



Utrustning för mekanisk ogräsbekämpning i fruktodling

Equipment for weed control in orchards

Malin Engström, David Hansson, Johan Nilsson, Sven Axel Svensson



Slutrapport till Stiftelsen Lantbruksforskning

SLU Alnarp
Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik

Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Landscape Management and Horticultural Technology

Rapport 2005:1
Report
ISSN 1652-1552

I denna serie publiceras rapporter från Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik vid SLU Alnarp.

This is a publication from the Department of Horticultural Technology at the Swedish University of Agricultural Sciences in Alnarp.

En lista på publicerade rapporter i serien finns på www.lt.slu.se.

The issues in this series of publications are listed at www.lt.slu.se.

Malin Engström är hortonom och har under en kortare anställning vid Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik haft i uppdrag att sammanställa denna rapport. I sitt examensarbete studerade hon mekanisk ogräsbekämpning i fruktodling.

David Hansson är forskare vid Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik.

Johan Nilsson är forskningsassistent vid Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik.

Sven Axel Svensson är forskningsledare vid Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik.

Förord

Denna rapport vänder sig till personer som vill veta mer om utrustning för mekanisk ogräsbekämpning. I första hand är den tänkt för odlare och rådgivare inom fruktodling, men även forskare och myndighetspersoner kan ha nytta av denna skrift.

Syftet är att ge läsaren en överblick av maskiner på marknaden, deras funktion, uppbyggnad och verkningssätt, samt vilka aspekter man bör ta hänsyn till vid maskinval. Vår förhoppning är att rapporten ska underlätta övergången från kemisk till mekanisk ogräsbekämpning, genom att ta hänsyn till fruktodlingens biologiska förutsättningar, påverkan av den omgivande miljön samt de ekonomiska aspekterna.

Arbetet med att ta fram denna skrift har finansierats av Stiftelsen Lantbruksforskning,

Alnarp, januari 2005

Håkan Schroeder

Prefekt

Sammanfattning

En fruktodlings markbehandling, till vilken man också räknar ogräsbekämpningen, spelar en viktig roll för att skörd och fruktkvalitet skall bli tillfredställande. Genom markbehandlingen kan man bl.a. bekämpa ogräs, skadedjur och sjukdomar, samt förbättra jordens egenskaper och livsbetingelserna för dess organismer.

Denna rapport är en sammanställning av kunskap om mekanisk ogräsbekämpning för fruktodling, såväl konventionell odling, Integrerad Produktion (IP) som ekologisk odling. Rapporten baseras på litteratur, forskningsresultat och praktiska erfarenheter från odlare. Den bygger även på intervjuer med rådgivare, ekologiska och konventionella fruktodlare, maskinföretagare och forskningsinstitutioner i Sverige, Norge och i Danmark.

I rapporten behandlas olika metoder och maskiner, som t ex fräsar, tallriksharvar, ogräsborstar och jordhyvel. Ogräseffekten och användbarheten påverkas av maskinernas egenskaper, principiella verkningssätt, arbetsorganens utformning och kvalitet, montering samt naturligtvis också av förarens skicklighet. Fruktodlingens specifika betingelser, som jordtyp, ogräsflora, planteringssystem, areal, mm har även betydelse. Kunskapen om vilka maskiner som finns på marknaden och deras verkningssätt, är betydelsefull för att kunna välja en passande maskin för en odlings specifika förhållanden.

Mekanisk markbehandling anses i dagsläget vara det mest intressanta alternativet till kemisk bekämpning av ogräs i fruktodling och har en fördel av att bygga på en äldre tradition. Det är också en vanlig markbehandlingsmetod i ekologisk fruktodling. Problemen ligger knappast i investeringskostnaden eller ogräseffekten, utan de största invändningarna ligger i en osäkerhet om risker för fruktens kvalitet och kvantitet samt i den större tidsåtgången för de mekaniska alternativen. Behandlingskostnaden är betydligt högre för de mekaniska behandlingsmetoderna än för kemiska bekämpning.

Summary

Soil treatment in orchards, including weed control, plays an important role in maintaining satisfactory fruit yield and quality. Proper soil treatment controls weeds, pests and diseases, as well as improves soil qualities and living conditions for different beneficial organisms.

This report is a compilation of knowledge on mechanical weed control for orchards, conventional, as well as integrated and organic. The report is based on literature, research results and practical experiences from users. Interviews were also carried out with advisers, fruit growers, machine producers and research institutes in Sweden, Norway and Denmark.

Different methods and machines are presented, for example: cultivators, disc harrows, weed brushes and weed planers. The weed-control effect and usefulness is influenced by the machines' characteristics, principal mode of action, component design and quality, mounting, and of course the skill of the operator. Specific conditions of the orchard, such as soil type, weed flora, planting system, acreage, etc, also influence the result. Knowledge about the machines of the market and their mode of action is important, to guide the selection of an appropriate machine for a specific orchard.

Mechanical weed control is now regarded as the most interesting alternative to chemical weed control, with the advantage that it follows a well-known tradition. It is also a common practise in organic fruit production. Grower concerns are rarely about the investment costs or weed control effect, but most objections are doubts that the extensive soil tillage required to control weeds will damage tree roots and thus result in reduced fruit yield and quality. Mechanical alternatives also require longer field operation time. The cost for treatment is considerable higher for mechanical weed control than for chemical weed control in fruit production.

Innehållsförteckning

Inledning.....	1
Mekanisk markbehandling	1
Biologiska aspekter	2
Ekonomiska aspekter.....	3
Maskintyp.....	6
Tallriksredskap	8
Fräsar	8
Vertikalfräsar.....	9
Horisontalfräsar	12
Ogräsborstar	14
Jordhyvlar.....	14
Sammanfattning av maskindata	17
Utvecklingsmöjligheter	22
Sandwichsystemet	23
Sammanfattande diskussion	24
Tack.....	25
Referenser.....	26
Tryckta referenser	26
Internetreferenser	27
Personliga meddelanden.....	27

Inledning

Ekologisk fruktodling innebär att producera frukt på ett långsiktigt och hållbart sätt, d.v.s. bevara och stärka markens och ekosystemets produktionsförmåga. Genom att hushålla med resurser, minska utsläpp av föroreningar till mark, luft och vatten bidrar man till att öka den biologiska mångfalden (Ascard, 2003). Det är dock inte bara den ekologiska odlingen som vill minska utsläpp av föroreningar utan även den konventionella och den stora majoritet som producerar under IP-konceptet. Riksdagen har fastställt nationella miljömål som miljöarbetet i alla Sveriges län ska sikta emot. Delmål och strategier är utarbetade för att nå målen, som bl.a. innebär att det ska finnas grundvatten av god kvalitet, att ingen övergödning ska förekomma och att en giftfri miljö ska föreligga. Fruktodlingen är främst spridd i södra och mellersta Sverige. Dess behov av ett gynnsamt lokalklimat gör också att den förekommer på områden, viktiga för turistnäringen. Ca 150 ha fruktodling ligger inom de på senare år uppmärksammas vattenskyddsområdena. Kemisk bekämpning inom dessa områden kan innebära risker för att bekämpningsmedel hamnar i vatten, något som inte kan accepteras framöver (Länsstyrelsen i Skåne län, 2003).

Efterfrågan på ekologiska produkter ökar. Då den svenska odlingen av ekologisk frukt inte ökar i samma takt, leder detta till ökad import. Eftersom importen av frukt undviker att ett underskott skapas, höjs inte priserna på den svenska frukten. Därför måste kostnaderna för att producera svensk, ekologisk frukt minskas för att kunna konkurrera med importfrukten. Handeln, bl.a. livsmedelskoncernerna Coop och ICA, vill framöver öka andelen ekologiskt odlade produkter i sitt sortiment (Jerlbeck, pers. medd., 2003).

För att öka lönsamheten krävs en utveckling på flera fronter bl.a. när det gäller odlingstekniken. Metoder som minskar arbetsbehovet för markbehandling och andra tunga moment i odlingen behöver utvecklas (Ascard, 2003; Jerkebring, 2003). Enligt Krav odlades år 2002 ca 64 ha ekologiskt, d.v.s. ca 3 % av den totala fruktarealen. De ekologiska odlingarna har jämförelsevis små arealer, vilket kräver speciella krav på teknisk lösning.

Bekämpning av ogräs i fruktodlingar är viktig för att undvika konkurrens om näring och vatten. Ekologisk fruktodling skiljer sig från den konventionella bl.a. genom att tillgången på näringsämnen inte kan regleras så snabbt (Juhlin, 2003). Metoden för ogräsbekämpning har betydelse för kontroll av exempelvis skadedjur, insekter, patogena svampar, samt vattenhalt och jordstruktur. I fruktodling är det viktigt att använda en markbehandlingsmetod som tar hänsyn till alla dessa faktorer, samtidigt som den inte får kosta för mycket eller minska skörd och frukt kvalitet. Alternativen är flera, men olika faktorer kan vara betydande när man ska välja metod, exempelvis odlingens specifika betingelser som ogräsflora, jordtyp och planteringssystem etc. Mekanisk bekämpning är i dagsläget den metod som oftast används i ekologisk fruktodling i Sverige och anses vara den bäst fungerande. Maskiner har funnits på marknaden i många år, men inte fått genomslag i odlingen. Med mer kunskap om maskinmarknaden, verkningssätt och kostnader är det vår förhoppning att användningen ska öka.

Mekanisk markbehandling

I dagsläget är mekanisk markbehandling en av de vanligaste metoderna för att bekämpa ogräs i ekologisk fruktodling. Samtidigt som ogräset hålls borta, finfördelas det organiska materialet, mikrolivet stimuleras (Winter, 1997) och mineraliseringen ökas (Erlandsson *et al.*, 2000). I konventionell odling har mekanisk bekämpning än så länge svårt att ekonomiskt konkurrera med den kemiska bekämpningen, som är betydligt mindre arbetskrävande och därmed billigare (Gustafsson & Nilsson, 1998).

Biologiska aspekter

Ett effektivt redskap för ogräsbekämpning ska inte gå för långt ner i marken så att trädens fina, ytliga rötter påverkas. Trädets stam får inte heller skadas. Det översta jordlagret är det mest näringsrika. Skador på ytliga rötter kan leda till ett försämrat näringsupptag, som i sin tur påverkar tillväxt och skörd negativt (Schawlann, 1999). Ett alternativ, som dock inte kan användas i ekologisk odling, är att kombinera den mekaniska bekämpningen med kemisk bekämpning precis runt stambasen. Detta gör att skador på stammen undviks och att körhastigheten kan hållas högre, då redskapet inte behöver arbeta så nära träden.

