

Bakgrund

Jordgubbar har en mycket kort livslängd som är beroende av sort, mognadsgrad, skördeförhållande, hantering och förvaring. De begränsande faktorerna för jordgubbars hållbarhet är en kombination av utseende, smak, textur och mikrobiell tillväxt. Inom branschen finns ett uttalat önskemål om att kunna bevara bärens kvalitet på ursprungsnivån under en längre tidsperiod.

Det är oundvikligt att det går en viss tid från skörd till konsumtion, och under denna tid genomgår vegetabilier en mängd kvalitetsförstörande processer. Det är därför av yttersta vikt att de negativa förloppen bromsas upp. Detta kan ske genom aktiva åtgärder, varav den vanligaste är att försäkra sig om att produkten lagras i sin optimala temperatur. En annan teknik, som dock används i betydligt mindre omfattning, är förvaring i en för produkten lämplig atmosfär.

Effekterna som uppnås både vid låga temperaturer och vid lagring i modifierad atmosfär beror framför allt på att produkternas respiration sänks. Därigenom går alla processer, inklusive mognads- och förstörelsereaktioner, långsammare. Jordgubbar har en moderat respiration, som sjunker med temperaturen samt vid förvaring i sänkt syre- och förhöjd koldioxidhalt. Förutom att påverka respirationen kan lagring i modifierad atmosfär förhindra mikrobiell tillväxt, missfärgning, klorofyllnedbrytning, cellförstörelse, samt minska infektionsrisken. Det har emellertid även rapporterats att förvaring i modifierad atmosfär kan ha negativa konsekvenser för aromprofilen hos olika vegetabilier, inklusive jordgubbar.

I dagsläget säljs i stort sett alla svenska jordgubbar i öppna förpackningar, d.v.s. de befinner sig i luft. En sluten förpackning kan bidra till att erbjuda bären en gynnsammare omgivning och därmed förlänga hållbarheten. Som ett resultat av respirationen kan ett förpackningsmaterial med korrekt vald permeabilitet användas för att en lämplig atmosfär ska etableras inuti förpackningen. Det är emellertid viktigt att försäkra sig om att jordgubbarnas arom bibehålls och inte tar skada av lagring i modifierad atmosfär. Projektets syfte var att studera om kvaliteten kan bevaras längre genom att förpacka bären.

Material och metoder

Arbetet var uppdelat i två faser. I den första delen, säsongen 2004, förvarades jordgubbar under 20 olika förpackningsbetingelser. Kvaliteten hos bären studerades visuellt under lagringen för att välja ut fyra förpackningsalternativ som studerades mer ingående under säsongen 2005. Under det första året gjordes även en karaktärsiering av jordgubbarnas arom genom att de viktigaste aromämnen identifierades med såväl masspektrometri som olfaktometri. Vidare gjordes en undersökning av de temperaturvariationer som jordgubbar kan utsättas för från skörd till försäljning. År 2 genomfördes detaljerade studier av olika parametrar (vikt, sockerhalt, syrahalt, pH, färg, textur, mögel, arom och sensorik) hos bär som förvarats under de betingelser som under fas 1 hade visat störst potential att bevara jordgubbarnas kvalitet.

Temperatur och fuktighet

Jordgubbar skördades i Höjebromölla utanför Lund. De förhållanden som bären förvarades i från skördetillfälle till försäljning registrerades genom att placera en logger i traditionella förpackningar, s.k. bärnallar. Loggern dokumenterade temperaturen och fuktigheten var femte minut. Försöken gjordes för bär som gick till såväl gårds- som torgförsäljning och även för jordgubbar som transporterades till Västervik för försäljning i affär därstädes.

Jordgubbar

Jordgubbar som odlades i Olofström (Honeoye) och Bärby (Korona) skördades och kyldes omedelbart till 2°C. De transporterades i kylbilar till SIK:s laboratorium i Göteborg följande

morgon. Jordgubbarna sorterades för att eliminera omogna och övermogna bär samt sådana som hade tydliga skavanker.

Förpackningsmaterial

Påsar av orienterad polypropen som perforerats med laserteknik för att möjliggöra gastransport genom plasten användes i försöken. Förpackningsmaterialet hade försetts med olika många och olika stora hål för att påsarna skulle ha olika genomsläpplighet för syre och koldioxid. Förpackningarna, med marknadsnamnet P-Plus, tillhandahölls av Amcor Flexibles. De förslutna påsarna hade dimensionen 30 x 25 cm och den inneslutna volymen var 1.6 liter.

Provbehandling

15 jordgubbar, ungefär 250 gram, vägdes noggrant in och lades i ett lager i polypropentråg. Trågen placerades i de perforerade påsarna, som förslöts medelst svetsning antingen omgående eller efter att en gasblandning med känd sammansättning hade introducerats till förpackningen. Referensprov med jordgubbar som förvarades i öppna tråg iordninggjordes också. Proverna förvarades under 10 dygn i ett lagringsrum där temperaturen var 5°C och den relativa fuktigheten 75 %.

