



**Master project in the Horticultural Science Programme
2008:10, 20 p (30 ECTS)**

Kvalitet hos jordgubbar – effekter av lagring i modifierad atmosfär

av

Emelie Jönsson

**Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap
SLU-Alnarp**

Handledare: Docent Marie Olsson, Hortikultur, SLU, Alnarp
Docent Tim Nielsen, Sensorik, SIK, Lund
Examinator: Fil. Dr Sara Bergquist, SLU, Alnarp

Sammanfattning

Kvalitén på två jordgubbssorter, Honeoye och Korona, lagrade i modifierad atmosfär (MA) samt oförpackade, undersöktes och utvärderades. Detta gjordes genom mätningar på färg, vikt, sockerhalt, pH, titrerbar syra, askorbinsyra, antocyaner samt sensoriska analyser och en aromanalys. Förpackningsmaterialets genomsläpplighet samt ursprungsgasens sammansättning varierade för de olika MA-behandlingarna. Jordgubbarna lagrades i 10 dagar i 6°C. Testerna utfördes dag 0, 3, 7 samt dag 10. De olika MA-behandlingarna jämfördes dels med varandra men även hur de förhöll sig till nollprovet, vilket räknades ha önskvärd kvalitet. De största skillnaderna behandlingarna emellan, fanns vid de laborativa analyserna. Vid de sensoriska testerna var resultaten jämnare. Vid flera tillfällen reagerade de olika jordgubbssorterna olika på behandlingarna. Detta framgick också vid de sensoriska testerna, främst på lukt, där Korona hade mer bilukter och dessutom fler negativa sådana än Honeoye. De största fördelarna med lagring i modifierad atmosfär visade sig på parametrarna vikt, glansighet och fasthet, där oförpackade bär fick mycket sämre värden. Detta kunde även konstateras genom det visuella intrycket där de MA-lagrade bären såg betydligt fräschare ut än de oförpackade. Vid arommätningarna framgick det att alla MA-förpackade bär utvecklade så kallade off flavors, negativa bismaker, dock i olika utsträckning och med olika negativa komponenter. Honeoye hade mindre mängder av dessa ämnen jämfört med Korona. Några tydliga skillnader vid de sensoriska testerna på bismak fanns inte.

Innehållsförteckning

1. Inledning	3
2. Lagring av frilandsodlade jordgubbar i modifierad atmosfär	5
2.1. Material och metod	5
2.1.1. <i>Bärmaterial</i>	5
2.1.2. <i>Förpackning och lagring</i>	5
2.1.3. <i>Försöksupplägg</i>	6
2.1.4. <i>Gasmätning, viktbestämning och visuell bedömning</i>	6
2.1.5. <i>Färgmätning, sockerhalt, pH och titrerbar syra</i>	6
2.1.6. <i>Analys av askorbinsyra</i>	7
2.1.7. <i>Bestämning av antocyaner</i>	8
2.1.8. <i>Torrviktsbestämning</i>	8
2.1.9. <i>Aromanalys</i>	8
2.1.10. <i>Sensoriska analyser</i>	9
2.2.1. <i>Statistisk bearbetning</i>	10
3. Resultat och diskussion	11
3.1. Gas	11
3.1.1. <i>Koldioxid, CO₂</i>	11
3.1.2. <i>Syrgashalt, O₂</i>	12
3.2. Vikt	14
3.2.1. <i>Färskvikt</i>	14
3.2.2. <i>Torrsvikt</i>	15
3.3. Färg, H°	15
3.4. Sockerhalt/TSS	16
3.5. pH	17
3.6. Titrerbar syra/TA	18
3.7. Askorbinsyra	19
3.8. Antocyaner	20
3.9. Arom	22
3.10. Sensorik	23
3.10.1. <i>Lukt</i>	23
3.10.1.1. <i>Totallukt</i>	23
3.10.1.2. <i>Jordgubbsluk</i>	24
3.10.1.3. <i>Bilukt</i>	25
3.10.2. <i>Utseende</i>	27
3.10.2.1. <i>Färg</i>	27
3.10.2.2. <i>Glansighet</i>	28
3.10.3. <i>Smak</i>	29
3.10.3.1. <i>Totalsmak</i>	29
3.10.3.2. <i>Jordgubbssmak</i>	30
3.10.3.3. <i>Sötma</i>	31
3.10.3.4. <i>Syrlighet</i>	32
3.10.3.5. <i>Bismak</i>	32
3.10.4. <i>Konsistens</i>	34
3.10.4.1. <i>Fasthet</i>	34
3.10.4.2. <i>Saftighet</i>	35
4. Slutsats	36
5. Referenser	37

1. Inledning

Jordgubbar är en produkt av stor betydelse både i Sverige och i övriga världen och de har använts som nyttoväxt i mer än 2200 år (Strawberries – Characteristics and postharvest issues). I Sverige började man odla jordgubbar på 1700-talet. De sorter som odlas idag är dock väldigt olika de ursprungliga (Svenska jordgubbar till midsommar, 2004).

Idag importeras det en hel del bär till Sverige. Dessa kommer framförallt från Belgien (Jordgubbar = sommar, 2001). De svenska konsumenterna föredrar normalt att köpa svenskproducerade bär, vilket kan beror på den tilltro vi har för svenskproducerat samt den kraftiga smak som svenska jordgubbar har gentemot de importerade. Smakskillnaden beror dels på sortegenskaper och dels de klimatskillnader som råder mellan de geografiska platserna. Den svenska sommaren bjuder på långa ljusa dagar och svalare nätter jämfört med södra Europa, vilket ger våra bär mer sötma och starkare arom (Engstedt, 2003).

Jordgubbar är en produkt med mycket stor känslighet för yttre påverkan, framförallt temperatur och hantering. Detta leder efter skörd till problem som uppkomst av röta och mögel samt att hållbarheten och kvalitén försämras avsevärt. Under de mest ideala förhållanden kan man som längst lagra dem en vecka (Boyette, et al., 2003). Det finns därför flera problem vid distribution och försäljning av jordgubbar.

Jordgubbar plockas vanligtvis på morgonen innan temperaturen och avdunstningen stigit för mycket. Därefter bör bäret snabbt kylas ned direkt efter skörd, i ett kylrum som transporterar bort värmen. Temperaturen bör vara strax över noll grader och luftfuktigheten ska hållas hög, ca 90-95 % (Riviera, et al., 2005). Dessa förhållanden stannar av bärets åldringsprocesser och sänker bärets respirationshastighet (Anderson, et al., 2004). Jordgubbar innehåller en hög andel av sockerarter vilket gör dem okänsliga för låga temperaturer ner mot noll grader. Att sedan hålla den låga temperaturen genom hela distributionen, är absolut avgörande för att bibehålla en hög kvalitet när produkten når konsumenten. Bären ska inte bara kylas ned och transporteras kallt, utan de ska också förvaras kallt direkt när de kommer till butiken (Engstedt M., 2003).

I dag säljs en stor del av alla jordgubbar i Sverige i stånd utanför butikerna. Oftast sker detta i utomhustemperaturen, som är allt annat än optimal för jordgubbar. Några av anledningarna till detta är att jordgubbar är en så pass krävande vara för grossisterna och butikerna, samt det svinn som uppstår till följd av brister i hanteringen (Martin Engström). Idag har butiksförsäljningen av jordgubbar åter ökat (Engstedt, 2003). Detta ger större förutsättningar till bibehållen kvalitet och längre hållbarhet pga. butikens kylmöjligheter men problemen kvarstår.

Det finns en önskan hos producenter, grossister och butiker att förlänga hållbarheten och minska förlusterna av svinn för att öka lönsamheten. En lösning på problemet kan vara en förändring av förpackningen.

En möjlig metod att förbättra hållbarheten och därmed förlänga lagringstiden är lagring i modifierad atmosfär, så kallad MA-lagring. MA-lagring innebär att förpackningens atmosfär förändras till följd av produktens respiration och beroende av permeabiliteten hos plastmaterialet. Följden blir att koldioxidhalten ökar och syrgashalten minskar. Vid dessa förhållanden sänks respirationshastigheten, växtpatogeners tillväxt hämmas och åldrandet saktas ner. Koncentrationen av O₂ och CO₂ i förpackningen vid förslutningstillfället kan bestämmas (Zagory, 1997; Romig, et al., 2004).

Denna metod används än så länge inte på jordgubbar i Sverige. Däremot har det bedrivits en hel del forskning på området runt om i världen. Det är känt att olika produkter reagerar olika på denna typ av behandling och detta inkluderar även olika sorter av jordgubbar. Det är därför försvarbart att genomföra en studie på svenska sorter som odlats under svenska förhållanden för att se om metoden är applicerbar på svenska jordgubbar och

på den svenska marknaden. Men den förlängda hållbarheten är inte mycket värd om detta medför försämringar på andra viktiga parametrar.

Syftet med denna studie är att undersöka hur flera olika kvalitetsparametrar hos jordgubbar påverkas av lagring i modifierad atmosfär. De två jordgubbssorterna som användes i försöken var Honeoye och Korona, vilka tillhör de mest odlade i Sverige (Engstedt, 2003). Kvalitetsparametrarna som analyserades var färg, socker, titrerbar syra, torrsvikt, frisksvikt, arom, smak, askorbinsyra och antocyaner. Projektet inleddes med en litteraturstudie vilken uppföljdes med lagringsförsök i förpackningar med modifierad atmosfär. Gasmätningarna och de sensoriska testerna utfördes på SIK (Institutet för livsmedel och bioteknik) i Göteborg. Övriga analyser utfördes på SLU i Alnarp. Projektet ingick, genom ett samarbete med forskaren Tim Nielsen på SIK, i studien "shelflife extension of strawberries". Vid detta försök gjordes lagringsstudier på frilandsodlade bär i modifierad atmosfär.

2. Försöksstudie, lagring av frilandsodlade jordgubbar i modifierad atmosfär

2.1 Material och metod

Försöksstudien utfördes vid SIK i Göteborg. Försöket pågick från den 28/6 till den 4/7 2005. Tester utfördes dag 0, 3, 7 och 10, där dag noll är den dag jordgubbarna förpackades och dag 10 är den sista lagringsdagen. Under försöket gjordes mätningar på gassammansättningen, vikt, färg, socker, syra, pH, arom, visuell bedömning samt sensoriska tester. Dag 0, 3, 7 och 10 frystes det också in prover av de båda sorterna Honeoye och Korona. Dessa placerades i en -80°C frys. Dag 0 frystes ca 20 bär in till det så kallade nollprovet. De övriga dagarna togs totalt 12 bär ut till infrysning från varje förpackningstyp (A-E). De 12 bären kom från två förpackningar med samma märkning (A-E), det vill säga sex bär per förpackning.

Jordgubbarna transporterades på försökets sista dag ner till Alnarp med bil i frigolitlådor tillsammans med kylklampor som även de legat i -80°C frysen. Där lades de först i -20°C för att sedan flyttas till -80°C. De sista försöken utfördes vid dåvarande institutionen för växtvetenskap i Alnarp under perioden 19/7 till 12/8, 2005. Det gjordes vid detta tillfälle analyser på askorbinsyra och antocyaner i jordgubbarna samt torrviktsbestämning.

2.1.1. Bärmaterial

Jordgubbarna i försöket var av två olika sorter, Honeoye en tidig sort, och Korona, som mognar något senare. Honeoyebären var odlade i Blekinge och kom från Finnerödja bär. De levererades dagen efter plockning. Sorten Korona kom från Bärby jordgubbsodling i Säve strax utanför Göteborg. För att få ett så likvärdigt utgångsmaterial som möjligt och kunna jämföra olika typer av förpackningar, var det önskvärt att respektive sort kom från samma fält eller åtminstone samma odlare, men detta gick alltså inte att erhålla.

2.1.2. Förpackning och lagring

Bären lagrades sedan under tio dagar i 6°C i fem olika atmosfärer märkta A-E. Dag 0 var för Honeoye den 28 juni 2005 och för Korona den 4 juli 2005. På nolldagen packades jordgubbarna i plasttråg med ca 15 bär i varje, vilket motsvarade ca 250 till 280 gram. Omogna bär, kraftigt jordiga bär, samt bär med tydliga skador eller avsaknad av foderblad sorterades bort. Plastträgen stoppades sedan i en polyetenpåse, (med undantag för opackad = E), med bestämd genomsläpplighet. Påsarna som användes var P-plus 90 med ett lägre gasutbyte samt P-plus-190 med högre gasutbyte med omgivningen. Förpackningarna stängdes sedan i förslutaren Multivac försedd med gasinsprut kopplad till gasmixaren MAP Mix 9000, PBI Dansensor, på vilken den rätta sammansättningen av syre och koldioxid kunde justeras. Totalt packades 187 tråg av sorten Honeoye, vilket innebar 37 förpackningar av varje behandling. Av Korona förpackades 145 tråg vilket innebar 29 stycken av varje behandling. På grund av problem med gasmätaren vid förpackningen av Honeoye kom endast resultaten från förpackning A, C samt E att användas. För Korona användes resultaten från alla förpackningar A-E, i försöket. Förpackningarna hade vid dag noll följande kombination av påsmaterial och gassammansättning:

Behandling A var luft i påse P-plus 90, behandling B bestod av 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C var luft i påse P-plus190, behandling D hade en sammansättning av 15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190 samt behandling E vilken var opackad.

2.1.3. Försöksupplägg.

På jordgubbarna utfördes analyser dag 0, 1, 3, 7 och 10 enligt Tabell 1.

Tabell 1. Försöksupplägg.

Dag	Analys
0	Nollprover på vikt, visuell bedömning, färg, sockerhalt, titrerbar syra, arom samt sensoriska bedömningar.
1	Gasmätningar, viktbestämning samt visuell bedömning.
3	Prover på vikt, visuell bedömning, färg sockerhalt, titrerbar syra, arom samt sensoriska tester.
7	Samma som dag 3.
10	Samma som dag 1.

2.1.4. Gasmätning, viktbestämning och visuell bedömning

Till gasmätning, viktbestämning och visuell bedömning användes samma tre förpackningar av varje behandling. På förpackningarna A till D sattes fyra självhäftande membranbitar i storleken 2 x 2 cm fast på påsen inom plasttrågets ramar. Membranet gjorde att man kunde göra flera mätningar på samma påse utan att gas läckte ut eller in. Till gasmätningen användes en bärbar gasanalysator, Witt Oxybaby oxygen analyser, som visade halten syre och koldioxid. Gasprovet sögs upp genom en kanyl som stacks in i påsen genom membranet. För att få ett säkert resultat fick flera prov sugas upp vid varje stick. Då förpackning E saknade påse mättes gasen i den omgivande luften.

Vid vägningarna dag 0 vägdes först bärens nettovikt. Dag 1, 3 och 7 vägdes endast bruttovikten, men dag 10 vägdes återigen nettovikten. Påsen togs bort och bären placerades på ett torrt rent tråg. Viktförlusten beräknades för de tio lagringsdagarna. Vid den visuella bedömningen studerades bärens fräschör, skade- och färgförändringar.

2.1.5. Färgmätning, sockerhalt, pH och titrerbar syra

Till färgmätning, sockerhalt och titrerbar syra användes en förpackning av var behandling vid varje provtillfälle men för att få mer representativa värden blandades bären från två förpackningar och delades upp så att hälften frystes in till senare HPLC- analyser och andra hälften användes till dagens analyser. Större glasbägare märktes upp A-E och fylldes med respektive jordgubbar. Dessa mixades med en vanlig stavmixer och den homogeniserade massan användes sedan till samtliga tre analyser.

Till färgmätningarna användes en Minolta CR-300 färgmätare, vilken var direkt kopplad till en dator. För varje prov A-E, gjordes tre replikat med tre mätpunkter per replikat. Den homogeniserade massan hälldes således i tre små glaspetriskålar vilka placerades med glaset nedåt på mätcellen och flyttades runt tre gånger. På datorn kunde man därefter utläsa var på färgschemat man befann sig samt H° . Hue angle, H° , anger färgen enligt en 360° skala där 0° motsvarar rödlila, 90° betyder gult, 180° står för blågrönt och 270° för blått. Beroende på hur graderna stiger eller minskar skiftar alltså färgen hos det man mäter till en annans nyans (Holcroft. et al., 1999).

Vid titreringen fastställdes först pH i jordgubbsmassan med pH-metern och sedan vägdes 5g upp i en mindre glasbägare. Provet späddes därefter 10 gånger med destillerat vatten så att totalvikten blev 50g och sedan noterades pH-värdet ännu en gång. En natriumhydroxidlösning med koncentrationen 0,1 M blandades till. Vid titreringen användes en pH-meter Metrohm 827. Provet placerades på en magnetorrörare och pH metern med stöd

av ett stativ i provet. Natriumhydroxidlösningen sögs upp i en pipett med en Peleusboll och därefter droppades NaOH i för hand tills pH slog om till 8,0, en så kallad ändpunktstitrering. För varje behandling utfördes ett dubbelprov.

Sockethalten mättes med en bärbar refraktometer, Atago pocket pal-1 refraktometer. Jordgubbshomogenatet droppades på mätcellen så den täcktes och sedan avlästes brix-talet. För varje märkning gjordes fem upprepningar.

2.1.6. Analys av askorbinsyra/AA

För att ta reda på mängden vitamin C/ tot AA i jordgubbarna gjordes en HPLC-analys med en Merck Hitachi model D-6000.

