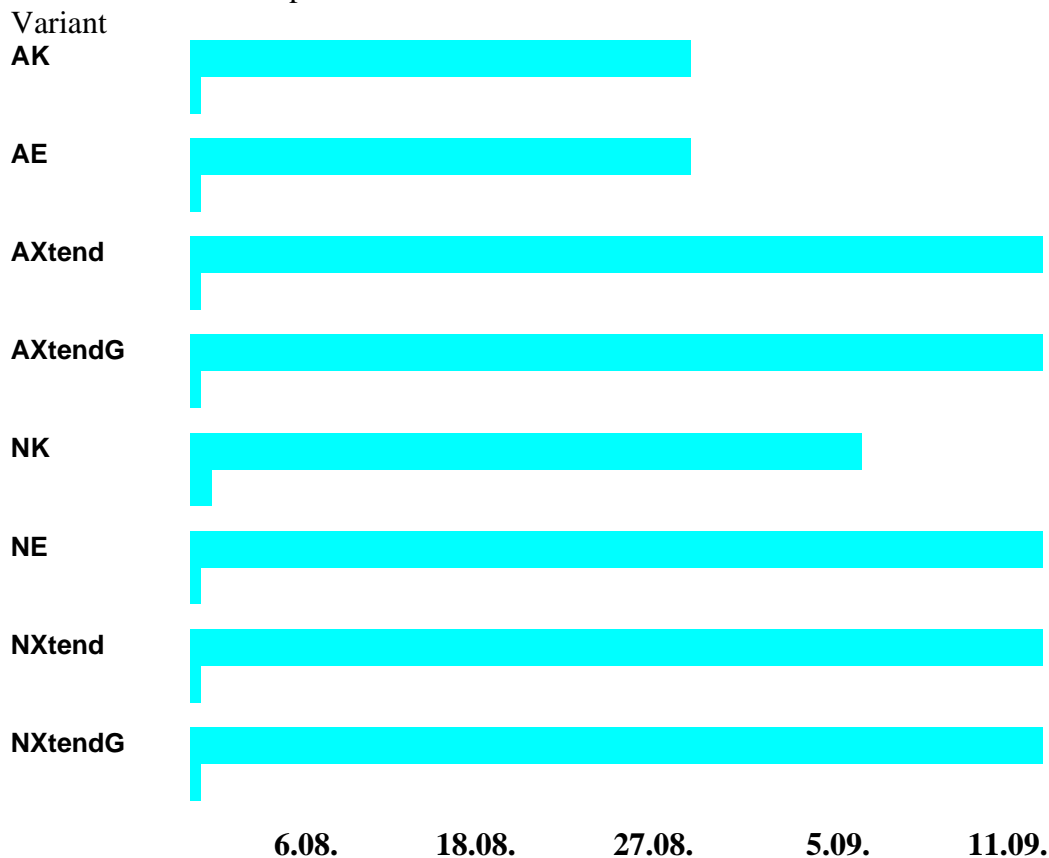
Tabel 3. Ahtalehise mustika ja poolkõrge kasvuga mustikasordi 'Northblue' viljade kuivaine, mahla kuivaine, orgaaniliste hapete ja antotsüaanide sisaldused enne marjade säilitamist

Variant	Vilja kuivaine, %	Mahla kuivaine, %	Orgaanilised happed, %	Mahla kuivaine ja org. hapete suhe	Antotsüaanide sisaldus, mg/100g
Ahtalehine mustikas	13,6	13,1	0,2	87,6	53,2
'Northblue'	13,1*	13,4	0,7*	20,2*	41,4*
PD95%	0,2	0,4	0,1	5,6	1,4

Mustikate riknemine

Kontrollvariandi ja LDPE kilekotti pakendatud viljad säilisid ahtalehise mustika puhul kõige lühemat aega, kokku 3 nädalat (joonis 98). Pikemat aega säilisid karpides Xtend kilesse

pakendatud marjad. Sordi 'Northblue' puhul säilisid kilesse pakkimata marjad 30 päeva, kilesse pakitult pikenes säilivus nädala võrra. Sama kaua (5 nädalat) säilisid ahtalehise mustika Xtend kilesse pakendatud variandid. Gaasikeskkonna aktiivne modifitseerimine mustikate säilivust ei parandanud.

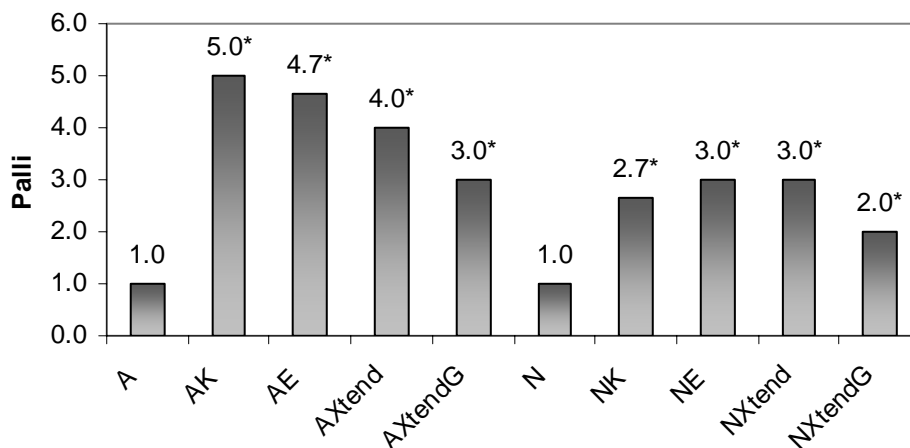


Joonis 98. Kultuurmustikate (A-ahtalehine; N-'Northblue') säilivus +2°C juures sõltuvalt pakendist (K-kontrollvariant, tavaõhk; E- LDPE kilekott; Xtend - Xtend kilekott, passiivselt modifitseeritud atmosfäär; XtendE - Xtend kilekott, aktiivselt modifitseeritud atmosfäär).

Mustikate kvaliteedikao põhjused

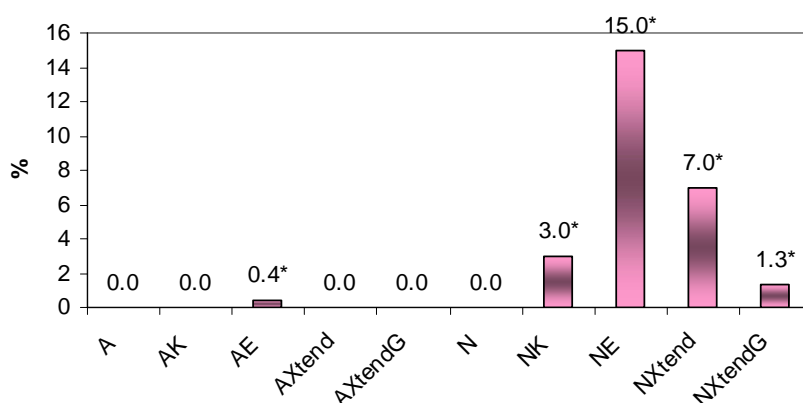
Marjade säilitamisel on tajutavaks kvaliteedi languse tunnuseks viljade närtsimine, pehmeks muutumine või nakatumine hahkhallitusse. Katses silmaga nähtavat marjade närtsimist ei täheldatud. Ahtalehise mustika viljad muutusid aja säilitamisel pehmemaks kõikides variantides, eelkõige kontrollvariandis ja aktiivselt modifitseeritud atmosfääriga variantides (joonis 99). 'Northblue' viljad pehmenesid küll vähem, kuid koristusjärgse kõvadusega võrreldes muutusid viljad pehmemaks kõikide säilitusviiside puhul (joonis 99). Mõlema mustikataksoni marjade kõvadus muutus säilitusel kõige vähem aktiivselt modifitseeritud atmosfääri korral.

Sordi 'Northblue' rikkemise peamiseks põhjuseks katses oli aga hahkhallitusse nakatumine, mida esines kõigis säilitusvariantides (joonis 100). Ahtalehisel mustikal esines haigestumist oluliselt vähem, ainult LDPE kilesse pakendatud viljad nakatusid vähesel määral.



Joonis 99. Ahtalehise mustika ja sordi 'Northblue' viljade pehmenemine sõltuvalt säilitusviisist.

A-ahtalehine mustikas enne säilitamist, N-'Northblue' enne säilitamist; järgnevad variandid pärast säilitamist: K-kontrollvariant, tavaõhk; E- LDPE kilekott; Xtend - Xtend kilekott, passiivselt modifitseeritud atmosfäär; XtendE - Xtend kilekott, aktiivselt modifitseeritud atmosfäär. Pehmenemise hindamiseks kasutati 5-pallist skaalat, kus 1 = viljad ei ole pehmemaks muutunud, 5= viljad on väga pehmed. PD95%=0,5

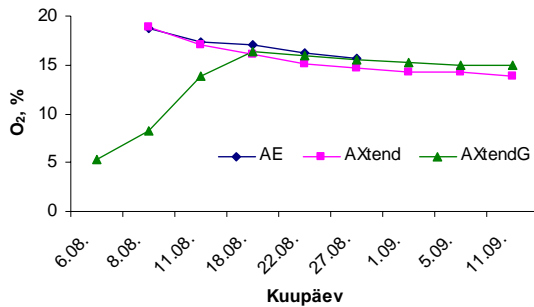


Joonis 100. Ahtalehise mustika ja sordi 'Northblue' nakatumine (%) hahkhallitusse sõltuvalt säilitusviisist. A-ahtalehine mustikas enne säilitamist, N-'Northblue' enne säilitamist; järgnevad variandid pärast säilitamist: K-kontrollvariant, tavaõhk; E- LDPE kilekott; Xtend - Xtend kilekott, passiivselt modifitseeritud atmosfäär; XtendE - Xtend kilekott, aktiivselt modifitseeritud atmosfäär. PD95%=0,5

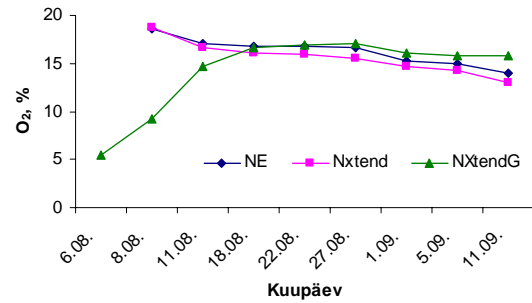
Gaasikeskkonna muutumine pakendites

Kolmenädalase säilitusperioodi jooksul langes hapnikusisaldus LDPE –kilesse pakendatud ahtalehise mustika puhul 15,7%-ni ning CO₂ sisaldus tõusis 3,4%-ni (joonised 101 ja 102). Viienädalase säilitamise järel langes O₂ sisaldus passiivselt modifitseeritud Xtend kotis 13,9%-ni ja aktiivselt modifitseeritud atmosfääriga Xtend kilekotis 15,0%-ni. Sordi 'Northblue' marjad kasutasid ära rohkem hapnikku kui ahtalehise mustika viljad (joonis 102).

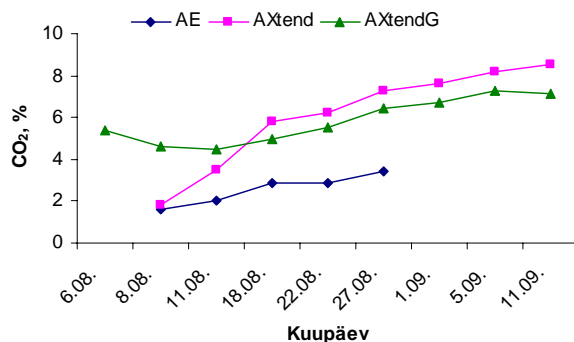
Viienädalase säilitamise järel LDPE kilekotis langes hapnikusisaldus 14%-ni, Xtend kiles 13,0%-ni ja aktiivselt modifitseeritud atmosfääriga kilekotis 15,8%-ni. Süsihappegaasi sisaldus suurenes järjepidevalt, tõustes Xtend kiles kõige kõrgemaks - 9,3%-ni (joonis 103). Mõlema mustikataksoni puhul hingasid vähem intensiivselt modifitseeritud atmosfääriga Xtend kilekotis olnud marjad.



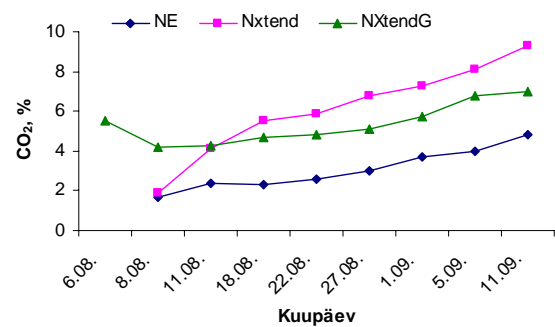
Joonis 101. Hapnikusisalduse muutumine ahtalehise mustika säilitamisel sõltuvalt modifitseeritud atmosfääriga pakendist.



Joonis 102. Hapnikusisalduse muutumine sordi 'Northblue' säilitamisel sõltuvalt modifitseeritud atmosfääriga pakendist.



Joonis 103. Süsihappegaasi sisalduse muutumine ahtalehise mustika säilitamisel sõltuvalt modifitseeritud atmosfääriga pakendist.



Joonis 104. Süsihappegaasi sisalduse muutumine poolkõrge mustikasordi 'Northblue' säilitamisel sõltuvalt modifitseeritud atmosfääriga pakendist.

Muutused mustikate biokeemilises koostises

Nii ahtalehise mustika kui ka 'Northblue' puhul langes mahla kuivaine sisaldus LDPE kilekotis säilinud mustikates. Orgaaniliste hapete sisaldus suurenes mõlema taksoni puhul esialgsuga võrreldes oluliselt Xtend kilekotti pakendatud viljades. Orgaaniliste hapete ja mahla kuivaine suhte võrdlus näitas, et ahtalehise mustika marjad olid oluliselt magusamad kui sordil 'Northblue'. Säilimisel muutus mustikate maitse hapumaks kõikides kilekottides. Erinevatest kilekottidest tingitud varieerumist ei täheldatud kummagi mustika puhul. Antotsüaanide sisaldus tõusis säilituse jooksul kõikides katsevariantides mõlema mustikataksoni viljades. Seega muutusid mustikad säilitades tumedamaks. Ahtalehise mustika puhul suurenes antotsüaanide hulk kõige enam, ligi 3 korda, kontrollvariandis. LDPE kiles suurenes antotsüaanide sisaldus 81% ja Xtend kilekoti kasutamisel suurenes antotsüaanide sisaldus ca 2 korda. Sordil 'Northblue' säilitusvariantide vahel olulisi erinevusi ei leitud, kuid keskmiselt suurenes antotsüaanide sisaldus säilitamisel 2,5 korda.

Kokkuvõte

- Ahtalehise mustika riknemise peamiseks põhjuseks oli viljade pehmenemine, poolkõrge kasvuga mustikasordil 'Northblue' aga haigestumine hahkhallitusse.
- Tavalise õhu koostise juures säilisid ahtalehise mustika viljad 3 nädalat, karpidega Xtend kilesse pakendatud marjad 5 nädalat. LDPE kile ahtalehise mustika säilivust ei pikendanud.
- Sort 'Northblue' oli parema säilivusega: kontrollvariandi marjad säilisid 5 nädalat, Xtend kilesse pakitult 6 nädalat.
- Modifitseeritud gaasikeskkond aitas kaasa hingamisprotsesside allasurumisele viljade säilitamisel. Erinevatel kilematerjalidel gaasilise keskkonna koostisele mõju ei olnud.
- Mustikate keemiline koostis muutus säilitamisel, antotsüaanide sisaldus suurenes ja viljad muutusid maitselt hapumaks.

4. KATSED ÕUNTEGA

EESTIMAISTE ÕUNTE SÄILIVUS KONTROLLITUD ATMOSFÄÄRIS

Katsete eesmärk oli välja selgitada Eestis kasvatatud õunte sobivus kontrollitud atmosfääris säilitamiseks, seejuures selgitada välja erinevatele sortidele sobilik gaasirežiim ja säilitusperioodi pikkus.

Katsete meetodika

Õunte säilituskatsed viidi läbi neljal aastal: 2008/2009; 2009/2010; 2010/2011 ja 2011/2012 säilitusperioodil. Aastate jooksul uuriti 11 õunasordi säilivust (tabel 4). Kontrollvariandi õunu säilitati Eesti Maaülikooli PKI Tõnissoni hoidlas, kus õhutemperatuur oli $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ ja suhteline õhuniiskus kõikus vahemikus 85...95%. Kontrollitud atmosfääri variante säilitati Polli Aiandusuuringute Keskuse kontrollitud atmosfääriga katsekambrites (joonis 105). Kontrollitud atmosfääriga hoidla õhutemperatuur oli $+2^{\circ}\text{C}$ ja suhteline õhuniiskus 98%. Igas variandis oli kolm kordust, igas korduses ca 10 kg õunu (joonis 106). Kõikidest variantidest säilitati sorte eraldi tavapärase õhu koostisega hoidlas (kontrollvariant) ja kontrollitud atmosfääris erinevatel gaasirežiimidel (tabel 4).

Tabel 4. Erinevatel säilitusperioodidel katses olnud õunasordid ja kasutatud kontrollitud atmosfääri variandid.

Sort	Tootja	Katseaasta	Kontrollitud atmosfääris kasutatud O ₂ ja CO ₂ sisaldus
'Talvenauding' (punane kloon)	Polli AUK	2008/2009	1,5% O ₂ :1,5% CO ₂ 3% O ₂ :1,5% CO ₂
	Polli AUK	2009/2010	1,5% O ₂ :1,5% CO ₂
	Halika Õunatalu	2010/2011	2% O ₂ :0,5% CO ₂
'Antei'	Polli AUK	2008/2009	1,5% O ₂ :1,5% CO ₂ 3% O ₂ :1,5% CO ₂
	Polli AUK	2009/2010	1,5% O ₂ :1,5% CO ₂
	'Krista'	Polli AUK	2008/2009
Polli AUK		2009/2010	1,5% O ₂ :1,5% CO ₂
'Katre'		Polli AUK	2008/2009
	Polli AUK	2009/2010	1,5% O ₂ :1,5% CO ₂
	'Sinap Orlovski'	Polli AUK	2008/2009
Polli AUK		2009/2010	1,5% O ₂ :1,5% CO ₂
'Alesja'		Polli AUK	2008/2009
	Polli AUK	2009/2010	1,5% O ₂ :1,5% CO ₂
	Polli AUK	2010/2011	1,5% O ₂ :1,5% CO ₂
'Auksis'	Polli AUK	2008/2009	1,5% O ₂ :1,5% CO ₂ 3% O ₂ :1,5% CO ₂

	Polli AUK	2009/2010	1,5% O ₂ :1,5% CO ₂
'Ligol'	Polli AUK	2008/2009	1,5% O ₂ :1,5% CO ₂ 3% O ₂ :1,5% CO ₂
	Polli AUK	2009/2010	1,5% O ₂ :1,5% CO ₂
'Cortland'	Polli AUK	2008/2009	1,5% O ₂ :1,5% CO ₂ 3% O ₂ :1,5% CO ₂
	Polli AUK	2009/2010	1,5% O ₂ :1,5% CO ₂
	Polli AUK	2010/2011	2% O ₂ :0,5% CO ₂
	TÜ Vasula	2011/2012	2% O ₂ :0,5% CO ₂
'Veteran'	Halika Õunatalu	2010/2011	1,5% O ₂ :1,5% CO ₂
	Halika Õunatalu	2011/2012	2% O ₂ :0,5% CO ₂
'Liivi kuldrenett'	Rõhu katsekeskus	2009/2010	1,5% O ₂ :1,5% CO ₂
	Halika Õunatalu	2010/2011	1,5% O ₂ :1,5% CO ₂ 2% O ₂ :0,5% CO ₂
(üleminekul mahe)	Mooste õunaaed	2011/2012	2% O ₂ :0,5% CO ₂

Septembris, jaanuaris, märtsis ning kontrollitud atmosfääri variantidest ka mais määrati õuntest säilituskadu (massikadu + riknenud õunad), viljaliha tugevus, mahla kuivaine, orgaaniliste hapete ja askorbiinhappe sisaldus. Andmetöötleses kasutati ühe- ja kahefaktorilist dispersioonanalüüsi. Joonistel ühesuguste tähtedega tähistatud tulbad ei ole statistiliselt oluliselt erinevad.



Joonis 105. Vaade Polli Aiandusuuringute Keskuse kontrollitud atmosfääriga katsekambrile ja selles säilivatele 'Veterani' õuntele.



Joonis 106. Katseõunu säilitati 10-kilogrammistes kastides. Pildil 'Alesja' õunad mais 2011 vahetult pärast kontrollitud atmosfäärist välja võtmist .

ÕUNAKATSETE TULEMUSED

I OSA: ÕUNAD, MILLE SÄILIVUS KONTROLLITUD ATMOSFÄÄRIS EI PARANENUD

'Talvenauding'

Õunte säilituskadu

'Talvenauding' on probleemse säilivusega õun, mille peamiseks kvaliteedikao tunnuseks on füsioloogiline häire – koore pruunistumine. Kolme aasta jooksul läbi viidud säilituskatsed tõestasid veenvalt, et **mida kõrgem oli CO₂ sisaldus säilituskeskkonnas, seda intensiivsem oli koore pruunistumine**. Kui üldiselt on teada, et CO₂-tundlikel õuntel peaks hapnikusisaldus kontrollitud atmosfääris olema alati suurem kui CO₂-sisaldus, siis 'Talvenaudingul' tekkis koore pruunistumine ka juhul, kui kasutati režiimi O₂ 2% ja CO₂ 0,5%.

Õunte sisemisele kvaliteedile mõjus kontrollitud atmosfääris säilitamine positiivselt: KA 2:0,5 keskkonnas säilitatud õunad olid jaanuaris ja märtsis tugevama viljalihaga ja erinevalt tavahoidlas säilitatud õuntest ei olnud kontrollitud atmosfääris säilitatud õunte C-vitamiini sisaldus jaanuariks vähenenud. Vahetult hoidlast välja võttes oli koore pruunistumist näha vähesel määral, kuid niipea, kui õunad viidi jaemüügitingimustesse sooja ruumi, tekkis õuntel mõne päeva jooksul intensiivne pruunistumine (joonised 107 ja 108). Seetõttu ei saa kontrollitud atmosfääris säilitamist 'Talvenaudingule' soovitada.

Koore pruunistumist õnnestuks ilmselt ära hoida või minimeerida, kui 'Talvenaudingu' õunu säilitada väikesemahulistes (mitte üle 10 kg) suurustes hea ventilatsiooniga kastides. Arvestades 'Talvenaudingu' hinda turul võib aga tootmistingimustes kahelda selle õuna väikestes kastides säilitamise tasuvuses.



Joonis 107. 'Talvenaudingu' õunte välimus pärast 8- kuist säilitamist kontrollitud atmosfääri keskkonnas (O₂ ja CO₂ sisaldus 1,5%) 2010. aasta 12. mail (vahetult pärast hoidlast võtmist).



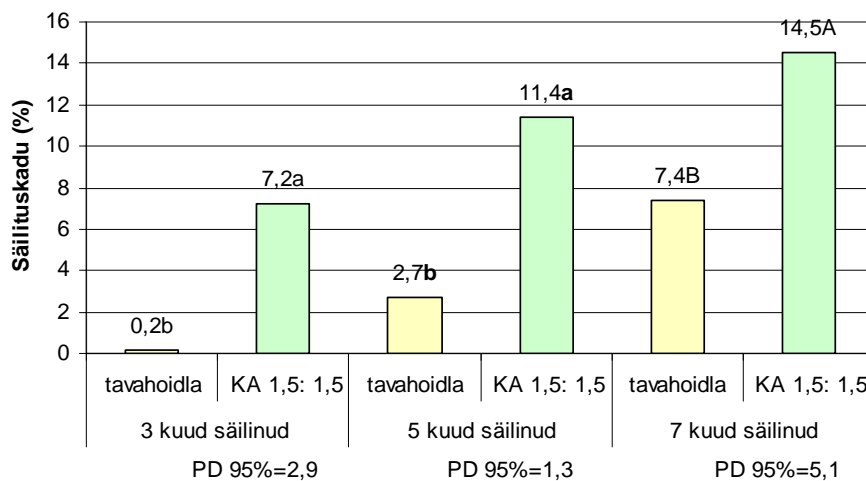
Joonis 108. 'Talvenaudingu' õunte välimus pärast 8- kuist säilitamist kontrollitud atmosfääri keskkonnas (O₂ ja CO₂ sisaldus 1,5%) 2010. aasta 18. mail (nädal pärast hoidlast võtmist ja toatemperatuuril hoidmist).

'Alesja'

Õunte säilituskadu

'Alesja' puhul oli peamiseks probleemiks viljaliha pruunistumine, mis ilmnes just kontrollitud atmosfääris säilitatud õuntel.

2010/2011 säilitusperioodil riknes kontrollitud atmosfääri tingimustes rohkem 'Alesja' õunu kui tavahoidlas nii jaanuari, märtsi kui maikuu seisuga (joonis 109). Kuigi väliste tunnuste järgi oli ka kontrollitud atmosfääris riknenud üsna vähe õunu (maikuuks 14,5%), siis õunte poolitamisel oli näha viljaliha pruunistumine, mis sai alguse juba jaanuaris ja muutus väga intensiivseks maikuuks pärast õunte nädalast toatemperatuuril hoidmist. Õunte sisemine pruunistumine oli probleemiks kõikidel aastatel (joonised 110 ja 111). Kuna 'Alesja' on hea säilivusega õun, siis õnnestub teda ka tavahoidlas säilitada maikuu juhul, kui on tagatud kõrge õhuniiskus ja madal säilitustemperatuur. Seega ei ole kontrollitud atmosfääris säilitamine selle sordi puhul vajalik.