Mekanisk bekämpning kan också ge negativa effekter på markfaunan. En studie visar att mekanisk bekämpning tidigt på våren kan göra att antalet tvestjärtar i äppelodlingen minskar. Det kan senare under säsongen leda till en ökning av antalet blodlöss, som är en mycket aggressiv bladlusart, främst spridd i skånska odlingar (Petersson & Åkesson, 1998; Anonym, 2003). Maskar och andra smådjur tar också skada av regelbunden fräsning. Maskar och även vissa nyttiga nematoder är viktiga för jordstruktur och bearbetning av förmån. De äter jord och växtrester, som sönderdelas och bryts ner vid passagen genom tarmkanalen. Den mikrobiella nedbrytningen som följer underlättas härigenom (Wiklander, 1976).

Jordstrukturen kan påverkas negativt av en mekanisk bearbetning. Anledningen kan vara att antalet maskar, som har betydelse för jordens porositet, minskar vid mekanisk bearbetning (Haynes, 1981). Humushalten reduceras och redskapet kan även mekaniskt förstöra aggregatstrukturen, vilket minskar jordens vattenhållande förmåga (Baars, pers. medd., 2003; Himmelsbach, 1995). Samtidigt kan vind och regn orsaka erosion när jorden hålls öppen (Baars, pers. medd., 2003).

En positiv effekt är att gamla blad- och grenrester sönderdelas och blandas ner i jorden, vilket påskyndar nedbrytning och mineralisering (Gustafsson & Nilsson, 1998; Himmelsbach, 1995). Detta i sin tur ger en sanerande effekt på skadedjur och sjukdomar. När blad och grenar finfördelas får svampsjukdomar som t.ex. skorv mindre näring att fortsätta leva på (Sandskär pers. medd., 2003). Göran Erlandsson, ekologisk fruktodlare i Hallstahammar, använder sig av en speciell teknik för att bl.a. minska skorvangrepp i odlingen. Under hösten, då bladen börjar falla, bearbetar han marken så att djupare rännor bildas i trädradernas yttre kanter (längs gräsbanorna). Löven blåser ner och fångas i rännorna, som under senhösten fylls med jord igen. Löven blandas med jord, vilket gör att de bryts ner snabbare. Mekanisk markbehandling anses också vara en nödvändig metod på vissa lätta jordar, där sork annars etablerar sig (Persson, pers. medd., 2003).

På lätta jordar kan en mekanisk bekämpning öka avdunstningen, vilket ökar bevattningsbehovet. Men i jordar med lera eller mjåla bryts kapillärena i jordens ytskikt och hindrar istället vattnet från att avdunsta. Tunga jordar samt fuktigt väder om våren kan också försena den första bearbetningen, vilket påverkar kväve mineraliseringen negativt (Irla & Heusser, 1999). Träd, i odlingar där mekanisk bekämpning utförs, har mindre tillväxt jämfört med träd i marktäckta system, vilket delvis beror på att rötterna skadas vid markbearbetning. En sämre tillväxt kan i sin tur göra att skörden minskar. Vid gödsling är det också bra att kunna mylla ner gödseln för att minska kväveförlusterna (Irla & Heusser, 1999; Juhlin, pers. medd., 2003; Schawlann, 1999).

Mykorrhizasvampar påverkas också av mekanisk bekämpning. Studier visar att odlingsstrategier har stor inverkan på populationen av mykorrhizasvampar och dess funktion i äppelodlingar. Man kan urskilja effekter av specifika odlingsåtgärder på förekomsten och rotkoloniseringen av mykorrhizasvampar. Koloniseringspotentialen är bl.a. högre i jord där mindre jordbearbetning utförts (Erlandsson *et al.*, 2000). Mykorrhizasvamparna har betydelse

för trädens näringsupptagande förmåga. Svampen får kolhydrater från växten och växten får i sin tur vatten och mineralnäringsämnen från svampen. I odling är det främst ett ökat upptag av fosfor som är viktigt. Fosfor är ofta hårt bundet i jorden och av den organiska formen är bara en liten del växttillgänglig. Aktivt absorberande rötter orsakar efter hand en bristsituation närmast rötterna, och begränsar därmed det fortsatta upptaget. Mykorrhizan kan då öka rötternas absorption genom att hyferna sträcker sig långt utanför bristzonen (Mårtensson, 1997).

I svenska försök (Tahir *et al.*, 2004) har man studerat hur olika strategier för ogräskontroll påverkar fruktens kvalitet och lagringsduglighet. I försöken har man använt herbicider, mekanisk ogräsbekämpning med fräs (typ ej specificerat) fyra gånger under tiden maj till augusti och tre olika varianter av marktäckning, nämligen svart plast, aluminiumbelagd duk och bark. Resultaten visade att:

- bark hade sämre *ogräseffekt* än mekanisk bekämpning. I båda alternativen krävdes kompletterande manuell rensning.
- aluminiumfolien gav störst ökning av trädstammarnas *tvärsnittsarea*. Barktäckning och svart plast gav större ökning av tvärsnittsarean än mekanisk bekämpning, men ingen skillnad i jämförelse med kemisk bekämpning.
- mekanisk bekämpning och täckning med plast eller aluminiumduk gav högre *marktemperaturer* än täckning med bark och kemisk bekämpning.
- täckning med bark eller aluminiumduk gav 26-35 % *högre skörd* och 18 % *större frukt* än både kemisk och mekanisk bekämpning.
- mekanisk bekämpning gav frukten något sämre tålighet mot *stötskador*.
- täckning med bark eller aluminiumduk gav *fastare* frukt, medan mekanisk bekämpning gav högre *syrlighet* och *sötma*.
- täckning med aluminiumduk gav *rödare* frukt.
- täckning med svart plast gav mindre *svampangrepp* än kemisk bekämpning, men visade dock ingen skillnad i jämförelse med mekanisk bekämpning.

Ekonomiska aspekter

I flera rapporter anges att det krävs en mekanisk bearbetning ungefär var 14:e dag för att få en god effekt mot ogräset (Assarsson *et al.*, 1994; Himmelsbach, 1995). I praktiken väntar man oftast något längre mellan behandlingstillfällena, vilket resulterar i 4-6 ogräsbekämpningar per säsong (Irla & Heusser, 1999; Persson, pers. medd., 2003). I Göran Erlandssons odling i Hallstahammar och på Fejø sker mekanisk ogräsbekämpning 4-6 gånger under säsongen. Detta kan jämföras med kemisk bekämpning, där besprutning sker 2-3 gånger per säsong.

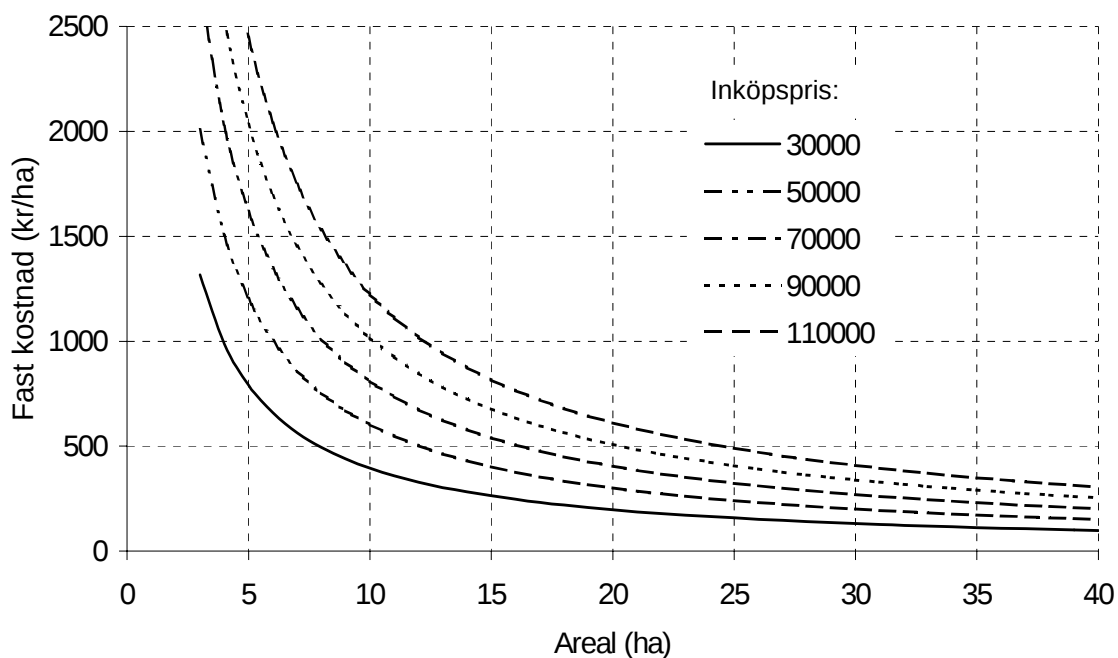
Samtidigt är det inte nödvändigt att det totala antalet traktorkörningar under en odlingssäsong blir fler i ekologisk odling, jämfört med konventionell. Båda odlingssystemen behöver klippa körgångarna mellan trädraderna, men i ekologisk odling kan antalet körningar för klippning vara färre. Där strävar man efter att ha en blommande vegetation i körgången och klipper därför inte hela odlingens gräsbanor samtidigt. Körgångarna kan därmed ge mat och levnadsutrymme för skadedjurens naturliga fiender (Erlandsson *et al.*, 2000).