Alla rör och burkar märktes upp enligt ett kodsysteem för varje frysprov, totalt 32 stycken med tre upprepningar av varje. Tio bär från varje förpackningssort (A-E) och dag plockades ut. Foderbladen skars bort och bären hackades ner medan de ännu var djupfrysta. Sedan vägdes fem gram in till varje burk med tre paralleller av varje märkning. Till varje burk tillsattes 10ml 1,5 % metafosforsyra och sedan mixades provet ca 1 min med en stavmixer, därefter frystes det ner i -80°C frysen för att effektivisera arbetet och förbereda alla prov samtidigt. Allt arbete där proverna hanterades utfördes i grönt ljus och proverna hölls på is.

På analysdagen tinades burken i vattenbad och provinnehållet hälldes över på centrifugeringsrör med samma märkning. Provet centrifugerades i 5 min vid 10 000 rpm. Reningen av provet gjordes med en SEP-PAK C18 (Waters) som först ekvilibrerades med 4ml metanol och sedan 10ml Milliporevatten som trycktes igenom med en spruta. När aktiveringen av SE-PAK var gjord sprutades 4ml av den klara jordgubbssaften igenom. De första 3 ml kastades medan den sista millilitern samlades upp på ett eppendorfrör och placerades i -20°C tills det skulle användas.

Till HPLC-analysen användes en kolonn, Waters Carbohydrate analysis 3,9 x 300 med förkolonn Waters C18, en elueringslösning, 25 % vol. 15mM NH₄H₂P i acetonitril pH 3,90 justerad med 1 M H₃PO₄. Injektionsvolymen av provet var 40µl. Flödet var 1,2 ml/min vid rumstemperatur och tiden för varje prov var 7 minuter.

I processens används ett elueringsmedel, som pumpas in i injektorn där det går vidare till kolonnen och detektorn sedan ut och tillbaka till flaskan det kom ifrån. I första steget sugs provet upp ur vialen och trycks ut i den s.k. loopen, en 20µl fast loop. När provet ligger där slår injektorn om och vrider ett snäpp och elueringsmedlet går in i loopen och trycker där provet framför sig till kolonnen. I kolonnen separeras ämnena och går vidare till detektorn, en UV-detektor som i detta fall mätte vid 248nm, (askorbinsyrans absorptionsmax). När provet lämnat detektorn följer det med elueringsmedlet ut till flaskan. Detektorn gav signaler vilka samlades som rådata på en tillhörande dator. Ur detta skapades en standard av askorbinsyra med hjälp av kromatografidatasystemet Chem Station. Provkoncentrationen bestämdes genom en interpolering mot kalibreringskurvan. Ur detta värde kunde sedan askorbinsyramängden i provet erhållas. (Esteve et al., 1997; Olsson et al., 2004; Wimalasiri och Wills, 1983). Analysen av dehydroaskorbinsyra utfördes i möjligaste mån direkt efter samma prov hade analyserats beträffande innehåll av askorbinsyra. Först gjordes en reducering av extraktet där 200µl extrakt från eppendorfröret fick reagera med 800µl 1 % DTT vid pH 7,0 i rumstemperatur i 30 min i märkta eppendorfrör. pH justerades med 45 % K₂HPO₄ och röret skakades. Därefter centrifugerades provet vid 10 000 rpm i 5 min. Efter centrifugeringen fördes 600µl provmängd över till HPLC-vialerna och proven kördes på samma sätt som askorbinsyran. Härvid reducerades dehydroaskorbinsyran till askorbinsyra, varvid dehydroaskorbinsyran beräknades genom formeln tot AA – AA = DHA (Olsson et al., 2004)

2.1.7. Bestämning av antocyaner

För att göra en bestämning av antocyaner i jordgubbarna användes en pH-differentiell spektrofotometrisk metod.

Till extraktionen användes det frystorkade jordgubbsmaterialet som först homogeniserats med en kvarn. I ett 30 ml centrifugrör vägdes 5 mg homogenat in och 20 ml milliporevatten tillsattes och därefter mixades provet med en stavmixer. Av varje prov gjordes tre paralleller. Rören centrifugerades sedan vid 10 000 rpm i 2 minuter. Av den klara saften pipetterades sedan 10 ml till märkta provrör och försågs med kork.

Vid buffertspädningen togs 1000µl av jordgubbsextraktet upp med pipett och tillsattes vardera två provrör. Det ena röret spädades med 9 ml pH 1,0 buffert och det andra med 9 ml pH 4,5 buffert. Dessutom gjordes det ett nollprov av varje genom att späda 1000µl milliporevatten med respektive buffert.

Absorbansmätningen gjordes med en spektrofotometer av typen Varian Cary 50 bio UV-visible spectrophotometer (USA), våglängd 510nm-700nm, där λ 510nm är mätvåglängden och λ 700nm används som ett referensvärde. Först kördes proverna med buffert pH 1,0 vilka startades med nollprovet för att nollställa, sedan upprepades mätningarna med buffert pH 4,5.

Vid körningarna erhöles ett värde för λ 510nm och ett för λ 700nm. Dessa användes för att beräkna absorbansen (A) enligt formeln: $A = (A_{510nm} \text{ pH } 1,0 - A_{700nm} \text{ pH } 1,0) - (A_{510nm} \text{ pH } 4,5 - A_{700nm} \text{ pH } 4,5)$. Det totala antocyaninnehållet beräknades enligt formeln: $\% \text{ w/w} = (A/\epsilon) * L * M_w * (V/W_t) * 100 \% * 10000$. (Giusti et al., 1999; Wolstad et al., 1993) Förklaring följer i tabell 3 nedan.

Tabell 3. Formelförklaring

Formelförklaring:
A = Absorbansen
ϵ = Molära absorptiviteten för pelargonidin-3-glukosid = 27 300
L = kyvettens ljusgång i cm = 1
Mw = molekylvikten för pelargonidin-3-glukosid = 433,2 g/mol
V = slutvolymen (l)
Wt = provvikten (g)
Resultatet är uttryckt i mg/torrsvikt, därav multiplicerar man med faktor 10000.

2.1.8. Torrsviktbestämning

Under första provberedningsdagen hackades och vägdes ca 150g frusna bär av varje prov in i märkta viktbestämda burkar. Burkarna placerades sedan med locken öppna i en frystork under en vecka. Därefter vägdes burkarna återigen och torrsvikten fastställdes.

2.1.9. Aromanalys

Aromanalysen gjordes med en Termoquesttrace gaskromatograf och Termoquest automass masspektrometer. Av varje förpackningssort klyftades 100g jordgubbar longitudinellt och stoppades i en 500 ml Sovirelflaska. Därefter förslöts flaskan med en headspaceadapter, till vilken ett ATD-rör kopplades via en teflonslang samt en Wickbergventil. Detta för att systemet skulle sluta helt tätt. ATD står för automatisk termisk desorption vilket innebär att ett gasformigt prov samlas upp på en adsorbent. Den nummarmärkning som fanns på ATD-röret noteras till vilken förpackningstyp bären i flaskan kom ifrån (A-E). Flaskan placerades i ett värmeskåp i 30 minuter i 35°C för att jämvikt skulle inställa sig. När 30 minuter hade gått kopplades en slang till headspaceadaptern. Genom denna slang pumpades 1 liter helium med en hastighet av 40ml/minut under 25 minuter. Heliumgasen passerade genom flaskan, headspaceadaptern och ATD-röret. Under denna process fastnade de flyktiga föreningarna från bären i ATD-röret. Därefter avlägsnades ATD-

röret från flaskan och sattes i en Perkin-Elmer ATD 400, som desorberar de flyktiga föreningarna från röret. Detta gjordes genom att hetta upp röret till 250°C och därefter blåsa igenom det med 100ml helium per minut i 5 minuter. Föreningarna fastnade då i en annan fälla i vilken de koncentrerades och nedfrysades till -30°C. Sedan värmdes kylfällan upp och de flyktiga föreningarna skickades till en 30 meters HP5 GC-kolonn. Efter att ha passerat där skickades en del vidare till masspektrometern som identifierade komponenterna, och den andra till gaskromatografens flamjonisationsdetektor. Resultatet gick sedan att utläsa på ett kromatogram där varje topp motsvarar ett ämne. Det gjordes även några headspaceprover på den gas som fanns i de obrutna förpackningarna. Detta gasprov var på 100 ml och sögs upp genom ett membran på påsen med en spruta. Nålen var kopplad till ett ATD-rör via en kort teflonslang, ventil samt en silikon slang som var instucken i sprutöppningen. När gasen passerade ATD-röret fastnade de flyktiga doftpartiklarna. ATD-röret lossades därefter och fick sedan samma behandling enligt ovanstående beskrivning.

2.1.10. Sensoriska analyser

De sensoriska testerna utfördes i sensoriklaboratoriet av en tränad testpanel som bestod av åtta deltagare vilka genomgått ett test för att bli godkända till jordgubbsanalysen. Totalt genomfördes 5 analyser; en träningsomgång och fyra huvudtester. Träningen genomfördes dag noll på färska bär. Testet var en så kallad kvantitativ beskrivande sensorisk analys och datorprogrammet som användes var Fizz network version 2.10 A datainsamlingssystem. Av Honeoye användes 10 förpackningar av varje behandling (A-E) plus ett nollprov med färska bär vid varje testtillfälle (dag 3 och 7). Vid båda dessa tillfällen deltog alla åtta i testpanelen. För Korona var mängden 7 förpackningar plus nollprov dag 3 och 7. Vid det första testtillfället deltog 6 ur panelen och vid det andra var de sju stycken. Alla tester genomfördes i rumstemperatur.

Vid öppnandet av påsarna noterades vilket doftintryck som erhöles från varje förpackningstyp genom att klippa en liten öppning och sniffa i påsen. Även en notering om utseende gjordes. Bären hölldes sedan över i två större glasskålar märkta med respektive förpackningsbokstav och täcktes med aluminiumfolie. Analysen genomfördes med tre replikat vid varje testdag, vilket innebar att de sex jordgubbsbehandlingarna, A-E plus nollprov, bedömdes tre gånger vid varje analysdag av varje testperson. Från skålarna plockades slumpvis 5 bär av Honeoye ut, samt för Korona fyra bär och lades i mindre plastbägare. Dessa bär motsvarade en serveringsportion för en förpackningssort. Bägarna delades sedan ut i en randomiserad serveringsordning med tre bägare i taget och panelen var helt ovetande om bärens ursprung. Bedömarna var placerade i skilda bås med tillgång till mineralvatten och smörgåsrån för att kunna neutralisera smakerna mellan varje bägare. Panelen fick bedöma bären efter de redan framtagna egenskaperna lukt, utseende, smak samt konsistens (bilaga 2) med dess attribut enligt en intensitetsskala (bilaga 1). De utvalda sensoriska egenskaperna med attribut som bedömdes visas i tabell 2.

Tabell 2. Sensoriska egenskaper och dess attribut

Egenskap	Attribut	Skala
Lukt	<u>Totallukt</u> tabell: 79-82 figur: 34	Lite—Mycket
	<u>Jordgubbsluk</u> tabell: 83-86 figur: 35	Lite—Mycket
	<u>Billukt</u> tabell: 87-94 figur: 36	Lite—Mycket
Utseende	<u>Färg</u> tabell: 95-98 figur: 37	Lite—Mycket
	<u>Glansighet</u> tabell: 99-102 figur: 38	Lite—Mycket
Smak	<u>Totalsmak</u> tabell: 103-106 figur: 39	Lite—Mycket
	<u>Jordgubbssmak</u> tabell: 107-110 figur: 40	Lite—Mycket
	<u>Sötma</u> tabell: 111-114 figur: 41	Lite—Mycket
	<u>Syrlig smak</u> tabell: 115-118 figur: 42	Lite—Mycket
	<u>Bismak</u> tabell: 119-126 figur: 43	Lite—Mycket
Konsistens Med handen	<u>Fasthet</u> tabell: 127-130 figur: 44	Lite—Mycket
Konsistens I munnen	<u>Saftighet</u> tabell: 131-134 figur: 45	Lite—Mycket

Svaren noterades dels på papper och dels på samma sätt på en dator. Till deras hjälp fanns även en ordlista med sensoriska egenskaper hos jordgubbar vilken utarbetats under övningstillfällena (se bilaga 2). Analysresultaten bearbetades sedan statistiskt för att se om det fanns någon signifikant skillnad mellan de olika förpackningstyperna.

2.2. Statistisk bearbetning

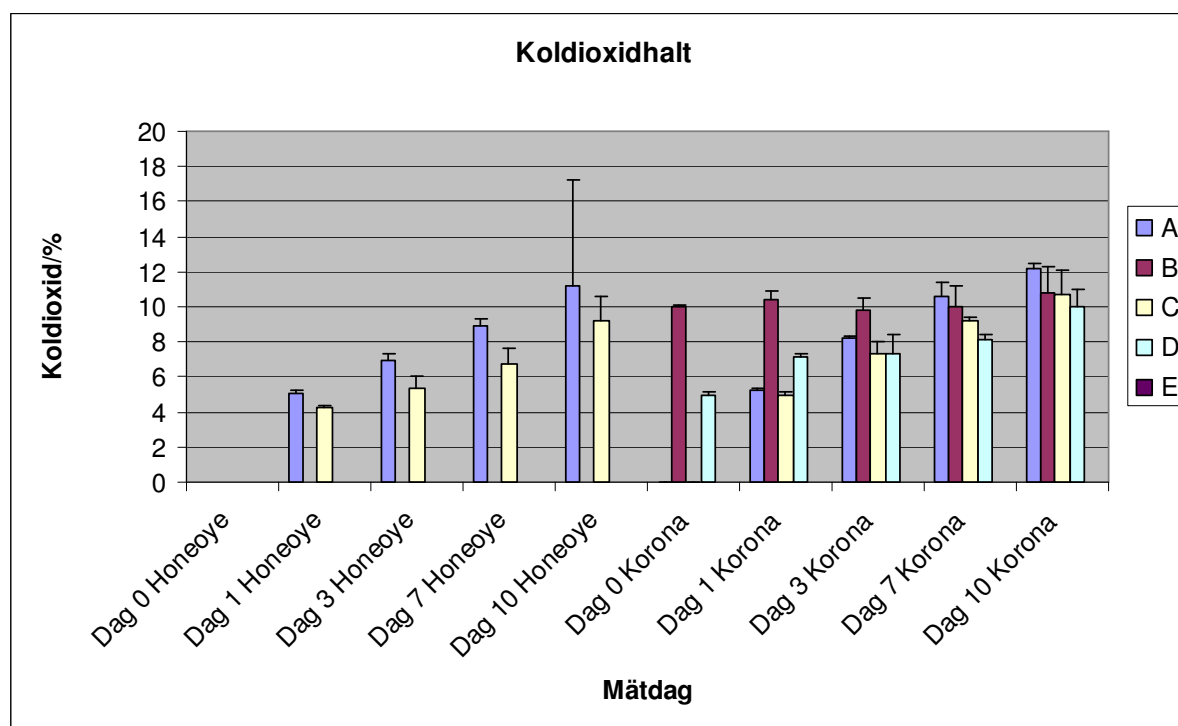
De statistiska uträkningarna gjordes enligt Tukeys test. Resultaten vilka bearbetades statistiskt var gasmätningen, viktbestämningen, färgmätningen, sockeranalysen, antocyanbestämningen, askorbinsyramätningen samt de sensoriska testerna.

3. Resultat och diskussion.

3.1. Gas

3.1.1. Koldioxidhalt, CO₂

Koldioxidhalten i förpackningarna ökade med tiden men den största utvecklingen skedde det första dygnet, vilket tyder på att jämviktsläget i påsen uppstår ganska snabbt. Förpackning A som hade en lägre genomsläpplighet utvecklade en högre koldioxidhalt än C (figur 1) och de skiljde sig signifikant åt fram till dag 10 (tabell 4). Utvecklingen för Korona var ännu tydligare, i de förpackningar som börjat med 0 % koldioxid, (A och C), låg koncentrationen på cirka 10 % dag 7 och 10. Förpackning B som startade med 10 % och bibehöll denna koncentration näst intill genom hela lagringstiden. Behandling D hade vid starten cirka 5 % CO₂ och dag 10 hade värdet ökat till 10 % (figur 1). På slutdagen fanns ingen signifikant skillnad mellan de olika MA-behandlingarna (tabell 5). Även för Korona hade de två förpackningstyperna med högre genomsläpplighet (C och D) de lägsta koldioxidhalterna från dag 3 och framåt.



Figur 1. Koldioxid i förpackningarna under lagring i behandling A: luft i påse P-plus 90, behandling B: 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C: luft i påse P-plus190, behandling D: 15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190, samt behandling E: opackad.

