

**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

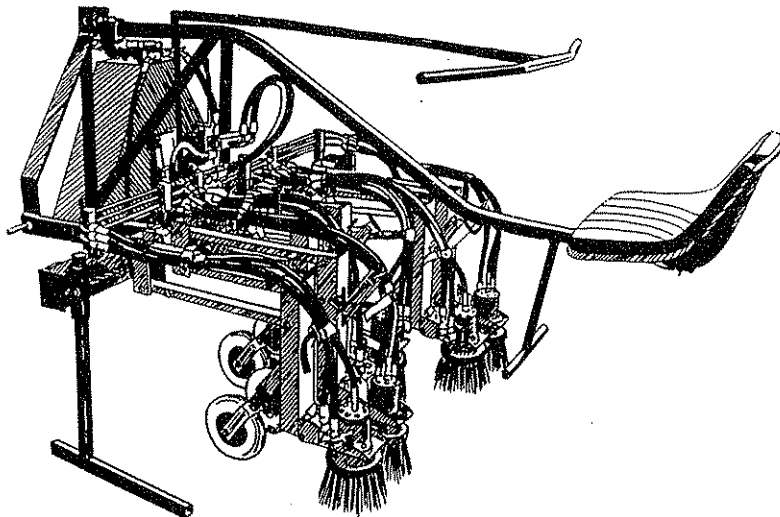
Mekanisk ogräsbekämpning - borstning i raden i grönsaker och sockerbetor

Mechanical weed control - intra-row brush weeding in vegetables and sugarbeets

Mechanische Unkrautbekämpfung - bürsten in den Reihen bei Gemüse und Zuckerrüben

Fredrik Fogelberg

Tomas Johansson



**Institutionen för lantbruksteknik
Avd för park- och trädgårdsteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Agricultural Engineering**

**Rapport 172
Report**

**Alnarp 1993
ISSN 0283-0086
ISRN SLU-LT-R--172--SE**

DOKUMENTDATABLAD för rapportering till SLU:s lantbruksdatabas LANTDOK,
Svensk lantbrukshibliografi och AGRIS (FAO:s lantbruksdatabas)

Institution/motsvarande Institutionen för lantbruksteknik		Dokumenttyp Rapport	
		Utgivningsår 1993	Målgrupp F, R, P
Författare/upphov Fogelberg, F Johansson, T			
Dokumentets titel Mekanisk ogräsbekämpning - borstning i raden i grönsaker och sockerbeter Mechanical weed control - intra-row brush weeding in vegetables and sugarbeets Mechanische Unkrautbekämpfung -bürsten in den Reihen bei Gemüse und Zuckerrüben			
Amnesord (svenska och /eller engelska) mekanisk ogräsbekämpning, ogräsborstning, ekologisk odling, maskin- utveckling, grönsaksodling, radborstning, roterande borstar weeding, mechanical damage, weed control equipment, mechanical engineering, cultivation, Beta vulgaris, Daucus carota, Allium cepa, brush weeding, intra-row weed control, organic farming			
Projektnamn (endast SLU-projekt)			
Serie-/tidskriftstitel och volym/nr Sveriges lantbruksuniversitet Institutionen för lantbruksteknik		ISSN/ISRN SLU-LT-R--172--SE ISSN 0283-0086	
Språk Svenska	Smf-språk Svenska Engelska Tyska	Omfång 55 s.	Antal ref. 31

Postadress

Besöksadress

Telefonnummer

Telefax

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET
Ultunabiblioteket, Förrävsavdelningen/LANTDOK
Box 7071
S- 750 07 UPPSALA
Sweden

Centrala Ultuna 22
Uppsala

018-67 10 00 vx
018-671103

018-3010 06

FÖRORD	
Handledarnas förord	1
Författarnas förord	2
ABSTRACT	2
SAMMANFATTNING	3
SUMMARY	5
ZUSAMMENFASSUNG	7
INLEDNING	9
LITTERATURÖVERSIKT	10
Vad är ogräs?	10
Ogräsbiologi	10
<u>Annueler</u>	10
<i>Sommarannueler</i>	10
<i>Vinterannueler</i>	11
<u>Biener</u>	11
<u>Perenner</u>	11
<u>Faktorer som påverkar ogräsfröns groning</u>	12
<u>Ogrässets inverkan på skörden</u>	12
<u>Vanliga ogräsarter i grönsaker</u>	15
Verkningsätt av mekanisk ogräsbekämpning	15
Ogräsharvning	16
Radrensning	17
<u>Radrensare utan kraftuttagsdrivning</u>	17
<u>Radrensare med kraftuttagsdrivning</u>	18
Borstmaskiner	19
<u>Borstar för hårdgjorda ytor</u>	19
<u>Borstar för frilandsodling</u>	20
<i>Fobro radborste</i>	20
<i>Nakas borstmaskin (Japan)</i>	23
<i>Borstmaskin System Paul (Tyskland)</i>	27
<i>Första prototypen av borstmaskin från Svensk Ekologimaskin AB</i>	27

<i>Liljenbergs vidareutveckling av Svensk</i>	
<i>Ekologimaskins AB prototyp</i>	29
<i>Svanholms borstmaskin (Danmark)</i>	30
Thermec borstmaskin	31
<u>Konstruktion</u>	31
<u>Borstarnas rörelser</u>	33
<u>Borstarnas inställningsmöjligheter</u>	34
EGNA FÖRSÖK MED THERMEC BORSTMASKIN	36
Orienterande försök i lök, morot, sockerbeta	
och palsternacka	36
Toleransförsök i kepalök	38
<u>Inledning</u>	38
<u>Material och metoder</u>	38
<u>Resultat och diskussion</u>	40
Toleransförsök i morot	41
<u>Inledning</u>	41
<u>Material och metoder</u>	41
<u>Resultat och diskussion</u>	42
Toleransförsök i sockerbeta	43
<u>Inledning</u>	43
<u>Material och metoder</u>	43
<u>Resultat och diskussion</u>	44
Ogräsförsök på jord utan gröda	45
<u>Inledning</u>	45
<u>Material och metoder</u>	45
<u>Resultat och diskussion</u>	46
AVSLUTANDE DISKUSSION	49
Ogräseffekt av borstning	49
Grödornas tolerans mot borstning	49
Teknisk funktion hos borstmaskinen	50
Utvecklingsmöjligheter	50
REFERENSER	52

FÖRORD

Handledarnas förord

Denna rapport utgör redovisning av ett gemensamt examensarbete för Fredrik Fogelberg på hortonomlinjens odlingsinriktning och Tomas Johansson på agronomlinjens teknikinriktning vid Sveriges Lantbruksuniversitet. Arbetet har kommit till stånd genom ett samarbete mellan Institutionen för lantbruksteknik och företaget Svensk Ekologimaskin AB. Företagets ägare Bill Alsted har konstruerat och tillhandahållit borstmaskinen.

Detta arbete ingår som en del i institutionens forskningsprogram om icke-kemisk ogräsbekämpning. Det finns ett stort behov av rationell teknik för mekanisk ogräsbekämpning som även tar ogräsen *i* raden. Tekniken kan bli mycket intressant både inom ekologisk och konventionell odling av grönsaker och andra radodlade grödor. Den kan även bli intressant för vedartade växter i t. ex. skogsplantskolor.

Från institutionens sida vill vi särskilt tacka Bill Alsted, Svensk Ekologimaskin AB, för gott samarbete. Vi vill också tacka Fredrik Fogelberg och Tomas Johansson för deras engagerade insats i dessa inledande studier av borsttekniken.

Institutionen för lantbruksteknik

Alnarp i mars 1993

Johan Ascard och Berit Mattsson

Författarnas förord

Denna rapport handlar om hur man kan minska ogräset *i raden* med hjälp av ogräsborstning och riktar sig till såväl odlare som forskare och andra som är intresserade av mekanisk ogräsbekämpning. Arbetet är utfört vid institutionen för lantbruksteknik, Avdelningen för park- och trädgårdsteknik, SLU, Alnarp. Det är en fortsättning på det samarbete som inleddes med Bill Alsted i samband med Rune Liljenbergs examensarbete (1991). Vi vill tacka våra handledare, hortonomerna Johan Ascard och Berit Mattsson, för all hjälp under arbetets gång. Vi vill också tacka vår examinator professor Nils Möller. Bill Alsted vid Svensk Ekologimaskin AB har tillhandahållit borstmaskinen och bistått med goda råd. Tashika Thell har hjälpt oss med att översätta en japansk artikel och Monika Dörre har översatt den tyska sammanfattningen. Hvilans trädgårdsskola och Tony Håkansson, Slättåkra gård, Tygelsjö, har välvilligt tillhandahållit försöksytor och traktorer. Ett stort tack till alla.

Alnarp och Ultuna i mars 1993.

Fredrik Fogelberg och Tomas Johansson

ABSTRACT

This report begins with a review on weed biology and how weeds influence the yield of carrots and bulb onions. There is also a discussion about different methods for weed control in row crops, different brush weeders in general and the Swedish "Thermec B" brush weeder in particular. Field experiments were performed with Thermec brush weeder in order to investigate the weed control effect. Pilot. experiments in carrots and bulb onions showed that it was possible to control weeds not only between the rows but also *in the row*. One experiment showed that it was possible to remove 73% of the weeds with a working intensity of 2.6. Intensity is defined as the ratio between the peripheral speed of the brushes and the driving speed. The experiments with an intensity of 2.6, showed that intra-row brush weeding did not affect the yield of carrots, bulb onions and sugarbeets, when these crops were 15 cm or higher.

SAMMANFATTNING

Ogräsbekämpning i frilandsodlade grönsaker är både arbetskrävande och dyrt. Till många grödor saknas lämpliga herbicider och med vanlig radrensning kommer man inte åt de ogräs som finns i raden. De som odlar morötter ekologiskt kan vara tvingade att lägga ner 100-300 timmar per hektar i handrensning. Det finns sålunda ett stort behov av teknikutveckling för mekanisk ogräsbekämpning i raden. Under 1980-talet utvecklades några borstmaskiner som avsåg att rensa bort ogräset i raden.

I detta examensarbete undersökte vi en svensk treradig borstmaskin för ogräsbekämpning i raden, som är tänkt att kraftigt minska behovet av handrensning. Maskinen marknadsförs 1993 under namnet "Thermec borstmaskin" och den är utvecklad och konstruerad av Bill Alsted, Svensk Ekologimaskin AB, i samarbete med alternativodlare Gunnar Rundgren. Det generella syftet med våra försök var att undersöka hur Thermec borstmaskin påverkade grödan i fält och vilken ogräseffekt som kan erhållas vid olika inställningar och intensiteter.

Det mycket torra vädret under 1992 medförde att vi inte hade tillgång till fält med både gröda och ogräs i lämpliga stadier. Därför gjorde vi istället tre toleransförsök i ogräsfria grödor för att studera hur grödan påverkades av borstning samt ett ogräsförsök på jord utan gröda för att studera ogräseffekten av motsvarande borstning. I de tre toleransförsöken i ogräsfria odlingar av morötter, lök och sockerbetor kunde vi inte iakttaga några skador av borstning i de fall där plantorna var högre än 15 cm. I ogräsförsöket där ogräsen hade 0-4 blad, hade borstmaskinen en ogräseffekt på 89% med en mycket hög borstintensitet på 7,9 och en ogräseffekt på 73% med en mer normal intensitet på 2,6. Ogräseffekten var vid den högre intensiteten fortfarande över 80%, två veckor efter behandling. Intensitet definieras som kvoten mellan borstens periferihastighet och körhastigheten. Borstarnas vinkling i sidled hade liten betydelse för ogräseffekten, men om man vill ha en kupningseffekt i raden bör borstarna vinklas.

De förutsättningar som krävs för att borstmaskinen skall ge god ogräseffekt är främst att grödan har ett försprång i utveckling i förhållande till ogräset samt att den är väl rotad och inte alltför stor. Våra försök visade att en hög intensitet gav en bättre ogräseffekt samtidigt som grödan inte verkade ta skada. I ett tidigt utvecklingsstadium och i planterade

grödor som kål, är det möjligt att den högre intensiteten kan användas medan man i sådda grödor måste ha en lägre intensitet. Resultaten av våra undersökningar ger anledning till att ytterligare försök genomföres.

Vid en vidareutveckling av maskinen t. ex. genom att kombinera den med olika slags hackskär och bladlyftare, är det möjligt att den, utöver radodlade grönsaker och jordbruksgrödor, även kan användas mot ogräs i plantskolor, skogsplantskolor och energiskogsodlingar.

SUMMARY

Mechanical weed control, intra-row brush weeding i vegetables and sugarbeets

Weed control in field grown row crops is both labour demanding and expensive. In many vegetable crops, there is a lack of registered herbicides and conventional inter-row cultivation can not reduce the weeds in the row. Ecological carrot growers are sometimes forced to hand-weed their fields, using 100 - 300 working hours per hectare. There is a big demand for technical development of mechanical weed control in the crop row. During the 1980's some brush machines were developed for weed control *in* the row.

In this MSc-thesis we have studied a three row Swedish brush machine applied to control the weed in the row and considerably decrease the need for hand weeding. The machine is developed and constructed by Bill Alsted, Svensk Ekologimaskin AB in collaboration with the ecological farmer Gunnar Rundgren and will be on the market during 1993 under the name "Thermec borstmaskin".

The main purpose of this study was to examine the weed control effect and the risk of damage to the crop with the machine working at different intensities and adjustments. Intensity is defined as the ratio between the peripheral speed of the brushes and the driving speed.

The extremely dry weather during the summer 1992 lead to a scarcity of fields with both weeds and crop plants in suitable stages, therefore we made three different tolerance experiments in field crops without weeds, in order to study how the brushes influenced the crop, and one experiment on a soil without a crop. This latter experiment was performed in order to study how the weed reduction varied with different brush adjustments.

In the tolerance experiment in weed-free crops with carrots, bulb onions and sugarbeets we could not observe any damage by brushing if the plants were taller than 15 cm. In the weed experiment, with weeds at a 0-4 leaves stage, the brush machine gave a weed reduction of 89% with the extremely high intensity of 7.9 and a weed reduction of 73% with a more normal intensity of 2.6. With the higher intensity the weed reduction was still over 80% two weeks after the treatment with the machine. The side

angle of the brushes had little influence on weed reduction, but if it is desirable to earth up the row crops, the brushes should be angled.

The assumptions are that if the brush machine is to give a good weed reduction, then the crop should have a lead before the weedplants and the crop should be well rooted and not too big. Our results showed that a high intensity gave better weed reduction and the crop did not seem to be damaged.

In planted crops like cabbage, it might be possible to increase the intensity while in early stages in sown crops the intensity must be lower. Our results seem promising but further tests are required.

With further development of the machine e.g. by combining it with different hoe cutting edges and leaf-lifters , it might be possible that it can be used against weeds also in nurseries, forest nurseries and in Salix energy forest plantations.

ZUSAMMENFASSUNG

Mechanische Unkrautbekämpfung - Bürsten in den Reihen bei Gemüse und Zuckerrüben

Die Unkrautbekämpfung von den im freiland gezogenen Gemüseorten ist sowohl arbeitsam wie auch teuer. Für vielen Pflanzensorten gibt es keine passenden Herbizide und mit einfacher Reihensäuberung kann man das Unkraut, das in den Reihen wächst, nicht entfernen. Diejenigen, die Mohrrüben auf ökologische Art anbauen, sind gezwungen, 100 - 300 Stunden per Hektar mit Hand zu jäten. Folglich gibt es also einen grossen Bedarf an der technischen Entwicklung für mechanische Unkrautbekämpfung bei Reihenpflanzung. In den 80-iger Jahren wurden einige Bürstenmaschinen entwickelt, die für das Jäten von Unkraut *in* den Reihen vorgesehen waren.