För att den mekaniska ogräsbekämpningen ekonomiskt ska kunna konkurrera med den kemiska är det önskvärt att kunna hålla en hastighet lika hög som vid kemisk besprutning, d.v.s. 8-10 km/h (Knast, pers. medd., 2003). Kurt Knast, konventionell fruktodlare, har en

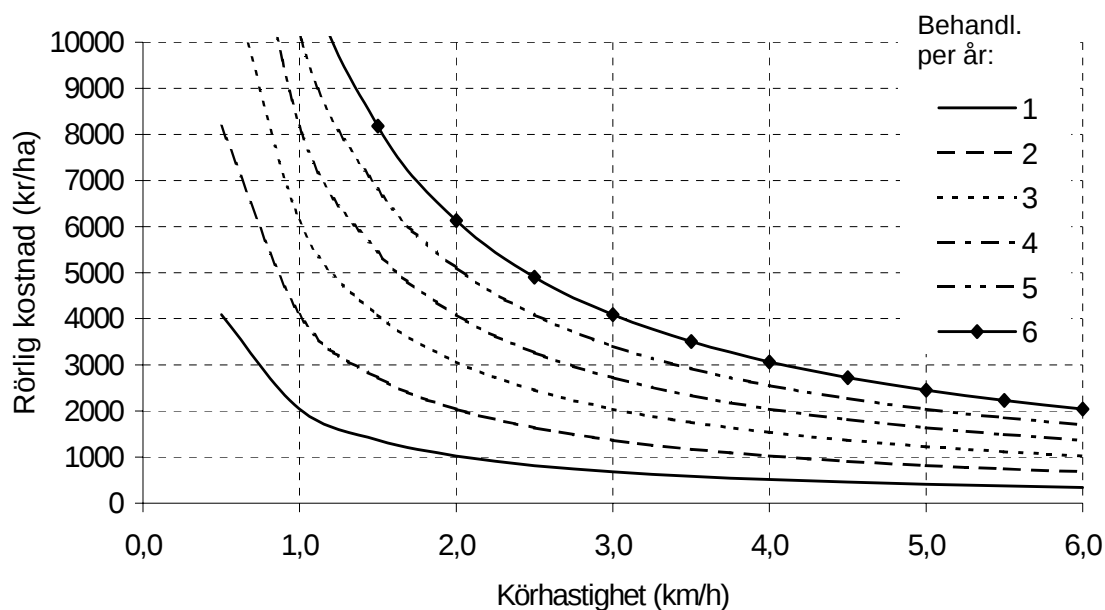
äldre modell av en spadrullharv som kan köras relativt snabbt, 7-8 km/h, jämfört med andra harv- och fräsredskap, 3-4 km/h. Den arbetar dock på ett djup av 10 cm, vilket anses för djupt för att trädrötterna inte ska ta skada. Samtidigt blir den luckra jorden svår att gå i under höstens skördearbete. Redskapet arbetar heller inte in mellan träden, vilket gör att en smal remsa av ogräs lämnas kvar i trädraden.

Kostnaden för mekanisk bekämpning beror på flera olika faktorer och måste beräknas utifrån odlingsenhetens och redskapets speciella förutsättningar. Figurerna nedan underlättar beräkningarna. Genom att lägga ihop den fasta kostnaden (Figur 1) med den rörliga (Figur 2) får man totala årskostnaden per hektar. Beräkningarna som ligger bakom Figur 1, Figur 2 och Tabell 1 bygger på följande antaganden:

- Radavstånd 3,5 m
- Kostnad för förare och traktor inkl. bränsle är 290 kr/timme
- Redskapets underhåll är 14 kr/tim
- Realränta 6 %
- Restvärde efter 12 år är 20 % av inköspriset
- Förvaringskostnad 840 kr/år
- Försäkringskostnad 0,10 % av återanskaffningsvärdet (inköspriset för en ny maskin)
- Arbetsteknisk verkningsgrad (d.v.s. andel av arbetstiden som redskapet är i arbetsläge) är 85 %



Figur 1. Fast hektarkostnad som funktion av odlingsareal och inköspris.



Figur 2. Rörig kostnad som funktion av körhastighet och antal behandlingar per år.

Jämförelsen med kemisk bekämpning (Tabell 1) bygger på samma antaganden som används i de mekaniska alternativen, dock med följande kompletteringar och undantag:

- Båda sidor sprutas samtidigt
- Behandlad bredd 1,8 m per trädrad
- Sprutans underhåll är 10 kr/tim
- Preparatkostnaden är 150 kr/ha och behandlingstillfälle
- Arbetsteknisk verkningsgrad är 65 %

Tabell 1. Exempel på behandlingskostnader vid olika inköpspris, körhastighet och odlingsareal. Kemisk bekämpning finns med för jämförelse.

	Maskin 1	Maskin 2	Kem. bek.
Inköpspris (exkl. moms), kr	50 000	110 000	20 000
Körhastighet, km/h	3	5	6,5
Kapacitet, ha/h	0,45	0,74	1,48
Behandlingskostnad/år (5 beh./år för mek, 2,5 beh./år för kem.), kr/ha:			
3 ha odling	5 414	6 125	1 878
5 ha odling	4 611	4 493	1 490
10 ha odling	4 008	3 268	1 198

För att begränsa kostnaderna för mekanisk bekämpning är det viktigt att de fasta kostnaderna kan fördelas på stor odlingsareal, samtidigt som det krävs en hög körhastighet för att begränsa de rörliga kostnaderna. Tabell 1 visar exempel på att det kan vara bättre att välja en billigare maskin med lägre kapacitet vid små odlingar (3 ha), medan det vid större odlingar (10 ha) blir

billigare med den dyrare och snabbare maskinen. Ur Figur 2 framgår det också att färre antal behandlingar per år sänker den rörliga maskinkostnaden avsevärt.

Det finns även andra faktorer, förutom maskinkostnaden, som kan ha betydelse för vilken maskin man väljer. Exempelvis är maskinens ogräseffekt viktig, liksom omfattningen av skador på rötter och trädstammar, som i sin tur påverkar skörden. Väderleken under säsongen kan också påverka kostnaden genom att försämra ogräseffekten. En fuktigare jord leder till att ogräsen lättare etablerar sig igen, vilket gör att fler körningar kan behövas. Även mängden sten i jorden kan försvåra körningen och samtidigt ge en sämre ogräseffekt. Förarens skicklighet påverkar naturligtvis bekämpningsresultatet och möjlig körhastighet, vilket i sin tur påverkar kostnaderna för bekämpningen.

Tabell 1 visar tydligt att kemisk bekämpning innebär en lägre bekämpningskostnad. Också i tyska försök har mekanisk ogräsbekämpning haft högre kostnader än bekämpning med herbicider och man menar att kostnader för arbetstid har haft en betydande roll. Dock har mekanisk bekämpning haft en lägre kostnad jämfört med andra alternativa metoder, exempelvis termisk bekämpning eller marktäckning med halm, bark, fiberväv eller plastfolie (Himmelsbach, 1995).

Maskintyp

De maskiner som ofta används vid mekanisk ogräsbekämpning i fruktodling är sidoförskjutna maskiner som tallriksredskap, fräsar, ogräsborstar och jordhyvlar av olika fabrikat (Assarsson *et al.*, 1994). En maskin bör kunna rensa bort ogräs mellan träden, rensa nära trädstammarna, automatiskt vika undan för trädstammarna (t.ex. med hjälp av en fjäderbelastad arm) och ha ett justerbart arbetsdjup (Korsgaard, pers. medd., 2003). Maskinens rotationshastighet, bearbetningsdjup och traktorns körhastighet påverkar ogräseffekten. Körhastigheten är, beroende på maskin, vanligtvis 3-5 km/h (Assarsson *et al.*, 1994). Erfarenheter av en fräs, *Tournesol* (Figur 8), visar att körhastigheten kan höjas över 5 km/h vid glesare ogräsbestånd, men på ytor med mycket ogräs måste hastigheten åter sänkas för att få ett godtagbart resultat (Ekberg, pers. medd., 2003).

För att maskinen ska vara maximalt användbar bör den:

- Arbeta under alla väderförhållande
- Bekämpa stort ogräs
- Bekämpa rotogräs
- Arbeta bra även i stenig jord
- Arbeta utan att förstöra jordstrukturen
- Ha en hög kapacitet
- Kunna monteras så att uppsikt och manövrering underlättas
- Ha en robust och hållbar konstruktion
- Lägga tillbaka den bearbetade jorden på samma plats, så att trädens rötter inte barläggs
- Ha en arbetsbredd över ca. 40 cm, för att inte behöva köra mer än två drag per trädrad och bearbetningstillfälle
- Ha inställbart och jämnt arbetsdjup för att minimera rotskador

Mekanisk bekämpning innebär att ogräsplantorna slits av och/eller blir övertäckta med jord. En liten del rycks upp med rötterna (Assarsson *et al.*, 1994). Många maskiner lämnar kvar en krans av ogräs runt stammen och därför krävs oftast även handrensning ett par gånger under säsongen (Himmelsbach, 1995; Korsgaard, pers. medd., 2003). Skadedjur som möss och sork trivs i det höga ogräset och kan ge skador på både stam och rötter.

För att bekämpa ogräs som står i trädraden krävs det att maskinen kan röra sig i sidled. Rörelsen ska ske in och ut mellan träden, utan att skada stammarna. Funktionen för sidoförflyttning kan vara antingen passiv eller aktiv. En passiv sidoförskjutning innebär att det arbetande organet skjuts undan av trädstammen, vilket innebär att risken för skador på stammen ökar. Däremot gör den passiva styrningen att redskapet rensar nära trädstammarna. Maskiner med aktiv sidoförskjutning är utrustade med någon form av sensor, t.ex. ett metallspröt. När sprötet går mot trädstammen, påverkas maskinens hydraulsystem eller fjäderarrangemang, som i sin tur gör att maskinen förs åt sidan. Kraften mot trädstammen blir alltså mindre med den aktiva styrningen, men för att komma nära stammen krävs hög precision i styrutrustningen och begränsad körhastighet. Även om maskinerna med aktiv funktion är mer komplicerade, syns det inte konsekvent i prisbilden. De allra dyraste maskinerna har emellertid aktiv funktion för sidoförskjutning.

En lägre körhastighet vid bearbetning anses ge ett bättre resultat, speciellt i området närmast stammarna (Pappinen, pers. medd., 2004). Det man förlorar i tid på lägre hastighet, kan man vinna på ett lägre behov av manuell handrensning. Är maskinen utrustad med passiv sidoförskjutning, samtidigt som en snabbare körhastighet används, kan det vara av behov att spänna den fjäder som trycker tillbaka maskinen in mellan träden, så att det arbetande organet snabbt går in i raden efter trädpassagen. Det gör emellertid att maskinen trycker hårdare mot stammen under passagen och risken för skador ökar.

Maskinen kan monteras fram, bak eller på sidan av traktorn. Montering på den bakre trepunktskopplingen gör dock att uppsikten över maskinen blir sämre, samtidigt som manövreringen försvåras. Redskapet är då monterat bakom traktorns vridpunkt (d.v.s. centrum på bakaxeln), vilket gör redskapets rörelse omvänd mot förarens rattutslag.

