



LANDSKAP TRÄDGÅRD JORDBRUK

Rapportserie



Nya ogräsbekämpningsmetoder i ekologisk och integrerad fruktodling

New weed control methods in organic orchards

SLU EkoForsk
Tillväxt Trädgård
Partnerskap Alnarp

David Hansson, Ibrahim Tahir & Sven-Erik Svensson

Område Agrosystem, SLU Alnarp

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

Rapport 2012:2

ISSN 1654-5427

ISBN 978-91-87117-01-5

Alnarp 2012



LANDSKAP TRÄDGÅRD JORDBRUK

Rapportserie

Nya ogräsbekämpningsmetoder i ekologisk och integrerad fruktodling

New weed control methods in organic orchards

SLU EkoForsk
Tillväxt Trädgård
Partnerskap Alnarp

David Hansson, Ibrahim Tahir & Sven-Erik Svensson

Område Agrosystem, SLU Alnarp

Tillväxt Trädgård

Är ett projekt som syftar till att ge förutsättningar för ökad konkurrenskraft och tillväxt inom trädgårdsnäringen genom nytänkande och samarbete.

Projektet finansieras av Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling: Europa investerar i landsbygdsområden, SLU, LTJ-fakulteten Alnarp, LRF/GRO, Hushållningssällskapen i Malmöhus, Halland och Kristianstad, Lovang Lantbrukskonsult AB, Mäster Grön samt Prysek.



Europeiska jordbruksfonden för
landsbygdsutveckling: Europa
investerar i landsbygdsområden

FÖRORD

Projektet ”Nya ogräsbekämpningsmetoder i ekologisk fruktodling - New weed control methods in organic orchards” utfördes under 2008-2010 i Sven Åke Ekbergs fruktodling i Rörum, Österlen, i äppelsorten Amorosa. Projektet har finansierats av SLU Ekoforsk, Tillväxt Trädgård vid SLU Alnarp (Projekt 25/08 TT) och Partnerskap Alnarp (Projekt 285).

Vår förhoppning är att resultatet från detta projekt skall få en praktisk tillämpning i framtiden genom utveckling av nya ogräsbekämpningsstrategier som leder till hög skörde kvalitet och stor skörd inom ekologisk fruktodling. Fördjupade studier i Sverige krävs dock för att optimera vissa faktorer för de olika ogräsbekämpningsstrategierna, t.ex. näringstillförsel och bevattning.

Vi vill rikta ett tack till alla som har bidragit till att projektet kunnat genomföras. Ett speciellt tack riktas till Sven Åke Ekberg, som genomfört de praktiska momenten i försöket, samt fruktrådgivare Henrik Stridh (Äppelriket Österlen) som har bidragit med sitt gedigna kunnande inom området.

Alnarp, januari 2012

David Hansson
Projektledare

Ibrahim Tahir
Forskare

Erik Steen Jensen
Områdeschef

SLU Alnarp

SLU Alnarp

SLU Alnarp

Område Agrosystem

Område Växtförädling & bioteknik

Område Agrosystem

Fotot på framsidan av rapporten är taget av David Hansson, Område Agrosystem, SLU Alnarp. Bilden visar hur det kan se ut i en fruktodling som tillämpar Sandwichsystemet.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	1
SAMMANFATTNING	3
SUMMARY	4
INLEDNING	5
LITTERATURGENOMGÅNG	6
MATERIAL OCH METOD	8
OGRÄSAVLÄSNING OCH OGRÄSBEKÄMPNING	9
FRUKTRÄDENS VEGETATIVA TILLVÄXT	10
BEDÖMNING AV OPTIMAL SKÖRDETIDPUNKT	10
SKÖRD OCH FRUKTVIKT	10
LAGRING	10
UTFÖRDA ANALYSER	10
ÖVRIGA UTFÖRDA ANALYSER	11
RESULTAT OCH DISKUSSION	12
OGRÄSETS MARKTÄCKNINGSGRAD	12
MARKTÄCKNINGSGRADENS INVERKAN PÅ SKÖRD	13
MARKTÄCKNINGSGRADENS INVERKAN PÅ FRUKTKVALITET	14
OGRÄSFLORAN	14
RESULTATJÄMFÖRELSE FÖR FRUKTKVALITET OCH FRUKTKVANTITET DÅ OGRÄSBEKÄMPNING GENOMFÖRS VIA MEKANISK BEKÄMPNING INOM EKOLOGISK PRODUKTION	15
KOSTNADER FÖR DE OLIKA OGRÄSBEKÄMPNINGSSTRATEGIERNA	20
SKILLNADER I INTÄKT MELLAN DE OLIKA OGRÄSBEKÄMPNINGSSTRATEGIERNA	21
AVSLUTANDE DISKUSSION	23
SLUTSATS	26
REFERENSER	27
BILAGA 1	30
RESULTATJÄMFÖRELSE FÖR FRUKTKVALITET OCH FRUKTKVANTITET DÅ OGRÄSBEKÄMPNING GENOMFÖRS MED GLYFOSAT INOM INTEGRERAD PRODUKTION	30
BILAGA 2	33
KOSTNADSBERÄKNING FÖR INSATSER AV MASKINER, ARBETE OCH PREPARAT	33
BILAGA 3	34
MASKINKOSTNADSKALKYL FÖR ENLIGT MEDELÅRSBERÄKNINGSMETODEN	34

SAMMANFATTNING

Projektets mål var att utvärdera om några nya ogräsbekämpningsmetoder i ekologisk äppelodling, som kombineras till hela strategier, kan ge bibehållen ekonomisk lönsamhet jämfört med traditionell mekanisk ogräsbekämpning, där hela markytan under trädraden bearbetas.

Projektet hade en tvärdisciplinär forskningsansats där olika typer av markbehandlingar i äppelodling, främst mekanisk bearbetning i kombination med gräsklippning (Sandwichsystem) samt kemisk bekämpning med den naturligt förekommande herbiciden ättiksyra, studerades hur de påverkade bl.a. äppelskörden och fruktträdens tillväxt. I försök under tre år studerades inverkan av några viktiga parametrar såsom ogräsets marktäckningsgrad, äppelskördens kvalitet och kvantitet, skördetidpunkt, lagringsduglighet och trädens tillväxt.

I försöket studerades 6 olika ogräsbekämpningsstrategier. Fyra av strategierna är godkända för ekologisk odling; alltifrån helt öppen mark via mekanisk bearbetning till helt gräsbevuxen mark under träden. Det studerades även en strategi med den naturligt förekommande herbiciden ättiksyra, för att få erfarenheter hur den fungerar i ekologisk odling, om den även skulle bli godkänd här.

Även en jämförelse mellan de ekologiska strategiernas påverkan på fruktens kvalitet och lagringsegenskaper och en strategi med glyfosat, som är tillåten för ogräsbekämpning inom Integrerad Produktion (IP), genomfördes. Denna utökade studie genomfördes med finansiering från Partnerskap Alnarp och Tillväxt Trädgård vid SLU Alnarp.

Hypotes i projektet: Det är möjligt att reducera kostnaderna för ogräsbekämpning i ekologisk äppelodling med Sandwichsystem jämfört med traditionell ogräsbekämpning med helt öppen jord under träden, samtidigt som avkastningsnivå, frukt kvalitet, träd tillväxt och totalekonomi bibehålls.

En slutsats från projektet är att Sandwichsystemet, med en permanent kortklippt gräsremsa under träden i kombination med mekanisk bekämpning utanför trädraden, ger minst lika bra odlingsresultat som alternativet med helt öppen jord under träden via mekanisk bearbetning. Sandwichsystemet ger en hög skörd samtidigt som frukt kvaliteten och lagringsdugligheten förbättras, vilket även har resulterat i en förbättrad odlingsekonomi.

Detta sandwichsystem gav den bästa effekten på frukt kvalitet och lagringsduglighet utan behov av någon tillväxtreglering via rotbeskärning. Det finns dock behov av ytterligare studier som utvecklar detta Sandwichsystem i praktisk odling och som då främst bör inriktas på optimering av gödsel- och vattentillförseln samt hur systemet fungerar i moderna odlingssystem för äpple via tätplantering.

Helt öppen jord via mekanisk bekämpning, i och utanför trädraden, i ett ekologiskt odlingssystem förbättrade smaken jämfört med kemisk ogräsbekämpning med glyfosat i ett IP-system. Ogräsbekämpning med ättika i trädraden i kombination med mekanisk bekämpning utanför trädraden medförde att frukten mognade lite senare och hade högre motstånd mot svampangrepp under lagringen.

Ett intressant resultat från projektet var att det fanns ett linjärt samband mellan avkastningsnivån och ogräsets marktäckningsgrad under odlingssäsongen, oavsett använd bekämpningsstrategi. Om ogräsets marktäckningsgrad under träden minskade med 10 %, så blev skörden ca 4 ton högre per ha.

SUMMARY

This project evaluated some new weed control methods in organic apple production, combined into complete strategies, to determine whether they can maintain the same level of grower profitability as mechanical weed control of the entire area under the rows of trees.

A cross-disciplinary research approach was adopted to examine the effects of different types of soil surface treatments in apple orchards, primarily mechanical cultivation and grass cutting (Sandwich system), and chemical treatment with the naturally occurring herbicide acetic acid. In three-year trials, the impacts of important parameters such as soil surface cover by weeds, apple quantity and quality, time of harvesting, storability and tree growth were measured.

Six different weed control strategies were used, four of which are approved for organic production, ranging from completely open soil via mechanical cultivation to having complete grass cover under the trees. A strategy with acetic acid was also studied in order to obtain information on how it might function in organic production were it to be approved for use.

A comparison was also made between the impact of the organic strategies on fruit quality and storage characteristics and that of a strategy with glyphosate, which is permitted for weed control within Integrated Production (IP). This part of the study was funded by Partnership Alnarp and Tillväxt Trädgård at SLU Alnarp.

The hypothesis was that it is possible to reduce the costs of weed control in organic apple production with the Sandwich system compared with weed control with completely bare soil under the trees, while maintaining yield level, fruit quality, tree growth and overall profitability.

A conclusion from the studies was that the Sandwich system, with a permanently clipped grass strip under the trees in combination with mechanical cultivation outside the row of trees, gives at least equally good results as the option with completely bare soil under the trees via mechanical cultivation. The Sandwich system gives high yield and improves fruit quality and storability, in turn improving the overall profitability of the orchard. The good effects of the Sandwich system on fruit quality and storability are achieved without the need for growth regulation by root pruning. However, further studies are needed to develop the Sandwich system for commercial orchards in terms of optimisation of fertilisation and water supply and to determine how the system functions in more modern apple production systems with denser orchards.

Another interesting result from the project is that having completely bare soil through mechanical cultivation within and outside the tree rows in an organic orchard improves fruit flavour compared with chemical weed control with glyphosate in Integrated Production. Weed control with acetic acid under the trees in combination with mechanical weed control outside the row of trees, resulted in later ripening and higher resistance against fungal diseases during the storage.

A linear correlation was found between yield level and degree of weed cover under the trees during the growing season, irrespective of the weed control strategy used. A 10% decrease in the degree of weed cover under the trees increases yield by approximately 4 ton per hectare.

INLEDNING

Det övergripande målet i projektet var att utvärdera om några nya metoder som kombineras till strategier för ogräskontroll i ekologisk äppelodling kan ge bibehållen ekonomisk lönsamhet i odlingen jämfört med traditionell mekanisk ogräsbekämpning där hela markytan under trädraden bearbetas.

Projektet var ett tvärdisciplinärt forskningsprojekt där olika typer av markbehandlingar i äppelodling (främst mekanisk ogräsbekämpning och gräsklippning samt kemisk bekämpning med den naturligt förekommande herbiciden ättiksyra) studeras hur de påverkar bl.a. äppelskörden och fruktträdets tillväxt. I praktiska försök studerades inverkan av några viktiga parametrar såsom ogräsets marktäckningsgrad, äppelskördens kvalitet och kvantitet, skördetidpunkt, lagringsduglighet och trädets tillväxt.

Hypotesen i projektet var: Det är möjligt att reducera kostnaderna för ogräsbekämpning i ekologisk äppelodling med Sandwichsystem jämfört med traditionell teknik med helt öppen jord under träden. Samtidigt kommer avkastningsnivå, fruktkvalitet, trädutveckling och totalekonomi att bibehållas. Försöksverksamheten i projektet pågick under 2008-2010.

I projektet undersöktes 6 olika ogräsbekämpningssystem; alltifrån helt öppen jord i trädraden, över Sandwichsystemet (marktäckande växter i raden av fruktträd som kombineras med mekanisk bekämpning utanför raden), till heltäckande kortklippt gräs på hela ytan.

I försöket studerades de olika ogräsbekämpningssystemens inverkan på äpplets fruktkvalitet, lagringsduglighet och äppelträdets tillväxt. För att förstå hur trädets sundhet och därmed fruktkvaliteten påverkas av olika markbehandlingar är det, enligt Zhiqiang *et al.*, 1999; Mathieu & Aure, 2000; Lang *et al.*, 2001, viktigt att studera metodernas inverkan på utveckling av trädets vegetativa tillväxt, stamdiameter, fotosyntetiska aktivitet, skörd, fruktvikt, fruktkvalitet och lagringsduglighet, dvs. svampangrepp och ändringar i fruktkvalitet under lagringsperiod. Betydelsen av detta finns beskriven i flera källor. Marktäckningsmetoder påverkar fruktmognaden p.g.a. dess inverkan på fotosyntesen, respirationen och metabolismen (Mathieu & Aure, 2000; Tahir *et al.*, 2005).

Den kritiska perioden för fruktkvalitet och skördestorlek är då träden är i full blom och 40-50 dagar därefter (McArtney *et al.*, 1996, Zhang *et al.*, 2005). Under denna period sker en kraftig celledelning och därefter cellförstoring i äppel- och päronträdets frukter. Nästa kritiska period är i augusti (Ferree & Warrington, 2003). Under denna period kan konkurrensen från marktäckande vegetation ha en negativ effekt på fruktkvaliteten.

Försöksled med icke-kemiska ogräsbekämpningsstrategier har finansierats av SLU Ekoforsk och försöksled med ättiksyra och glyfosat har finansierats av Tillväxt Trädgård vid SLU Alnarp samt Partnerskap Alnarp.

LITTERATURGENOMGÅNG

I utlandet liksom i Sverige tillämpas en rad olika metoder för ogräsbekämpning i ekologisk fruktodling. Bland annat kan nämnas: mekaniska metoder, kontrollerad ogräskonkurrerande vegetation (living mulch), marktäckning med organiska material som halm, flis och täckväv (Tahir *et al.*, 2005).