In dieser Examensarbeit untersuchten wir eine schwedische, dreireihige Bürstenmaschine für Unkrautbekämpfung in Reihen, die dafür gedacht ist, den Bedarf des Handjärens wesentlich verringern zu können. Diese Maschine wird 1993 unter dem Namen "Thermec Bürstenmaschine" auf den Markt gebracht, und ist entwickelt und konstruiert von Bill Alsted, Svensk Ekologimaskin AB (Schwedische Ekologiemaschinen GmbH) in Zusammenarbeit mit dem Alternativlandwirt Gunnar Rundgren. Das allgemeine Ziel unserer Versuche war, zu erforschen, wie die Thermec Bürstenmaschine das Gepflanzte und Gesäte im Feld beeinflusst und welchen Effekt man bei den verschiedenen Einstellungen und Intensitäten der Maschine, erzielen kann.

Das sehr trockene Wetter im Jahre 1992 führte mit sich, dass keinen Zugang zu Feldern mit Anbau von Pflanzen und gleichzeitig Unkraut im geeignetem Stadium fanden. Deshalb machten wir statt dessen drei Toleranzversuche in unkrautfreiem Anbau, um zu studieren, wie der Anbau durch Bürstung beeinflusst wird und einen Unkrautversuch in einem Feld ohne wachsendem Anbau um den Unkrauteffekt bei gleichwertigem Bürstenvorgang zu studieren.

Bei den drei Toleranzversuchen in unkrautfreiem Anbau von Mohrrüben, Zwiebeln und Zuckerrüben konnten wir, in den Fällen wo die Pflanzen höher als 15 cm waren, keine Schäden, die durch die Bürstung verursacht waren, beobachten. Beim Unkrautversuch, wo das Unkraut 0-4 blättrig war, hatte die Bürstenmaschine einen Unkrauteffekt von 89 %, mit der

sehr hohen Bürstenintensität auf 7,9 und einem Unkrauteffekt von 73 %, mit einer mehr normalen Intensität auf 2,6. Der Unkrauteffekt lag bei der höchsten Intensität war, zwei Wochen nach der Behandlung, fortdauernd über 80 %. Die Intensität definiert man als Quote zwischen der Peripheriegeschwindigkeit der Bürste und der Fahrgeschwindigkeit. Die Winkellage der Bürsten in der Seitenlage hatten nur wenig Bedeutung auf den Unkrauteffekt, aber wenn man in den Reihen eine Wirkung des Anhäufelns erzielen will, sollte man die Bürsten dementsprechend einstellen.

Die Voraussetzungen die gebraucht werden, damit die Bürstenmaschine ein gutes Resultat bei der Wirkung auf das Unkraut erzielen kann, sind vor allem die, dass der Anbau dem Unkraut gegenüber einen Vorsprung hat sowie, dass dieser gut verwurzelt und nicht zu gross ist. Eine hohe Intensität gab einen besseren Unkrauteffekt, wie auch gleichzeitig der Anbau nicht zu schaden kam. Bei gepflanzten Saat, wie Kohl, ist es möglich, dass die höhere Intensität angewandt werden kann, während man im frühen Entwicklungsstadium bei Saatgut eine niedrige Intensität verwenden muss.

Unsere Resultate wirken bis jetzt vielversprechend, aber weitere Versuche sind notwendig. Durch eine Weiterentwicklung der Maschine, z. B. dadurch, dass man mit verschiedenen Arten von Schneiden (Scharen) und Blatthebern ermöglicht, dass sie neben reihenangebautem Gemüse und dem Pflanzen in der Landwirtschaft, auch gegen Unkraut in Pflanzschulen, Waldpflanzschulen und beim Energiewaldanbau zur Anwendung kommen kann.

INLEDNING

Samhällets krav på minskad användning av kemiska bekämpningsmedel medför behov av alternativa bekämpningsmetoder. I radodlade grödor som sockerbetor och grönsaker krävs intensiv ogräsbekämpning p. g. a. grödornas svaga konkurrensförmåga mot ogräs. Generellt är det ogräsen i själva plantraden som vållar de största problemen, medan ogräsen mellan raderna kan klaras med radhackning. I sockerbetsodling kan normalt hela ogräsbekämpningen klaras med upprepade herbicidbehandlingar, men i konventionell grönsaksodling måste man ofta komplettera med handrensning av ogräs i raderna då det saknas tillräckligt effektiva herbicider. Ogräsproblemen är störst i ekologisk odling, där man inte använder kemiska bekämpningsmedel. Grönsaksodlare som odlar enligt ekologiska principer uppger ofta att ogräsen är det största odlingstekniska problemet. Handrensning av ogräs i ekologisk morotsodling är både dyrt och arbetskrävande. Man räknar med 100-300 arbetstimmar per hektar trots att flamning och radrensning används. Den arbetskrävande ogräsbekämpningen i grönsaksodling är i praktiken ett allvarligt hinder för utvecklingen av de ekologiska odlingsformerna. Likaså är den ett hinder för de konventionella odlare som vill minska herbicid-användningen men som saknar rationella alternativ.

För att komma ifrån den slitsamma handrensningen i ekologisk grönsaksodling började Bill Alsted, Svensk Ekologimaskin AB att utveckla en borstmaskin för ogräsbekämpning i raden. Till sin hjälp hade han Gunnar Rundgren som bedriver ekologisk grönsaksodling, och under 1988 utvecklades den första prototypen. Denna följdes av en förbättrad motordriven variant, genom ett examensarbete vid Sveriges Lantbruksuniversitet, år 1989. Prototypen genomgick ytterligare förbättringar följande år och 1992 hade Bill Alsted byggt en treradig traktorburen maskin. Denna maskin har vertikalt ställda borstar och kallas fortsättningsvis "Thermec borstmaskin".

Det är Thermec borstmaskin funktion som vi har studerat i några inledande försök under sommaren 1992. Vi ville studera hur kulturväxten och ogräset påverkades av borstning i, eller mycket nära raden, med olika borstinställningar och borstintensiteter.

LITTERATUR

Vad är ogräs?

Många olika växter kan kallas för ogräs. En definition är följande: "Enligt allmänt språkbruk kallar jordbrukaren de växtarter ogräs, vilka göra intrång bland de odlade växterna och därigenom skada dessa och nedsätta skörden" (Korsmo, 1926). En annan och mer vidsträckt definition skulle kunna vara att ogräs är sådan vegetation som är oönskad på en viss plats och vid en viss tidpunkt.

Ogräsbiologi

Olika växtarter har olika förmåga att utvecklas som ogräs beroende på groningstid, årlig utvecklingsrytm, föröknings- och spridningssätt, övervintringssätt och andra egenskaper. Möjligheterna beror delvis på ogräsens konkurrensförmåga med grödan, men också på deras reaktion på olika ogräsbekämpande åtgärder. Man delar in ogräsen i olika kategorier *annueller*, *bienner* och *perenner*. Annuellerna delas vidare in i sommar- och vinterannueller och perennerna kan delas in i platsbundna- och vandrande perenner (Håkansson, 1988).

Annueller

De ettåriga växterna kallas annueller och förökar sig med frön. De är relativt lättbekämpade när de är små hjärtblad till fyra örtblad, och är i huvudsak de ogräs som borstmaskinen förväntas vara effektiv mot.

Sommarannueller

Frö från sommarannueller gror i huvudsak på våren och försommaren och plantorna blommar samma år. Frön som gror på hösten hinner ofta inte blomma och sätta frö utan dör under vintern. Eftersom sommarannueller gror i början av vegetationsperioden ger de ogräsproblem i vårsådda grödor, t. ex. grönsaker. Vissa sommarannueller, bl. a. etternässla (*Urtica urens*), svinmolke (*Sonchus asper*) och nattskatta (*Solanum nigrum*), gror på senvåren eller försommaren eftersom de kräver en relativt hög

groningstemperatur. Dessa kan bli framträdande och konkurrenskraftiga ogräs i grödor som sluter sig sent t. ex. sockerbetor, potatis och grönsaker.

Vinterannueller

Frö från vinterannueller gror huvudsakligen på eftersommaren och hösten, men många arter kan även gro under andra delar av året. De plantor som kommer upp på eftersommaren och hösten övervintrar och sätter frö följande år. Frön som grott på våren kan blomma och sätta frö samma år. Förmågan till omfattande höstgroning och övervintring gör vinterannuellerna till konkurrenskraftiga ogräs i höstsådda grödor. Många arter som brukar kallas vinterannueller t. ex. lomme (*Capsella bursa-pastoris*), våtarv (*Stellaria media*) och åkerviol (*Viola arvensis*) kan dock gro i lika stor omfattning på våren som senare under vegetationsperioden.

Bienner

Med bienner menas tvååriga växter som normalt gror på våren och övervintrar i vegetativ fas för att efter köldpåverkan blomma och sätta frö och därefter dö. Biennerna har liten betydelse som åkerogräs. De uppträder oftare på kulturpåverkad mark i gränsområdena till åkerjorden än ute på åkrarna. Några vanliga bienner är vildmorot (*Daucus carota*) och kardborre (*Arctium sp.*).

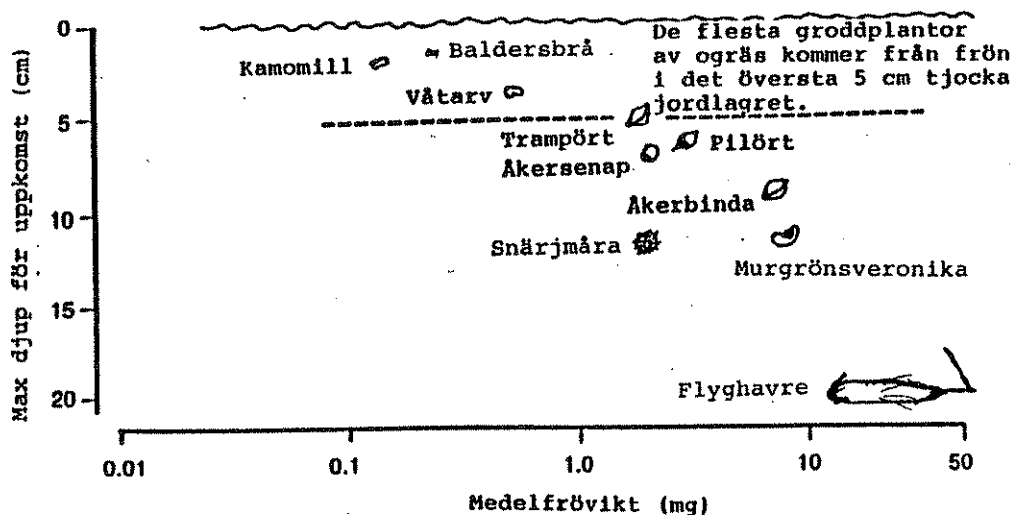
Perenner

Med perenner menas fleråriga växter där förökningen sker genom att samma individ blommar och sätter frö under mer än ett år eftersom de har en upprepad utveckling av generativa skott eller genom att vegetativa organ bildar nya rötter och skott. Några vanliga perenna åkerogräs är kvickrot (*Elymus repens*), hästhov (*Tussilago farfara*), åkertistel (*Cirsium arvense*) och brännässla (*Urtica dioica*).

Faktorer som påverkar ogräsfröns groning

Jordbearbetning verkar generellt groningsstimulerande på ogräsfrön och kan stimulera fröna att gro utan att ändra deras djup i jorden. Orsakerna till denna stimulering kan vara att jorden blir mer genomluftad och att fröskalen blir repade av jordpartiklar eller redskap (Håkansson, 1988). Storfröiga ogräsarter kan generellt sett gro från ett större djup än småfröiga arter (Roberts, 1982)(Figur 1).

Andra faktorer som kan utlösa groning är fluktuation i temperatur, markfuktighet och ljus. Temperaturen påverkar på flera sätt; ogräsen kräver dels en viss minimitemperatur för att kunna gro men även de inneboende egenskaperna hos fröet - anatomiska eller biokemiska - kan förstärkas eller försvagas av temperaturen. Vissa sommarannueller kräver låga vintertemperaturer för att kunna gro (Roberts, 1982). Värmen under våren tillsammans med andra faktorer bl. a. jordbearbetning utlöser sedan groningen.



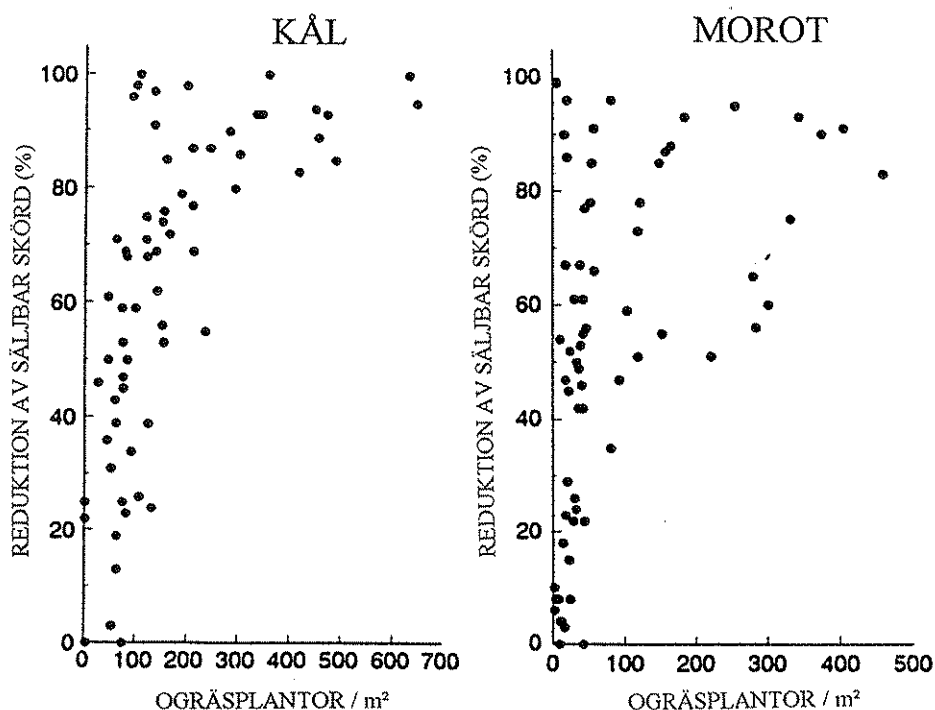
Figur 1. Förhållandet mellan fröstorlek och det maximala djup för fröet, från vilket grodden kan nå markytan sedan fröet har grott (efter Roberts, 1982).

Ogräsets inverkan på skörden

Grönsaker konkurrerar i allmänhet dåligt med ogräs eftersom dessa grödor sluter sig sent (Håkansson, 1988). Därför är det speciellt viktigt att grönsaksodlingar så långt som möjligt hålls fria från besvärande ogräs.