Per Juhlin, fruktodlingsrådgivare, anser att jordtypen i odlingen har betydelse för vilken maskin man ska välja. Exempelvis kan en ogräsbörste vara ett bättre alternativ än en fräs, om jorden innehåller mycket sten. En borste, eller maskin med gummislagor, arbetar ytligare än en fräs och dess arbete påverkas inte lika mycket av sten.

En mekanisk ogräsbekämpning har bäst effekt vid varmt och torrt väder och bör därför utföras mitt på dagen. Fuktig väderlek kan göra att plantorna åter rotar sig, vilket de inte klarar vid en varm och torr väderlek (Gustafsson & Nilsson, 1998; Himmelsbach, 1995). När ogräsen passerat hjärtbladsstadiet minskar andelen jordtäckta och lösryckta ogräs vid mekanisk behandling. Tidig behandling är därför att föredra. Fleråriga ogräsarter är mer toleranta för mekaniska skador, än de ettåriga. Fleråriga ogräs har också större förmåga att återhämta sig efter jordbearbetning bl.a. genom att deras starka rotsystem har förmåga att skjuta nya skott (Assarsson *et al.*, 1994). Därför ska rotogräs bekämpas när ogräset kommit till sin kompensationspunkt, d.v.s. då ogräsets energidepå är som lägst. För bl.a. kvickrot infaller den då plantan har 3-4 blad och för åkertistel vid 8-10 blad (Gustafsson & Håkansson, 1995).

Maskinens arbetsdjup har stor betydelse. Bearbetas djupare delar av jorden leder det till en negativ inverkan på fruktträdens skörd och tillväxt. Det är också viktigt att djupet hålls konstant för att minimera uppkomsten av nya ogräs (Gustafsson & Nilsson, 1998). Ett arbetsdjup på 3-5 cm anses optimalt (Juhlin, pers. medd., 2003). Startas bearbetningen tidigt på våren söker fruktträdens rötter sig längre ner i jorden och tar inte så stor skada av fortsatt bearbetning (Winter, 1997). Per Juhlin, anser att en ca 10 cm djup fräsning, 4-6 veckor före blom och i god tid före de första ogräsen kommit, kan förbereda rötterna att växa på en djupare nivå. Under resten av säsongen kan bearbetningen sedan ske på ett djup av 3-5 cm och skadorna på rötterna anses följaktligen kunna minska.

Tyska försök har visat att bearbetning genom fräsning fungerade bäst efter en period av torka. Då kunde fräsen lättare slå sönder ogräset. Lerjordar kan dock bli mycket hårda om de får

torka för länge och därför bör en avvägning göras för att kunna bekämpa vid en tidpunkt då jorden är lagom upptorkad. Vid en hög ogräsnivå kunde fräsen heller inte arbeta tillräckligt djupt i jorden. Även effekten mot ogräs som våtarv (*Stellaria media*) och lomme (*Capsella bursa pastoris*) har heller inte visat sig vara tillfredsställande (Himmelsbach, 1995).

Tallriksredskap

En tallriksredskap är relativt billigt och anses ha ett bredare användningsområde än en fräs (Juhlin, pers. medd., 2003). Per-Olof Persson (pers. medd.), ekologisk fruktodlare, har erfarenhet av en italiensk tallriksharv med fyra hela tallrikar (Figur 3) från A. Spedo & Figli (A.Spedo & Figli, www). Han anser att dess ogräseffekt är mycket tillfredsställande i odlings-systemet 1,5 m*3,5 m. Det arbetar med aktiv funktion för styrning in och ut mellan träden. Maskinen har ett utbytbart mindre tallriksredskap (tre tandade tallrikar) som används växelvis med det första tallriksredskapet. Därmed återförs den sidoförflyttade jorden vid nästkommande körning.



Figur 3. Tallriksredskapet (A. Spedo & Figli) bearbetar jorden mellan träden och viker undan för varje stam (Foto: Malin Engström).

I försök på Fejø forsøksplantage i Danmark testades en tallriksredskap (av okänt märke). Hanne Lindhard, Danmarks jordbruksforskning, berättade att de fick sluta att köra med det relativt höga tallriksredskapet i slutet av juli, eftersom frukten då hängde för långt ner mot marken och risken för mekaniska skador på frukten var stor. Ogräseffekten hos tallriksredskapet var däremot densamma som vid användning av en jordhyvel, av tyska märket Clemens, eller en vertikalfräs från tyska Maschinenfabrik Bermantingen GmbH & Co. Skördeutbytet var däremot högre där fräsen användes (Lindhard, pers. medd., 2003).

Fräsar

En fräs kännetecknas av att redskapet är drivet, t.ex. mekaniskt från traktorn kraftöverförings-axel eller hydrauliskt. Vanligast är att fräsen arbetar med en roterande axeln som är placerad antingen horisontellt eller vertikalt. Fräsen benämns i denna rapport därmed horisontalfräs

resp. vertikalfräs. Fräsens arbetande organ kan vara utformade på olika sätt och vara tillverkade av olika material, vilket påverkar maskinens egenskaper och prestanda. För mekanisk ogräsbekämpning i fruktodling är vertikalfräsen den vanligaste, även om det också finns horisontalfräsar. En fräs arbetar på ett djup av ca 5-10 cm (Hance & Holly, 1990).

Vertikalfräsar

Krümler (Figur 4) är en vertikalfräs som har ett jämförelsevis högt inköpspris. En del tester av maskinen har gjorts och fem fruktodlare i Danmark använder den. Maskinen anses vara mycket effektiv mot ogräs och kan påbörja bearbetning i en kortklippt, torr gräsyta. Den ger heller inga nämnvärda skador på rötter och tros ge samma skördeutbyte som täckning med halm (om problem med sork inte förekommer). *Krümler* har två hydrauliskt drivna vertikalfräsar. En av dem går längs gräsbanans kant, medan den andra arbetar in och ut mellan träden med hjälp av aktiv sidoförskjutning. Den fungerar också mycket bra vid körning i unga planteringar med små träd och kan köras i en hastighet av 4-5 km/h, vilket är något snabbare än andra fräsar (Lindhard, pers. medd., 2003). När det gäller möjligheten till att utföra bearbetning med god kvalitet på resultatet, har ett tyskt försök visat att fräsen *Krümler* ger det bästa resultatet, följt av fräsen *Humus Planet*, och jordhyveln *Müller* (Irla & Heusser, 1999). Detta bekräftas också av tyska odlare i Jork (Augustine, pers. medd., 2004).



Figur 4. T.v.: Fräsen *Krümler* (Ladurner) har två fräshuvud. En av dem går längs gräsbanans kant, medan den andra arbetar in och ut mellan träden (Foto: Malin Engström). T.h.: Fräsen har ett eget, avancerat hydraulsystem vilket gör att inköpspriset blir relativt högt (Foto: David Hansson).

Erfarenheter av en billigare vertikalfräs med borstaggregat, från italienska A. Spedo & Figili, visar att ogräseffekten är god (Figur 5). Böjda, nedåtriktade stålskär på undersidan bearbetar på djupet, medan borsten på kanten rensar rent runt trädstammarna. Yngre träd kan dock ta skada av borsten om den går för nära stammarna. Barken kan slitas bort och körningen bör ske med viss försiktighet i unga planteringar (Persson, pers. medd., 2003). Fräsen kan drivas med ungefär samma drivaggregat som används till tallriksredskapet från samma leverantör (Figur 3). Sidoförskjutningen utförs med aktiv funktion.



Figur 5. Fräs med borstaggregat från företaget A. Spedo & Figli. Redskapet används tillsammans med ett drivaggregat som har aktiv funktion för sidoförskjutning (Foto: Malin Engström).

En annan fräs tillverkas av det tyska företaget Lipco GmbH (Figur 6; Lipco, [www](http://www.lipco.com)) och har visats i samband med Öppet hus på Danmarks jordbruksforskning i Årslöv. Fräsen anses ge ett bra resultat vid arbete och de är nöjda med den. Konstruktionen liknar en rotorharv, d.v.s. den är i princip uppbyggd av flera vertikalfräsar, placerade bredvid varandra. Arbetsdjupet är justerbart mellan 2-25 cm. Fräsen har en aktiv in- och utgång ur raden, vilket är skonsamt för träden. Flera danska odlare har nu redan beställt *Lipco*. Vissa odlare anser dock att den arbetar för intensivt i jorden, vilket kan förstöra jordens struktur som i sin tur kan försämra den vattenhållande förmågan (Ascard, pers. medd., 2004).



Figur 6. Fräsen från företaget Lipco GmbH behöver något bättre förutsättningar (stenfri jord, lägre ogräsnivå), än t.ex. fräsen Ladurner, för att ge ett bra resultat (Foto: Johan Ascard).

Fräsen *Humus Planet* från Maschinenfabrik Bermatingen GmbH & Co har använts i Danska försök (Figur 7). Denna maskin sitter frontmonterad och drivs med traktorns främre kraftuttag, då den har ett eget, separat, hydraulsystem. Den kan även köpas utan hydraulsystem, vilket innebär att man istället utnyttjar traktorns yttre hydraulik. Fräsen ger en bra bearbetning av jorden och en god ogräseffekt. En nackdel är dock att den flyttar jord från träden, vilket innebär tydliga problem när man kört flera gånger. För att uppnå ett gott resultat kräver dess smala arbetsbredd (40 cm) att man kör två gånger i varje rad och sida: en gång då redskapet

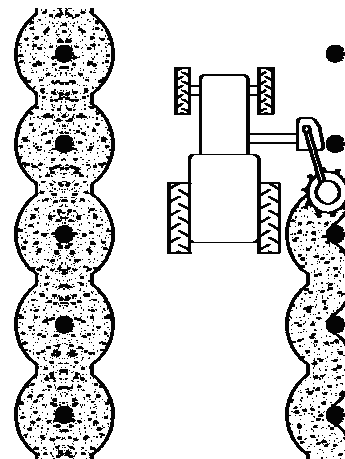
arbetar in och ut mellan träden och en gång då det arbetar längs körbanan (Pedersen, pers. medd., 2004).



Figur 7. Fräsen Humus Planet har ett roterande fräshuvud och styrs med aktiv sidoförskjutning (Foto: Malin Engström).

Humus Kreiselmulchgeräte, också från tyska Maschinenfabrik Bermantingen GmbH & Co (Humus, [www](http://www.humus.de)), är en bakmonterad kombinationsmodell av gräsklippare och dubbelsidigt ogräsredskap. Fräsarna är av samma typ som *Humus Planet*. Maskinen har även ett kraftuttag så att exempelvis en växtskyddsspruta kan kopplas bakom klipparen. Ogräsfräsarna går in och ut mellan träden med hjälp av en aktivt styrd sidoförskjutning (Ekenstierna, 2004).