Gassammansättning

Halterna av syre och koldioxid inuti förpackningarna analyserades genom att sticka in en sensor genom membran som klistrats fast på utsidan av påsarna. Mätningar genomfördes dag 0, 1, 3, 7 och 10 och gjordes i tre replikat för varje prov.

Vikt

Bärens nettovikt registrerades dag 0, 1, 3, 7 och 10 i tre replikat.

Sockethalt

Jordgubbarnas sockerhalt bestämdes med refraktometer. Bär från två replikata förpackningar mixades och homogenatets Brix-värde, baserat på våtvikt, registrerades dag 0, 3 och 7. Fem mätningar gjordes på varje prov.

Syrhalt

Den totala titrerbara syran analyserades genom att späda homogenatet tio gånger med destillerat vatten och därefter titrera till pH 8.0 med 0.1 M NaOH. Dubbelprov utfördes dag 0, 3 och 7.

pH

Homogenatets pH bestämdes i dubbelprov dag 0, 3 och 7 med hjälp av en pH-mätare.

Färg

Jordgubbshomogenatet hälldes i petriskålar och färgen studerades med en färgmätare. Trippelprov utfördes och tre mätningar gjordes på varje prov. Analyserna genomfördes dag 0, 3 och 7.

Textur

Bärens textur mättes genom att registrera den kraft som behövdes för att penetrera en jordgubbe 5 mm med en planslipad cirkulär metallstav med diametern 6.3 mm. Mätningar gjordes på 10 bär för varje provpunkt.

Mögel

För att undersöka om de modifierade atmosfärerna hade någon inhiberande effekt på mögeltillväxt ympades gråmögel, *Botrytis cinerea*, på jordgubbar innan förpackningarna förseglades. Tillväxten studerades i dubbelprov under 10 dagar. Efter 7 dagar flyttades ett av dubbelproven från 5°C till rumstemperatur, d.v.s. 23°C.

Arom

Flyktiga föreningar som ackumulerades inuti förpackningen under lagringen analyserades genom att ta ut 100 mL gas med en spruta som var försedd med en patron med ett adsorbentmaterial där aromämnen fastnade.

Luktande substanser från jordgubbarna upparbetades genom att bären delades i kvartar som placerades i förslutna glasflaskor. Proverna fick jämvikta vid 35°C i 30 minuter och därefter leddes en heliumström, totalt 1 liter, genom flaskan. De flyktiga föreningarna samlades på ett adsorbentmaterial. I båda de ovanstående fallen gjordes dubbelprov dag 0, 3 och 7.

Adsorbentpatronerna placerades i en injektor där de flyktiga komponenterna desorberades i 5 minuter vid 250°C och sedan injicerades på en gaskromatograf. Detektion gjordes både med masspektrometri och olfaktometri. Masspektrometern användes för kvantifiering och identifiering av substanserna medan olfaktometri användes för att med ord beskriva ämnens lukter samt för att få en uppfattning om vilka föreningar som hade störst betydelse för den totala aromprofilen.

Sensoriska studier

En kvantitativ beskrivande analys utfördes dag 3 och 7. En extern panel bestående av 8 personer tränades för att bedöma bärens lukt, smak, konsistens och utseende. De attribut som valdes ut för bedömning var totallukter, jordgubbslukter, bilukter, totalsmak, jordgubbsmak, sötma, syrlig smak, bismak, fasthet, saftighet, rödaktig färg samt glansighet. Varje servering innehöll 4-5 bär och gjordes i tre replikat. För varje attribut fick bedömarna göra en markering på en 100 mm-skala där låg intensitet var markerad med ett streck vid 10 mm och hög intensitet vid 90 mm. Panelmedlemmarna var också ombudade att sätta ord på eventuella bismaker som de upplevde under bedömningarna. Personalen som preparerade proven fick dessutom i uppgift att lukta inuti förpackningarna i öppningsögonblicket och beskriva den doftförmåelse som de fick i samband med detta moment.

Resultat

Den första säsongens studier syftade främst till att identifiera de förpackningar som hade störst potential att bevara jordgubbarnas visuella kvalitet. De lagringsförhållanden som valdes ut för fördjupade analyser under år 2 presenteras i Tabell 1. Resultaten från det andra årets undersökningar beskrivs och kommenteras nedan under respektive rubrik. En genomgående diskussion kring de samlade observationerna följer i nästa kapitel.