I försök med mekanisk ogräsbekämpning visar det sig att det behövs 3-6 behandlingar per säsong beroende på vald teknik (Rabcewicz *et al.*, 1997; Erlandsson *et al.*, 2000; Hansson *et al.*, 2008; Hansson *et al.*, 2009). Försök med olika typer av ”rotorfräsar” visar att grunda bearbetningar (3-4 cm), ger tillräcklig ogräseffekt vid 4-5 behandlingar per säsong (Hansson *et al.*, 2009). Vissa maskiner resulterade i mekaniska skador på barken i känsliga lägen (t.ex. i nyplanteringar och vid savstigning). Några stora rotskador uppkom inte, men en av maskinerna sopade bort jorden från rötterna. Försöken har tyvärr inte omfattat andra viktiga parametrar som äppelskördens kvalitet och kvantitet.

Försök i fruktodling med naturligt förekommande herbicider visade att nödvändig dos (vätskemängd) var ca 2500 liter 12 % ättiksyra per ha (behandlad yta) och per bekämpningstillfälle, vilket motsvarar 0,25 L/m². För att uppnå samma effekt behövdes 1800 liter 12 % myrsyra/ha eller 1200 liter 7 % pelargonsyra per ha. Med angivna doser rekommenderas 4 - 5 ogräsbekämpningar per år.

Bekämpas en 0,35 m smal remsa under träden blir dosen 250-400 liter 12 % ättiksyra per ha fruktodling och bekämpningstillfälle när radavståndet är 3,5 m (Hansson & Svensson, 2010). De naturligt förekommande herbiciderna är idag inte godkända för ekologisk odling, med det pågår ett arbete för att undersöka möjligheterna att godkänna ättiksyra för ekologisk odling (Ekblad, pers. medd., 2011).

Marktäckning eller kraftig ogräsförekomst i fruktodlingar leder till ökad risk för sorkangrepp (Larsson *et al.*, 1997). En telefonundersökning visade att 36 % av Sveriges fruktodlare ser sork som ett problem i sin odling (Jansson, 2009).

Täckodling i form av ogräskonkurrerande vegetation, t.ex. kortklippt gräs eller olika fånggrödor, kan vara ett sätt att styra den vegetation som växer under träden. Försök visar att kortklippt gräs som tillåts växa under äppelträd minskar skörden och försämrar fruktkvaliteten, när man inte kompenserar för det ökade behovet av näring och vatten (Måge & Skogerbø, 1992; Marks, 1993; Merwin & Stiles, 1994).

Vid Forschungsinstitut für Biologischen Landbau i Schweiz har man utvecklat ett s.k. Sandwichsystem, som reducerar nackdelarna med mekanisk bekämpning i trädraden. Mitt i trädraden sår man ett 30-50 cm brett band med svagväxande vegetation (gräs och örter). På båda sidor om detta band hålls jorden öppen genom mekanisk bearbetning. Fördelarna med systemet är att ingen skada uppstår på stammar eller på rötter om jordbearbetningen sker grunt utanför trädraden. Den mekaniska ogräsbekämpningen kan ske med enkla och robusta maskiner och med högre körhastighet eftersom man slipper gå in och ut mellan träden (Schawlan, 1999; Schmid & Weibel, 2000).

Den etablerade vegetationen är till fördel för nyttoinsekter (Danilovich, 2006), samtidigt som vegetationen lockar till sig sork (Granatstein *et al.*, 2006). Problemet med sork kan dock minska genom att klippa eller ta bort vegetationen i trädraden (Engström, 2004a; Engström, 2004b).

Försök visade att Sandwichsystemet inte förändrade skördens storlek, jämfört med traditionell marktäckning där jorden bearbetas under träden (Schmid *et al.*, 2004). Sandwichsystemet gav dock en ökad trädutväxt (Schmid *et al.*, 2004; Granatstein *et al.*, 2007).

Ett modifierat Sandwichsystem har utvecklats i Holland. Här används en markbehandlingsstrategi som går ut på att kombinera gräsklippning inne i raderna med mekanisk bearbetning utanför under våren. Då fräses jorden i två remsor, på ömse sidor om trädraden. Bearbetningen utförs i första hand för att minska konkurrens från vegetationen och för att minska risken för skador från nattfrost vid blomningen. Efter bearbetningen får gräs och ogräs etablera sig, men all vegetation klipps kort inne i raderna (Ascard pers. medd., 2004).

I de olika Sandwichsystemen kombineras fördelarna hos låg marktäckande vegetation och mekanisk ogräsbekämpning samtidigt som problemet med sork kan hanteras på hösten genom klippning inne i trädraden och jordbearbetning utanför.

Sandwichsystemet är ett intressant odlingssystem för markbehandling som tar ett bredare perspektiv än traditionell ogräsbekämpning. I Sandwichsystemet tas det en större hänsyn till ekosystemet genom att det inkluderar ogräsreglering med trädens närings- och vattenbehov samtidigt som större hänsyn tas till nyttoinsekter. Exempel på positiva miljöeffekter är minskat näringsläckage och minskad jorderosion samt ökad humushalt (Danilovich, 2006).

Sandwichsystemet har studerats på flera håll i världen. Studierna av odlingssystemet har gett lovande resultat, som kan vara till nytta för svensk ekologisk fruktodling. Hitintills har det p.g.a. kunskapsbrist i Sverige inte gått att rekommendera Sandwichsystemet. Det har bl.a. saknats kunskap om hur det fungerar i vårt klimat, med vår flora och fauna och i relation till våra äppelsorter etc. Det har även saknats grundläggande studier om hur Sandwichsystemet påverkar frukt kvaliteten och lagringsdugligheten.

MATERIAL OCH METOD

Ogräsbekämpningen utfördes med totalt 6 olika ogräsbekämpningsstrategier. Fyra av strategierna är godkända för ekologisk odling (A-D). I försöket studerades även en strategi med den naturligt förekommande herbiciden ättiksyra (E) för att få erfarenheter om hur den fungerar i ekologisk produktion. För att kunna jämföra de nämnda alternativa strategiernas påverkan på fruktens kvalitet och lagringsegenskaper etc. så studerades även en ogräsbekämpningsstrategi med glyfosat (G) som normalt används i Integrerad Produktion (IP). Försöket var placerat i en fruktodling i Rörum, strax söder om Kivik på Österlen. Det bestod av 4 block och strategierna (behandlingarna) placerades slumpmässigt på försöksfältet med äppelsorten Amorosa. Rad- och trädavståndet i fruktodlingen var 4,0 respektive 1,5 m. Varje parcell bestod av 10 träd. De två äppelträd som fanns i början och slutet av parcellen fungerade som blindträd, d.v.s. inga analyser utfördes på dessa träd. Om inget annat anges i texten så analyserades effekten av de olika ogräsbekämpningsstrategierna på de sex träd som stod i mitten av varje parcell. Försöket genomfördes i en odling med Integrerad Produktion, men där ogräsbekämpning och gödsling utfördes med metoder och preparat godkända för ekologisk odling. Genom att försöket utfördes i en IP-odling kunde även jämförelser göras med ättiksyra och glyfosat.

I försöket studeras följande ogräsbekämpningsstrategier, se nedan och i tabell 1:

- A. Hela ytan under träden är bevuxen med kortklippt gräs, som klipps med traktormonterad rotorklippare (Soloswing).
- B. Sandwichsystem 1; kortklippt remsa av gräs under hela året. Gräset i remsan under träden, ca 0,4 m bred, klipps med Soloswing. Mekanisk ogräsbekämpning utanför trädraden utförs med traktormonterad rotorfräs (Pellenc).
- C. Sandwichsystem 2; kortklippt remsa av gräs under sommarhalvåret. Gräset i remsan under träden, ca 0,4 m bred, klipps med Soloswing. Mekanisk ogräsbekämpning utanför trädraden utförs med Pellenc. Efter skörden tas remsan med gräs under träden bort med rotorfräsen.
- D. Helt öppen jord med mekanisk bekämpning. Upprepad mekanisk ogräsbekämpning i och utanför trädraden med Pellenc. Hela ytan under träden bekämpas. Denna metod är den som används mest i praktiken hos ekologiska fruktodlare.
- E. Helt öppen jord. I trädraden ättiksyra, utanför mekanisk ogräsbekämpning. I trädraden bekämpas ogräset med ättiksyra i en ca 0,4 m bred remsa. Utanför trädraden sker den mekaniska ogräsbekämpningen med Pellenc.
- G. Helt öppen jord med glyfosat. Upprepad ogräsbekämpning i och utanför trädraden med glyfosat. Hela ytan under träden bekämpas. Denna metod används i stor utsträckning i IP-odling.

Försöksleden A, B och C med kortklippt gräs såddes i mitten av maj under det första försöksåret (2008) med en fröblandning som bestod av rajgräs, ängsgröe och mikroklöver (en lågväxande vitklöversort). Fröblandningen ”Turflin MicroMaster” kom från Prodana. I försöksled C togs insådden bort strax före varje vinter med hjälp av rotorfräsen Pellenc. Gräsremsan i detta försöksled såddes om i början av april varje år under försöksperioden, 2009 - 2010.

Vid behandlingen med 12 % ättika var vätskemängden 3060 liter per ha (behandlad yta). Ogräsets bekämpades med ättiksyra endast i trädraden i en ca 0,4 m bred remsa. Det innebär att den totala mängden 12 % ättiksyra var 306 liter per ha vid varje bekämpning. Glyfosatbehandlingen utfördes med Roundup Bio, 3 liter per ha. Koncentrationen i sprutvätskan var 1 liter Roundup Bio i 100 liter vatten (konc. 360 g glyfosat/liter i Roundup Bio).

I försöket utfördes ingen kartgallring eftersom fruktsättningsnivån var optimal under alla säsongerna. I försöket gödslades träden med gödselmedlet (Bina blå 6:1:12) med 300 g per träd i början av maj och 116 g per träd i mitten av juni, totalt 42 kg N, 7 kg P och 83 kg K per

ha. Grundtanken i försöket var att inget försöksled skulle lida av närings- och vattenbrist. Det var endast under det sista året som ett försöksled (led C) fick en extra gödselgiva (160 g per träd i juni istället för 116 g per träd), totalt 46 kg N, 8 kg P och 92 kg K per ha för led C. En klimatstation placerades i fältet för att avgöra när det var dags att bevattna fruktodlingen. Markfukten mättes i ett av blocken i försöksleden A, B D och E med tre givare per försöksled. Träden i hela försöket bevattnades med droppslang när det vattenavförande trycket i jorden blev större än 40 cBar i något av försöksleden.

Ogräsavläsning och ogräsbekämpning

Visuella bedömningar av ogräsens marktäckningsgrad utfördes regelbundet under de tre försöksåren. I denna redovisning av ogräsens marktäckningsgrad fokuserar vi på det sista årets ogräsavläsningar. Anledningen till detta är att effekten av de olika ogräsbekämpningsstrategierna förväntas att bli större ju fler år som de tillämpas i odlingen. Under 2010 avlästes ogräsens marktäckningsgrad nio gånger under växtsäsongen. Avläsningarna utfördes den 6/4 och därefter 6/5, 24/5, 7/6, 21/6, 2/7, 19/7, 9/8 och 22/9, d.v.s. med start dag 0, 30, 48, 62, 76, 87, 104, 125 och 169.

Vid ogräsbekämpningen den 28/5 2010 var svinmålla den mest förekommande ogräsarten. Övriga ogräsarter var: backtrav, gräsogräs, korsört, kvickrot, malva, maskros, nagelört, näva, skräppa, svinmålla, trampört, vallmo, veronika, vitklöver, våtarv, vägtistel, åkerfräken och åkerbinda.

Försöksytan hade strax före försöksstarten 2008 bekämpats med glyfosat (försöksodlingen var inte i ekologisk produktion). Denna bekämpning utfördes för att reducera skillnaderna i ogräsförekomst på ytan och för att möjliggöra en snabb och effektiv etablering av den insådda fröblandningen. I samband med alla klippningar med Soloswing (i led A, B och C) kompletterades dessa behandlingar med en trimmer intill trädstammen (Tabell 1).

Tabell 1. Sammanställning över de olika utförda ogräsbekämpningsåtgärderna 2008-2010

Utförda åtgärder (år)	A. Hela ytan med gräs	B. Grön remsa hela året	C. Grön remsa under sommarhalvåret	D. Mek. bek. hela ytan	E. Ättika i trädraden mek. bek. utanför	G. Glyfosat hela ytan
2008	Klippning 13/6	Klippning, fräs 13/6	Klippning, fräs 13/6	Klippning, fräs 13/6	Ättika, fräs 13/6	Glyfosat 13/6
	Klippning 3/7	Klippning, fräs 3/7	Klippning, fräs 3/7	Klippning, fräs 3/7	Ättika, fräs 3/7	Ingen bek.
	Klippning 18/11	Klippning, fräs 18/11	Klippning, fräs 18/11	Klippning, fräs 18/11	Fräs 18/11, ättika 27/11	Ingen bek. (får ej bek. i nov)
2009	Klippning 29/5	Fräs 28/5, Klippning 29/5	Fräs 28/5, Klippning 29/5	Fräs 28/5	Fräs 28/5, ättika 29/5	Glyfosat 29/5
	Klippning 10/7	Klippning, fräs 10/7	Klippning, fräs 10/7	Fräs 10/7	Ättika, fräs 10/7	Glyfosat ej behov
	Klippning 17/11	Klippning, fräs 17/11	Fräs 17/11	Fräs 18/11	Fräs 17/11, ättika 24/10	Glyfosat 24/10
2010 ¹	Klippning 28/5	Fräs 28/5, Klippning 28/5	Klippning, fräs 28/5	Fräs 28/5	Ättika, fräs 28/5	Glyfosat 31/5
	Klippning 5/7	Fräs 1/7, Klippning 5/7 Fräs 20/7	Fräs 1/7, Klippning 5/7 Fräs 20/7	Fräs 1/7 Fräs 20/7	Ättika 5/7, fräs 1/7	Glyfosat 5/7

¹ Om försöket hade fortsatt under 2011, hade det utförts ytterligare en behandling i alla försöksled under november 2010.

Frukträdens vegetativa tillväxt

Stamtillväxten mättes i slutet av mars under tre säsonger som stamsektions yta (TCSA = trunk cross section area). På samma träd markerades 3-5 skott per träd i mars 2009 samt mars 2010. Skotttillväxten avlästes i slutet av augusti 2009 och 2010.

Bedömning av optimal skördetidpunkt

För att bedöma den optimala skördetidpunkten plockades 12 äpplen i varje parcell (2 äpplen från 6 träd) två gånger i veckan. Den optimala skördetidpunkten bestämdes med hjälp av kontinuerlig analys av fruktkvalitetsparametrar: fasthet, sockerhalt som SSC, d.v.s. löslig torrsubstans i fruktsaft (Brix^o), syrahalt, stärkelse nedbrytning med jod-test (SNB), fruktens etenproduktion och fruktens respirationshastighet. Streifindex (Streif, 1996) har också använts. Streifindex = fasthet/(SSC*SNB). Förändringarna i Streifindex bedömdes varje vecka (från 20 augusti – 20 september) för att bedöma behandlingarnas effekt på fruktens mognadsgrad.