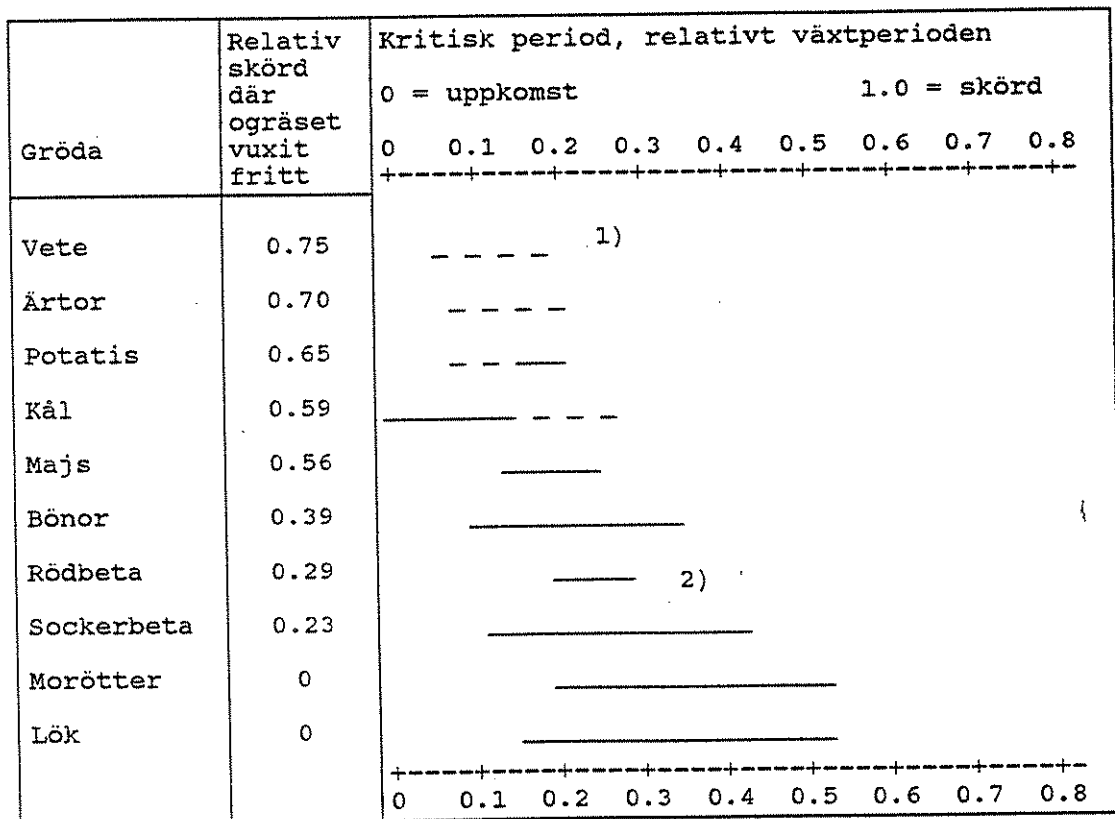
I försök med lök visade Hewson & Roberts (1973) att ogräsen maximala tillväxttakt (ca. 180 mg/g dag) var större än lökens (ca. 120 mg/g dag). I fält med ogräs hade löken 50 % färre friska blad än i ogräsfria fält. Bladen hade lägre klorofyllinnehåll, vilket gav en avsevärt reducerad fotosyntetisk kapacitet och dessutom dog lökbladen tidigare. Författarna visade även att om ogräsen togs bort tidigare än 4-6 veckor efter att 50 % av grödan kommit upp så minskade inte skörden. I näringsupptagningsförsök visades vidare att ogräsen hade tagit upp en stor del av näringen i marken 6-8 veckor efter grödans uppkomst. Nästan hälften av allt kväve och ca en tredjedel av allt kalium i förrådsgödslingen hade tagits upp av ogräsen (Hewson & Roberts, 1973).

Bond (1991) visade att skörden av sallat, morötter och kål minskade kraftigt om det fanns mer än 100 stycken ogräs/m², men även om man hade *färre* ogräs än 100 stycken /m² kunde man få stora variationer i skörderesultatet (Figur 2). Ett fåtal robusta ogräs kunde ha en allvarlig inverkan på skörden av sallat. Svinmålla (*Chenopodium album*) med tätheten 2,3 resp 4,6 plantor/m², reducerade sallatsskörden med 55 resp 89 % (Hewson, 1971).



Figur 2. Minskning (%) av säljbar skörd av morot och kål vid olika antal ogräs/m² (Bond, 1991).

Grödan behöver inte vara helt ogräsfri hela perioden mellan uppkomst och skörd. Olika studier (Hewson & Roberts, 1971; van Heemst, 1985) har bestämt den nödvändiga ogräsfria perioden, vanligen kallad *kritisk period*, för ett flertal grönsaker (Figur 3). Tidsintervallet varierar med säsong och ogräsart. För lök är den kritiska perioden fyra till tio veckor efter det att 50 % av grödan kommit upp (Hewson & Roberts, 1971).



Figur 3. Medelskörd av gröda där ogräset fått växa fritt, jämfört med ogräsfri gröda samt gränser för kritisk period för konkurrens gröda - ogräs, relativt total längd på växtperiod (sammanställd av Ascard, 1992 efter van Heemst, 1985).

1) streckad linje: data saknas, beräknat slut på kritisk period.

2) ej kritisk period enligt Hewson & Roberts (1973).

Vanliga ogräsarter i grönsaker

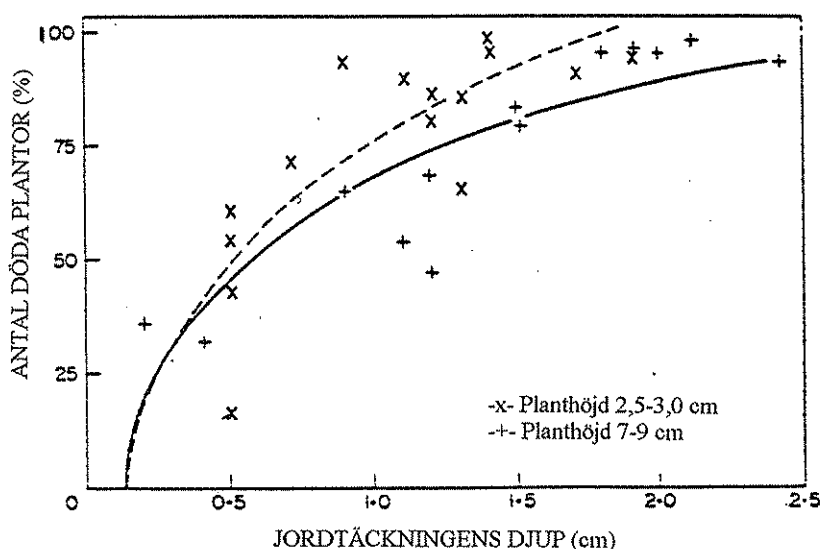
Grönsaksodlingar har ofta en annorlunda ogräsflora än t. ex. spannmålsodlingar beroende på skilda ljusförhållanden, när beståndet sluter sig etc. I mark som odlas intensivt med grönsaker har man funnit att bl. a. våtarv (*Stellaria media*), vitgröe (*Poa annua*), etternässla (*Urtica urens*), korsört (*Senecio vulgaris*) och svinmålla (*Chenopodium album*) är de vanligaste ogräsen (Roberts, 1983). En tysk undersökning visade att konventionellt odlade fält endast hade 42% av det antal ogräsarter som finns i ekologiska odlingar (Herrman et al., 1986). Om man inte skulle ha möjlighet att använda sig av bekämpningsmedel skulle exempelvis svinmålla, våtarv, pilört och dånarter på goda grunder bedömas bli mycket besvärliga. Bland fleråriga, tvåhjärtbladiga ogräsarter skulle flera tistelarter medföra stora problem (Aamisepp et al., 1981).

Verknings sätt av mekanisk ogräsbekämpning

Mekanisk ogräsbekämpning verkar genom att ogräset täcks med jord, rycks upp eller skärs av. Terpstra & Kouwenhoven (1981) visade att bekämpningseffekten ökar med ökad jordtäckning och att ogräseffekten var högre på mindre plantor. De visade att ett jordtäckte på 1,5 cm var dödligt för de plantor som var 2,5 - 3,0 cm höga. I undersökningen användes smörgåskrasse (*Lepidium sativum*) såsom ogräs med ca. 3000 plantor /m² (Figur 4). Vid ogräsharvning är det täckningen av ogräs som har störst betydelse för bekämpningsresultatet. En torrperiod efter harvning medför att fler plantor dör, framför allt småfröiga ogräs hämmas effektivt av ett 0,5 cm tjockt jordlager i hjärtbladsstadiet. Storfröiga ogräs kan växa igenom ett 0,5 -1 cm tjockt jordtäckte (Rydberg, 1985).

När man jordbearbetar t. ex. genom en tidig harvning två till tre veckor före sådd lockas gröningsbenägna frön i markytan att gro och därefter dödar man de uppkomna ogräsplantorna genom en ytlig bearbetning. Denna metod kallas fördröjd sådd men är, om man saknar bevattningsmöjligheter, endast lämplig på vissa jordar i begränsade klimatområden med avseende på markfukt och vegetationsperiod. Vid normaltida sådd är det viktigt att inte bearbeta för djupt för att locka en onödig stor mängd ogräs att gro (Håkansson, 1988).

Tyska undersökningar visar att om man skall lyckas med mekanisk ogräsbekämpning bör det inte finnas mer än 20-40% ogräs i stadier med fler än fyra blad. De ogräs som var svårast att bekämpa mekaniskt var flyghavre (*Avena fatua*), murgrönsveronika (*Veronica hederifolia*) och pipdån (*Galeopsis tetrahit*) (Herrmann et al., 1986).



Figur 4. Ogräseffekt av jordtäckning (Terpstra & Kouwenhoven, 1981).

Ogräsharvning

Ogräsharvning kan ske direkt efter sådd för att torka upp ytskiktet och därmed försämra gröningsbetingelserna för ogräsfrö. Vid harvning fem till sex dagar efter grödans uppkomst görs en ytlig bearbetning utan att riva upp sådda kulturväxtfrön eller vilande ogräsfrön längre ner i jorden. Målet är att försöka skada groddplantor av ogräs som grott snabbare än kulturväxten. Ogräsharvning används numera huvudsakligen i stråsäd och potatis men tillämpades i större skala förr i tiden, då även i sockerbeter och grönsaker. I sockerbeter har man uppnått 60% ogräseffekt med bara 5% skador på kulturväxten (Neururer, 1977) och i potatis har man med harvning och kupning lyckats reducera de ettåriga fröogräsen med 87% (Rydberg, 1985). Ogräsharvning används ofta av ekologiska odlare och flera sorters ogräsharvar finns idag på den svenska marknaden. Ett problem är att harvningen ger varierande och osäker bekämpningseffekt. Effekten kan bli mellan 0 och 80 %. Ogräsharvning reducerar ogräsen

tillväxt och antalet ogräs, men i allmänhet inte lika mycket som vid kemisk bekämpning. En erfarenhet som många odlare har gemensamt är att skadorna ser allvarliga ut direkt efter harvning men att spannmålsgrödan återhämtar sig snabbt (Aamisepp et al., 1981).

Radrensning

Med radrensning menas här mekanisk ogräsbekämpning mellan raderna. Man kan nå god effekt mot ettåriga och vissa fleråriga ogräsarter. Radrensning förekommer allmänt i radsådda grödor och kombineras ibland med bandsprutning. Vid ekologisk odling är radrensning ett absolut måste. Fördelarna med radrensning är många; utöver miljöhänsyn finns det rent ekonomiska skäl. En minskad herbicidanvändning minskar också risken för skadeverkan på kulturen och efterföljande grödor. Specialiserade grönsaksodlare har problem med enstaka herbicidresistenta ogräsarter såsom vitgröe (*Poa annua*) och korsört (*Senecio vulgaris*). Radrensning har effekt mot dessa, dessutom åstadkommer man en luckring av jorden och skorpobrytning. Bearbetningen förbättrar även markens luftväxling, ökar mineraliseringen samt minskar vattenförlusterna på vissa jordar (Mattsson & Nylander, 1988).

En nackdel med vanlig radrensning är att man inte får bort ogräset som står i raden. Jord som kastas in i raden har dock en viss effekt mot småogräs. Radrensning kan även ge rotskador på kulturväxten. Risken är speciellt stor vid körning i grönsaker som har ett grunt rotsystem t. ex. gurka, sallat och sallatskål. Arbetskapaciteten är också betydligt lägre vid radrensning jämfört med sprutning.

Radrensare utan kraftuttagsdrivning

Radhackan eller rapshackan som den också kallas, betjänas vanligen av två personer. Profilgjutna styrhjul eller stabiliseringskivor kan underlätta styrningen av redskapet och kan i vissa fall ersätta den manuella styrningen. De faktorer som främst påverkar valet av hackskär är ogräsens växtsätt och storlek, jordtyp samt syftet med bearbetningen. Gåsfotsskåret ger en jordförflyttning i sidled och kan därför täcka ogräset i raden samtidigt som det skär av ogräset mellan raderna. Om hackan är parallellupphängd ändras inte skärets angreppsvinkeln, utan det kan hela tiden arbeta med samma angreppsvinkel.

Radrensare med stjärnhjul eller harvhjul (rullande bearbetningsorgan) s.k. rullhacka, drar upp ogräsen och kan även kasta in jord i raden om dess skär är vridna (Figur 5). Rullhackan är ett mellanting mellan hacka och fräs. Den är markdriven och bearbetar jorden mer intensivt än vid radhackning. Hackhjulens vinkel mot framföringsriktningen avgör hur intensiv bearbetningen blir och hur mycket jord som förflyttas i sidled. Redskapet skall köras med relativt hög hastighet, åtta till tio km/h, för att ge ett bra resultat.



Figur 5. Rullhacka (Irla, 1988).

Radrensare med kraftuttagsdrivning

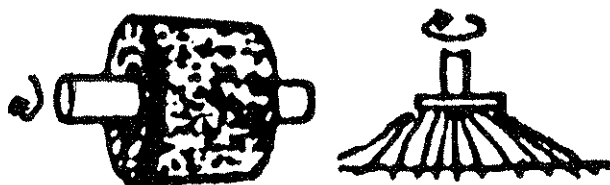
Vid radfräsning och radborstning (drivna bearbetningsorgan) erhålls en effektiv sönderdelning av växtmassan som dessutom blandas in i jorden. Olika radfräsar och rotorkultivatorer ger en genomarbetad jord och en kraftig ogräsbekämpning (Irla, 1988; Mattsson & Nylander, 1988; Mattsson, 1988).

Kraftuttagsdrivna redskap kan vara stenkänsliga och kan även kasta sten åt olika håll. De är mycket effektiva både mot normalstora ogräs och mot ogräs som egentligen blivit för stora. Maskinerna bearbetar jorden intensivt och ger en fin struktur som inte är lämplig på slammingsbenägna jordar. Fräsar och radborstar innehåller flera rörliga delar som kräver underhåll för att vara i gott skick. Oljebyte i växellådor och underhåll av hydraulslangar är också viktigt (Mattsson & Nylander, 1988).

Borstmaskiner

Med "borstar med horisontell axel" menas redskap där borstaxeln är horisontell medan "borstar med vertikal axel" har en eller flera borstaxlar i rät vinkel mot markytan (Figur 6).

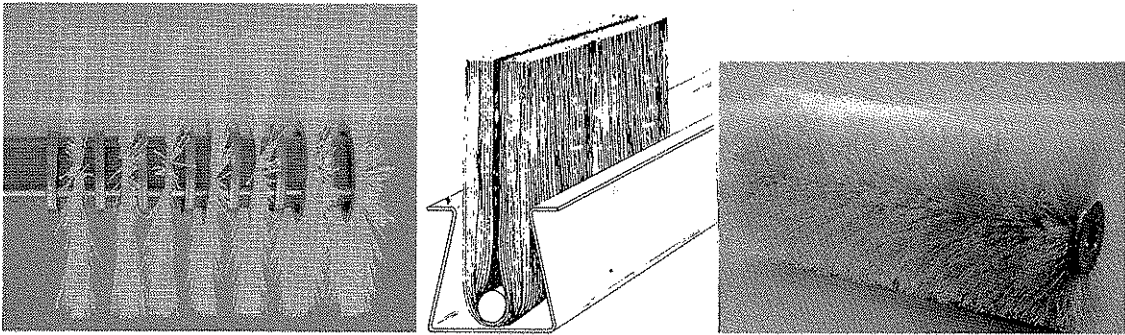
Borstmaskiner med borstar på horisontell axel bekämpar endast ogräsen mellan raderna. Den radsådda grödan skyddas av tunnlar som hindrar borstspröten att skada plantorna. De maskiner som har vertikala borstar kan bättre tränga in mellan plantorna i raden och bekämpa ogräsen.



Figur 6. Borstar med horisontell (vänster) och vertikal (höger) borstaxel.

Borstar för hårdgjorda ytor

Borstning eller sopning på hårdgjorda ytor i städer var först avsedd att effektivt sopa rent ytor och rännstenskanter. När man även iakttog att ogräsen skadades kom man på idén att använda borstning för mekanisk ogräsbekämpning. Valsborsten med en horisontellt roterande axel, arbetar i vertikalplanet mot körriktningen och kan snedställas för att få utkast i önskad riktning. Valsens borstaxel kan förses med ring-, strip- eller spiralborstar (Figur 7). Penselborsten arbetar i horisontalplanet och borstar därmed ut ogräset från rännstenskanten (Hein, 1990).