Tabell 1 – Förpackningsalternativ som studerades under år 2.

provbeteckning	förpackningsmaterial	initial gassammansättning
A	P-Plus 35 PA 90	luft, d.v.s. 20.9 % O ₂ + 0 % CO ₂ + resten N ₂
B	P-Plus 35 PA 90	9.5 % O ₂ + 10.9 % CO ₂ + resten N ₂
C	P-Plus 35 PA 190	luft, d.v.s. 20.9 % O ₂ + 0 % CO ₂ + resten N ₂
D	P-Plus 35 PA 190	14.2 % O ₂ + 5.0 % CO ₂ + resten N ₂
E	inget	luft, d.v.s. 20.9 % O ₂ + 0 % CO ₂ + resten N ₂

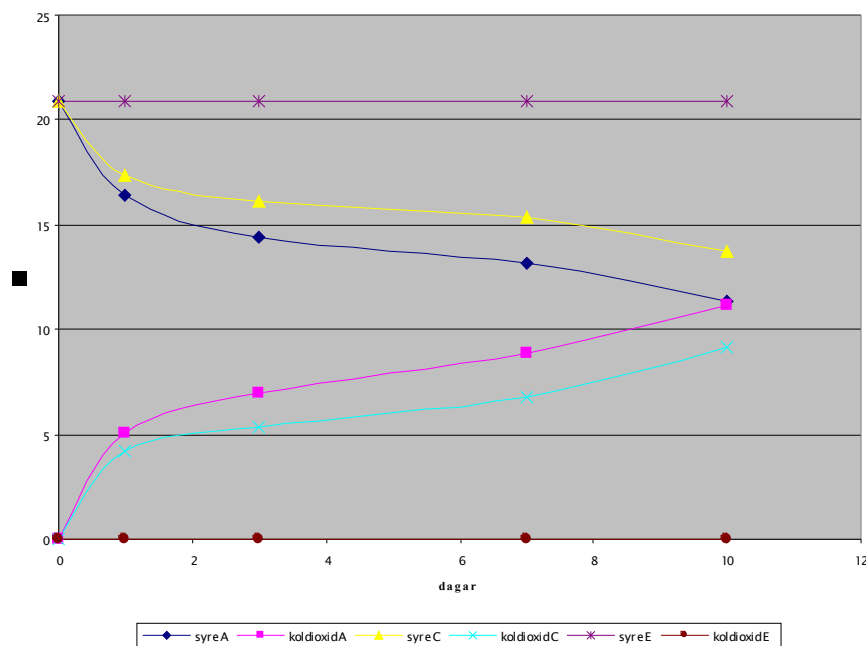
Temperatur och fuktighet

Den kartläggning av vilken temperatur och fuktighet som jordgubbar befann sig i från skörd till försäljning, som gjordes under år 1, visade att de i vissa fall utsattes för avsevärda fluktuationer, speciellt om de transporterades till annan ort och blev omlastade vid ett flertal tillfällen. Sådana temperaturförändringar kan stressa bären och påverka deras metabolism, vilket i sin tur kan medföra försämrad kvalitet. Studier av detta fenomen ingick inte inom projektets ram men kan vara värt att beakta. Resultaten från denna kartläggning låg istället till grund för att välja realistiska förvaringsförhållanden för de fortsatta analyserna. Det är naturligtvis bäst att förvara bären så nära nollpunkten och vid så hög fuktighet som möjligt men det är inte alltid praktiskt möjligt. Den

temperatur och fuktighet som svenska bär förvaras i varierar med stor sannolikhet dramatiskt men det beslutades att 5°C och 75 % relativ luftfuktighet var rimligt att använda.

