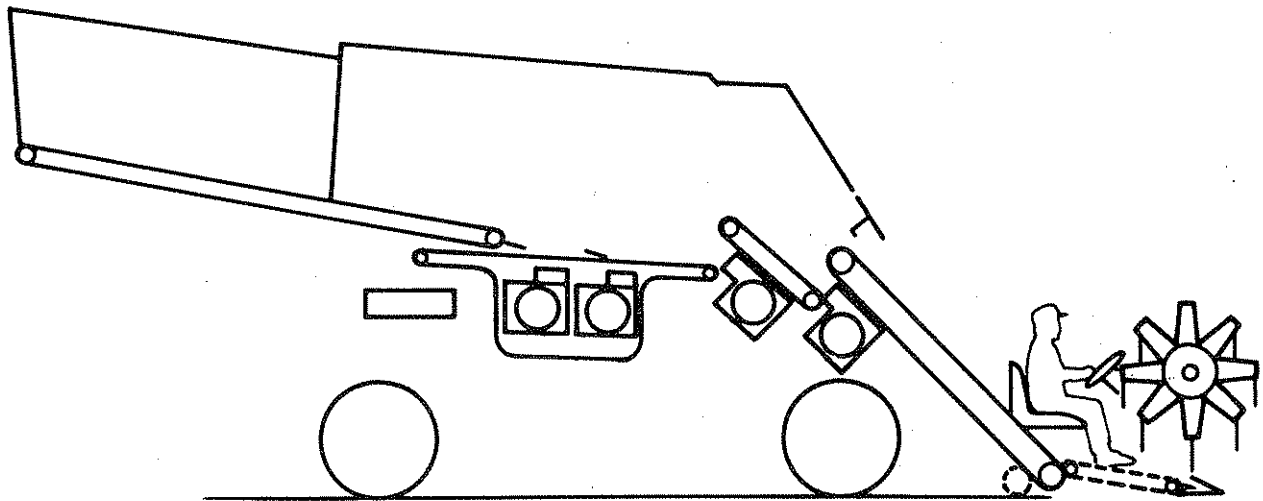


**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

Maskinell skörd av jordgubbar

Mechanical harvest of strawberries

Sven Olander



**Institutionen för
lantbruksteknik**

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

**Rapport 101
Report**

Uppsala 1985

ISSN 0347-9773

ISBN 91-576-2462-3

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	3
Summary	6
1. INLEDNING	9
2. MASKINELL SKÖRD AV JORDGUBBAR	10
2.1. Maskinhistoria	10
2.2. Förutsättningar för maskinell skörd	11
2.2.1. Förändringar i konventionell odling	12
2.2.2. Nya odlingssystem	12
2.3. Önskade egenskaper vid förädling för maskinskörd	15
2.4. Spill och förluster vid maskinskörd	16
2.5. Effektivitet och kapacitet	17
2.6. Maskinskörd av bär för färskmarknaden	18
2.7. Olika maskinskördesystem	18
2.7.1. Maskinskörd för att rensa upp efter handplockning	19
2.7.2. Maskinskörd efter en eller flera handplockningar	19
2.7.3. Engångsskörd i konventionell odling	20
2.7.4. Engångsskörd i heltäckande odling	20
3. DELMOMENT INOM MASKINELL SKÖRD	21
3.1. Metoder att lyfta bären från marken	21
3.1.1. Lyfta bären med haspel och bärlyftare	21
3.1.2. Lyfta bären med borstar	28
3.1.3. Lyfta bären med nät	30
3.1.4. Lyfta bären med luft	31
3.1.4.1. Lyfta med undertryck	32
3.1.4.2. Lyfta med luft under övertryck	34
3.1.4.3. Transportera bären med luft	36
3.1.5. Andra metoder att lyfta bären	38
3.2. Skörd genom att repa av bären	39
3.2.1. Repa av bären med kammar	40
3.2.2. Andra metoder att repa av bären	50
3.3. Skörd genom att klippa loss plantan	53
3.4. Selektiv skörd av mogna bär	59
3.5. Andra skördemetoder	60
3.6. Klippa av bladen före skörd	61
3.7. Separation av blad m.m.	62
3.7.1. Separera med luft under undertryck	63
3.7.2. Separera med luft under övertryck	64
3.8. Dela upp klasar på maskin	68
3.9. Förvaring av bär på maskin	70
3.10. Kvalite på skördad vara	71
4. KOMMERSIELLA MASKINER OCH PROTOTYPER	73
4.1. NIAE-Smallford	73
4.2. MSU-CML	74
4.3. SKH&S	76
4.4. BEI	77
4.5. OSU	78
4.6. Årslev	79
4.7. CSTF, Bologna	80