Figur 7. Olika sorters borstar för hårdgjorda ytor, fr. vänster ring-, strip- och spiralborste (Hein, 1990).

Borstsprötens beskaffenhet, slät eller rå yta, påverkar hur omfattande skadorna på ogräsen blir. De borstmaterial som förekommer är: polypropen, nylon, krusad stålborst, plattstål, klädd stålwire, gummi, piassava och palmyrabark. Materialens slitande effekt på ogräset påverkas av dess hårdhet och utformning, tjocklek, längd och profil i längd- och tvärsnitt. Ogräsens beskaffenhet blir avgörande för hur stor skadeeffekten blir, vilket är logiskt om man tänker på skillnaden i sprödhet, seghet och växtsätt mellan olika ogräsarter (Hein, 1990).

Ökad rotationshastighet ger flera positiva effekter vid borstning på hårdgjorda ytor. En högre rotationshastighet ger en mer intensiv behandling och möjliggör ökad avverkningshastighet om man samtidigt ökar körhastigheten. Dessvärre slits borstarna mer vid högre hastigheter och större anliggningsstryck. Slitaget kan dock minska om spröten hela tiden hålls fuktiga vilket ger lägre friktion och minskade dammproblem, eller genom ett konstant anliggningsstryck. (Hein, 1990).

Borstar för frilandsodling

Fobro radborste

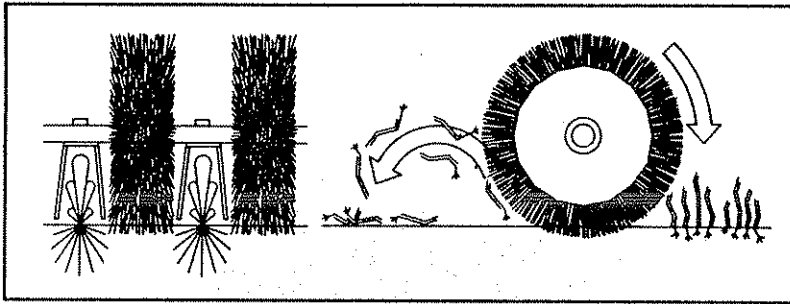
Fobro radborste är ett relativt nytt redskap för mekanisk ogräsbekämpning på den svenska marknaden (Figur 8). Den bearbetar jorden mycket intensivt och ger en pulveriserad jordstruktur. Radborsten kan användas i

grönsaker, majs och sockerbeter. Till och med jordgubbsrevor kan avlägsnas om borsten körs utan plantskyddstunnlar. Fobro borsten rekommenderas speciellt till steniga och mullrika jordar, medan man bör undvika att använda den på slammingsbenägna jordar.



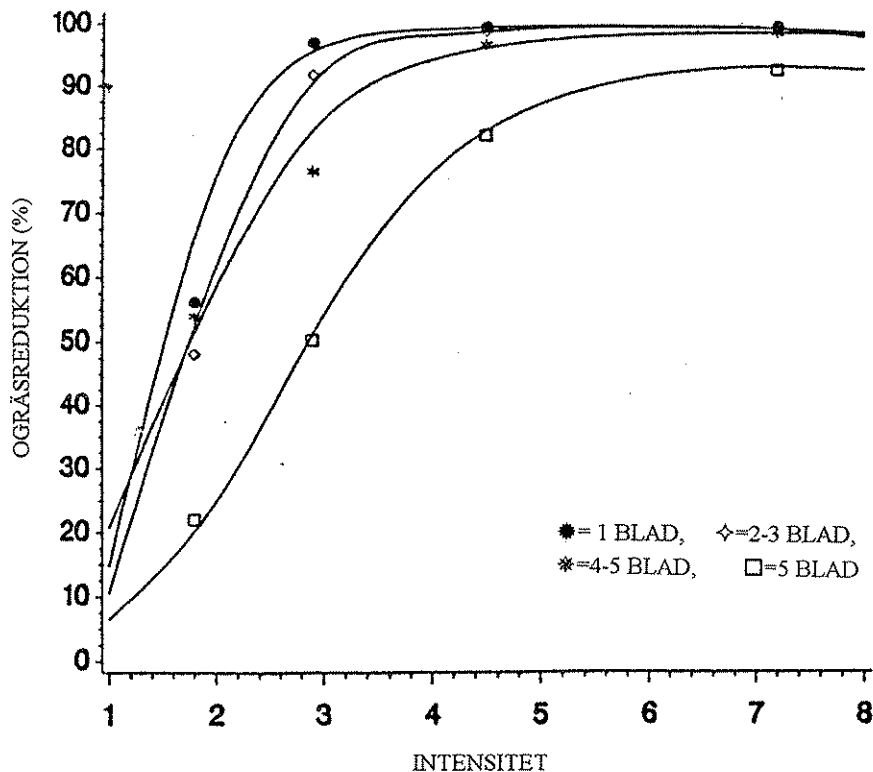
Figur 8. Fobro radborste (Mattsson, 1988).

Borstelementen sitter på en horisontell, kraftuttagsdriven, stel axel som roterar i färdriktningen och borstarna kan anpassas till radavståndet. Den stela axeln gör att borstarna får en sämre markföljning eftersom de till skillnad från individuellt upphängda bearbetningsorgan inte kan röra sig fritt och följa markens ojämnheter. Man kompenserar detta genom att ha liten arbetsbredd på redskapet, normalt högst fem rader. Nylonborstarna har ett normalt bearbetningsdjup på tre till fyra centimeter, men kan bearbeta djupare om det är nödvändigt. Radborstens låga kapacitet beror på liten arbetsbredd och låg körhastighet. Borstspröten lyfter upp de skadade ogräsen och kastar dem bakåt (Figur 9). Ogräseffekten på små fröogräsplantor är mycket god. (Parish, 1987; Irla, 1988).



Figur 9. Arbetsprincip för Fobro radborste (Pedersen, 1990).

Om borsthastigheten ökas proportionellt mot framföringshastigheten blir ogräseffekten densamma. Kvoten mellan borstsprötens periferihastighet och framföringshastigheten kallar Pedersen (1990) *intensitet*. Ökad intensitet ger ökad ogräseffekt och ökat arbetsdjup. För att uppnå en tillräcklig ogräsreduktion bör intensiteten vara minst tre (Figur 10). Pedersen nämner tre faktorer som påverkar ogräsen, nämligen deras utvecklingsstadium, borstarnas rotationshastighet och intensiteten. Resultaten visade att antalet stora ogräs inte reducerades lika mycket som antalet små (Figur 10).

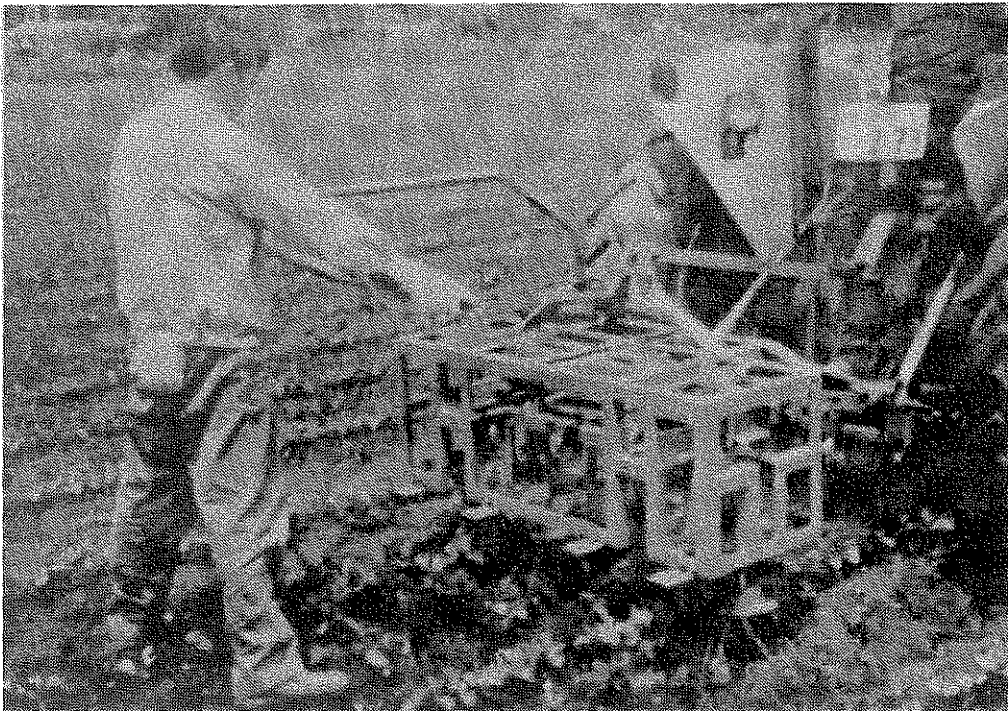


Figur 10. Ogräsreduktion vid radborstning med olika intensitet och i fyra utvecklingsstadier (Pedersen, 1990).

Borstar på vertikal axel.

Nakas borstmaskin (Japan)

Naka (1981) utförde försök i Japan med en borstmaskin (Figur 11). Han är, såvitt vi vet, den förste som undersökte mekanisk ogräsbekämpning med vertikala borstar i grönsaksodling. Som framgår av bilden i den japanska artikeln, är Nakas borstmaskin en maskin där borstarna drivs via traktorns kraftuttag. Den utvecklades med syfte att skapa ett redskap med förbättrad ogräseffekt och minskade skador på grödan, jämfört med den stela harvpinnen. Maskinen hade två borstar per radmellanrum och styrningen var manuell. Borstarna kunde vinklas i framföringsriktningen samt i sidled. Dessutom kunde bearbetningsdjup och intensitet regleras. Behandlingen hade god ogräseffekt då rotationshastigheten på borstaxeln var 150 varv per minut och bearbetningsdjupet var mindre än åtta centimeter. Skadorna på grödan, i det här fallet sojabönor, var liten. Ogräseffekten ökade när intensiteten och arbetsdjupet ökade. När intensiteten trefaldigades och arbetsdjupet ökades till åtta centimeter blev antalet ogräs lägre än om det var hackat, men skörden minskade p. g. a. mekaniska skador. Från dessa resultat drogs bl. a. den slutsatsen att ogräsborsten under optimala förhållanden var minst lika effektiv mot ogräs i raden som hackan.

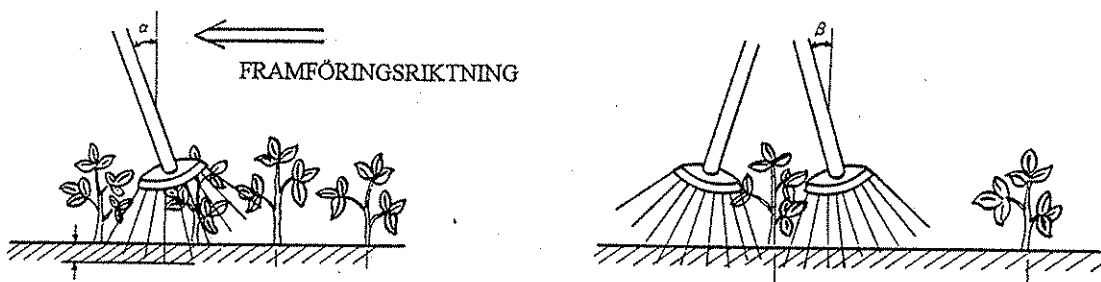


Figur 11. Nakas borstmaskin (Naka, 1981).

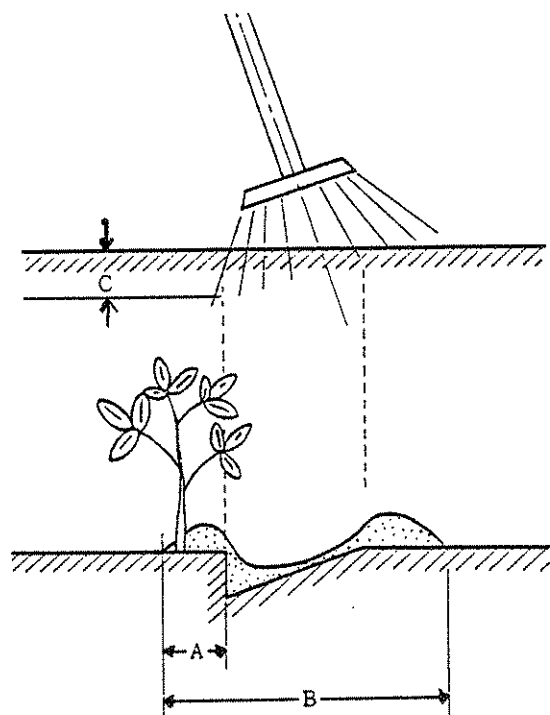
En annan slutsats från Nakas artikel var att jordmotståndet ökade med en ökad framåtlutning på borstarna, ökat arbetsdjup och minskad sidolutning, vilket innebar att maskinen krävde större traktoreffekt om jordmotståndet ökade. Arbetsdjup och jordmotstånd hade ett stort inflytande på bekämpnings-resultatet. Den borstinställning som gav bäst ogräseffekt vid körning i sojabönor var 5° framåtlutning och 10° sidolutning. (Figur 12 och 13). Naka visade att en ökad sidolutning minskade det påverkade området B om framåtlutningen (α -vinkeln) var konstant, oberoende av arbetsdjupet, medan området A utanför borstens bearbetningsyta, dvs. i och kring raden, fortfarande var föga påverkat (Figur 14).

Vid ett försök i sojabönor konstaterade Naka att om borstningen utfördes tre gånger i sojabönor med start 25 dagar efter sådd och med 10 dagars mellanrum, var skadeeffekten på grödan samma som vid radhackning, men ogräseffekten var 50-60% högre med borstning. Denna maskin i kombination med en pinnharv gav en lika god ogräseffekt som manuell handrensning. Ogräseffekten varierade beroende på avståndet från raden. Närmast raden, där borsten gick som djupast, erhöll Naka en ogräseffekt på över 80% (Figur 15).

Nakas maskin liknar i princip Thermec borstmaskin från Svensk Ekologimaskin AB som undersökts i denna rapport, och därför är Nakas tabeller och figurer av stort intresse som åskådningsmaterial. Vi har därför använt oss av samma beteckningar på borstarnas vinkling som för den japanska konstruktionen.



Figur 12. Borstarnas framåtlutning anges med vinkeln α (vänstra bilden, vy från sidan) och borstarnas sidolutning anges med vinkeln β (högra bilden, vy bakifrån) (Naka, 1981).

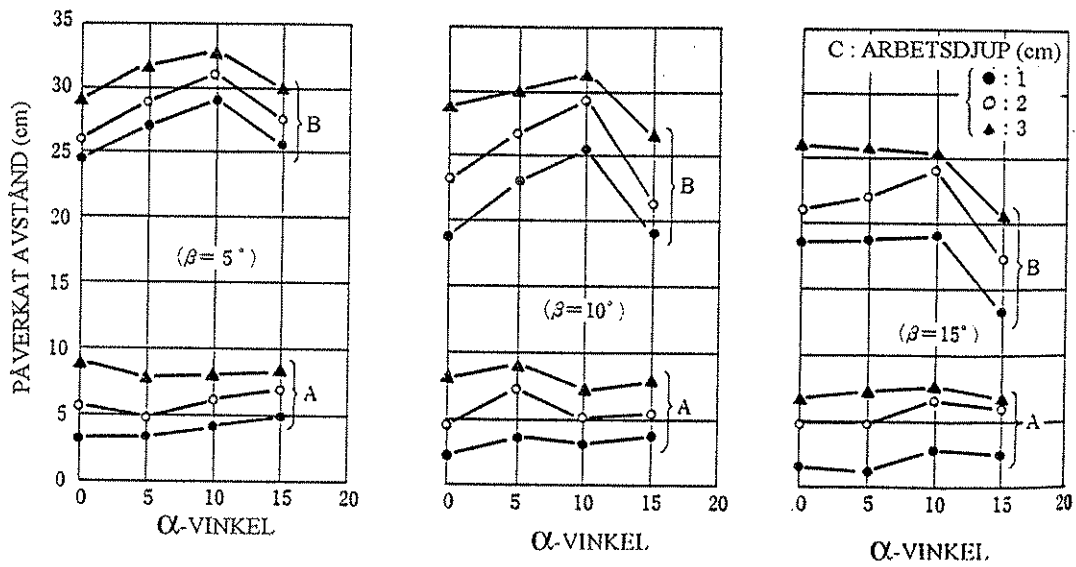


Figur 13. Det av borsten påverkade området.