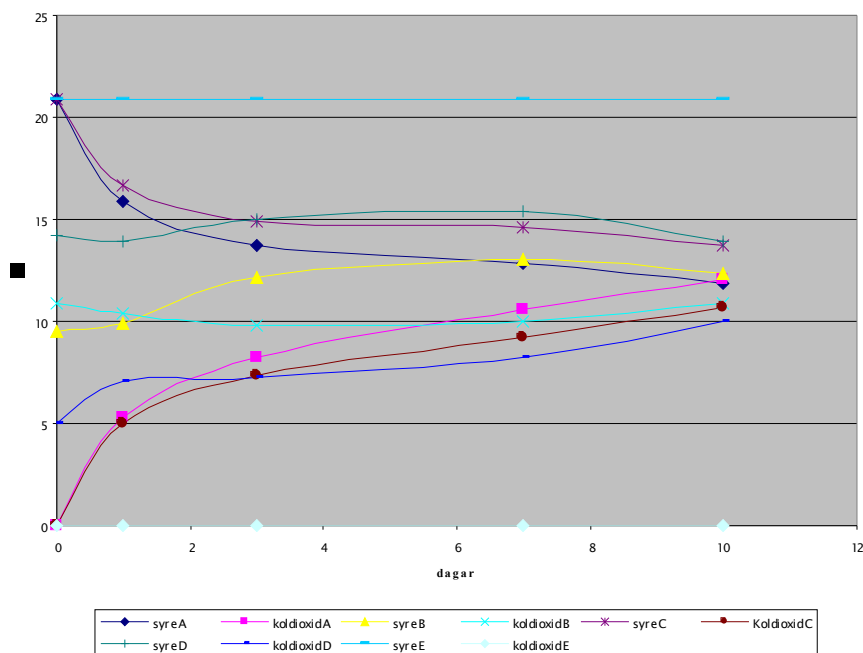
Gassammansättning

Jordgubbar av sorten Honeoye placerades i de två olika förpackningarna, vilka förslöts. Med andra ord befann sig bären vid försöksstarten i luft. Under lagringsperioden orsakade produktens respiration en modifiering av atmosfären inuti påsen, se Figur 1. Materialet som användes för prov C hade fyra gånger högre permeabilitet än materialet till prov A, vilket ledde till något olika gassammansättning i förpackningarna. Efter en dags lagring hade syrehalten sjunkit med 4-5 procentenheter medan koldioxidnivån hade ökat i motsvarande omfattning. Efter 10 dagar var gaskoncentrationerna 11.4 % O₂ + 11.2 % CO₂ och 13.7 % O₂ + 9.2 % CO₂ för prov A respektive C.



Figur 1 – Gassammansättningen i förpackningar med Honeoye.

För sorten Korona utökades försöket genom att även inkludera prov till vilka en gasblandning introducerades till påsarna innan förslutning. Detta gjordes för att utröna om det hade någon betydelse om bären befann sig i en modifierad atmosfär redan från dag 0. De gasblandningar som blåstes in i påsarna hade sammansättningen 9.5 % O₂ + 10.9 % CO₂ (prov B) och 14.2 % O₂ + 5.0 % CO₂ (prov D). Dessa valdes eftersom de förväntades vara i närheten av de slutliga jämviktshalterna. I Figur 2 visas hur gassammansättningen förändrades under lagringen. I prov B ökade syrenivån något till 12.4 % medan koldioxidkoncentrationen var i stort sett konstant. För prov D var det omvänt, syrehalten höll sig runt 14 % medan koldioxidnivån ökade till 10 %. Det var inga skillnader mellan prov A och C för de två olika bärsorterna, d.v.s. Korona och Honeoye hade liknande respirationsmönster.



Figur 2 – Gassammansättningen i förpackningar med Korona.

De atmosfärsförhållanden som erhöles i försöket befann sig inom de intervall, vilka visserligen är stora, som rekommenderas för jordgubbsförvaring. Syrehalterna föll aldrig så mycket att anaeroba förhållanden hotade och koldioxidnivån var aldrig högre än 12 %.

Vikt

De förpackade jordgubbarna tappade ytterst lite vikt under lagringen, ungefär 0.5 % oberoende av sort och förpackningstyp, medan de oförpackade bärens vikt reducerades kraftigt. Redan efter en dags förvaring hade de tappat 1.4-1.7 %. Viktförlusten var i stort sett linjär och vid försöket slut, efter 10 dagar, hade Honeoye minskat med 14.7 % medan Korona hade tappat 18.3 %. Orsaken var uttorkning, vilken delvis kunde ha förhindrats genom en högre luftfuktighet. Lagringsförhållandena var emellertid valda för att simulera verkligheten och under första årets studier av verkliga lagringsförhållanden gjordes observationen att 75 % relativ luftfuktighet var rimligt att använda.

Sockershalt

De ursprungliga sockersalterna var 8.9 % i Honeoye och 11.4 % i Korona. I de förpackade proverna sjönk sockersalten något under lagringen. Orsaken till detta är att socker förbrukas i respirationsreaktionen. Enda undantaget var Honeoye, prov A, där sockernivån återhämtade sig till ursprungsnivån mellan dag 3 och dag 7, vilket är svårt att hitta någon förklaring till. Förändringarna var dock små, vid dag 7 var sockerkoncentrationerna 8.2-8.7 % (Honeoye) respektive 10.5-11.3 % (Korona). Små skillnader observerades mellan de olika förpackningsalternativen men ett entydigt mönster som visade på några större effekter av de olika atmosfärerna kunde inte skönjas. För oförpackad Korona ökade sockersalten vilket förklaras av viktminskningen som gjorde att den relativa sockersalten blev större även om den absoluta mängden socker inte ökade.

Syrasalt

Den totala titrerbara syran, beräknad som citronsyra (den dominerande syran i jordgubbar), var ursprungligen 1.05 mg/100 ml för Honeoye och 0.98 mg/100 ml för Korona. För Honeoye ökade

syrahalten något under lagringen medan den var konstant för Korona. Det var ingen skillnad mellan bär som förvarats i de olika förpackningarna.

pH

Homogenat från samtliga prover under hela försökets gång hade ett konstant pH-värde som var 3.4.