Tabell 4. Signifikans 5%, Honeoye dag 1-10, CO₂

Prov	A	C	E
Dag 1	A	B	C
Dag 3	A	B	C
Dag 7	A	B	C
Dag 10	A	A	B

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

Tabell 5. Signifikans 5%, Korona dag 1-10, CO₂

Prov	A	B	C	D	E
Dag 0	A	B	A	C	A
Dag 1	A	B	A	C	D
Dag 3	BA	A	B	B	C
Dag 7	A	A	AB	B	C
Dag 10	A	A	A	A	B

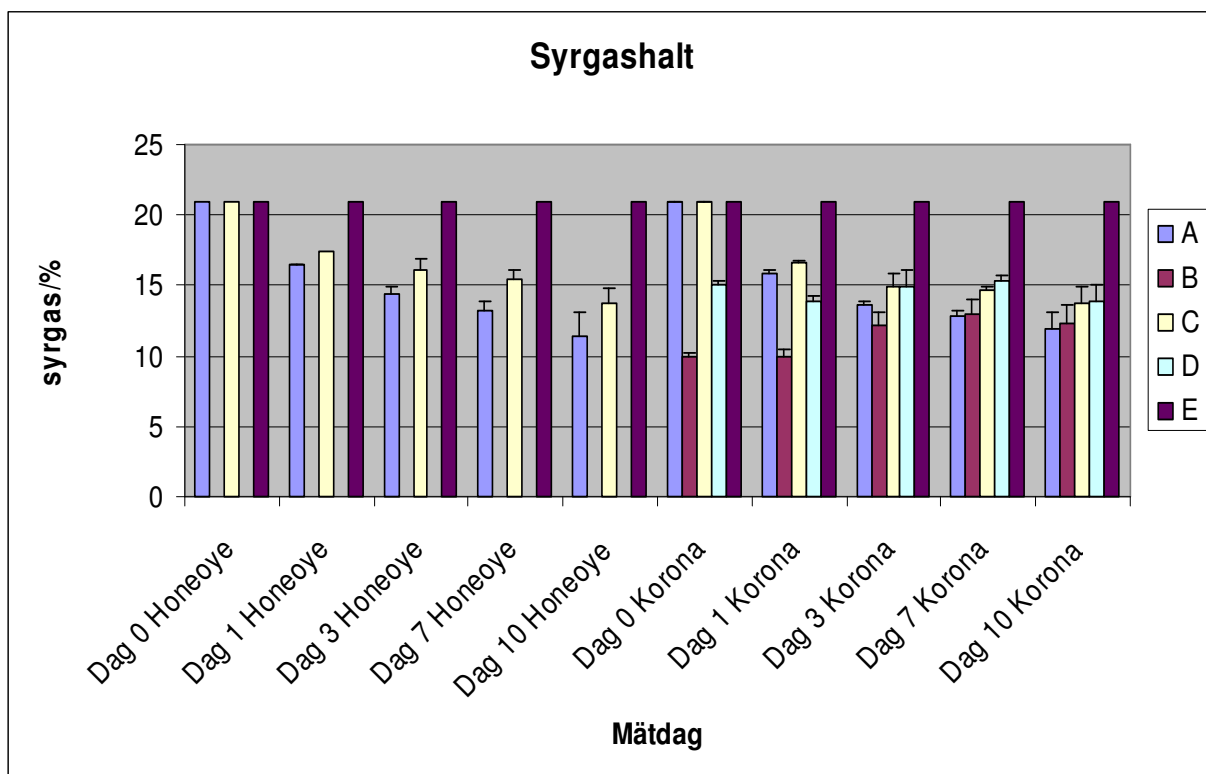
Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

3.1.2. Syrgashalt, O₂

Parallellt med den ökning av koldioxid som ägde rum för att nå jämviktsläget kunde man se motsvarande förändring i O₂- koncentrationen. Förpackning A och C för Honeoye minskade sin syrehalt med tiden. När respirationen avtagit borde syrenivån ha stabiliserats. Ett sådant jämviktsläge för syrgaskoncentrationen verkar ha infunnit sig dag 3 för Korona, när förpackning C och D hade högre koncentrationer än A och B (figur 2).

Syrgashalten minskade över tiden i de förslutna förpackningarna både för Korona och för Honeoye. Dag 10 fanns inte längre någon signifikant skillnad mellan de förslutna förpackningarna. (För Honeoye A och D, för Korona A-D, tabell 6 och 7)

Faktorer som bestämmer vilken atmosfär som utvecklas i en förpackning är flera; produktens respirationshastighet och massa samt plastmaterialets tjocklek och genomsläpplighet. Olika produkter kräver således olika förpackningsmaterial beroende på om produkten kräver ett högt eller lågt gasutbyte med omgivningen, det vill säga om den är okänslig för hög eller låg koldioxidhalt/syrehalt. Koldioxid transporteras 2-6 ggr så fort genom en plastfilm jämfört med syre, vilket leder till att koldioxid från respirationen försvinner ut fortare än syret kan ta sig in i förpackningen. Den jämvikt som uppstår därefter har en låg syrehalt och en förhållandevis låg koldioxidhalt, under 15-20 %. Genom att ändra permeabiliteten kan man uppnå en bredd av gasproportioner (Zagory 1997). En reducering av syre samt en förhöjd koldioxidhalt har visat sig sänka respirationen, minska svampangrepp samt bidra till fasta bär (Haffner, 2002). Samma effekt har även uppnåtts av en atmosfär med högt syrgasinnehåll (Perez et al., 2001). Vid koldioxidmängder på över 15 % har negativa effekter på smak uppstått, så kallade "off-flavours", vilka kommer sig av en ökad produktion av föreningar som etylacetat och etanol (Haffner, 2002). Detta kommer att diskuteras vidare om under rubrik 3.9. Arom. Även en hög koncentration av syre bidrog till en sådan smakutveckling (Perez et al., 2001).



Figur 2. Syrgashalt i förpackningarna under lagring. Gassammansättning för behandling A: luft i påse P-plus 90, behandling B: 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C: luft i påse P-plus190, behandling D:15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190, samt behandling E: opackad

Tabell 6. Signifikans 5%, Honeoye dag 0-10, O₂

Prov	A	C	E
Dag 0	A	A	A
Dag 1	A	B	C
Dag 3	A	B	C
Dag 7	A	B	C
Dag 10	A	A	B

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

Tabell 7. Signifikans 5%, Korona dag 0-10, O₂

Prov	A	B	C	D	E
Dag 0	A	B	A	C	A
Dag 1	A	B	A	C	D
Dag 3	AB	B	A	A	C
Dag 7	A	A	B	B	C
Dag 10	A	A	A	A	B

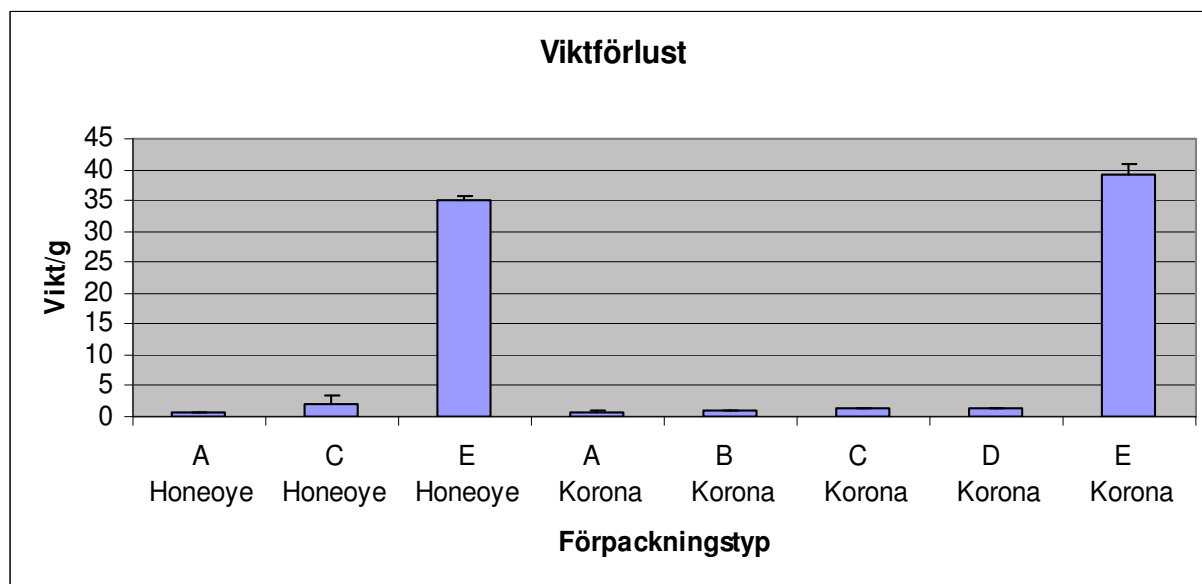
Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

3.2. Vikt

Tidigare forskningsresultat har visat att förpackade bär hade en signifikant lägre viktförlust under lagring jämfört med oförpackade (Krivorot 2002). Detta stämmer väl överens med erhållna resultat i denna studie.

Studerar man viktförändringarna ser man en klar skillnad mellan de MA-förpackade bären jämfört med de oförpackade bären, (behandling E). Viktförlusten mellan dag 0 och 10, för både Honeoye och Korona var minimal, cirka 1g, för alla MA-förpackningar medan de oförpackade bären hade tappat cirka 35g per förpackning (figur 3). Förpackningarna med bär vägde ca 250 till 280 g. Någon skillnad mellan de olika MA-behandlingarna fanns inte (tabell 8 och 9). Skillnaden mellan oförpackade och MA-packade bär speglar sig även i torrviktsmätningen där de oförpackade bären både för Honeoye och Korona har ett högre TS-värde dag 10 än de MA-förpackade. Dessa värden låg för Honeoye på cirka 11 % och Korona på cirka 14 %, jämfört med de MA-behandlade vilka hade värden på cirka 10 % respektive strax över 12 % (figur 4). Det gjordes inga upprepningar vid mätningarna på torrsvikt.

3.2.1. Färsksvikt



Figur 3. Viktförlust dag 0-10, för Honeoye och Korona i behandling A: luft i påse P-plus 90, behandling B: 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C: luft i påse P-plus190, behandling D: 15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190, samt behandling E: opackad.

Tabell 8. Signifikans 5%, Honeoye, viktförlust

Prov	A	C	E
Dag 0-10	A	A	B

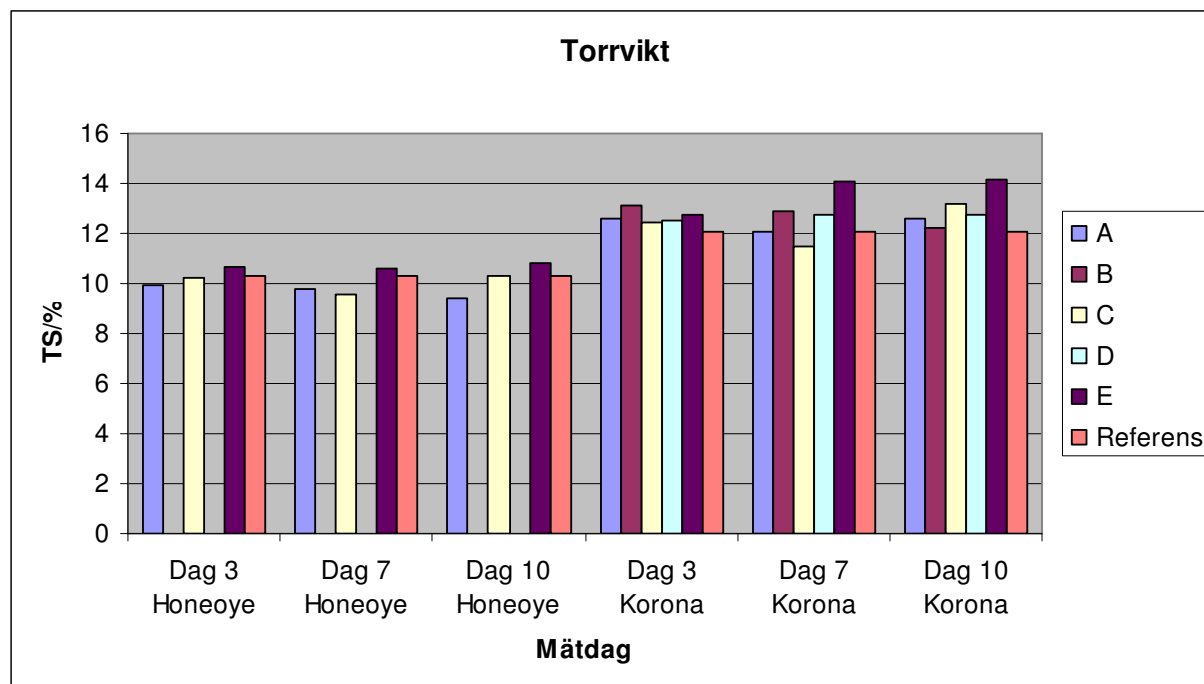
Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

Tabell 9. Signifikans 5%, Korona, viktförlust

Prov	A	B	C	D	E
Dag 0-10	A	A	A	A	B

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

3.2.2. Torrsvikt



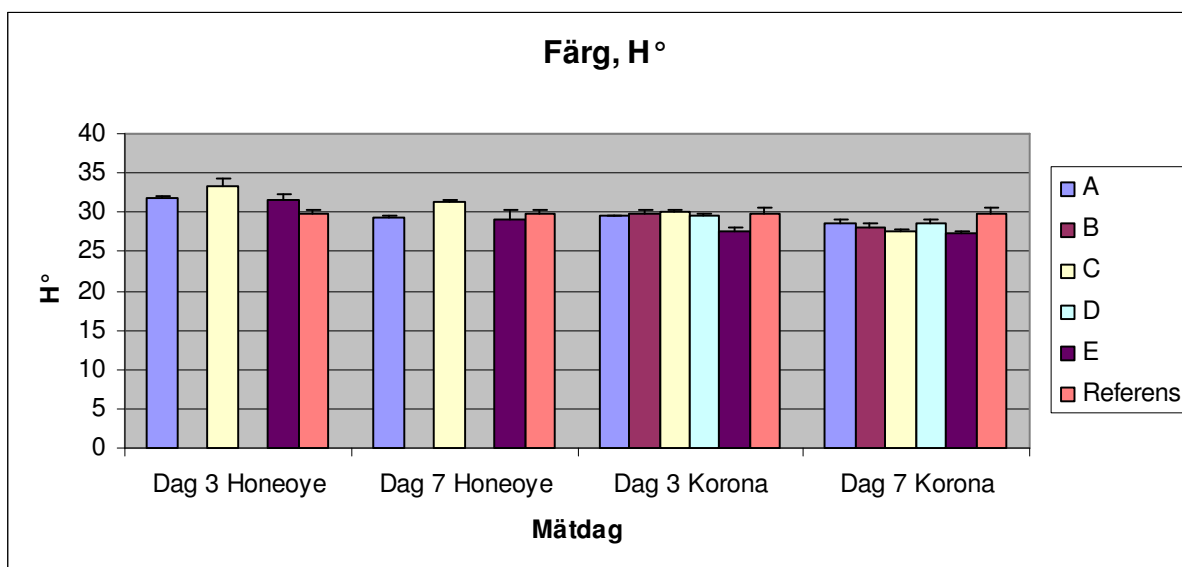
Figur 4. Torrsvikt för Honeoye och Korona i behandling A: luft i påse P-plus 90, behandling B: 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C: luft i påse P-plus190, behandling D: 15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190, behandling E: opackad, samt referensprovet, värden uppmätta dag 0.

3.3. Färg, H°

Hue angle, H°, anger färgen enligt en 360° skala där 0° motsvarar rödlila, 90° betyder gult, 180° står för blågrönt och 270° för blått. Beroende på hur graderna stiger eller minskar skiftar alltså färgen hos det man mäter till en annans nyans (Holcroft. et al., 1999).

För Honeoye kunde man till en början se en signifikant ökning av H°, alltså en färgförändring mer mot det orangeröda hållet för alla A och C, jämfört med nollprovet (figur 5). Dag 7 var det endast behandling C som fortfarande hade kvar det något högre H°-värdet och skiljde sig signifikant från de övriga (tabell 10). För Korona skiljde sig endast de oförpackade bären (E) signifikant från nollprovet dag 3, genom en minskning av H°, alltså en färgförändring mot mörkare röd. Dag 7 hade även de MA-förpackade bärens H°-värde sjunkit något och skiljde sig från nollprovet men ingen av behandlingarna skiljde sig från varandra (tabell 11). När man studerar resultaten bör man väga in de naturliga färgvariationer som förekommer mellan olika bär, till följd av olika mognadsgrad vid skörd, även om mätningarna gjordes på en mix av flera bär.

Färgförändringarna i denna studie var inte särskilt stora men även andra studier har visat på ett lägre H°-värde hos bär lagrade i luft jämfört med jordgubbar i högre CO₂-koncentration (Holcroft et al., 1999; Pelay et al., 2003). Även där har man sett sortskillnader i resultaten (Holcroft et al., 1999). I flera studier har man delat upp färgmätningar på inre och yttre vävnad. Man har då konstaterat att de största färgförändringarna sker i den inre vävnaden (Holcroft et al., 1999; Gil. et al., 1997).



Figur 5. Färg, H° för Honeoye och Korona i behandling A: luft i påse P-plus 90, behandling B: 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C: luft i påse P-plus190, behandling D: 15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190, behandling E: opackad, samt referensprovet, värden uppmätta dag 0.