Joonis 109. 'Alesja' õunte säilituskadu tavahoidlas ning kontrollitud atmosfääris (O₂ ja CO₂ sisaldus 1,5%) 2010/2011. aastal.



Joonis 110. Kontrollitud atmosfääris säilitatud 'Alesja' õuntel on märgata esimesi viljaliha pruunistumise märke (märts 2011).



Joonis 111. 'Alesja' õunad pärast 8- kuist säilitamist kontrollitud atmosfääri keskkonnas (O₂ ja CO₂ sisaldus 1,5%) ning nädalast toatemperatuuril hoidmist (mai 2010)

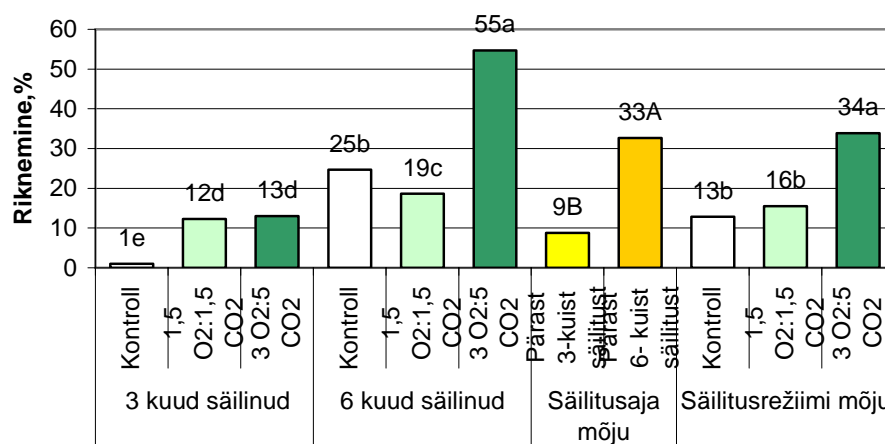
'Auksis'

Õunte säilituskadu

Esimesel katseaastal selgus, et 'Auksis' on CO₂ – tundlik õun, millel tõstetud CO₂ – keskkonnas tekib viljaliha pruunistumine (joonis 112). 2009. aasta jaanuariks oli tavahoidlas riknenud vaid 1% õuntest (joonis 113). Mõlemad kontrollitud atmosfääri variandid suurendasid riknenud õunte hulka oluliselt. Märtsiks oli kontrollvariandi õuntest riknenud neljandik, KA 1,5 variandi õuntest ligi viiendik ja KA 3: 5 variandi õuntest üle poole. Kuigi KA 1,5 variandis oli riknemine teiste variantidega võrreldes väiksem, oli õunte sisemisel vaatlemisel näha viljaliha pruunistumist. Kontrollvariandi õunel viljaliha pruunistumist ei esinenud. Kontrollitud atmosfääri sobimatust sordile 'Auksis' kinnitas ka viljaliha tugevuse mõõtmine: märtsiks olid kontrollvariandi õunad jäänud jaanuari seisuga võrreldes sama kõvadeks, kuid kontrollitud atmosfääri õunad olid muutunud oluliselt pehmemaks.



Joonis 112. Õunte 'Auksis' viljaliha pruunistumine pärast 6-kuist säilitust tava-atmosfääris (kontroll) ning kontrollitud atmosfääri erinevates variantides (KA 1,5 : O₂ ja CO₂ sisaldus 1,5% ning KA 3:5: O₂ 3% ja CO₂ 5%) 2009. aasta märtsis.



Joonis 113. Õunte 'Auksis' riknemine pärast 3-kuist ning 6-kuist säilitust tava-atmosfääris (kontroll) ning kontrollitud atmosfääris 2008/2009 aastal. PD 95% säilitusvariandile = 6; säilitusaja keskmisele mõjule ning säilitusrežiimi keskmisele mõjule= 4

Säilituskatset korraldati järgmisel aastal väiksema CO₂ sisaldusega. Vahetult pärast hoidlast välja võtmist ei olnud tavahoidlas ja kontrollitud atmosfääriga hoidlas säilitatud 'Auksise' õunte riknemises statistiliselt olulisi erinevusi ei jaanuaris, märtsis ega mais. Kuigi ka õunte välimuses ei olnud pealtnäha vahet, olid kontrollitud atmosfääris säilitatud õunad seest pruunistunud (joonised 114 ja 115) ja jahuseks muutunud.



Joonis 114. Sordi 'Auksis' õunte välimus pärast 8- kuist säilitamist kontrollitud atmosfääri keskkonnas (O₂ ja CO₂ sisaldus 1,5%) 2010. aasta 18. mail (nädal pärast hoidlast võtmist ja toatemperatuuril hoidmist).

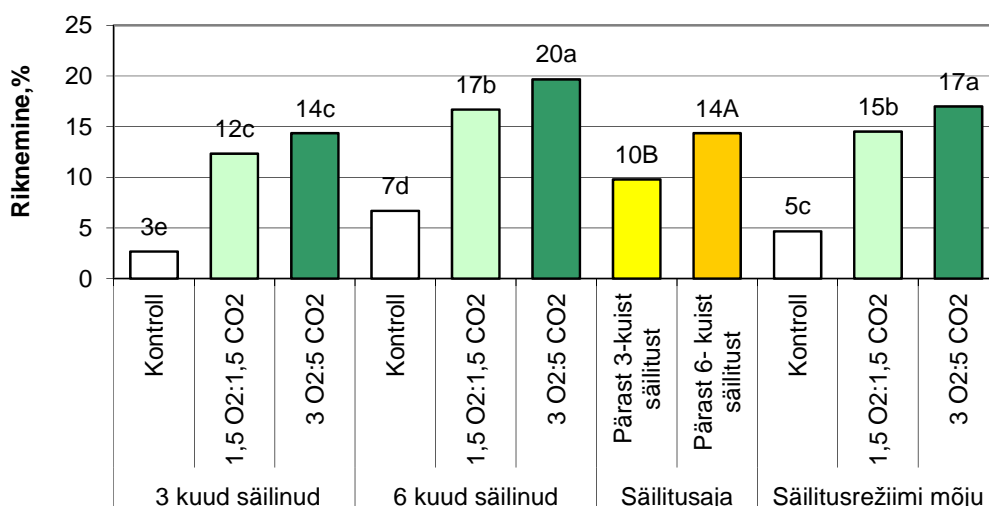


Joonis 115. Sordi 'Auksis' õunad olid pärast 8- kuist säilitamist kontrollitud atmosfääri keskkonnas (O₂ ja CO₂ sisaldus 1,5%) pealt küll ilusad, kuid viljaliha oli seest pruunistunud.

'Antei'

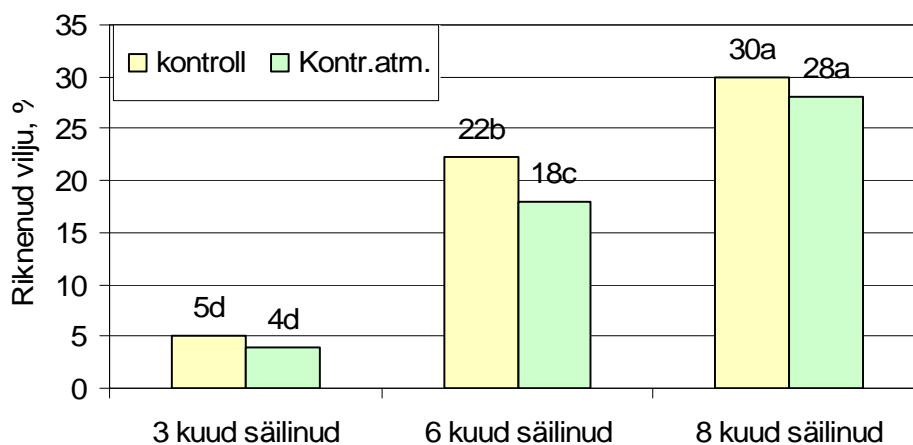
Õunte säilituskadu

'Antei' on varasemates säilituskatsetes osutunud väga hea säilivusega sordiks ning ka 2009. aastal oli jaanuariks kontrollvariandis riknenud vaid 3% õuntest (joonis 116). KA 3:5 variandis oli riknenud kolm korda rohkem ja KA 1,5 variandis poole rohkem õunu. Ka märtsikuuks oli kontrollvariandis riknenud vähem õunu.



Joonis 116. 'Antei' viljade riknemine pärast 3-kuist ning 6-kuist säilitust tava-atmosfääris (kontroll) ning erinevates kontrollitud atmosfääri variantides 2008/2009 aastal. PD 95% variandile = 3 ning säilitusaja ja säilitusrežiimi keskmisele = 2

2009/2010 säilitusperioodil oli 'Antei' õunte riknemine tava-atmosfääris ja kontrollitud atmosfääris esialgu (jaanuaris) võrdne. Märtsikuuks oli riknemine kontrollitud atmosfääriga hoidlas statistiliselt oluliselt väiksem, mais uuesti võrdsustunud (joonis 117).



Joonis 117. 'Antei' viljade riknemine tava- atmosfääris (kontroll) ja kontrollitud atmosfääris (O₂ ja CO₂ sisaldus 1,5%) 2009/2010. aastal. PD 95% = 3.

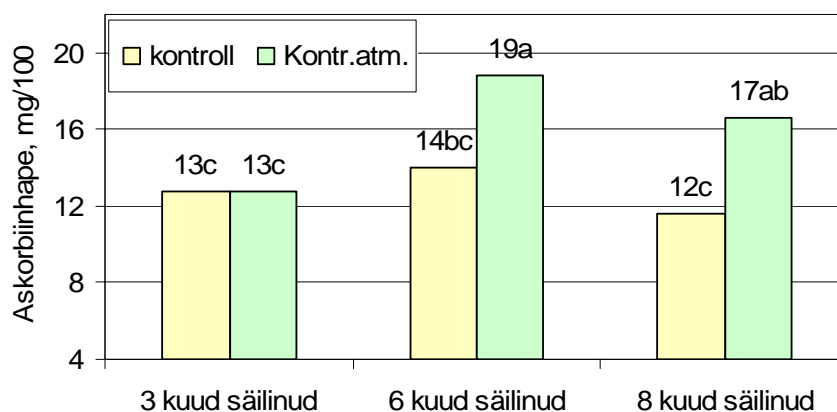
Kuigi välisel vaatlusel olid nii tava- kui kontrollitud atmosfäärist võetud 'Antei' õunad võrdselt ilusad, siis õunte pooleks lõikamisel oli kontrollitud atmosfääri variandis märgata kerget viljaliha pruunistumist (joonised 118 ja 119). Samas oli kontrollitud atmosfääris säilinud õuntes askorbiinhappe sisaldus kõrgem nii märtsis kui mais (joonis 120). Kuigi statistiliselt oluline erinevus oli ilmne, on inimtervise seisukohalt ilmselt üsna väike vahe, kas õun sisaldab 100 g kohta 5 mg rohkem või vähem C-vitamiini. Pärast nädalast toatemperatuuril hoidmist ei olnud tava- ja kontrollitud atmosfääri õuntes märgata suurt erinevust. **Seega ei ole kahe aasta tulemuste põhjal 'Antei' säilitamine kontrollitud atmosfääris õigustatud, kuna õun säilib praktiliselt sama hästi ka tavahoidlas.**



Joonis 118. 'Antei' õunte välimus pärast 8-kuist säilitamist kontrollitud atmosfääri keskkonnas (O₂ ja CO₂ sisaldus 1,5%) 2010. aasta 12. mail (vahetult pärast hoidlast võtmist).



Joonis 119. 'Antei' õunad pooleks lõigatult pärast 8-kuist säilitamist kontrollitud atmosfääri keskkonnas (O₂ ja CO₂ sisaldus 1,5%) 2010. aasta 12. mail. Märgata on kerget viljaliha pruunistumist.

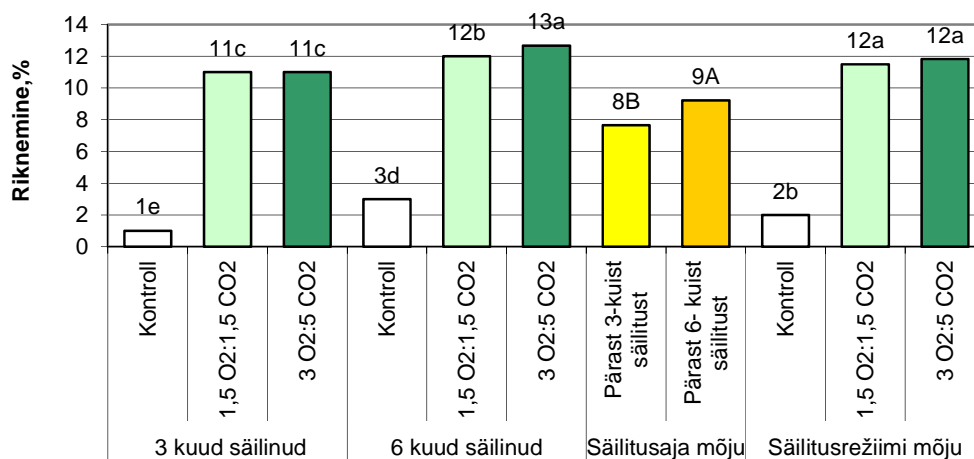


Joonis 120. 'Antei' viljade askorbiinhappe (C-vitamiin) sisaldus tava- atmosfääris (kontroll) ja kontrollitud atmosfääris (O₂ ja CO₂ sisaldus 1,5%) säilitatult 2009/2010. aastal. PD 95% = 4.

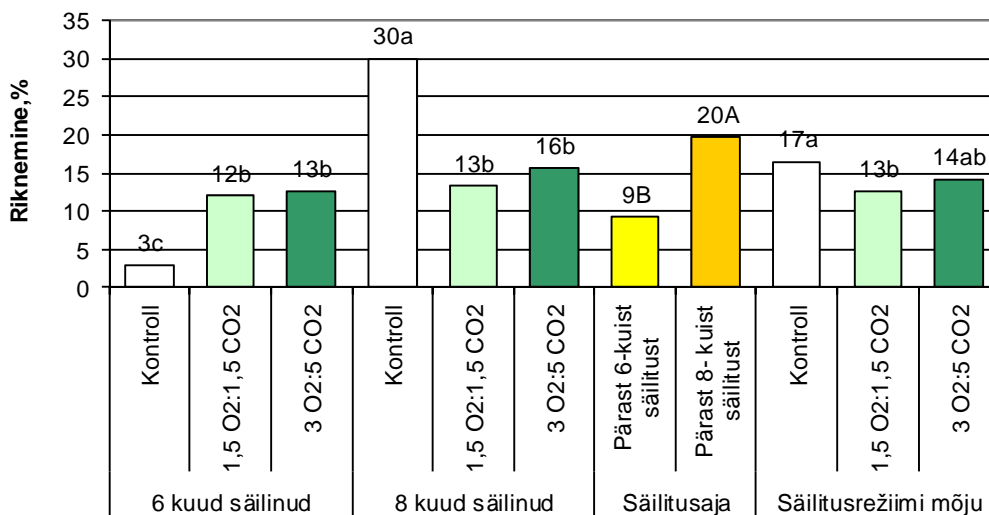
'Sinap Orlovski'

Õunte säilituskadu

'Sinap Orlovski' õuntest oli 2008. aasta jaanuariks tava- atmosfääris riknenud 1%, kontrollitud atmosfääris aga 11% õuntest (joonis 121). Märtsiks oli riknemine igas variandis pisut suurenenud ja jätkuvalt oli kontrollitud atmosfääris riknenud rohkem õunu. Maikuuks oli aga olukord muutunud kontrollitud atmosfääri kasuks: tava- atmosfääris oli riknenud kolmandik õuntest, kontrollitud atmosfääri variantide riknemine oli aga jäänud märtsi seisuga samale tasemele (joonis 122).



Joonis 121. 'Sinap Orlovski' riknemine pärast 3-kuist ning 6-kuist säilitust tava- atmosfääris (kontroll) ning erinevates kontrollitud atmosfääri variantides 2008/2009 aastal. PD 95% säilitusvariandile ning säilitusajale =1.



Joonis 122. 'Sinap Orlovski' riknemine pärast 6-kuist ning 8-kuist säilitust tava- atmosfääris (kontroll) ning erinevates kontrollitud atmosfääri variantides 2008/2009 aastal. PD 95% säilitusvariandile = 6 ning säilitusajale =3.

Samas on oluline märkida, et pärast kontrollitud atmosfäärist eemaldamist tuleb õunad turustada kiiresti. Juba nädala toatemperatuuril seisnult tekkis kontrollitud atmosfääri variantides koore pruunistumine, kusjuures tava-atmosfääris säilinud õunad olid jätkuvalt kvaliteetse välimusega (joonised 123 ja 124).

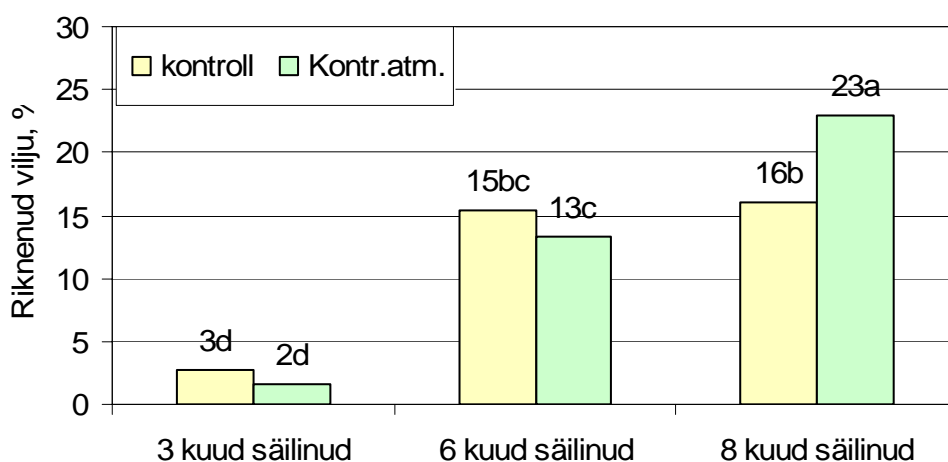


Joonis 123. 'Sinap Orlovski' kontrollvariandi õunad mais 2009 (pärast 8-kuist säilitust tava-atmosfääris +2°C juures ning nädal toatempeatuuril)



Joonis 124. 'Sinap Orlovski' KA 3:5 variandi õunad mais 2009 (pärast 8-kuist säilitust kontrollitud atmosfääris O₂ 3% ja CO₂ 5%). +2°C juures ning nädal toatemperatuuril)

2009/2010 säilitusperioodil oli 'Sinap Orlovski' riknenud õunte hulk jaanuaris ja märtsis kontrollitud atmosfääriga hoidlas ja tavahoidlas sarnane, maikuuks oli aga kontrollitud atmosfääriga hoidlas riknenud rohkem õunu (joonis 125).



Joonis 125. 'Sinap Orlovski' õunte riknemine tava- atmosfääris (kontroll) ning kontrollitud atmosfääris (O₂ ja CO₂ sisaldus 1,5%) 2009/2010. a. PD 95%=2.

Lisaks oli tavahoidlas säilitatud õunte välimus oluliselt parem. 'Sinap Orlovski' on väga aeglaselt järelvalmiv õun, mille koore värvus peaks valmides muutuma rohurohelisest kollaseks. Selgelt oli märgata, et kontrollitud atmosfääris säilitatud õuntel säilis rohuroheline värvus kuni maikuuni, mis kindlasti ei tule kasuks õunte turustamisel (joonised 126 ja 127). Kontrollitud atmosfääris säilinud 'Sinap Orlovski' õunad olid veel maikuuski toore, nõ. rohu maitsega.



Joonis 126. 'Sinap Orlovski' õunte välimus pärast 8- kuist säilitamist kontrollitud atmosfääri keskkonnas (O₂ ja CO₂ sisaldus 1,5%) 2010. aasta mais vahetult pärast hoidlast välja võtmist.



Joonis 127. 'Sinap Orlovski' õunad pärast 8- kuist säilitamist tavalise õhu koostise juures (kontrollvariant).

II OSA: KONTROLLITUD ATMOSFÄÄRIS SÄILITAMISEKS SOBIVAD ÕUNASORDID

'Veteran'

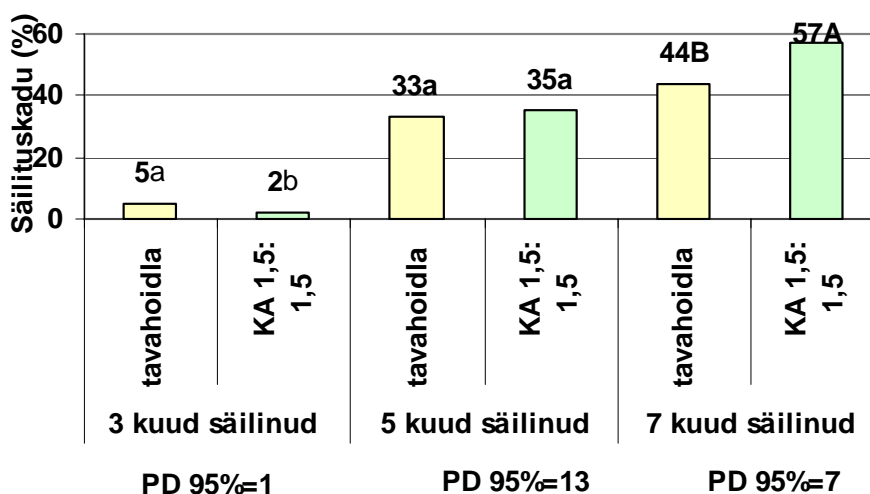
Säilituskadu

'Veterani' õuntest riknes 2011. aasta jaanuariks nii tava- kui kontrollitud atmosfääris väga vähe õunu (vastavalt 5 ja 2%), kontrollitud atmosfääris oli riknenud õunte hulk väiksem (joonis 128). Säilituskadu oli põhjustatud koore pruunistumisest üksikutel õuntel, mida esines nii tava-atmosfääris kui ka kontrollitud atmosfääris.

Pärast hoidlast välja võtmist oli õunte välimus väga hea (joonis 129). Kui aga õunu hoiti nädal +18°C juures, tekkis 2/3 kontrollitud atmosfääri variandi õuntel koore pruunistumine (joonis 130). Tavahoidla õuntest esines koore pruunistumist vaid üksikutel õuntel.

Märtsiks oli säilituskadu mõlemas variandis oluliselt suurenenud ning erinevust kontrollitud ja tava-atmosfääris säilitatud õunte vahel enam ei olnud. Maikuuks oli kontrollitud atmosfääris riknenud oluliselt rohkem õunu kui tava-atmosfääris ning koore pruunistumist oli märgata ka vahetult kontrollitud atmosfäärist välja võetud õuntel.

Esimese aasta tulemused tõestasid et ka 'Veteran' on CO₂-tundlik õun ja 1,5% CO₂-sisaldus oli 'Veterani' säilitamiseks liiga kõrge.



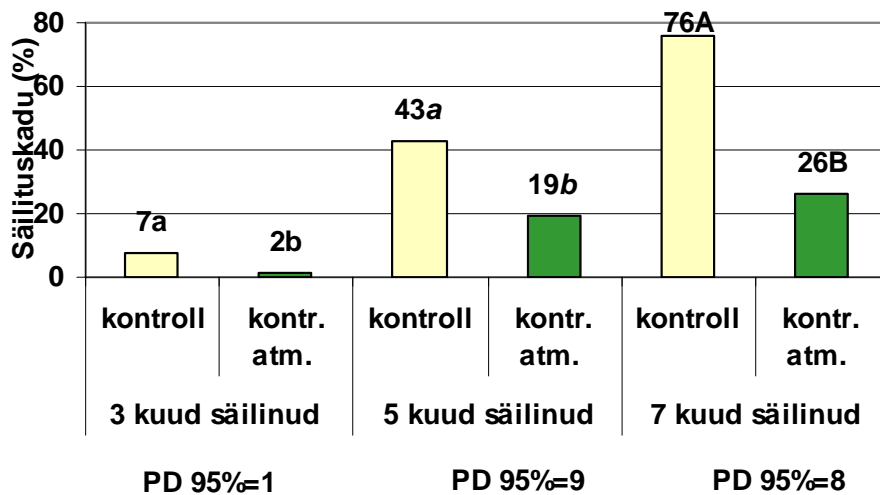
Joonis 128. 'Veterani' õunte säilituskadu tavahoidlas ning kontrollitud atmosfääris (O₂ ja CO₂ sisaldus 1,5%) 2010/2011. aastal.



Joonis 129. 'Veterani' õunad jaanuaris 2011 vahetult pärast kontrollitud atmosfäärist välja võtmist.

Joonis 130. Kontrollitud atmosfääris säilitatud 'Veterani' õunad jaanuaris 2011 pärast nädalast säilitamist +18°C juures.

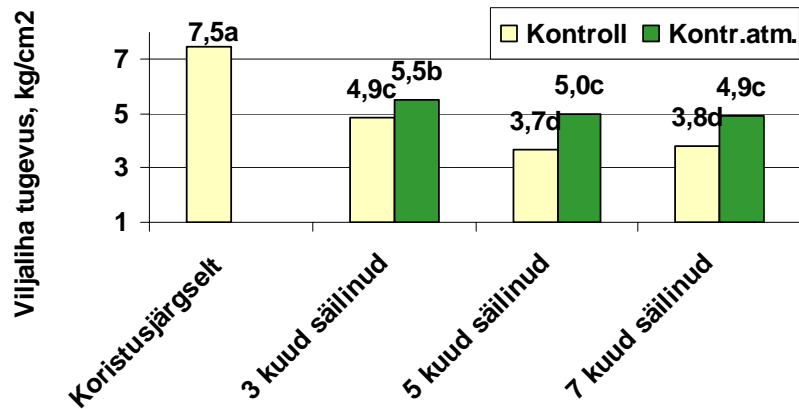
2011/2012 säilitusperioodil katsetati CO₂-tundlikele õuntele soovitatud O₂ ja CO₂ - sisaldust 2% : 0,5%. Jaanuariks oli nii tava- kui ka kontrollitud atmosfääris riknenud vähe õunu (joonis 131). Märtsiks oli tava-atmosfääris riknenud 43% ja kontrollitud atmosfääris 19% õuntest; maikuuks olid riknenud vastavalt 76 ja 26% õuntest. **Seega vähendas kontrollitud atmosfääris säilitamine 'Veterani' õunte säilituskadu märtsiks 2/3 võrra.**



Joonis 131. 'Veterani' õunte säilituskadu jaanuaris, märtsis ja mais 2012 tava-atmosfääris (kontroll) ning kontrollitud atmosfääris (O₂ sisaldus 2% ja CO₂ sisaldus 0,5%).