Skörd och fruktvikt

Skörden beräknades på ett medelvärde av sex träd per parcell för de 4 olika blocken. Avkastningseffektiviteten beräknades som skörd (kg) per trädstammens tvärsnittsytan (cm²). Vid den optimala skördetiden för ULO-lagring (Streifindex var 0,2; etenproduktionen var 4,0 μmol kg⁻¹ s⁻¹), plockades frukter från 6 x 4 = 24 träd per behandling. För varje träd; vägdes skörden, räknades antalet frukter och medelvärdet på fruktvikten beräknades.

Lagring

Från varje försöksled och parcell plockades 105 frukter som lagrades i 16 veckor i ULO-lager (2 % O₂ och 2 % CO₂), 2°C.

Utförda analyser

För att bedöma fruktkvaliteten plockades i varje parcell 10 frukter från sex träd. Följande analyser utfördes på frukten:

- Fruktfärg analyserades med färgmätare (Minolta Chroma Meter CR 200). Färgmätaren mäter skalfärgen som mängden rödfärg (a*), mängden guldfärg (b*) och skalfärgens ljushet (L-värde). Amorosa med bra kvalitet skall ha höga a*- värden och b*- värden samt ett ljusare skal (högt L-värde) (McGuire, 1992). Grund- och täckfärg analyserades visuellt. Grundfärgen bestämdes enligt en skala på 9 grader där 1 = mörkgrönt och 9 = gult (Tahir, 2005). Synlig täckfärg bedömdes i procent.
- Fruktfastheten mättes med penetrometer (trycket anges i kilogram per cm²). Acceptabel fasthet för Amorosa bör vara lägre än 9 kg per cm² vid direkt försäljning efter skörd, men inte lägre än 4,5 kg per cm² efter lagring.
- Löslig torrsubstans i (%), dvs. sockerhalten plus andra lösta ämnen, uppskattades i äppelsaften. Sockerhalten mättes med refraktometer. Den angavs som halten löslig torrsubstans i fruktsaft (SSC = Brix). Vid bra kvalitet på Amorosa är SSC större än 11 %.
- Syrainnehållet i fruktsaften mättes genom titrering med NaOH, (0,05 Normalitet upp till pH= 8,3). Amorosa med bra kvalitet har en syrahalt som är större än 0,7 % och mindre än 1 %.

- Fruktsmak: sockerhalten i fruktsaften dividerat med syrahalten. Önskad smak beror på olika faktorer, t.ex. konsumentålder, land mm. För bra kvalitet på Amorosa, bör (socker/syra kvot) vara mer än 14.
- Fruktstärkelsebrytning med jod-test, där 1 = ingen stärkelsebrytning (SNB), d.v.s. hela fruktköttet är jodfärgat, 2 = början till SNB inom fröhuszonen, 3 = starkare SNB i kärnhusen, 4 = ljus kärnhuszon, 5 = kärnhuszonen stärkelsefri med undantag av ledningssträngarna, 6 = kärnhuszonen stärkelsefri, början till SNB i fruktköttet, 7 = ytterligare SNB i fruktköttet, 8 = svag färgning i fruktköttet, 9 = svag färgning direkt under skalet och intill ledningssträngar, 10 = ingen färgning, stärkelsefri. Man brukar skörda Amorosa vid ett värde på 4-5 SNB för ULO lagring, 5-7 SNB för kylagring och är värdet högre än 7 så brukar frukten endast lagras en kort tid eller säljas direkt.
- För att bedöma äpplenas lagringsduglighet, kontrollerades efter lagring: frukt-kvalitet, förekomst av svampangrepp och lagringssjukdomar (okulär besiktning).

Sammanfattade kvalitetskrav för Amorosa, uppställda av Ibrahim Tahir, ges i tabell 2.

Tabell 2. Sammanfattande kvalitetskrav för äppelsorten Amorosa

	Fasthet (kg/cm ²)	Löslig torr- substans (%)	Syra- innehåll (%)	Smak socker/ syra kvot	Grundfärg (1-9)	Täckfärg (%)	Rödfärg (a * värde)	Gulfärg (b* värde)
Vid skörd	<9,0	> 11	<1,0	>11	6-7	60-65	> 10	> 25
Efter lagring	> 4,5	>12	> 0,7	>14	8-9	> 70	> 12	> 30

Övriga utförda analyser

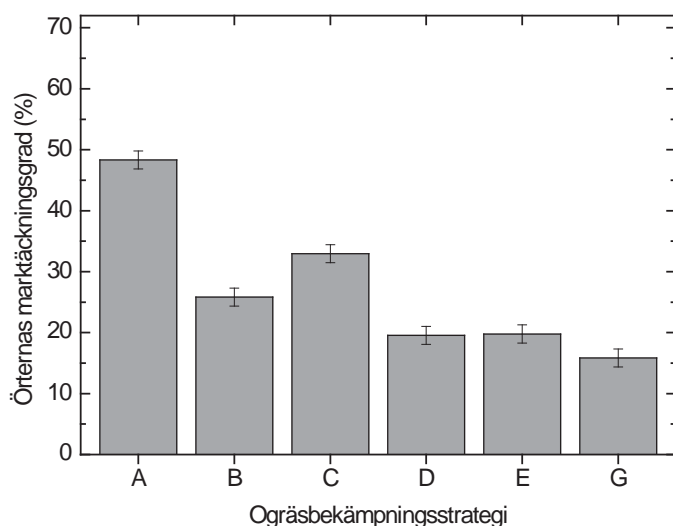
- Fruktens mineralinnehåll (kväve, kalium, fosfor, kalcium, magnesium, bor) analyserades med metoden NMKL 161 1998 m hos Eurofins.
- Bladkväveinnehållet uppskattades med hjälp av en kalksalpeter-mätare (N – testare, d.v.s. Yara N Tester) som mäter bladens klorofyllinnehåll. På ca 30 blad per träd mättes klorofyllinnehållet på nya blad som växte i mitten av skotten.
- Ljusupptagning mättes med hjälp av ljusmätare (HD 2302.0 Delta OMH, Italien). Hur mycket solljus som togs upp beräknades som den genomsnittliga procentuella mängden solljus som nådde marken och kronans mitt i jämförelse med totala ljusinstrålningen. Ljussensorer installerades på två höjder i trädets inre delar, 30 cm och 1,5 m från marken. De förankrades på stammen för att inte röra sig. Med samma utrustning mättes solljuset i en punkt mitt emellan två rader. Mätningarna genomfördes under soliga dagar, runt klockan 10 och runt klockan kl 13. Mätningarna upprepades vid tre tillfällen.

RESULTAT OCH DISKUSSION

Ogräsets marktäckningsgrad

Den marktäckande vegetationen (ogräs och insådda örter) konkurrerar med frukträden om vatten och näring. Ju högre marktäckningsgrad av ogräs och örter desto större bör konkurrensen bli om växtnäring och vatten. Under perioden 2010-04-06 till 2010-09-22, var den igenomsnitt som störst, ca 48 % i försöksled (A), d.v.s. där hela ytan var bevuxen med kortklippt gräs, följt av led C (Sandwichsystem med kortklippt remsa av gräs under sommarhalvåret) (Figur 1). Försöksled B (Sandwichsystem med kortklippt remsa av gräs under hela året) hade signifikant lägre marktäckningsgrad av örter jämfört med försöksled A och C.

De försöksled som hade lägst marktäckningsgrad, 16-20 % var försöksleden D, E och G, d.v.s. de försöksled där ogräset bekämpades på hela ytan under träden. Det var ingen signifikant skillnad i marktäckningsgrad mellan led D, E och G. Det gick alltså lika bra att bekämpa ogräset med enbart mekaniska åtgärder (D), med mekaniska åtgärder i kombination med ättiksyra (E), som med glyfosat (G) i IP-odling.



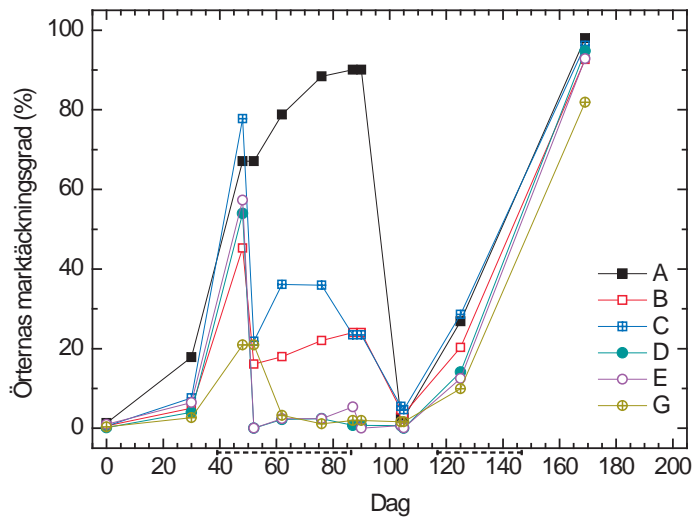
Figur 1. Örternas genomsnittliga marktäckningsgrad (%) medelvärde \pm SE, på **hela ytan** (1,5 m bredd) där träden växer, för de olika försöksleden, från **6/4 till 22/9**. Försöksled (ogräsbekämpningsstrategi): A) Hela ytan med gräs. B) Grön remsa hela året. C) Grön remsa under sommarhalvåret. D) Mekanisk bekämpning hela ytan. E) Ättiksyra i trädraden och mekanisk bekämpning utanför. G) Glyfosat hela ytan.

Örternas marktäckningsgrad förändrades under säsongen beroende på när de olika bekämpningsinsatserna utfördes och på dess tillväxt (Figur 2). I början av säsongen fram till i början av maj var ogräsets (och det insådda gräsets) tillväxt relativt låg. Därefter var tillväxten god fram till avläsningen den 19 juli (dag ca 110). Då var örternas, d.v.s. ogräsets och den insådda remsans, marktäckningsgrad allmänhet låg för alla försöksled och i synnerhet i försöksled A (Figur 2). Det beror på en lång period av både värme och torka som hade ”bränt bort” örterna under träden. Efter en del regn så började dessa växa på nytt.

Det krävdes 2 till 3 bekämpningsinsatser före skörden av äpplena för att kontrollera ogräset (Tabell 1). De sista bekämpningsåtgärderna före skörden utfördes i början till mitten av juli. Därefter tyngde frukten ned grenarna så mycket att bekämpning inte var möjlig. Normalt sett så utförs ytterligare en ogräsbekämpning efter skörden, men eftersom försöket avslutades hösten 2010 så genomfördes denna åtgärd inte inom försökets regi.

Den kritiska perioden för frukt kvalitet och skördens storlek är från det att träden är i full blom och 40-50 dagar därefter. Under denna period sker en kraftig celldelning och cellförstoring i frukten, som kan störas av olika typer av stress. I vårt försök antog vi att denna period inträffade 15 maj-2 juli (dag 39 resp. 87 i figur 2). Nästa kritiska period är i augusti (1 augusti –

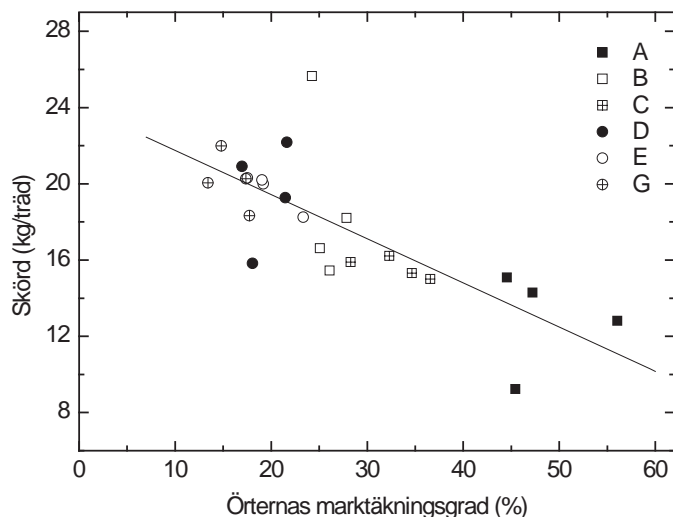
31 augusti, d.v.s. dag 117 resp. 147 i figur 2). Under denna period kan konkurrensen från den marktäckande vegetationen ha en negativ effekt på frukt kvalitet och frukt storlek (Goodwin & Boland, 2002; Cheng & Raba, 2009).



Figur 2. Örternas marktäckningsgrad (%) på **hela ytan** (1,5 m bredd) för de olika försöksleden från 6/4 till 22/9 (dag 0 resp. 169 i figur). Försöksled: A) Hela ytan med gräs. B) Grön remsa hela året. C) Grön remsa under sommarhalvåret. D) Mekanisk bekämpning hela ytan. E) Ättiksyra i trädraden och mekanisk bekämpning utanför. G) Glyfosat hela ytan. Streckade linjer under x-axeln är kritiska perioder för fruktutvecklingen.

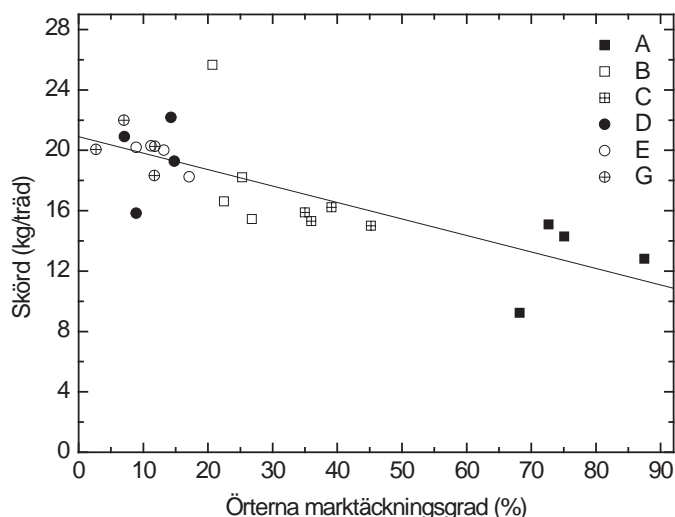
Marktäckningsgradens inverkan på skörd

I försöket fanns det ett linjärt samband mellan ogräsets (örternas) marktäckningsgrad från 6 april till 22 september (Figur 3). Om ogräsets marktäckningsgrad minskade med 10 % under denna period så blev skörden 2,3 kg större per träd (ca 3,9 ton/ha).



Figur 3. Skörd (kg/träd) i relation till örternas marktäckningsgrad (%) på **hela ytan** (1,5 m bredd) för de olika försöksleden från 6/4 till 22/9 (dag 0 resp. 169). Försöksled: se tidigare figurer. Funktion $f(x) = 24,1 - 0,232x$, R^2 -värdet = 0,574.

I försöket visade det sig att det även fanns ett linjärt samband mellan ogräsets (örternas) marktäckningsgrad från 15 maj till 2 juli (Figur 4). Om ogräsets marktäckningsgrad minskade med 10 % under denna period så blev skörden 1,09 kg större per träd (ca 1,8 ton/ha).