Tabell 10. Signifikans 5%, Honeoye, Färg

Prov	A	C	E	Referens
Dag 3	A	A	AB	B
Dag 7	A	B	A	A

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

Tabell 11. Signifikans 5%, Korona dag 3, Färg

Prov	A	B	C	D	E	Referens
Dag 3	A	A	A	A	B	A
Dag 7	A	A	A	A	A	B

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

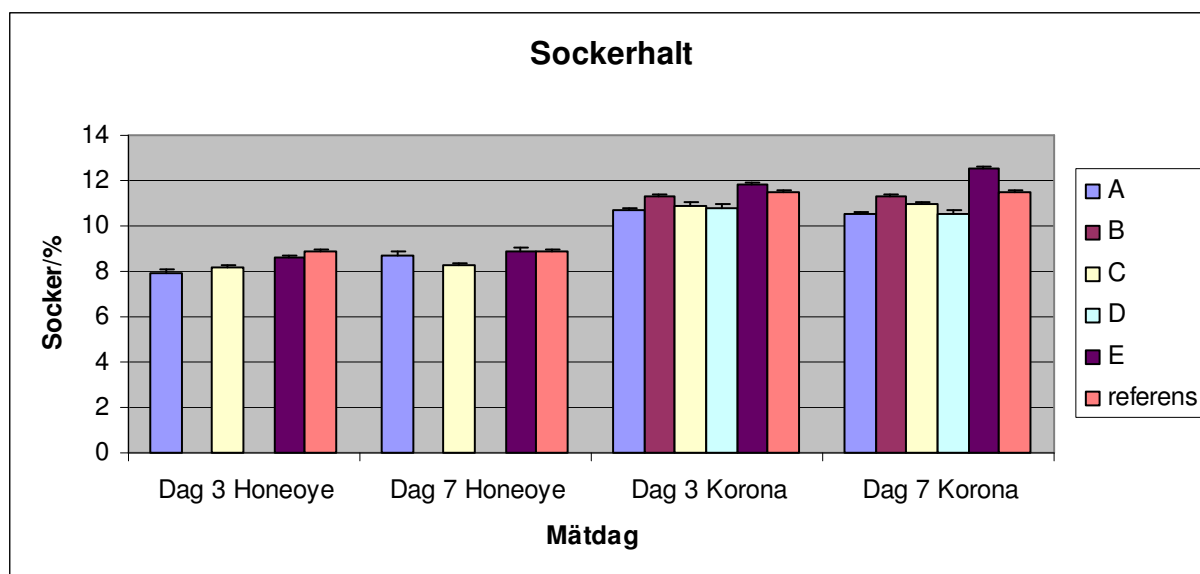
3.4. Sockerhalt/TSS

Sockerhalten mäts ofta i brix vilket egentligen är ett mått på TSS, total soluble solids (Perez et al., 2001), som förutom sockerarterna även innefattar organiska syror, lösliga pektiner och andra komponenter (Holcroft et al., 1999).

För Honeoye minskade sockerhalten för alla behandlingar till dag 3. Signifikans förekom mellan alla förpackningar. Till dag 7 hade sockerhalten ökat men A och C skiljde sig fortfarande signifikant från referensprovet (figur 6 och tabell 12). För Korona skiljde sig sockerhalten signifikant för alla utom B från referensprovet dag 3 samt dag 7 (figur 6 och tabell 13). Sockerhalten för E var signifikant högre än övriga vilket bör bero på friskviktminskningen. Att referensprovet har högre brixvärde kan förklaras med nedbrytningen av sockerarterna till följd av åldrandet men också att naturliga variationer av TSS förekommer mellan olika bär. Förpackning B kan om de lägre värdena beror på åldrande verka gynnsammare som förhindrande i nedbrytningen. Sockerhalterna låg för alla 4 proverna av Honeoye vid 8 % och för Korona runt 11 %, vilket tyder på att det rör sig om naturliga variationer och att värdena förändras mycket lite under lagring.

Variationer i resultat har uppnåtts i andra studier. TSS som ökade under lagring oberoende av behandling (Krivorot, 2002). TSS-värde som hade minskat signifikant i yttre vävnader, (ingen signifikans i inre vävnad) (Holcroft et al., 1999), samt TSS som hade

minskat efter lagring i både luft och hög CO₂ utan skillnader mellan behandlingarna (Gil et al., 1997). I en studie undersökte (Pelayo et al., 2003), om jordgubbarna följde rekommenderade värden för ett gott bär, med ett minimum på 7 % TSS. Detta krav uppfylldes alla dagar för Honeoye och Korona.



Figur 6. Sockerhalt för Honeoye och Korona i behandling A: luft i påse P-plus 90, behandling B: 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C: luft i påse P-plus190, behandling D: 15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190, behandling E: opackad, samt referensprovet. Värden uppmätta dag 0.

Tabell 12 . Signifikans 5%, Honeoye dag 3-7, Socker

Prov	A	C	E	Referens
Dag 3	A	B	C	D
Dag 7	A	B	C	C

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

Tabell 13. Signifikans 5%, Korona dag 3-7, Socker

Prov	A	B	C	D	E	Referens
Dag 3	A	B	A	A	C	B
Dag 7	A	B	C	A	D	B

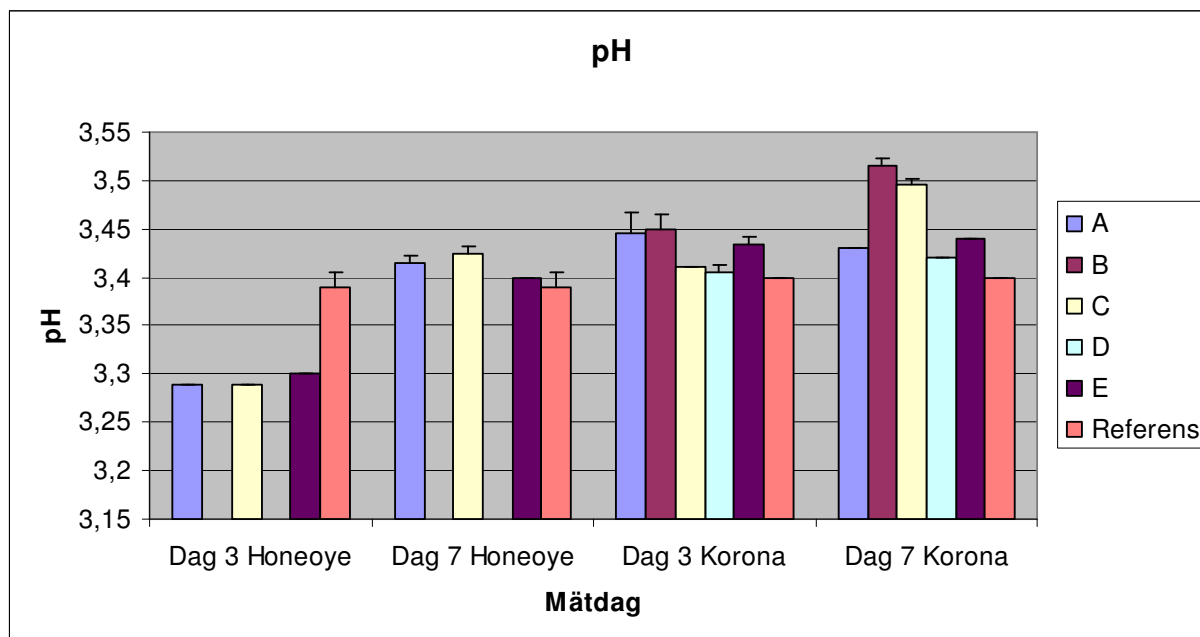
Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

3.5. pH

Resultaten för pH var en ökning med lagringstiden för båda bärsorterna, jämfört med referensprovet mätt dag 0, med undantag för Honeoye till dag 3 (figur 7).

Förändringar i pH är olika för yttre respektive inre vävnad. I en mix av de båda blir därför en förändring i pH mindre klar. I tidigare försök har störst ökning setts i den inre vävnaden hos bär i hög koldioxidhalt (Gil et al., 1997). En ökning i pH för alla behandlingar har dock uppnåtts av fler och även där var ökningen större hos bär som lagrats i högre CO₂ (Holcroft et al., 1999). Detta stämmer med denna studies resultat, där de luftlagrade hade ett lägre eller lika pH. Koldioxidhalten i detta försök räknas dock som låg ur CA-förpackningssynpunkt. CA står för controlled atmosphere och skiljer sig från MA-lagring på så vis att gassammansättningen i förpackningen kan bestämmas med avseende på syre, koldioxid eller andra gaser som t ex kväve. Atmosfären utvecklas inte som med MA-lagring till följd av respirationen och gasutbytet utanför förpackningen. Det finns även studier som

visat det motsatta, där luftlagrade bär har visats mindre sura än bär lagrade i hög CO₂ (Pelayo et al., 2003).

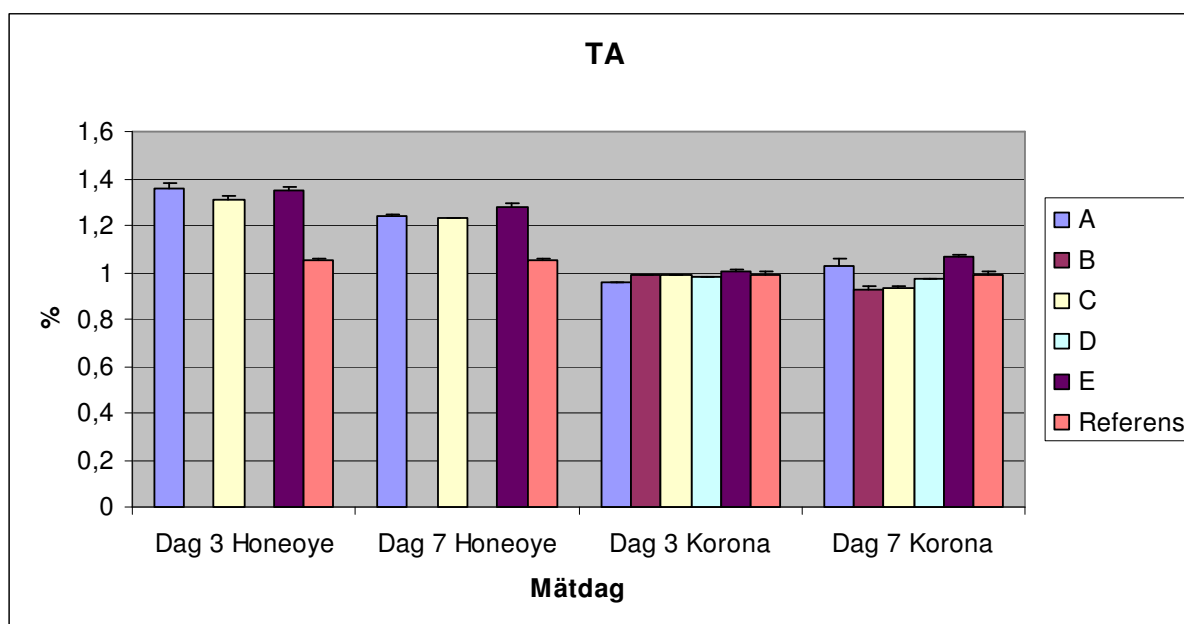


Figur 7. pH för Honeoye och Korona i behandling A: luft i påse P-plus 90, behandling B: 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C: luft i påse P-plus190, behandling D:15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190, behandling E: opackad, samt referensprovet, värden uppmätta dag 0. Mätningarna på pH är gjorda i duplikat.

3.6. Titrerbar syra/TA

För Honeoye ökade TA från dag 0 till 3 för att sedan minska till dag 7, men var då fortfarande högre än referensvärdet, oavsett förpackning (figur 8). Ökningen i TA följer de förändringar som mättes på pH (figur 7). För Korona såg värdena något mer stabila ut men dag 7 kunde en liten minskning ses hos behandling B och C, medan A och E hade en svag ökning (figur 8). Eftersom mätningarna endast är gjorda i duplikat är de ej statistiskt fastställda.

En minskning av TA har erhållits i undersökningar med polyetenförpackningar (Krivorot 2002). Ett samband mellan pH och TA har visats i andra studier där en ökning i pH har följts av en minskning i TA. TA är ett mått på mängden fria syror och buffertförmågan påverkar resultatet (Holcroft et al., 1999). Resultaten för alla fyra behandlingarna stämmer överens med dessa studier, även då man hos Korona för behandling A sett en minskning i pH vid en ökning av TA. De rekommenderade värdena för TA, enligt Pelayo et al., 2003, borde vara max 0,8 % för ett smakfullt bär. Detta levde ingen av jordgubbarna, inte ens referensprovet i vårt försök upp till, varför man kan ifrågasätta dessa rekommendationer.



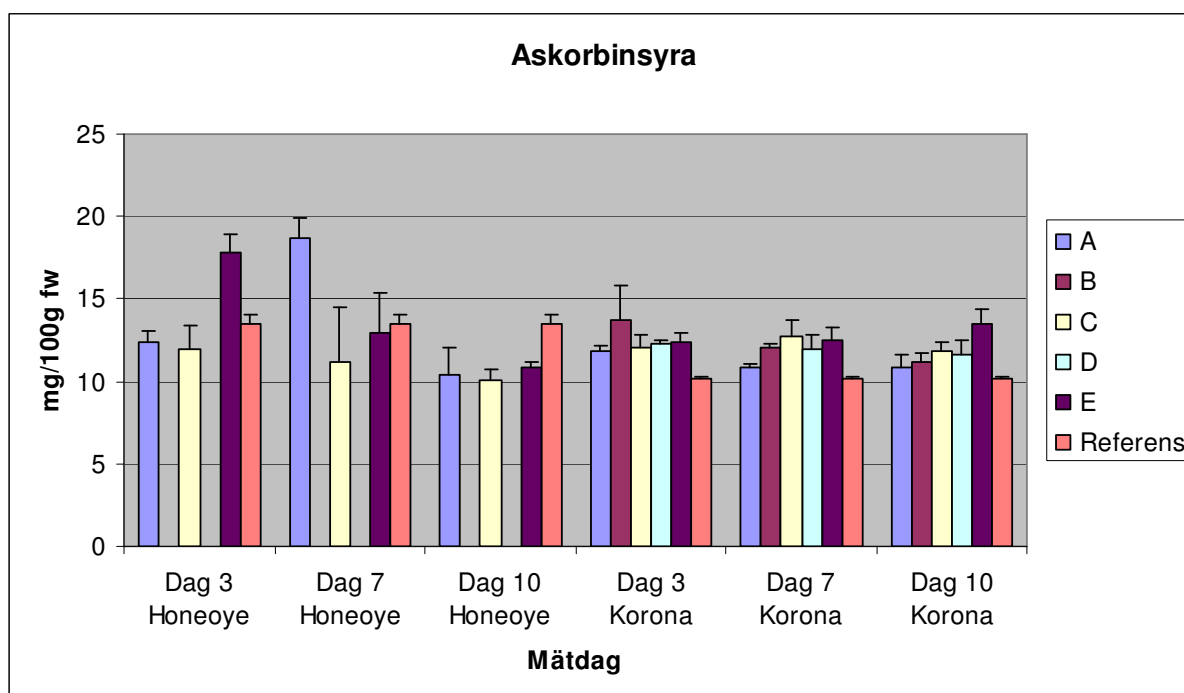
Figur 8. TA för Honeoye och Korona i behandling A: luft i påse P-plus 90, behandling B: 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C: luft i påse P-plus190, behandling D:15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190, behandling E: opackad, samt referensprovet, värden uppmätta dag 0. Mätningarna på TA, utfördes i duplikat.

3.7. Askorbinsyra, AA

Vitamin C/tot AA och antocyaner (se nedan), är ämnen vilka räknas som antioxidanter. Antioxidanter är föreningar vilka anses vara hälsofrämjande (Haffner, 2002). Forskning tyder på att antioxidanter skyddar mot sjukdomar som cancer och hjärtsjukdomar (Kalt et al., 1999; Wright. et al., 1996; Olsson et al., 2004; Aaby et al., 2005). Jordgubbar är en mycket bra källa till askorbinsyra, mängden är dock beroende av sort, odlings- och säsongsbetingelser (Vinokur et al., 2002).

På grund av osäkerhet i de erhållna värdena för tot AA samt dehydroaskorbinsyra redogörs endast resultaten för askorbinsyra/AA. För Honeoye skiljde sig referensprovet dag 10 signifikant från övriga förpackningar, vilka alla hade lägre värden (figur 9). Inga signifikanta skillnader fanns mellan de olika behandlingarna (tabell 14). Signifikans förekom även hos Korona men de dagar och behandlingar som skiljde sig från referensprovet hade alla ett högre värde till följd av en ökning till dag 3. Dock skedde det en minskning av mängden askorbinsyra från dag 3 till dag 10 för alla förpackningar utom E (figur 9). Att E hade signifikant högre värden från och med dag 7 kan återigen förklaras med friskviktsminskningen. Ingen behandling förutom E skiljde sig signifikant från nollprovet dag 10 (tabell 15).

Detta stämmer med ett försök i kontrollerad atmosfär där man såg en minskning hos CA-lagrade bär samt en svag ökning hos luftlagrade bär från 2 dagars lagring och framåt (Perez et al., 2001). Enligt ett tidigare försök å andra sidan, på israeliska sorter, minskade askorbinsyran under lagring, men förpackning i modifierad atmosfär hade en hämmande effekt på reduceringen (Vinokur et al., 2002). Även andra försök har visat på förlust av askorbinsyra under lagring i luft (Wright et al., 1996), medan man i vissa fall inte sett några förluster (Kalt et al., 1999). Flera försök visar alltså flera olika resultat vilket skulle kunna bero på bland annat skillnader i ursprungsfräschör, sorter, odlingsbetingelser och klimat och säsongsfaktorer.