Viljaliha tugevus

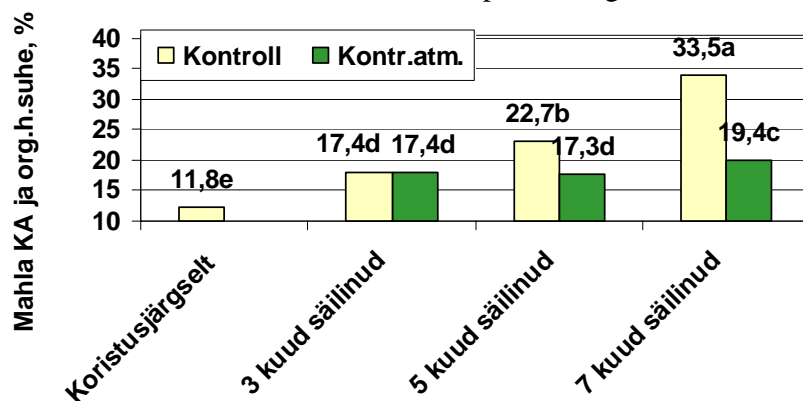
Koristusjärgselt oli 'Veterani' õunte viljaliha tugevus 7,5 kg/cm² (joonis 132). Jaanuariks olid õunad muutunud oluliselt pehmemaks nii tava- kui ka kontrollitud atmosfääris. Kontrollitud atmosfääris säilitatud õunad olid kogu säilitusperioodi jooksul tugevama viljalihaga kui tava-atmosfääris säilitatud õunad. Arvestades üldisi soovitusi, loetakse viljaliha tugevust alla 4 kg/cm² õunte puhul liiga pehmeks. Seega olid tava-atmosfääris säilitatud 'Veterani' õunad alates märtsikuust liiga pehmed, kontrollitud atmosfääris säilitasid õunad aga mai lõpuni aktsepteeritava viljaliha tugevuse.



Joonis 132. 'Veterani' õunte viljaliha tugevus 2011/2012. aastal tava –atmosfääris (kontroll) ning kontrollitud atmosfääris (O₂-sisaldus 2%, CO₂-sisaldus 0,5%) säilitades. PD 95% =0,5

Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe

'Veterani' õunte mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe suurenes säilitusperioodi vältel järk-järgult, kuid muutused tava-atmosfääris olid oluliselt suuremad (joonis 133). On tähelepanuväärne, et kontrollitud atmosfääris säilitatult püsis mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe maikuuni soovituslikus vahemikus (15-20), viidates õunte heale maitsele kuni säilitusperioodi lõpuni. Tava-atmosfääris säilitatud õunte puhul oli nimetatud suhe nii märtsis kui mais soovituslikust piirist kõrgemal.



Joonis 133. 'Veterani' õunte mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe 2011/2012. aastal tava –atmosfääris (kontroll) ja kontrollitud atmosfääris (O₂-sisaldus 2%, CO₂-sisaldus 0,5%) säilitades. PD 95% =1,0

Kokkuvõtteks võib öelda, et kontrollitud atmosfäär gaaside sisaldusega O₂ 2%: CO₂ 0,5% sobib 'Veterani' õunte säilitamiseks, kuna säilituskadu oli võrreldes tavahoidlaga märtsiks poole võrra ja maikuuks 2/3 võrra väiksem.

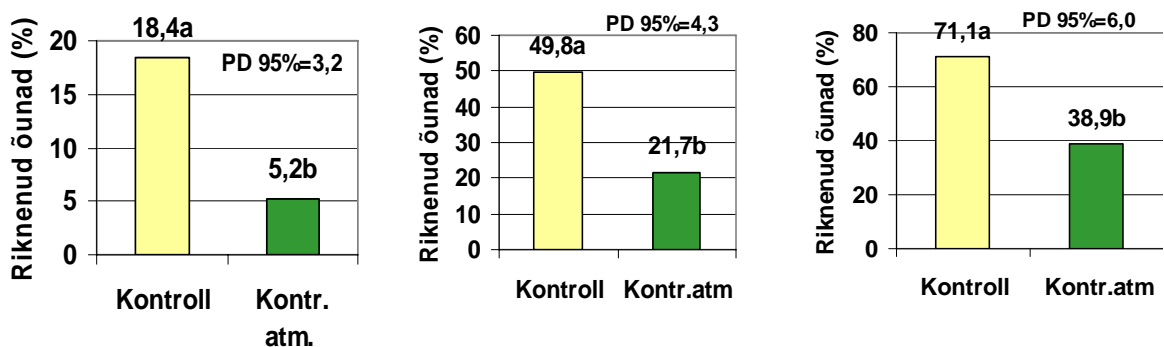
Kui tava-atmosfääris säilitatud 'Veterani' õunad olid alates märtsikuust liiga pehmed, siis kontrollitud atmosfääris säilitasid õunad aktsepteeritava viljaliha tugevuse mai lõpuni. Kontrollitud atmosfääris säilitatud õunad sisaldasid kogu säilitusperioodi jooksul ka rohkem mahla kuivainet ja orgaanilisi happeid ning mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe püsis maikuuni soovituslikus vahemikus (15-20), viidates õunte heale maitsele kuni säilitusperioodi lõpuni. Seega aitab kontrollitud atmosfäär O₂ 2%: CO₂ 0,5% säilitada nii õunte välist kui sisemist kvaliteeti.

'Cortland'

Säilituskadu

Esimestel aastatel, mil katsetati kõrgemaid CO₂ – kontsentratsioone, oli õunte riknemine kontrollitud atmosfääris võrreldes tavahoidlas säilitatud õuntega suurem nii jaanuaris, märtsis kui ka mais. 'Cortlandi' õuntel ilmnis pärast kontrollitud atmosfäärist välja võtmist ja mõnda aega toatemperatuuril hoidmist tugev koore pruunistumine.

Kahel viimasel säilitusperioodil katsetati ka 'Cortlandi' puhul CO₂-tundlikele õuntele soovitatud O₂ ja CO₂ -sisaldust 2%:0,5%, mis andis hea tulemuse. Pärast 3-kuist säilitamist oli tavahoidlas säilitatud 'Cortlandi' õuntest riknenud 18%, samas kui kontrollitud atmosfääris vaid 5,2% õuntest (joonis 134). Märtsiks oli tavahoidlas riknenud pool, kontrollitud atmosfääris viiendik õuntest. Maikuuks oli tavatingimustes riknenud 71%, kontrollitud atmosfääris 39% õuntest. 'Cortlandi' õuntel oli palju kärntõvelaike, mis on heaks sissepääsuavaks säilituspatogeenidele. Tava-atmosfääris oligi kärntõve laikude ümber tekkinud laomädaniku infektsioon (joonis 135). Kontrollitud atmosfäär oli patogeenide elutegevust alla surunud ja kärntõvelaikude ümber ei olnud laomädanikku tekkinud (joonis 136). Kogu säilitusperioodi vältel oli kontrollitud atmosfääris säilitatud õunte hulgas säilituskadu oluliselt väiksem kui tavatingimustes. Kindlasti tasuks 'Cortlandi' õunu kontrollitud atmosfääris säilitada jaanuarini, vajadusel ka märtsini. Kuna maikuus oli säilituskadu ka kontrollitud atmosfääris ulatuslik (40%), ei ole nii pikaajaline säilitamine nähtavasti otstarbekas.



Jaauanuar 2012 (3 kuud säilinud)

Märts 2012 (5 kuud säilinud)

Mai 2012 (7 kuud säilinud)

Joonis 134. 'Cortlandi' õunte riknemine jaanuaris, märtsis ja mais 2012 tava-atmosfääris (kontroll) ning kontrollitud atmosfääris (O₂ sisaldus 2% ja CO₂ sisaldus 0,5%).



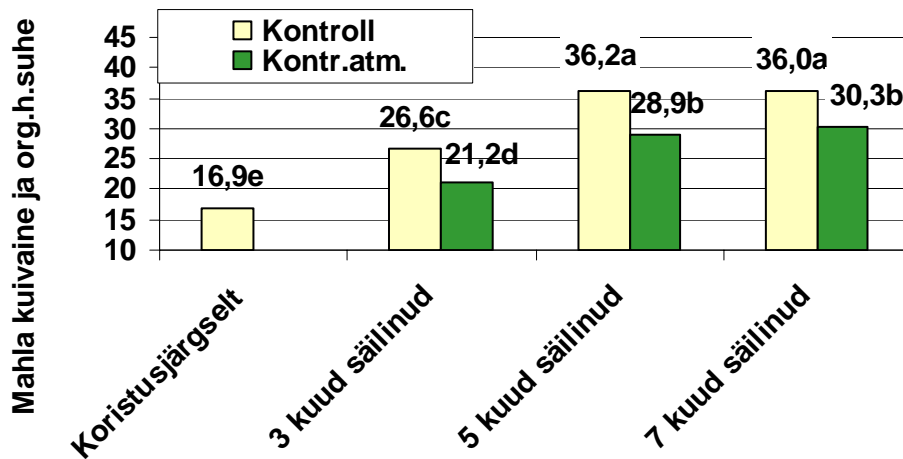
Joonis 135. 'Cortlandi' õunad 2012. aasta mais säilitatuna tava-atmosfääris.



Joonis 136. 'Cortlandi' õunad 2012. aasta mais säilitatuna kontrollitud atmosfääris (O₂ 2%: CO₂ 0,5%).

Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe

'Cortlandi' õunte mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe jäi kogu säilitusperioodi jooksul kontrollitud atmosfääris madalamaks kui tava-atmosfääris säilitatud õuntes (joonis 137). Sellele vaatamata oli nimetatud suhe märtsis ja mais mõlema säilitusrežiimi juures soovituslikust 20 piirist kõrgemal. Soovituslikku vahemikku jäi mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe vaid koristusjärgselt ja soovituslikule väärtusele lähedal oli see jaanuaris kontrollitud atmosfääris säilitatud õuntes.



Joonis 137. 'Cortlandi' õunte mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe 2011/2012. aastal tava-atmosfääris (kontroll) ning kontrollitud atmosfääris (O₂-sisaldus 2%, CO₂-sisaldus 0,5%) säilitades. PD 95% =2,3

Kokkuvõttes selgus, et kontrollitud atmosfäär gaasirežiimiga O₂ 2%: CO₂ 0,5% sobib 'Cortlandi' õunte säilitamiseks. Kuigi sel aastal oli säilituskadu nii tava-atmosfääris kui KA režiimil suurem kui eelmisel aastal, oli KA-s kogu säilitusperioodi vältel (7 kuud) säilituskadu oluliselt väiksem kui tavatingimustes. Kindlasti tasuks 'Cortlandi' õunu kontrollitud atmosfääris säilitada jaanuarini, mil tavahoidlas oli riknenud 18% õunu, kontrollitud atmosfääris aga vaid 5%. Jaanuaris oli KA –s säilitatud õunte mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe veel soovitusliku vahemiku lähedal. Vajadusel võiks 'Cortlandi' õunu kontrollitud atmosfääris säilitada ka märtsini. Selleks ajaks oli kontrollitud atmosfääris riknenud viiendik õuntest. Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe ületas aga juba soovitusliku piiri, viidates maitseomaduste halvenemisele. Kuna maikuu oli säilituskadu ka kontrollitud atmosfääris üsna ulatuslik (40%), ei ole nii pikaajaline säilitamine nähtavasti otstarbekas.

'Ligol'

Õunte säilituskadu ja viljaliha tugevus

2008/2009 säilitusperioodil riknes 'Ligoli' õunu kontrollitud atmosfääris võrreldes tavahoidlas säilitatud õuntega rohkem. Samas jäi säilituskadu maikuuks ka kontrollitud atmosfääris vahemikku 13...16%. Kui 'Ligoli' õunu hoiti pärast hoidlast välja võtmist nädal toatemperatuuril, läksid tava-atmosfäärist võetud õunad kiiresti mädanema, kontrollitud atmosfäärist võetud õunad aga säilisid muutumatuena (joonised 138 ja 139).

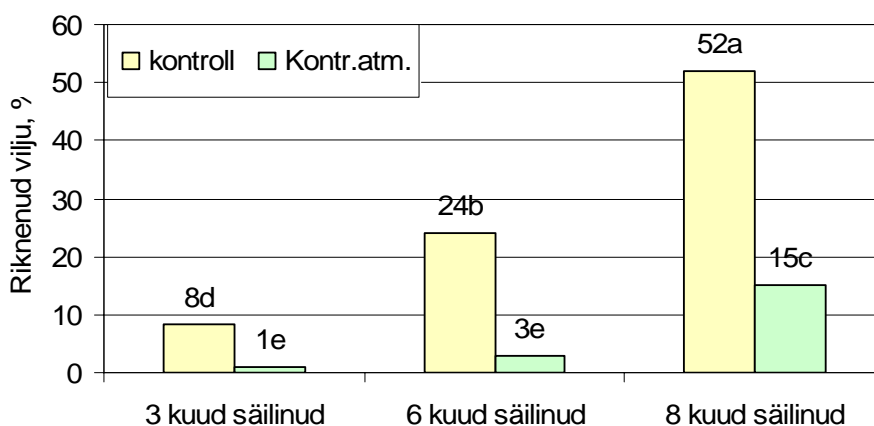


Joonis 138. Sordi 'Ligol' kontrollvariandi õunad mai lõpul 2009 pärast 8- kuist säilitamist tava-atmosfääriga hoidlas + nädal toatemperatuuril.

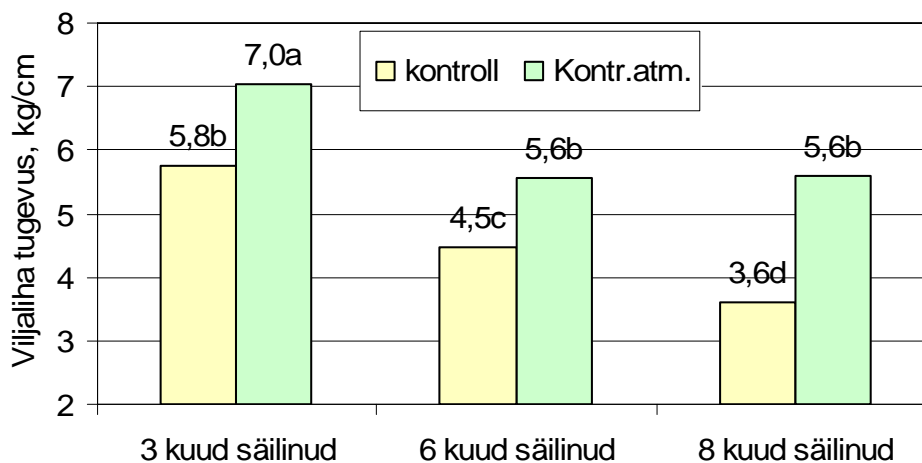


Joonis 139. Sordi 'Ligol' õunad mai lõpul 2009 pärast 8- kuist säilitamist kontrollitud atmosfääriga hoidlas (1,5 % O₂ ja 1,5% CO₂) + nädal toatemperatuuril.

2009/2010 säilitusperioodil oli 'Ligoli' riknemine kontrollitud atmosfääris võrreldes tavahoidlas säilitatud õuntega oluliselt väiksem nii jaanuaris, märtsis kui ka mais (joonis 140). Samuti olid kontrollitud atmosfääris säilitatud õunad tugevama viljalihaga (joonis 141). Üldiselt loetakse õunte puhul veel aktsepteeritavaks viljaliha tugevuseks 4,0 kg/cm². Seega olid tava-atmosfääris säilitatud 'Ligoli' õunad maikuuks juba liiga pehmed, kontrollitud atmosfääris säilitatud õunad aga piisava viljaliha tugevusega.



Joonis 140. Sordi 'Ligol' õunte riknemine tava- atmosfääris (kontroll) ja kontrollitud atmosfääris (O₂ ja CO₂ sisaldus 1,5%) 2009/2010. a. PD 95%=3.

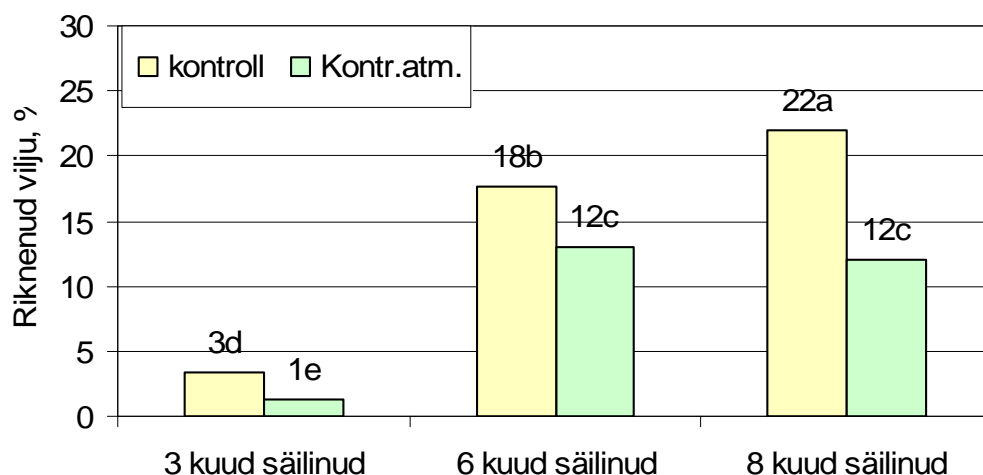


Joonis 141. Sordi 'Ligol' õunte viljaliha tugevus tava- atmosfääris (kontroll) ning kontrollitud atmosfääris (O₂ ja CO₂ sisaldus 1,5%) 2009/2010. a. PD 95%=0,4.

'Katre'

Säilituskadu

2008/2009 säilitusperioodil oli tava- atmosfääris säilituskadu nii jaanuaris, märtsis kui mais väiksem kui kontrollitud atmosfääri variantides. Järgmisel aastal aga säilisid 'Katre' õunad kogu säilitusperioodi jooksul kontrollitud atmosfääris paremini kui tava-atmosfääris (joonis 142). Ka pärast nädalast toatemperatuuril seismist ei toimunud 'Katre' õunte kvaliteedis olulisi muutusi (joonised 143 ja 144). Ilmselt võis eelmisel aastal olla tegemist vale (liiga hilise) koristusajaga.



Joonis 142. 'Katre' õunte riknemine tava- atmosfääris (kontroll) ja kontrollitud atmosfääris (O_2 ja CO_2 sisaldus 1,5%) 2009/2010. a. PD 95%=2.



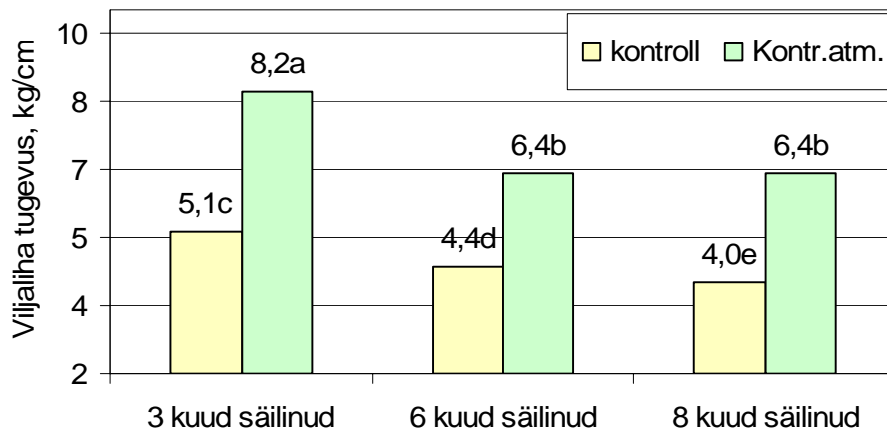
Joonis 143. 'Katre' õunte välimus pärast 8- kuist säilitamist kontrollitud atmosfääri keskkonnas (O_2 ja CO_2 sisaldus 1,5%) 2010. aasta 12. mail (vahetult pärast hoidlast võtmist).



Joonis 144. 'Katre' õunte välimus pärast 8- kuist säilitamist kontrollitud atmosfääri keskkonnas (O_2 ja CO_2 sisaldus 1,5%) 2010. aasta 18. mail (nädal pärast hoidlast võtmist ja toatemperatuuril hoidmist).

Viljaliha tugevus

'Katre' õunad olid kontrollitud atmosfääris säilitatult võrreldes kontrollvariandiga oluliselt kõvemad nii jaanuaris, märtsis kui mais (joonis 145). Kui tavahoidlas säilitatud õunte viljaliha tugevus oli maikuuks jõudnud kriitilise piirini (viljaliha tugevust alla $4,0\text{kg/cm}^2$ peetakse liiga pehmeks), siis kontrollitud atmosfääris säilitatud õunte viljaliha tugevus oli nii märtsis kui mais $6,4\text{kg/cm}^2$.

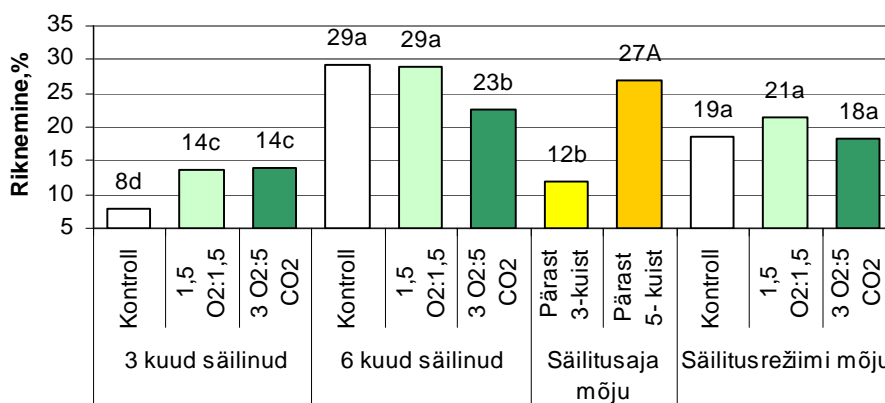


Joonis 145. 'Katre' õunte viljaliha tugevus tava- atmosfääris (kontroll) ning kontrollitud atmosfääris (O_2 ja CO_2 sisaldus 1,5%) 2009/2010. a. PD 95%=0,4.

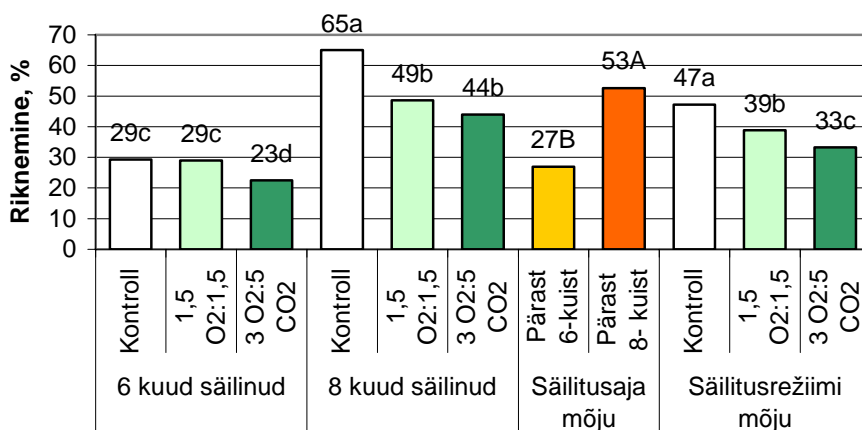
'Krista'

Õunte säilituskadu

Sarnaselt 'Ligoli' ja 'Katre' õuntega, oli säilituskadu 2008/2009 aastal jaanuariks kontrollitud atmosfääri variantides suurem (joonis 146). Märtsikuust alates hakkas aga olukord muutuma: riknemine oli kontrollvariandis ja KA 1,5 variandis võrdne; KA 3:5 variandis aga oli väliselt riknenud teiste variantidega võrreldes vähem õunu. Maikuuks oli mõlemas KA variandis riknenud õunu oluliselt vähem (joonis 147). Kõrgema CO₂-sisaldusega variandis oli aga õuntel märgata sisemist pruunistumist, mida KA1,5 variandis ei esinenud (joonised 148 ja 149).