Färg

Provens färg mättes på homogenat genom att registrera ljushet, kromaticitet (beskriver renheten, mättnaden och intensiteten hos en kulör) samt kulörthet (beskriver styrkan hos färgen). Honeoye var ljusare efter 3 dagars förvaring än vid startpunkten, men efter ytterligare 4 dagars lagring hade värdena nästan återvänt till ursprungsnivån för prov A och E medan prov C fortfarande var ljusare. Liknande observationer gjordes för kromaticiteten och kulörtheten, vilket indikerade en mer mättad och mindre röd färg efter 3 dagar men nära ursprungsfärgen efter 7 dagars lagring för prov A och E. Återigen var prov C aningen skilt från A och E med något högre kromaticitet och kulörthet efter 7 dagar. Mönstret upprepade sig för bär av sorten Korona vad gäller ljusheten med en ökning till dag 3 och därefter en minskning tillbaka till ursprungsvärdet vid mätningen dag 7. Kromaticiteten ökade också initialt för alla proverna men vid slutanalysen var värdena lägre än de var dag 0, d.v.s. färgen var mindre mättad. Detta gällde speciellt för prov D. För Korona blev färgen rödare under lagring – d.v.s. kulörtheten ökade – och för den största ökningen stod de oförpackade bären, prov E. Alla skillnader som observerades vid färgmätningarna var ytterst små och inte möjliga att detektera med blotta ögat.

Textur

De instrumentella mätningarna av jordgubbarnas fasthet gav inga användbara resultat. Detta berodde på en enorm spridning mellan replikata mätningar. Detta var visserligen väntat eftersom det största problemet med analyser av biologiskt material är de stora individuella skillnaderna mellan enskilda prov. För de andra analyserna kunde denna svårighet bemästras genom att bereda proven av ett stort antal jordgubbar, t.ex. genom att homogensiera dem, men texturmätningar måste genomföras på intakta bär. Ett försök att dämpa den stora diskrepansen är att utföra ett stort antal mätningar. Av praktiska skäl gick det dock inte att genomföra mer än tio replikata texturmätningar för varje prov, vilket tyvärr visade sig vara alldeles för lite.

Mögel

Koldioxid kan ha en hämmande effekt på tillväxt av mögel och därför genomfördes experiment för att utröna om de koldioxidhalter som uppnåddes inuti förpackningarna kunde förhindra mögel från att växa. Proven ympades med *Botrytis cinerea*, gråmögel, som är den vanligast förekommande mögelsvampen på jordgubbar, men andra mögelsvampar kan även ha funnits naturligt på bären. Ingen mögelväxt kunde påvisas på något av proven efter 3 dagars lagring. Efter 7 dagar dök det emellertid upp sporer och viss mögelväxt kunde skönjas på de förpackade proven. Ingen skillnad kunde detekteras mellan prov A, B, C och D. Det oförpackade provet blev inte attackerat av mögel. Detta berodde på att uttorkningen bidrog till att vattenaktiviteten blev så låg att möglet inte kunde växa. Ytterligare 3 dagars lagring vid 5°C ledde till ännu mer mögelväxt på de förpackade bären. Förutom det ympade möglet kunde *Rhizopus* identifieras. Mögelväxten på proven som placerades i rumstemperatur efter 7 dagars lagring vid 5°C blev snabbt tydlig för blotta ögat. Denna mikrobiella aktivitet hade även effekt på atmosfären inuti förpackningarna eftersom möglet producerar koldioxid och i proven som togs ut i rumstemperatur förändrades gassammansättningen från 10-15 % O₂ och 7-12 % CO₂ till 1-2 % O₂ och 25-37 % CO₂ på 3 dagar.

Arom

Under projektets första säsong studerades aromprofilen i Honeoye och Korona för att välja ut de viktigaste flyktiga substanserna samt för att sätta ord på deras lukter. Ungefär 50 ämnen detekterades och identifierades med masspektrometri. Till största delen var det samma komponenter som fanns i de båda sorterna, om än i väldigt olika kvantiteter. Genom att även detektera

aromföreningarna med olfaktometri gick det att peka ut de substanser som hade störst inflytande på den totala aromen. I de fortsatta studierna fokuserades på några av dessa ämnen, dessutom studerades några substanser som kan produceras vid fermentativ metabolism - som kan ske i vegetabilier om de lagras i felaktig atmosfär - nämligen acetaldehyd, aceton och etylacetat. Resultaten från mätningarna som genomfördes för Honeoye presenteras i Tabell 2.

Tabell 2 – Halter ($\mu\text{g/liter headspace}$ över 100 g klyftade bär) av utvalda aromämnen i Honeoye.