Figur 9. Askorbinsyrainnehåll/AA i de lagrade jordgubbarna i olika förpackningar. A: luft i påse P-plus 90, behandling B: 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C: luft i påse P-plus190, behandling D: 15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190, behandling E: opackad, samt referensprovet. Värden uppmätta dag 0.

Tabell 14. Signifikans 5%, Honeoye, Askorbinsyra/AA, mg/100gfw

Prov	A	C	E	Referens
Dag 3	A	A	B	A
Dag 7	A	B	B	B
Dag 10	A	A	A	B

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

Tabell 15. Signifikans 5%, Korona, Askorbinsyra/AA, mg/100gfw

Prov	A	B	C	D	E	Referens
Dag 3	AB	B	AB	AB	AB	A
Dag 7	AC	AB	B	AB	AB	C
Dag 10	A	A	AB	A	B	A

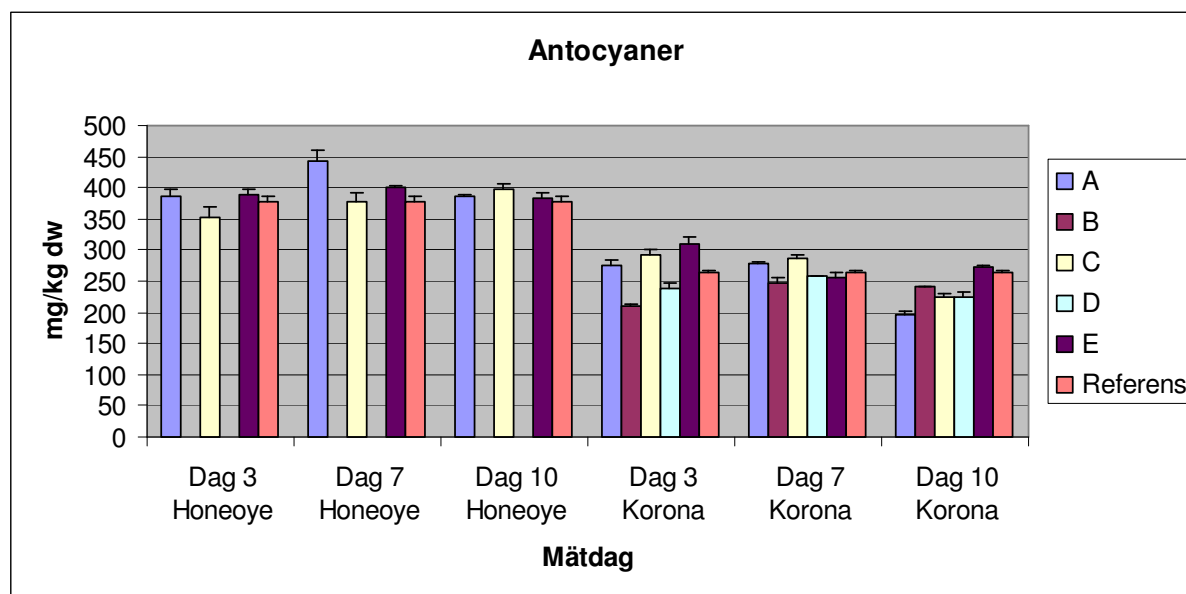
Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

3.8. Antocyaner

Antocyaner är vattenlösliga pigment som finns i vakuolen. De ger ett uttryck på färgskalan från lila till orange (Gil et al., 1997). De ger således upphov till jordgubbens röda färg (Nyman et al., 2001; Holcroft et al., 1999; Muberra Kosar et al., 2004). Antocyaner är växtfenoler, som tillhör gruppen flavonoider. Jordgubbar är inte bara en bra källa till vitamin C utan även till fenoler. Det mest förekommande antocyanpigmentet i jordgubbar är pelargonidin-3-glucoside (Muberra Kosar et al., 2004; Aaby et al., 2005). I detta försök studerades antocyanhalten för hela bäret. Försök har visat att den största påverkan på antocyaner av lagring, ses i den inre vävnaden jämfört med den yttre. Stabiliteten hos antocyaner och deras färguttryck påverkas av pH. När pH ökar minskar färgintensiteten och vid pH 4-6 är flertalet antocyaner färglösa. (Gil et al., 1997).

Resultaten för antocyaner (figur 9), visar på de två jordgubbssorternas olika svar på lagring. För Honeoye fanns det inga signifikanta skillnader mellan nollprovet och de övriga för alla mätdagar med undantag för behandling A dag 7 (tabell 16). För Korona fanns det signifikans mellan olika förpackningar och jämfört med referensprovet olika dagar (tabell 17). Koncentrationen i bär som utsatts för behandling B var under hela försökstiden lägre än i referensprovet och skiljde sig signifikant från detta men var även signifikant lägre än A och C dag 3 och 7. Dag 3 fanns ingen signifikans mellan A, C och referensprovet. Fram till dag 7 hade A och C signifikant högre värden och därefter minskade värdena (figur 9). Detta tyder på att de bär som packas i luft har en gynnsammare utveckling under den första lagringsveckan för att sedan tappa till nivå med övriga behandlingar eller lägre.

Flera forskningsresultat visar på att ökningen av antocyaner är störst hos bär lagrade i luft (Holcroft et al., 1999; Pelayo et al., 2002; Perez et al., 2001; Gil et al., 1997). Detta stämmer överens med de resultat som erhöles för Korona, där behandling E som motsvarar luftlagring hade högre antocyanmängd än övriga dag 3 och 10, även här kan det kopplas samman med friskviktsminskningen. Jämför man värdena för antocyaner med de erhållna värdena för H^o borde det finnas ett samband enligt tidigare studier (Holcroft et al., 1999; Pelayo et al., 2002; Perez et al., 2001; Gil et al., 1997). I de fall där H^o minskat (bären blivit mörkare röda), har alltså antocyanmängden ökat och vice versa (Perez et al., 2001). En sådan korrelation gick att se för Honeoye från dag 3 till 7 i denna studie. För Korona fanns sambandet att se hos tre av fem behandlingar (A, B, D) under dessa dagar. Det finns även forskning som inte kunnat relatera färgförändringar till antocyanmängden (Gil et al., 1997).



Figur 10. Antocyaner i lagrade jordgubbar i olika förpackningar. Behandling A: luft i påse P-plus 90, behandling B: 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C: luft i påse P-plus190, behandling D: 15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190, behandling E: opackad, samt referensprovet, värden uppmätta dag 0.

Tabell 16. Signifikans 5%, Honeoye, Antocyaner, mg/kg dw

Prov	A	C	E	Referens
Dag 3	A	A	B	AB
Dag 7	A	B	B	B
Dag 10	A	A	A	A

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

Tabell 17. Signifikans 5%, Korona, Antocyaner, mg/kg dw

Prov	A	B	C	D	E	Referens
Dag 3	A	B	AD	C	D	A
Dag 7	A	B	A	BC	BC	C
Dag 10	A	B	C	C	D	D

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

3.9. Arom

Aromen hos jordgubbar styrs av flera flyktiga föreningar, de ingående komponenternas mängd och förhållandet mellan dem (Pelayo et al., 2003). Dessa föreningar är framförallt estrar, aldehyder, ketoner, alkoholer och terpenier (Ulrich et al., 2001). Det är estrar som ger upphov till olika aromer i frukt (Pelayo et al., 2003). Under lagring sker förändringar i aromen och ibland utvecklas så kallade off-flavours, en negativ smakförändring, en bismak eller bilukt. Off-flavours är framförallt förknippade med etanol, acetaldehyd och etylacetat (Perez et al., 2001; Haffner, 2002; Watkins et al., 1999; Pelayo et al., 2003). Produktionen av dem uppstår vid anaerobisk respiration (Pelayo et al., 2003; Perez et al., 2001; Mawele Shamaila et al., 1992; Watkins et al., 1999), vilken kan induceras av en hög koldioxid eller låg syrgashalt (Perez et al., 2001; Mawele Shamaila et al., 1992). Utvecklingen av off-flavours verkar vara beroende av sort och odlingsbetingelser (Haffner, 2002; Watkins et al., 1999; Pelayo et al., 2003). En förpackning som tillåter ett stort utbyte av syrgas ger mindre off-flavours (Mokkila et al., 1999).

Aromprofilen för Honeoye dag 7 visar de mest förekommande föreningarna i provet. Aceton som var den förening som fanns i störst koncentration (tabell 18) vid MA-lagringen av Honeoye, är en förening som inte omnämns i samband med arom på jordgubbar men som hade en negativ inverkan och nämndes vid de sensoriska testerna på bilukt och får därmed räknas till de så kallade off-flavours (tabell 27). Acetaldehyd, etanol och etylacetat, som också räknas som off-flavours förekommer i båda förpackningarna av Honeoye. Ytterligare två föreningar identifierades för Korona jämfört med Honeoye, metylbutyrat och etyl-2-metylbutyrat. Dag 7 för Korona (tabell 19) har mängden etylacetat accelererat kraftigt i alla förpackningar, framförallt i B och D. En förklaring till den tydliga ökningen kan vara den stress jordgubbarna utsattes för när de förpackades i dessa atmosfärer med lägre syre och högre koldioxid än luften. Samtliga aromföreningar förutom metylbutyrat, ökade i mängd under lagringstiden för Korona. En studie på MA-lagrade jordgubbar förpackade i luft visade på en minskning av den totala mängden aromämnen medan bär förpackade i hög koldioxidhalt hade en ökning (Shamaila et al., 1992)

Tabell 18. Honeoye dag 7. Aromföreningar i de lagrade jordgubbarna, µg/l headspaceprov

Prov	A	C
acetaldehyd	2,2	1,3
etanol	0,52	0,36
aceton	17	16
metylacetat	2,6	3,6
etylacetat	0,30	0,22
etylbutyrat	0,03	0,021
butylacetat	0,50	0,52

Tabell 19 . Korona. Aromföreningar i de lagrade jordgubbarna, µg/l headspaceprov

	Prov	A	B	C	D
Dag 3	acetaldehyd	1,8	1,5	1,6	1,1
	etanol		1,2	0,58	0,79
	aceton	12	9,5	19	12
	metylacetat	4,1	8,6	2,6	6,0
	etylacetat		19		8,2
	etylbutyrat		7,3	5,6	9,5
	butylacetat		0,78	1,1	1,6
	metylbutyrat	17	11	25	19
	etyl-2-metylbutyrat		0,44	0,10	0,19
	Prov	A	B	C	D
Dag 7	acetaldehyd	2,7	3,0	2,3	2,3
	etanol	2,9	8,4		8,0
	aceton	14	20		17
	metylacetat	16	21		16
	etylacetat	67	329		192
	etylbutyrat	13	70		50
	butylacetat	0,91	3,9		3,5
	metylbutyrat	13	11		14
		etyl-2-metylbutyrat	2,8	10	

I de tomma rutorna är värdena utelämnade pga. osäkerheten i erhållet värde. Värdena är baserade på en mätning.

3.10. Sensorik

Kommentarerna från den interna bedömningen var att skillnaderna mellan Honeoye 3 dagar respektive 7 dagar var så små att man inte skulle kunna skilja de olika provena åt. Panelen kommenterade 0-provet, Korona 3 dagar som att det ”Smakar gott men luktar så man nästan kräks!”. Förpackning B fick kommentaren: ”Vad är det gödlat med? Luktade den inte så illa skulle den vara god” Det bör nämnas att Korona var mer jordiga än Honeoye och det var något som ansågs som negativt av panelen.

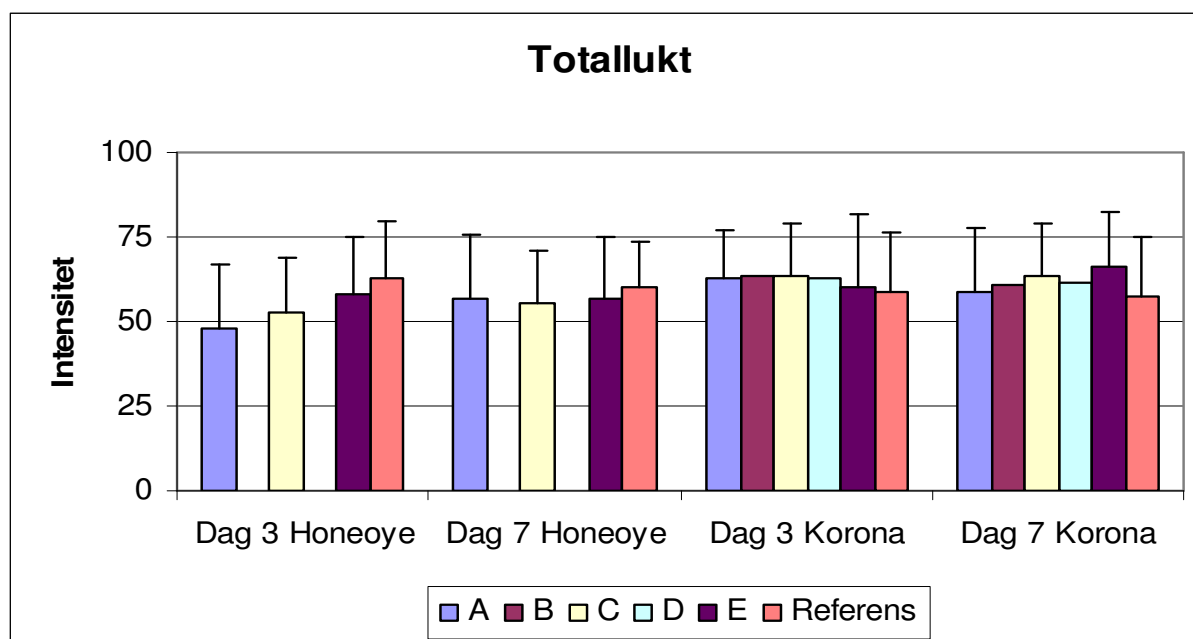
Sensoriska tester på jordgubbar har gjorts vid tidigare tillfällen som ett komplement till de övriga analyserna vid studier av kvalitet på jordgubbar. Resultaten från ett av dessa visar på att en hög koldioxidhalt ger högre bedömningspoäng på oönskade attribut för doft och smak jämfört med oförpackade bär eller bär packade i luft. Under lagringstiden minskade poängen för de positiva attributen samtidigt som poängen för de negativa attributen ökade för både packade och oförpackade bär. De minsta förändringarna vid de sensoriska testerna erhöles i samma försök på de oförpackade bären (Mawele Shamaila et al., 1992). I detta försöks resultatstudie gick det inte att se några signifikanta skillnader. Hur jordgubbarna uppfattas i en mänsklig bedömning kan väga tyngre än en kemisk analys beroende på avsättningsändamålet för bären, som i detta fall får räknas som färskkonsumtion.

3.10.1. Lukt

3.10.1.1. Totallukt

Totallukt enligt definition från ordlistan (bilaga 2) är den totala luktintensiteten oavsett vad provet luktar. Lukten bedömdes på en skala från ”lite” (0) till ”mycket” (100) (bilaga 1). För Honeoye skiljde sig behandling A från nollprovet dag 3 med ett lägre värde. Dag 7 fanns

inga signifikanta skillnader alls (tabell 20). För Korona rådde det ingen signifikant skillnad mellan behandlingarna någon av provdagarna, (figur 21), vilket tyder på att ingen behandling skulle bidra mer till utvecklingen av dofter än någon annan.



Figur 11. Totallukt erhållen från bedömning enligt intensitetsskala 1-100, för Honeoye och Korona i behandling A: luft i påse P-plus 90, behandling B: 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C: luft i påse P-plus 190, behandling D: 15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190, behandling E: opackad samt referensprovet med färska bär.