Joonis 146. 'Krista' õunte riknemine pärast 3-kuist ning 6-kuist säilitust tava- atmosfääris (kontroll) ning kontrollitud atmosfääris 2008/2009 aastal. PD 95% säilitusvariandile = 6; säilitusaja keskmisele mõjule ning säilitusrežiimi keskmisele mõjule= 4



Joonis 147. 'Krista' õunte riknemine pärast 6-kuist ning 8-kuist säilitust tava- atmosfääris (kontroll) ning kontrollitud atmosfääris 2008/2009 aastal. PD 95% säilitusvariandile = 6; säilitusaja keskmisele mõjule ning säilitusrežiimi keskmisele mõjule= 4

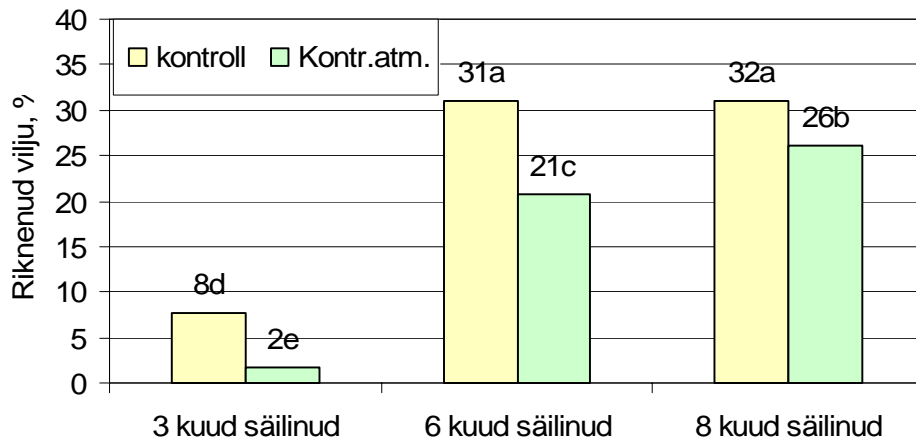


Joonis 148. 'Krista' pärast 6-kuist säilitust kontrollitud atmosfääris režiimil O₂ 1,5% ja CO₂ 1,5 %



Joonis 149. 'Krista' pärast 6-kuist säilitust kontrollitud atmosfääris režiimil O₂ 3% ja CO₂ 1,5 %

2009/2010 aastal säilisid 'Krista' õunad kogu perioodi jooksul kontrollitud atmosfääris paremini kui tava- atmosfääris (joonis 150) ja nädalase toatemperatuuril säilitamise jooksul riknesid vaid väga üksikud õunad. Nädala jooksul muutus koore põhivärvus kollasemaks, mis viitas sellele, et pärast kontrollitud atmosfäärist välja võtmist on õunad võimelised järelvalmima (joonised 151 ja 152).



Joonis 150. 'Krista' õunte riknemine tava- atmosfääris (kontroll) ja kontrollitud atmosfääris (O₂ ja CO₂ sisaldus 1,5%) 2009/2010. a. PD 95%=5.



Joonis 151. 'Krista' õunte välimus pärast 8-kuist säilitamist kontrollitud atmosfääri keskkonnas (O₂ ja CO₂ sisaldus 1,5%) 2010. aasta 12. mail (vahetult pärast hoidlast võtmist).

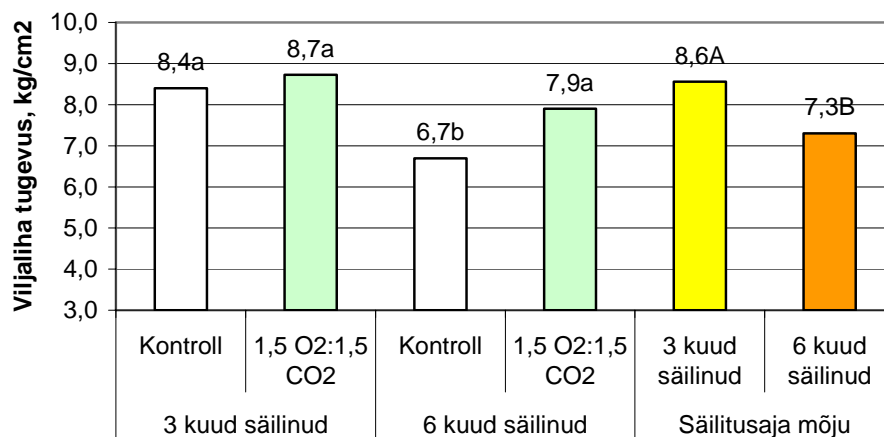


Joonis 152. 'Krista' õunte välimus pärast 8-kuist säilitamist kontrollitud atmosfääri keskkonnas (O₂ ja CO₂ sisaldus 1,5%) 2010. aasta 18. mail (nädal pärast hoidlast võtmist ja toatemperatuuril hoidmist).

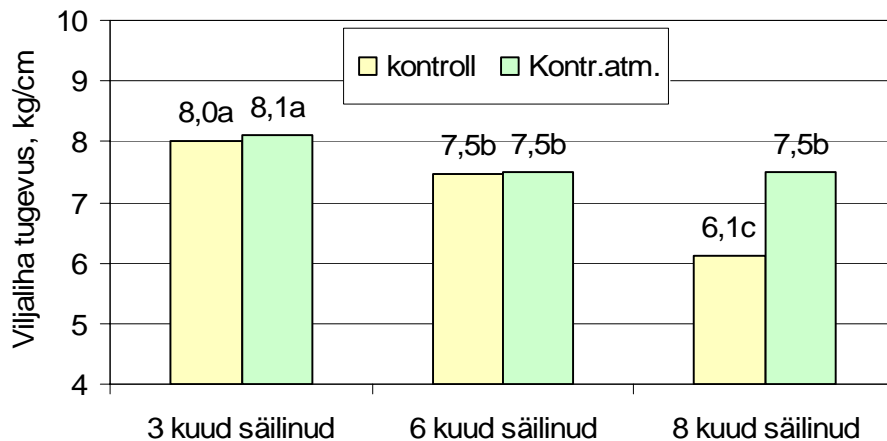
Viljaliha tugevus

'Krista' oli üks väheseid õunu, mis ei olnud 2009. a. jaanuariks oluliselt pehmemaks muutunud – viljaliha tugevus oli septembri seisuga sarnane nii kontrollvariandis kui kontrollitud atmosfääris säilitatud õunte puhul. Märtsiks olid kontrollvariandi õunad oluliselt pehmemaks muutunud, KA 1,5 variandi õunad olid aga jaanuari seisuga võrreldes samasuguse viljaliha tugevusega (joonis 153).

2009/2010 aastal olid kontrollitud atmosfääris säilitatud õunad samuti maikuus oluliselt tugevama viljalihaga kui kontrollvariandi õunad (joonis 154).



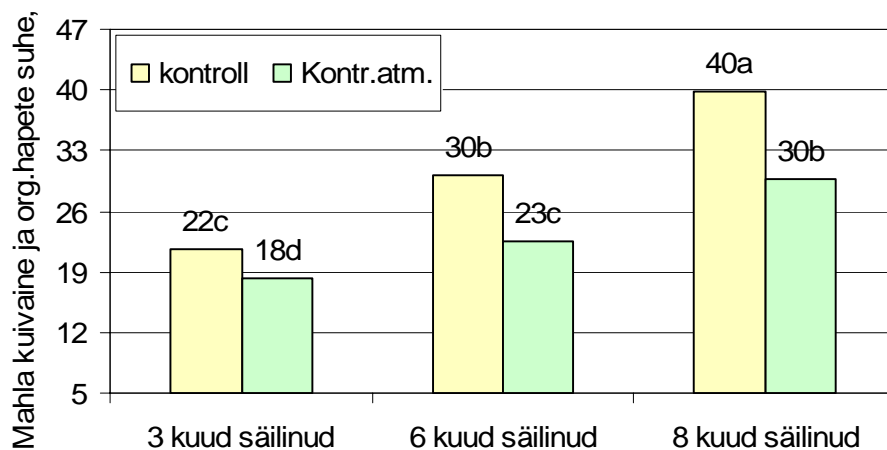
Joonis 153. 'Krista' õunte viljaliha tugevus pärast 3-kuist ning 6-kuist säilitust tava-atmosfääris (kontroll) ning kontrollitud atmosfääris 2008/2009 aastal. PD 95% säilitusvariandile = 1,3 ning säilitusajale = 0,9.



Joonis 154. 'Krista' õunte viljalihaga tugevus tava- atmosfääris (kontroll) ja kontrollitud atmosfääris (O₂ ja CO₂ sisaldus 1,5%) 2009/2010. a. PD 95%=0,4.

Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe

Õunte valmides muutub õunas varuainena talletatud tähtsaks suhkruks ning orgaanilised happed (õuntes peamiselt õunhape) lagunevad. Seega suureneb mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe õuntes säilitusperioodil. K. Kelt on pikaajaliste uuringute tulemusena Pollis täheldanud, et parema maitsega on need sordid, mille viljas on suhkruga ja happe suhe 15...20. Jooniselt 155 on näha, et 'Krista' õunad on nii tava- kui kontrollitud atmosfääris järelvalminud, kuid kontrollitud atmosfääris on protsess olnud aeglasem. Selle tõttu on mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe kontrollitud atmosfääris säilitatud õunad madalam ja jääb soovitusliku vahemiku lähedale veel ka märtsis.



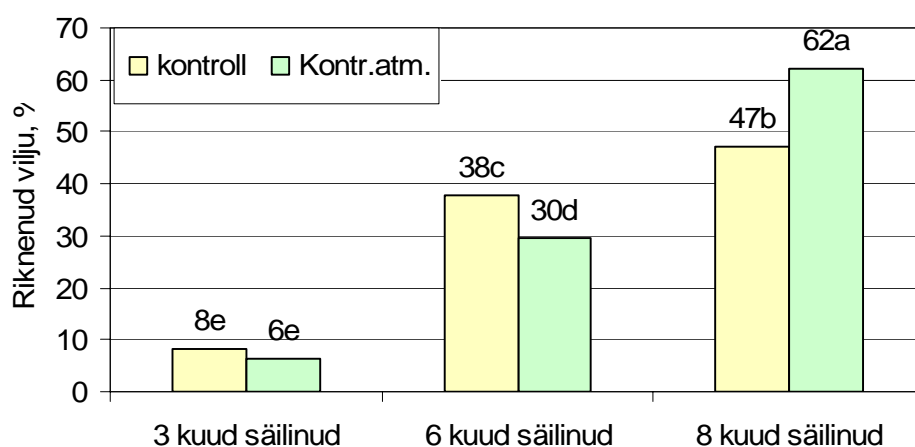
Joonis 155. Sordi 'Krista' õunte mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe tava- atmosfääris (kontroll) ning kontrollitud atmosfääris (O₂ ja CO₂ sisaldus 1,5%) 2009/2010. a. PD 95%=3.

Kahe aasta kokkuvõtteks võib öelda, et säilivuse parandamise seisukohalt tasub 'Krista' õunu kontrollitud atmosfääris säilitada.

'Liivi kuldrenett'

Säilituskadu

Esimese aasta tulemused sordiga 'Liivi kuldrenett' näitasid, et kontrollitud atmosfääris säilitamine vähendas märtsikuuks 'Liivi Kuldreneti' väliseid riknemistunnuseid (joonis 156). Samas maikuuni säilitades oli kontrollitud atmosfääri keskkonnas riknenud õunu juba oluliselt rohkem kui tavahoidlas hoitud õunte puhul. Selle sordi puhul ilmnes, et tavahoidlas pikemaajalisel säilitamisel (märtsini) on üheks peamiseks kvaliteedikao tunnuseks närtsimine, mille tagajärjel muutub õun pealt kortsuliseks ja seest jahuseks. Kuna kontrollitud atmosfääriga katsekambrites oli õhuniiskus ilmselt stabiilselt kõrgem (98%), siis oli seal närtsimist vähem (joonised 157 ja 158). Närtsimine oleks välditav, kui tootjad investeeriksid niisutussüsteemi soetamisse, mis on võrreldes kontrollitud atmosfääriga hoidlaga oluliselt väiksem kulutus.



Joonis 156. Sordi 'Liivi kuldrenett' õunte riknemine tava- atmosfääris (kontroll) ning kontrollitud atmosfääris (O_2 ja CO_2 sisaldus 1,5%) 2009/2010. a. PD 95%=4.



Joonis 157. Sordi 'Liivi kuldrenett' õunte välimus pärast 6- kuist säilitamist kontrollitud atmosfääri keskkonnas (O_2 ja CO_2 sisaldus 1,5%) 2010. aasta märtsis vahetult pärast hoidlast välja võtmist.



Joonis 158. Sordi 'Liivi kuldrenett' õunte välimus pärast 6- kuist säilitamist tavahoidlas 2010. aasta märtsis vahetult pärast hoidlast välja võtmist.

EESTIMAISTE ÕUNTE SÄILIVUS MODIFITSEERITUD ATMOSFÄÄRIS

ÕUNTE 'LIIVI KULDRENETT' SÄILIVUS MODIFITSEERITUD ATMOSFÄÄRIS

Katsete eesmärk: selgitada välja erinevate kontrollitud ja modifitseeritud atmosfääri variantide mõju õunasordi 'Liivi Kuldrenett' viljade säilivusele ja kvaliteedile.

Kuna hetkel ei võimalda mitmete Eesti õunakasvatajate majanduslik olukord teha mahukaid investeeringuid kontrollitud atmosfääriga hoidla rajamiseks, siis otsustati 'Liivi Kuldreneti' säilivuse parandamiseks katsetada ka töömahukamat, kuid odavamalt modifitseeritud atmosfääri võimalust.

Katsetoodika

Säilituskatsed viidi läbi Eesti Maaülikooli PKI Tõnissoni hoidlas, OÜ Halika Õunatalu hoidlas ning Polli Aiandusuuringute Keskuse kontrollitud atmosfääriga katsekambrites. 'Liivi Kuldrenett' korjati OÜ Halika Õunatalu õunaaia 12. septembril 2010. aastal. Katsetati 6 erinevat säilitusrežiimi:

- 1) tavahoidla 1- Eesti Maaülikooli PKI õhuniisutusega hoidla Eerikal. Õhutemperatuur $+2\pm 2^{\circ}\text{C}$, suhteline õhuniiskus 85–95%.
- 2) Tavahoidla 2 OÜ Halika õunatalu õhuniisutusega hoidla, õhutemperatuur $+4\pm 2^{\circ}\text{C}$, suhteline õhuniiskus 85–95%. Kuna jõuludeni oli hoidla õnu täis, siis selle ajani oli ka hoidla õhuniiskus kõrgem (90–95%).
- 3) MA 60 – modifitseeritud atmosfäär, AS Estiko poolt toodetud polüetüleenist 60-mikromeetrine kilekott, EMÜ PKI hoidla.
- 4) MA 120 - modifitseeritud atmosfäär, AS Estiko poolt toodetud polüetüleenist 120-mikromeetrine kilekott, EMÜ PKI hoidla.
- 5) KA 1,5:1,5 – Polli Aiandusuuringute Keskuse kontrollitud atmosfääriga katsekambrid, O_2 ja CO_2 sisaldus 1,5%
- 6) KA 2:0,5 - Polli Aiandusuuringute Keskuse kontrollitud atmosfääriga katsekambrid, O_2 sisaldus 2% ja CO_2 sisaldus 0,5%.

Tavahoidlates ja kontrollitud atmosfääriga hoidlas säilitati igast variandist 10 kg õnu kolmes korduses (3 kasti, milles igas oli ca 10 kg õnu). Modifitseeritud atmosfääris pakendati mõlema paksusega kilekottidesse 6 kasti õnu (10 kg õnu kuues korduses), millest kolm avati jaanuaris ja kolm märtsis. Ühte kilekotti asetati üks plastikkast (nn. Efekt – kast), milles oli ca 10 kg õnu ning kotid suleti õhukindlalt (joonis 159).

Õnu sorteeriti ning säilituskadu (tervete õunte massikadu + riknenud õunte mass) määrati jaanuaris ja märtsis. Septembris, jaanuaris ja märtsis määrati õunte viljaliha tugevus, mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete sisaldus.

Modifitseeritud atmosfääriga kilekottidest määrati säilitusperioodi algul igal nädalal ning hiljem igal teisel nädalal hapniku- ja süsihappegaasi sisaldust.

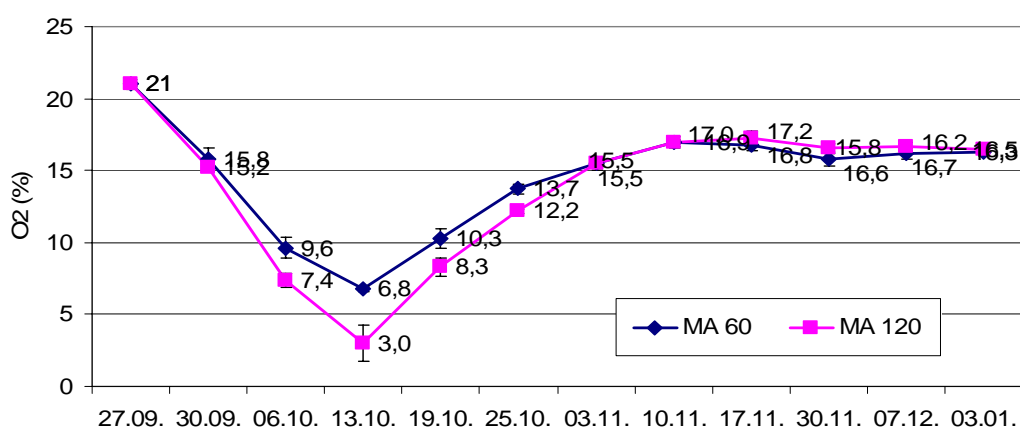
Andmetöötluses kasutati ühe- ja kahefaktorilist dispersioonanalüüsi. Arvutati piirdiferents 95% tõenäosuse juures.



Joonis 159. Modifitseeritud atmosfääri pakendatud 'Liivi kuldrenett' EMÜ Tõnissoni hoidlas 2010/2011

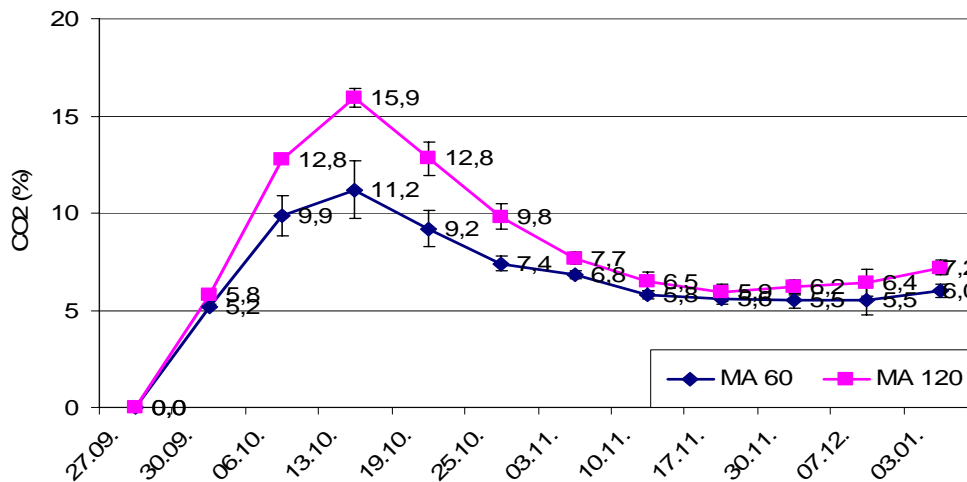
Tulemused

Hapniku ja süsihappegaasi sisalduse muutumine modifitseeritud atmosfääri pakendites
 Hapnikusisaldus langes pakendites esimese kahe säilitusnädala jooksul pidevalt, jõudes oktoobri keskpaigaks õhemas kilekotis (MA 60) 6,8 %-ni ning paksemas kilekotis (MA 120) 3,0%-ni (joonis 160). Tekkis oht, et kui hapnikusisaldus samamoodi edasi langeb, on õunte säilituskeskkond nädala pärast anaeroobne. Seetõttu otsustati kilekotid perforereerida ja igasse kotti torgati viisteist ühe-millimeetrise läbimõõduga auku. Edasi hakkas hapnikusisaldus uuesti tõusma, stabiliseerudes novembri alguses 15 – 17 % vahemikus ja jäädes selliseks järgneva kahe kuu jooksul. Alates hapnikusisalduse stabiliseerumisest ei avaldanud kilekoti paksus pakendi hapnikusisaldusele olulist mõju.



Joonis 160. Hapnikusisalduse muutumine õunte 'Liivi kuldrenett' 3- kuisel säilitamisel $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ juures modifitseeritud atmosfääri* pakendites. *MA 60 – kilekoti paksus 60 μm ; MA 120 - kilekoti paksus 120 μm .

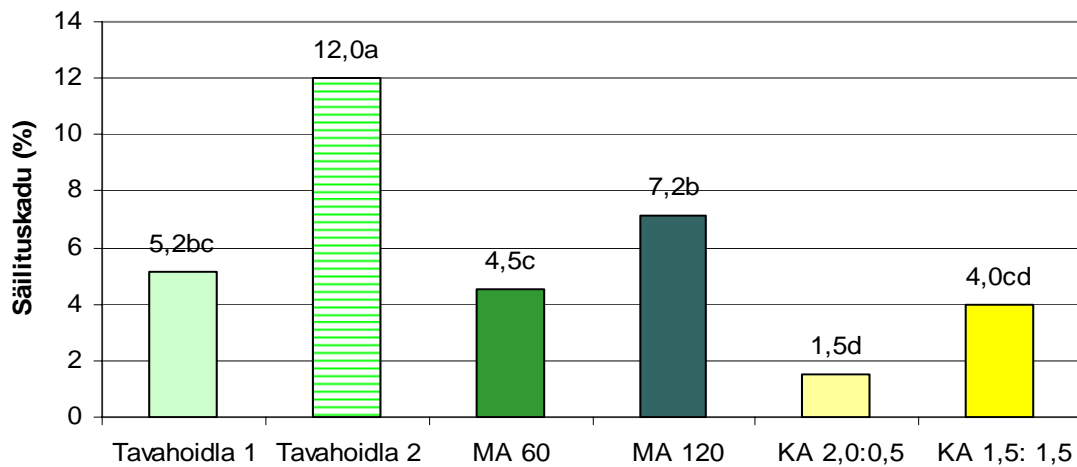
Süsihappegaasi sisaldus tõusis pakendites esimese kahe säilitusnädala jooksul õhemas kilekotis 11,2 %-ni ja paksemas kilekotis 15,9 %-ni (joonis 161). Pärast kottide perforereerimist langes süsihappegaasi sisaldus novembri alguseks MA 60 variandis 6,8%-ni ning MA 120 variandis 7,7%-ni. Järgneva kahe säilituskuu jooksul püsis CO₂ sisaldus stabiilsena. Kilekoti paksus mõjutab usutavalt CO₂ sisaldust: paksemas kilekotis oli süsihappegaasi enamiku mõõtmiskordade ajal oluliselt rohkem.



Joonis 161. CO₂ sisalduse muutumine õunte 'Liivi kuldrenett' 3- kuisel säilitamisel 2±2°C juures modifitseeritud atmosfääri* pakendites. *MA 60 – kilekoti paksus 60µm; MA 120 - kilekoti paksus 120-µm.

Säilituskadu

Jaanuariks oli erinevate säilitustingimuste mõju õunte 'Liivi kuldrenett' kvaliteedile selgesti näha: riknenud õunu oli kõige enam (12%) õhuniisutuseta tavahoidlas (joonis 162). Säilituskadu jäi samasse suurusjärku õhuniisutusega tavahoidlas ning modifitseeritud atmosfääris paksemas kilekotis (vastavalt 5,2 ja 7,2%). Õhemas kilekotis oli säilituskadu 4,5%, mis jäi statistiliselt oluliselt väiksemaks kui paksemas kilekotis ning oli sarnane kontrollitud atmosfääris kõrgema CO₂- sisaldusega (KA 1,5: CO₂ 1,5%) katsekambri õuntega. Võrreldes tavahoidlas ja kilekottides säilitatud õuntega oli väikseim säilituskadu (1,5%) kontrollitud atmosfääri madalama CO₂-sisaldusega variandis (O₂ 2,0%: CO₂ 0,5%). Kuna 'Liivi kuldreneti' koor on õhuke, vajab õun kõrget õhuniiskust; jaanuariks olid tavahoidlates säilitatud õunad märgatavalt närtsinud, kontrollitud atmosfääris ja kilekottides hoitud õunad olid endiselt kena välimusega (joonised 163 ja 164).



Joonis 162. Õunte 'Liivi kuldrenett' säilituskadu jaanuaris 2011 pärast 3-kuist säilitamist erinevatel hoirežiimidel . PD 95%=2,9.

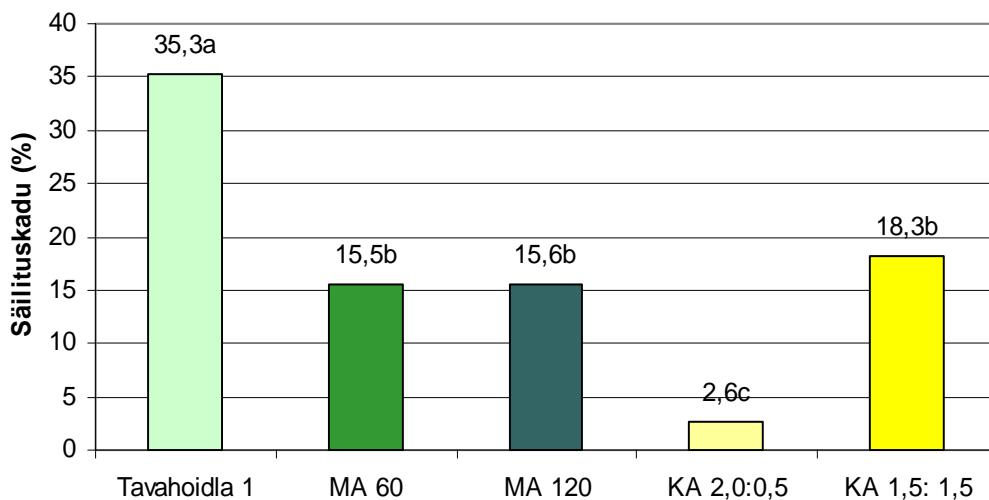


Joonis 163. Tavahoidlas säilitatud 'Liivi kuldrenett' jaanuaris 2011.



