



Kartgallring i fruktodling via maskinell blomreduktion – förstudie

Tillväxt Trädgård

Ibrahim Tahir* & David Hansson**

* Område Växtförädling & bioteknik, SLU Alnarp

**Område Jordbruk – odlingssystem, teknik och produktkvalitet, SLU Alnarp

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

Rapport till Tillväxt Trädgård i projektet (38/09) ” Kartgallring i fruktodling via maskinell blomgallring”. Januari 2011

Förord

Projektet ”Kartgallring i fruktodling via maskinell blomgallring” utfördes under 2009 av Äppelriket Österlen i två äppelsorter (Discovery och Ingrid Marie) hos en fruktodlare i Kivik. Projektet har finansierats av Tillväxt Trädgård SLU Alnarp (Projekt 38/09) och Äppelriket Österlen.

Vi tror att resultatet från detta projekt kan i framtiden få en praktisk tillämpning såväl inom integrerad som ekologisk produktion av frukt för att minska den manuella kartgallringstiden och därmed minska kostnaderna för kartgallring och sortering. En väl utförd kartgallring leder till förbättrad fruktqualität, bättre fruktstorlek och täckfärg, högre halter av socker, syra och vitaminer samt fastare frukt. Fördjupade studier i Sverige krävs dock för att ytterligare utvärdera och för att introducera mekanisk kartgallring i äpple, päron och ev. plommon i större skala.

Vi vill rikta ett tack till alla som har bidragit till att projektet kunnat genomföras. Ett speciellt tack riktas till Henrik Stridh, som genomfört de praktiska momenten i försöket, samt varit idégivare till projektet tillsammans med Marcus Söderlind, LRF/GRO samt Birgitta Svensson, Område Hortikultur, SLU Alnarp.

Alnarp, januari 2011

David Hansson
Projektledare
SLU Alnarp
Område Jordbruk

Ibrahim Tahir
Forskare
SLU Alnarp
Område Växtförädling & bioteknik

Erik Steen Jensen
Områdeschef
SLU Alnarp
Område Jordbruk

Fotot på framsidan av rapporten är taget av Henrik Stridh, Äppelriket Österlen. Bilden visar den utrustning (Darwin) som användes i projektet med kartgallring i fruktodling via maskinell blomreduktion.

Sammanfattning

Kartgallring är viktig främst vid odling av äpple, päron och plommon för att få hög frukt-kvalitet. Maskinell blomreduktion i Discovery och Ingrid Marie ökade fruktvikten med 25-34 % jämfört med de ej kartgallrade kontrollerna. Blomreduktion vid högt varvtal på pisksnörena (300 rpm) minskade äppleskörden med ca 25 %. Lägre varvtal (240 och 270 rpm) tenderade till en minskad skörd, men detta var inte signifikant påvisbart.

Den maskinella kartgallringen resulterade i en förbättrad balans mellan socker och syrainnehållet i Discovery och Ingrid Marie, vilket gav en förbättrad fruktsmak. Gallringen gav rödare äpple och ökade antioxidantinnehållet. Kartgallringen gav en lägre kalcium/kalium-kvot, vilket var förväntat. Detta påverkade dock inte fruktens lagringsduglighet negativt. Kartgallringen gav i försöket en större positiv effekt på äppelsorten Discovery, medan effekten inte var lika stor för Ingrid Marie.

Resultatet från förstudien visade att maskinell kartgallring är en praktisk och användbar metod. Genom den maskinella blomreduktionen bör odlarna kunna minska tiden för den manuella kartgallringen betydligt jämfört med idag. Maskinell kartgallring med den utrustning som använts i studien, Darwin, ställer vissa krav på frukträdens form. Lämpliga trädformer är slank spindel, vertikal axel och super spindel. Trädformer med långa grenar eller skott (central ledare, sol axel, Nordholländsk spindel) är troligtvis mindre lämpliga för denna typ av utrustning.