Tabell 20. Signifikans 5%, Honeoye, Totallukt

Prov	A	C	E	Referens
Dag 3	B	AB	AB	A
Dag 7	A	A	A	A

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

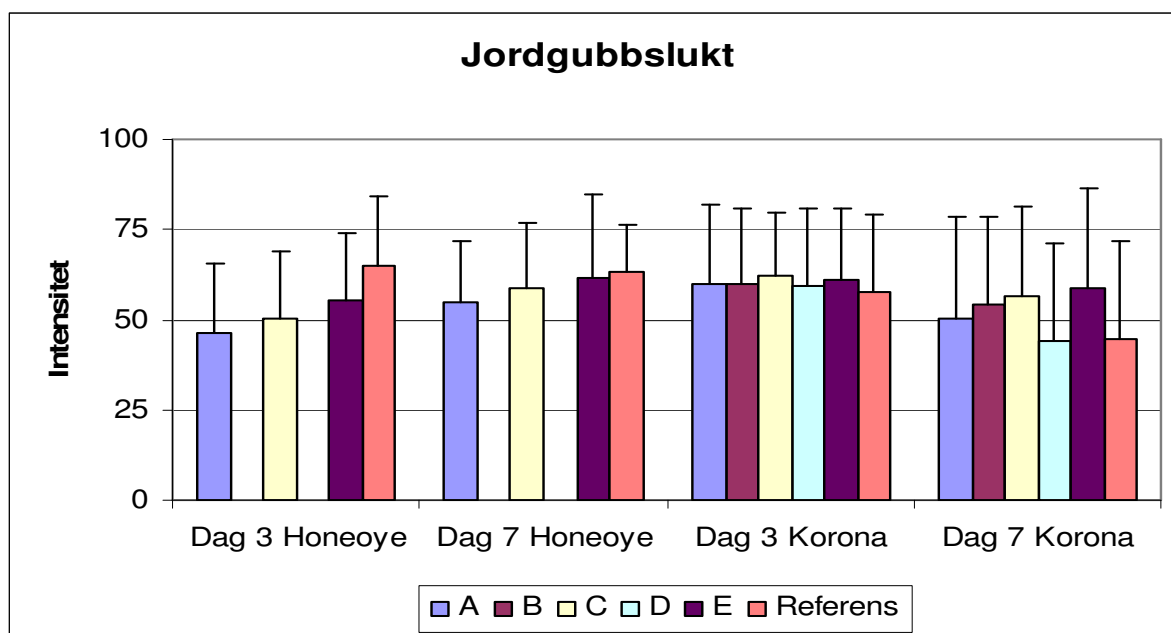
Tabell 21. Signifikans 5%, Korona dag, Totallukt

Prov	A	B	C	D	E	Referens
Dag 3	A	A	A	A	A	A
Dag 7	A	A	A	A	A	A

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

3.10.1.2. Jordgubbslukt

Jordgubbslukt enligt definition i ordlistan (bilaga 2) är lukt av färska jordgubbar, där lite (0) står för omogen eller ”grön” och mycket (100) står för övermogna bär (bilaga 1). Skillnaderna för Honeoye var signifikanta dag 3 då 0-provet skiljde sig signifikant åt från A och C med ett högre värde (figur 12 och tabell 22). För Korona hade jordgubbsdofterna hade minskat från dag 3 till 7 (figur 12). Ingen signifikans erhöles mellan de olika förpackningarna för Korona (tabell 23). Kommentar från panel, Korona 7 dagar: Jordgubbslukten känns inte för B provet.



Figur 12. Jordgubbsluktt erhållen från bedömning enligt intensitetsskala 1-100, för Honeoye och Korona i behandling A: luft i påse P-plus 90, behandling B: 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C: luft i påse P-plus190, behandling D:15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190, behandling E: opackad samt referensprovet med färska bär.

Tabell 22. Signifikans 5%, Honeoye, Jordgubbsluktt

Prov	A	C	E	Referens
Dag 3	B	B	AB	A
Dag 7	A	A	A	A

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

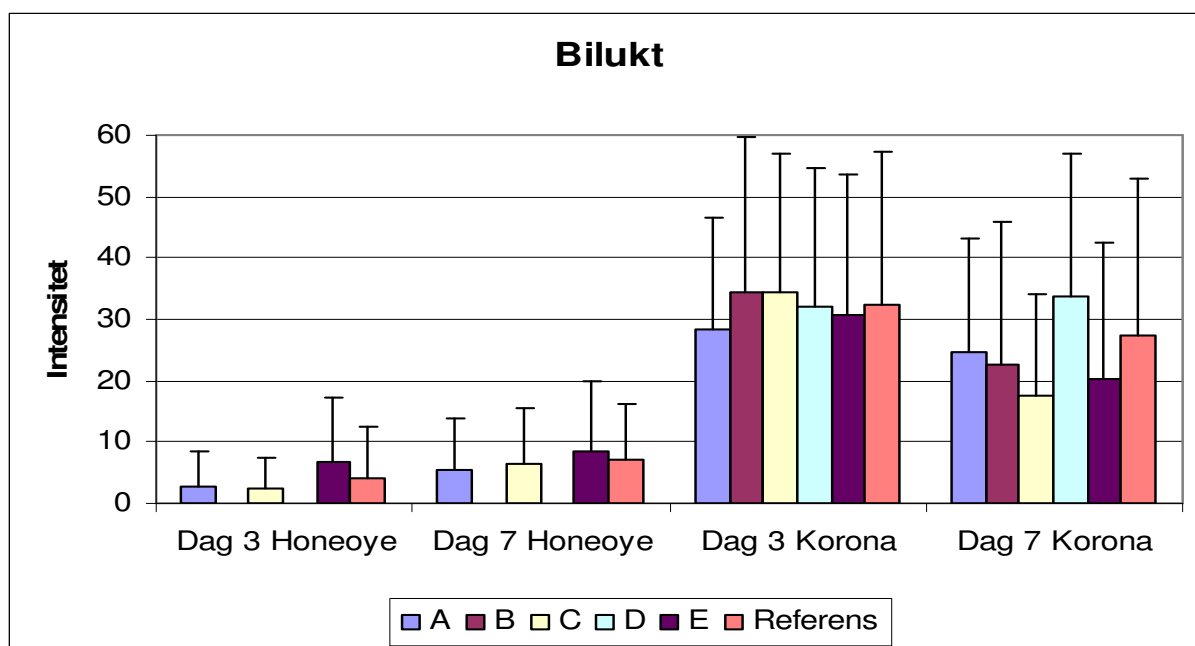
Tabell 23. Signifikans 5%, Korona dag, Jordgubbsluktt

Prov	A	B	C	D	E	Referens
Dag 3	A	A	A	A	A	A
Dag 7	A	A	A	A	A	A

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

3.10.1.3. Bilukt

Bilukt finns ej definierat i ordlistan (bilaga 2) utan är den luktt panelen kände vid provtillfället. Resultatet visar mängden bilukt från "lite"(0) till "mycket"(100). Bilukterna hos Korona var starkare än hos Honeoye men inbördes fanns det inga signifikanta skillnader mellan de olika behandlingarna. Mest bilukt fanns hos Korona dag 3 (figur 13). Genom att studera standardavvikelseerna för Korona kan man se att skillnaderna mellan de olika bedömarna och således också bärerna var stora. Panelen kommenterade bilukten (tabell 24 och 25). Siffrorna inom parantes står för antalet paneldeltagare per kommentar. De flesta bilukter som noterades var av negativ karaktär för jordgubbar. För Honeoye förekom en del positiva omdömen som "melon" och "söt karamell" hos behandling C och "pannkaka" och "äpple" hos referensprovet (tabell 24). För Korona fanns endast två luktkommentarer som kan sägas vara naturliga och positiva i en koppling till ett bär, "melon" hos behandling A dag 3 och "jordgubbsaft" hos behandling C dag 7, (tabell 25).



Figur 13. Bilukt erhållen från bedömning enligt intensitetsskala 1-100, för Honeoye och Korona i behandling A: luft i påse P-plus 90, behandling B: 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C: luft i påse P-plus190, behandling D:15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190, behandling E: opackad, samt referensprovet med färska bär.

Tabell 24. Bilukt – Honeoye

Prov	A	C	E	Referens
Dag 3	En "gubbe" = möglig	Melon	Jord, mylla	Pannkaka
	Gräs	Gödsel	Tuggummi, karamell (2)	Äpple
			Fruktsallad	
Dag7	A	C	E	Referens
	Gödsel	Söt karamell	På gränsen till mögel	Gummi
	Stall	Gummi	Ruttet	Söt karamell (2)
	Syntetisk jordgubbe	Honungsmelon	Papp	

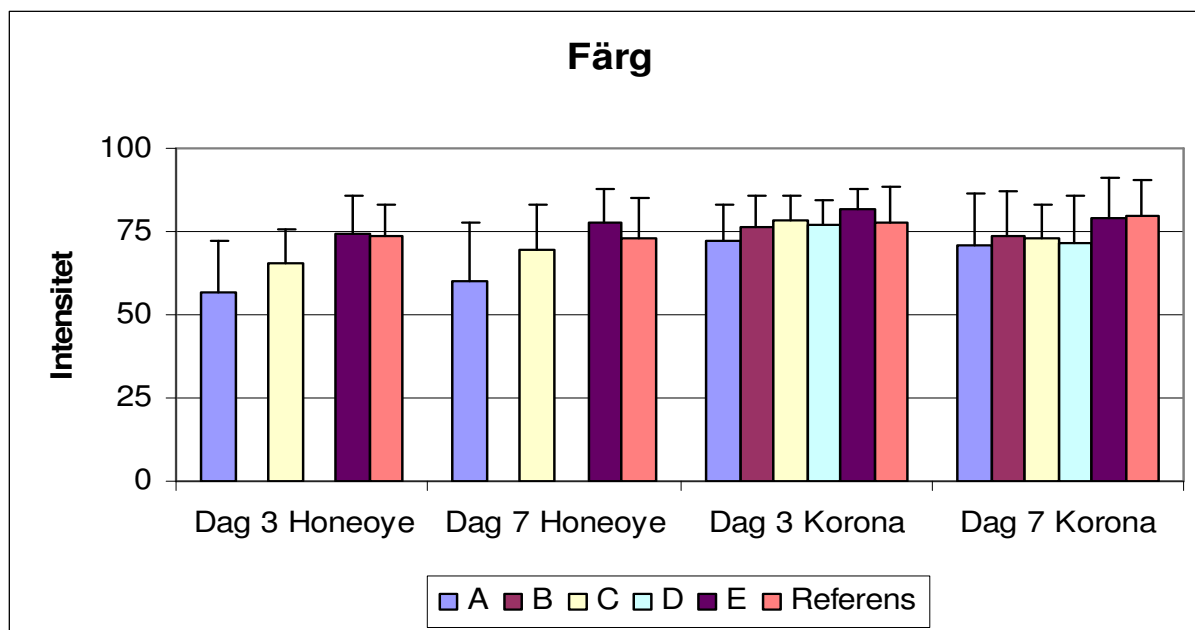
Tabell 25. Bilukt – Korona

Prov	A	B	C	D	E	Referens
Dag 3	Avlopp (2)	Dansk ost	Dansk ost	Varm barnblöja	Varma barnblöjor	Gödsel (4)
	Jäst	Gödsel	Gödsel (5)	Gödsel (4)	Gödsel	Bensin/plast (3)
	Gödsel (3)	Plast/bensin (2)	Papper (2)	Plast/bensin (2)	Papper	”Dansk Saraost”
	Plast/bensin	Avföring	Sulfit??	Avlopp	Avlopp/mögel (2)	
	Melon	Gummi	Plast (2)	Sulfit	Plast	
	Papper	Plast	Gödningsmedel	Papper/plast	Gödselvatten	
		Grön mögel	Plast/bensin		Plast? Förpackning? Känner knappt jordgubbslukten	
Prov	A	B	C	D	E	Referens
Dag 7	Gödsel (3)	Gödsel (2)	Förpackning	Förpackning (2)	Gödsel (2)	Syntetisk jordgubbe
	Plast (2)	Plast/bensin	Gödsel (3)	Plast	Plast (2)	Gödsel (2)
	Möjligt	Förpackning	Plast (2)	Gödsel (2)	Avlopp	Bensin
	Varm soppåse	Avföring	Jordgubbsaft	Bensin (2)	Aceton	Gräs
	Bensin			Kattbajs	Bensin	Akvarielukt

3.10.2 Utseende

3.10.2.1. Färg

Definitionen i ordlistan (bilaga 2) sträcker sig från ”lite” (0) vilket innebär en ljusröd jordgubbe som ser omogen ut till ”mycket”(100) vilket innebär en mörkröd färg (bilaga 1). Skillnaderna var signifikanta för både Honeoye och Korona. Behandling E och nollprovet fick högre värden för röd färg än övriga för Honeoye (figur 14). Dag 3 skiljde sig A och C från noll, medan endast A skiljde sig dag 7 (tabell 26). Det högre värdet för referensprovet kan förklaras med att referensbären kom från en annan skörd som kan ha haft andra förutsättningar när det gäller ljus och temperatur. Skillnaderna inom Korona var mindre dock skiljde sig även där behandling A från nollprovet dag 7 med ett lägre värde (figur 14 och tabell 27).



Figur 14. Färg erhållen från bedömning enligt intensitetsskala 1-100, för Honeoye och Korona i behandling A: luft i påse P-plus 90, behandling B: 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C: luft i påse P-plus190, behandling D:15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190, behandling E: opackad, samt referensprovet med färska bär.

Tabell 26. Signifikans 5%, Honeoye, Färg

Prov	A	C	E	Referens
Dag 3	C	B	A	A
Dag 7	B	A	A	A

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

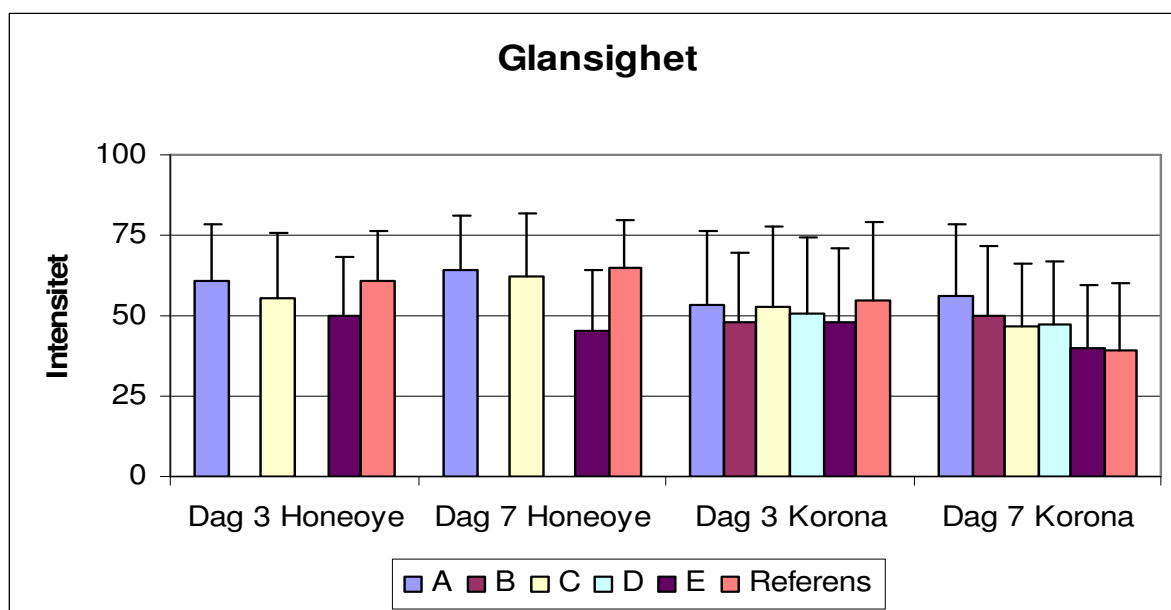
Tabell 27. Signifikans 5%, Korona, Färg

Prov	A	B	C	D	E	Referens
Dag 3	B	AB	AB	AB	A	AB
Dag 7	B	AB	AB	AB	AB	A

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

3.10.2.2. Glansighet

För glansighet, enligt definition i ordlistan (bilaga 2), beskriver ”lite”(0) ett matt utseende och ”mycket”(100), ett glansigt blankt yttre, enligt intensitetsskalan (bilaga 1). Skillnaderna var signifikanta för Honeoye dag 3 och dag 7 där de oförpackade bären uppfattades som mattare (figur 15 samt tabell 28). Kommentarer från panelen om Korona dag 3 var att de var jordiga vilket gjorde bedömningen av bären svårare. Honeoye fick således ett högre glansbetyg.



Figur 15. Glansighet erhållen från bedömning enligt intensitetskala 1-100, för Honeoye och Korona i behandling A: luft i påse P-plus 90, behandling B: 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C: luft i påse P-plus190, behandling D:15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190, behandling E: opackad, samt referensprovet med färska bär.