Joonis 164. Modifitseeritud atmosfääris 60µm kilekottides (MA 60) säilitatud 'Liivi kuldrenett' jaanuaris 2011

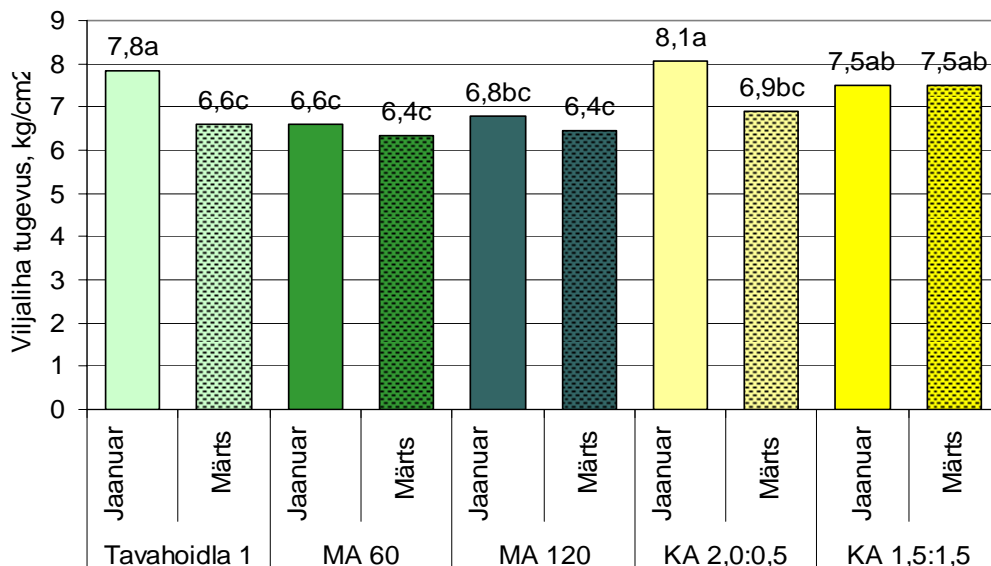
Pärast 5-kuist säilitamist oli 'Liivi kuldrenett' õhuniisutuseta tavahoidlas sedavõrd kuivanud, et õunad ei olnud turustatavad. Kuna tegemist on sügisõunaga, siis oli ka õhuniisutusega tavahoidlas säilituskadu suur (35,3%) eelkõige laomädanikku nakatunud õunte tõttu. Modifitseeritud ja kontrollitud atmosfäär aeglustavad õunte ainevahetust ja seetõttu oli neis variantides säilituskadu oluliselt väiksem. Märtsikuus oli riknenud õunu kilekottides ja kontrollitud atmosfääri 1,5:1,5 variandis samapalju (joonis 165). Seevastu kontrollitud atmosfääri madala CO₂ – sisaldusega variandis oli märtsiks riknenud vaid 2,6% õuntest. Tulemus tõestab ilmekalt, et 'Liivi kuldrenett' on CO₂ - tundlik õun, mille puhul hapnikusisaldus peab säilituskeskkonnas olema alati CO₂ – sisaldusest kõrgem. Kontrollitud atmosfääris hoiti 'Liivi kudreneti' õunu maikuuni – pärast 7 – kuist säilitamist oli KA 2:0,5 režiimil riknenud 4,2% ning KA 1,5 :1,5 režiimil 38% õuntest, mis kinnitab veelkord eelpool väidetut.



Joonis 165. Õunte 'Liivi kuldrenett' säilituskadu märtsis 2011 pärast 5-kuist säilitamist erinevatel hoirežiimidel. PD 95%=3,9.

Viljaliha tugevus

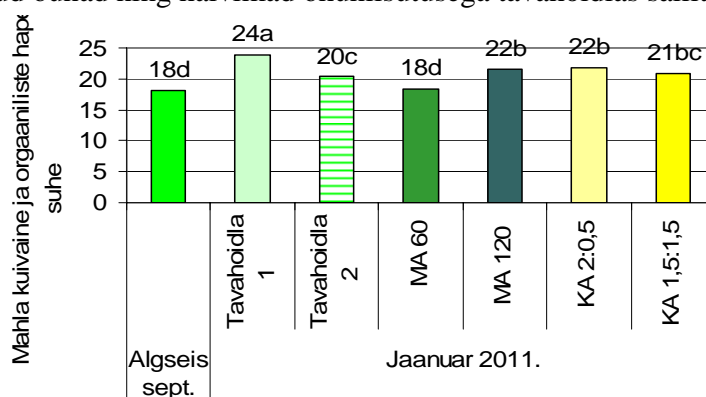
Jaauariks olid õhuniisutusega tavahoidla ja kontrollitud atmosfääri 2,0:0,5 variandi õunad tugevama viljalihaga kui õhuniisutuseta tavahoidla ja modifitseeritud atmosfääri variantide õunad (joonis 166). Võrreldes jaauarikuu seisuga olid õunad märtsiks pehmenenud tavahoidlas ning KA 2,0:0,5 variandis. Võrreldes tavahoidlas ja modifitseeritud atmosfääris säilitatud õuntega olid kontrollitud atmosfääris 1,5:1,5 režiimil hoitud õunad märtsis oluliselt tugevama viljalihaga.



Joonis 166. Õunte 'Liivi kuldrenett' viljaliha tugevus jaauaris ja märtsis 2011 (pärast 3-kuist ja 5-kuist säilitamist) erinevatel hoirežiimidel. PD 95%=0,9.

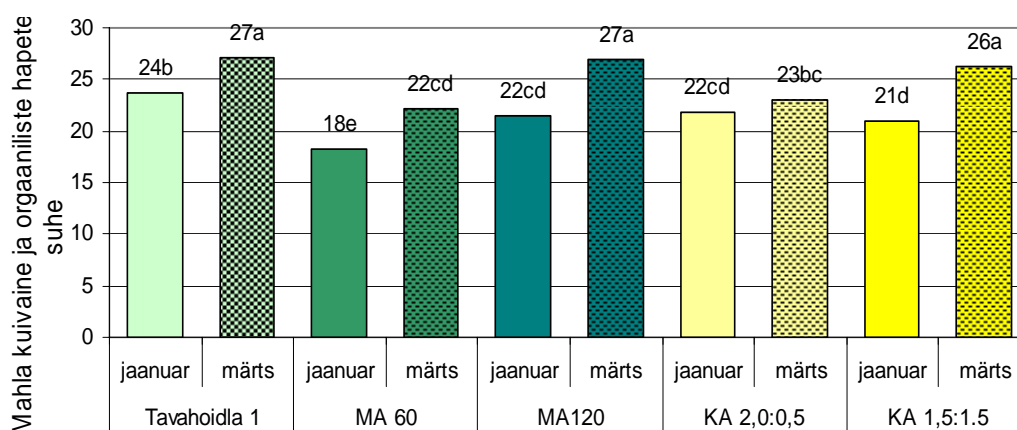
Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe

Võrreldes koristusjärgse seisuga ei olnud mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe kolme kuu jooksul muutunud vaid MA 60 variandis (joonis 167). Kõikides teistes variantides oli suhe suurenenud, mis viitab orgaaniliste hapete lagunemisele. Sarnase mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhtega olid kontrollitud atmosfääris ja modifitseeritud atmosfääris paksemas kilekotis säilitatud õunad. Õhuniisutusega tavahoidla õunad erinesid kõikidest teistest õuntest kõrgema mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhte poolest. Eeldades, et parema maitsega on need õunad, mille viljas on suhkru ja happe suhe 15...20, olid jaanuaris maitseomadustelt parimad MA 60 režiimil säilitatud õunad ning halvimal õhuniisutusega tavahoidlas säilitatud õunad.



Joonis 167. Õunte 'Liivi kuldrenett' mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe septembris 2010 ja jaanuaris 2011 pärast 3-kuist säilitamist erinevatel hoiurežiimidel. PD 95%=2.

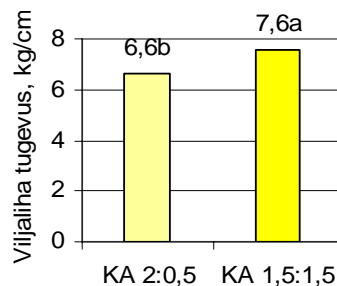
Märtsiks ei olnud mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe võrreldes jaanuariga statistiliselt oluliselt muutunud vaid KA 2,0:0,5 katsevariandi õuntes (joonis 168). Soovituslikule väärtusele olid märtsis kõige lähemal modifitseeritud atmosfääris õhemas kilekotis säilitatud õunad ja kontrollitud atmosfääris KA 2:0,5 režiimil säilitatud õunad.



Joonis 168. Õunte 'Liivi Kuldrenett' mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe jaanuaris ja märtsis 2011 (pärast 3-kuist ja 5-kuist säilitamist) erinevatel hoiurežiimidel. PD 95%=2.

Kontrollitud atmosfääris säilitatud 'Liivi Kuldreneti' kvaliteet maikuus pärast 7-kuist säilitamist

Pärast 7 – kuist säilitamist oli kontrollitud atmosfääris KA 2:0,5 režiimil riknenud 4,2% ning KA 1,5 :1,5 režiimil 38% õuntest, mis kinnitab, et antud sordi õuntele sobib madalam CO₂ sisaldus. Viljaliha tugevuses oli kahe säilitusrežiimi vahel oluline erinevus – kõrgema CO₂ sisalduse juures hoitud õunad olid kõvemad (Joonis 169). Vaatamata sellele, et visuaalsete riknemistunnustega õunu oli KA 2:0,5 režiimil vähe, oli õunte sisemine kvaliteet langenud ka madalama CO₂ sisalduse juures: mahla kuivaine ja orgaaniliste suhtes ning askorbiinhappesisalduses statistiliselt olulist erinevust ei olnud. Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete sisaldus ületas oluliselt soovituslikku väärtust (20), mis viitab maitse halvenemisele. Askorbiinhappesisaldus oli samuti sarnaselt madal mõlema variandi õuntes. Seega ei ole ka kontrollitud atmosfääris soovitav säilitada 'Liivi Kuldreneti' õunu maikuuni, vaid turustada hiljemalt märtsi lõpuks.



Joonis 169. Õunte 'Liivi Kuldrenett' viljaliha tugevus mais 2011 pärast 7-kuist säilitamist erinevatel hoiurežiimidel. PD 95%=1,0.

Kokkuvõttes võib öelda, et katses olnud säilitusrežiimidest oli 'Liivi kuldreneti' jaoks kõige sobivam kontrollitud atmosfääri madalama CO₂ -sisaldusega variant (O₂ 2,0%: CO₂ 0,5%) – säilituskadu oli jaanuaris 1,5%, märtsis 2,6%, maikuus 4,2%. Tavahoidla variantidega võrreldes olid õunad tugevama viljalihaga ja maitsega seotud mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe oli soovituslikule väärtusele lähemal.

Võrreldes tavahoidlaga parandas sordi 'Liivi kuldrenett' õunte säilivust ja kvaliteeti ka modifitseeritud atmosfäär 60-µm kilekotis. Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhte põhjal võib eeldada, et jaanuaris olid selle variandi õunad maitseomadustelt parimad ning märtsis sarnased kontrollitud atmosfääris madalama CO₂ -sisaldusega variandi õuntega. Kuna õunte säilitamine kilekottides on töömahukas, sobib modifitseeritud atmosfääri kasutamine eelkõige väiketootjale.

'KRISTA' ÕUNTE SÄILIVUS MODIFITSEERITUD ATMOSFÄÄRIS

Katse eesmärk: selgitada välja modifitseeritud atmosfääri mõju 'Krista' õunte säilivusele ja kvaliteedile.

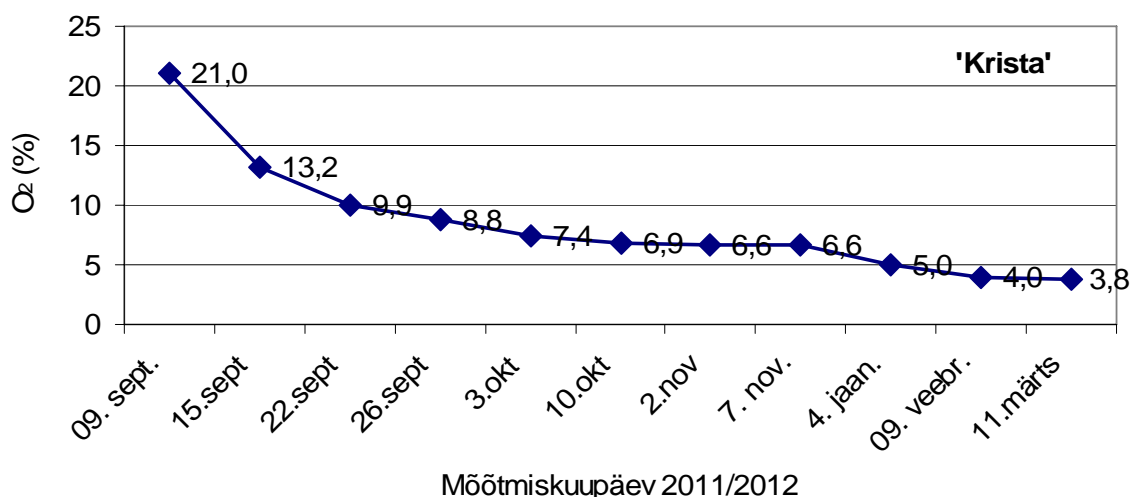
Katsetoodika

'Krista' õunad korjati 2011. aasta septembri esimese dekaadi lõpul TÜ Vasula õunaaiaist. Säilituskatsed viidi läbi Eesti Maaülikooli PKI tava-atmosfääriga hoidlas (aruandes kontroll), kus õhutemperatuur oli $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ ja suhteline õhuniiskus kõikus vahemikus 90...95% (hoidlas oli õhuniisutaja). Modifitseeritud atmosfääri variandis kasutati eelmisel aastal 'Liivi kuldrenetile' sobinud Estikos toodetud polüetüleenist 60-mikromeetriseid kilekotte. Ühte kilekotti asetati üks plastikkast (nn. Efekt – kast), milles oli ca 10 kg õunu ning kotid suleti õhukindlalt. Õunu säilitati märtsini. Jaanuaris ja märtsis määrati õuntest säilituskadu (massikadu + riknenud õunad), viljaliha tugevus, mahla kuivaine, orgaaniliste hapete ja askorbiinhappe sisaldus. Modifitseeritud atmosfääriga kilekottidest määrati säilitusperioodi algul igal nädalal ning hiljem igal teisel nädalal hapniku- ja süsihappegaasi sisaldus.

Andmetöötlemiseks kasutati ühe- ja kahefaktorilist dispersioonanalüüsi. Joonistel ühesuguste tähtedega tähistatud tulbad ei ole statistiliselt oluliselt erinevad.

Tulemused

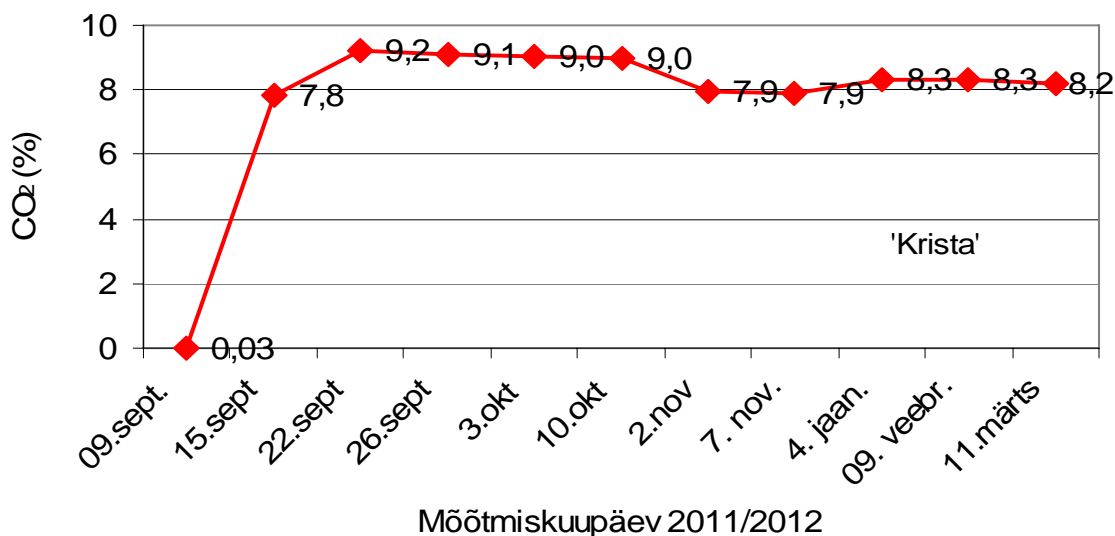
Hapniku ja süsihappegaasi sisalduse muutumine modifitseeritud atmosfääriga pakendites Hapnikusisaldus langes pakendites esimese säilitusnädala jooksul 13,0%-ni (joonis 170). Edasi langes hapnikusisaldus tasapisi, püüdes oktoobris – novembris 6...7% piires. Veebruaris – märtsis toimus uus langus arvatavasti mõnede pakendis riknenud õunte tõttu, mis kasutasid intensiivsemalt hapnikku. Pakendite avamise hetkeks oli hapnikusisaldus langenud 3,8%-ni.



Joonis 170. Hapnikusisalduse muutumine 'Krista' õunte säilitamisel $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ juures modifitseeritud atmosfääriga* pakendites.

*Modifitseeritud atmosfääri tekitamiseks pakendati õunad 60µm paksusesse kilekotti.

Süsihappegaasi sisaldus tõusis pakendites esimese säilitusnädala jooksul 7,8 %-ni (joonis 171). Septembri lõpuks tõusis CO₂ sisaldus 9,2%-ni ning jäi peaaegu stabiilseks kuni säilitusperioodi lõpuni. 11. märtsil mõõdeti pakendite CO₂- sisalduseks keskmiselt 8,2%.

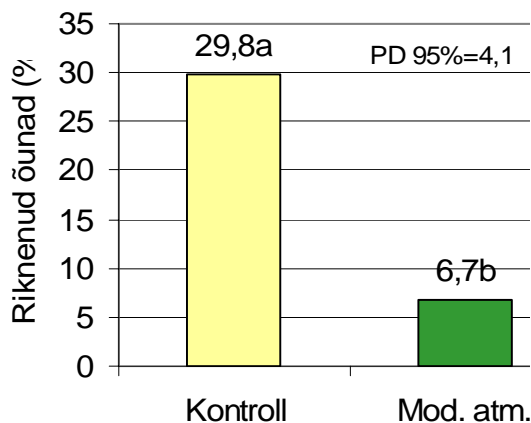


Joonis 171. Süsihappegaasi sisalduse muutumine 'Krista' õunte säilitamisel 2±2°C juures modifitseeritud atmosfääri* pakendites.

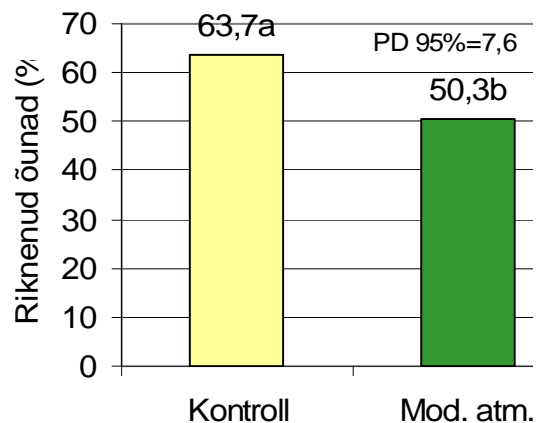
*Modifitseeritud atmosfääri tekitamiseks pakendati õunad 60µm paksusesse kilekotti.

Säilituskadu

Pärast 4-kuist säilitamist jaanuaris 2012 oli modifitseeritud atmosfääris säilitatud 'Krista' õuntest riknenud vaid 6,7% samas kui tava-atmosfääris oli riknenud juba kolmandik õuntest (joonis 172). Ulatuslik riknemine oli toimunud eelkõige laomädaniku ning vähemal määral mustmädaniku kahjustuse tõttu (joonis 174). Kuigi teoreetiliselt peaks jaanuariks 7...9%-ni kerkinud süsihappegaasi sisaldus olema õunte jaoks liiga kõrge, ei olnud modifitseeritud atmosfääris säilitatud 'Krista' õuntel ei sees ega väljas märgata süsihappegaasi kahjustusi ja õunte välimus oli oluliselt parem kui tava-atmosfääris (joonis 175). Märtsikuuks oli olukord muutunud ja kuigi modifitseeritud atmosfääris oli riknenud statistiliselt usutavalt vähem õunu kui tava-atmosfääris, oli ka modifitseeritud atmosfääris siiski riknenud pool saagist (joonis 173). Seega ei olnud mõtet katset jätkata ja õunu maikuuni säilitada. **Käesolevate tulemuste põhjal võib väiketootjale 'Krista' õunte säilitamist modifitseeritud atmosfääris soovitada juhul, kui õunad realiseeritakse hiljemalt jaanuaris.**



Joonis 172. 'Krista' õunte riknemine jaanuaris 2012 pärast neljakuist säilitamist tava-atmosfääris (kontroll) ning modifitseeritud atmosfääris (60- μ m kilekott).



Joonis 173. 'Krista' õunte riknemine märtsis 2012 pärast kuuekuist säilitamist tava-atmosfääris (kontroll) ning modifitseeritud atmosfääris (60- μ m kilekott).



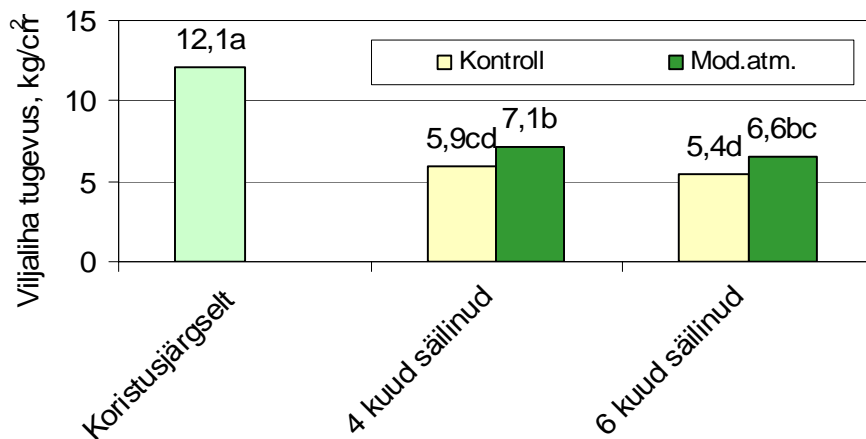
Joonis 174. 'Krista' õunad jaanuaris 2012 pärast neljakuist säilitamist tava-atmosfääris 2 \pm 2°C juures.



Joonis 175. 'Krista' õunad jaanuaris 2012 pärast neljakuist säilitamist modifitseeritud atmosfääriga pakendis (60- μ m kilekott) 2 \pm 2°C juures.

Viljaliha tugevus

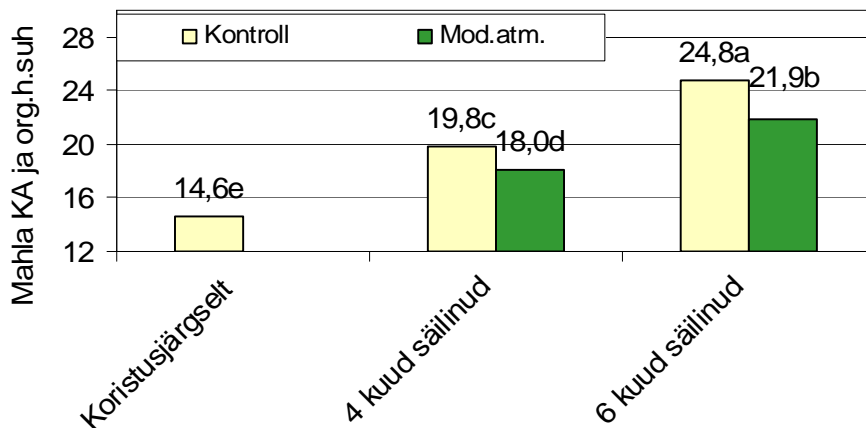
Jaanuariks olid 'Krista' õunad muutunud oluliselt pehmemaks nii tava- kui ka modifitseeritud atmosfääris (joonis 176). MA-s säilitatud õunad olid tava-atmosfääri omadest oluliselt tugevama viljalihaga. Märtsikuuks olid mõlema säilitusvariandi õunad küll pisut pehmemaks läinud, kuid statistiliselt olulist erinevust võrreldes jaanuariga ei olnud. Modifitseeritud atmosfääris säilitatud õunad olid jätkuvalt tugevama viljalihaga.



Joonis 176. 'Krista' õunte viljaliha tugevus 2011/2012. aastal tava –atmosfääris (kontroll) ning modifitseeritud atmosfääris (60-µm kilekott) säilitades. PD 95% =0,8.

Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe

Nii jaanuaris kui märtsis oli mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe MA-s säilitatud õuntes madalam (joonis 177). Eeldades, et Eesti õuntes on soovituslik suhkrute-hapete vahekord 15...20, olid jaanuaris nii kontrollvariandi kui MA õunad maitseomadustelt head, märtsiks oli mõlemal režiimil säilitatud õunte maitse halvenenud ja ületas soovitusliku kahekümne piiri. MA-s säilitatud õunad olid soovituslikule mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhte väärtusele siiski lähemal.



Joonis 177. 'Krista' õunte mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe 2011/2012. aastal tava –atmosfääris (kontroll) ning modifitseeritud atmosfääris (60-µm kilekott) säilitades. PD 95% =1,1.

Ühe aasta tulemuste põhjal võib väiketootjale soovitada 'Krista' õunte modifitseeritud atmosfääris säilitamist kuni jaanuarini. Selleks ajaks oli modifitseeritud atmosfääris säilitatud õuntest riknenud vaid 7% samas kui tava-atmosfääris oli riknenud juba kolmandik õuntest, modifitseeritud atmosfääris säilitatud õunad olid ka oluliselt tugevama viljalihaga.