Fräsen *Tournesol*, från franska företaget Pellenc (Pellence, [www](http://www.pellenc.com)), är utformad för att komma mycket nära trädstammarna (Figur 8). Kåpan på ovansidan av fräsen är formad som en sol med "strålar". Redskapet är fjäderbelastat och vrids undan när plastkåpan stöter mot en stam eller en stödpinne (passiv sidoförskjutning). Med hjälp av sina "strålar" rullar plastkåpan mot stammen istället för att glida, vilket ska minska skadorna på träden (Ekenstierna, 2004). Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik har i ett projekt, som genomförts under 2004, testat *Tournesol*. Resultaten visar att 4-6 behandlingar per säsong är rimligt för ett acceptabelt resultat. Maskinen är låg och möjliggör bekämpning även om fruktträdens grenar hänger ner, vilket flera maskiner inte klarar. Normal körhastighet är 3-4,5 km/h. Högre körhastighet kräver högre rotationshastighet, vilket innebär att traktorn måste ha större hydraulkapacitet. Alltför låg rotationshastighet innebär att jorden och ogräsen inte bearbetas tillräckligt. Sven-Åke Ekberg, fruktodlare i Kivik, har kunnat öka körhastigheten till 5 km/h i sin odling. Maskinen har emellertid visat sig ge skador på barken på nyplanterade träd och yngre träd vid tiden för savstigning. I lätta jordar eller i odlingar med barktäckning skjuts ibland ogrästuvorna åt sidan, vilket gör att en liten jordvall bildas mellan träden. Inga betydande rotskador har konstaterats med grunt arbetande knivar. Det finns dock risk för skador vid djupare bearbetning (Hansson & Svensson, 2005).



Figur 8. T.v. en sidomonterad fräs från Pellenc, modell Tournesol (Foto: David Hansson). T.h. en illustration av fräsens arbetsmönster (Teckning: Johan Nilsson).

Företaget Silvatec säljer *the Rotavator*, som är en liten vertikalfräs och en av de billigaste. Fräsen monteras bak och kan monteras på båda sidor samtidigt (Figur 9). Styrningen in och ut mellan träden är passiv och kåpan är därför försedd med en gummikant som ska minska risken för skador på stammarna. I Danmark finns odlare som använder maskinen, dock endast bärödlare. Arbetshastigheten ligger bara på 1 km/h, vilket kan göra att maskinen inte blir aktuell för större odlingar (Silvatec, [www](http://www.silvatec.com)).



Figur 9. Fräs från Silvatec är en av de billigaste fräsarna.

Horisontalfräsar

Vid Landbrugets Fagcenter, Östlandet i Lier, Norge, används en italienskt fräs, *Rinieri FS 200* (Figur 10). I Norge används generellt mycket få maskiner för ogräsbekämpning i fruktodlingar. Vanligtvis använder man täckgrödor eller olika täckmaterial för att bekämpa ogräs. Det beror troligen på att sorken inte är något problem i Norge, mer än på just Östlandet. *Rinieri* är en vertikalfräs som monteras bak på traktorn, vilket gör maskinen svårmanövrerad. Samtidigt arbetar den på ett djup av 10 cm, vilket troligen ger skador på rötterna. Den anses inte arbeta helt tillfredsställande (Brandsæter, pers. medd., 2004). Det finns emellertid också modeller för frontmontering. Maskinens in- och utgång mellan träden är aktiv och styrs med hydraulik (Rinieri, [www](http://www.rinieri.com)).



Figur 10. Fräsen Rinieri FS 200 (Foto: Malin Engström).

En italiensk fräs av märket *Ommas Professional* (Figur 11; Ommas, [www](http://www.ommas.it)) köptes år 1999 för att användas i sortförsök i fruktodlingar på Planteforsk Njøs i Norge. Det är en maskin med utbytbara arbetsredskap, exempelvis kan fräsen bytas ut mot ett slätteraggregat. I försöken utfördes markbehandlingen tre gånger per säsong och resultaten ansågs vara acceptabla. Fräsen kunde dock ge skador på yngre träd, men det ansågs vara en fråga om att skaffa sig erfarenhet av att använda maskinen. Resultaten blev alltså betydligt bättre vid senare användning, jämfört med när den köptes in. *Ommas Professional* är monterad på traktorns bakre trepunktslyft och är en relativt stor fräs. Det kan därför vara svårt att få den att arbeta följsamt runt stammarna. Enligt uppgift finns det dock modeller av samma märke som är mycket smäkrare och som kan monteras i fronten på traktorn (Røen, pers. medd., 2004).



Figur 11. Den italienska fräsen *Ommas Professional* används i sortförsök för äpple i Norge (Foto: Malin Engström).

Ogräsborstar

I steniga jordar anses mekanisk bekämpning med fräs inte vara det bästa alternativet p.g.a. att maskinerna får svårt att bearbeta jorden med tillfredsställande resultat (Juhlin, pers. medd., 2003). En borstmaskin ger däremot en ytlig bearbetning och påverkas inte nämnvärt av stenig jord. Borstmaskiner har oftast en horisontell axel med borstar som snurrar mot marken, vilket gör att ogräset skadas samt rivs upp av borsten. Det finns även borstar som arbetar med vertikal, men något vinklad, axel. Dessa redskap är lätta att ändra vinkeln på och reglera i höjddled (Assarsson *et al.*, 1994). Borsten tar bort de ovanjordiska delarna av växten och skadar till viss del rotsystemet. Borsten har liten effekt på väletablerade rotagräs. Ogräseffekten är därmed kortvarig och behandling kan behöva utföras oftare än vid användning av andra maskintyper (Ilg, pers. medd., 2003). Trycket mot ytan ska inte vara för hårt och rotationshastigheten inte för snabb. Då kan ogräset slitas upp i stället för att skäras av (Hansson *et al.*, 1995).

I ett projekt som genomförts sommaren 2004, av bl.a. institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik, har ett mellanting mellan horisontalfräs och borste, ÖKO-Mower från företaget Inderst GmbH (Figur 12), testats. Redskapet arbetar genom att slå av ogräset i markytan med gummislagor som sitter på en horisontell axel. Hållbarheten på gummislagorna har varit otillräcklig och behöver därför bytas ut med täta intervall. Resultaten visar att 4-6 behandlingar per säsong är rimligt för att åstadkomma ett acceptabelt resultat. Maskinens låga konstruktion möjliggör bekämpning även om fruktträdens grenar börjat hänga ner. Negativt är dock att den sopar bort jord, som i sin tur medför nakna rötter. Maskinen ger även dålig ogräseffekt på jordar där ogräset är kraftigt etablerat (Hansson & Svensson, 2005).



Figur 12. ÖKO-Mower från företaget Inderst GmbH (Foto: David Hansson).

Jordhyvlar

Jordhyveln arbetar genom att antingen slita eller skära av ogräset ca 2-3 cm under jordytan och lyfta upp och/eller torrlägga små ogräsplantor. Maskinens måttliga arbetsdjup gör den skonsam mot fruktträdens rötter. Ogräsets rotsystem skadas till viss del men kan åter spira om bearbetningen utförs i fuktigt klimat eller om det är rotagräs som bekämpas (Assarsson *et al.*, 1994). En jordhyvel fungerar dåligt i fuktig jord eftersom en jordkoka då lyfts upp och läggs tillbaka utan att ogräsets rötter påverkas. Jordhyveln har därför vidareutvecklats och kan kombineras med ett fräsaggregat, som efter hyvelns bearbetning slår sönder ogräset och eventuella jordklumpar.

Försök i en äppelodling på Fejø forsøgsplantage visar att en jordhyvel, från tyska Clemens & Co GmbH har haft samma effekt på skördeutbytet som ett tallriksredskap (okänt märke) eller

en vertikalfräs, modell *Humus Planet* (Lindhard, pers. medd., 2003). Clemens jordhyvel *Radius* (Figur 13) kan kombineras med en fräs (Clemens, www). Hyveln monteras fram, bak eller på sidan. Med hjälp hydraulik och känselspröt har maskinen en aktiv funktion för sidoförskjutning. När det gäller minsta radavstånd för att kunna utföra arbetet, hävdar Lauri Pappinen på Gute Vingård AB att det är traktorns bredd som sätter gränsen, inte jordhyveln.



Figur 13. Clemens jordhyvel *Radius*, som även kan kombineras med en fräs.

Erfarenheter från en svensk undersökning visar att en frontmonterad, tysktillverkad jordhyvel från Heinz Müller Spezialmaschinen, har svårt att hålla ett konstant bearbetningsdjup och fungerar sämre när marken är fuktig. Stora ogräs kan också fastna på hyveln och släpas ihop till stora högar (Erlandsson *et al.*, 2000). Ogräsbekämpning med jordhyvel kan även vara besvärligt på steniga jordar, eftersom det då är svårt att hålla ett konstant arbetsdjup samtidigt som hyveln kan ta skada. Jordhyveln RPM/92 (Figur 14) kan liksom *Radius* kombineras med en fräs och har då bättre förutsättningar att klara fuktiga jordförhållanden.



Figur 14. Jordhyveln RPM/92 från Heinz Müller.

Tyska försök visar att vädret har stor betydelse för resultatet. Vid regnigt väder stoppas jordhyveln lätt upp av ogräs och jordklumpar, särskilt i tunga jordar där stora jordkokor kan bildas. Jordhyveln ger bäst resultat då arbetet utförs på en upptorkad jord och där bearbetningen följs av en torrperiod. Jorden är då lucker och ogräset kan lätt dras upp, samtidigt undviker man att ogräset åter rotar sig. Man anser att det är nödvändigt att börja bearbeta tidigt på våren för att kunna hålla raden fri från ogräs. Hinner ogräset växa till försvåras markbehandlingen. Körhastigheten ligger på 4 km/h i ett odlingssystem med 1,4 m mellan träderna och 3,4 m mellan raderna. Maskinens arbetsdjup är 5-8 cm, vilket kan anses för djupt för att trädens rötter inte ska skadas. Samtidigt har effekten mot ogräs som korsört (*Senico*

vulgaris) visat sig vara dålig (Himmelsbach, 1995). Det kan bero på att korsörten är ett ettårigt ogräs med en mycket riklig produktion av frö, som snabbt kan spira efter en mark-behandling.