Tabell 28. Signifikans 5%, Honeoye, Glansighet

Prov	A	C	E	Referens
Dag 3	A	AB	B	A
Dag 7	A	A	B	A

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

Tabell 29. Signifikans 5%, Korona, Glansighet

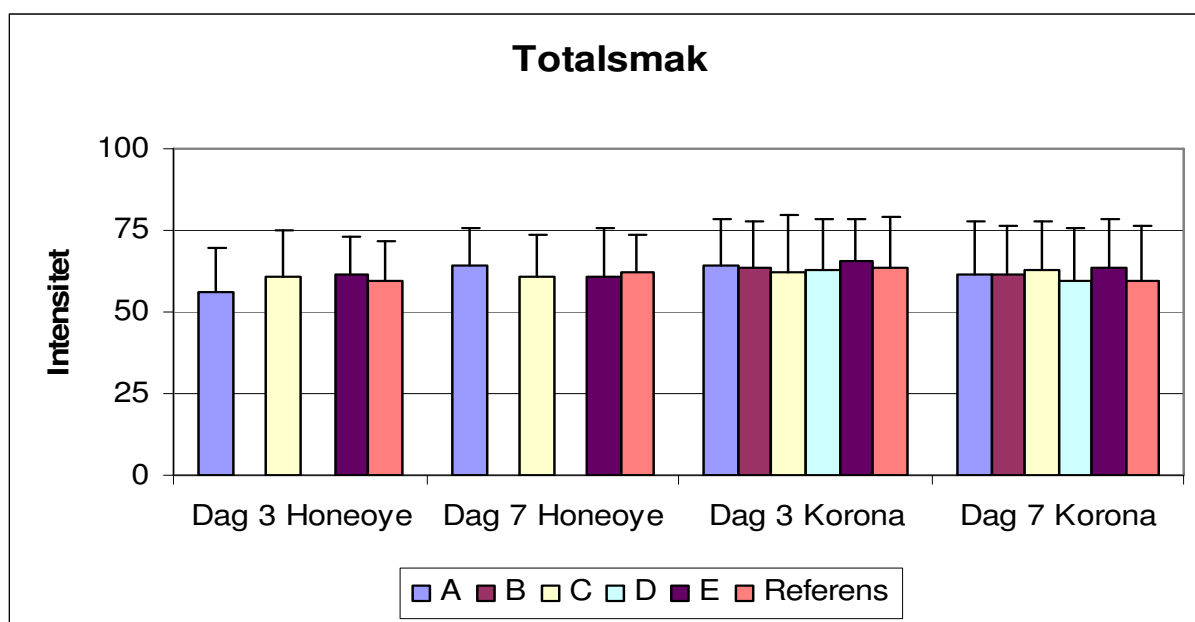
Prov	A	B	C	D	E	Referens
Dag 3	A	A	A	A	A	A
Dag 7	A	AB	BC	BC	C	C

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

3.10.3. Smak

3.10.3.1. Totalsmak

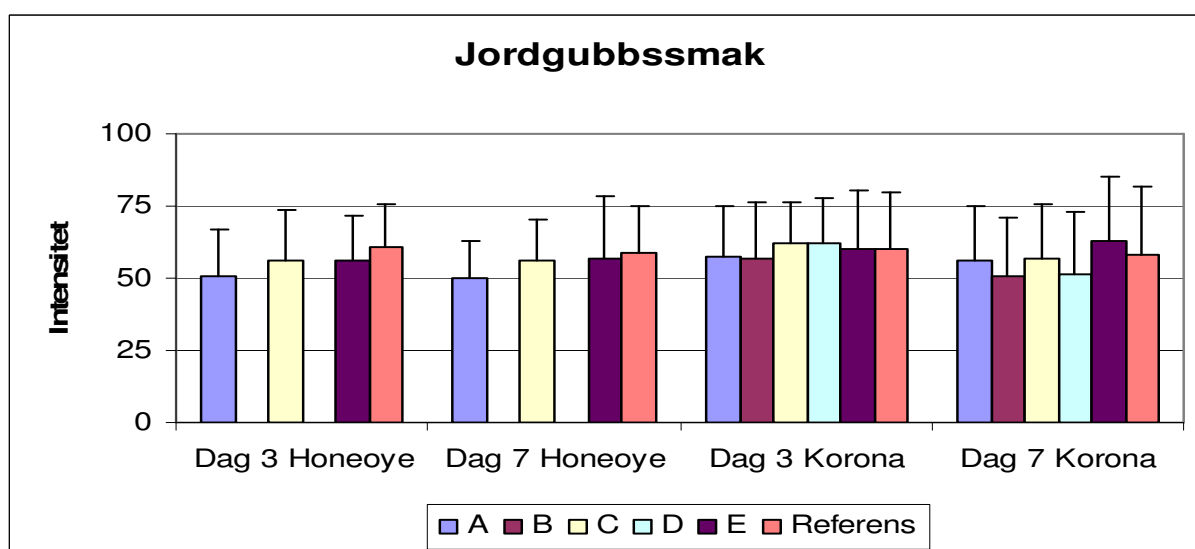
Totalsmak enligt definition i ordlistan (bilaga 1) är den totala smakintensiteten på en skala från 0 till 100 oavsett vad provet smakar. Totalsmaken ses i figur 16. Inga skillnader upplevdes mellan de olika bedömningarna vare sig för Honeoye eller för Korona.



Figur 16. Totalsmak erhållen från bedömning enligt intensitetsskala 1-100, för Honeoye och Korona i behandling A: luft i påse P-plus 90, behandling B: 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C: luft i påse P-plus190, behandling D:15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190, behandling E: opackad, samt referensprovet med färska bär.

3.10.3.2. Jordgubbssmak

Jordgubbssmak, definieras i ordlistan (bilaga 2) som smak av färska jordgubbar. ”Lite”(0) på skalan motsvarar en omogen, grön smak, ”mycket”(100) är en smak av övermogna bär (bilaga 1). Ingen signifikans fanns för Honeoye (tabell 30). För Korona fanns inga skillnader mellan de olika MA-förpackningarna och nollprovet (tabell 31).



Figur17. Jordgubbssmak erhållen från bedömning enligt intensitetsskala 1-100, för Honeoye och Korona i behandling A: luft i påse P-plus 90, behandling B: 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C: luft i påse P-plus190, behandling D:15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190, behandling E: opackad, samt referensprovet med färska bär.

Tabell 30. Signifikans 5%, Honeoye, Jordgubbssmak

Prov	A	C	E	Referens
Dag 3	A	A	A	A
Dag 7	A	A	A	A

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

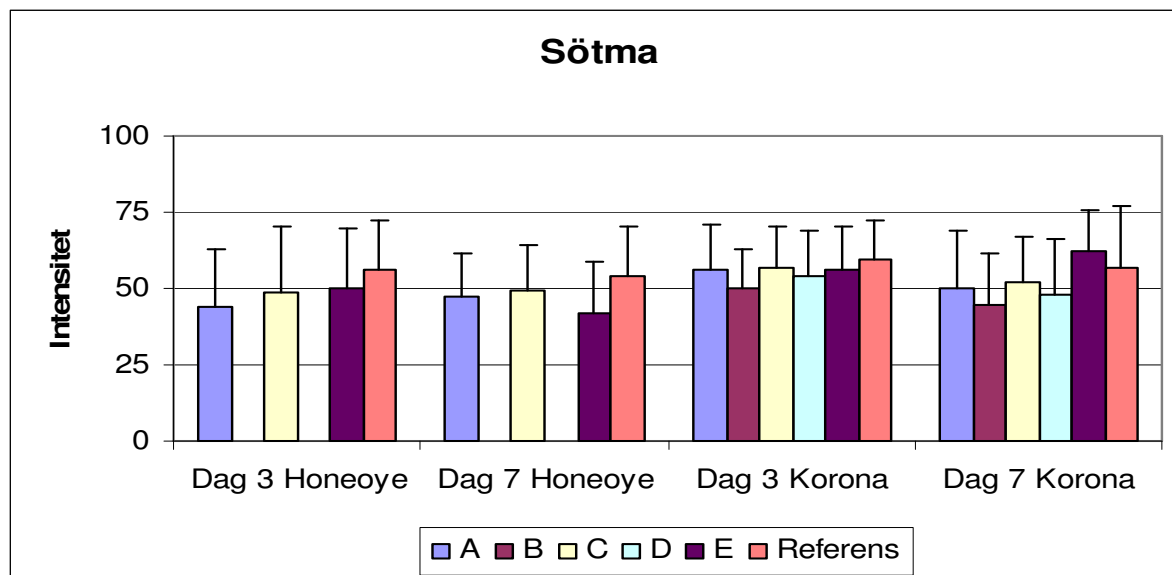
Tabell 31. Signifikans 5%, Korona, Jordgubbssmak

Prov	A	B	C	D	E	Referens
Dag 3	A	A	A	A	A	A
Dag 7	AB	B	AB	AB	A	AB

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

3.10.3.3. Sötma

Sötma i ordlistan (bilaga 2) bedöms på skalan (bilaga 1) från ”lite”(0), en svag söt, lite sur smak till ”mycket”(100), en stark söt smak. För Honeoye skiljde sig E från referensprovet med en lägre upplevd sötma (figur 18 och tabell 32), vilket stämmer med uppmätta brixtal (figur 6). Förpackning B och D hade för Korona dag 7 ett lägre värde jämfört med de övriga bärerna men skiljde sig endast signifikant från de oförpackade, (figur 18 och tabell 33) som även det stämmer med det högre uppmätta brixtalet för behandling E hos Korona (figur 6). (Mawele Shamaila et al., 1992) har i en studie påvisat att den upplevda sötman hos bär förpackade koldioxid (100 %) var signifikant lägre än för oförpackade bär och bär förpackade i luft. Koldioxidhalterna i förpackning B och D i detta försöket var inte så höga, men fick som redan påpekats ändå lägre poäng för sötma än övriga bär.



Figur 18. Sötma erhållen från bedömning enligt intensitetsskala 1-100, för Honeoye och Korona i behandling A: luft i påse P-plus 90, behandling B: 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C: luft i påse P-plus190, behandling D:15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190, behandling E: opackad, samt referensprovet med färska bär.

Tabell 32. Signifikans 5%, Honeoye, Sötma

Prov	A	C	E	Referens
Dag 3	A	A	A	A
Dag 7	AB	AB	B	A

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

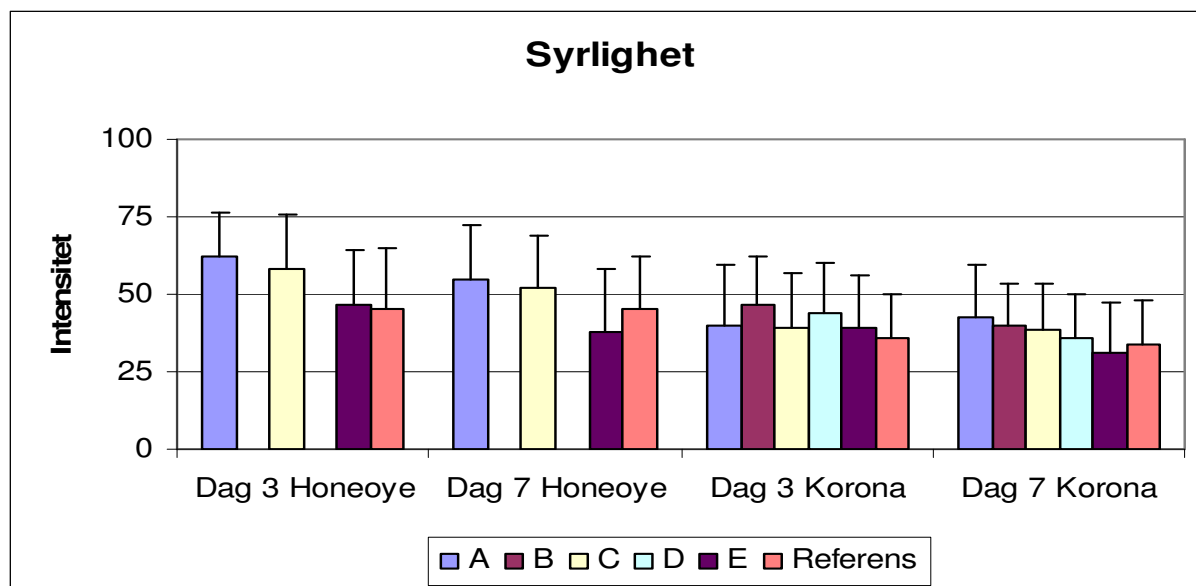
Tabell 33. Signifikans 5%, Korona, Sötma

Prov	A	B	C	D	E	Referens
Dag 3	A	A	A	A	A	A
Dag 7	AB	B	AB	B	A	AB

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

3.10.3.4. Syrlighet

Definitionen av syrlig i ordlistan (bilaga 2) är frisk citrus smak. Där ”lite”(0) är en fadd, instängd smak och ”mycket”(100) är en frisk citrus smak på skalan (bilaga 1). Syrligheten var överlag större hos Honeoye än Korona. Inbördes var referensprovet för Honeoye mindre syrligt än behandling A och C båda dagarna (figur 19 och tabell 34) vilket kan jämföras med pH (figur 7) och TA (figur 8) som stärker detta. Även hos Korona uppfattades syrligheten som lägre hos nollprovet och behandling E men några signifikanta skillnader förelåg inte (figur 19 och tabell 35).



Figur 19. Syrlighet erhållen från bedömning enligt intensitetsskala 1-100, för Honeoye och Korona i behandling A: luft i påse P-plus 90, behandling B: 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C: luft i påse P-plus 190, behandling D: 15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190, behandling E: opackad, samt referensprovet med färska bär.

Tabell 34. Signifikans 5%, Honeoye, Syrlig

Prov	A	C	E	Referens
Dag 3	A	AB	BC	C
Dag 7	A	A	B	AB

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

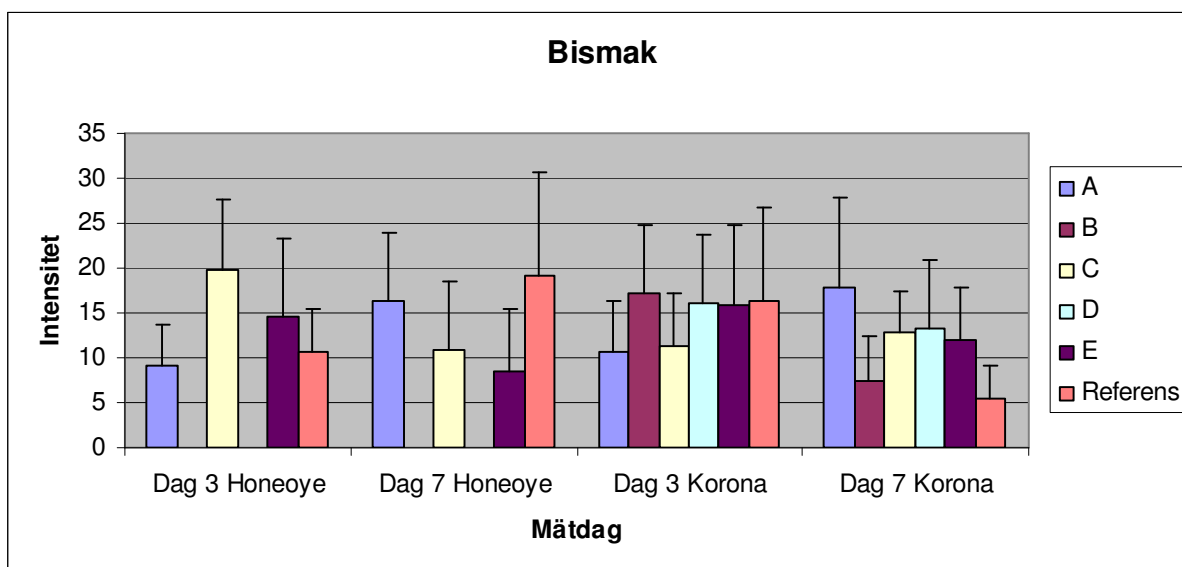
Tabell 35. Signifikans 5%, Korona, Syrlig

Prov	A	B	C	D	E	Referens
Dag 3	A	A	A	A	A	A
Dag 7	A	A	A	A	A	A

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

3.10.3.5. Bismak

Bismak finns ej definierat i ordlistan (bilaga 2) utan är den bismak panelen kände vi provtillfället. Resultatet visar mängden bismak, ”lite” till ”mycket” enligt bedömningsskalan (bilaga 1). Inga signifikanta skillnader förelåg hos någon av sorterna. Avvikelserna mellan de olika bedömarna var stora (figur 20), och kan bero på de naturliga variationer som finns mellan olika bär i samma behandling. Panelens kommentarer för bismakerna för Honeoye och Korona syns i tabell 36 respektive tabell 37. Siffrorna i parentesen anger antalet paneldeltagare per kommentar. Korona fick färre positiva omdömen än Honeoye, det gäller främst kommentarerna på referensprovet. Bismaken salubrin nämndes betydligt fler gånger för Korona jämfört med Honeoye.



Figur 20. Bismak erhållen från bedömning enligt intensitetsskala 1-100, för Honeoye och Korona i behandling A: luft i påse P-plus 90, behandling B: 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C: luft i påse P-plus190, behandling D:15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190, behandling E: opackad, samt referensprovet med färska bär.