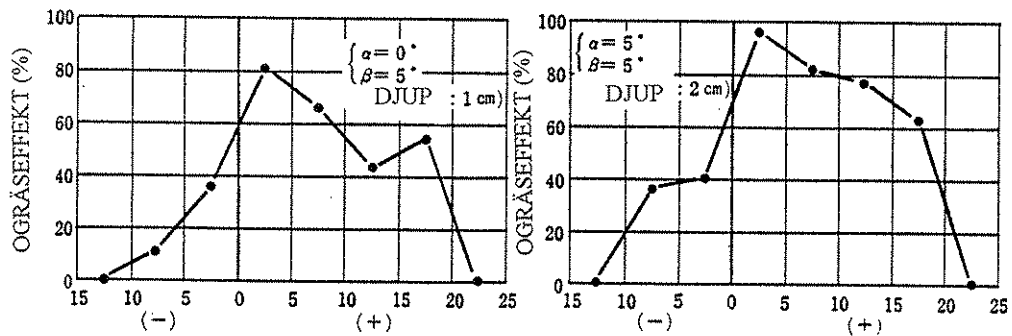
A: Område i raden utanför borstspröten som påverkas.

B: Totalt område som påverkas av borstningen.

C: Arbetsdjup. (Naka, 1981).



Figur 14. Sidovinklens påverkan på bearbetningsområdena A och B (i figur 13) (Naka, 1981).



Figur 15. Ogräsborstning i sojabönor med arbetsdjupet 1 cm (vänster) och 2 cm (höger). Ogräseffekt på olika avstånd från raden (= 0) (Naka, 1981).

Borstmaskin System Paul (Tyskland)

Den tyska motsvarigheten till Thermec borstmaskin kommer från företaget Paul i Tyskland. Borstarna består av plast, nylon eller stålborst och arbetar med hög periferihastighet. Det finns endast en borste mellan varje rad vilket gör att borsten snurrar åt olika håll på sidorna om raden. Borstmaskinen kan användas i radodlade grödor (Figur 16). Vi har fått intrycket att maskinen inte används i praktisk odling p. g. a. att den intensiva bearbetningen försämrar jordstrukturen, men tillverkaren har inte svarat på våra frågor kring maskinen.



Figur 16. Borstmaskinen från det tyska företaget Paul.

Första prototypen av borstmaskin från Svensk Ekologimaskin AB

Gunnar Rundgren och Bill Alsted konstruerade 1988 en enradig handdriven radborste, där borstarna drevs via polhemsknutar från hjulen. Borstarna var fastsatta på röret som hjulaxeln löper i. Man sköt maskinen framför sig som en gräsklippare (Figur 17).

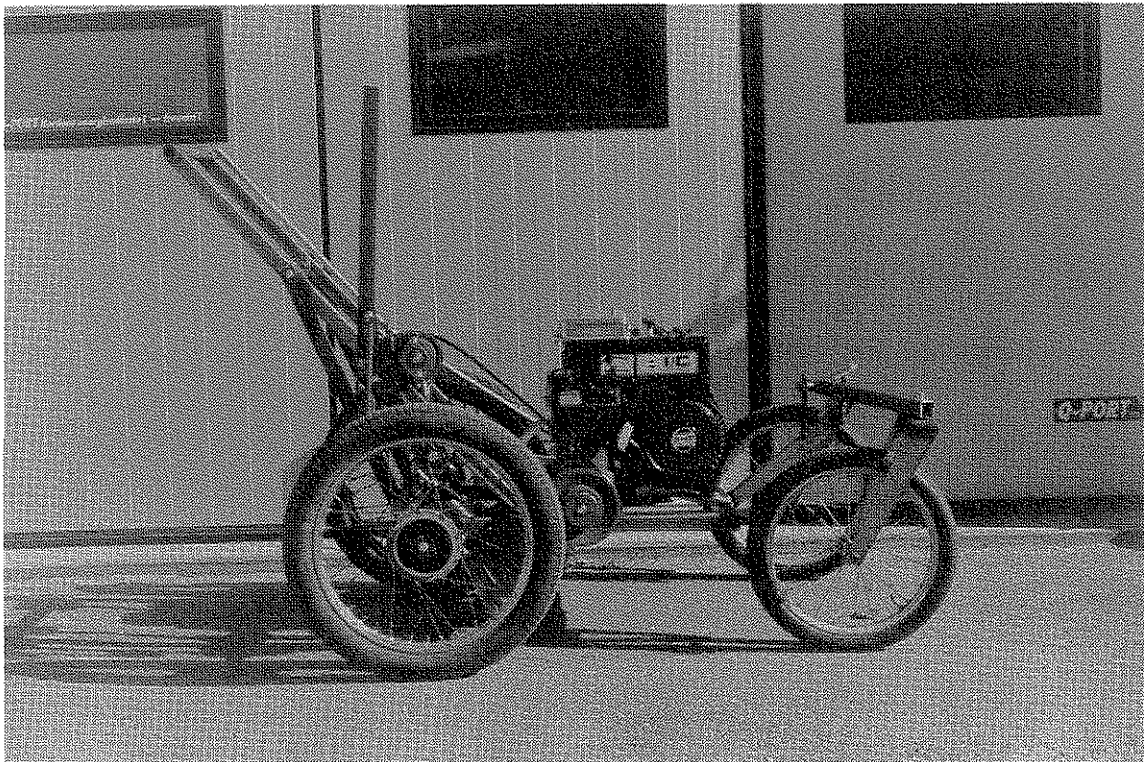
Rundgrens egna erfarenheter av borstprototypen var att den fungerade bra i planterad vitkål och i sent sådda morötter. Efter fyra körningar under en månad i morötter var kulturen nästan helt ogräsfri vid skörd. Prototypens svagheter var svårstyrighet samt att maskinen var alltför lätt (Rundgren, 1989).



Figur 17. Den första prototypen av en borstmaskin från Svensk Ekologimaskin AB (Liljenberg, 1991).

*Liljenbergs vidareutveckling av Svensk Ekologimaskins AB prototyp
(Sverige)*

Rune Liljenberg vidareutvecklade Alsteds första prototyp i sitt examensarbete 1991. Liljenbergs maskin bestod av en mindre bensinmotor som drev borstarna via kilremmar och polhemsknutar. Den hade drivning på bakhjulen och styrningen på framhjulen. Borstarna satt väl synliga mellan bakhjulen (Figur 18). Intensiteten och borstarnas vinkling kunde ändras för att passa olika radavstånd och grödor. Maskinen provkördes i 10-15 cm höga morötter och borstade då bort ca. en cm jord runt raden. Ogräs i alla stadier skadades och en del borstades även bort. Nästan alla morotsnackar blev renborstade vilket gav ökad risk för "gröna nackar", men några andra synliga direkta mekaniska skador uppstod inte.

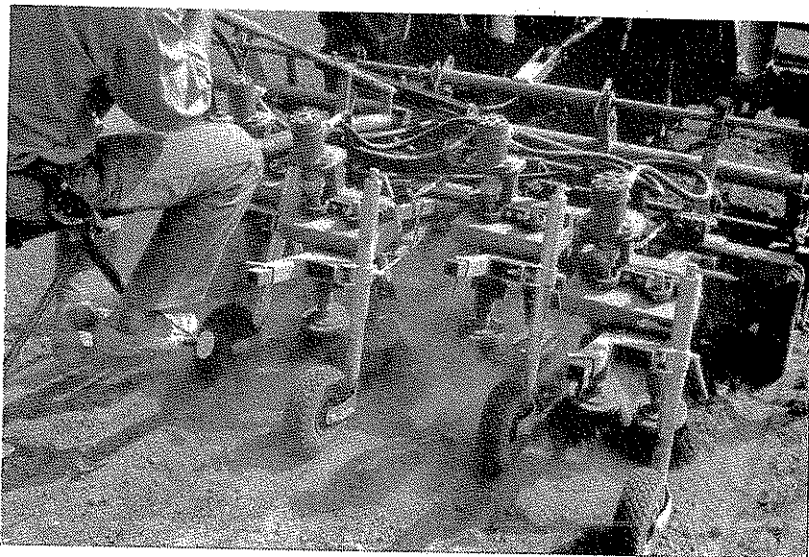


Figur 18. Liljenbergs borstmaskin (Liljenberg, 1991).

De utvecklingsmöjligheter som Liljenberg nämnde var att göra prototypen treradig, göra en redskapsbärare av maskinen samt att montera skär utanför borstarna. Sammanfattningsvis ansåg han att den tråkiga och dyra handrensningstiden i frilandsodling åtminstone borde kunna halveras (Liljenberg, 1991).

Svanholms borstmaskin (Danmark)

Svanholm Gods i Danmark (Hedeboe, 1992) utvecklade under 1992 en borstmaskin, inspirerad av en tidigare prototyp från Svensk Ekologimaskin AB, för användning i sina grönsaksodlingar (Figur 19). Den är byggd på en ram från en tysk radhacka av märket Schmotzer. Själva borstarna är gjorda av piassava. Upphängningen är radiell, vilket innebär att vinkeln i framföringsriktningen förändras under borstning. Borstarna sitter ihop två och två och drivs av en hydraulmotor per borstpar, där den ena borsten drivs direkt av motorn medan den andra drivs via en kuggväxel. Borstsprötens avstånd till raden kan varieras liksom lutningen i framföringsriktningen. Bakom borstaggregatet sitter ett stödhjul. Vid en demonstrationskörning fick jordytan en fin struktur direkt efter behandling.

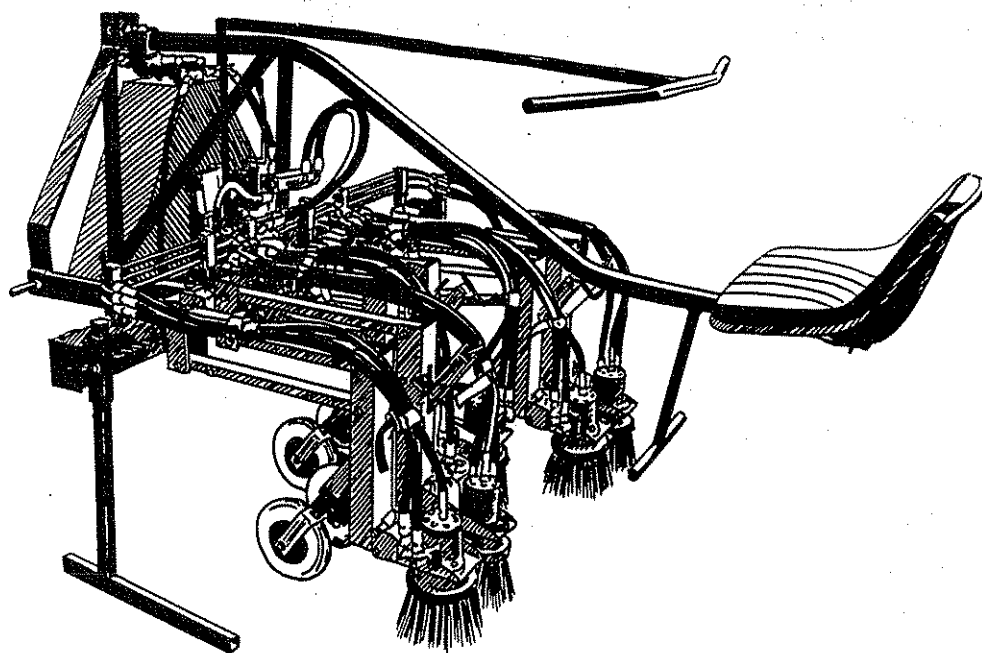


Figur 19. Svanholms borstmaskin.

Thermec borstmaskin

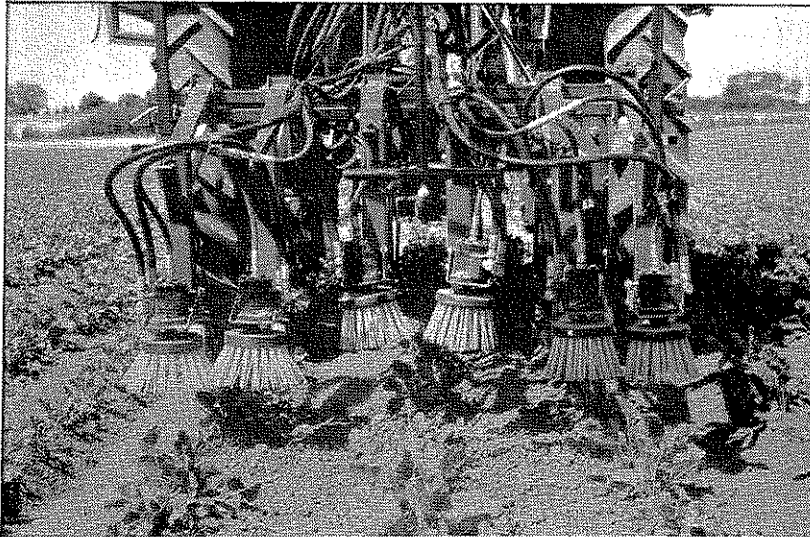
Konstruktion

Som tidigare nämnts har en treradig borstmaskin (Figur 20) utvecklats och tillverkats av Bill Alsted, Svensk Ekologimaskin AB i Råda, Munkfors i samarbete med alternativodlaren Gunnar Rundgren. En vidareutveckling av borstmaskinen marknadsförs 1993 under namnet "Thermec B".



Figur 20. Thermec borstmaskin (Svensk Ekologimaskin AB, 1993).

Maskinen är avsedd för radodlade grönsaker. Varje parallellupphängt aggregat består av två tallriksborstar som kan rotera i båda riktningarna (Figur 21). Aggregaten placeras så att borstarna kommer på var sin sida om grönsaksraden. I och med att aggregaten kan justeras oberoende av varandra, kan maskinen även användas i odlingar där man har olika radavstånd.



Figur 21. Vy över borstarna på Thermec borstmaskin.

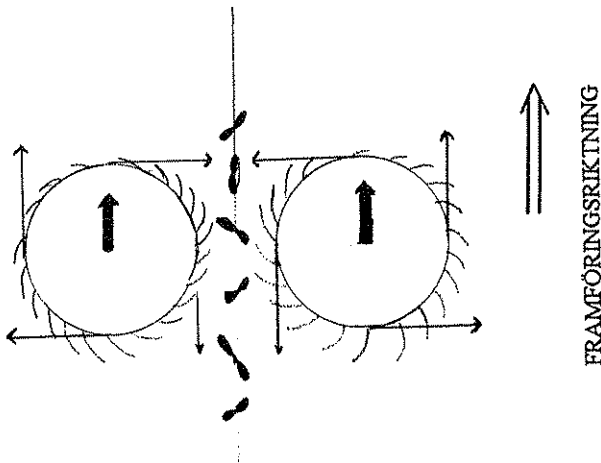
Den maskin vi använde i Alnarp 1992 kopplades till traktorns trepunktsfästen och dubbelverkande hydrauluttag. Lyftarmar och toppstång korrigerades så att borstarna arbetade plant. Borstarnas vinkel i maskinens körriktning kunde ändras genom att justera toppstången. Borstarnas rotationsriktning och hastighet kunde ändras med en styrventil samt en flödesventil. Ett hjul gick framför varje aggregat så att detta följde markytans ojämnheter. Den balkprofil som bär upp aggregaten kunde parallellförflyttas mot fästramen, vilket gav en enkel och snabbstyrd konstruktion. Borstmaskinen har inga styrhjul eller stabiliseringsskivor utan bärs endast upp av traktorns trepunktslyft. Lyftarmarna skall vara fixerade under körning för att undvika oönskade rörelser i sidled.