Sammanfattning av maskindata

Nästkommade två uppslag i denna rapport innehåller en sammanställning av maskiner som finns på marknaden. Sammanställningen (Tabell 2) är baserad på tillgängliga uppgifter som kommit fram genom datainsamling. De synpunkter som finns under kolumnerna ”fördelar” och ”nackdelar” kommer från intervjuer av personer med praktisk erfarenhet av maskinerna. Dessa uppgifter grundar sig därför på mer eller mindre subjektiva bedömningar och innebär inte någon heltäckande dokumentation av maskinens egenskaper (kan ej jämföras med tidigare maskinprovningar).

Numreringen i kolumnen för tekniska data innebär:

1. Montering
2. Arbetsdjup
3. Arbetsbredd
4. Minsta radavstånd
5. Effektbehov
6. Körhastighet vid arbete
7. System för sidoförskjutning
8. Krav på hydraulkapacitet från yttre hydraulik

Tabell 2. Sammanställning av sidoförskjutna, mekaniska markbehandlingsmaskiner

Modell/Typ/Tillverkare	Bild	Tekniska data (se sidan 17)
TPE/PR CTSME Driving disk Drivet tallriksredskap A. Spedo & Figli		1. Trepunktsmontering bak 2. – 3. ca 50 cm 4. 250 cm 5. 30 kW 6. 3-4 km/h 7. Aktivt, hydraulstyr 8. Självförsörjande
Krümmer Vertikalfräs Ladurner Karl Johann & Co		1. Trepunktsmontering bak 2. 0-10 cm (justerbart) 3. 40-60 cm 4. 250 cm 5. - 6. 4-5 km/h 7. Aktivt, hydrauliskt. Kan manövreras manuellt 8. Självförsörjande
TPE/PR CTSME Rotary hoe Vertikalfräs A. Spedo & Figli		1. Trepunktsmontering bak 2. 3-7 cm 3. 40 cm 4. 250 cm 5. 30 kW 6. 3-4 km/h 7. Aktivt, hydraulstyr 8. Självförsörjande
Lipco BP 90 Rotorharv Lipco GmbH		1. Trepunktsmontering bak 2. 0-10 cm 3. 65 cm 4. 120 cm 5. 25 kW 6. 3,5 km/h 7. Aktivt, hydraulstyr 8. -
Humus-Planet PE 1600 Vertikalfräs Maschinenfabrik Bermatingen GmbH & Co		1. Trepunktsmontering fram eller bak. Båda sidor samtidigt är möjligt. 2. 0-10 cm 3. 40 cm 4. 200 cm 5. 15 kW 6. 4 km/h 7. Aktivt, hydraulstyr 8. -
Tournesol Vertikalfräs Pellenc S.A.		1. Sidomontering. Båda sidor samtidigt är möjligt. 2. 3-6 cm (genom byte av skär) 3. 50 cm 4. 180 cm 5. 26 kW 6. 3 - 4,5 km/h 7. Passivt, dämpad tillbakagång 8. 30 l/min

Fördelar (+)	Nackdelar (-)	Ca pris
- Vid varannan körning används ett annat tallriksredskap som vänder tillbaka jorden. Detta redskap medger en högre körhastighet, vilket höjer den genomsnittliga körhastigheten för maskinsystemet - Bredare användningsområde än ex. en fräs	På tunga jordar bildas lätt fåror	54 000 kr
Hög kapacitet och hög precision på jordar där andra maskiner kan ha svårighet att arbeta eller där ogräsbeståndet är tätt.	- Högt inköpspris - Tung maskin	115 000 kr
Rensar bra runt stammarna	Viss försiktighet krävs vid körning i yngre planteringar, där borsten annars kan skada barken	53 000 kr
Prisvärd	- Svår att ställa in och manövrera - Kräver låg körhastighet för att bearbeta väl	45 000 kr
- Frontmontering ger bra kontroll över maskinens arbete - Bearbetar jorden och ogräset väl	- Problem kan uppstå på jordar med kraftigt ogräsbestånd - Flyttar jord från trädraden - Den intensiva bearbetningen kan innebära risk för att jordstrukturen förstörs - Oskyddat styrsystem som lätt kan komma till skada	49 000 kr
Möjlighet till ökad körhastighet vid glesst ogräsbestånd.	Sämre resultat vid kraftigt ogräsbestånd	33 000 kr

forts. Tabell 2

Modell/Typ/Tillverkare	Bild	Tekniska data (se sidan 17)
The Rotavator Vertikalfräs Silvatec A/S		1. Specialfästen bak. Båda sidor samtidigt är möjligt. 2. – 3. – 4. – 5. – 6. 1 km/h 7. Passiv 8. –
FS 200 Horisontalfräs Rinieri		1. Trepunktsmontering fram eller bak 2. 10 cm 3. 55 eller 70 cm 4. 300 cm 5. 22 kW 6. 3,5 km/h 7. Aktivt, hydraulstyr 8. –
Ommas Professional Horisontalfräs Ommas s.n.c.		1. Trepunktsmontering fram eller bak 2. 5-12 cm 3. 56 cm 4. 300 cm 5. 22 kW 6. 2-4 km/h 7. Aktivt, hydraulstyr 8. –
Öko-Mower Horisontalfräs med gummislagor Inderst GmbH		1. Trepunktsmontering bak. Båda sidor samtidigt är möjligt. 2. 0-3 cm (även klippning över mark) 3. 35 cm 4. 190 cm 5. 7 kW 6. 2,0-3,5 km/h 7. Passivt, dämpad tillbakagång 8. –
Radius Jordhyvel Clemens & Co GmbH		1. Fram-, bak- eller sidomontering 2. ca 3 cm (delvis justerbart) 3. 37, 50 eller 62 cm (utbytbar skär) 4. – 5. – 6. 3 km/h med fräs, 6-10 km/h utan 7. Aktivt, hydraulstyr som kan manövreras manuellt. 8. 7-10 l/min
RPM 92 Jordhyvel med fräs Heinz Müller Spezialmaschinen		1. Frontmontering 2. ca 3 cm 3. 40 cm 4. – 5. – 6. 2-2,5 km/h 7. Aktivt, hydraulstyr 8. 30 l/min

Fördelar (+)	Nackdelar (-)	Ca pris
Lågt inköpspris	Låg körhastighet	15 000 kr
Klarar kraftigt ogräsbestånd	Arbetar djupt, vilket kan skada rötterna	26 000 kr
Utbytbara arbetsorgan ger flexibilitet	Svårt att bearbeta nära trädstammarna	54 200 kr
Grund bearbetning med gummislagor innebär liten risk för rotskador	- Dåligt resultat på kraftigt och väl etablerat ogräs - Flyttar jord från trädraden och barlägger trädrötter.	46 000 kr
- Enkel montering - Hög körhastighet	- Risk för återväxt vid fuktig väderlek - Problem vid kraftigt ogräsbestånd	20 000 kr (exkl. fräs) 37 000 kr (inkl. fräs)
- Enkel maskin - Skonsam bearbetning - Hög körhastighet	- Sämre bearbetning på tyngre jordar - Problem vid kraftigt ogräsbestånd	34 000 kr

Utvecklingsmöjligheter

Under de senaste decennierna har stora framsteg gjorts i utvecklingen av redskap för mekanisk markbehandling. Då de flesta principer för bearbetning troligtvis redan finns på marknaden kommer utvecklingen att handla om detaljförbättringar, som ändå kan ha stor betydelse för maskinens prestanda och bekämpningsresultat. I den närmaste framtiden kan vi vänta oss en bättre förarkomfort, ökad precision av funktionen för sidoförskjutning och en ökad körhastighet (Irla & Heusser, 1999).

I en dansk rapport finns ett konceptförslag på hur en självgående rotorklippare skulle kunna fungera som ogräsrensare i en julgransodling. Några möjliga operationssystem har utarbetats, innefattande exempelvis maskinens arbetsmönster, design, behov av sensorsystem, databaser och navigationssystem. Även maskinens omkostnader har värderats. Undersökningarna resulterade i att maskinen skulle ha mycket låga effekter på miljön, och ge något bättre tillväxt än nuvarande bekämpningsmetoder, som besprutning och traditionell mekanisk bekämpning. Maskinkonceptet kan även vara av stort intresse i andra kulturer, som t.ex. fruktodlingar. Konceptet bygger på att trädens och maskinens position kontrolleras av ett positioneringssystem med hög precision (RTK GPS). Trädens position lagras i ett elektroniskt kartsystem (GIS) som används för navigering av ogräsmaskinen genom hela odlingens levnadstid. Utöver trädens position finns behov av en rad andra parametrar för att navigation, styrning och kontroll ska fungera. Maskinen behöver ett säkerhetssystem för att inte gå emot olika hinder och skada träd, material, människor eller djur. En liten, låg rotorklippare anses vara det enklaste och mest ekonomiska redskapet att bekämpa ogräset med. Omkostnaderna förväntas den första tiden efter utveckling vara något högre än för andra kända metoder. Men med den generella utvecklingen i elektroniska komponenter och verktyg, tillsammans med stigande produktionsantal, förväntas kostnaderna sjunka relativt snabbt till en nivå mellan de nuvarande mekaniska och de kemiska metoderna (Have *et al.*, 2002).

Bill Alsted, Svensk Ekologimaskin AB, tror att en självgående maskin för ogräsbekämpning kan vara ett alternativ i framtiden. Maskinen måste då vara ganska kraftig för att inte ramla omkull när den arbetar. Ytan man önskar behandla kan, liksom vid användning av dagens självgående gräsklippare, omringas av en nergrävd kabel för att hindra maskinen från att gå utanför odlingsområdet.