5. INDUSTRIBEARBETNING AV JORDGUBBAR (PROCESSING)	82
5.1. Tvättning av bären	82
5.2. Dela på klasar	83
5.3. Snoppning	85
5.3.1. Orientera bären för snoppning	86
5.3.2. Snoppning med motroterande rullar	86
5.3.3. Andra metoder att snoppa bären	86
5.4. Sortering	92
5.5. Slutprodukt	94
5.6. Användning av mogna bär	94
6. DISKUSSION	96
LITTERATURFÖRTECKNING	97
BILAGOR	
1. Adresser till maskintillverkare och institutioner	103

Sammanfattning

Maskinell jordgubbsskörd har funnits på försöksstadiet sedan början av 60-talet, men har inte nått någon kommersiell framgång förrän under de senaste åren. Det som har varit ett av de stora hindren för framgång är att jordgubbarna mognar successivt under ett par veckor och att de flesta skördemaskinerna skördar enligt "engångsskördeprincipen". Man får då en avkastningssänkning, samtidigt som man skördar relativt många gröna bär. Man har ofta ansett det vara lönsamt att handplocka de första, stora bären och maskinskördade ca en vecka senare. En annan anfallsvinkel, som ofta omhuldas av odlare, är att handplocka flera gånger och att sedan skörda det som blir kvar med maskin. Vid en sådan "efterrensning" finns det mycket litet bär kvar och många av bären är övermogna eller har lämnats kvar p.g.a. att de är mögliga. Det finns då dels för lite bär för att det ska betala maskinkostnaderna, dels är bären av så dålig kvalitet att det krävs mycket omfattande sortering innan man kan använda dem. Denna typ av maskinskörd har visat sig vara helt olönsam.

De tidiga försöken var alla inriktade på skörd i vanliga radkulturer. I USA och Kanada dök det under 60-talet upp prototyper vid ett tiotal universitet. Samtliga prototyper arbetade efter principen att repa loss bären. Plast- eller metallfingrar, placerade med ett lämpligt mellanrum, repade genom plantan och tog med sig jordgubbarna. Man provade att repa framifrån, bakifrån, från sidan m.m. I stort sett har alla tänkbara anfallsvinklar provats. Liknande maskiner har även byggts i Holland, Italien, Sovjetunionen och Danmark. Maskinen i Danmark är endast ett par år gammal och denna skördemetod provas aktivt där.

Ett av de stora problemen med repande jordgubbsskördemaskiner är den låga kapaciteten. Körhastigheter på 300 till 400 m per timme är vanliga. För att kunna köra fortare, måste även fingrarna som repar av bären köras fortare och då ökar spillet av bär som kastas ut. Ett annat problem är att utlöpare lätt fastnar i fingrarna och slits loss och hindrar skörden.

I slutet av 60-talet började det istället dyka upp maskiner som skördade efter principen att klippa loss hela plantan. Denna metod utvecklades samtidigt av National Institute of Agricultural Engineering (NIAE) i England och av odlare och universitet i Oregon i USA. Grundprincipen är att jordgubbar och blad sitter på olika stjälkar och om plantan skärs loss nära marken kan man separera bär och blad genom att blåsa bort blad och annat lätt material. Vid denna skördemetod kan körhastigheten ökas betydligt. Liknande maskiner är (eller har varit) under utveckling även i Kanada, Italien och Sovjetunionen.

Förutom dessa båda skördemetoder har provats t.ex. att vibrera stjälkarna för att få de mogna bären att falla loss, och att lyfta bären med ett nät som lagts ut på våren.

Vid samtliga skördemetoder har man insett att det krävs förändringar i odlingsteknik för att skörden ska fungera tillfredsställande. Det finns troligen ingen befintlig odling som kan maskinskördas framgångsrikt utan förändringar. I vissa fall har man ökat effektiviteten vid skörden från 50 till 90% enbart genom att plocka bort sten m.m. och jämna till bäddarna.

Man insåg även att ett av de största problemen är att lyfta upp bären från marken så att de kan skördas. En stor del av bären ligger på marken på utsidan av raden. Om marken dessutom har packats ytterligare genom traktorkörningar i radmellanrummet, blir problemet ännu större. Stora ansträngningar har gjorts för att förädla fram sorter med ett upprätt växtsätt, men det har visat sig svårt att nå målet. Ett flertal olika lösningar har provats för att lyfta upp bären från marken, bl. a. har det provats olika typer av borstar och hasplar. Fingrar som kammar genom plantan (av samma typ som axlyftare på en skördetröska) är vanliga på klippande skördemaskiner. Luft har använts både genom undertryck (dammsugarprincipen) och genom att blåsa från sidan med övertryck. De flesta av dessa metoder har givit oönskade skador på bären.