Varje borste drivs direkt av en egen hydraulmotor som är fäst i den profil som kan vinklas mot och från raden. Det finns tre hydraulslangar till varje motor, två för inställd riktning och en returslang för läckage i hydraulmotorerna. Från traktorns tryckuttag går oljan genom flödesventilen som reglerar rotationshastigheten. Därefter passerar oljan den styrventil som bestämmer rotationsriktningen, varpå en flödesdelare delar upp oljan till motorerna som är seriekopplade tre och tre.

Nylonspröten på borstarna är 100 mm långa och tre mm tjocka. Knippen om fyra spröt är fastsatta i en platta av hårdplast och vinklade något utåt.

Borstarnas rörelser

Vid borstning bakåt, d. v. s. när borstarna för in jord mot raden, uppstår en kupningseffekt och ogräs mellan plantorna täcks med jord (Figur 22). Körriktningen är uppåt i bilden. Lägg märke till hastighetsvektorerna i borstarnas centrum och randvektorerna som markerar borstsprötens periferihastighet.

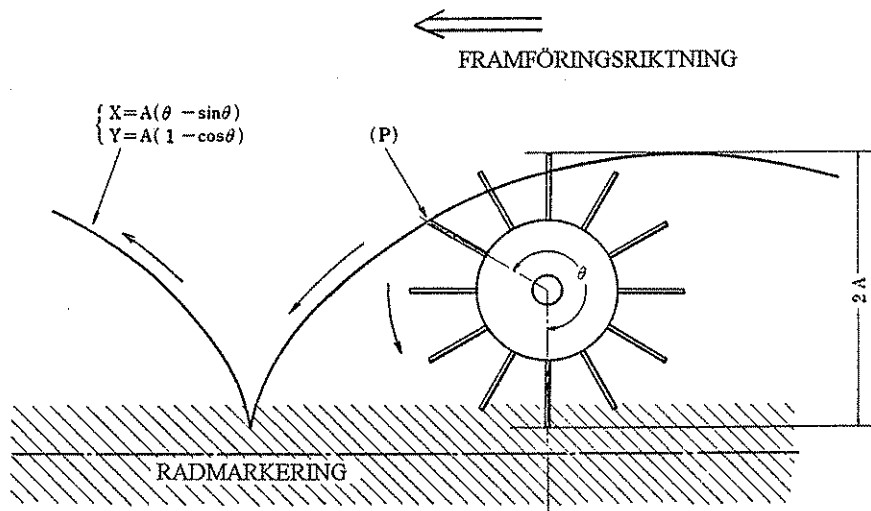


Figur 22. Borstarnas riktning vid borstning bakåt.

Vid borstning framåt kommer borstsprötens rörelseriktning relativt maskinen och intill raden att vara parallell med, och riktad åt samma håll som körriktningen (jmf. s. 38). Dessa relativa hastighetsvektorer summeras och borstsprötet färdas alltså fortare framåt än ekipaget, då det befinner sig närmast raden. Observera att om vi borstar bakåt kommer hastigheterna att motverka varandra, d. v. s. summan av hastighetsvektorerna är mindre än vid borstning framåt. Det är därför som vi använder oss av begreppet *intensitet* endast vid borstning bakåt.

Förhållandet mellan framföringshastigheten och borstsprötens periferihastighet närmast raden är minst vid borstning bakåt. I borstens fram- och bakkant uppstår istället en "rätvinkel" mellan hastigheterna och

man får en "harvningseffekt". Den högre relativa hastigheten ger en intensivare bearbetning mellan raderna vid borstning bakåt (Figur 22). Närmast raden kommer samtliga borstspröt att passera och detta ger en skonsammare bearbetning än över borstaxeln vid borstning bakåt. Med hjälp av ekvationssystem kan en punkts (P) position på en roterande borste, beräknas i x-led och y-led (Figur 23).



Figur 23. Rörelsemönster sett från ovan för hur en punkt P på ett borstspröt förflyttar sig under rörelse framåt vid borstning bakåt. $2A$ = borstens diameter (Naka, 1981).

Det är skillnaden i relativ hastighet, närmast och längst ifrån raden, som ger banan dess speciella utseende. Den relativa hastigheten närmast raden är minst vid borstning bakåt d. v. s. borstsprötet närmast raden rör sig minst relativt marken. Om grödan är sådd på drill kan det hända att borstspröten ger vika och når därmed ej in i raden p. g. a. för stort jordmotstånd. Genom att vinkla borstarna ifrån grödan kan en bearbetning fortfarande ske mellan plantorna. Stora ogräs kan fastna i borstspröten och om borsten går plant kan även stenar bli kvar i borstcentrum, då det endast sitter borstspröt längs kanten av plastplattan.

Borstarnas inställningsmöjligheter

Inställningsmöjligheterna på Thermec borstmaskin är framåtlutning (Figur 12), vilken ställs in med hjälp av toppstången och sidolutning, vilken förändras genom att vrida den profil som borsten och hydraulmotorn är monterad på. Man kan dessutom förskjuta hela profilen i sidled ca. 7 cm och finjustera inställningen. Vid vinkling mot raden, för att

åstadkomma en kupning, kan det uppstå problem eftersom avståndet mellan borstarnas spröt ökar och inte hela ytan blir bearbetad. Rotationen på borstarna kan regleras steglöst och oberoende av framförings-
hastigheten från ca. 60 till 110 varv/min. Olika borstar kan monteras och anpassas till den aktuella grödan. Djupet ställs in vid det stödhjul som bär upp varje parallelogram.

EGNA FÖRSÖK MED THERMEC BORSTMASKIN

Det generella syftet med våra försök har varit att undersöka hur Thermec borstmaskin påverkar grödan i fält och vilken ogräseffekt som erhålls vid olika inställningar och intensiteter. Intensitet är kvoten mellan borstsprötens periferihastighet och framföringshastigheten. Framåtlutning (Figur 12) är borstarnas lutning i framföringsriktningen och sidolutning är borstens lutning vinkelrätt mot framföringsriktningen. *Borstning bakåt* innebär att borstarna roterar in mot grönsaksraden (kupning) medan *borstning framåt* innebär att de roterar ut från raden (Figur 22).

Det extremt torra vädret under sommaren 1992 gjorde att vi inte kunde göra fältförsök med både gröda och ogräs samtidigt i lämpliga stadier. De aktuella fälten hade antingen för stora ogräs, som borstmaskinen inte klarade av, eller nästan inga ogräs alls. Våra toleransförsök är därför utförda i nästan ogräsfria grödor. Syftet med dessa var att utröna hur grödan klarade borstningen. Med utgångspunkt från de uppgifter om lämpliga maskininställningarna som fastställts i toleransförsöken utfördes ett ogräsförsök på ett fält utan växande gröda. Detta fält brukades och bevattnades på ett sådant sätt att en naturlig ogräsflora uppstod.

Orienterande försök i lök, morot, sockerbeta och palsternacka

Vi genomförde först orienterande försök i lök och morot på Tony Håkansson's gård i Tygelsjö, utanför Malmö. Ett orienterande försök genomfördes 10/6-1992 i lök som var 12-15 cm hög och hade 3-4 blad. Jordarten var moränlättilera med en del sten och jordkokor i ytan. Syftet var dels att undersöka hur löken klarade borstning, vilka inställningsmöjligheter som var av intresse för vidare försök och dels att ge praktisk kännedom om maskinens funktion. Avståndet mellan borstarna vid varje rad varierades mellan 0 och 6 cm. Vi provade 2 olika intensiteter (1 och 2), 2 framåtlutningar (0° och 5°) och 3 sidolutningar (0° , 10° och -10°) (Figur 12). Vi utgick då från de värden på intensiteter och vinklar som Pedersen (1990) och Naka (1981) använt. Resultatet blev att några av de få hjärtbladsstora ogräs som fanns mellan plantorna, täcktes med jord. Försöket visade att borstning framåt inte var lämpligt eftersom löken rycktes upp. Vid ett avstånd mellan borstarna på mindre än 6 cm reducerades plantantalet betydligt både när borstarna roterade framåt och när de roterade bakåt, oavsett intensitet och vinklar.

Vid borstning i morötter som var sådda på bädd och där plantorna var ca. 6 cm höga och borstspröten gick ihop över raden, skadades morotsblasten kraftigare om borstarna roterade framåt än om de roterade bakåt.

Ytterligare fyra orienterande försök, på Hvilans trädgårdsskola, genomfördes i morot, rödbeta, sockerbeta samt i palsternacka. Jordarten var lerig sandig mulljord. Vi borstade endast bakåt. Avståndet mellan borstarna var hela tiden 0 cm. De intensiteter vi provade var mellan 1 och 2, sidolutningen var 0° eller 10° och framåtlutningen (Figur 12) var konstant 0°. Morötterna var ca. 13 cm höga och blasten blev något "tilltufsad", men morötterna verkade inte ha lidit någon allvarlig skada av behandlingen. Avsikten med körningen i rödbeta och palsternacka var i huvudsak att se om det var intressant att göra vidare undersökningar i dessa grödor. I rödbetorna, som var stora som golfbollar och hade ca. 25 cm hög blast, gav maskinen ett dåligt resultat. Den ryckte upp plantorna, gav slitskador på själva betan och skadade blasten med hjulen. Skadorna på rödbetorna hade troligen blivit mindre om vi borstat i ett tidigare utvecklingsstadium. Palsternackorna var 13-14 cm höga och klarade borstningen bättre eftersom de var betydligt bättre rotade. Resultatet blev liknande det i morot. Vid borstning i sockerbetar som var ca. 20 cm höga, kunde vi inte konstatera någon tydlig skada på själva betan, men blasten skadades av stödhjulen på maskinen.

Toleransförsök i kepalök

Inledning

Kepalök är en mycket ogräskonkurrenssvag gröda som måste vara relativt ogräsfri under stora delar av odlingsperioden för att inte skörden skall påverkas negativt (van Heemst, 1985; Hewson & Roberts, 1971). I en konventionell odling bekämpas ogräset normalt med en jordherbicid efter sådd och upprepade besprutningar med bladherbicid t. ex. Totril (ioxinil) efter uppkomst. I alternativ odling används flamning i samband med uppkomst, och man kan i ett senare stadium när löken är 15-20 cm hög, göra selektiva flamningar (Ascard, 1989).

Det saknas dock rationella icke-kemiska metoder för ogräsbekämpning i sådd kepalök i grödans småplantstadium när behovet är som störst, d. v. s. när grödan är som mest känslig. Om man inte vill använda sig av herbicider efter lökens uppkomst måste ogräsen i raden rensas bort för hand. Förhoppningen är dock att handrensningen kan minska kraftigt om man istället använder borstning i raden. Det är då en förutsättning att första omgången ogräs bekämpas termiskt eller kemiskt. Andra omgången ogräs borstas när de är mycket små och löken samtidigt tillräckligt välrotad för att tåla borstningen. Eftersom den aktuella odlingen var praktiskt taget ogräsfri efter flamning och handrensning, lades försöket upp som ett toleransförsök och syftet blev att undersöka om kepalöken skadades av olika borstintensiteter, rotationsriktningar och borstvinklar.

Material och metoder

Försöket lades ut 1992 i en ekologisk odling hos Tony Håkansson i Tygelsjö, söder om Malmö, där jordarten är moränlättilera. Löken såddes den 7/4, flammades vid begynnande uppkomst den 4/5 och radhackades därefter. Det torra vädret gjorde att det kom upp väldigt få ogräs efter flamningen. När löken var så stor att den bedömdes kunna tåla borstning (4 blad) fanns få ogräs och de var i vissa fall över 10 cm höga och således för stora för att kunna borstas bort. Försöket lades ut som ett trefaktoriellt randomiserat blockförsök med fyra block om vardera tio parceller. I varje block fanns två obehandlade parceller. Varje parcell var tio meter gånger tre rader. De tre faktorerna var intensitet, rotationsriktning och sidolutning (Figur 12). Vi använde intensiteterna 1 och 2. Borstarnas periferihastighet

var hela tiden konstant, ca. 4 km/h, (ca. 110 rpm) och borstintensiteten varierades därför med körhastigheten som var antingen ca. 4 km/h eller ca. 2 km/h. Rotationsriktningen var antingen framåt eller bakåt och sidolutningen (Figur 12) var antingen 0° eller 10°. Framåtlutningen var 0° i alla behandlingar. Avståndet mellan borstarna var ca. 6 cm och arbetsdjupet ca. 1,5 cm vid alla inställningar (Tabell 1).

Borstningen utfördes den 16/6-92 när löken hade i genomsnitt fyra blad och var ca. 20 cm hög. Direkt efter borstningen gjordes en okulär bedömning. Försöket hölls därefter relativt ogräsfritt genom upprepade radhackningar och handrensningar och sköttes i övrigt av odlaren enligt gängse metoder. Den 25/9-92 räknades och vägdes lökarna på en tvåmeterssträcka i mittraden av varje parcell (Tabell 1).

Tabell 1. Försöksleden i kepalök samt medelskördevikten i kg per avläsningssträcka och parcell.

Led	Intensitet	Rotationsriktning	Sidovinkel	Skörd
1.	2	Framåt	0°	3,5
2.	1	Framåt	0°	3,2
3.	2	Bakåt	0°	3,2
4.	1	Bakåt	0°	3,9
5.	2	Framåt	10°	3,4
6.	1	Framåt	10°	3,0
7.	2	Bakåt	10°	3,4
8.	1	Bakåt	10°	3,4
9.	Kontroll, obehandlat			3,5*
10.	Kontroll, obehandlat			3,5*
LSD				0,76 ns

LSD=minsta signifikanta skillnaden ($p=0,05$), ns=ej signifikant,
*=medelvärde av skörden i kontrollparcellerna.

Resultat och diskussion

Direkt efter borstning kunde vi inte iakttaga några skillnader i lökens utseende. Vid borstning bakåt kupades jord upp mot raden till skillnad från borstning framåt där jord flyttades från raden. Vid skörd kunde vi inte se några skillnader i utseende och inte heller hade vi några signifikanta skillnader i vikt mellan behandlade och obehandlade parceller. Likaså fanns inga signifikanta skillnader i antalet lökar mellan behandlade och obehandlade parceller. Det fanns en mycket svag tendens till att borstning framåt gav lägre skörd än borstning bakåt, men inga signifikanta skillnader kunde iakttagas. Löken var dåligt rotad, antagligen beroende på det extremt torra vädret, och tålde inte någon borstning i raden. Därför skall det påpekas att detta försök mer är att likna vid vanlig radrensning mellan raderna. Om löken varit bättre rotad skulle det sannolikt varit möjligt att bearbeta även i raden.

Toleransförsök i morot

Inledning

Undantaget konservgrönsaker, är morot den i särklass största frilandsgrödan som odlas - 1648 ha (Christensson, 1992). Det är också en gröda som har en relativt lång kritiskt period, då den påverkas starkt av ogräs (van Heemst, 1985), och därmed finns det ett stort behov av ogräsbekämpning. I konventionell odling brukar man generellt spruta med Linuron en till två gånger samt radhacka tre gånger (Bolin, 1991). Moroten gror långsamt vilket kan ge ogräset ett kraftigt försprång. Om man inte vill använda herbicider i odlingen måste handrensning tillgripas vilket kan kräva en arbetsinsats på 100-300 timmar per hektar. Förhoppningen är att denna handrensning kan minska kraftigt om man använder borstning i raden i samband med t. ex. flamning. Eftersom vårt försöksfält var praktiskt taget ogräsfritt, så när som på övervintrad potatis, lades försöket upp som ett toleransförsök med syftet att undersöka om morötter skadas vid olika borstintensiteter.