ÕUNTE SÄILITUSKATSETE TULEMUSTE KOKKUVÕTE

Mitmed Eestis kasvatatud õunasordid osutusid CO₂-tundlikeks ja kontrollitud atmosfäär, kus CO₂- sisaldus on tavaõhus olevast CO₂- sisaldusest kõrgem, põhjustas neil õuntel füsioloogilisi häireid, peamiselt koore ja viljaliha pruunistumist.

Õunasordid, mille säilivus kontrollitud atmosfääris ei paranenud:

'Talvenaudingu' puhul selgus, et mida kõrgem oli CO₂ sisaldus säilituskeskkonnas, seda intensiivsem oli koore pruunistumine. 'Talvenaudingul' tekkis koore pruunistumine ka juhul, kui hapnikusisaldus kontrollitud atmosfääris oli suurem kui CO₂- sisaldus (O₂ 2% ja CO₂ 0,5%). Koore pruunistumist õnnestuks ilmselt ära hoida või minimeerida, kui 'Talvenaudingu' õunu säilitada väikesemahulistes (mitte üle 10 kg) suurustes hea ventilatsiooniga kastides. Arvestades 'Talvenaudingu' hinda turul võib aga tootmistingimustes kahelda selle õuna väikestes kastides säilitamise tasuvuses.

Õunte 'Alesja' ja 'Auksis' puhul oli peamiseks probleemiks kontrollitud atmosfääris säilitatud õunte viljaliha pruunistumine, mis sai alguse juba jaanuaris ja muutus väga intensiivseks maikuuks. 2010/2011 aastal oli 7 kuud tava-atmosfääris säilinud 'Alesja' säilituskadu vaid 7%. Seega õnnestub seda õuna edukalt maikuuni säilitada ka tavahoidlas juhul, kui on tagatud kõrge õhuniiskus ja madal säilitustemperatuur.

'Antei' ja 'Sinap Orlovski' on samuti väga hea säilivusega sordid. Näiteks 2009. aastal oli jaanuariks 'Antei' kontrollvariandis riknenud vaid 3% õuntest. 2009/2010 säilitusperioodil oli 'Antei' õunte riknemine tava-atmosfääris ja kontrollitud atmosfääris kas võrdne või olid erinevused väga väikesed. Seega ei ole 'Antei' säilitamine kontrollitud atmosfääris õigustatud. Ka 'Sinap Orlovski' riknemine oli 2009/2010 säilitusperioodil jaanuaris ja märtsis kontrollitud atmosfääriga hoidlas ja tavahoidlas sarnane, maikuuks oli aga kontrollitud atmosfääriga hoidlas riknenud rohkem õunu.

Lisaks oli tavahoidlas säilitatud õunte välimus oluliselt parem. 'Sinap Orlovski' on väga aeglaselt järevalmiv õun, mille koore värvus peaks valmides muutuma rohurohelisest kollaseks. Kontrollitud atmosfääris säilitatud õuntel säilis rohuroheline värvus kuni maikuuni. Samuti olid kontrollitud atmosfääris säilinud õunad veel maikuuski toore maitsega.

Õunasordid, mille säilivusaeg kontrollitud atmosfääris pikenes ja kvaliteet oli parem

'Katre', 'Krista' ja 'Ligol' ei säilinud esimesel aastal kontrollitud atmosfääris paremini kui tavahoidlas. Põhjus võis olla liiga hilises koristusajas, sest 2009/2010 säilitusperioodil vähendas kontrollitud atmosfäär (1,5% O₂:1,5% CO₂) oluliselt õunte riknemist ja parandas kvaliteeti. Kontrollitud atmosfääris säilitatud õunad olid ka tugevama viljalihaga ja parema maitsega (mahla kuivaine ja organiliste hapete suhe oli soovituslikule vahemikule lähemal).

'Veteran', 'Cortland' ja 'Liivi kuldrenett' osutusid CO₂-tundlikeks õunteks, mille kontrollitud atmosfäär 1,5% O₂:1,5% CO₂ põhjustas kergeid füsioloogilisi häireid ja säilivus ei paranenud. Nendele sortidele sobis aga kontrollitud atmosfäär gaasirežiimiga 2% O₂:0,5% CO₂. 'Veterani' säilituskadu oli mainitud keskkonnas võrreldes tavahoidlaga märtsiks poole võrra ja maikuuks 2/3 võrra väiksem. Kui tava-atmosfääris säilitatud

'Veterani' õunad olid alates märtsikuust liiga pehmed, siis kontrollitud atmosfääris säilitasid õunad aktsepteeritava viljaliha tugevuse mai lõpuni. **'Cortlandi' puhul** tasuks õunu kontrollitud atmosfääris kindlasti säilitada jaanuarini: 2012. aastal oli tavahoidlas riknenud 18% õunu, kontrollitud atmosfääris aga vaid 5%. Jaanuaris oli õunte mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe veel soovitusliku vahemiku lähedal. Vajadusel võiks 'Cortlandi' õunu kontrollitud atmosfääris säilitada ka märtsini. Selleks ajaks oli kontrollitud atmosfääris riknenud viiendik õuntest.

'Liivi kuldreneti' säilituskadu oli tavahoidlas märtsiks 35%, kontrollitud atmosfääris 2,6%. Tavahoidla variantidega võrreldes olid õunad tugevama viljalihaga ja maitsega seotud mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete suhe oli soovituslikule väärtusele lähemal.

Õunasordid, mille puhul väiketootja võiks kontrollitud atmosfääri odavamalt kasutada modifitseeritud atmosfääri

Ühe aasta tulemuste põhjal võib väiketootjale soovitada 'Krista' ja 'Liivi kuldreneti' säilitamist modifitseeritud atmosfääris 60 –mikromeetrises kilekotis. Jaanuariks oli modifitseeritud atmosfääris säilitatud 'Krista' õuntest riknenud 7%, samas kui tava-atmosfääris oli riknenud juba kolmandik õuntest. Modifitseeritud atmosfääris säilitatud õunad olid ka oluliselt tugevama viljalihaga.

'Liivi kuldreneti' säilituskadu oli märtsiks tavahoidlas 35%, modifitseeritud atmosfääris 15%.

SIBULKÖÖGIVILJADE SÄILITAMINE KONTROLLITUD ATMOSFÄÄRI TINGIMUSTES

Eesmärk: võrrelda söögisibula, küüslaugu ja porrulaugu säilivust tava- ja kontrollitud atmosfääriga hoidlas.

Metoodika

Säilituskatsed sibulköögiviljadega viidi läbe kolmel aastal tavaatmosfääris EMÜ aianduse osakonna jahutatavas hoidlas ning kontrollitud atmosfääri tingimustes Polli Aiandusuuringute Keskuse spetsiaalsetes kambrites temperatuuril $+2\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$.

- 2008/2009 aastal: taliküüslauk 'Ziemiai', söögisibul 'Hercules' (kollane), 'Hyred' (punane), hiidsibul 'Exhibition' ja porrulauk 'Lancelot'.
- 2009/2010 aastal: taliküüslauk 'Ziemiai', söögisibul 'Hercules' (kollane), 'Hyred' (punane), ja salatisibul 'Exhibition'.
- 2011/2012 aastal: taliküüslauku 'Ziemiai', söögisibul 'Hercules' (kollane), 'Hyred' (punane) ja 'Albion' (valge).

Kummaski hoidlas ei olnud võimalik aktiivselt reguleerida õhuniiskust, kuid seda jälgiti datalogerite abil. Õhuniiskuse vähendamiseks pandi hoiuruumidesse niiskuseeraldajad (Soudal), mille abil hoiti õhuniiskus hoiuruumides 60-85%. Porrulaugu hoiuruumis niiskuseeraldajaid ei kasutatud.

Küüslaugu saagikoristus toimus igal aastal augusti algul, sibulatel septembri algul. Pärast saagikoristust sibulad ja küüslaugud järelkuivati ning säilituskatsed rajati 16.10.2008; 21.09.2009. ja 10.10.2011. Säilituskatse viidi iga sordiga läbi kolmes korduses, igas korduses ca 4 kg sibulaid. Sibulate ja küüslaugu säilitamisel kontrollitud atmosfääri kambris hoiti kahel esimesel katseaastal O₂ 1% ja CO₂ 5% ning kolmandal aastal O₂ 1% ja CO₂ 8%.

Säilituskatse 1., 2., 3., 5. ja 7. kuul kaaluti säilitatavad kultuurid ning kaalumise käigus eemaldati mädanema läinud sibulad. Säilitusperioodi lõpuks arvestati kui säilituskadu oli kasvanud 30%-ni.

Säilituskatse alustamisel ning katse lõpus määrati katsematerjalist mineraalelementide (N, P, K, Ca, Mg, S, C), C-vitamiini, püruuvhappe ning üldfenoolide sisaldus.

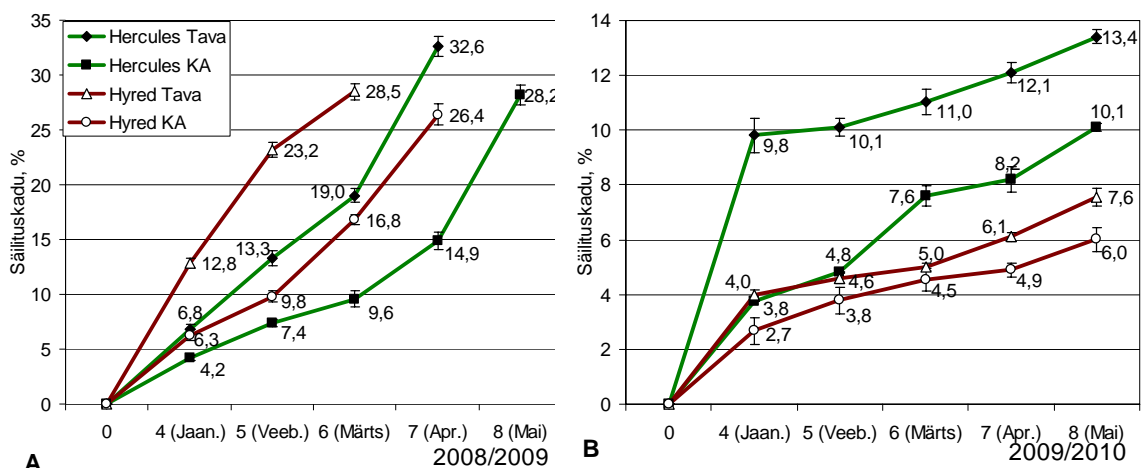
Porrulaugu säilituskatse kontrollitud atmosfääri tingimustes viidi läbi ühel aastal. Saagikoristus toimus 21.10.2008 ning säilituskatse rajati 24.10.2008. Porrulaugud pandi hoidlasse koos juurte ja kärbitud lehtedega. Katse lõpetamisel puhastati porrulaugud, lõigates ära lehed ja juured ning eemaldades välimise kihi. Säilituskao arvestamiseks võrreldi erinevates hoidlates säilitatud porrulaugu kaubandusliku saagi (puhastatud) massierinevusi katseperioodi algul ja lõpus. Kontrollitud atmosfääri katses hoiti säilituskambri O₂ 1% ja CO₂ 3% temperatuuril $+2\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$.

Tulemused

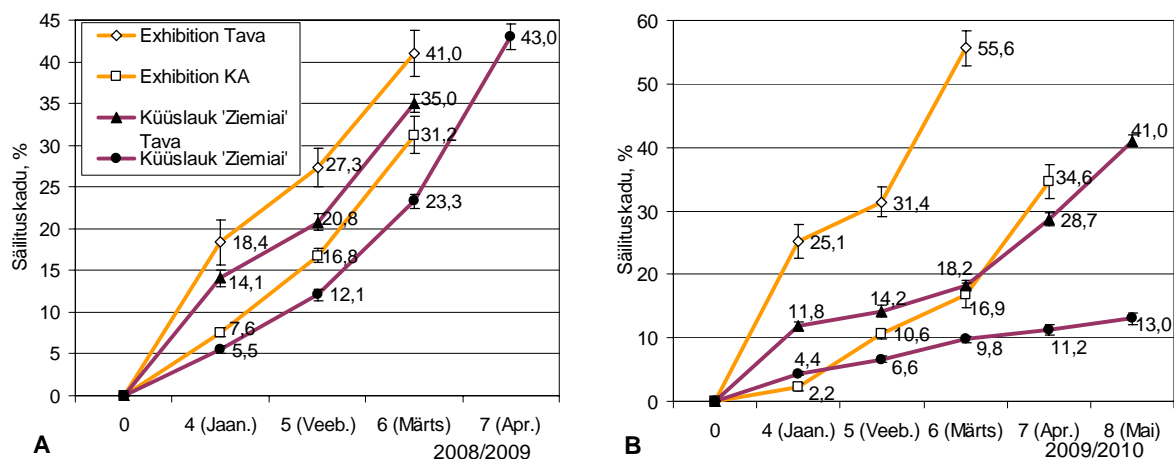
2008/2009. aasta katses säilis söögisibul 'Hercules' säilis tavaatmosfääris 7 kuud ning kontrollitud atmosfääri tingimustes 8 kuud (Joonis 178A). Säilitusperioodi lõpuks oli säilituskadu vastavalt 32,6 ja 28,2%. Punasekooreline 'Hyred' säilis halvemini kui 'Hercules', tavahoidlas säilis ainult 6 kuud (säilituskadu 28,5%) ning kontrollitud atmosfääriga hoidlas 7 kuud (26,4%). Peamiseks säilituskao põhjuseks oli sibula

hahkhallituse (*Botrytis allii*) levik ning liiga kõrgeist õhuniiskusest tingitud juurte kasvamaminek.

2009/2010 säilitusaastal Kollasekoorelise oli katseperioodi lõpuks söögisibula 'Hercules' säilituskadu tavahoidlas 13,4% ning KA tingimustes 10,1% (joonis 178B). Punasekoorelise sordi 'Hyred' säilituskadu oli katse lõpuks vastavalt 7,6% ja 6,0%. Võrreldes eelmise katseaastaga (2008/2009) säilisid mõlemad sordid paremini nii tava kui ka KA hoidlas. Selle põhjuseks on eelkõige paremad kasvutingimused 2009 aastal (väiksem hahkhallituse kahjustus) ning parem õhuniiskuse kontroll hoidlas. Säilituskao moodustas antul katses mõlema söögisibula sordi puhul ainult kaalukadu hingamise kaudu, ühtegi riknenut sibulat ei olnud.



Joonis 178. Sibulasortide 'Hercules' ja 'Hyred' säilituskadu (%) tavahoidlas (Tava) ja kontrollitud atmosfääriga hoidlas (KA) 2008/2009 (A) ning 2009/2010 (B) katseperioodil. Püstjoontega on tähistatud standardhälve.



Joonis 179. Sibula 'Exhibition' ja küüslauku 'Ziemiai' säilituskadu (%) tavahoidlas (Tava) ja kontrollitud atmosfääriga hoidlas (KA) 2008/2009 (A) ning 2009/2010 (B) katseperioodil. Püstjoontega on tähistatud standardhälve.

2008/2009 katseaastal lõpetati salatisibula 'Exhibition' säilituskatse tavaatmosfääris 16. veebruaril (5 kuud) kui säilituskadu oli 27,3% (Joonis 179A). KA kambrites säilitati salatisibulat 6 kuud, säilituskadu tõusis selleks ajaks 31,2%-ni. Peamiseks säilituskao põhjuseks oli salatisibula puhul sibula pehmenemine sibulakaela poolsest otsast.

Salatisibula 'Exhibition' säilituskadu tavaatmosfääris oli 2009/2010 aasta katses pärast 5 kuulist säilitamist 31,4%, märtsiks oli säilituskadu tõusnud juba 55,6%-ni (joonis 179B). KA

tingimustes oli salatisibula säilituskadu märtsi keskel 16,9% ning tõusis aprillis 34,6%-ni. Peamiseks säilituskao põhjuseks oli sibula pehmenemine sibulakaela poolsest otsast. Seemnetootja on hinnanud mahedamaitselise salatisibula säilivuseks maksimaalselt 2-3 kuud (kuni jõuluni). Antud katse näitas, et KA tingimustes on seda sorti võimalik säilitada kauem.

Taliküüslauk 'Ziemiai' säilituskadu oli kuni 2008/2009 säilitusperioodil märtsi keskpaigani (6 kuud) väiksem kontrollitud atmosfääri tingimustes säilitamisel kui tavaatmosfääris, vastavalt 23,3 ja 35%. Aprillis suurenes kontrollitud keskkonnas säilituskadu järsult liigse niiskuse tõttu kambris, mis põhjustas juurte kasvamamineku.

2009/2010 säilitusperioodil oli 'Ziemiai' säilituskadu KA tingimustes tunduvalt väiksem kogu säilitusperioodi vältel (joonis 179B). Katseperioodi lõpus oli tavahoidlas küüslaugu säilituskadu 41% ning KA tingimustes 13%. Tavahoidlas suurenes säilituskadu alates märtsist eelkõige rohehallitusse ja hahkhallitusse nakatumise tõttu.

Säilituskatse lõpetati 12.mai 2010., kuna Polli AUK hoidla jahutussüsteem lülitati välja. Põhimõtteliselt oleks küüslauku ning söögisibula sorte 'Hyred' ja 'Hercules' olnud võimalik säilitada KA tingimustes ka kauem.

Kõigi katses olnud sortide kuivaine ja mahlakuivaine sisaldus oli suurem kontrollitud atmosfääris säilitamisel (Tabel 5). Kontrollitud atmosfääris säilitamiselt kuivaine sisaldus tõusis, kuid tavahoidlas jäi säilitusperioodi vältel samale tasemele.

Mahlakuivaine sisaldus oli kibedamaitselistes sibulates 'Hercules' ja 'Hyred' võrreldes salatisibula 'Exhibition' tunduvalt suurem. Säilitusperioodi vältel kibedamaitseliste sibulate mahlakuivaine sisaldus vähenes mõlemal katseaastal, mahedamaitseisel 'Exhibition' sibulal esimesel aastal suurenes ning teisel aastal vähenes. Küüslaugu mahlakuivaine sisaldus suurenes säilitamisel kontrollitud atmosfääris ning vähenes kasvanud tavahoidlas säilitamisel.

Tabel 5. Kuivaine, mahlakuivaine ning püruuvhappe sisaldus sibula 'Hercules', 'Hyred', 'Exhibition' ja küüslaugu 'Ziemiai' säilituse eelselt ja pärast säilitusperioodi lõppu Tavahoidlas või kontrollitud atmosfääri (KA) tingimustes (2°C±1°C, 1% O₂ ja 5% CO₂).

Sort	2008/2009				2009/2010			
	Algne	Tava	KA	PD _{0,05}	Algne	Tava	KA	PD _{0,05}
Kuivaine sisaldus (%)								
Hercules	10.72b ^z	10.28b	11.36a	0.45	10.93ab	10.46b	11.34a	0.63
Hyred	10.98b	11.22b	11.77a	0.35	11.40bc	11.07c	12.08a	0.40
Exhibition	5.84b	6.36ab	6.49a	0.60	5.45b	5.81a	6.02a	0.23
Ziemiai	35.65b	35.91b	37.23a	1.12	34.09c	38.66b	43.22a	1.54
Mahlakuivaine sisaldus (° Brix)								
Hercules	11.90a	10.90b	10.83b	0.60	11.50a	9.05c	10.15b	0.28
Hyred	11.08a	10.75a	10.90a	0.49	12.20a	9.85c	11.10b	0.87
Exhibition	6.63b	6.45b	7.18a	0.53	6.88a	5.45c	6.28b	0.42
Ziemiai	38.03b	34.23c	39.10a	1.07	37.05b	31.64c	39.40a	1.03
Püruuvhappe sisaldus, µmol/g^y								
Hercules					7.13b	8.85a	6.26c	0.73
Hyred					7.83b	8.65a	6.26c	0.40
Exhibition					3.46a	2.98b	3.12b	0.31
Ziemiai					31.64b	33.87a	35.40a	1.99

^zSamas reas ja sama aasta lõikes sarnaste tähtedega tähistatud katsevariandid ei erine teineteisest usutavalt (P≤0.05)

^y 2008/2009 katses analüüsi ei teostatud.

Porrulaugu säilituskatse viidi läbi 2008/2009 säilitusperioodil ning tavahoidlas lõpetati veebruari keskel (4 kuud), kuna porrulaugu taimed olid selle aja jooksul madala õhuniiskuse tõttu kuivanud. Kontrollitud atmosfääriga hoidlas säilitamise katse lõpetati märtsis hoolimata sellest, et massikadu säilitamisel oli väike (12,1%) (Tabel 6, joonis 182). Kuna porrulaugu lehed hakkasid märtsis kiirelt mädanema, tuli katse lõpetada. Katse lõpus puhastati porrulaugud kaubandusliku saagi saamiseks. Tavahoidlas säilitatud porrulaugu puhastuskadu katse lõpetamisel oli 39%, kontrollitud atmosfääris säilitamisel 43%. Siiski, kui arvestada kaubandusliku porrulaugu väljatulekut katse lõpus (tavahoidlas – veebruar, kontrollitud atmosfääris – märts), siis tavahoidlas oli sügisel hoidlasse pandud porrulaugu massist kaubanduslikku 32,7% ning KA hoidlas 49,9%:



Joonis 182. Porrulauk kontrollitud atmosfääri kambris, jaanuar 2009.

Tabel 6. Porrulaugu säilituskadu (%) sõltuvalt säilitustingimustest.

Sort	Keskkond	Säilituskuud		
		3 (jaan.)	4 (veebr)	5(märts)
Porrulauk	Tava	26,8	43,9	-
Lancelot	KA	5,2	9,3	12,1

Sibulköögiviljade säilitamise tasuvusanalüüs tava hoidlas ja kontrollitud atmosfääriga (KA) hoidlas

2010 aasta säilituskatse lõpetamisel tehti sel hetkel kehtivaid hindu arvestades ligilähedaste arvudega tasuvusanalüüs selgitamaks kontrollitud atmosfääris säilitamise otstarbekust. Antud kalkulatsioonist puuduvad kulutused pakendamisele, kauba markeerimisele, transpordile, turustamisele, mistõttu pole antud analüüsis tegemist puhaskasumiga.

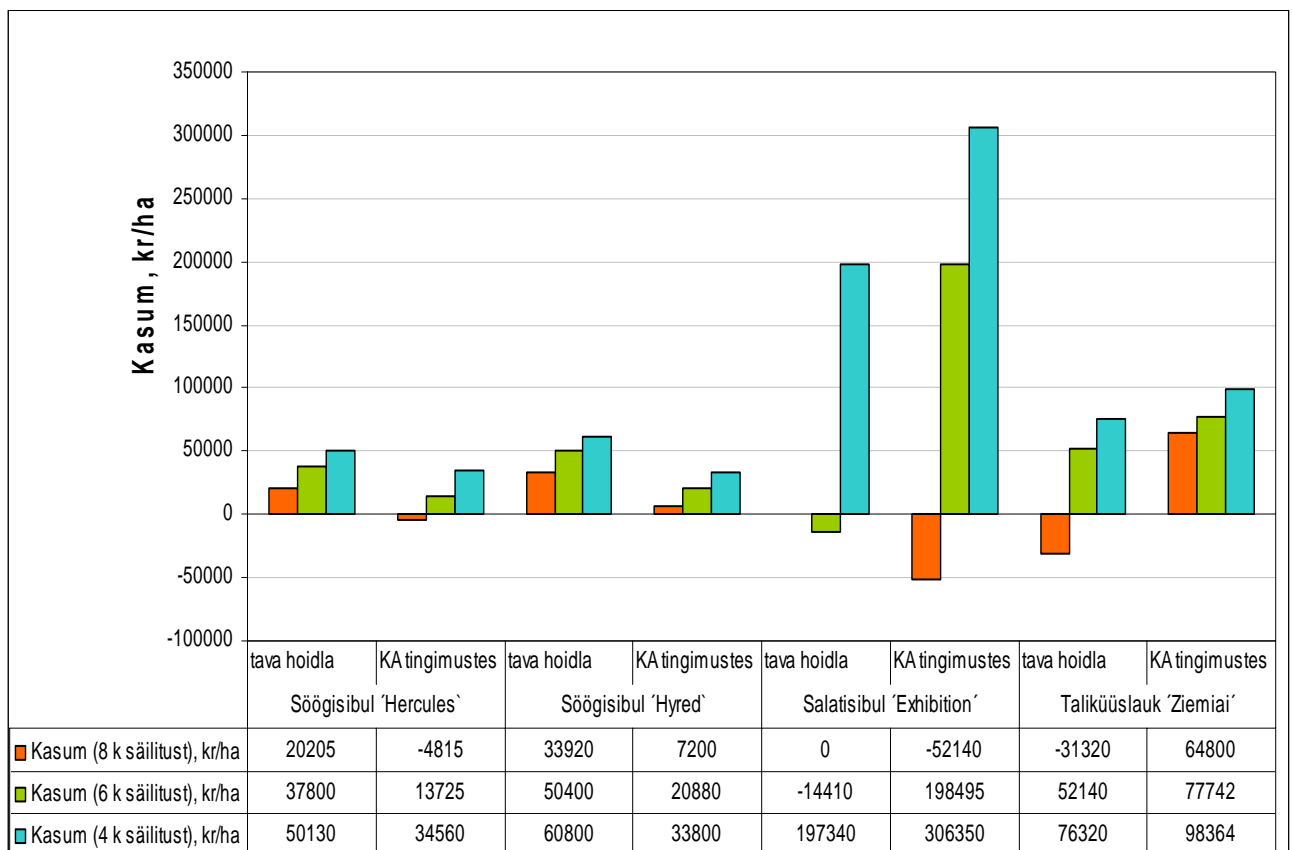
Tasuvusanalüüsis on aluseks võetud Eesti Konjunktuuriinstituudi poolt kogutud sibulate müügihinnad uuritavatel perioodidel. Salatisibula ja küüslaugu hinnad on võetud aluseks konsulteerides tootjatega ja uuridas jaemüügihindade võrdlusi. Tootmisomahindades on kajastatud nii rajamis-, hooldus, kui ka koristamiskulud. Antud analüüsis on aluseks võetud järgmised hektarisaagid: 'Hercules' kollasekooreline söögisibul 45000 kg/ha; 'Hyred' punasekooreline söögisibul 40000 kg/ha; 'Exhibition' mahedamaitseline salatisibul e. Hiidsibul 55000 kg/ha; taliküüslauk 'Ziemiai' 6000 kg/ha.