Figur 4. Skörd (kg/träd) i relation till örternas marktäckningsgrad (%) på **hela ytan** (1,5 m bredd) för de olika försöksleden från 15/5 till 2/7 (dag 39 resp. 87). Försöksled: se tidigare figurer. Funktion $f(x) = 20,9 - 0,109 * x$, R^2 -värdet = 0,570.

Marktäckningsgradens inverkan på fruktkvalitet

Fruktens kvalitet vid skörden: Större marktäckningsgrad (i perioden 6/4 till 22/9 och 15/5 till 2/7) gav mörkare fruktfärg (lägre L-värde) och en mindre gulfärgning av frukten. Sambandet mellan marktäckningsgrad och ljushet (L-värde) resp. mängd gul färg var dock inte tillräckligt tydligt för att kunna uppskatta hur mycket fruktskalets ljushet förändras vid en viss förändring i marktäckningsgrad. Övriga parametrar påverkades ej av marktäckningsgraden, d.v.s. fruktvikt, grundfärg, täckfärg, fasthet, sockerhalt och syrahalt.

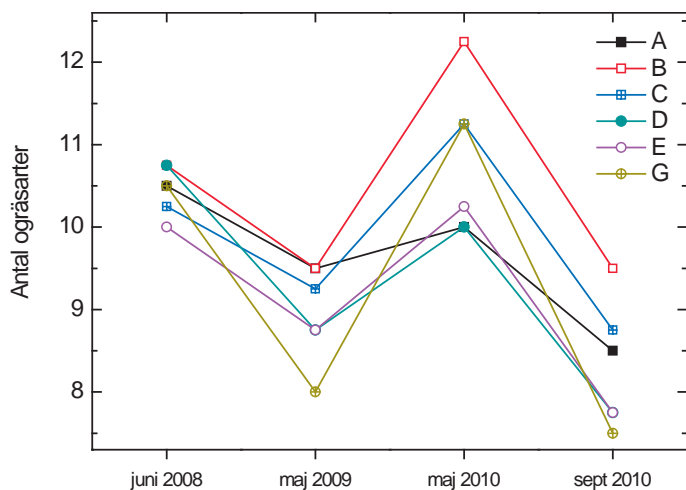
En större marktäckningsgrad (i perioden augusti) gav en signifikant mindre gulfärgning av frukten. Övriga parametrar påverkades ej.

Efter lagringen gav en större marktäckningsgrad (oavsett vilken period under säsongen som studerades) rödare frukter och bättre grundfärg (högre GF-värde) men färgen var mörkare (lägre L-värde). Fruktens fasthet och syrlighet påverkades inte av marktäckningsgraden.

Effekten av olika marktäckningsgrad var tydligare efter lagringsperioden. Mindre konkurrens, förbättrad fotosyntes och därmed förbättrad fruktkonsistens, gav i sin tur förbättrad lagringsduglighet (Lang *et al*, 2001, Tahir *et al.*, 2005). Med en ökad konkurrens om växtnäringen minskade fruktens kväveinnehåll, vilket resulterade i minskade svampangrepp. Med försökets design gick det inte att avgöra vilken del av vegetationsperioden som örternas marktäckningsgrad har stort betydelse för fruktkvaliteten efter lagringen.

Ogräsfloran

Strax före försöksstarten (våren 2008) var det ingen större skillnad i artsammansättning och antalet ogräsarter i fruktodlingen (Figur 5). Vid avläsning september 2010 var kvickrot och svinmålla de vanligaste ogräsen i försöket. De fanns i nästan alla parceller oavsett ogräsbekämpningsstrategi. Kvickrot var den art som dominerade (d.v.s. en art med stor marktäckningsgrad) i de flesta parcellerna (16 av de totalt 24 parcellerna). Svinmålla dominerade i 9 av de 24 parcellerna. Efter tre växtsäsonger resulterade ogräsbekämpning med glyfosat i att svinmålla blev det dominerade ogräset, medan kvickrot endast fanns i några få exemplar där bekämpning med glyfosat utförts.



Figur 5. Antalet ogräsarter i de olika försöksleden vid olika avläsningstillfällena (medeltal från alla parceller). Försöksled: A) Hela ytan med gräs. B) Grön remsa hela året. C) Grön remsa under sommarhalvåret. D) Mekanisk bekämpning hela ytan. E) Ättiksyra i trädraden och mekanisk bekämpning utanför. G) Glyphosat hela ytan.

Våren 2010 fanns det våtarv i de flesta parcellerna, medan på hösten samma år, fanns våtarv endast i några få parceller.

Det var signifikant fler ogräsarter i försöksled B (Sandwichsystem med kortklippt remsa av gräs hela året) jämfört med D, E och G². Det var ingen signifikant skillnad mellan A (hela ytan bevuxen med kortklippt gräs) respektive C (Sandwichsystem med kortklippt remsa av gräs under sommarhalvåret) jämfört med D, E och G. Under hela försöksperioden (2008-2010) var det ingen signifikant skillnad i antalet arter mellan försöksleden D, E och G. Det var inte heller någon signifikant skillnad i antalet arter mellan försöksleden A, B och C.

Resultatjämförelse för fruktkvalitet och fruktkvantitet då ogräsbekämpning genomförs via mekanisk bekämpning inom ekologisk produktion

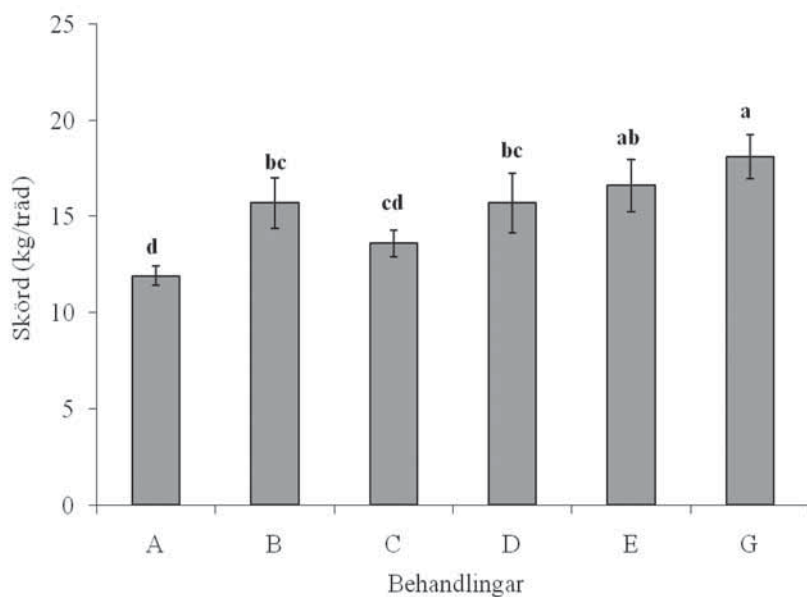
I resultatredovisningen nedan, som sammanfattar hela projektiden, har vi valt att jämföra försöksled D, helt öppen jord via mekanisk behandling, som är den markbehandling som normalt används av ekologiska äppelodlare, mot de andra ogräsbekämpningsstrategierna.

En ytterligare jämförelse har utförts mellan de olika ”ekologiska ogräsbehandlingarna” och försöksled G, ogräsbekämpning med glyphosat i IP-produktion, se jämförelsen i bilaga 1.

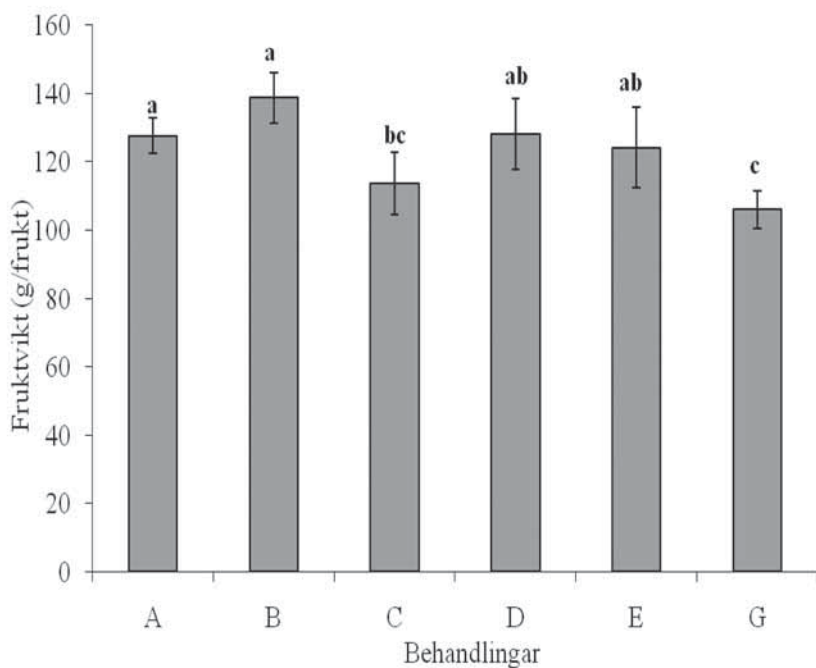
Led A, Hela ytan bevuxen med kortklippt gräs, jämfört med led D

Vid skörd, var avkastningen 25 % lägre (medel år 2008-2010) (Figur 6) och avkastningseffektiviteten (= skörd/trädstammens tvärsnittsytta) 32 % lägre beroende på konkurrensen med gräset (Tabell 4). Inga signifikanta skillnader noterades i fruktvikt (Figur 7) eller i frukt-kvalitet (fasthet, sockerhalt - d.v.s. SSC -, syrainnehåll och smak) (Tabell 3). Täckfärgen ökade med 14 % och grundfärgen med 9 % enligt synlig bedömning (Tabell 3). Inga signifikanta skillnader hittades i a*- värdena (röd färg) och L* värdena (skalfärg ljushet) enligt bedömning med färgmätare eftersom behandlingen inte visade någon effekt på ljusupptagningen under augusti och september (Tabell 5), medan b*- värdena (gul färg) var 17 % lägre (grönare äpple, dvs. mindre mognadsgrad) (Tabell 3).

² Skillnaden i antalet arter analyserades genom LSD i en ANOVA med ”nested model” med avseende på avläsningstillfälle.

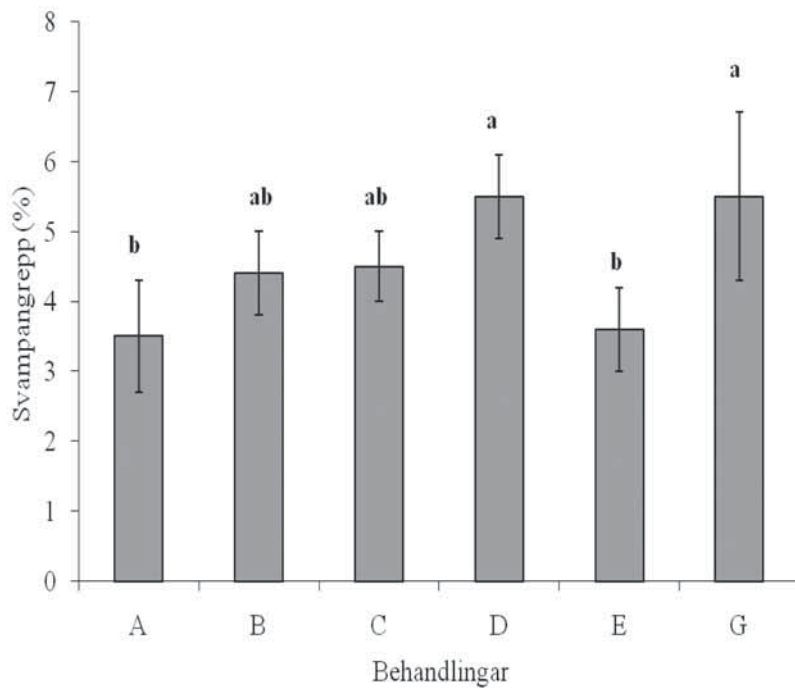


Figur 6. Effekt av behandlingar på skörden (kg/träd) medelvärde \pm SD (standardavvikelse), (treårs medelvärde 2008-2010). Olika bokstäver ovan staplarna anger att signifikanta skillnader finns mellan behandlingarna vid $p < 0,05$ enligt Tukey.

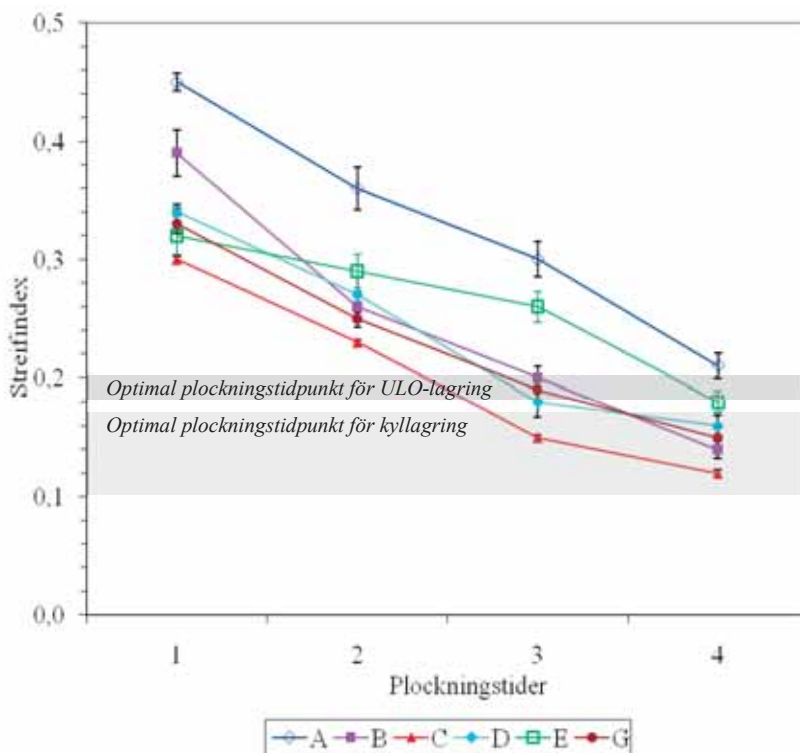


Figur 7. Effekt av behandlingar på fruktvikt (g/frukt) medelvärde \pm SD, (treårs medelvärde 2008-2010). Olika bokstäver anger signifikanta skillnader mellan behandlingarna vid $p < 0,05$ enligt Tukey.

Efter lagring var svampangreppen 36 % lägre (Figur 8). Ingen skillnad i fruktfastheten, sockerhalten (SSC), syrainnehållet och fruktsmaken noterades. Rödfärg var 117 % högre, medan guldfärg och färgljushet visade inga signifikanta skillnader (Tabell 6). Frukten som växte i det kortklippta gräset (led A) mognade drygt en vecka senare än där mekanisk bekämpning utfördes (led D) (Figur 9).