ämne	0 dagar	3 dagar			7 dagar		
		A	C	E	A	C	E
acetaldehyd	0.40	0.76	0.20	0.43	0.61	0.60	1.2
aceton	7.5	7.2	9.4	8.6	11	11	8.1
etylacetat	0.26	0.78	0.60	0.65	1.4	1.1	0.67
metylbutyrat	0.46	0.99	1.3	1.0	0.67	1.6	0.35
dimetyldisulfid	0.02	0.04	0.09	0.07	0.12	0.06	0.02
etylbutyrat	0.18	0.43	0.57	0.32	0.25	0.18	0.28
butylacetat	1.6	4.7	6.5	5.8	5.0	4.6	5.3
2-hexenal	0.12	0.16	0.09	0.10	0.08	0.07	0.09
heptanon	0.31	0.85	0.95	0.74	1.2	0.88	0.71
butylbutyrat	0.19	0.16	0.32	0.24	0.07	0.07	0.08
etylhexanoat	0.25	0.22	0.32	0.28	0.23	0.11	0.26
hexylacetat	13	14	14	19	15	14	14

För Honeoye observerades endast små förändringar av aromsammansättningen under lagringen. Det noterades inga anmärkningsvärda skillnader mellan de olika förpackningsalternativen. De små differenser som uppstod kan samtliga förklaras med naturliga variationer och den osäkerhet som är inbyggd i analyser av biologiskt material. De är dessutom av sådan ringa omfattning att de med mycket stor sannolikhet inte har någon betydelse för aromupplevelsen.

Bär av sorten Korona reagerade emellertid annorlunda på lagring i modifierad atmosfär, vilket framgår av Tabell 3.

Tabell 3 – Halter ($\mu\text{g/liter headspace}$ över 100 g klyftade bär) av utvalda aromämnen i Korona.

ämne	0 dagar	3 dagar					7 dagar				
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
acetaldehyd	0.29	0.8 9	0.8 8	0.9 9	0.5 3	0.6 7	0.3 9	0.5 0	0.5 0	0.1 9	1.6
aceton	6.6	12	9.7	11	8.9	9.3	10	14	8.0	10	8.1
etylacetat	2.8	15	57	3.1	45	3.0	68	251	168	175	13
1-metyletylacetat	2.8	3.0	4.3	2.7	3.3	2.1	8.6	8.9	5.0	7.6	0.97
metylbutyrat	55	70	56	62	66	63	50	21	31	35	72
dimetyldisulfid	0.41	0.3 6	0.3 5	0.4 7	0.4 8	0.5 7	0.6 1	0.2 0	0.2 2	0.2 8	0.58
etylbutyrat	8.6	56	51	30	67	45	35	160	220	131	138
butylacetat	2.1	6.6	4.5	5.5	11	5.3	3.3	8.0	4.8	9.2	6.2
1-metyletylbutyrat	5.0	11	5.8	12	8.3	14	8.4	44	22	8.8	14
heptanon	0.41	0.5 3	0.2 5	0.5 9	0.4 2	1.0	0.2 6	0	0	0	0.82
metylhexanoat	3.0	4.8	3.2	3.4	4.9	4.9	3.7	2.2	4.7	3.4	9.5
butylbutyrat	1.2	8.0	6.3	6.5	12	14	3.3	20	30	15	54
etylhexanoat	1.1	5.0	3.8	4.1	7.1	7.1	1.6	10	15	7.7	27

hexylacetat	7.7	7.3	7.5	6.7	8.7	5.0	9.0	14	13	12	9.8
-------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----	----	-----

En tydlig skillnad mellan de två sorterna är att Korona innehåller betydligt högre halter av de flesta studerade ämnena. Under förvaringen ökade dessutom koncentrationen av vissa substanser markant, t.ex. etylbutyrat och butylbutyrat – detta skedde för såväl förpackade som oförpackade bär. Den mest intressanta observationen var dock utvecklingen av etylacetat, d.v.s. en av markörssubstanserna för den oönskade fermentativa metabolismen. I de förpackade bären ökade halten i extremfallet nästan hundrafalt medan koncentrationen i de oförpackade bären endast höjdes marginellt. Efter 3 dagars lagring var ökningen speciellt tydlig i prov B och D, d.v.s. de förpackningar som redan från dag 0 innehöll en modifierad atmosfär. Dessa observationer indikerade att Korona är känslig för sänkta syre- och/eller förhöjda koldioxidhalter, vilket kan generera bismaks- och biluktsproblem.

Det genomfördes även analyser av de aromämnen som ackumulerades inuti förpackningen under lagringen genom att analysera den inneslutna gasen. Resultaten från mätningarna dag 7 för de båda jordgubbssorterna förvarade enligt metod A, B, C och D är sammanfattade i Tabell 4.

Tabell 4 – Halter ($\mu\text{g/liter headspace}$) av utvalda aromämnen inuti de olika förpackningarna efter 7 dagars lagring.