Kontrollitud atmosfääriga hoidla kasutamisel on tootmisomahinda arvestatud seadmete maksumus ja elektrikulu. Tavahoidla puhul on kalkulatsioonis arvestatud elektrikuluga, mis on vajalik saagi hoiustamiseks jahutatud kambris.

Tasuvusanalüüs on koostatud 3 erinevas variandis. Esimeses on arvatud kasum eeldusel, et kogu toodang müüakse ära maikuus, teises variandis on arvutused tehtud eeldades, et kogu toodang müüakse ära märtsis ning kolmandas variandis säilitati kogutoodangut 4 kuud, ehk kogutoodang müüdi jaanuaris.

Tasuvusanalüüsi põhjal võib väita, et antud katse põhjal sobib säilitamiseks pikemal perioodil KA tingimustes mahedamaitsealine salatisibul 'Exhibition' ja küüslauk 'Ziemiai'. Kõige kasumlikum on küüslauku säilitada KA tingimustes kuni 4 kuud (kasum 98364 kr/ha), pikemal säilitamisel kasum väheneb (joonis 183). Majanduslikult on mõttekam salatisibulat säilitada KA tingimustes, kuid siiski mitte üle 6 kuu. Tava söögisibulat on kasumilikum säilitada tavahoidlas.

Kasum võib erinevatel perioodidel olla oluliselt erinev, kui näiteks toodangu müügihind talvel ja kevadel oluliselt erineb sügise hindadest. Antud näites on võetud toodangu müügihinnad võrdsed.



Joonis 183. Sibulköögiviljade kasumid erinevatel müügiperioodidel ja erinevatel säilitustingimustel.

Kokkuvõte

Kokkuvõttes võib öelda, et säilituskadu oli kontrollitud atmosfääris üldiselt väiksem. Siiski säilisid sibulad ja küüslaugud kontrollitud atmosfääris keskmiselt 1-2 kuud kauem, ning väiksemate tootmismahude juures ei ole selliste seadmete soetamine otstarbekas.

SALATIKULTUURIDE SÄILITAMINE MODIFITSEERITUD ATMOSFÄÄRI TINGIMUSTES

Eesmärk: selgitada erinevate lühiajaliselt säilitatavate salatikultuuride säilitusperioodi pikendamise võimalusi modifitseeritud atmosfääri tingimustes.

1. Lehtpetersell

Katsetoodika

Säilituskatse lehtpeterselliga 'Rialto' viidi läbi EMÜ Raja õppekatseaia sundjahutusega hoidlas. Katsematerjal saadi firmalt OÜ Uuevälja Kõögivili (Pajusi vald, Jõgevamaa). Peterselli lehed koristati käsitsi 28. augustil 2008.a. ning viidi jahutusega hoidlasse. Säilituskatset alustati 29. augustil. Katse rajamisel kaaluti petersellid 500...600g puntidesse ning pakendati vastavalt katsevariantidele. Säilitusruumi temperatuur oli keskmiselt 1,4 °C (± 1 °C) ja suhteline õhuniiskus 80% (± 6 %).

Säilituskatse variandid olid järgmised:

- 1) **kontroll:** petersell säilitati kimpudena ja otsapidi vesivannis
- 2) **Xtend - kotid:** katsematerjal pakendati Iisraeli ettevõttes Stepac toodetud Xtend kaubamärki kandvasse kilekottidesse 50 x 30 x 14 cm.
- 3) **LDPE – kotid:** katsematerjal pakendati kilekottidesse 750 x (600 + 2 x 210) x 0,030 mm (Estiko Plastar AS). Aruandes on variant tähistatud PE.
- 4) **LDPE-kotid + gaasikeskkond:** katsematerjal pakendati õhukindlalt eelneva variandiga samasugustesse kilekottidesse, kuid kotis asendati tavaatmosfäär gaasiseguga 5% O₂ ja 5% CO₂ ning suleti õhukindlalt.

Peterselli säilituskatses olid kõik variandid seitsmes korduses. Peterselli säilitusperiood kestis kontrollvariandil 10 päeva (29.augustist 8.septembrini) ja ülejäänud variantidel 32 päeva (29.augustist kuni 29.septembrini). Kontrollvariandi petersellide lühema säilitusaja tingis nende tugev närtsimine (pakendamata kimpudena otsapidi veenõus).

Säilitusperioodi vältel kaaluti peterselli lehti iga viie päeva tagant (3., 8., 15., 19., 24. ja 29. septembril), mille põhjal arvutati massikadu (taimede hingamisest ja vee aurustumisest põhjustatud).

Samadel aegadel mõõdeti kilekottidest ka O₂ ja CO₂ sisaldust kasutades portatiivset gaasianalüsaatorit „OXYBABY” firmalt Witt. Iga kordselt määrati ka lehtede kuivaine sisaldus ning SPAD-näit (lehe rohelisuse näitaja). Säilitusperioodi lõpul kaaluti igast katsevariandist eraldi kaubanduslikud ja ebakvaliteetsed (kolletunud, mädanenud või kuivanud) pealsed ning arvutati praagi osatähtsus. Katseandmed on töödeldud ühe- ja kahefaktorilise dispersioonanalüüsi meetodil ning variantide keskmiste võrdlemiseks kasutati piirdiferentsi 95% usutavuse tasemel.

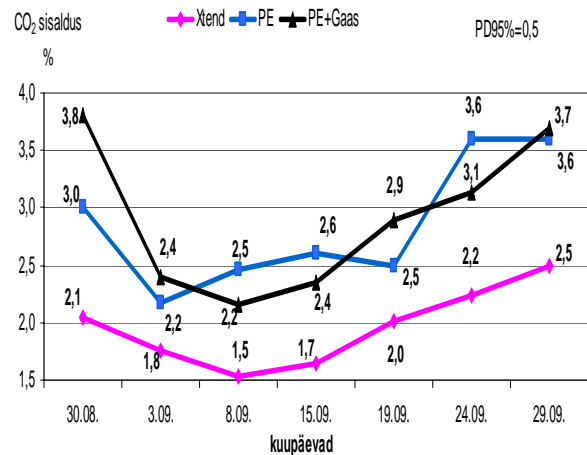
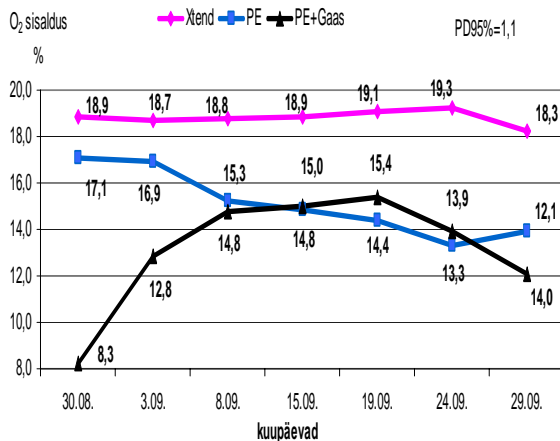


Joonis 184. Petersell 'Rialto' kontrollvariant – pakendamata kimpudena otsapidi veenõus.

Tulemused

Gaasikeskkonna muutused peterselli säilitamisperioodil

Peale peterselli pakkimist tehti esimene gaasisalduse mõõtmine pakendis järgmisel päeval. Selle ajaga oli algselt 5% O₂ ja 5% CO₂ PE pakendis hapniku tase tõusnud 8,3% ja CO₂ tase langenud 3,8%-ni (joonised 185). Hapnikutase tõusis kolmandaks mõõtmiskorraks samale tasemele variandiga, millele gaasisegu ei lisatud. Süsihappegaasi tase ühtlustus kõigi pakendite puhul juba teiseks mõõtmiskorraks (03.09.). Xtend kotis jäi hapnikusisaldus kogu säilitusperioodi vältel kõrgemaks ning CO₂ tase madalamaks kui PE kottides.

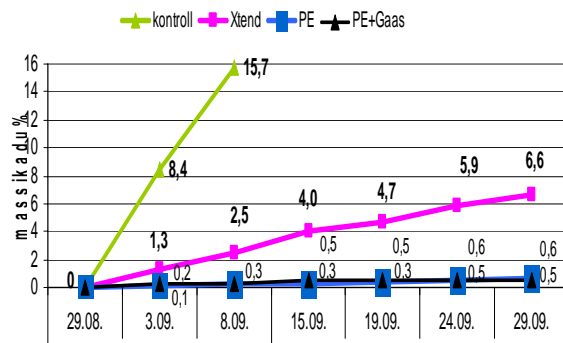


Joonis 185. O₂ ja CO₂ sisalduse muutused kilepakendites säilitusperioodi vältel.

Peterselli massikadu säilitamisel

Killesse pakendamata, otsapidi vette asetatud petersellid (kontrollvariant) närtisid vaatamata jahedale hoiuruumile ruttu. Juba kuue päeva möödudes ilmsid tugevad närtsimise tunnused (massikadu 8,4%) ning 11 päeva pärast tuli nende säilitamine väga suure närtsimise tõttu lõpetada (joonis 186), sest maitserohelisena värskelt kasutamiseks nad enam ei sobinud.

Samal ajal olid tavalistesse kilekottidesse (PE) pakitud petersellide massikadu ainult 0,3% ning väljanägemine suurepärase. Peale 18 päeva möödumist säilituse algusest ilmsid Xtend kottides säilitatud petersellilehtedel juba närtsimise tunnused, samal ajal olid mõlemates PE-kottides säilitatud variantide petersellide massikadu vaid 0,3-0,5%.

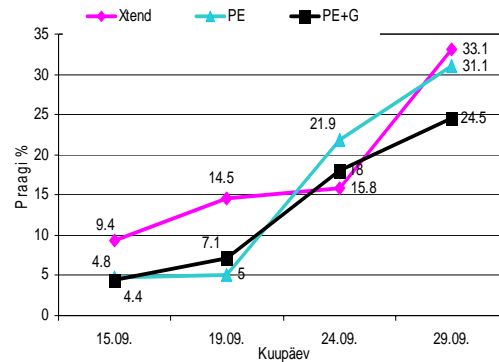


Joonis 186. Peterselli lehtede massikadu säilitusperioodi vältel.

Säilituskatse lõpuks, 32 päeva möödudes, olid Xtend kottides säilitatud petersellilehed üsna tugevalt närtsinud, PE-kottides säilitatud seevastu endiselt täiesti karged (massikadu vastavalt 6,6% ja 0,5-0,6%). Gaasisegu lisamine kilekottidesse massikaole mingit mõju ei avaldanud.

Praagi osatähtsus säilituskatse lõpuks

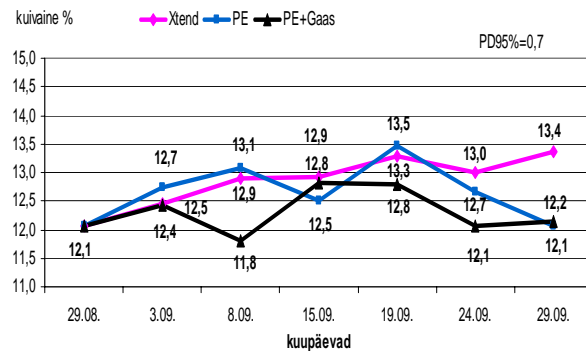
Kontrollvariandi peterselli lehed olid närtsinud juba 11 päeval peale katse alustamist. Kilepakendites säilitati petersellilehti kauem. Siiski suurenes ka pakendites mittekaubandusliku saagi osatähtsus. Katseperioodi lõpuks suurenes praagi osatähtsus juba 33,1% Xtend pakendites, gaasiseguga modifitseeritud LDPE pakendis oli praagi sisaldus 24,5% (joonis 187). Nii suur praagi osakaal tulenes väga pikast säilitusperioodist, sest petersellilehed hakkasid pimedas hoiuruumis selle aja peale kõikides variantides kolletuma ja väiksemad, lehekodarikust eraldunud üksikud lehed ka mädanema. LDPE kottides säilivad petersellilehed 22 päeva (19.09.) alla 10%-lise praagi sisaldusega.



Joonis 187. Praagi osatähtsus (%) peterselli pakendites sõltuvalt säilitusajast.

Peterselli lehtede kuivainesisaldus

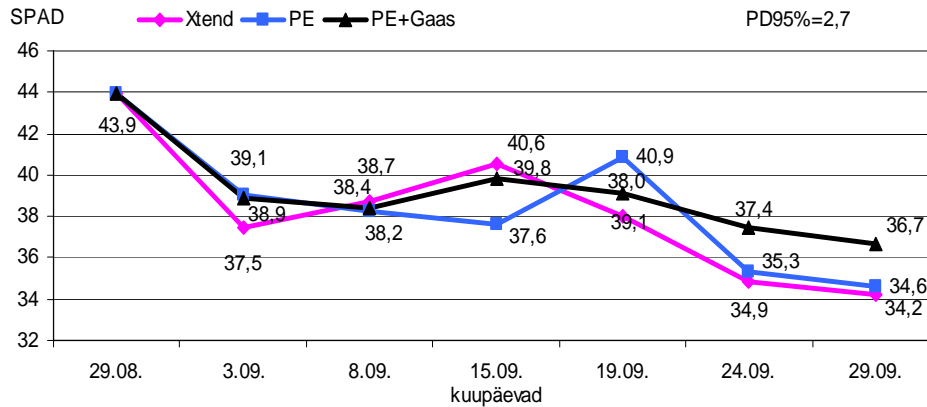
Säilituse algul oli petersellide kuivainesisalduseks keskmiselt 12,1%, peale kuujalist säilitamist oli PE-kottides säilinud petersellide kuivainesisaldus ligikaudu sama suur kui säilituse alustades (joonis 188). Võrreldes PE-kottides säilinud petersellidega, kuivainesisaldusega 12,1 ja 12,2%, oli Xtend kottides säilinud petersellide kuivainesisaldus statistiliselt usutavalt kõrgem (13,4%), mis tulenes nende suuremast vee kaost säilitamisel (massikadu). Samas oli kontrollvariandi pakkimata petersellilehtede kuivainesisaldus säilitusperioodi lõpuks (11-päeva) juba 14,8% (andmed ei ole joonisel esitatud).



Joonis 188. Peterselli lehtede kuivainesisalduse muutused säilitusperioodi vältel.

Lämmastiku suhtelise sisalduse näit (SPAD)

Petersellilehtede lehtede rohelisuse kaudseks hindamiseks kasutati SPAD testrit. SPAD näit säilituskatse alguses oli 43,9 kuid katse vältel vähenes selle väärtus märgatavalt (joonis 189). Säilitusperioodi lõpuks vähenes SPAD näit gaasiseguga modifitseeritud pakendis (PE+Gaas) 16%, passivselt modifitseeritud LDPE kotis 21% ja Xtend kotis 22%. Erinevates pakendites säilitatud petersell lehtede SPAD näit varieerus kuupäevade lõikes märgatavalt ning seetõttu katse keskmisena pakenditel erinevust ei olnud.



Joonis 189. Petersellilehtede SPAD näit sõltuvalt pakendamisviisist ja säilitusajast.

Kokkuvõte

- Kontrollvariant säilis ainult 11 päeva.
- Petersellide säilitamiseks antud tingimustes sobisid kõige paremini tavalised polüetüleenkotid (LDPE), täiendava gaasisegu lisamine vähendas lehtede riknemist ning säilitas paremini lehtede rohelist värvust.

2. Sibulapealsed

Katsetoodika

Säilituskatse roheline sibula sordiga 'Perfekta' viidi läbi EMÜ Raja õppekatseaia sundjahutusega hoidlas. Katsematerjal saadi firmalt OÜ Uuevälja Kõõgivil (Pajusi vald, Jõgevamaa)

Sibulapealsed koristati käsitsi 28. augustil ning viidi jahutusega hoidlasse. Säilituskatset alustati 29. augustil. Katse rajamisel kaaluti sibulad 800...900g punktidesse ning pakendati vastavalt katsevariantidele. Säilitusruumi temperatuur oli keskmiselt 1,4 °C (± 1 °C) ja suhteline õhuniiskus 80% (± 6 %).

Säilituskatse variandid olid järgmised:

1) kontroll: sibul säilitati keeratuna toidukillesse, otsad lahtiselt (Joonis 190)

2) Xtend - kotid: katsematerjal pakendati Iisraeli ettevõttes Stepac toodetud Xtend kaubamärki kandvasse kilekottidesse 50 x 30 x 14 cm.

3) LDPE – kotid: katsematerjal pakendati kilekottidesse 750 x (600 + 2 x 210) x 0,030 mm (Estiko Plastar AS). Aruandes on variant tähistatud PE.

4) LDPE-kotid + gaasikeskkond: katsematerjal pakendati õhukindlalt eelneva variandiga samasugustesse kilekottidesse, kuid kotis asendati tavaatmosfäär gaasiseguga 5% O₂ ja 5% CO₂ ning suleti õhukindlalt.



Joonis 190. Sibulapealsed: kontrollvariant – sibulapealsed on keeratud killesse.

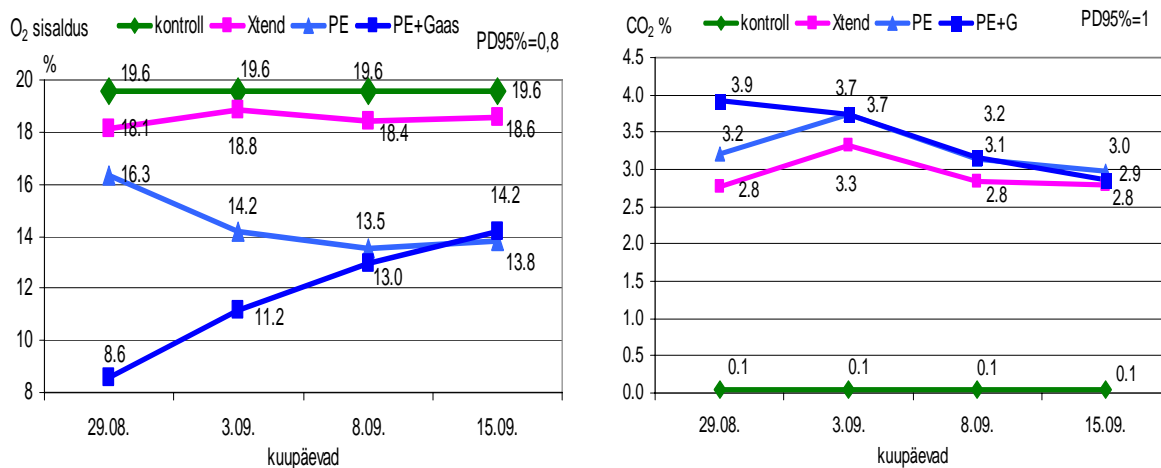
Säilituskatses olid kõik variandid kuues korduses. Sibulate säilitusperiood kestis 29.augustist kuni 15.septembrini.

Säilitusperioodi vältel kaaluti sibula pakendeid kolmel korral (3., 8. ja 15. septembril), mille põhjal arvutati massikadu (taimede hingamisest ja vee aurustumisest põhjustatud). Samadel aegadel mõõdeti kilekottidest ka O₂ ja CO₂ sisaldust kasutades portatiivset gaasianalüsaatorit „OXYBABY” firmalt Witt. Igakordselt määrati kuivaine sisaldus ja SPAD-näit (lehe rohelisuse näitaja). Säilitusperioodi lõpul kaaluti igast katsevariandist eraldi kaubanduslikud ja ebakvaliteetsed (kolletunud, mädanenud või kuivanud) pealsed ning arvutati praagi osatähtsus.

Tulemused

Gaasikeskkonna muutused säilitamisperioodil

Peale sibulapealsete pakkimist tehti esimene gaasisalduse mõõtmine pakendis järgmisel päeval. Selle ajaga oli algselt 5% O₂ ja 5% CO₂ PE pakendis hapniku tase tõusnud 8,6% ja CO₂ tase langenud 3,9%-ni (joonised 191). Hapnikutase tõusis kolmandaks mõõtmiskorraks samale tasemele variandiga, millele gaasisegu ei lisatud. Süsihappegaasi tase ühtlustus kõigi pakendite puhul juba teiseks mõõtmiskorraks (03.09.). Xtend kotis jäi hapnikusisaldus kogu säilitusperioodi vältel kõrgemaks kui PE kottides.

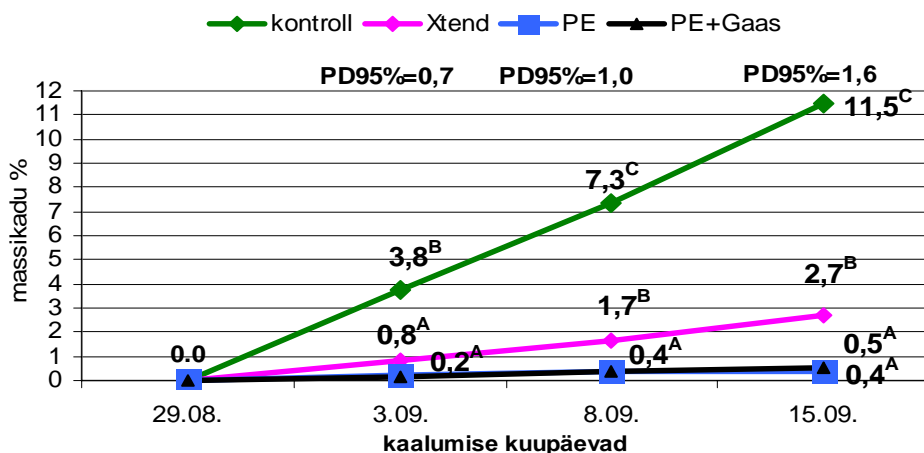


Joonis 191. O₂ ja CO₂ sisalduse muutused sibulate säilitusperioodi kestel.

Sibulapealsete massikadu

Taimede hingamisest põhjustatud massikadu oli kogu kahepäevase säilitusperioodi jooksul suurim kontrollvariandil. Esimesel kontrollkaalumisel (3.sept.), peale viiepäevast säilitamist, ilmsid juba variantidevahelised erinevused: kontrollvariandi sibulatel, mis olid küll toidukillesse keeratud, kuid lahtiste otstega pakendis, oli oluliselt suurem säilituskadu (3,8%) (joonis 192).

Ligikaudu kahepäevase (17 päeva) säilitusperioodi lõpuks oli näha, et kõik kilekottidesse pakendatud sibulapealsed säilisid väga hästi. Pääaegu olematu säilituskaoga, olid polüetüleenkottidesse pakendatud sibulad (PE ja PE+gaas), massikaoks jäi vastavalt 0,5 ja 0,4%. Nendest usutavalt suurema massikaoga olid sibulad, mis pakendati Xtend kottidesse, kuid ka see 2,7% on säilituskaona iseenesest väike kadu. Kõikidest kilekottidesse pakendatud sibulatest oluliselt suurema massikaoga olid kontrollvariandi sibulad, kus säilituskaoks tuli 11,5%.

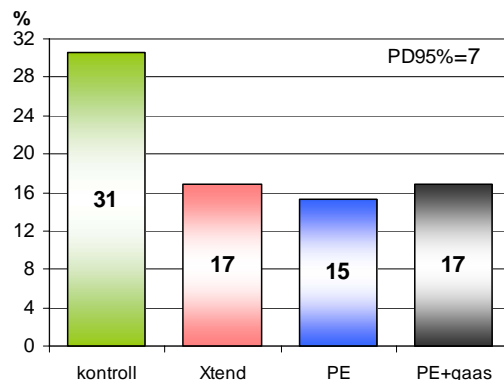


Joonis 192. Sibulapealsete massikadu säilitusperioodi vältel. Sarnaste tähtedega tähistatud katsevariantidel (kuupäevade lõikes) ei ole statistiliselt usutavat mõju.

Praagi osatähtsus säilituskatse lõpuks

Säilituskatse lõpul kaaluti kõik sibulakogused ning puhastati seejärel kaubandusele sobivaks (eemaldati kollakamaks või pehmeks läinud lehed) ning arvutati praagi osakaal. Kõik kilekottides säilitatud variantide sibulad olid säilinud tunduvalt paremini kui kontrollvariandi (killesse keeratud) sibulapealsed.

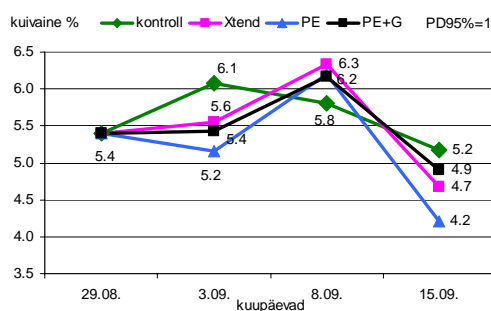
Kontrollvariandi sibulatel oli praagi osatähtsus keskmiselt 31%, seevastu kilekottides säilinud sibulatel 15-17% (joonis 193). Kilekottide eri tüübid ja gaasikeskkond praagi osakaalule mõju ei avaldanud.



Joonis 193. Praagi osatähtsus sibulapealsetel säilitusperioodi lõpul.