Figur 8. Effekt av behandlingar på svampangrepp (%) medelvärde \pm SD, d.v.s. fruktlagringsdugligheten (treårs medelvärde 2008-2010). Olika bokstäver anger signifikanta skillnader mellan behandlingarna vid $p < 0,05$ enligt Tukey. Inga signifikanta skillnader har noterats mellan åren.



Figur 9. Effekt av behandlingar på fruktens mognadsgrad medelvärde \pm SD (treårs medelvärde 2008-2010). Streifindex = fasthet (kg/cm^2) / ($\text{SSC} (\%) \cdot \text{Stärkelsebrytning} (1-10)$). Vid optimal plockningstidpunkt för ULO lagring bör Streifindex vara 0,18- 0,20, medan för kylagring bör det vara 0,1-0,17. Första plockningstiden utfördes i slutet av augusti. Följande plockningstider utfördes med en veckas intervall.

Stamtillväxten visade ingen skillnad, men grentillväxten var 19 % lägre för led A jämfört med led D (Tabell 4). Ingen signifikant skillnad i bladkväveinnehållet registrerades under juni – augusti. I september månad var det 24 % lägre (Tabell 5). Det var ingen skillnad i ljusupptagning i juni, augusti och september. I juli månad var det 30 % högre (Tabell 5). I april var jordens nitrat- och totalkväveinnehåll 32 % resp. 56 % lägre. Denna lägre kvävenivå, p.g.a. konkurrensen med vegetationen, påverkade avkastning negativt. Kalium/kalcium-kvoten i frukten var 37 % lägre (Tabell 7). Det högre kalciuminnehållet och det lägre kalium/kalcium-

kvoten i frukt från led A jämfört med led D (Tabell 7), kan förklara att frukter från led A var mindre känslig mot svampangrepp.

Tabell 3. Effekt av behandlingar på fruktkvalitet vid skörd (treårs medelvärde 2008-2010)

Behandling	Fasthet (kg/cm ²)	Löslig torr- substans ^v (%)	Syra- innehåll (%)	Smak ^v	Grundfärg (1-9)	Täckfärg (%)	Skalfärg ljushet L (%)	a*- värde rödfärg	b*- värde guldfärg
A	7,5 a	12,7 a ^z	1,0 b	12,8 a	7,3 a	71,0 a	40,6 c	19,3 a	24,3 b
B	7,6 a	12,8 ab	1,1 b	11,9 ab	6,8 ab	66,0 ab	64,7 a	17,7 a	29,4 a
C	7,5 a	13,0 ab	1,4 a	10,0 c	6,9 ab	64,0 ab	55,6 b	19,3 a	28,2 a
D	7,3 a	12,6 ab	1,0 b	12,8 a	6,7 b	62,2 b	39,3 c	17,2 a	29,2 a
E	7,3 a	12,3 b	1,1 b	11,1 bc	6,7 b	62,5 b	65,5 a	3,1 b	28,2 a
G	7,6 a	13,3 a	1,4 a	9,8 c	6,6 b	59,6 b	58,6 b	6,9 b	27,1 ab
Säsong	<i>P=0,000</i>	<i>P<0,012</i>	<i>P=0,000</i>	<i>P=0,000</i>	<i>P=0,000</i>	<i>P=0,000</i>	<i>P<0,020</i>	<i>P=0,000</i>	<i>P=0,000</i>
Behandling	<i>P<0,188</i>	<i>P=0,000</i>	<i>P=0,000</i>	<i>P=0,000</i>	<i>P<0,010</i>	<i>P=0,000</i>	<i>P=0,000</i>	<i>P=0,000</i>	<i>P<0,001</i>
Säsong * behandling	<i>P=0,000</i>	<i>P=0,000</i>	<i>P=0,000</i>	<i>P=0,000</i>	<i>P=0,000</i>	<i>P=0,000</i>	<i>P=0,000</i>	<i>P=0,000</i>	<i>P=0,000</i>

z. Olika bokstäver anger att det finns signifikanta skillnader mellan behandlingarna vid $p<0,05$.

v. Sockerhalten har bedömts som löslig torrsubstans i fruktsaften. Smaken har bedömts som förhållandet mellan löslig torrsubstans i fruktsaften och syrainnehåll.

Tabell 4. Effekt av behandlingar på trädutväxt och avkastningseffektivitet

Behandling	Avkastningseffektivitet ^v Treårs medelvärde (kg/cm ²)	Stamtillväxt under säsong (%)		Grentillväxt 2009-2010 (%)
		Tillväxt under 2008-2009	Tillväxt per år under 2008-2010	
A	0,17 c ^z	7,2 b	6,4 b	21,3 c
B	0,26 ab	10,7 a	9,5 a	22,1 c
C	0,29 a	8,0 ab	7,5 ab	17,2 d
D	0,25 ab	8,7 ab	8,0 ab	26,2 b
E	0,22 bc	8,3 ab	8,9 a	23,4 bc
G	0,23 bc	10,3 ab	9,6 a	32,1 a
Säsong	<i>P<0,011</i>			<i>P=0,000</i>
Behandling	<i>P<0,000</i>	<i>P<0,031</i>	<i>P=0,000</i>	<i>P=0,000</i>
Säsong*behandling	<i>P<0,011</i>			<i>P=0,000</i>

z. Olika bokstäver anger att det finns signifikanta skillnader mellan behandlingarna vid $p<0,05$.

v. Avkastningseffektivitet = skörd/ TCSA stam sektionens yta (trunk cross section area).

Tabell 5. Effekt av behandlingar på bladkvävestatus och ljusupptagning under säsongen (två års medelvärde 2009-2010)

Behandling	Ljusupptagning (PAR)				Kväve i trädblad enligt N-mätning			
	juni	juli	augusti	september	juni	juli	augusti	september
A	373,5 ab ^z	452,5 ab	373,9 ab	433,8 ab	391,1 a	382,1 ab	506,1 b	435,6 b
B	445,5 a	505,2 a	467,0 a	493,7 a	395,8 a	436,4 a	565,3 ab	555,0 a
C	448,7 a	430,6 bc	442,8 a	535,0 a	405,4 a	408,1 ab	550,8 ab	468,7 b
D	409,8 ab	347,0 cd	416,0 a	445,8 ab	404,9 a	440,4 a	539,9 ab	569,6 a
E	359,0 ab	337,5 cd	324,6 ab	380,4 b	410,0 a	326,4 b	532,1 ab	581,8 a
G	297,6 b	318,0 d	229,0 b	360,3 b	420,3 a	331,9 b	599,5 a	592,1 a

z. Olika bokstäver anger att det finns signifikanta skillnader mellan behandlingarna vid $p<0,05$.

Tabell 6. Effekt av behandlingar på fruktkvalitet efter lagring under 4 månader (treårs medelvärde 2008-2010)

Behandling	Fasthet (kg/cm ²)	Löslig torrsubstans ^v (%)	Syrainnehåll (%)	Smak ^v	Grundfärg (1-9)	Täckfärg (%)	Skalfärg ljushet L (%)	a*- värde rödfärg	b*- värde guldfärg
A	5,5 a	13,6 b	0,5 cd	33,4 ab	7,3 a	69,4 a	48,4 a	23,4 a	27,7 a
B	5,6 a	14,5 a	0,5 bcd	26,4 abc	6,6 ab	62,9 a	50,9 a	18,4 ab	29,3 ab
C	5,8 a	14,1 ab	0,7 ab	21,1 c	6,9 ab	62,4 a	52,6 a	19,8 ab	32,1 a
D	5,6 a	14,1 ab	0,4 d	36,4 a	6,1 b	62,4 a	53,8 a	10,8 d	32,1 a
E	5,6 a	13,6 b	0,6 bc	23,4 bc	6,1 b	57,7 a	51,2 a	11,8 cd	31,2 ab
G	5,7 a	14,0 ab	0,8 a	18,1 c	6,2 b	61,8 a	54,0 a	12,5 bcd	32,2 a
Säsong	<i>P</i> =0,000	<i>P</i> =0,000	<i>P</i> <0,823	<i>P</i> <0,077	<i>P</i> =0,000	<i>P</i> =0,000	<i>P</i> =0,000	<i>P</i> =0,000	<i>P</i> =0,000
Behandling	<i>P</i> <0,425	<i>P</i> <0,425	<i>P</i> <0,425	<i>P</i> <0,425	<i>P</i> <0,001	<i>P</i> <0,191	<i>P</i> <0,092	<i>P</i> =0,000	<i>P</i> =0,000
Säsong * behandling	<i>P</i> <0,425	<i>P</i> <0,245	<i>P</i> =0,000	<i>P</i> =0,000	<i>P</i> =0,000	<i>P</i> =0,000	<i>P</i> =0,000	<i>P</i> =0,000	<i>P</i> =0,000

z. Olika bokstäver anger att det finns signifikanta skillnader mellan behandlingarna vid *p*<0,05.

v. Sockerhalten har bedömts som löslig torrsubstans i fruktsaften. Smaken har bedömts som förhållandet mellan löslig torrsubstans i fruktsaften och syrainnehåll.

Tabell 7. Effekt av behandlingar på jordkvävestatus vid början av säsongen (två års medelvärde 2009-2010)

Behandling	Jordkväve i april			Fruktmineralinnehåll vid skörd i september					
	Ammonium (kg/ha)	Nitrat (kg/ha)	Summa (kg/ha)	Fosfor (‰ Ts)	Kalium (‰ Ts)	Magnesium (‰ Ts)	Kalcium (‰ Ts)	Bor (‰ Ts)	Kalium/kalcium kvot
A	2,7	6,4	7,1	0,9	8,0	0,4	0,3	0,0130	26,6
B	4,6	10,8	15,4	0,7	7,7	0,4	0,4	0,0110	19,2
C	1,8	5,5	7,3	0,6	8,4	0,3	0,3	0,0092	28,0
D	5,8	9,4	16,2	0,8	8,5	0,3	0,2	0,0110	42,5
E	5,2	12,1	17,3	0,7	8,0	0,4	0,3	0,0110	26,6
G	7,2	15,4	22,6	0,7	9,0	0,3	0,2	0,0110	45,0

Led B, Sandwichsystem med kortklippt remsa av gräs hela året och mekanisk bekämpning utanför raden, jämfört med led D

Vid skörd, observerades ingen signifikant skillnad i avkastning (Figur 6), i avkastnings-effektivitet (Tabell 3) eller i fruktvtikt (Figur 7). Inga signifikanta skillnader i frukt-kvalitet (fasthet, SSC, syrainnehåll, grundfärg och täckfärg) noterades. Frukten skalfärg var ljusare (Tabell 3). Det betyder att konkurrensen mellan träd och den kortklippta remsan av gräs var låg, och gav inte någon negativ effekt på trädavkastning och frukt-kvalitet, men hade en svag begränsningseffekt på träd-tillväxt (Tabell 4).

Efter lagring, registrerades inga signifikanta skillnader vad gäller svampangrepp (Figur 8), fruktfasthet, SSC, syrainnehåll, smak och grundfärg (Tabell 6). Den röda färgen utvecklades under lagring och a*- värdet var 70 % högre (Tabell 6). Ingen skillnad i mognadstid noterades (Figur 9).

Stamtillväxten påverkades inte av behandlingen under försökssäsongerna. Grentillväxten var 16 % lägre (Tabell 4). Ingen skillnad i ljusupptagning under juni, augusti och september registrerades. I juli månad, var ljusupptagningen 46 % högre (Tabell 5). Bladkväveinnehåll (B-N) visade inte heller några signifikanta skillnader under säsongen (Tabell 5). Jordanalysen visade 5 % lägre totalkväveinnehåll. Frukten i led B hade 57 % lägre kalium/kalcium-kvot (Tabell 7). Högre kalciuminnehåll och bättre rödfärg förbättrade frukt-lagring-dugligheten. I stora drag så kan Sandwichsystemet med grön remsa hela året, ersätta mekanisk bearbetning på hela ytan.

Led C, Sandwichsystem med kortklippt remsa av gräs under sommarhalvåret och

mekanisk bekämpning utanför raden, jämfört med led D

Vid skörd, noterades ingen skillnad i avkastning (Figur 6), fruktvikt (Figur 7), fasthet, SSC, fruktfärg (Tabell 3) och avkastningseffektivitet (Tabell 4). Syrainnehållet var 40 % högre och smaken (socker/syra-kvot) var 22 % lägre (Tabell 1). Fruktskalet var 42 % ljusare (Tabell 3).

Efter lagring, registrerades inga signifikanta skillnader vad gäller svampangrepp (Figur 8), fruktfastheten och SSC (Tabell 6). Syrainnehållet var 75 % högre och smaken 44 % sämre (Tabell 6). Fruktfärgen utvecklades och mängden rödfärg (a*-värdet) var 83 % högre (Tabell 6). Frukten i led C mognade några dagar tidigare än i led D (Figur 9).

Ingen signifikant skillnad i stamtillväxt noterades första eller andra året. Grentillväxten var 34 % lägre (Tabell 4). Ingen signifikant skillnad i bladkväveinnehållet (B-N) noterades under juni, juli och augusti. I september var B-N 18 % mindre (Tabell 4). Ingen skillnad i ljusupptagning noterades under säsongen (Tabell 5). Jordanalysen i april visade 42 % lägre nitratinnehåll och 55 % lägre totalkväve utan att signifikant påverka avkastning.

För att upptäcka en eventuell kvävebrist bör bladen analyseras i juni (koncentrationen av olika näringsämnen i bladet enligt torrsubstansanalys) eftersom bedömning med kalksalpetermätaren inte gav en korrekt bild på trädets kvävebehov. Knopputveckling under följande säsong bör också avvaktas. Frukten i led C hade 34 % lägre kalium/kalcium kvot (Tabell 7).

Led E, Ogräsbekämpning med ättiksyra i raden och mekaniskt utanför raden, jämfört med led D

Vid skörd, noterades ingen skillnad i avkastning (Figur 6), fruktvikt (Figur 7), fasthet, SSC, syrainnehåll (Tabell 3) och avkastningseffektivitet (Tabell 4). Smaken var 13 % sämre (Tabell 3). Den röda färgen var 82 % mindre och fruktskalet var 67 % ljusare (Tabell 3).

Efter lagring, var svampangreppen 34 % lägre (Figur 8). Syrainnehållet var 25 % högre, medan smaken var något försämrad (med 36 %). Ingen skillnad i fruktfasthet, färg och SSC noterades (Tabell 6). Frukten mognade lite senare (Figur 9).

Stamtillväxten var 28 % lägre under det sista året. Under det första året fanns det ingen signifikant skillnad. Grentillväxten var också 11 % lägre (Tabell 4). Ingen signifikant skillnad i bladkväveinnehållet (B-N) noterades under juni, augusti och september. Det var dock 26 % lägre under juli (Tabell 5). Ljusupptagningen visade ingen signifikant skillnad (Tabell 5). Jordens nitrat- och totalkväveinnehåll var 29 % resp. 7 % högre i april. Denna skillnad påverkade inte avkastningen. Kalium/kalcium-kvoten i frukten var 37 % lägre (Tabell 7). Det högre kalciuminnehållet kanske förbättrade skalmotstånd mot svampangrepp.