Inledning

Projektets övergripande målsättning är att utvärdera kartgallring i fruktodling via maskinell blomreduktion, som utförs i samband med blomningen. Om maskinell blomreduktion är användbar även i Sverige bör den leda till en förbättrad frukt kvalitet och jämnare fruktsättning år från år.

Kartgallring är viktig främst vid odling av äpple, päron och plommon för att få hög kvalitet på frukten. Gallring ger bättre fruktstorlek och täckfärg, högre halter av socker, syra och vitaminer samt fastare frukt. Den minskar sorteringskostnader och risken för växelbäring (vartannatårsskörd) (Ascard & Engström, 2008).

Vissa äppelsorter kräver mer gallring än andra. Summered är ett exempel på en sort som kräver kartgallring för att den ska utvecklas och få en fin färg (Stridh, 2005). Kartgallring är därför en viktig åtgärd vid produktion av kvalitetsfrukt. Kartgallring kan utföras både under blomning och under fruktsättning. Många odlare föredrar att gallra under fruktsättningen för att garantera en tillräckligt hög skörd. Men för att få en bra fruktutveckling, skall gallringen utföras så tidig som möjligt (Wertheim, 2000).

Kartgallring kan utföras antingen genom manuell kartreduktion, kemiskt med ammoniumsulfat i blomningen eller genom maskinell blomreduktion. Manuell gallring är arbetskrävande. Handgallringstiden i fruktodlingar uppgår ofta till 100 – 150 timmar per hektar (Stridh, pers. medd., 2009). Detta innebär en kostnad på 17 – 25 000 kr/ha vid en arbetskostnad på 170 kr per timma. Resultatet av kemisk kartgallring är ofta svårt att förutsäga. Vissa år ger kemisk kartgallring en god effekt, medan andra år så blir den sämre. Dessutom rekommenderas inte kemisk gallring p.g.a. dess negativa effekt på miljön. Genom den maskinella blomreduktionen kan odlarna minska tiden för den manuella kartgallringen med upp till 80 % jämfört med idag.

De första idéerna med att gallra frukt på ett maskinellt sätt uppkom 1990. Man ville utveckla en gallringsmetod som var arbetsbesparande, fri från kemikalier och som var mindre beroende av vädret. Under flera år arbetade Hermann Gessler, en tysk fruktodlare från Bodenseeområdet (Bodensjön), med att utveckla ett maskinellt gallringssystem, resultatet blev Darwin.

Maskinell kartgallring verkar vara en lovande metod (Wertheim, 2000). Att introducera en kostnadseffektiv maskinell metod för kartgallring i äpple, päron och ev. plommon, som leder till en stor skörd av hög frukt kvalitet till en rimlig kostnad, är ett viktigt mål för att utveckla fruktproduktionen i Sverige.

För att lyckas med maskinell kartgallring i fruktodling via blomreduktion genom roterande ”pisksnören”, bör träden ha en trädform med korta grenar och skott, t.ex. slank spindel, vertikal axel eller super spindel. Mindre lämpliga trädformer för metoden är central ledare, sol axel, Nordholländsk spindel och Geneva Y-form.

I denna förestudie utvärderades Darwin (Figur 1), som är en utrustning för maskinell kartgallring i fruktodling via blomreduktion. Metodens effekt på kartsättning och frukt kvalitet har jämförts med när kartgallring ej har utförts.

Material och metod

Darwin tillverkas av företaget Fruit - Tec i Tyskland (www.fruit-tec.com) (Figur 1).

Darwin har roterande pisksnören som körs nära trädraden. Blommor och kart gallras bort genom att grenarna piskas. Utrustningen intensitet (och därmed resultatet av kartgallringen) regleras genom piskornas varvtal och traktorns körhastighet. Den utrustning som används idag är frontmonterad och drivs av traktorns hydraulsystem.