Sibulapealsete kuivainesisaldus

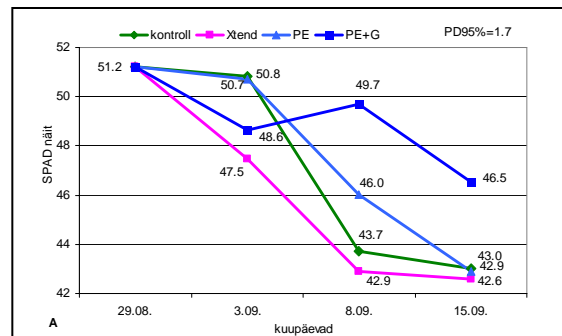
Sibulapealsete kuivaine sisaldus varieerus katses 4,2-6,3 protsendi vahel (joonis 194). Säilituskatse algul oli pealsete kuivaine sisaldus 5,4%. Säilitusperioodi vältel hakkas kuivaine sisaldus vähesel määral tõusma ning 11-ndal päeval oli see pakendusvariantide keskmisena 6,1%. Säilitusperioodi lõpuks aga vähenes kuivaine sisaldus sibulapealsetes uuesti olles pakendusvariantide keskmisena 4,7%. Katse keskmisena pakendamise viisist sibulapealsete kuivainesisaldusele mõju ei avaldanud.



Joonis 194. Sibulapealsete kuivainesisaldus sõltuvalt pakendamise viisist ja säilitusajast.

Lämmastiku suhtelise sisalduse näit (SPAD) sibulapealsetes

Sibulapealsete rohelisuse kaudseks hindamiseks kasutati SPAD testrit. SPAD näit säilituskatse alguses oli 51,2 kuid katse vältel vähenes selle väärtus märgatavalt (joonis 195). Säilitusperioodi lõpuks vähenes SPAD näit kontroll variandi puhul 16%, samas kui gaasiseguga modifitseeritud pakendis (PE+Gaas) ainult 9%. Erinevates pakendites säilitatud sibulapealsete SPAD näit varieerus kuupäevade lõikes märgatavalt, kuid katse keskmisena oli Xtend kotis säilitatud sibulapealsete SPAD näit kõige madalam ja aktiivselt modifitseeritud keskkonnaga LDPE kotis kõige kõrgem, vastavalt 46,1 ja 49,0. Seega võib lähtuvalt tulemustest väita, et sibulapealsete välimus oli aktiivselt modifitseeritud keskkonnaga LDPE kotis teiste variantidega võrreldes parem ja kõikides pakendites muutusid pealsed säilitusaja vältel heledamaks.



Joonis 195. Sibulapealsete SPAD näit sõltuvalt pakendamisviisist ja säilitusajast.



Joonis 196. Sibulapealsete välimus (08.09.2008) sõltuvalt pakendamisviisist. K – kontroll; X – Xtend; G – LDPE; GG – LDPE + G.

Kokkuvõte

- Säilitusperioodi lõpuks (18 päeva) oli praagi (kolletunud ja kuivanud) lehtede osatähtsus kontrollvariandis 31% ja erinevates modifitseeritud atmosfääri pakendites 15-17%.
- Kõikides pakendites muutusid pealsed säilitusaja vältel heledamaks.
-
- Aktiivselt modifitseeritud keskkonnaga LDPE kotis oli sibulapealsete välimus teiste variantidega võrreldes parem.
- Kuigi erinevates kilepakendites säilitatud sibulapealsed olid katse lõpus suurema kaubandusliku saagi osatähtsusega, on säilituskadu 15-17% liiga suur, ja seetõttu peaks võimalik säilitusperiood olema lühem (ca 11-12 päeva).

3. Aedtil

Aedtiliga 'Dukat' viidi säilituskatsed läbi 2009 ja 2010 aastal.

Metoodika

Kahefaktoriline säilituskatse. Esimesel katseaastal korjati aedtil OÜ Uuevälja Kõogivili tootmispõllult 31.08.2009., transporditi EMÜ PKI sundjahutusega hoidlasse ning jahutati ööpäeva jooksul vastavalt variantidele +1°C ja +4°C juures. Säilituskatse rajati 01.09.2009. kaheksas korduses pakendades aedtili kottidesse 80 g puntidena.

Pakendamise variandid olid järgnevad:

- 1) **kontroll:** 80 g puntidena otsapidi veenõus;
- 2) **Xtend:** StePac L.A. Ltd., Iisrael (spetsiaalne kile tilli säilitamiseks);
- 3) **XTendBio:** StePac L.A. Ltd., Iisrael (spetsiaalne biolagunev kile tilli säilitamiseks);
- 4) **LDPE:** 30 – µm paksusega madala tihedusega polüetüleenkile, Estiko.

Kotid suleti õhukindlalt, tehes iga koti otsa kilekeevitusseadmega kaks sulatusriba. Igast variandist hoiti 8 kotti +4°C juures ning 8 kotti +1°C juures.

Katset korrati 2010 aastal veidi muudetud kujul. Aedtil 'Dukat' korjati OÜ Uuevälja Kõogivili tootmispõllult 05.09.2010., transporditi EMÜ PKI sundjahutusega hoidlasse ning jahutati ööpäeva jooksul +1°C juures. Säilituskatse rajati 06.09.2010. 12 korduses pakendades aedtili kottidesse 80 g puntidena.

Pakendamise variandid olid järgnevad:

- 1) **kontroll:** 80 g puntidena otsapidi veenõus;
- 2) **Xtend:** StePac L.A. Ltd., Iisrael (spetsiaalne kile tilli säilitamiseks);
- 3) **XTendBio:** StePac L.A. Ltd., Iisrael (spetsiaalne biolagunev kile tilli säilitamiseks);
- 4) **OPP25:** Soome firma Muovijaloste poolt turustatav 25 – µm paksune spetsiaalse veeauru kondenseerumist takistava kattega (nn. „oriented“) polüpropüleen kile.

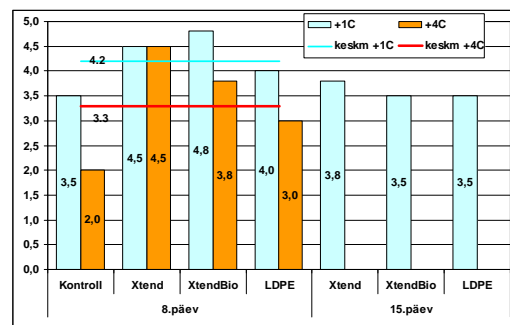
Kotid suleti õhukindlalt, tehes iga koti otsa kilekeevitusseadmega kaks sulatusriba ning säilitati hoidlas +1°C juures.

Säilitusaja kestus määrati visuaalse hindamise teel, st pakendatud materjali närtsimise, kolletumise hindamise järgi. Säilitusperioodil mõõdeti pakendites O₂ ja CO₂ kontsentratsiooni. 2009. aastal hinnati säilitusperioodi 8. ja 15. päeval pakendite välimust 5-palli süsteemis. Teisel katseaastal tehti hindamine 3., 7. ja 11. päeval.

Statistiline andmetöötlus viidi läbi programmiga Statistica for Windows version 7.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK) kasutades variantidevahelise erinevuste tuvastamiseks dispersioonanalüüsi.

Tulemused

2009. a. säilituskatsesest selgus, et tilli maitserohelise säilitamisel tuleks kindlasti eelistada +1°C temperatuuri, kuna +4°C juures säilis till nädal aega vähem (Joonis 197). Kontrollvariante säilitati mõlemal temperatuuril 8 päeva, kuigi punti seotud ja otsapidi vees olev aedtil oli kaotanud turgori juba neljandal päeval. Lisaks lõhenesid vees olevate taimede alumised otsad (Joonis 198)



Joonis 197. Aedtili välimuse hinnang pallides säilitamisel erinevates pakendites temperatuuridel +1°C ja +4°C.

Kilekottides säilitamine on eelkõige oluline aurumise vähendamiseks ning annab väga head efekti, sõltumata väga oluliselt kilematerjali tüübist. Kilepakendites säilis tilli välimus kvaliteetsena 15 päeva. Samas selgus pakendite avamisel, et tilli maitseomadused olid kõvasti kannatanud, samuti hakkas tilli visuaalne kvaliteet pärast pakendi avamist kiiresti langema (tumenemine, närtsimine). Erinevaid kilesid võrreldes võis täheldada, et teistest mõnevõrra paremini säilis +1 °C hoitud Xtend kilesse pakitud aedtill, välimuse hindegaga 4,5-4,8 kaheksandal katsepäeval ning 3,5-3,8 15-ndal päeval.

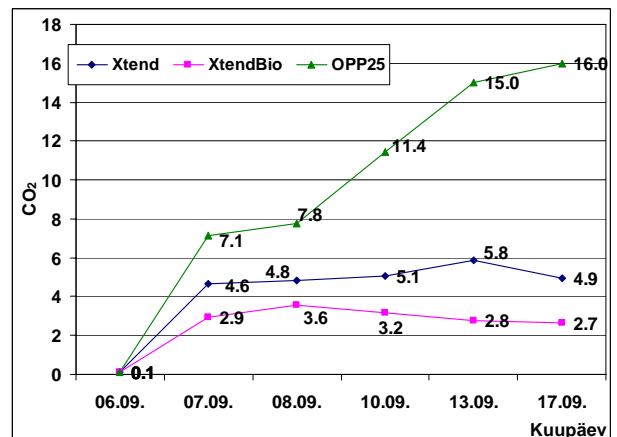
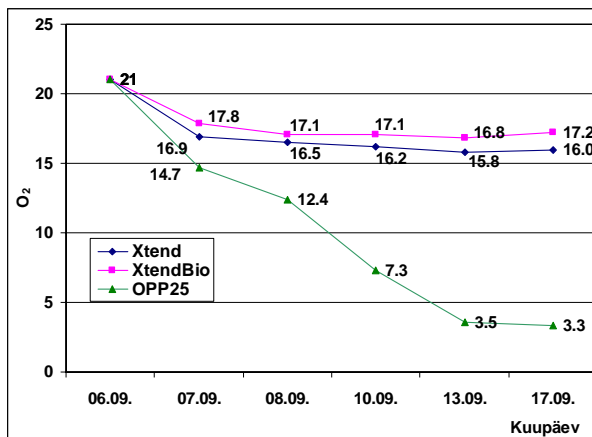


Joonis 198. Kontrollvariandi taimede vette ulatuv osa lõhenes

Lähtuvalt 2009. aasta tulemustest muudeti korduva katseeria meetodikat säilitades ainult +1 °C temperatuuril ning asendades polüetüleenkoti (LDPE) polüpropüleenkotiga (OPP). Samuti avati pakendid varem, et leida optimaalne säilitusaeg, mille järel lisaks heale välimusele oleksid veel ka tilli maitseomadused head.

Gaasisalduse muutus pakendites

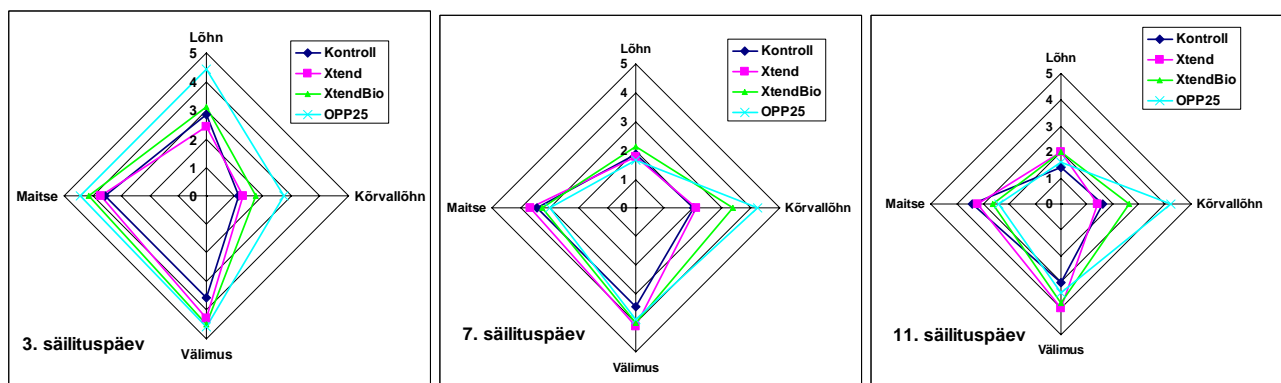
Xtend pakendites langes O₂ sisaldus teiseks säilituspäevaks 17-18%-ni ning seejärel stabiliseerus, OPP25 pakendis aga langes pidevalt kuni 3,3%-ni 11. säilituspäevaks (Joonis 199). CO₂ sisaldus stabiliseerus Xtend pakendites samuti teiseks päevaks, kusjuures biolagunevas Xtend pakendis jäi see veidi madalamaks (2,7-3,6%). OPP25 pakendis tõusis süsihappegaasi sisaldus pidevalt ning oli katse lõpuks 16%.



Joonis 199. O₂ ja CO₂ muutumine aedtilli 'Dukat' 11-päevasel säilitamisel MA pakendites temperatuuril +1 °C.

Sarnaselt eelneva aasta katsele oli kontrollvariandis märgata pealsete turgori vähenemist kolmandal säilituspäeval. Kottidesse pakendatud aedtill säilitas ilusa välimuse veel 11. säilituspäeval.

2010. aasta katsest võib järeldada, et parim pakend on Xtend, millesse pakendatud till säilitas lisaks välimusele ka maitseomadused rahuldavad (3,2 hindepalli). Perforeerimata OPP25 ei sobi aedtilli säilitamiseks kuna vähese õhu läbilaskevõime tõttu muutus see kiiresti anaeroobseks ning põhjustas ebameeldiva kõrvallõhna teket (Joonis 200). Ka biolagunevas Xtend kotis säilitamisel oli tunda kõrvallõhna teket. Pärast kottide avamist säilitas Xtend pakendites olnud aedtill tavalises külmkapis +4-5 °C juures rahuldava välimuse veel 4-5 päeva.



Joonis 200. Pakendamisviisi mõju aedtilli 'Dukat' sensorsetele omadustele 3., 7. ja 11. säilituspäeval. Sensorseid omadusi hinnati 5- palli süsteemis (5 – tugev, iseloomulik lõhn/maitse; 1 - lõhna/maitset ei ole).

Kokkuvõte

- Aedtilli säilitamisel tuleks eelistada madalamat temperatuuri (+1 °C)
- Tilli pakendamiseks ei sobi hapnikku ja süsihappegaasi mitteläbilaskvad perforreerimata kilematerjalid. Selliselt pakendatud materjalid soodustavad ebameeldiva kõrvallõhna teket.
- Killesse pakendamata aedtilli säilivus on alla 4 päeva. Killesse pakendatud aedtilli on võimalik madalatel temperatuuridel säilitada kuni 12 päeva

4. Salatikultuurid

Erinevate salatikultuuridega viidi säilituskatseid läbi aastatel 2011 ja 2012.

Metoodika

Esimesel katseaastal viidi läbi kaks katseeriati selgitamaks erinevate väikeseleheliste (baby-leaf) salatite säilivust sõltuvalt pakendusviisist ja säilitustemperatuurist. Katse rajamiseks lõigati taimed üksikute lehtedena ning pakendati karpidesse vastavalt katse planeeringule, igasse karpi 50 grammi (joonis 201).

Esimeses katses selgitati erinevate pakendite mõju ruukola 'Grazia', jääsalati 'Frillice' ja lehtsalati 'Revolution' (Lollo Rosso tüüp) säilivusele.

Pakendamise variandid olid:

- Karp:** kaanega suletav PET karp, ning
- MAP:** ilma kaaneta PET karp, mis omakorda pakendati flow-pack kiletusmasinaga 25 - µm polüpropüleenist kilesse (OPP 25). (joonis 202)

Pakendeid säilitati hoidlas +1°C juures 11 päeva.



Joonis 201. Salati lõikamine pakendamiseks.



Joonis 202. Jääsalat 'Frillice' kaanega PET karbis (A) ja kaaneta PET karbis (B) enne kiletusmasinaga pakendamist

Teises katses selgitati säilitusruumi õhutemperatuuri mõju lehtsalati 'Revolution', jääsalati 'Frillice' ja sarepta sinepi 'Red Giant' säilivusele. Katse rajamiseks lõigati taimed üksikute lehtedena ning pakendati ilma kaaneta PET karpidesse, igasse karpi 50 grammi salatit. Seejärel pakendati karbid flow-pack kiletusmasinaga OPP 25 kilesse. Pakendeid säilitati hoidlas $+1^{\circ}\text{C}$ ja $+5^{\circ}\text{C}$ juures ning säilivust hinnati visuaalselt (närtimine). Sarepta sinepi pakendite säilitamine lõpetati 9. säilituspäeval ning teiste salatite puhul 14. päeval.

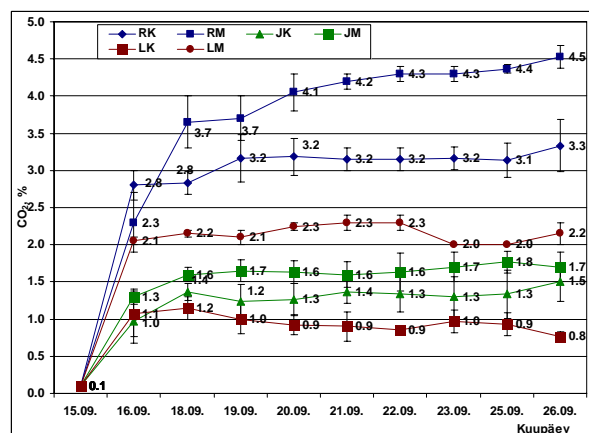
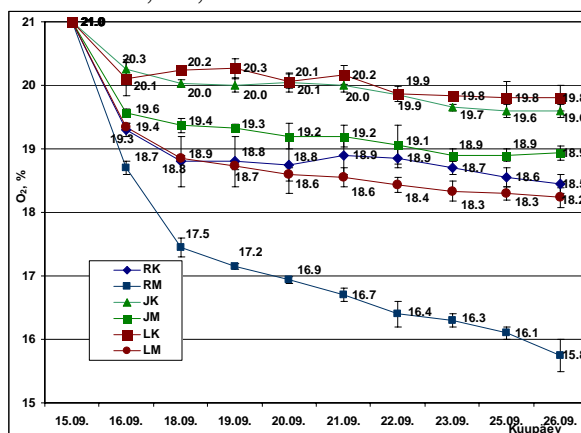
Säilitusperioodil mõõdeti pakendites O_2 ja CO_2 sisaldust, katse lõppedes kaaluti pakendites olnud salatid ning arvutati säilituskadu (%), hinnati 5-palli süsteemis salatite välimust, maitset, lõhna ja kõrvallõhna. Salatitest määrati enne ja pärast säilitusperioodi nitraatide sisaldus.

Tulemused

I katse

Gaasisalduse muutus pakendites

Kaanega suletud karpides langes hapnikusisaldus kõigi säilitatavate kultuuride puhul vähem kui OPP25 kilesse pakendatud variantides (joonis 203). Kõige rohkem vähenes O_2 sisaldus OPP25 pakendis ruukola puhul, milles see langes jätkuvalt katse jooksul ning oli katse lõpetamisel 15,8%. Teiste katsevariantide puhul stabiliseerus O_2 sisaldus teisel säilituspäeval ning oli katse lõpuks 18,2-19,8%. Sarnaselt toimus ka CO_2 taseme muutus kõige järsemalt OPP25 pakendis ruukola puhul, tõustes katse lõpuks 4,5%-ni. Kaanega karpi pakendatud ruukola CO_2 sisaldus tõusis kuni 3,3%-ni, teiste katsevariantide pakendite CO_2 sisaldus varieerus 0,8-2,2%-ni.



Joonis 203. O_2 ja CO_2 muutumine salatite 11-päevasel säilitamisel erinevates pakendites temperatuuril $+1^{\circ}\text{C}$. RK – ruukola karbis; RM – ruukola MAP pakendis; JK – jääsalat karbis; JM – jääsalat MAP pakendis; LK – lehtsalat karbis; LM – lehtsalat MAP pakendis.

Tabel 7. Salatikultuuride säilituskadu (%) ning sensoorsed parameetrid (pallides, 1- lõhna ei ole; 5- tugev lõhn) pärast säilitusperioodi.

Liik/ Sort	Variant	Säilituskadu, %	Lõhn	Kõrvallõhn	Välimus	Maitse
Ruukola	Karp	1,4	1,3	1,0	5,0	5,0
'Grazia'	MAP	1,6	1,0	1,0	5,0	5,0
Jääsalat	Karp	1,9	1,0	1,0	4,7	5,0
'Frillice'	MAP	2,2	1,0	2,3	5,0	4,7
Lehtsalat	Karp	1,9	1,0	1,7	3,5	4,5
'Revolution'	MAP	3,0	1,0	3,3	3,0	4,3

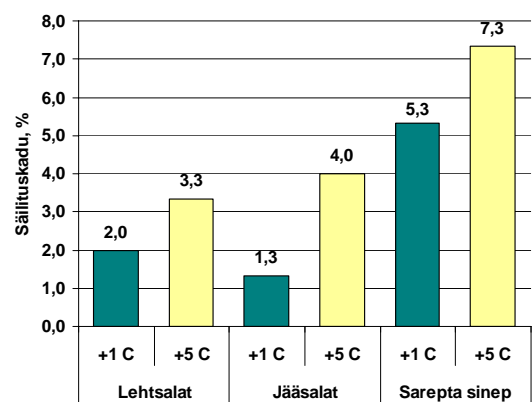
Massikadu kaanega karpides säilitamisel oli väiksem kui MAP pakendis varieerudes 1,4-1,9% (Tabel 7). MAP pakendis lehtsalati säilituskadu oli säilitusperioodil kõige suurem (3%), mis väljendus pakendis olevate lehtede turgori kadumisena (eelkõige pakendi pealmised lehed). Säilitamisel on olulisem toote välimus ning teised sensoorsed omadused. Käesolevas katses säilis sensoorse analüüsi põhjal otsustades kõige paremini ruukola olenemata pakendusviisist, mis said maksimaalsed hindepunktid välimuse ja maitse osas ning ei omanud mingit kõrvallõhna (joonis 204). Kõrvallõhna (ebameeldiv „piimjas“) oli tunda vahetult pärast jääsalati ja lehtsalati MAP pakendi avamist.



Joonis 204. Ruukola, jääsalat ja lehtsalat erinevates pakendites

II katse

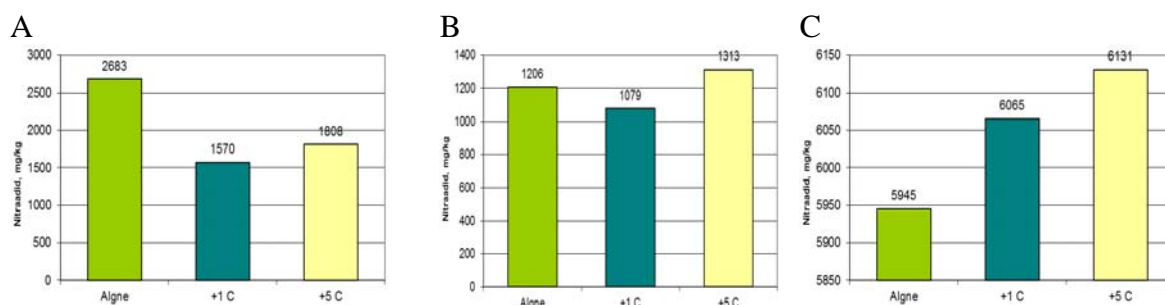
Sarepta sinepi säilituskadu pärast 9-päevast säilitamist +1 °C juures oli 5,3% ning +5 °C juures 7,3% (Joonis 205). Lehtsalati ja jääsalati säilituskadu +1 °C juures säilitamisel oli vastavalt 2,0 ja 1,3%, ning +5 °C juures 3,3 ja 4,0%. Sarepta sinepi säilituskatse lõpetati varem kuna üksikud lehed pakendis hakkasid närtsima (joonis 206), madalamal temperatuuril säilitamisel hinnati välimust 3,8 ja kõrgemal temperatuuril 3,6 palli väärtuses. Pärast 11-päevast säilitamist oli kõige parema välimusega jääsalat (välimuse hinne +1 °C – 4,9; +5 °C – 4,8).



Joonis 205. Salatikultuuride säilituskadu sõltuvalt temperatuurist.



Joonis 206. Lehtsalat 'Revolution', jääsalat 'Frillice' ja sarepta sinep 'Red Giant' 9.-ndal säilituspäeval.



Joonis 207. Lehtsalati (A), jääsalati (B) ja sarepta sinepi (C) nitraatide sisaldus (mg/kg) sõltuvalt säilitustemperatuurist.

Nitraatide sisalduse muutus säilitusperioodil varieerus salatikultuuridel suuresti, vähenedes lehtsalatil, jäädes samaks jääsalatil ning suurenedes sarepta sinepil (Joonis 207).

Kokkuvõte

- Salatikultuuride säilitamiseks sobib paremini madalam hoiutemperatuur +1 °C
- Visuaalse hindamise alusel säilivad paremini ruukola ja jääsalat.
- Lehtsalat ning sarepta sinep säilivad antud tingimustes halvemini

Tänuavaldused

Projekti teostajad on tänulikud EV Põllumajandusministeeriumile uurimistöö finantseerimise eest.

Katsematerjaliga varustamise, abivalmiduse ja pikaajalise koostöö eest ollakse tänulikud järgmistele tootjatele:

Valdis ja Helen Kaskema - OÜ Kindel Käsi,
Kalmer ja Ille Kasvand – Halika Õunatalu,
Imbi Rohejärv – TÜ Vasula Aed,
Raivo Sell - OÜ Kristi Aed,
Toomas Jaadla – Marjasoo talu,
Raivo Külasepp – AS Grüne Fee Eesti
Andrus Soidik – OÜ Uuevälja köögivilid
Tarmo Timmi – OÜ Jaagumäe talu

Kontrollitud atmosfääriga katsekambrite gaasirežiimi jälgimise eest avaldame tänu Polli AUK teadurile Neeme Univerile. Sobivate pakkematerjalidega on uurimistöö läbiviijaid aidanud varustanud AS Estiko, Stepac Ltd., OY Muovijaloste.