Tabell 36. Bismak – Honeoye

Prov	A	C	E	Referens
Dag 3	Kemiskt	Metalliskt	Unket	Smörigt
	Vatten	Vatten	Något grönt	Vatten
			Söt, karamell (2), lite melon	Lite gul melon
			Jord	
Prov	A	C	E	Referens
Dag 7	Järn	Vatten (2)	Känns gammal, fadd	Skarpt metalliskt
	Mögel	Sött, syrligt, inte jordgubbe	Salubrin	Söt, karamell (2)
	Smakar salubrin	Skarpt metalliskt	Papp, källare	Gödsel, konstigt
		Järn		Smakar nästan smultron
				Vatten Jordsmak Metall Ruttet

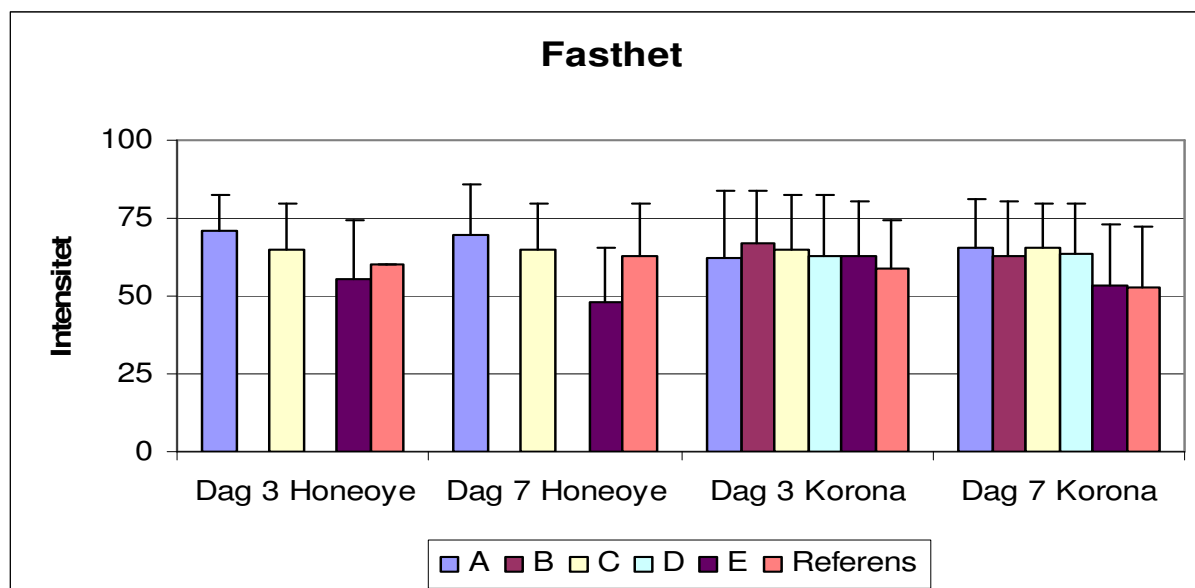
Tabell 37. Bismak – Korona dag 3

Prov	A	B	C	D	E	Referens
Dag 3	”Järnaktig”	Mögel (2) Jord	Gamla rör	Beskt + salubrin (2)	Salubrin (2)	Vatten
			Jordgubbssaft			”Grönt” Ruttet
	A	B	C	D	E	Referens
Dag 7	Salubrin	Vattnig	Salubrin	Kemiskt	Svampigt, övermoget	Salubrin
	Mögel/träig	Kylskåp/mögel		Förpackning/ plast	Träig/mögel	”Grönt”
	Melon			Salubrin (2)	Salubrin (2)	
	Plast			Citrus	Mögel	

3.10.4. Konsistens

3.10.4.1. Fasthet

Definition av fasthet i ordlistan (bilaga 2) sträcker sig enligt intensitetsskalan (bilaga 1) från ”lite” vilket innebär en mjuk, lös konsistens, till ”mycket” vilket är en fast jordgubbe. Förpackning E bedömdes som mjukare och skiljde sig från övriga för Honeoye efter sju dagar (figur 21 och tabell 38). För Korona fanns inga signifikanta skillnader dag 3 men efter sju dagar bedömdes alla MA-förpackade bär vara fastare än referensprovet (figur 21 och tabell 39). Fastheten är beroende av bärets mognad och vatteninnehåll vid skörd och för att bibehålla vätskan krävs en snabb nedkylning. Referensbären av Korona till försöket dag 7 kan alltså ha varit mjukare än vad de övriga bären var vid starten.



Figur 21. Fasthet erhållen från bedömning enligt intensitetsskala 1-100, för Honeoye och Korona i behandling A: luft i påse P-plus 90, behandling B: 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C: luft i påse P-plus190, behandling D: 15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190, behandling E: opackad, samt referensprovet med färska bär.

Tabell 44. Signifikans 5%, Honeoye, Fasthet

Prov	A	C	E	Referens
Dag 3	A	AB	C	BC
Dag 7	A	A	B	A

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

Tabell 45. Signifikans 5%, Korona, Fasthet

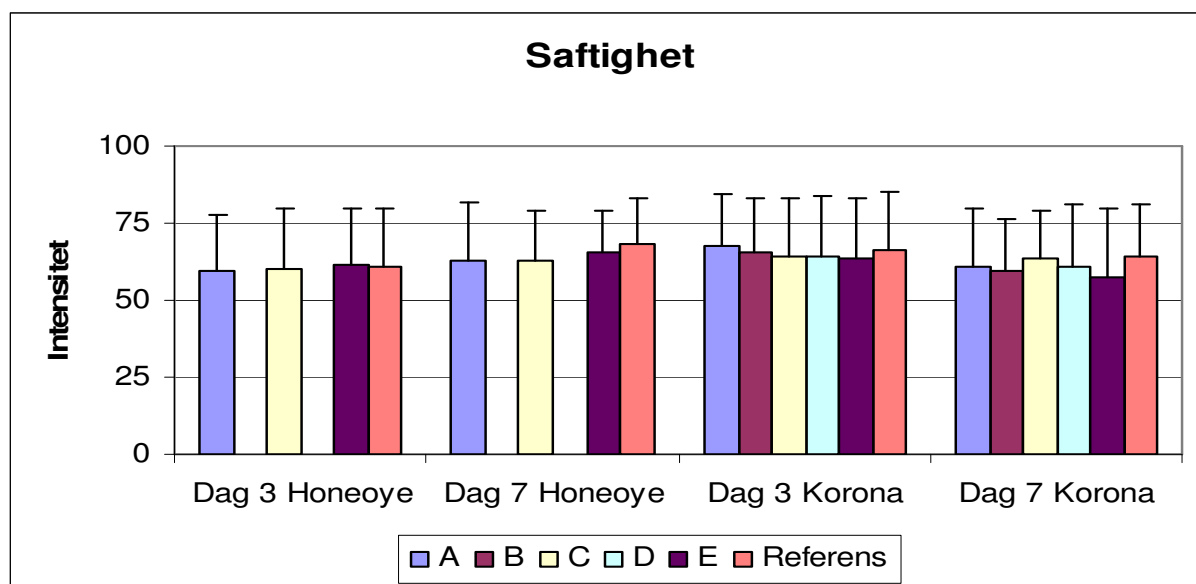
Prov	A	B	C	D	E	Referens
Dag 3	A	A	A	A	A	A
Dag 7	A	AB	A	AB	BC	C

Resultat på samma rad som har samma bokstav var inte signifikant olika.

3.10.4.2. Saftighet

Definitionen av saftighet enligt ordlistan (bilaga 2) bedömdes enligt intensitetsskalan (bilaga 1) från "lite" vilket är en torr jordgubbe, till "mycket" vilket är en saftig. Vid bedömningen av saftighet (figur 22) fanns inga signifikanta skillnader för någon sort eller behandling.

Några klara paralleller till de laborativa analyserna gick inte att dra. Även vid andra sensoriska tester har sådana korrelationer inte gått att påvisa (Shamaila et al., 1992).



Figur 22. Saftighet erhållen från bedömning enligt intensitetsskala 1-100, för Honeoye och Korona i behandling A: luft i påse P-plus 90, behandling B: 10 % syrgas och 10 % koldioxid i påse P-plus 90, behandling C: luft i påse P-plus190, behandling D: 15 % syrgas, 5 % koldioxid i påse P-plus 190, behandling E: opackad, samt referensprovet med färska bär.

6. Slutsats

Vid jämförelserna mellan de olika behandlingarna och referensprovet dras slutsatserna utifrån att nollproverna har den kvalitetsnivå som är önskvärd efter lagring. De största skillnader mellan de olika behandlingarna gick att se vid de laborativa analyserna, de sensoriska resultaten var i de flesta fall inte signifikant skilda. Det är önskvärt att bären klarar lagring i minst en vecka för att kunna hanteras i ett logistikflöde, det vill säga det krävs att deras sensoriska livslängd är minst 7 dagar. Kopplat till den upplevda kvalitén är det även viktigt att de laborativt mätbara värdena är acceptabla. Fördelen med MA-lagringen syntes allra tydligast på vikten eftersom alla de förpackade bären behöll sin vikt hela försöket igenom (10 dagar). Detta är en kvalitetsvinst som gör förpackade bär till det bästa valet. Inga tydliga vinster kan ses med de två förpackningar med en förutbestämd startgas (B: 10% syrgas, 10% koldioxid i p-plus 90 och D: 15% syrgas, 5% koldioxid i p-plus 190). Eftersom gasjämviktsläget i de olika behandlingarna infann sig snabbt efter förpackningstillfället, framstår A (luft, p-plus 90) och C (luft i p-plus 190) som de två bättre lösningarna som dessutom kräver mindre investeringar för en odlare/packare. Vid aromämnesanalysen bildades det mindre mängd av off-flavours för A och C. Totalt sett framstod A som det bättre alternativet utifrån resultaten på de laborativa testerna. Livslängden sett till skillnaderna från referensvärdet var 7 dagar men lite förvånande var att halterna av vitamin C och antocyaner hade en livslängd upp mot 10 dagar som var jämförbar med referensprovet.

Resultaten från de sensoriska testerna visade också sambandet med viktförlusten av de oförpackade bären. De MA-lagrade bären var klart fastare och glansigare. Även vid de sensoriska testerna framstod behandling A och C som de två bättre, där C var den bästa av de två genom att bedömts som mer likt referensprovet.

De två sorterna kan även bedömas som olika lämpliga för packning i modifierad atmosfär. Honeoye utvecklade färre off-flavours och i mindre mängd vilket syntes även vid den sensoriska analysen där Korona upplevdes ha fler bilukter än Honeoye. Honeoye lämpar sig utifrån detta bättre för MA-lagring. Livslängden vid de sensoriska testerna var för alla parametrar 7 dagar, det vill säga lika länge som försöket pågick.

7. Referenser

Anderson B. A., Sarkar A., Thompson J. F. och Singh R. P., *Commercial-Scale Forced-Air Cooling of Packaged Strawberries*; Am. Soc. Agri. Engineers, 47, (1), 183-190, 2004

Engstedt M., *Något om svenska jordgubbar 2003*; Länsstyrelsen Jönköping

Esteve, M. J., Farré, R., Frigola, A. och Garci-Cantabella, J. M. *Determination of ascorbic and dehydroascorbic acids in bloodplasma and serum by liquid chromatography*. J. Chromatogr., A 688, 345-349, 1997

Holcroft D. M. och Kader A. A., *Controlled atmosphere-induced changes in pH and organic acid metabolism may affect colour of stored strawberry fruit*; Postharvest Bio. Tech., 17, (1), 19-32, 1999

Gil M. I., Holcroft D. M. och Kader A. A., *Changes in strawberry anthocyanins and other polyphenols in response to carbon dioxide treatments*; J. Agric. Food Chem., 45, (5), 1662-1667, 1997

Giusti M. M., Rodriguez-Saona, Wolstrand R. E., *Molar absorptivity and Color Characteristics of Acylated and Non-Acylated Pelargonidin-Based Anthocyanins*; J. Agric. Food Chem., 45, (11), 4631-4637, 1999

Haffner K., *Postharvest quality and processing of strawberries*; Proceedings of the 4th international strawberry symposium, Acta Hort., 567 (2), 2002

Kalt W., Forney C. F., Martin A. och Prior R. L., *Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits*; J. Agric. Food Chem., 47, (11), 4638-4644, 1999

Kosar M., Kafkas E., Paydas S. och Baser K. H. C., *Phenolic composition of strawberry genotypes at different maturation stages*; J. Agric. Food Chem., 52, 1586-1589, 2004

Krivorot A. M., *Shelf life and quality changes of strawberry cultivars*; Proceedings of the 4th international strawberry symposium, Acta Hort., 567 (2), 2002

Mokkila, M., Lamberg, A-L., Häkkinen, U., Kinnunen, A., Latva-Kala, K. och Ahvenainen, R. *The effect of modified atmosphere packaging on the shelflife of strawberries I*; Agri-Food Quality II: Quality Management of fruits and vegetables, Royal Society of Chemistry, Cambridge, 167-170, 1999

Nyman A. N. och Kumpulainen J. T., *Determination of anthocyanidins in berries and red wine by high-performance liquid chromatography*; J. Agric. Food Chem., 49, 4183-4187, 2001

Olsson M. E., Ekvall J., Gustavsson K-E., Nilsson J., Pillai D., Sjöholm I., Svensson U., Åkesson B. och Nyman M. G. L., *Antioxidants, low molecular weight carbohydrates and total antioxidant capacity in strawberries (Fragaria x ananassa): Effects of cultivar, ripening, and storage*; J. Agric. Food Chem., 52, (9), 2490-2498, 2004

Olsson M. E., Gustavsson K-E., Andersson S., Nilsson Å. och Duan, R.-D. *Inhibition of cancer cell proliferation in vitro by fruit and berry extracts and correlations with antioxidant levels.* J. Agric. Food Chem., 52, 7264-7271, 2004

Pelayo C., Ebeler S. E. och Kader A. A. *Postharvest life and flavour quality of three strawberry cultivars kept at 5°C in air or air + 20kPa CO₂*; Postharvest Bio. Tech., 27, (2), 171-183, 2003

Perez A. G. och Sanz C. *Effect of high-oxygen and high-carbon-dioxide atmospheres on strawberry flavour and other quality traits*; J. Agric. Food Chem., 49, (5), 2370-2375, 2001

Shamaila M., Powrie W. D. och Skura B. J., *Analysis of volatile compounds from strawberry fruit stored under modified atmosphere packaging (MAP)*; J. Food Sci., 57, (5), 1168-1172, 1992

Shamaila M., Powrie W. D. och Skura B. J., *Sensory evaluation of strawberry fruit stored under modified atmosphere packaging (MAP) by quantitative descriptive analysis*; J. Food Sci., 57, (5), 1173-1177, 1992

Ulrich D., Schultz H., Sandke G., Fallik E., Rodov V., Horev B., Copel A. och Alkalai-Tovia S., *Evaluation of quality parameters in strawberry during cultivation and Postharvest processes*; Proc. 4th Int. Conf. on Postharvest, Acta Hort. 553, 2001

Watkins C. B., Manzano-Mendez J. E., Nock J. F., Zhang J. och Maloney K. E., *Cultivar variation in response of strawberry fruit to high carbon dioxide treatments*; J. Sci. Food Agri., 79, 886-890, 1999

Wimalasiri, P. och Wills, R. B. H. *Simultaneous analysis of ascorbic acid and dehydroascorbic acid in fruit and vegetables by high performance liquid chromatography.* J. Chromatogr., A 256, 368-371, 1983

Vinokur Y., Rodov V. och Horev B., *Effect of Postharvest factors on the content of ascorbic acid in Israeli varieties of strawberry*; Proceedings of the 4th international strawberry symposium, Acta Hort. 567 (2), 2002

Wright K. P. och Kader A. A., *Effect of slicing and controlled-atmosphere storage on the ascorbate content and quality of strawberries and persimmons*; Postharvest Bio. Tech. 10, 39-48, 1997

Wrolstad, R.E., *Color and Pigment Analyses in Fruit Products*, Agricultural Experiment Station, Oregon State University, Station Bulletin 624, Reprinted Mays 1993.

Zagory D., *Advances in modified atmosphere packaging (MAP) of fresh produce*; Perishables Handling Newsletter, Issue No. 90, May 1997

Internet:

Boyette M. D., Wilson L. G. och Estes E. A., *Postharvest Cooling and Handling of Strawberries*; The Southern Region small fruit center, <http://www.smallfruits.org/Posth/coolh.html>, hämtad 2003-09-16

Riviera A. och Tong C., *Commercial Postharvest Handling of Strawberries (Fragaria spp.)*; University of Minnesota, <http://www.extension.umn.edu/ditribution/horticulture/DG6237.html>, hämtad 2005-04-12

Romig W. R. och Mir N., *Packaging technology for fresh produce*; American Society for Platiculture, http://www.plasticulture.org/history_packaging_technology.htm, hämtad 2005-04-20

Strawberries – Characteristics and post-harvest issues; SPI-HI Project, <http://www.spi.pt/hi/charactersitics.html>, hämtad 2003-09-16

Svenska jordgubbar till midsommar; Ewerman AB, 2004-06-21, <http://www.fruktogront.se/modules/artiklar/artikel.php?pageId=229> , hämtad 2008-07-30

Jordgubbar = sommar; Ewerman AB, 2001-06-14, <http://www.fruktogront.se/modules/artiklar/artikel.php?pageId=164> , hämtad 2008-07-30

Muntliga:

Martin Engström, Finnerödja bär, 031-19 38 00, kontakt 2005-09

Bilaga 1

SENSORISK BEDÖMNING AV.....JORDGUBBAR

Bedömare nr. :
.....

Prov nr

Egenskap

Intensitet

LUKT

Totallukt

Jordgubbsluk

Bilukt
UTSEENDE

Rödaktig färg

Glansighet
SMAK

Totalsmak

Jordgubbssmak

Söt

Syrlig

Bismak
lite mycket

.....
KONSISTENS

Fasthet

Saftighet

Bilaga 2

Fo 03 126 63

Lagring av färska jordgubbar- Ordlista -sensoriska egenskaper

LUKT

Totallukt Den totala luktintensiteten oavsett vad provet luktar

Jordgubbsluk
Lukt av färska jordgubbar
Lite= omogen , "grön" mycket = övermogna bär

Billukt Lukt av ???
lite mycket

UTSEENDE

Rödaktig färg
Lite = ljusröda, ser omogna ut
Mycket = mörkröd färg

Glansighet
Lite= matt utseende
Mycket = glansiga , blanka

SMAK

Totalsmak Den totala smakintensiteten oavsett vad provet smakar

Jordgubbsmak Smak av Färska jordgubbar
Lite= omogen , "grön" smak - Mycket = övermogna bär

Sötma
Lite= svag söt, lite sur - Mycket = stark söt smak

Syrlig smak
Frisk citrussmak
Lite= fadd, instängd smak - Mycket = frisk citrussmak

Bismak Smak av ??
Lite = Mycket=

KONSISTENS Med handen

Fasthet
Lite = mjuk, lös Mycket = fast

I munnen

Saftighet
Lite = torr Mycket = saftig