Figur 1. Kartgallring i fruktodling via maskinell blomreduktion. I försöket användes den traktorburna utrustningen Darwin. Film på utrustning se <http://www.fruit-tec.com/index.php?lang=en>

Kartgallring med den traktorburna utrustningen Darwin utfördes av Äppelriket Österlen under vecka 20-22 genom maskinell blomreduktion i två äppelsorter, Discovery och Ingrid Marie, hos en fruktodlare i Kivik, Skåne. Blomreduktionen utfördes vid en körhastighet på 8 km/h och med tre intensiteter; genom att variera varvtalet på ”pisksnörena”. Dessutom fanns en obehandlad kontroll. Se försöksleden nedan:

A: kontroll, ingen kartgallring.

B: varvtalet på ”pisksnörena” var 240 varv per minut (rpm).

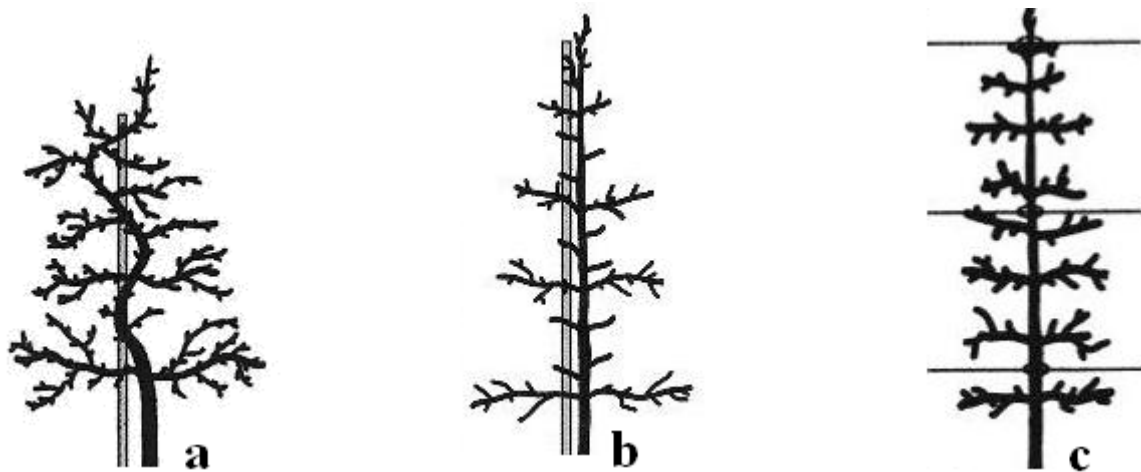
C: varvtalet på ”pisksnörena” var 270 varv per minut (rpm).

D: varvtalet på ”pisksnörena” var 300 varv per minut (rpm).

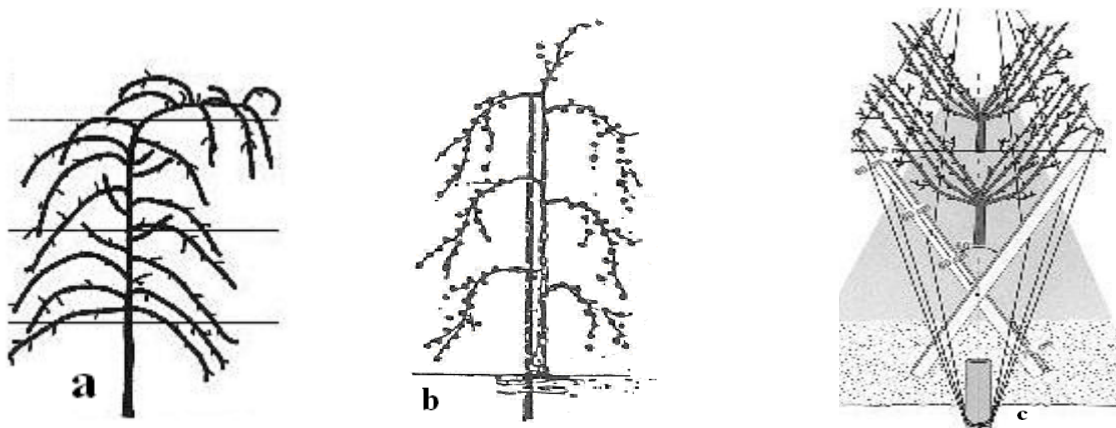
Vid behandlingstillfället var äppelträden i full blom. Avläsning av uppnådd kartreduktion genomfördes vid midsommartid och efter junikartfallet, genom att räkna antalet frukter per träd. För de båda sorterna upprepades varje försöksled i 3 block med 20 träd per parcell. Träden i fruktodlingen var etablerade som slank spindel (Figur 2 a).