ämne	Honeoye		Korona			
	A	C	A	B	C	D
acetaldehyd	2.2	1.3	2.7	3.0	2.3	2.3
aceton	17	16	14	20	24	17
etylacetat	0.30	0.22	67	329	130	192
metylbutyrat	-	-	13	11	27	14
etylbutyrat	0.030	0.021	13	70	70	50
butylacetat	0.50	0.52	0.91	3.9	4.0	3.5
etyl-2-metylbutyrat	-	-	2.8	10	7.3	5.3

Färre substanser kunde identifieras i de prover som togs från gasen inuti förpackningen än i de prov som härstammade från bären, vilket dels berodde på provvolymen och dels på provbearbetningen. Det gick dock även i detta fall att notera den stora skillnaden mellan de två sorterna samt att det fanns stora mängder etylacetat och etylbutyrat i de påsar som innehöll Korona. Resultaten var därmed i överensstämmelse med de som erhöles vid aromanalyserna av själva jordgubbarna.

Sensoriska studier

De sensoriska bedömningarna utfördes för att avgöra om det förelåg några skillnader mellan de studerade förpackningsalternativen efter 3 och 7 dagars lagring för såväl Honeoye som Korona. För hälften av de tolv studerade attributen - totalluk, jordgubbsluk, biluk, totalsmak, bismak samt saftighet - uppstod inga signifikanta skillnader vid något provtillfälle.

För Honeoye observerades signifikanta skillnader på utseendet mellan bär som förvarats enligt de olika alternativen. Det oförpackade provet, E, hade ett högre värde för röd färg, d.v.s. det var mörkare rött, än prov A och C efter både 3 och 7 dagars lagring. Prov E hade dessutom mindre glans än de förpackade bären. Dessa skillnader kan ses i Figur 3 där det tydligt framgår att de förpackade jordgubbarna bibehöll sin lyster, glans och färg betydligt bättre än de oförpackade bären. Andra signifikanta skillnader som uppstod för Honeoye var att de oförpackade jordgubbarna upplevdes som mindre syrliga och mindre fasta än de förpackade bären.

Den enda signifikanta skillnaden för Korona efter 3 dagars lagring var att prov A hade lägre värden än prov E för attributet röd färg, d.v.s. det var mer ljusrött – i likhet med observationerna för Honeoye. Efter 7 dagars lagring uppstod ytterligare några signifikanta skillnader. Prov A hade störst glans, men även prov B hade signifikant högre värde för glansighet än det oförpackade provet. Prov

E hade mer jordgubbssmak och större sötma än prov B och oförpackade bär var även mindre fasta än de som förvarats enligt metod A och C.



Figur 3 – Jordgubbar av sorten Honeoye som förvarades oförpackade, prov E, (de fyra till vänster) respektive enligt lagringsmetod A (de fyra till höger) i 7 dagar vid 5°C.

Således påvisades inte några skillnader mellan de olika förpackningsalternativen utan differenserna fanns mellan förpackade och oförpackade jordgubbar. Det var främst utseendemässiga skillnader men även konsistensen påverkades. Oförpackade bär bedömdes som mer mörkröda, mindre glansiga och mindre fasta. Syrligheten var också lägre hos oförpackade bär, denna skillnad var visserligen inte signifikant för Korona men det fanns ändå en antydning i den riktningen. Den oundvikliga spridning som uppstår vid bedömningar av biologiskt material kan nämligen medföra att vissa skillnader som vid en första anblick kan tyckas uppenbara inte är statistiskt säkerställda. De attribut som behandlade smaken och lukten påverkades emellertid inte av lagringsförfarandet.

Även om studien inte syftade till en jämförelse mellan sorterna var det uppenbart att Honeoye och Korona skiljer sig åt på några punkter. Korona hade högre värden för totalluktt, röd färg, och sötma medan Honeoye hade mer glans och syrlighet. Dessa observationer stämde med de resultat som framkom vid socker, syra- och aromanalyserna. Den största skillnaden mellan proven var dock att Korona hade betydligt högre värden på attributet bilukt - i storleksordningen 30 jämfört med ungefär 5 för Honeoye på den hundragediga skalan som bedömrarna använde. Detta avspeglade sig även i de beskrivningar som panelmedlemmarna gjorde av bilukten hos de två sorterna. Avsevärt fler ord användes för att beskriva bilukten hos Korona än hos Honeoye. Exempel på ord som nyttjades för bilukten i Honeoye var av så olika karaktär som honungsmelon, karamell, gummi och papp, medan bilukten i Korona exempelvis beskrevs som melon, plast, ost, bensen, gödsel, papper och förpackning. De bismaker som noterades var både färre och av svagare karaktär än bilukten och beskrevs som vatten och metalliskt för Honeoye samt vatten, Salubrin och mögel för Korona.