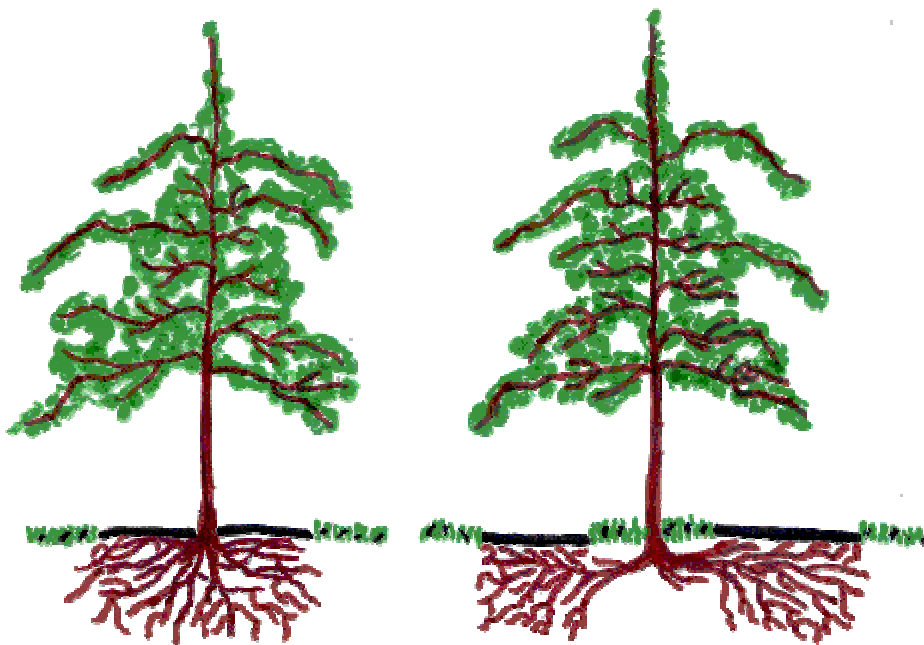
En annan utvecklingsmöjlighet som kan tillämpas i den konventionella odlingen är att kombinera mekanisk bekämpning med användning av kemiska eller biologiska bekämpningsmedel. När en ogräsbekämpning ska utföras kan både ett mekaniskt redskap och en mindre spruta monteras på traktorn. Sprutan är då tänkt att ge en sprutduch kring stammarna där ogräset ofta skapar problem, medan det mekaniska redskapet rensar de stora ytorna mellan träden. Redskapet behöver då inte arbeta så nära stammarna, vilket gör att körhastigheten kan höjas utan att skadorna på träden ökar (Ekberg, pers. medd., 2003).

Kimmo Rumpunen, SLU Balsgård, har ett förslag på hur man kan förbättra trädens förutsättningar vid användning av mekanisk bekämpning. Skadas rötterna leder det till minskat vatten- och näringsupptag, vilket i sin tur påverkar trädens kondition, storleken på skörd samt fruktkvalitet. Olika grundstammar har olika rotsystem och dess utveckling är inte nödvändigtvis korrelerad till grundstammens växtstyrka, även om dagens svagväxande grundstammar har ett svagt rotsystem. Det borde därför vara möjligt att ta fram en grundstam som både har ett kraftigt, djuprotat rotsystem och samtidigt inducerar svag växt, tidig blomning och rik bördighet hos ädelsorten. Denna typ av förädling kan vara svår att utföra när de plantor med "rätt" rotsystem ska väljas ut, då de är rotade i marken och svåra att studera. Ett annat alternativ är att använda A2, en starkväxande, hårdig och djuprotad grundstam, och göra en mellanymp med en svagväxande grundstam. Det skulle göra trädens rötter mindre känsliga

för mekaniska skador, näring och vatten skulle bättre tas upp och samtidigt skulle mellanympen ge en svagare tillväxt. Träd med mellanymp kräver mer arbete vilket kan medföra att de blir dyrare. Mellanymp förekommer redan i viss utsträckning, exempelvis för att skapa riklig fruktsättning eller resistens som inte återfinns vare sig hos ädelsorten eller hos grundstammen (Westwood, 1993).

Sandwichsystemet

Ett s.k. sandwichsystem reducerar den negativa påverkan av mekanisk bekämpning (Figur 15). I trädraden sår man en 30-50 cm bred remsa med svagväxande gräs och blommor. Till höger och till vänster om detta fält hålls jorden öppen. Namnet kommer från att systemet ovanifrån ser ut som en "sandwich". En följd blir att körbanan mellan trädraderna blir 30-50 cm smalare (Schmid & Weibel, 2000; Schawlann, 1999). Det kan, i odlingar med relativt små avstånd mellan raderna, leda till att körning med traktorn försvåras. Sandwichsystemet gör att trädens rötter växer längre ut i körgången, vilket gör att rötterna i högre grad blir utsatta för packskador. Dessa skador kan påverka tillväxt och skörd negativt.



Figur 15. Vanligt odlingsystem (t.v.) och sandwichsystemet (t.h.). Huvuddelen av rötterna samlas där jorden hålls bar (Teckning: Malin Engström).

Ytan öppen jord blir i sandwichsystemet densamma som vid jordbearbetning intill stammen. Även närings- och vattentillgången är densamma som vid användning av ett vanligt odlingsystem. Vid Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL) i Schweiz bedrivs forskning med denna metod och hittills har resultatet varit bra. Fördelarna med systemet är att ogräsmaskinen som används inte ger några väsentliga skador på stammar och rötter vid jordbearbetning. Det blir även ett okomplicerat arbete med en enklare maskin, som kan köras relativt snabbt (Schmid & Weibel, 2000; Schawlann, 1999). En nackdel är att det 30-50 cm breda fältet med gräs och blommor kan skapa en fuktig miljö runt stammarna, vilket ökar risken för kräftangrepp. Ytterligare en nackdel är att ogräs som kvickrot (*Elymus repens*) kan sprida sig in i det sådda fältet. Sandwichsystemet kan i svenska förhållanden också ge problem med sork, som trivs i miljöer med högväxande gräs. Även på vintern, när vegetationen i trädraden vissnar, kan det sådda fältet utgöra ett bra skydd för sorken. En möjlighet är att klippa vegetationen på hösten för att undvika sorkproblem, men att klippa vegetationen

mellan träden är relativt arbetskrävande. Samtidigt kan det vara besvärligt att komma åt de gräs och blommor som växer i en krans precis runt stammarna. I odlingar där sork inte är något större problem, eller i mindre odlingar där man har större möjlighet att klippa och ta bort vegetationen i trädraden manuellt, skulle dock sandwichsystemet vara användbart. I områden där sorken är ett problem borde finnas möjlighet att utveckla sandwichsystem som innefattar en mekanisk behandling på hösten av remsan i mitten. På så sätt förhindras sorkangrepp under vintern (Ascard, 2004).

Sammanfattande diskussion

Redskap för mekanisk ogräsbekämpning har funnits på marknaden i många år, men de har inte fått genomslag i fruktodling p.g.a. att den kemiska bekämpningen är mer lönsam. Mekaniska metoder för ogräsbekämpning i fruktodling var helt dominerande före herbicidernas introduktion. I dag är utmaningen för mekanisk ogräsbekämpning att åstadkomma ett bra resultat med en minimal insats av tid och pengar. Vid övergång till icke-kemiska alternativ anses den mekaniska ogräsbekämpningen vara det mest konkurrenskraftiga alternativet, i jämförelse med t.ex. termisk bekämpning eller marktäckning. Flertalet ekologiska odlare använder sig av mekanisk bearbetning och anser att det är en bra metod för att hålla både ogräs och sork borta (Engström, 2004)

Motiven till att använda mekanisk ogräsbekämpning är dels att uppnå de miljömål som fastställts, dels att möta den ökande efterfrågan av ekologiskt och mer miljöanpassat producerade livsmedel. För den enskilda odlaren kan vattenskyddsområdenas allt strängare restriktioner vara ett starkt motiv.

Kunskap om olika redskaps verkningssätt behövs för att avgöra vilken bekämpningsstrategi som ger bäst ogräseffekt och lönsamhet. Denna rapport visar på ett antal fräsar, jordhyvlar, tallriksredskap och ogräsborstar som finns på marknaden och som kan användas för att bekämpa ogräs. De har olika bekämpningseffekt beroende på odlingens specifika betingelser t.ex. odlingssystem, jordtyp, ogräsflora, men även maskinens verkningssätt och inställningar, samt förarens skicklighet påverkar. Bland de nya maskiner som finns på marknaden anser Maren Korsgaard, Dansk Landbruksrådgivning, att vertikalfräsen *Krümler* är en mycket bra maskin, men att *Tournesol* är minst lika bra och dessutom billigare i inköp. *Krümler* borde dock ge betydligt färre skador på träden, då den arbetar med aktiv funktion för sidoförskjutning.

En ökad bearbetning av jorden kan minska mullhalten, försämra markstrukturen, störa markfaunan och skada trädens stammar och rötter. Positiva följder av den mekaniska bearbetningen är att mineraliseringen påskyndas, avdunstningen på tunga jordar minskar och mängden svampsporer på marken minskar. Genom att välja bra redskap och bekämpningsstrategier kan man dra nytta av de positiva effekterna, samtidigt som de negativa effekterna minimeras.

Kostnaden per hektar och år för mekanisk bekämpning kan skilja mycket beroende på odlingsenhetens speciella förutsättningar och kan delas upp i fasta och rörliga kostnader. De fasta kostnaderna påverkas främst av odlingsareal och inköpspris medan de rörliga främst påverkas av körhastighet och antal behandlingar per säsong. För att minska kostnaderna kan odlaren köpa en billigare maskin, öka arealen den används på, öka körhastigheten och minska antalet behandlingar. De kostnadsminskande åtgärderna ska ställas mot sämre ogräseffekt, skördesänkning och ökade skador på odlingen. Ett enkelt exempel på detta är att en högre körhastighet kan ge sämre ogräseffekt, vilket i sin tur kräver fler behandlingar per säsong. De

biologiska effekterna är svåra att kalkylera och därför krävs mer forskning och praktiska erfarenheter för att optimera maskinplaneringen.

Ur Figur 1 framgår det att de fasta kostnaderna blir höga om maskinerna används på små arealer. Då inköpspriserna i denna sammanställning är relativt höga, innefattar den inte småskaliga maskiner som kostnadsmässigt passar för ekologisk odling på små arealer. Ett sätt att minska investeringskostnaden är att köpa en begagnad maskin, som alternativt behöver byggas om för att passa den specifika odlingen. Begagnatmarknader finns bl.a. i branschtidningar och på Internet.

Även om kostnaden för mekanisk ogräsbekämpning är högre än för kemisk bekämpning (Tabell 1), kan det icke-kemiska alternativet vara ekonomiskt intressant även för konventionella odlare. Genom att minska kemikalieanvändningen, och samtidigt förmedla information om detta till konsumenterna, kan frukten få ett mervärde gentemot den konkurrerande importfrukten. Detta kan medföra ökade försäljningsvolymerna och stigande priser, vilket mer än väl kan kompensera den ökade kostnaden för mekanisk ogräsbekämpning. Antag att den ökade kostnaden för mekanisk ogräsbekämpningen, jämfört med kemisk, är ca 3000 kr per ha och år (Tabell 1). Med en skörd på 30 ton/ha innebär detta 0,10 kr/kg frukt. Detta räkneexempel visar att kostnaden är måttlig i förhållande till konsumentpriset och att frågan om lönsamhet bara kan besvaras av en jämförelse med konsumenternas värderingar och betalningsvilja.