Material och metoder

Försöket lades ut i en morotsodling på Hvilans trädgårdsskola i Åkarp, där jordarten var sandig lerig mulljord. Morötterna såddes den 16/5-92, radhackades tre gånger och bevattnades fyra gånger med vardera 25 mm. I hela fältet fanns det rikligt med övervintrad potatis som bekämpades med Afalon + Stomp, (1,0+2,0 l/ha) två gånger innan vi startade vårt försök. Odlingen handrensades dessutom från potatis och var praktiskt taget fri från annat ogräs. Försöket lades ut som ett tvåfaktoriellt randomiserat blockförsök med fem block om vardera fem parceller. I varje block fanns en obehandlad kontroll. Varje parcell var tio meter lång med 50 cm radavstånd. De två faktorerna som kombinerades var borstintensitet och framföringshastighet. Borstarnas periferihastighet var i tre led ca. 4 km/h (ca. 110 rpm.) och i ett led ca. 2 km/h (ca. 60 rpm). Framföringshastigheten var 0,5; 1,5 och 3,0 km/h (Tabell 2). Borstavståndet var 0 cm, arbetsdjupet 1,5 cm och såväl framåtlutningen som sidolutningen (Figur 12) var 0°. Borstarna roterade bakåt. Morotsblasten var vid borstning ca. 15 cm hög och bestod av 4-5 blad.

Tabell 2. Försöksleden i morot samt skörderesultaten. Hastigheterna i km/h och medelskörden i kg/avläsningssträcka och parcell.

Led	Intensitet	Körhastighet	Rotationshastighet	Skörd
1	Kontroll, obehandlad			9,4
2	1,3	1,5	2,0	7,3
3	1,3	3,0	4,0	9,6
4	2,6	1,5	4,0	7,3
5	7,9	0,5	4,0	9,5
LSD				2,3 ns

LSD=minsta signifikanta skillnad ($p=0,05$), ns=ej signifikant.

Resultat

Tyvär blev stora delar (två av fem block) av detta försök oavsiktligt förstörda. Detta gör resultaten statistiskt osäkra. Vid själva borstningen kunde vi se att vid den största intensiteten böjdes blasten kraftigt bakåt, men vid skörd fanns det inga skillnader mellan de olika parcellernas blaststorlek. Försöket avbröts den 24/9-1992. Vi tog då upp morötterna på en två meter lång sträcka i varje parcell och vägde dem avblastade (Tabell 2).

Det fanns inte någon statistiskt påvisbar skillnad i vikt mellan behandlade och obehandlade morötter. Vi kunde inte heller iakttaga några skillnader i utseende.

Toleransförsök i sockerbetor

Inledning

Sockerbetor är en stor och viktig gröda för många lantbrukare i södra Sverige. De vanligaste ogräsbekämpningsmetoderna är bredsprutning, men även radhackning och bandsprutning används. Sockerbetsodling kräver relativt mycket herbicider vilket utgör en stor kostnad för lantbrukaren. Det kunde därför vara intressant om man fann metoder som minskade den kemiska bekämpningen utan att ogräsproblemet ökade. Vid borstning i sockerbetor kan maskinen eventuellt vara mindre lämplig om borstarna pressar och/eller "borstar" ner blad. En sådan bearbetning, i tidigt utvecklingsstadium, skulle hämma sockerbetan betydligt (Olsson, pers. med. 1992). Syftet med vårt försök var att undersöka om sockerbetor var känsliga för olika borstintensiteter.

Material och metoder

Försöket lades ut i en sockerbetsodling på Hvilans trädgårdsskola, där jordarten var sandig moränlättera. Sockerbetorna såddes den 15/4-1992 och hade radhackats tre gånger före försökets start. Det torra vädret gjorde att mycket få ogräs kom upp. Det fanns praktiskt taget inga fröogräs i odlingen. Försöket lades ut som ett tvåfaktoriellt randomiserat blockförsök med fem block om fem parceller vardera. Varje parcell var tio meter gånger tre rader med 50 cm radavstånd. Försöket lades ut som en romersk kvadrat. De två faktorerna var intensitet och körhastighet. Vi använde intensiteterna 1,3; 2,6 och 7,9. Körhastigheterna var 0,5; 1,5 och 3,0 km/h och periferihastigheterna ca. 2,0 (ca. 60 rpm) och 4,0 km/h (ca. 110 rpm), (Tabell 3). Rotationsriktningen var hela tiden bakåt och både sidolutningen och framåtlutningen (Figur 12) var 0°. Avståndet mellan borstarna var 0 cm och arbetsdjupet ca. 1,5 cm. Vid borstning var sockerbetornas blast 20-25 cm hög och hade i genomsnitt 18 blad. Direkt efter borstning gjorde vi en okulär besiktning. Försöket skördades den 23/9-1992. Vi använde oss då av Sockerbolagets vedertagna metod för försöksavläsning (pers. med. Olsson, 1992) och tog upp 20 stycken representativa betor från varje parcell och vägde dem utan blast.

Tabell 3. Försöksled i sockerbetor samt skörderesultaten. Hastigheterna i km/h samt medelskördevikten av 20 sockerbetor per parcell (kg).

Led	Intensitet	Körhastighet	Rotationshastighet	Skörd
1	Kontroll, obehandlad			16,7
2	1,3	1,5	2,0	17,8
3	1,3	3,0	4,0	17,1
4	2,6	1,5	4,0	16,9
5	7,9	0,5	4,0	17,0
LSD				3,8 ns

LSD= minsta signifikanta skillnaden ($p=0,05$), ns=ej signifikant.

Resultat och diskussion

Vi kunde inte iakttaga några skillnader i utseende mellan behandlade och obehandlade plantor vare sig direkt efter borstning eller vid skörd. Det fanns inte heller några statistiskt påvisbara skillnader i vikt mellan de olika behandlingarna. Borstintensiteten 1,3 uppnåddes på två sätt, men vi kunde inte se några skillnader i vikt eller utseende mellan dessa försöksled. Sockerbetorna var tydligen så pass stora att de inte skadats av borstningen.

Ogräsförsök på jord utan gröda

Inledning

Den naturliga ogräsfloran utgör en blandning av olika arter. Om man skall använda sig av mekanisk ogräsbekämpning är det nödvändigt att veta om det är möjligt att bekämpa ett flertal ogräsarter i skilda utvecklingsstadier. Den enskilde odlaren är också intresserad av en ogräsbekämpning som inte behöver upprepas alltför många gånger under en säsong, ju längre ogräseffekten håller i sig desto bättre. Syftet med försöket var att undersöka om de borstvinklar och intensiteter vi använde oss av i toleransförsöken gav acceptabel ogräseffekt på ogräs i småplantstadiet.

Material och metoder

Försöket lades ut på Mellangård i Alnarp där jordarten var skorpbildande lättlera. Fältet frästes för att åstadkomma en väl bearbetad såbädd. En vecka efter bearbetning den 29/6 bevattnades fältet med 10 mm. Genom harvning och ringvältning lockades ogräsen att grö. Ytterligare två bevattningar om vardera 25 mm utfördes den 1/7 resp. 9/7. Därefter föll 41 mm regn innan försöket startade den 16/7. Vid behandling var fältet så pass fuktigt att vanlig radhackning inte hade varit lämpligt. Försöksfältet hade en ogräsflora som får anses vara rätt representativ för ett fält med grönsaksodling och ogräsen var ganska jämnt fördelade över fältet. Det fanns etternässlor (*Urtica urens*), våtarv (*Stellaria media*), åkerspergel (*Spergula arvensis*), korsört (*Senecio vulgaris*), lomme (*Capsella bursa-pastoris*) och svinmålla (*Chenopodium album*), där de fyra första arterna dominerade. De flesta ogräsen var i hjärtbladsstadiet, men ca. 10% av ogräsen hade två eller fler örtblad.

Försöket lades ut som ett tvåfaktoriellt randomiserat blockförsök med fem block om vardera åtta parceller varav två obehandlade kontroller. De två faktorerna var intensitet och sidolutning (Figur 12). Vi använde oss av intensiteterna 1,3; 2,6 och 7,9 samt sidolutningen 0° och 10°. Borstarnas periferihastighet var hela tiden konstant, ca. 4 km/h (ca. 110 rpm) och borstintensiteten varierades därför med körhastigheten, som var ca. 3,0; 1,5 eller 0,5 km/h (Tabell 4). Borstarna roterade bakåt. Före behandling räknades samtliga ogräs på en 0,25 kvm stor yta inom varje parcell. Vid avläsningarna den 23/7 och 30/7 avräknades samma yta i varje parcell.

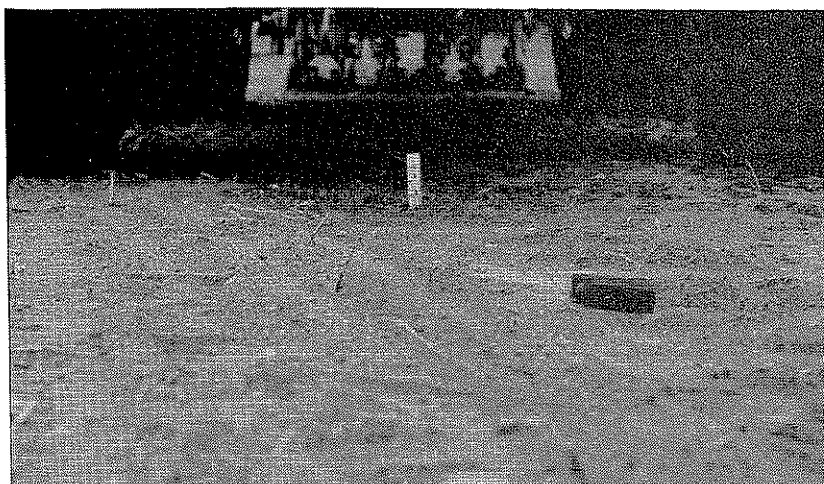
Avståndet mellan borstarna var 0 cm och arbetsdjupet ca. 1,5 cm vid alla inställningar och framåtlutningen (Figur 12) var 0° i alla led.

Tabell 4. Försöksleden i ogräsförsöket. Hastigheterna i km/h.

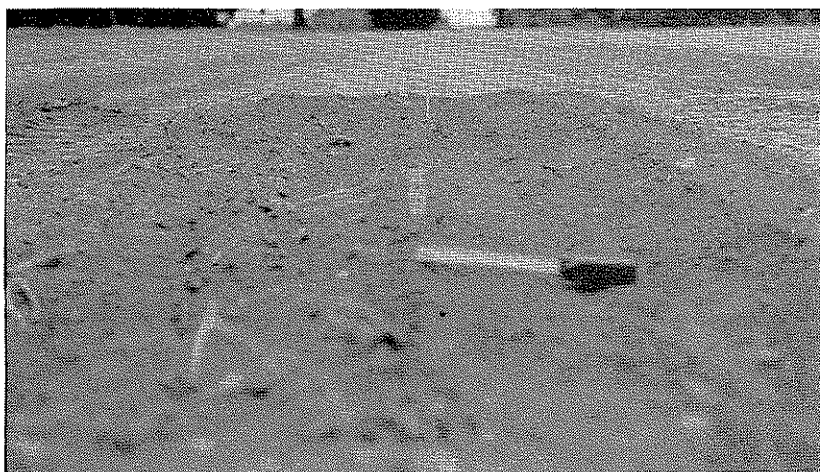
Led	Intensitet	Körhastighet	Rotationshastighet
1	0	0	0
2	0	0	0
3	1,3	3,0	4,0
4	1,3	3,0	4,0
5	2,6	1,5	4,0
6	2,6	1,5	4,0
7	7,9	0,5	4,0
8	7,9	0,5	4,0

Resultat och diskussion

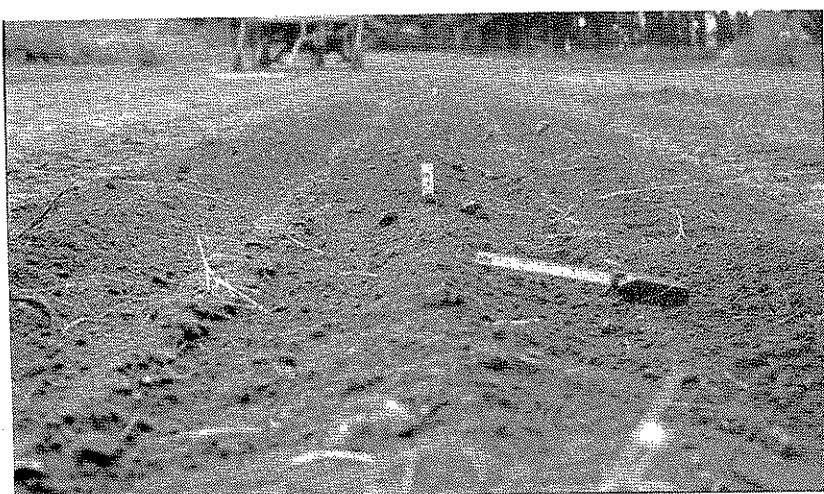
Vid analysering använde vi oss av Henderson-Tilton metoden för att beräkna ogräseffekten (Ciba-Geigy, odat.). Analysen av de båda avläsningarna gav som resultat att ökad intensitet som väntat gav en signifikant ($p < 0,01$) bättre ogräseffekt (Figur 27). Vid avläsning efter två veckor hade ogräseffekten sjunkit något, men låg fortfarande över 80% vid den högsta intensiteten (Figur 27). Däremot fanns det inte någon signifikant skillnad i ogräseffekt mellan de olika borstvinklarna. En sidolutning (Figur 12) på 10° gav en större kupning än 0° sidolutning (Figur 24, 25 och 26) och i genomsnitt tre procentenheter förbättrad ogräseffekt.



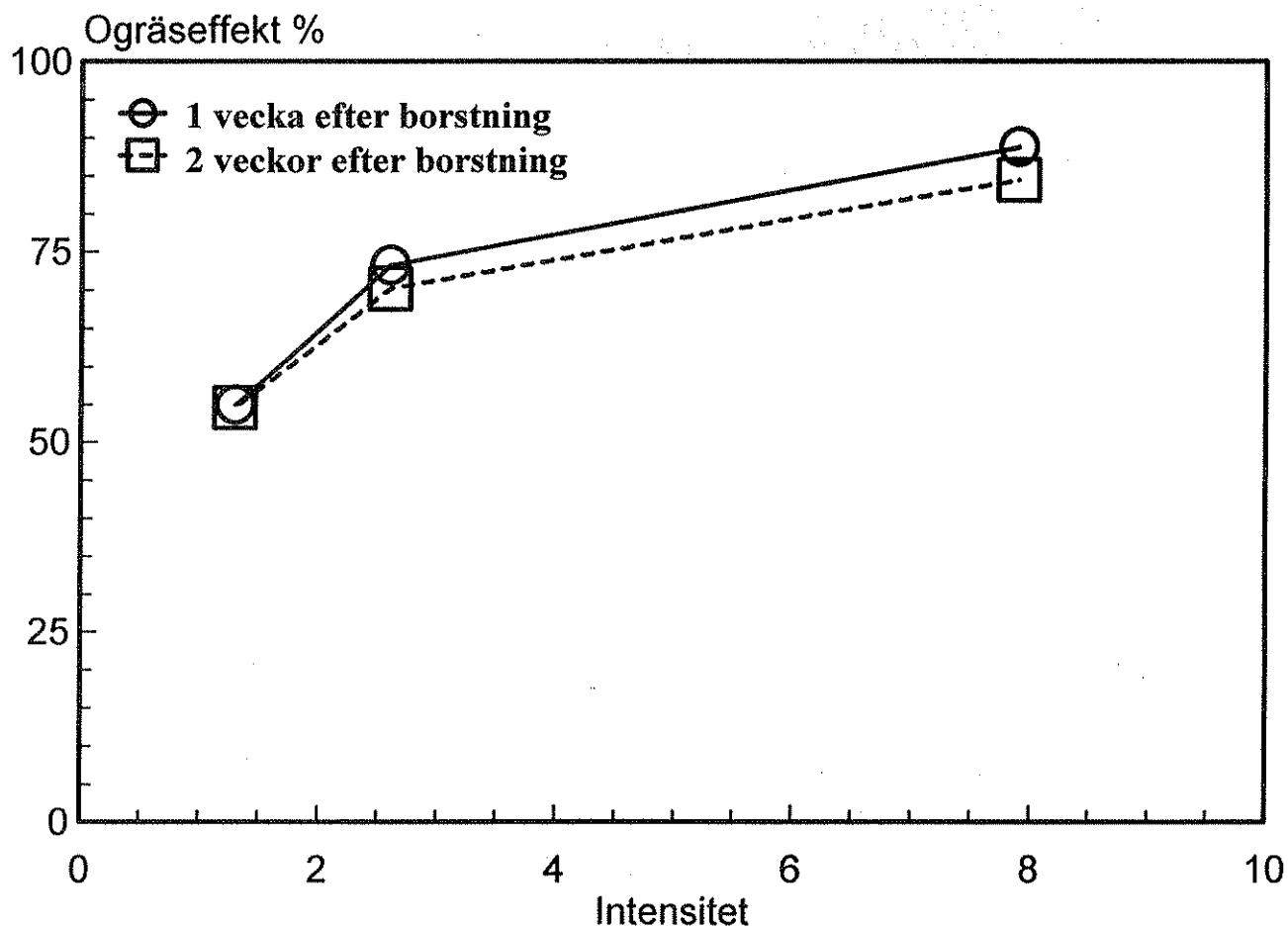
Figur 24. Obehandlad markyta.