Ett annat problem med skörd i radodling är att bär som ligger exponerade för solljus mognar ca 3 till 4 dagar tidigare än bär i skugga. Det blir därigenom svårt att hitta optimal skördetidpunkt med maximalt antal mogna bär, utan att några har blivit övermogna.

Ett komplett odlingsssystem, där skördemaskinen är en del, har utarbetats av Michigan State University (MSU) i USA. Jordgubbarna odlas i heltäckande fält, dvs utan rader. Detta odlingsssystem löser en rad av de problem man har i radodling. Genom det ökade plantantalet (man strävar efter 150 etablerade kronor/m² i ett uppvuxet bestånd) når man den effekten att jordgubbarna hänger högre upp från marken, eftersom stjälkarna stöttar bären. Dessutom får man en jämnare mognad när alla bär hänger i skugga under bladverket. En annan viktig fördel är att skörden, enligt amerikanska resultat, blir dubbelt så hög som vid normal radodling. Förklaringen är att man odlar på hela arealen mot 40% vid radodling. Detta innebär även att skördemaskinen, vid samma körhastighet och skärvidd, får dubbel kapacitet. I USA får man dessutom mindre sjukdomsproblem eftersom bären inte ligger direkt på marken.

Fälten skördas med en maskin som har utvecklats vid MSU och som klipper loss plantan mycket lågt, helst under 2 cm skärhöjd. För att detta ska vara möjligt, krävs att man lägger ner stora ansträngningar på att jämna till fälten. Skörden underlättas av "bärlyftare" som lyfter upp de bär som hänger ner och med en haspel som även den lyfter upp bären framför kniven, och matar in dem. Transportörer för bären bakåt och in i maskinen, där de faller ner på en transportör av sållmattetyyp. I fallet passerar de en kraftig luftström som blåser ut blad och annat lätt material bak i maskinen. Sållmattan för bären över ytterligare två fläktar, som blåser från undersidan, och som reser upp stjälkarna medan bären ligger kvar på mattan. En dubbelkniv klipper av stjälkarna till ca 3-4 cm längd. Klasarna med bär har därmed blivit uppdelade i enstaka bär med korta stjälkar. Dessa faller ner på en transportör som för dem i sidled ut till förvaringslådorna.

Maskinen har i normala fall en kapacitet av ca 2 ton per timme och kan skörda ett ha på ca 6-8 timmar. Effektiviteten vid skörd är ofta över 90%. Denna siffra ska jämföras med handskörd, där effektiviteten ofta är så låg som 75%, dvs en fjärdedel av bären lämnas kvar i fält.

Antingen skörden sker med repning eller genom att klippa, måste bären vidarehanteras innan de kan frysas in eller på annat sätt hanteras i fabrik. Den skördemaskin som ger den renaste produkten är troligen MSU:s. Dessa bär kan vid framställning av t.ex. puré hanteras genom att endast tippa lådorna i en vattentank för tvättning och sedan handsortera bort mögliga bär på ett inspektionsband, innan bären matas in i en purépress.

Om man eftersträvar att frysa in bären hela och styckfrysta, en produkt som har ett högre pris och troligen även en större marknad, måste stjälk och fluga avlägsnas. Detta kan ske i en snoppningsmaskin. Det finns olika typer av snoppare. En typ arbetar med motroterande gummirullar. När stjälken kommer mellan två rullar dras den av. På de flesta sorter blir då flugan kvar på bären och de kan ej användas för t.ex. sylttillverkning. En annan typ av snoppningsmaskin har utvecklats av MSU och arbetar med en transportör av ett flertal släta, plastklädda rullar som roterar mot varandra. När stjälken hamnar mellan två rullar hålls den fast och transporteras förbi en bandkniv (en bandsåg utan tänder) som skär av fluga och stjälk. De snoppade bären kan sedan styckfrysas och användas för t.ex. syltframställning.

SUMMARY

Mechanical harvesting of strawberries has been at the experimental stage since the early 1960's, but has not attained any commercial success until recently. One of the main problems has been that the strawberries ripen successively during a couple of weeks, and that most harvesters are based on the once-over principle. This results in a decrease in yield at the same time as a relatively large quantity of green strawberries is harvested. It has frequently been considered profitable to hand-pick the first large berries and then harvest mechanically about one week later. Another approach frequently used by growers is to hand-pick several times and then harvest the remaining berries by machine. When a late harvesting of this kind is carried out, there are very few berries left, many of which are over-ripe or have not been picked because they are mouldy. In such a situation there are not only too few berries to pay for the machine-costs, but also the berries are of such poor quality that extensive sorting is needed before they can be used. This type of mechanical harvesting has been found very unprofitable.