Kostnader för de olika ogräsbekämpningsstrategierna

Vid kostnadsberäkningarna för ogräsbekämpningsstrategierna A-E har vi hämtat inspiration och vissa data från de kalkyler för ekologisk respektive konventionell äppelodling som presenteras i ”Ekonomi i fruktodling - Kalkyler för äpple”, Jordbruksinformation 5 -2010 av Ascard *et al.* (2010).

Vi har valt att upprätta kalkyler för ogräsbekämpningen i en medelstor ekologisk fruktodling på 5 ha på liknande sätt som Ascard *et al.* (2010). Vi använder dock medelårsberäkningsmetoden i stället för annuitetsmetoden. Denna ger ett svar som inte avviker så mycket från annuitetsmetodens, enligt Ascard *et al.* (2010). Maskinkostnaderna baseras huvudsakligen på begagnad utrustning (traktor, ogräsfräs, ogrässpruta), men även på en ny maskin ”Soloswing”, som klipper av ogräset under träden och inne i själva trädraden, se bilaga 2 och 3.

Begagnade maskiner avskrivs på 10 år och nya på 12 år. En kalkylränta på 6 % tillämpas.

Utöver värdeminskning och ränta så ingår även kostnader för reparationer och underhåll i beräkningarna, som visar hur maskinkostnaden beräknas via medelårskalkylen. Reparations- och underhållskostnaderna är beräknade efter den årliga användningstiden, maskinens nypris och en underhållsfaktor, som beror på maskintyp, och som i några fall är antagen resp. justerad utifrån författarnas praktiska erfarenheter.

I tabell 8 anges det totala antalet överfarer för de olika arbetsoperationerna i de olika ogräsbekämpningsstrategierna (led A-E). Se även tabell 1 som beskriver när behandlingarna utfördes. I tabell 9 framgår att den totala kostnaden för alla de ingående arbetsoperationerna för de olika ogräsbekämpningsstrategierna, varierar från 5310 kr/ha till 7555 kr/ha.

Hypotesen i projektet var att ogräsbekämpningen i sandwichsystemen och heltäckande vegetation under träden skulle vara billigare än helt öppen jord via mekanisk bearbetning. Vid en kostnadsjämförelse mellan ogräsbekämpningsstrategierna D och B, så visade det sig att B är ca 1000 kr dyrare per ha och år, samt att C resp. A är 1500 resp. 2000 kr dyrare per ha och år (Tabell 9).

Tabell 8. Det totala antalet överfarer för de olika arbetsoperationerna (antal per år) i de olika ogräsbekämpningsstrategierna A-E

Ogräsbekämpningsstrategi	Gräsklippare Soloswing (st)	Ogräsfräs Pellenc (st)	Ogräs-spruta (st)	Grästrimmer finputsning (st)	Totalt (st/år)
A	6	0	0	3	9
B	3	3	0	3	9
C	3	4	0	3	10
D	0	6	0	3	9
E	0	3	3	0	6

Tabell 9. Den totala kostnaden för arbetsoperationerna (kr/ha) i en fruktodling med en odlingsareal på 5 ha för de olika ogräsbekämpningsstrategierna A-E, dvs. inklusive kostnad för traktor, förare, drivmedel, preparat (ättika 12 %); 5 kr per liter etc. Försöksled: A) Hela ytan med gräs. B) Grön remsa hela året. C) Grön remsa under sommarhalvåret. D) Mekanisk bekämpning hela ytan. E) Ättiksyra i trädraden och mekanisk bekämpning utanför

Ogräsbekämpningsstrategi	Gräsklippare Soloswing (kr/ha)	Ogräsfräs Pellenc (kr/ha)	Ogräs-Spruta (kr/ha)	Grästrimmer finputsning (kr/ha)	Totalt (kr/ha)	Kostnad rel. led D (%)
A	5706	0	0	1532	7238	136
B	2853	1889	0	1532	6274	118
C	2853	2519	0	1532	6904	130
D	0	3778	0	1532	5310	100
E	0	1889	5666	0	7555	142

Skillnader i intäkt mellan de olika ogräsbekämpningsstrategierna

Med utgångspunkt från skördenivåerna och fruktens kvalitet vid tillämpning av ogräsbekämpningsstrategierna A-D i ekologisk odling, kan den relativa skillnaden i intäkt mellan de olika strategierna beräknas (Tabell 10).

Ur tabell 10 framgår att intäkten i medeltal är ca 38 000 kr högre vid tillämpning av strategi B jämfört med D. När strategierna A och C jämförs med D ur intäktssynpunkt, så ligger de betydligt lägre. Led A 19 % lägre och led C 28 % lägre.

Genom att tillämpa Sandwichsystem B (mekanisk ogräsbekämpning utanför trädraden med en klippt grön remsa under träden året runt) så ser det ut till att finnas en stor potential till en förbättrad odlingsekonomi jämfört med helt öppen jord via mekanisk ogräsbekämpning, led D. Framför allt när ogräsbekämpningen i strategi B endast bedöms vara ca 1000 kr dyrare per ha och år jämfört med D. Detta resultat bör verifieras i fortsatta studier i ekologiska odlingar, eftersom resultatet i detta försök kan påverkats i positiv riktning eftersom övriga växtskyddsåtgärder utfördes i ett IP-system.

Tabell 10. Intäkt i relativtal vid ekologisk produktion för de olika ogräsbekämpningsstrategierna. Intäkterna från varje bekämpningsstrategi är beräknade från äpplen klassificerade som klass 1, 2 och 3

Ogräsbekämpningsstrategi	2008	2009	2010	2008-2010
A	61	122	59	81
B	83	157	102	114
C	62	91	64	72
D*	100	100	100	100

* Rel. 100 för led D under de olika åren (kr)

D	299 800	159 600	349 700	269 700
---	---------	---------	---------	---------

Jämförs den relativa skillnaden i intäkt mellan olika strategierna, i ett IP-system, (Tabell 11) så framgår det att intäkten i medeltal är ca 12 000 kr högre vid tillämpning av strategi B jämfört med D. När ogräsbekämpningsstrategierna A, C och E jämförs med D ur intäktsynpunkt, så ligger de betydligt lägre. Led E 6 % lägre, led A 25 % lägre och led C 36 % lägre.

Tabell 11. Intäkt i relativtal för de olika ogräsbekämpningsstrategierna. Intäkterna från varje bekämpningsstrategi är beräknade från äpplen klassificerade som klass 1, 2 och 3 i IP-odling

Ogräsbekämpningsstrategi	2008	2009	2010	2008-2010
A	57	170	60	75
B	77	218	101	109
C	53	109	58	64
D*	100	100	100	100
E	86	147	84	94

* Rel. 100 för led D under de olika åren (kr)

D	146 600	55 800	170 900	124 400
---	---------	--------	---------	---------

AVSLUTANDE DISKUSSION

Markbehandlingen utförs för att uppnå större skördar med hög kvalitet och en gynnsam miljö för trädutväxten (Weibel, 2002). Eftersom intresset för ekologisk fruktproduktion håller på att bli allt större över hela världen, så finns det ett stort behov av att utveckla icke-kemiska ogräsbekämpningsmetoder eller marktäckningssystemen, för att bekämpa ogräset på ett effektivt sätt samtidigt som fruktkvaliteten och trädens näringsförsörjning förbättras (Delate *et al.*, 2008). I vår studie bedömdes därför ogräsbekämpningseffekten av olika markbehandlingsmetoder för ekologisk odling i relation till dess effekter på avkastning, fruktkvalitet, trädutväxt och lagringsduglighet. Fyra ekologiska godkända ogräsbekämpningsstrategier jämfördes mot en strategi med den naturligt förekommande herbiciden ättiksyra.

Vidare gjordes en extra jämförelse mellan de ekologiska godkända ogräsbekämpningsstrategierna och glyfosat i IP-produktion.

Trädet är som mest känsligt mot ogräskonkurrensen under två olika perioder, ca 40 dagar efter blomning och fyra veckor före skörd. Under den första perioden sker det en celldelning. Ogräskonkurrensen leder till mindre fruktstorlek och sämre kvalitet (Grappadelli, *et al.*, 1994, McArtney, *et al.*, 1996, Zhiqiang *et al.*, 1999, Ferree & Warrington, 2003). Under den andra perioden sker en pigmentsyntes som ger frukten en bra färg. Under denna period sker även alla biologiska och biokemiska förändringar som leder till fysiologisk mognad. Om det finns en konkurrens under denna period så påverkas träden negativt, vilket resulterar i sämre fruktkvalitet (Lang, *et al.*, 2001; Godwin & Boland, 2002, Tahir, *et al.*, 2005).

Efter skörden lagrar trädet upp näring i rötterna. En bra balans mellan den vegetativa tillväxten och utvecklingen av fruktbarande sporrar är förutsättningen för en hög skörd. För att fruktsättningen skall bli så bra som möjligt bör den vegetativa tillväxten d.v.s. antalet blad och dess effektivitet vara högst i början av våren. Därefter måste tillväxten begränsas för att trädet skall kunna lagra in näring i slutet av sommaren, vilket är mycket viktigt för nästa säsons skörd. Under våren, när behovet av kväve är som störst, används det upptagna markkvävet främst för att bilda skott och nya blad. Det kväve som lagrats in i rötter och knoppar under hösten används i huvudsak för att utveckla sporrarnas blom- och bladknoppar. Alla ogräsbekämpningsstrategier som leder till svag tillväxt hos etablerade träd förbättrar; avkastning, fruktstorlek och kvalitet, som ett resultat av optimal blad/frukt-kvot (40 blad per frukt), högre ljusupptagning och ljusspridning inom kronan och högre kvävereserv under violperioden samt bättre kalciumhalt i frukten (Grappadelli *et al.*, 1994, Buler *et al.*, 2001, Neilsen, *et al.*, 2003b).

Ett intressant resultat från studien är att helt öppen jord via mekanisk bekämpning, i och utanför trädremsan (led D), jämfört med kemisk bekämpning med glyfosat, ur kvalitetssynpunkt förbättrar smak och fruktstorlek. Vidare gav led D en lägre grentillväxt utan att påverka stamtillväxten negativt, samtidigt som skörden var något lägre. Den mekaniska bekämpningen gav lägre nitrathalt i jorden (i april) och bladen hade lägre kväveinnehåll i juli månad. Det påverkade knopp-utvecklingen och fruktsättningen (Wiedenfeld 1999), vilket visade sig i vårt försök genom lägre avkastning och lägre grentillväxt. Den lägre grentillväxten kan också bero på skador av rötterna vid jordbearbetningen (Yao *et al.*, 2009). Det kan vara ett problem i odlingar med dålig trädutväxt. Stamtillväxten var lägst i led A följt av led C, D, E, B och G som hade den största stamtillväxten (medeltillväxt per år för år 2008-2010) (Tabell 3). Den låga stamtillväxten i led A berodde på konkurrensen från det insådda gräset som växte på hela ytan under träden. Dålig stamtillväxt var det även i led C, där den gröna remsan togs bort på hösten efter skörden, och i försöksledet med enbart mekanisk bearbetning (D). En förklaring till detta kan vara rotskador som uppkom vid den mekaniska bearbetningen under hösten. I de övriga försöksleden (A, B, E, G) utfördes ingen mekanisk bearbetning i

remsan under träden. Risken för försämrad trädttillväxt genom rot- och stamskador kan minskas genom alternativa metoder som Sandwichsystem och marktäckning med organiskt levande material (living mulch). Enligt ägaren av den fuktodling där försöket utfördes, så ger fräsning av jorden i och utanför trädraden en lika bra effekt som rotbeskäring på sorten Rubinola (S-Å Ekberg pers. medd., 2011).

Ogräsbekämpningsstrategin i led A, Hela ytan är bevuxen med kortklippt gräs, ledde till en svag trädttillväxt och en signifikant lägre avkastning i jämförelse med helt öppen jord antingen med hjälp av mekanisk bekämpning eller med hjälp av glyfosat. De träd som behandlades med denna strategi hade lägst avkastningseffektivitet i hela försöket. Orsaken kan vara konkurrensen med gräset. Det visade sig i en lägre jordkvävenivå under april och bladkväveinnehåll under augusti och september månad. Tyvärr lyckades vi inte upptäcka den näringsbrist som fanns i det gräsbevuxna odlingsystemet med hjälp av kalksalpeter-mätare (N-testare) som mäter bladens klorofyllinnehåll. Lägre bladkväveinnehåll minskar reserverna av näringsämnen under viloperioden, vilket resulterar i lägre fruktsättning under kommande säsong (Neilsen, *et al.*, 2003b). Under sådana förhållanden bör träden strax efter skörden tillföras t.ex. finhackade ettåriga baljväxter som grüngödsling i ekologisk odling. I IP-odling kan även bladgödsling tillämpas. (Neilsen *et al.*, 2003, Granatstein *et al.*, 2006).

Försöksled A visade positiva effekter på fruktkvalitet vid skörd och efter lagring. Eftersom trädet tog upp mer ljus i mitten av säsongen och fruktantalet var lägre (liksom en naturlig gallring) förbättrades fruktstorleken, färgen och smaken. Frukten hade bra motstånd mot lagringsröta, eftersom de mognade sent och fruktens fasthet förändrades i mindre uträkning under lagring. Lägre kalium/kalcium-kvot brukar ge bättre lagringsegenskaper, eftersom cellväggsmotståndet förbättras (Klein *et al.*, 1997). Bra röd-färgade frukter ger också högre motstånd mot svampangrepp eftersom högre anthocynin-innehåll förbättrar äpplets motståndskraft mot svampangrepp. Den solbelysta sidan av frukten täcks med ett tjockare skalvaxskikt. Detta vaxskikt kan ytterligare förstärka äpplets motståndskraft mot svampangrepp och stötskador (Bae, *et al.*, 2006; Tahir *et al.*, 2007 och 2009). Trots dessa positiva effekter, kan man inte rekommendera kortklippt gräs på hela ytan under träden (led A) utan en extra kvävetillförsel för att minska negativa effekter av konkurrensen (Stefanelli *et al.*, 2009; Yao *et al.*, 2009).

I tidigare studier, rapporterades att Sandwichsystemet kan måttligt förbättra jordkvaliteten och bördigheten med ett minimum av konkurrens med träden (Granatstein *et al.*, 2006). Våra resultat visade att de två Sandwichsystemen hade olika effekter på trädttillväxt och avkastning. Sandwichsystemet (led B), med gräsrensa under hela året i trädraden gav en lägre konkurrens medan Sandwichsystemet, med gräsrensa endast under sommarhalvåret gav en större konkurrens. När gräsremsan togs bort sent på hösten så sargades även rötterna som växte i den. Det kan ytterligare ha reducerat trädttillväxt och avkastning.