Två personer som preparerade proverna luktade i påsarna i samband med förpackningsögonblicket för att klargöra om det ansamlats några dofter inuti förpackningarna under lagringen. Det observerades inga skillnader mellan de olika förpackningarna med bär av samma sort. De ord som beskrev luktförnimmelsen i samband med öppnandet var söt, gräddig, jordgubbe, gräs samt stickande för Honeoye samt söt, syrlig, ättika, smörsyra, marsipan, kompost, unken samt tuggummi för Korona. I några fall uppfattades lukten i påsarna med Korona som aningen obehaglig.

Diskussion

Projektets resultat tyder på att det är fullt möjligt att bevara jordgubbars kvalitet längre tid än för närvarande genom att förpacka dem på rätt sätt. Den stora vinsten görs på det utseendemässiga

planet. Bären bibehåller sin färg, lyster och fasthet bättre om de förpackas korrekt än om de förvaras i öppna behållare. En annan stor fördel är att förpackningsmaterialet förhindrar uttorkning.

Förvaring i modifierad atmosfär påverkade aromutvecklingen i Korona. Etylacetat, som är en markörs substans för fermentativ metabolism, ökade markant i de förpackade jordgubbarna. Detta var särskilt tydligt i förpackning B och D, d.v.s. de påsar som redan från dag 0 innehöll en modifierad atmosfär, vilket tyder på att det var den förändrade gassammansättningen som inducerade denna process. Aromen i Honeoye påverkades inte på detta sätt. Tidigare studier har visat att det finns jordgubbssorter vars aromproduktion är känslig respektive okänslig för förvaring i modifierad atmosfär, vilket sålunda var fallet även för Korona respektive Honeoye. Även om aromprofilen blev förändrad i förpackade bär av sorten Korona så blev den inte det i sådan omfattning att det påverkade de sensoriska egenskaperna, d.v.s. bären smakade och luktade trots allt likadant. En negativ konsekvens var emellertid att det fanns en antydning till att den inneslutna gasen som frigjordes i öppningsögonblicket kunde uppfattas som obehaglig i påsar med Korona.

Det är knappast rimligt att tro att alla jordgubbar i framtiden kommer att säljas förpackade och det är förmodligen inte heller lönt att förpacka bär som garanterat kommer att vara sålda inom ett dygn. Förpackning av jordgubbar kan dock vara ett mycket attraktivt alternativ för bär som ska transporteras långa sträckor eller som av annan anledning behöver några dagars förlängd hållbarhet, t.ex. för att utvidga marknaden. En annan vinst som kan göras med längre hållbarhet är att det går att minska den kostsamma helgplockningen av bär. Den utrustning som krävs för att kunna förpacka jordgubbar är förpackningsmaterial och en enkel svets för att försluta påsarna. Resultaten gav inga indikationer på att det är lönt att investera i apparatur som kan förse förpackningarna med en lämplig gasblandning utan det är fullt tillräckligt att noggrant välja ett material med lämplig genomsläpplighet, och låta naturen ha sin gång genom att respirationen ser till att det etableras en gynnsam atmosfär inuti förpackningen. Försöken visade att jordgubbars förmåga att bibehålla sin arommässiga kvalitet är sortberoende och det är sålunda av yttersta vikt att förvissa sig om att den bärsort som ska förpackas lämpar sig för lagring i modifierad atmosfär innan tekniken används.

Publikationer och övrig resultatförmedling till näringen

Projektet och de erhållna resultaten har muntligen presenterats för den samlade svenska jordgubbsbranschen vid två tillfällen – båda gångerna i samband med den årliga bärkursen på Sunds herrgård, arrangerad av Magnus Engstedt. Detta skedde 7 december 2004 samt 29 november 2005. Dessa presentationer har dessutom lett till notiser i tidskriften Viola/Frukt och Bär.

Projektet presenterades även muntligt på en internationell vetenskaplig konferens i Campinas i Brasilien. Denna presentation resulterade i en publikation i konferensdokumentationen med titeln "Shelf-life Extension of Strawberries". Artikeln var införd i *Proceedings of the 22nd IAPRI Symposium*, Campinas, Brazil, May 22-24, 2005.

Den populärvetenskapliga rapport som är bifogad denna slutrapport kommer också att skickas till tidskriften Livsmedel i fokus för publicering under 2006.

På SIK i Göteborg anordnas en temadag om aktuell livsmedelsforskning för personer i branschen 2 februari 2006. På detta seminarium kommer resultaten att presenteras muntligt.

Ovanstående presentationer, även inbegripet denna slutrapport, har emellertid inte erbjudits utrymme för en detaljerad beskrivning eller minutiös genomgång av projektet och dess resultat. Detta kommer därför att ske i form av en vetenskaplig artikel som har skickats in till *Journal of Food Science* för publicering. Tidskriftens bedömningsprocesser tar dock viss tid men förhoppningen är att arbetet kommer i tryck under 2006.