Figur 25. Markyta borstad med 0° sidolutning.



Figur 26. Markyta borstad med 10° sidolutning.



Figur 27. Ogräseffekt vid borstning av ogräs i hjärtbladsstadiet med olika borstintensiteter. Avläsningen är gjord vid två tillfällen efter borstning.

Ingen ogräsart var tydligt mer känslig än någon annan. Vissa ogräs, i synnerhet etternässla, hade vuxit igenom jordtäcket efter två veckor men de förblev kraftigt hämmade jämfört med obehandlade etternässlor. Försöket var dock alltför ojämnt för att vi skulle kunna göra statistiska beräkningar på de enskilda ogräsarterna.

AVSLUTANDE DISKUSSION

Ogräseffekt av borstning

Thermec borstmaskin gav i ogräsförsöket 73% ogräseffekt med den normala borstintensiteten på 2,6. Såsom extrembehandling användes den mycket höga borstintensiteten 7,9 vilket gav en ogräseffekt på upp till 89%. Maskinen hade god effekt, om man jämför med handrensning, mot ogräsplantor i stadiet 0-4 blad. Vi har inte undersökt om maskinen skulle påverka en gröda i stadiet 0-4 blad. Det är troligt att grödan skulle ha tagit skada om man i det utvecklingsstadiet hade borstat med intensiteten 7,9. Borstarnas sidolutningen (Figur 12) verkar ha en liten inverkan på ogräseffekten, men om man vill ha en viss kupning mot raden är 10° sidolutning att föredra. När vi utförde borstningen var marken alltför fuktig, p. g. a. bevattningen, för vanlig radhackning, men borstmaskinen hade ändå god ogräseffekt. Det är möjligt att borstmaskinen går att använda tidigare efter regn eller bevattning, än radhackan men man bör då iakttaga viss försiktighet eftersom kraftuttagsdrivna redskap kan förstöra jordens struktur. Borstmaskinen kan tillsammans med flamning och konventionell radhackning öka grönsaksodlarens möjligheter att med god effekt ogräsbekämpa mekaniskt under nederbördsrika somrar.

Grödornas tolerans mot borstning

Alla våra toleransförsök utfördes när grödorna var rätt stora, 15-20 cm hög blast. Det är därför sannolikt att vissa grödor, t. ex. morötter och sockerbetor, varit för stora för att påverkas av våra behandlingar. Ytterligare försök i dessa grödor, fast i tidigare stadium, är nödvändiga. Det hade varit intressant att undersöka vilka skador som uppstått om man borstat i t. ex. 2-3 cm höga morötter. I de orienterande försöken såg vi att lök och rödbetor verkade vara känsliga även om de var stora. Rödbetorna fick slitskador samtidigt som blasten skadades. I vissa fall rycktes hela plantan upp. Man bör undvika att skada de rödbetor som går till färskvarumarknaden eftersom konsumenten vill ha en grönsak utan synliga skador. För industrirödbetor däremot, med dess lägre krav på utseende, har inte skönhetsfel samma betydelse. Det vore därför möjligt att använda borstning i raden i denna gröda, förutsatt att plantorna inte rycks upp eller blasten skadas. Den sistnämnda skadan kan sannolikt undvikas om maskinen utrustas med bladlyftare. Löken i vårt orienterande försök rycktes också upp, men fick inga skador på skalet. Resultatet

kunde ha blivit ett annat med en mer normal nederbörd. Det skall noga påpekas att våra resultat baseras på försök under en sommar med extremt torrt väder.

Känsligheten för borstning beror mycket på vilken gröda man har. Vedartade växter som plantskoleväxter och energiskogsplantor bör tåla en kraftigare borstning än grönsaker. Växter med grunt rotsystem och stora känsliga blad t. ex. sallat, bör vara känsligare för borstning än växter med djup pålrot. Den enskilda odlaren bör också kontinuerligt under säsongen notera ogräseffekt och de olika grödornas känslighet för borstning.

Teknisk funktion hos borstmaskinen

Våra erfarenheter av Thermec borstmaskin är att den lätt kan anpassas till olika grödor med olika radavstånd. Maskinen kan vid vissa inställningar ge en kupningseffekt som är önskvärd i bl. a. morotsodling. Ett problem vi uppmärksammade var att det samlades sten (ca. 50 mm i diameter) i centrum av borstarna då dessa arbetade plant och att kraftiga ogräsplantor lätt fastnade mellan borstspröten. Större stenar verkade dock inte vara något problem. Maskinen är generellt sett lättarbetad. Några detaljer kan förbättras. Det behövs bl. a. en mer noggrann skala för djupinställning och vissa vred bör göras mer greppvänliga.

Utvecklingsmöjligheter

Prototypen, med alla sina inställningsmöjligheter, underlättar för brukaren att anpassa inställningen till den aktuella grödan. Liksom vid radhackning nära raden, krävs det god uppmärksamhet både från traktorföraren och från personen som styr. Den sistnämnde måste också vara uppmärksam på att borstarna arbetar på ett djup som ger den önskade kupningseffekten och jordstrukturen, utan att för den skull skada grödan. Det kan ibland vara nödvändigt att vid körning snabbt och lätt ändra borstarnas rotationshastighet, t. ex. i fläckar med mycket ogräs, och därför vore det önskvärt att ventilen som styr oljeflödet till hydraulmotorerna och påverkar rotationshastigheten, flyttas från ventilpaketet till en konsol närmare styrreglaget så att det kan nås av personen som styr.

Styrningen skulle kunna skötas av ett profilhjul på borstmaskinen. Hjulet skulle i så fall följa ett vid sådden uppristat spår. Systemet skulle spara en mans arbete, men skulle sannolikt ge en sämre precision vid borstning i raden samtidigt som maskinen eventuellt skulle fördyras.

Det är möjligt att borstmaskinen, förutom i grönsaksodlingar, även kan användas i plantskolor, skogsplantskolor, energiskogsplanteringar, sockerbetor och radsådda oljeväxter. I de mer vedartade växtslagen kan man tänka sig att borstarna utrustas med styvare borstspröt och att man använder högre borstintensiteter jämfört med grönsaksodlingarna. Man kan t. o. m. tänka sig att en modifierad variant av borstning skulle kunna användas i fruktodling. Borsten kan då placeras på en arm som kan röra sig in mellan träden och avlägsna ogräsen.

Det vore också önskvärt att placera hackskär mellan borstarna. Dessa skulle ge en förbearbetning i ytskiktet och därmed underlätta för borstarna samtidigt som man får bort ogräsen mellan raderna. Skären skulle antingen kunna vara monterade direkt på den bärande balken i fronten av maskinen, eller på egna parallellupphängda aggregat. Borstarna måste kunna arbeta enskilt och oberoende av hackskären.

Aggregatens parallellupphängning följer marken bättre jämfört med en radiell upphängning, som t. ex. finns på Svanholms borstmaskin från Danmark (Figur 19). Stödhjulets placering framför borstarna är bättre jämfört med den danska maskinen, där hjulet sitter bakom borstarna, eftersom hjulen annars kan pressa ner ogräsen i jorden efter behandling och därmed ge dem en chans att växa fast igen.

Borstarna kan eventuellt också förbättras. Man kan tänka sig att ha olika sorters borstar för olika grödor och jordar. I grönsaker med stora och utbredda blad t. ex. kål, skulle borstar med mer vinklade borstspröt kunna användas. Genom att borstarnas diameter görs större kommer spröten att tränga in bättre mellan och under plantorna och man kan därmed minska risken för skador på bladen.

Självklart är ytterligare försök nödvändiga för att ge rekommendationer om maskininställningar och vilka intensiteter som skall användas i olika grödor och deras olika utvecklingsstadier.

REFERENSER

- Aamisepp, A; Granström, B; Gummesson, G; Håkansson, S och Svensson, A. 1981. Bekämpning av ogräs. Sveriges lantbruksuniversitet. Inst för växtodling och konsulentavdelningen / Mark-Växter. Uppsala.
- Ascard, J. 1989. Termisk ogräsbekämpning med flamning i lök. 30:e svenska växtskyddskonferensen, Uppsala. Ogräs och ogräsbekämpning. Vol. 1. Rapporter. 37-49.
- Ascard, J. och Mattsson, B. 1992. Mekanisk ogräsbekämpning i morötter: Effekt på skörd av radhackning och radborstning nära raden. NJF Seminar nr. 211: Integreret produktion i grönsager.
- Bolin, M. 1991. Morotsodling. Sveriges lantbruksuniversitet. Info Trädgård rapport 365. Alnarp.
- Bond, W. 1991. Crop losses due to weeds in field vegetables, and the implications for reduced levels of weed control. Brighton Crop Protection Conference-Weeds. 591-598.
- Ciba-Geigy. Odaterad. Manual for field trials in plant protection. 2nd edition revised and enlarged. Documenta.
- Christensson, H. 1992. Trädgårdsodlingen i Sverige 1984-1990. Sveriges lantbruksuniversitet. Info Trädgård rapport 369. Alnarp.
- van Heemst, H.D.J. 1985. The influence of weed competition on crop yield. Agricultural systems 18. 81-93.
- Hein, R. 1990. Borstteknik för ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor. Sveriges lantbruksuniversitet. Inst för lantbruksteknik. Uppsala. Rapport 141.
- Herrmann, G.; Hamplund, U. & Bachthaler, G. 1986. Unkrautbesatz und Unkrautentwicklung, Ergebnisvergleich von Regulierungsmaßnahmen bei ökologischer und konventioneller Wirtschaftsweise in Winterweizen, Futterrüben, Kartoffeln und Mais. Bayerisches landwirtschaftliches Jahrbuch 63(1986:7), 795-805.

- Hewson, R.T. & Roberts, H.A. 1971. The effect of weed removal at different times on the yield of bulb onions. *Journal of Hort. Science* 46, 471-483.
- Hewson, R.T. & Roberts, H.A. 1973. Some effects of weed competition on the growth of onions. *Journal of Hort. Science* 48, 51-57.
- Hewson, R.T. & Roberts, H.A. 1973. Effects of weed competition for different periods on the growth and yield of red beet. *Journal of Hort. Science* 48, 281-292.
- Håkansson, S. 1988. Jordbearbetningen och ogräset på åkern. Kurskompendium till kurs Vo 2a, Växtbestånd, ogräs och ogräsbekämpning. Sveriges lantbruksuniversitet. Inst. för växtodling. Uppsala.
- Irla, E. 1988. Hack- und Bandspritzgeräte für Reihenkulturen. *Technique-Agricole* 50:9
- Korsmo, E. 1926. Ogräs. ogräsarternas liv och kampen mot dem i nutidens jordbruk. Stockholm.
- Kouwenhoven, J.K. 1982 . Weed Control by Tillage Tool Actions. The 9th Conference of the International Soil Tillage Research Organization. Istro. Socialistic Federal Republic of Yugoslavia. Osijek. 262-268.
- Kouwenhoven, J.K.& Terpstra, R. 1979. Sorting Action of Tines and Tine-like Tools in the Field. *Journal of agric. Engng res* 24. 95-113.
- Liljenberg, R. 1991. Radborstning - konstruktion av en motordriven radborste för ogräsbekämpning. Examensarbete vid Inst för lantbruksteknik. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala. Institutionsmeddelande 91:07.
- Mattsson, B. 1988. Radrensning- mekanisk och termisk ogräsbekämpning i jordgubbar. *Frukt och bärodling* nr 4. 46-55.
- Mattsson, B. & Nylander, C. 1988. Radrensning-mekanisk ogräsbekämpning i växande kultur. Sveriges lantbruksuniversitet. Inst. f. lantbruksteknik. Avd. f. markbyggnads- och trädgårdsteknik. Alnarp.

- Mattsson, B & Nylander, C. 1989. Mekanisk ogräsbekämpning - radrensning. Sveriges lantbruksuniversitet. Konsulentavdelningen. Rapport. Trädgård 354. 43-46.
- Naka, S. 1981. Studies on Methods of Mechanical Weed Control for Upland Farming. Journal of the Central Agricultural Experiment Station no. 33. 57-117.
- Neururer, H. 1977. Mechanische Unkrautbekämpfung mit modernen Hackeggen. Proc. EWRS Symp. on the Different Methods of Weed Control and their Integration. Uppsala. Vol 1, 65-68.
- Parish, S. 1987. Weed control ideas from Europe visit. New Farmer and Grower. nr 16. 8-12.
- Pedersen, B.T. 1990. Test of the multiple row brush hoe. Veröff. Bundesanstalt für Agrarbiologie Linz/Donau 20 109-125.
- Roberts, H.A. (Ed.) 1982. Weed Control Handbook; Principles. 7th edition. Blackwell Scientific Publications.
- Roberts, H.A. 1983. Weed seeds in horticultural soils. Scientific Horticulture vol. 34. 1-11.
- Rundgren, G. 1989. Mekanisk ogräsreglering i morötter innan och efter uppkomst. Samodlarna Värmland ek för.
- Rydberg, T. 1985. Ogräsharvning - en litteraturstudie. Sveriges lantbruksuniversitet. Inst. för växtodling. rapp. 154. Uppsala.
- Terpstra, R. & Kouwenhoven, J.K. 1981. Inter-row and Intra-row Weed Control with a Hoe-ridger. Journal of agric. Engng res 26. 127-134.

Personliga meddelanden

Alsted, B. 1992. Dalen 370, 683 03 Råda.

Ascard, J. 1992. Sveriges lantbruksuniversitet. Inst. för lantbruksteknik.
Avd. för park och trädgårdsteknik. 230 53 Alnarp.

Hedeboe, P.H. 1992. Svanholm Gods, Skibbye, Danmark.

Håkansson, T. 1992. Slättåkra gård 230 42 Tygelsjö.

Lundström, B. 1992. Hvilans trädgårdsskola, Kabbarp 7, 232 52 Åkarp.

Mattsson, B. 1992. Sveriges lantbruksuniversitet. Inst. för
lantbruksteknik. Avd. för park och trädgårdsteknik, box 66, 230 53 Alnarp.

Olsson, M. Sockerbolaget AB, Jordbruksteknik, box 501, 245 25.
Staffanstorp.

Rundgren, G. 1992. Torfolk gård, Östra Skymnäs pl. 3073, 684 00
Munkfors.