Sandwichsystemet, med gräsrensa under hela året i trädraden(led B), i jämförelse med bekämpning med glyfosat ökade fruktstorleken, förbättrade fruktkvaliteten vid skörd och efter lagringen; d.v.s. smak och färg. Det förhöjde dessutom fruktens motståndskraft mot svampangrepp. Skörden och jordkväveinnehållet var något lägre. Hög ljusupptagning och spridning inom trädkronan samt måttlig bladkvävemängd under säsongen förbättrade flera olika kvalitetsparametrar speciellt täckfärg, eftersom pigmentsyntesen beror på ljus- och kolhydrattillgänglighet (Zhiqiang *et al.*, 1999). Även den måttliga trädttillväxten (acceptabel stamtillväxt och mindre krona) påverkade fruktkvaliteten positivt (Buler *et al.*, 2001). Frukten från denna ogräsbekämpningsstrategi hade den lägsta kalium/kalcium-kvoten, vilket resulterade i en bra lagringsduglighet, eftersom högre kalciumhalt förstärker cellväggar medan högre kvävehalt gör fruktköttet för mjukt (Lang *et al.*, 2001).

Sandwichsystemet, med gräsrensa under hela året (led B) gav positiv effekt på fruktqualität, utan att påverka skörd och fruktstorlek i jämförelse med mekanisk ogräsbekämpning (led D), som är den mest använda ogräsbekämpningsmetoden i ekologisk odling. Behandlingarna i led B ökade kalciumhalten, som i sin tur förbättrade kvaliteten. Trädtillväxten blir lägre, vilket underlättar tätplantering och förbättrar fruktkvaliteten.

Sandwichsystemet, med gräsrensa endast under sommarhalvåret (led C) minskade avkastningen. Denna behandling kan man inte rekommendera utan extra näringstillförsel. Ökning av kvävenivån med 10 % hjälpte inte. Det var inte stora skillnader i avkastning, fruktstorlek och fruktqualität mellan denna behandling och mekanisk bekämpning på hela ytan (led D), medan led C förbättrade färgen p.g.a. mindre grentillväxt som resulterade i förbättrad ljusstillgänglighet.

Användningen av den naturligt förekommande herbiciden ättiksyra ”Ogräsbekämpning med ättiksyra i raden och mekaniskt utanför raden” (led E) visade också lovande effekter. Behandlingen ökade fruktstorleken och visade ingen negativ inverkan på skörd och kvalitet i jämförelse med ogräsbekämpning med enbart mekanisk bekämpning eller glyfosat. Frukten mognade lite senare och hade sämre smak vid skörden. Under lagringen försvann denna försämring och smaken blev istället bättre. Trots att behandlingen minskade trädtillväxten något, registrerades inte någon effekt på ljusupptagningen eller bladkväveinnehållet. Frukten från träd som behandlades med ättika hade högre motstånd mot svampangrepp. Sen mognad och låg kalium/kalcium-kvot vid lagring förbättrar motståndskraft mot lagringsjukdom (Klein, *et al.*, 1997, Tahir, *et al.*, 2007). Ättiksyran kan eventuellt reducera antalet svampsporer i odlingen och därmed minskar risken för svampangrepp (Sholberg, *et al.* 1995; Sholberg, *et al.*, 2000).

SLUTSATS

En slutsats från projektet är att man för ekologisk äppelodling kan rekommendera Sandwichsystemet (led B) med gräsremsa under hela året i trädraden i kombination med mekanisk bekämpning utanför trädraden, som ett alternativ till helt öppen jord under träden via mekanisk bekämpning (led D). Detta Sandwichsystem ger en hög skörd och avkastningseffektivitet per träd samtidigt som fruktkvaliteten och lagringsdugligheten förbättras, vilket även har resulterat i en förbättrad odlingsekonomi jämfört med led D. Det finns dock behov av ytterligare studier som utvecklar detta Sandwichsystem vidare och som inriktar sig på att främst optimera gödsel- och vattentillförseln, men även identifiera metodens effekt på jordstruktur, bördighet och textur samt undersöka hur den fungerar i modern tätplantering.

I allmänhet, gav de tre försöksleden av marktäckning med ogräskonkurrerande vegetation (led A - hela ytan är bevuxen med kortklippt gräs; led B - Sandwichsystemet med gräsremsa under hela året i trädraden och mekanisk bearbetning utanför remsan, och led C - Sandwichsystemet med gräsremsa endast under sommarhalvåret och mekanisk bearbetning utanför remsan) bättre effekt på fruktkvaliteten och lagringsdugligheten i jämförelse med mekanisk ogräsbekämpning led D. Metoderna med kortklippt gräs på hela ytan led A och sandwichsystemet med gräsremsa endast under sommarhalvåret led C, kräver extra tillförsel av kväve eftersom träden lider av konkurrensen med ogräset. Även sandwichsystemet med grön remsa hela året, led B, behöver viss extra kvävetillförsel. Behovet är dock lägre än för de andra systemen med ogräskonkurrerande vegetation.

I en jämförelse mellan försöksleden med gräs på hela ytan och de två Sandwichsystemen, gav Sandwichsystemet med gräsremsan under hela året i trädraden (led B), den bästa effekten på frukt-kvalitet och lagringsduglighet. Detta Sandwichsystem (led B), påverkar tillväxten utan negativ effekt på skörden och ger bra kvalitet utan behov av tillväxtreglering via rotbeskärning. Sandwichsystemet med grön remsa året om (och ibland även de andra marktäckningsmetoderna) gav bättre effekt än behandlingen med ättika, vad gäller fruktsmak, färg och lagringsduglighet. De andra två marktäckningsmetoderna (led A och C), gav lägre skörd jämfört med ättika, led E, dvs. kombinationen av mekanisk bekämpning utanför trädraden och ättika i trädraden.

Tillämpas försöksresultaten inom integrerad produktion (IP) där ogräsbekämpningen utförs med mekaniska metoder istället för med glyfosat så blir träd-kronorna lite mindre och frukt-smaken förbättras vid skördetillfället samt efter lagringen, p.g.a. bättre ljusupptagning och ljusspridning samt bättre blad/frukt-kvot. Ogräsbekämpningsstrategierna led A och C gav lägre skörd jämfört med glyfosat (led G).

REFERENSER

- Ascard, J. 2004. Personlig information, SJV:s Växtskyddscentral Alnarp.
- Ascard, J., Hansson, A., Håkansson, B., Stridh, H. & Söderlind, M. 2010. Ekonomi i fruktodling – Kalkyler för äpple. In: Jordbruksinformation, Vol. 5, 51pp. Jordbruksverket, Jönköping.
- Bae, R., Kim, K., Kim, T. & Lee, S. 2006. Anatomical observation of anthocyanin rich cells in apple skin. *HortScience*. 41:733-736.
- Buler, Z., Mika, A., Treder, W. & Chlebowska, D. 2001. Influence of new training systems of dwarf and semidwarf apple trees on yield, its quality and canopy illumination. *Acta Hort*. 557: 253-259.
- Danilovich, B. 2006. Mason County organic fruit growers test orchard ground floor management alternatives. *The IPM Report* 12 (2), pp 7.
- Delate, K., McKern, A., Turnbull, R., Walker, J., Volz, R., White, A., Bus, V., Rogers, D., Cole, L., How, N., Guernsey, S. & Johnston, J. 2008. Organic apple systems: Constraints and opportunities for producers in local and global markets: Introduction to the colloquium. *HortScience* 43:6–11.
- Engström, M. 2004a. Equipment for weed control in orchards. Inst för landskaps- & trädgårdsteknik, SLU Alnarp. Report 2005:1.
- Engström, M. 2004b. Markbehandling i ekologisk fruktodling. En sammanställning av metoder för icke-kemisk bekämpning av ogräs. Examensarbeten inom Hortonomprogrammet, 2004:07, ISSN 1403-0993
- Ekbladh, G. 2011 Personligt meddelande. Växtodlingsenheten, Jordbruksverket.
- Erlandsson, B., Erlandsson, G., Ögren E., Åkerberg, C. & Kling, M. 2000. Slutredovisning av projektet "Ekologisk fruktodling - växtskydd, mykorrhizaförekomst och ogräsreglering". Länsstyrelsen Västmanlands län.
- Ferree, D. C. (Editor); Warrington, I. (Editor). 2003. Apples : Botany, Production and Uses. Cambridge, MA, USA: CABI Publishing, p 161-163.
- Goodwin, I. and Boland, A. 2002. Scheduling deficit irrigation of fruit trees for optimizing water use efficiency. <http://www.fao.org/docrep/004/Y3655E/y3655e10.htm>
- Granatstein, D., Mullinix, K., Kirirby, E. & Brockington, M. 2006. Washington State Annual Report to the W-6 Technical Committee Washington State Representative: Ed: Stephen S. Jones. June 6, 2006. - Performance of living mulches in a new apple block in Central Washington: Year 1 evaluation. Washington State University.
- Grappadelli, L. C., Lakso, A. N. and Flore, J. A. 1994. Early season pattern of carbohydrate partitioning in exposed and shaded apple branches. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 119, 3, 596-03.
- Hansson, D. & Svensson, S-E. 2010. Ogräsbekämpning i fruktodling med naturligt förekommande herbicider. Weed control with natural herbicides in apple orchards. Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, SLU Alnarp. Rapport serie Landskap Trädgård Jordbruk. 2010:29. 21 s. ISSN 1654-5427, ISBN: 978-91-86373-36-8.
- Hansson, D., Svensson, S-E., Nilsson, J. & Svensson, S-A. 2008. Försök med mekanisk och kemisk ogräsbekämpning i IP-frukt under 2007. Slutredovisning till Partnerskap Alnarp i projektet (85). Ogräsbekämpning för ekologisk fruktodling - IP-frukt. Område Jordbruk - odlingsystem, teknik och produktkvalitet, SLU Alnarp. 7s.
- Hansson, D., Svensson, S-E. & Svensson, S-A. 2009. Ogräsbekämpning för ekologisk fruktodling. Slutrapport till Jordbruksverket i projektet (25-10984/07) Ogräsbekämpning för ekologisk fruktodling Mars 2009. Område Jordbruk - odlingsystem, teknik och produktkvalitet, SLU Alnarp. 29s.

- Jansson, R. (2009). Vattensork och åkersork - skadegörare i svensk fruktodling. The water vole and the field vole - pests in Swedish fruit production. Självständigt arbete vid LTJ-Fakulteten. Trädgårdsingenjörsprogrammet - odling 15 hp. Alnarp: 1-28.
- Klein, J.D., Conway, W.S., Whitaker, B.D. & Sams, C.E. 1997. Botrytis cinerea Decay in apple is inhibited by postharvest heat and calcium treatments. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 122, 91-94.
- Lang, A, Behboudian, M., Kidd, J., Brown, H., Palmer, J. & Wunsche, J. 2001. Mulch enhances apple storage quality. *Acta Hort.* 557:433- 439.
- Larsson, L., Gunnarsson, K. & Schroeder, H. 1997. Marktäckning i trädgårdsodling. Odlingsteknik med många möjligheter. *Jordbruksinformation* 5, 36s.
- Marks M J (1993) Preliminary results of an evaluation of alternatives to the use of herbicides in orchards. Brighton Crop Protection Conference Weeds 1, 461-466. UK.
- Mathieu V, & Aure D (2000). Apple. A reflective film for improving color. *Infos-Paris.* 160:37-41.
- McArtney, S., Palmer, J.W. and Adams, H.M. 1996 Crop loading studies with ‘Royal Gala’ and ‘Braeburn’ apples: effect of time and level of hand thinning. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 24, 401– 407.
- McGuire, R. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience* 27, 1254-1255.
- Merwin, I. A. & Stiles, W.C. 1994. Orchard Groundcover Management Impacts on Apple Tree Growth an Yield, and Nutrient Availablity and Uptake. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 119, 209-215.
- Måge, F. & Skogebö, G. 1992. Orchard soil management systems. Effects on growth and fertility of apple trees. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences* 6, 121-132
- Neilsen, G., Hogue, E. Forge, T. och Neilsen, D. 2003a. Mulches and biosolids affect vigor, yield and leaf nutrition of fertigated high density apple. *HortScience* 38:41–45.
- Neilsen, G.H. and D. Neilsen. 2003b. Nutritional requirements of apple, p. 267-302. In: Ferree, D.C. 443 and I.J. Warrington (eds.). *Apples, production and uses.* CABI Publishing, Oxon, UK.
- Rabcewicz, J., Wawrzynczak, P. & Cianciara, Z. 1997. Use of weeders with different types of tool motion in mechanical weed control in apple orchard. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 5, 69-75.
- Schmid, A. & Weibel, F. P. 2000. Das Sandwich-System – ein Verfahren zur herbizidfreien Baumstreifenbewirtschaftung. *Obstbau* 4, 214-217.
- Schmid, A. Weibel, F. P., Allemann, P. & Santini, D. 2004. Sandwich-System. Neues Verfahren zur herbizidfreien Baumstreifenpflege im Obstbau. *Erwerbs-Obstbau* (2004) 46, 87–94.
- Stefanelli, D., Roberto, J., Zoppolo, R., Perry, Z. & Weibel, F. 2009. Organic Orchard Floor Management Systems for Apple Effect on Rootstock Performance in the Midwestern United States. *HORTSCIENCE* 44(2):263–267. 2009.
- Sholberg, P.L. & Gaunce, A.P. 1995. Fumigation of fruit with acetic acid to prevent postharvest decay. *HortScience* 30, 1271-1275.
- Sholberg, P., Haag, P., Hocking, R. & Bedford, K. 2000. The use of vinegar vapor to reduce postharvest decay of harvested fruit. *HortScience* 35, 898-903.
- Tahir, I. 2005. Koordination av mogenhetsindex för tio äpplesorter i Sydsverige. SLU-Rapport.
- Tahir, I., Johansson, E. & Olsson, M. 2005. Groundcover materials improve quality and storability of ‘Aroma’ apples. *HortScience* 40 (5); 1416-1420.
- Tahir, I., Johansson, E. och Olsson, M. 2007. Improvement of quality and storability of apple cv. Aroma by adjustment of some pre-harvest conditions. *Scientia Horticulturae* 112 (2007) 164–171.