Vid den optimala skördetiden, som bestämdes genom analys av ändringar i mognadsindex (fasthet, sockerhalt, syrahalt, stärkelse och skalfärg), plockades frukter från de 10 träd som stod i mitten av parcellen. Det fanns 5 blindträd på varje sida om de 10 träden där mätningar genomfördes. Det plockades äpplen från 30 träd per försöksled.

Frukten räknades, vägdes och sorterades. Fruktkvalitet vid skörd och efter lagring utvärderades genom en analys av 5 frukter per träd, dvs. 150 frukter per försöksled. Två lådor (150 frukter) från varje försöksled lagrades i kyl (Discovery) och i ULO-lager (Ingrid Marie) under 2 resp. 5 månader. Statistik analys, ANOVA, utfördes på all data med statistikprogrammet SAS.



Figur 2. Trädformer som är lämpliga för maskinell blomreduktion: a. slank spindel, b. vertikal axel och c. super spindel (Teckning: Ibrahim Tahir).



Figur 3. Trädformer som är mindre lämpliga för maskinell blomreduktion: a. sol axel, b. Nordholländsk spindel och c. Geneve Y-form (Teckning: Ibrahim Tahir).

Utförda analyser

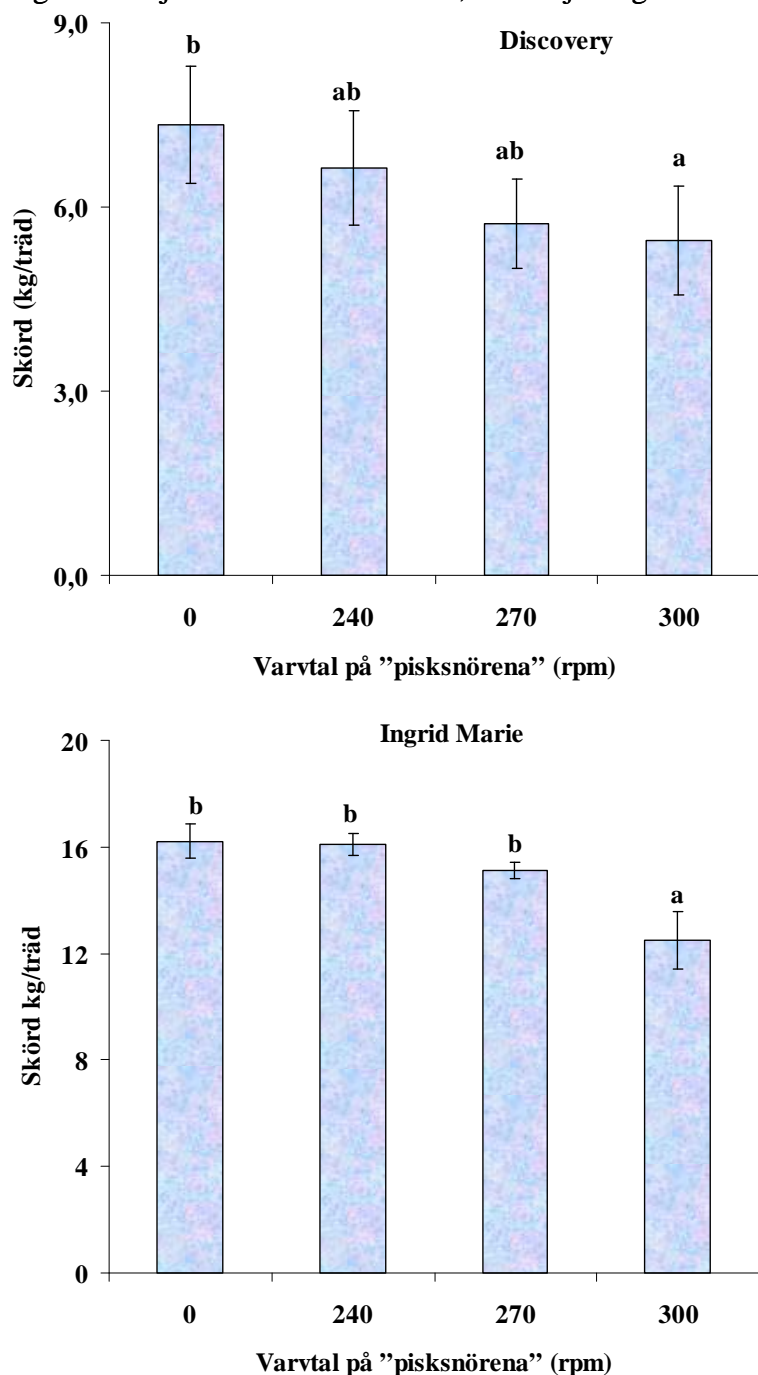
- Fruktfärg med färgmätare (Minolta Chromameter CR 200). Färgmätaren visar mängden röd färg (a-värde) i skalet. Ju högre a-värde desto rödare frukt.
- Fruktskalets fasthet mäts med penetrometer (trycket anges i kilogram per cm²).
- Sockerhalten mäts med refraktometer som halten löslig torrsubstans i fruktsaft (Brix). I äppelsaften ger avläsningen i (%) en uppskattning av halten löslig torrsubstans, dvs. sockerhalten plus andra lösta ämnen.