Den kemiska bekämpningen som avses i Tabell 1 utförs på två sidor samtidigt, medan kalkylen för den mekaniska bekämpningen avser behandling av en sida i taget. Vissa redskap för mekanisk markbehandling kan monteras med ett arbetsorgan på båda sidor av traktorn, vilket ökar kapaciteten och sänker den rörliga kostnaden avsevärt. Investeringskostnaden för en dubbelsidig maskin är dock betydligt högre, vilket gör att detta alternativ endast är intressant om maskinen används på stor odlingsareal.

Utvecklingen av maskiner för mekanisk ogräsbekämpning är till stor del inriktad mot att minska arbetstiden. En möjlighet är att öka kapaciteten, en annan är utvecklingen av förarlösa maskiner. Dessa maskiner har potential att minska arbetsinsatsen radikalt, men medför däremot ökade fasta kostnader. Detta innebär att de förarlösa systemen är intressant för större odlingar eller för maskinsamverkan. En utvecklingsmöjlighet är att ta fram nya sorter som bättre klarar de påfrestningar som mekanisk bearbetning innebär. Fruktodlingens långa omloppstid gör dock att sådana åtgärder tar lång tid att genomföra.

I det s.k. sandwichsystemet kan enklare och billigare maskiner användas för markbehandling. Den enklare maskinen kan också köras betydligt fortare, vilket kan minska kostnaderna avsevärt. Vissa problem med vegetation i trädraden kan dock uppkomma med detta system, exempelvis sorkangrepp och kräfta. Vissa förändringar av sandwichsystemet, t.ex. genom en bearbetning av mittremsan sent på hösten, skulle kunna minska de negativa effekterna.

Med mer kunskap om maskinernas verkningssätt och vilka bekämpningsstrategier som ger det bästa resultatet, är vår förhoppning att den mekaniska ogräsbekämpningen ska bli lönsam och därmed också en mer använd bekämpningsmetod.

Tack

Författarna vill tacka alla de uppgiftslämnare som gjort denna skrift möjlig. Detta gäller främst rådgivare och fruktodlare, men även kollegor i andra länder har tjänstvilligt ställt upp vid studiebesök och liknande.

Referenser

Tryckta referenser

- Anonym. 2003. *Schoffelen vergroot bloedluisprobleem bij appel*. Groenten & Fruit Week 40, s. 21
- Ascard, J. 2003. *Ekologisk odling av grönsaker frukt och bär i Sverige - aktuella utvecklingstrender*. Forskningsnytt nr 2, s. 4-5.
- Ascard, J. 2004. *Reserapport 2004-11-03, Ekobrev 7*. Statens Jordbruksverk, Jönköping
- Assarsson, B.A., Johansson, H. & Mattson, B. 1994. *Icke-kemisk ogräsbekämpning i frukt- och bärödling*. SLU Info/Trädgård, Sveriges Lantbruksuniversitet
- Ekenstierna, B. 2004. *Nyheter för mekanisk ogräsbekämpning*. Frukt & Bär nr 2, s. 26
- Engström, M. 2004. *Markbehandling i ekologisk fruktodling – En sammanställning av metoder för icke-kemisk bekämpning av ogräs*. Inst. för landskaps- och trädgårdsteknik, SLU Alnarp
- Erlandsson, B., Erlandsson, G., Ögren, E., Åkerberg, C. & Kling, M. 2000. *Slutredovisning av projektet "Ekologisk fruktodling - växtskydd, mykorrhizaförekomst och ogräsreglering"*. Länsstyrelsen Västmanlands län
- Gustafsson, G. & Nilsson, L. 1998. *Växtskadegörare och ogräs – Förebyggande åtgärder och icke-kemisk ogräsbekämpning*. Resurshushållande konventionellt jordbruk. Jordbruksverket
- Gustavsson, D.A.M. & Håkansson, S. 1995. *Åkerogräs - egenskaper och förekomst*. Ogräsnyckeln (H. Fogelfors, ed.), Vol. 59. SLU Info/Redaktionen.
- Hance, R.J. & Holly, K. 1990. *Weed control handbook: Principles*. 8th edition. Blackwell Scientific Publications, s. 582
- Hansson, D., Mattson, B. & Schroeder, H. 1995. *Vegetationsbekämpning på banvallar*. Rapport 191. Institutionen för lantbruksteknik, Sveriges lantbruksuniversitet
- Hansson, D. & Svensson, S.A. 2005. *Mekanisk ogräsbekämpning*. Frukt & Bär nr 1
- Harley, J.L. & Harley, E.L. 1987. *A check-list of mycorrhiza in the British flora*. New Phytologist 105, s. 38
- Have, H.(ed.), Blackmore, S., Keller, B., Fountas, S., Nielsen, H. & Theilby, F. 2002. *Autonomous weeders for christmas tree plantations - a feasibility study*. Pesticides Research nr 59, Danish EPA, Danmark.
- Haynes, R.J. 1981. *Effects of soil management practices on soil physical properties, earthworm population and tree root distribution in a commercial apple orchard*. Soil and Tillage Reserch 1, s. 269-280
- Himmelsbach, J. 1995. *Untersuchungen zur Bodenpflege im Apfelanbau*. Verlag Ulrich E. Grauer, Stuttgart, Tyskland
- Irla, E & Heusser, J. 1999. *Jungobstanlagen: Hacksysteme und mechanische*, FAT-Berichte nr 533, CH-8356 Tänikon.
- Jerkebring, K. 2003. *Växande marknad – försäljning, volymer & trender för ekologisk mat 2003*. Ekologiska lantbrukarna, Södertälje
- Juhlin, P. 2003. *Gödsling- och kalkningsråd för ekologisk odling*. Kompendium, Juhlin's Fruktodlingsrådgivning, Kristianstad
- Korsgaard, M. 2003. *Økologisk frugt og bær*, Dansk Landbrugsrådgivning, Landcentret, Århus.
- KRAV, 2002. *KRAV-regler*. KRAV ekonomisk förening, Uppsala

- Länsstyrelsen i Skåne län. 2003. *Skånes miljömål och miljöhandlingsprogram*. Rapport: Skåne i utveckling 2003:62 Miljöenheten. Länsstyrelsen i Skåne län. Se även: <http://www.m.lst.se/documents/Skånes%miljömål.pdf>
- Mårtensson, A. 1997. *Växtnäringstillförsel i ekologisk fruktodling - effekter på markkväve och fruktkvalitet*, Institutionen för markvetenskap, avd. för växtnäringslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala
- Petersson, M.L. & Åkesson, I. 1998. *Växtskydd i trädgård*. Natur och Kultur, LT:s Förlag, s. 235
- Schawlann, M.K. 1999. *Handbok i ekologisk fruktdyrkning*. Økoringen vest, Sogndal, Norge
- Schmid, A. 2002. *Hackegeräte für den Obstbau*. Zusammenstellung, Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL), Schweiz
- Schmid, A. & Weibel, F.P. 2000. *Das Sandwich-System – ein Verfahren zur herbizidfreien Baumstreifenbewirtschaftung?* Obstbau 4, s. 214-217
- Tahir, I.I., Johansson, E., Olsson, M.E. 2004. *Groundcover Materials Improve Quality and Storability of Aroma Apples* (manuscript)
- Westwood, M.N. Agrell, J. 1993. *Temperate-Zone Pomology*, Timber Press Inc., Portland Oregon, USA
- Wiklander, L. 1976. *Marklära*. Service/Repro, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala
- Winter, C. 1997, *Ekologisk fruktodling i Tyskland*. Frukt & Bärödling nr 3, s. 8-11

Internetreferenser

- A. Spedo & Figli. 2005-01-31. <http://www.aspedoefigli.it/>
- Clemens. *All-around-weeder Radius*. Clemens & Co GmbH. 2005-01-31. <http://www.clemens-online.com/english/weinbau/radius.html>
- Humus. *Mulching technology for fruit-/vine growing and communal appliances*. Maschinenfabrik Bermatingen GmbH & Co. 2005-01-31. <http://www.mabe-info.de/mabe/default.asp?SLang=1&IP=mabe/&SMID=5&Selekt=0>
- Lipco. 2005-01-31. <http://www.lipco.com>
- Ommas. *Automatic inter-rows*. Ommas s.n.c. 2005-01-31. <http://www.ommas.com>
- Pellenc. 2005-01-31. <http://www.pellenc.com>
- Rinieri. 2005-01-31. <http://www.rinieri.com>
- Silvatec. 2005-01-31. <http://www.silvatec.com>

Personliga meddelanden

- Alsted, Bill. Svensk Ekologimaskin AB, Malmö.
- Ascard, Johan. Rådgivare vid SJV, Alnarp
- Augustine, Dirk. Ekologisk fruktodlare, Jork, Tyskland.
- Baars, Bob. Agricultural and horticultural engineer, Holland.
- Brandsæter, Lars. Landbrugets fagcenter Östlandet, Lier, Norge.
- Ekberg, Sven-Åke. Fruktodlare, Kivik.
- Erlandsson, Göran. Ekologisk fruktodlare. Hallstahammar.
- Ilg, Paul. SLU försöksstation, Kivik.
- Jerlbeck, Roger. Coop Forum.

Juhlin, Per. Juhlins fruktodlingsrådgivning, Kristianstad.
Knast, Kurt. Fruktodlare, Rörum.
Korsgaard, Maren. Dansk Landbrugsrådgivning, Århus, Danmark.
Lindhard, Hanne. Danmarks Jordbruksforskning, Årslev, Danmark.
Müller, Klaus. Heinz Müller GmbH Spezialgeräte, Eltville, Tyskland.
Pappinen, Lauri. Gute Vingård AB, Havdhem.
Pedersen, Birgitte. Fejø Forsøgsplantage, Danmark.
Persson, Jörgen. ABM Maskiner AB, Arkelstorp.
Persson, Per-Olof. Ekologisk fruktodlare, Dösjebro.
Rumpunen, Kimmo. Forskarassistent, Institutionen för växtvetenskap, SLU Balsgård, Kristianstad.
Røen, Dag. Planteforsk, Njøs, Norge.
Sandskär, Boel. Jordbruksverket, Alnarp.