- Tahir, I., Johansson, E. & Olsson, M. 2009. Improvement of Apple Quality and Storability by a Combination of Heat Treatment and Controlled Atmosphere Storage. *HORTSCIENCE* 44(6):1648–1654.
- Weibel, F. 2002. Soil management and in-row weed control in organic apple production. *The Compact Fruit Tree* 35:118–121.
- Weidenfeld, R.L., B. Fenn, et al. 1999. Using sod to manage nitrogen in orchard floors. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 30(3&4): 353-363.
- Yao, S., Merwin, I. & Brown, M. 2009. Apple Root Growth, Turnover, and Distribution Under Different Orchard Groundcover Management Systems. *HORTSCIENCE* 44(1):168–175.
- Zhiqiang, J., Duan, Y. & Zhiguo, J. 1999. Effects of covering the orchard floor with reflecting film on pigment accumulation and fruit coloration in ‘Fuji’ apples. *Sci. Hortic. Amsterdam*. 82:47-56.
- Zhang, C., Tanabe, K., Tamura, F., Itai, A. & Wang, S. (2005) Partitioning of ¹³C-photosynthate from Spur Leaves during Fruit Growth of Three Japanese pear (*Pyrus pyrifolia*) Cultivars Differing in Maturation Date. *Annals of Botany* 95: 685–693.

BILAGA 1

Resultatjämförelse för fruktkvalitet och fruktkvantitet då ogräsbekämpning genomförs med glyfosat inom integrerad produktion

I denna bilaga görs en ytterligare resultatjämförelse mellan de olika ogräsbehandlingar och försöksled G, ogräsbekämpning med glyfosat under hela trädraden. I den tidigare resultatredovisningen har vi jämfört försöksled D, helt öppen jord via mekanisk behandling, mot de andra markbehandlingarna som ingått i studien och som är godkända inom ekologisk fruktodling (i dagsläget är dock ej ättika godkänd).

Led A, hela ytan bevuxen med kortklippt gräs, jämfört med led G

Vid skörd, var avkastningen 35 % lägre (Figur 6) och avkastningseffektiviteten 26 % lägre (Tabell 3) beroende på konkurrensen med gräset. Fruktvikten ökade med 20 % (Figur 7) eftersom ett lägre fruktantal på träd innebär att frukten blir större. Trots att inga signifikanta skillnader i fruktfasthet och sötma registrerades, var smaken (sockerhalten dividerat med syrahalten) 31 % bättre och syrainnehållet 28 % lägre (Tabell 1). Den röda täckfärgen var 180 % större enligt bedömning med färgmätare (här redovisas enbart värden från färgmätaren, p.g.a. att den stora skillnaden mellan okulär bedömning och färgmätare var uppseendeväckande stor). Högre ljusupptagning under juli och lägre bladkväveinnehåll förbättrade färgen. Fruktskalfärgen var 31 % mörkare (Tabell 1).

Efter lagring, var svampangreppen 36 % lägre (Figur 8) beroende på bättre röd skalfärg och högre kalciuminnehåll jämfört med led G (Tabell 6). Frukt med mycket röd färg och högt kalcium-kalium-förhållande har bättre motstånd mot svampangrepp, eftersom rött skal innehåller ett tjockare och ett klumpaktigt vaxskikt med mer antocynin, som båda kan förbättra försvarsmekanismen (Tahir *et al.*, 2009), medan ett högre kalciuminnehåll förbättrar cellväggarnas motstånd mot svampangrepp. Syrainnehållet var 38 % lägre medan smaken förbättrades (med 31 %). Ingen skillnad i fruktfastheten och SSC noterades (Tabell 2). Frukten visade bättre röd- och grundfärg antingen enligt synlig bedömning eller enligt färgmätare. Rödfärg som a*- värde var 180 % högre (Tabell 2), d.v.s. ingen ändring ägde rum under lagringsperioden. Frukten mognade lite senare (Figur 9).

Mindre träd tillväxt observerades under det sista året, där stam- och grentillväxten var 38 % respektive 34 % lägre (Tabell 3). I juni och juli noterades ingen signifikant skillnad i bladkväveinnehållet (B-N). B-N var 16 % lägre i augusti och 26 % lägre i september (Tabell 4). Ingen skillnad i ljusupptagning under juni, augusti och september registrerades. I juli månad var ljusupptagningen högre, 42 % (Tabell 4). I april var jordens nitrat- och totalkväveinnehåll 58 % resp. 68 % lägre.

Detta resultat visade på att kvävenivån p.g.a. konkurrensen från gräsytan, blev lägre när hela ytan är bevuxen med kortklippt gräs året om. För att upptäcka denna brist krävs att det utförs bladanalyser varje månad eftersom bedömning av trädets kvävestatus med bara kalksalpetermätare inte räckte. Knopp utveckling under följande säsong bör man också avvakta, för att ha en prognos om fruktsättning och kvävebehovet. Frukten från den gräsbevuxna ytan hade en 40 % lägre kalium/kalcium kvot (Tabell 5).

Led B, Sandwichsystem med kortklippt remsa av gräs hela året och mekanisk bekämpning utanför raden, jämfört med led G

Vid skörd, var fruktvikten 32 % högre (Figur 7) och avkastningen 14 % lägre (Figur 6). I en jämförelse mellan de båda behandlingarna fanns det inga skillnader i fasthet och SSC (Tabell 1) samt avkastningseffektivitet (Tabell 3). Syrainnehållet var 21 % lägre och smaken (socker/syra-kvot) var 21 % högre (Tabell 1). Rödfärg var 156 % högre och fruktskalet var 10 % ljusare beroende på högre ljusupptagning under hela säsongen (Tabell 1).

Efter lagring, registrerades inga signifikanta skillnader vad gäller svampangrepp (Figur 8), fruktfasthet, SSC, smak, fruktfärg (Tabell 2) och i mognadstid (Figur 9).

Det var ingen skillnad i stamtillväxt, men grentillväxten var 31 % lägre (Tabell 3). Ljusupptagningen var högre med 50 %, 59 %, 104 % och 37 % i juni, juli, augusti och september, beroende på mindre grentillväxt (korta grenar) (Tabell 4). Ingen signifikant skillnad i bladkväveinnehållet (B-N) noterades under juni, augusti och september. I juli var B-N 32 % lägre (Tabell 4). Jordanalysen visade 30 % lägre nitratinnehåll och 32 % lägre totalkväve i april. Denna lägre kvävenivå påverkade avkastningen. Det vill säga att träd som växer i sandwichsystemet måste få extra gödsling jämfört med led G om avkastningen inte skall påverkas negativt. Frukten i led B hade 57 % lägre kalium/kalcium-kvot (Tabell 5), vilket förklarar den förbättrade fruktlagringsdugligheten.

Led C, Sandwichsystem med kortklippt remsa av gräs under sommarhalvåret och mekanisk bekämpning utanför raden, jämfört med led G

Vid skörd, var avkastningen 25 % lägre (Figur 6) och avkastningseffektiviteten 26 % lägre (Tabell 3). Ingen signifikant skillnad i fruktvikt (Figur 7), fruktfasthet, SSC, syrainnehåll, smak och grundfärg noterades (Tabell 1). Den röda färgen var 180 % större (Tabell 1).

Efter lagring, registrerades inga signifikanta skillnader vad gäller svampangrepp och frukt-kvalitet (Figur 8 och Tabell 2). Frukten från led C (Sandwichsystem 2; kortklippt gräs - grön remsa endast under sommarhalvåret) mognade tidigare än alla andra behandlingar (Figur 9). Jämfört med led A blev frukten från led C 1,5-2 veckor tidigare mogen för att plockas.

Stamtillväxten var under andra året 17 % mindre, medan grentillväxten var 46 % mindre (Tabell 3). Ingen signifikant skillnad i bladkväveinnehållet (B-N) noterades under juni – augusti. Senare under säsongen var B-N 21 % lägre (Tabell 4). Ljusupptagningen var högre; 51 %, 35 %, 93 % och 48 % i respektive juni, juli, augusti och september, beroende på korta grenar (Tabell 4). Nitratinnehållet i jorden var 65 % lägre och totalkväveinnehåll 68 % lägre. Trots att led C fick 10 % extra gödslingsmedel under det sista året, kompenseras inte den förväntade kvävebristen, som resulterade i en sänkt avkastning. Sandwichsystem med kortklippt remsa under sommarhalvåret kräver extra gödsling i maj och juni och tydlig avvaktning av knopp-utveckling och fruktsättning under följande säsong. Kalium/kalcium-kvoten i frukten var 38 % lägre (Tabell 5).

Led D, Öppen jord med mekanisk bekämpning, jämfört med led G

Vid skörd, var fruktvikten 21 % större (Figur 7) och avkastningen 13 % lägre (Figur 6). Mellan de båda behandlingarna var det inga skillnader i fruktkvalitet, fasthet, SSC (Tabell 1) och avkastningseffektivitet (Tabell 3). Syrainnehållet var 28 % lägre och smaken förbättrades med 41 % (Tabell 1). Fruktfärgen förbättrades, där mängden rödfärg (a^* -värdet) var 150 % högre beroende på högre ljusupptagning i augusti. Fruktskalet var 30 % mörkare (Tabell 1).

Efter lagring, fanns det inte några signifikanta skillnader i svampangrepp (Figur 8), fruktfasthet, SSC, och fruktfärg (Tabell 2). Syrainnehållet var 50 % lägre och smaken 50 % bättre (Tabell 2). Ingen skillnad i mognadstid noterades (Figur 9).

Det fanns ingen signifikant skillnad i stamtillväxt under det första respektive det andra året. Grentillväxten var 18 % lägre (Tabell 3). Det fanns ingen signifikant skillnad i bladkväveinnehållet (B-N) under juni, augusti och september. I juli var B-N 33 % lägre (Tabell 4). Det var ingen skillnad i ljusupptagningen i juli och september. Den var dock 38 % högre i juni och 82 % högre i augusti (Tabell 4). Nitratinnehållet i jorden i april var 28 % lägre och totalkväveinnehållet var 39 % lägre. Kalium/kalcium-kvoten i frukten var 6 % lägre (Tabell 5).

Led E, Ogräsbekämpning med ättiksyra i raden och mekaniskt utanför raden, jämfört med led G

Vid skörd, var fruktvikten 17 % större i led E jämfört med led G (Figur 7). Det var ingen skillnad i avkastning (Figur 6), fasthet, färg, SSC (Tabell 1) och avkastningseffektivitet (Tabell 3). Syrainnehållet var 21 % lägre, men det var ingen signifikant skillnad i smak (Tabell 1). Fruktskalet var 12 % ljusare (Tabell 1).

Efter lagring, var svampangreppen 34 % lägre (Figur 8). Syrainnehållet var 25 % lägre och smaken förbättrades (med 29 %). Det var ingen skillnad i fruktfasthet, färg och SSC (Tabell 2). Frukten mognade lite senare (Figur 9).

Det var ingen skillnad i stamtillväxt under säsongen, men grentillväxten var 27 % lägre (Tabell 3). Vidare var det ingen signifikant skillnad i bladkväveinnehåll (B-N) och ljusupptagning (Tabell 4). Nitratinnehållet i jorden i april var 21 % lägre och totalkväveinnehållet var 23 % lägre. Kalium/kalcium-kvoten i frukten var 40 % lägre (Tabell 5).

BILAGA 2

Kostnadsberäkning för insatser av maskiner, arbete och preparat modifierad från Ascard et al. (2010)

		Traktor 40 kW	Gräsklippare Soloswing	Ogräsfräs Pellenc	Ogrässpruta	Grästrimmer finputsning
Ny eller begagnad		Beg	Ny	Beg	Beg	Ny
Odlingsareal	ha	5	5	5	5	5
Arbetskapacitet	ha/tim		0,5	1	1,5	0,5
Antal behandlingar per år			3	3	3	3
Årlig användningstid	tim	250	30	15	10	30
Inköpspris	kr	175 000	25 000	25 000	10 000	5000
Kalkylperiod	år	10	10	10	10	5
Restvärde	kr	40 000	10 000	0	0	0
Värdeminskning per år	kr	13 500	1 500	2 500	1 000	1 000
Räntesats	%	6%	6%	6%	6%	6%
Räntekostnad per år (medelårskalkyl)	kr	6 450	1 050	750	300	150
Nypris	kr	250 000	25 000	40 000	40 000	5000
Underhåll per 1000 kr nypris	kr/tim	0,14	1,5	1,5	2,5	2
Underhållskostnad per år	kr	8 750	1 125	900	1 000	300
Årskostnad	kr	28 700	3 675	4 150	2 300	1 450
Kostnad per ha och år	kr/ha	5 740	735	830	460	290
Maskinkostnad per tim	kr					
Värdeminskning per tim	kr	54	50	167	100	33
Räntekostnad per tim	kr	26	35	50	30	5
Underhållskostnad per tim	kr	35	38	60	100	10
Summa maskinkostnad	kr/tim	115	123	277	230	48
Arbete	kr/tim		200	200	200	200
Traktor	kr/tim		115	115	115	0
Drivmedel	kr/tim		38	38	38	7
Summa timkostnad	kr/tim		476	630	583	255
Hektarkostnad per behandling	kr/ha		951	630	389	511
Preparatkostnad per ha	kr/ha		0	0	1500	0
Total hektarkostnad per behandling	kr/ha		951	630	1889	511

BILAGA 3

Maskinkostnadskalkyl för enligt medelårsberäkningsmetoden

Maskinkalkyl II

En real medelårskalkyl

Maskin **Soloswing** Modell m.m. **Gräsklippare under trädraden, ny**

Återanskaffningsvärde **Å**

Värde vid inköp **A** % av **Å**

Värde vid försäljning **B** % av **Å**

Kalkylperiod **C** år

Realränta **R** %

Förvaringsyta **Y** m²

Förvaringskostnad **F** kr/m²

Försäkring **S** % av **Å**

Användning **T** tim/år

Underhållskostnad **U** kr/tim,
1000 kr Å

Värdeminskning

$$\frac{100 - 40}{10} \cdot 25\,000 = 1\,500 \text{ kr/år}$$

Ränta

$$\frac{100 + 40}{2} \cdot \frac{6}{100} \cdot 25\,000 = 1\,050 \text{ kr/år}$$

Förvaring

$$Y \cdot F = \text{kr/år}$$

Försäkring

$$\frac{S}{100} \cdot 25\,000 = \text{kr/år}$$

Timkostnad Fast

$$\frac{2\,550}{30} = 85 \text{ Kr/tim}$$

Årskostnad fast
2 550 kr/år

Underhåll Rörlig kostnad

$$\frac{1,50 \cdot 25\,000}{1\,000} = 38 \text{ kr/tim}$$

$$30 \cdot 38 = 1\,125 \text{ kr/år}$$

Timkostnad Enbart maskin

Fast+ underhåll kr/tim

Årskostnad Total
= 3 675 kr/år

Timkostnad för enbart maskin = kr/tim

Drivmedelsåtgång **D** l/tim,
kW_{max}

Motoreffekt (max) **E** kW_{max}

Drivmedelspris **P** kr/l

Förarkostnad **L** kr/tim

Tillägg **M** %

Traktor kw kr/tim

Drivmedel

$$0,12 \cdot 40 = 4,8 \text{ l/tim}$$

$$4,8 \cdot 8,00 = 38 \text{ kr/tim}$$

Förare

$$L = 200 \text{ kr/tim}$$

$$L \cdot M = \text{kr/tim}$$

115 kr/tim

Summa timkostnader med drivmedel, traktor och förare
476 kr/tim