- Syrainnehållet i fruktsaften mäts genom titrering med NaOH.
- Fruktsmak: sockerhalten i fruktsaften dividerat med syrahalten.
- Fruktstärkelse mäts med jod-test.
- Förekomst av svampangrepp och lagringssjukdomar, okulär besiktning.
- C-vitamin mäts med HPLC.
- Fruktens mineralinnehåll (kväve, kalium, fosfor, kalcium, magnesium och natrium).

Frukt som klassificeras med en bra kvalitet har skalet täckt med mer än 50 % röd färg och smaken skall också ha en bra balans mellan sötma och syrlighet, dvs. socker/syra-kvoten bör vara 0,5-0,7 hos Discovery och 0,5-0,8 hos Ingrid Marie. Frukten skall varken vara för hård eller för mjuk (för Discovery 7,5-8,5 kg/cm², och för Ingrid Marie 6,0-7,0 kg/cm²). Frukt med högt kväveinnehåll, lågt kalciuminnehåll och låg kalcium/kalium kvot har ofta en dålig lagringsduglighet.

Resultat

Effekt på skörden och fruktstorlek

Blomreduktion med 300 rpm (varv per minut) minskade skörden med 25 % hos Discovery och 22 % hos Ingrid Marie, medan behandling med 240 eller 270 rpm inte gav signifikant lägre skörd jämfört med kontrollen, d.v.s. ej kartgallrade träd (Figur 4).



Figur 4. Effekt av maskinell kartgallring på skörden. (Discovery överst, medelvärde \pm SD=0,88 och Ingrid Marie nederst, medelvärde \pm SD=0,6.). Olika bokstäver ovan staplarna anger att signifikanta skillnader (95 % signifikansnivå) finns mellan behandlingarna.

Maskinell kartgallring ökade fruktvikten med 30 % hos Discovery och 34 % hos Ingrid Marie jämfört med kontrollen (Tabell 1).

Tabell 1. Effekten av maskinell kartgallring på fruktstorleken (g/frukt) vid försök på äppelsorterna Discovery och Ingrid Marie

Behandlingar	Discovery	Ingrid Marie
Kontroll (ej kartgallrade träd)	94,3 a*	137,2 a
Varvtal på "pisksnörena" - 240 rpm	116,8 b	176,9 b
Varvtal på "pisksnörena" - 270 rpm	124,9 b	184,4 b
Varvtal på "pisksnörena" - 300 rpm	121,9 b	168,1 b

* Olika bokstäver anger att det finns signifikanta skillnader mellan behandlingarna (95 % signifikansnivå).

Knappt en femtedel av frukten var små (klass II; dvs. frukt som är mindre än 60 mm i diameter) i det ej kartgallrade kontrollet med Discovery. Maskinell kartgallring av Discovery minskade antalet små frukter (klass II) med 58 % för 240 rpm, 60 % för 270 rpm och 76 % för 300 rpm, jämfört med kontrollen. Resultatet var nästan det samma oavsett varvtal på de roterande "pisksnörena". Endast 7,7 % av frukten från de ej kartgallrade Ingrid-Marieträden sorterades som klass II. Detta beror till stor del på att Ingrid Marie ger generellt större frukter än Discovery. För Ingrid Marie minskade maskinell kartgallring med 240 rpm antalet små frukter med 60 % jämfört med kontrollen (Tabell 2).

Tabell 2. Effekten av maskinell kartgallring på antalet små frukter (%) (Klass II)

Behandlingar	Discovery	Ingrid Marie
Kontroll (ej kartgallrade träd)	16,7 a*	7,7 a
Varvtal på "pisksnörena" - 240 rpm	7,0 b	3,0 b
Varvtal på "pisksnörena" - 270 rpm	6,7 b	3,7 b
Varvtal på "pisksnörena" - 300 rpm	4,0 b	3,3 b

* Olika bokstäver anger att det finns signifikanta skillnader mellan behandlingarna (95 % signifikansnivå).

Effekt på frukt kvalitet

Maskinell kartgallring av sorten *Discovery* gav ingen effekt på fruktfastheten. Sockerhalten var lägre i frukten från kartgallrade träd med 240 rpm medan de andra rotationshastigheterna inte påverkade sockerhalten (Tabell 3). Syrligheten ökade med 20 % (240 rpm), 43 % (270 rpm) och 52 % (300 rpm) jämfört med kontrollen. Smaken (syra/socker-kvoten) förbättrades oavsett varvtal på de roterande "pisksnörena". Den största effekten av maskinell kartgallring var på fruktfärg. Frukter från kartgallrade träd hade bättre färg (38 % mer rödfärgat skal för 240 rpm och 270 rpm samt 47 % för 300 rpm) i jämförelse med frukt från ej kartgallrade träd (Tabell 3).

Tabell 3. Frukt kvalitet hos Discovery efter maskinell kartgallring

Behandlingar	Fasthet kg/cm ²	Total löslig torrs substans (TSS) dvs. sockerhalten (%)	Syrlighet dvs. syrahalten (%)	Syra/Soc ker	Rödfärg a * mängd
Kontroll (ej kartgallrade träd)	7,7 a*	12,3 b	0,44 a	0,04 a	23,0 a
Varvtal på "pisksnörena" - 240 rpm	8,0 a	11,5 a	0,53 b	0,05 b	32,3 b
Varvtal på "pisksnörena" - 270 rpm	8,1 a	11,8 ab	0,63 bc	0,05 b	31,7 b
Varvtal på "pisksnörena" - 300 rpm	8,0 a	12,2 b	0,67 c	0,05 b	33,7 b

* Olika bokstäver anger att det finns signifikanta skillnader mellan behandlingarna (95 % signifikansnivå).

Maskinell kartgallring av **Ingrid Marie** gav signifikanta effekter på fruktkvaliteten. Fruktfastheten ökade med 9-20 %, sockerhalten (total löslig torrs substans, d.v.s. T.S.S) ökade med (5-14 %) och syrligheten med 23-53 %. Gallring med den lägsta intensiteten med 240 rpm på ”pisksnörena” hade störst effekt på fasthet och sockerhalt jämfört med andra varvtalen. Maskinell kartgallring av Ingrid Marie förbättrade fruktfärgen, men inte i lika stor grad som för Discovery (Tabell 4).

Tabell 4. Fruktkvalitet hos Ingrid Marie efter maskinell kartgallring

Behandlingar	Fasthet kg/cm ²	Total löslig torrs substans (TSS) dvs. sockerhalten (%)	Syrlighet dvs. syrahalten (%)	Syra/ Socker	Rödfärg a * mängd
Kontroll (ej kartgallrade träd)	5,5 a*	11,4 a	0,43 a	0,03 a	28,0 a
Varvtal på ”pisksnörena” - 240 rpm	6,6 c	13,0 b	0,53 b	0,04 b	33,5 b
Varvtal på ”pisksnörena” - 270 rpm	6,0 b	12,4 b	0,61 c	0,05 c	35,1 b
Varvtal på ”pisksnörena” - 300 rpm	6,0 b	12,0 a	0,66 c	0,06 d	32,3 b

* Olika bokstäver anger att det finns signifikanta skillnader mellan behandlingarna (95 % signifikansnivå).

Effekt på antioxidantinnehållet

Kartgallrade träd av Discovery gav äpplen med ett högre antioxidantinnehåll. Antocyanin i frukter från kartgallrade träd med 240 rpm på pisksnörena ökade med 64 % jämfört med frukter från ej kartgallrade träd. Halten av C-vitamin i dessa frukter var ca 50 % högre än halten i frukt från ej kartgallrade träd. Total fenol i frukter från kartgallrade träd gav också högre halter jämfört med frukter från ej kartgallrade träd. Behandlingen med 270 rpm gav den högsta fenolhalten (Tabell 5).

Tabell 5. Antioxidantinnehållet hos Discovery vid maskinell kartgallring

Behandlingar	Antocyanin mg/kg dw	Total fenol mg/kg dw	C- vitamin mg /100 g fw
Kontroll (ej kartgallrade träd)	29,5 a*	64,1 a	6,0 a
Varvtal på ”pisksnörena” - 240 rpm	48,5 c	75,8 b	9,4 b
Varvtal på ”pisksnörena” - 270 rpm	40,7 b	91,8 c	6,5 a
Varvtal på ”pisksnörena” - 300 rpm	44,4 bc	82,4 b	8,4 b

* Olika bokstäver anger att det finns signifikanta skillnader mellan behandlingarna (95 % signifikansnivå).

Effekt på lagringsdugligheten

Maskinell kartgallring gav inte någon effekt på kväve, fosfor, magnesium och natrium i frukten (data presenteras inte). Frukt från gallrade träd gav högre kaliuminnehåll och lägre kalciuminnehåll. Äpplen från kartgallrade träd av Discovery och Ingrid Marie hade lägre kalcium/kalium-kvot (Tabell 6). Denna effekt var förväntad eftersom gallring ökar fruktstorleken och minskar kalciuminnehållet (Sas, 1993).

Tabell 6. Kalcium/kalium-kvot i frukt vid maskinell kartgallring

Behandlingar	Discovery	Ingrid Marie
Kontroll (ej kartgallrade träd)	0,033 a*	0,036 a
Varvtal på "pisksnörena" - 240 rpm	0,016 b	0,026 b
Varvtal på "pisksnörena" - 270 rpm	0,015 b	0,011 b
Varvtal på "pisksnörena" - 300 rpm	0,016 b	0,011 b

* Olika bokstäver anger att det finns signifikanta skillnader mellan behandlingarna (95 % signifikansnivå).

Lägre kalcium/kalium-kvot påverkade dock inte fruktens lagringsduglighet, med undantag av då kartgallring utfördes på Discovery med 300 rpm (Tabell 7).

Tabell 7. Syra/socker-kvot och mängden rutten frukt av Discovery och Ingrid Marie. Discovery lagrades 2 månader i kyl och Ingrid Marie lagrades 5 månader i ULO-lager

Behandlingar	Discovery		Ingrid Marie	
	Syra/socker	Rutten frukt %	Syra/socker	Rutten frukt %
Kontroll (ej kartgallrade träd)	0,02 a*	6,5 a	0,02 a*	4,1 a
Varvtal på "pisksnörena" - 240 rpm	0,04 b	5,1 a	0,04 b	3,3 a
Varvtal på "pisksnörena" - 270 rpm	0,02 a	6,2 a	0,02 a	4,0 a
Varvtal på "pisksnörena" - 300 rpm	0,03 ab	8,1 b	0,03 ab	3,6 a

* Olika bokstäver anger att det finns signifikanta skillnader mellan behandlingarna (95 % signifikansnivå).

Minskad arbetstid

I studien uppskattades tiden för den maskinella kartgallringen uppgå till maximalt 3-5 timmar per ha beroende på arealens storlek. Denna tid inkluderar tiden för behandlingen och tiden för alla förberedelser. Det innebär att genom den maskinella blomreduktionen bör odlarna kunna minska tiden för den manuella kartgallringen med drygt 90 % jämfört med idag.

Slutsatser

I denna studie gav maskinell kartgallring via blomreduktion positiva effekter via ökad fruktstorlek och fasthet samt förbättrad smak och färg. Den maskinella kartgallringen gav en förbättrad balans mellan socker och syrainnehållet i Discovery och Ingrid Marie, vilket resulterar i en förbättrad fruktsmak. Gallringen gav även rödare äpple och ökade antioxidantinnehållet.

Kartgallringen gav en större positiv effekt på äppelsorten Discovery, medan effekten inte var lika stor för Ingrid Marie. Studien tyder på att Discovery behöver kartgallring för att få större fruktstorlek och för att förbättra dess kvalitet.

Vid kartgallring bör man vara försiktig med för kraftig gallring, för att undvika en alltför låg kalcium/kalium-kvot, vilken kan orsaka lagringssjukdomar. Som förväntat gav kartgallringen en lägre kalcium/kalium-kvot. Detta påverkade dock inte fruktens lagringsduglighet negativt i studien upp till 270 rpm på de blomreducerande pisksnörena för både Discovery och Ingrid Marie.

I studien gav det lägsta varvtalet 240 rpm på pisksnörena den bästa effekten på både Discovery och Ingrid Marie.

Maskinell kartgallring med den utrustning som använts i studien, Darwin, ställer vissa krav på frukträdens form. Lämpliga trädformer är slank spindel, vertikal axel och super spindel. Trädformer med långa grenar eller skott (central ledare, sol axel, Nordholländsk spindel) är troligtvis mindre lämpliga för denna typ av utrustning (Figur 2 och 3).

Litteratur

Ascard J. & Engström M. 2008 *Viktigt med kartgallring*. Nyhetsbrevet Ekofruktodling. Nr 4, Juli. Jordbruksverket, Fruktsupport. Tillgänglig: <http://www.sjv.se/ekofruktbrev>

Sas, P. 1993. Fruit storage. BP. Ungern.

Stridh H. 2005. *Fruktodling i praktiken*. Ingår i Ekologiskt lantbruk. Konferens 22-23 november 2005. SLU, Centrum för uthålligt lantbruk, Uppsala.

Stridh, H, Äppelriket Österlen Personligt meddelande, 2009-05-04.

Wertheim S.J. (2000) Developments in the Chemical Thinning of Apple and Pear, *Plant Growth Regulation*, No. 31:85-100, the Netherlands.

Fruit-Tec Adolf Betz company. Tillgänglig: <http://www.fruit-tec.com/index.php?lang=en> [2011-01-13].