The early trials are all centered on harvesting in normal row crops. During the 1960's, prototype harvesters were developed at several universities in the USA and in Canada. All prototypes worked on the principle of stripping the berries from the plant. Fingers made of plastic or metal, placed at suitable intervals, combed through the plant and removed the strawberries. Tests were made of stripping forwards, backwards, and sideways, etc. Almost all possible approaches have been tested. Similar machines have been constructed also in Holland, Italy, the Soviet Union, and Denmark. The Danish machine is only a couple of years old, and this harvesting method is being tested actively in Denmark.

One of the large problems with the stripping strawberry harvesters is their low capacity. Driving speeds are normally only 300-400 metres per hour. In order to be able to drive faster, the fingers which strip off the berries must also move faster, and then the number of berries thrown out and lost increases. Another problem is that the runners easily become entangled in the fingers and are pulled off, thus hindering the harvesting.

In the late 1960's, harvesters working on the principle of cutting off the entire plant started to appear. This method was developed simultaneously by the National Institute of Agricultural Engineering (NIAE) in England, and by growers and universities in Oregon, USA. The fundamental principle is as follows: strawberries and leaves are located on different stems, and if the plant is cut off close to the soil, the berries and leaves can be separated by blowing away the leaves and other light material. This harvesting method allows a considerable increase in the driving speed. Similar harvesters are being (or have been) developed also in Canada, Italy, and the Soviet Union.

Other methods than the two described above have been tested: vibrating the stems of the plants, causing the ripe strawberries to fall off, for example; or lifting the berries with a net laid out on the ground in the spring.

Whatever method is used, it has become apparent that growing technique must be modified if harvesting is to be carried out satisfactorily. There is probably no existing field that can be

successfully harvested mechanically without modifications. In some cases, harvest-efficiency has been increased from 50 to 90%, simply by removing stones etc. and levelling out the beds.

It became apparent that one of the largest problems is the lifting of the berries from the soil so they can be harvested. A large number of the berries lie on the outer edge of the row. Also, if the soil between the rows has been compressed by tractor wheels, this worsens matters. Great efforts have been made to breed varieties with an erect growth habit, but with little success. Various solutions have been tried for lifting the berries from the soil, different types of brushes and reels, for example. Fingers which comb through the plant (similar to the crop-lifter on a combine-harvester) are commonly used on the cutting harvesters. Air has also been used, both as a negative pressure (the vacuum cleaner principle) and by blowing compressed air from the sides of the row. Most of these methods have caused undesirable damage to the berries.

Another problem with harvesting strawberries cultivated in rows, is the varying degrees of ripeness due to uneven exposure to sunlight. Berries on the outside of the rows ripen 3-4 days earlier than those in the middle. It is therefore difficult to find the optimum time of harvesting, with the maximum of ripe berries, but without any being over-ripe.

A complete system of cultivation, of which the harvester is an integrated part, has been developed by Michigan State University in the USA. In this system, the strawberries are grown in a field without rows, thus covering the entire field. This solves a number of problems encountered in row-cropping. The increased number of plants (the aim is to have 150 established crowns per square metre in a fully-grown population) results in the strawberries being raised higher from the soil, since the stems support the fruit. Moreover, the ripening is more uniform when all the berries are shaded beneath the foliage. Another important advantage is that the yield, according to American results, is twice as high as that obtained in the conventional row system. The rows cover only 40% of the field as opposed to the 100% coverage with the new system. This also means that the harvester doubles its capacity at the same driving speed and cutting width. Also, in the USA there are fewer problems with diseases as the berries do not lie directly on the soil.

The fields are harvested with a machine developed at Michigan State University which cuts off the plant very close to the soil, preferably closer than 2 cm from the ground. To make this possible, it is vital that the field be absolutely level. The harvest is facilitated by crop-lifters which lift up the berries, and a reel which also lifts up the berries in front of the cutter bar, and feeds them into the harvester. Conveyors transport the strawberries backwards into the machine, where they fall onto a grid conveyor. As they fall, they pass through a powerful current of air which blows away leaves and other light material. The grid conveyor transports the berries over two more fans which blow air from below, and raise the stems while the berries remain on the grid. A double-sickle shortens the stems to 3-4 cm. Bunches of berries are thus separated, giving individual berries with short stems. These fall onto a conveyor which transports them sideways out to storage boxes.

Under normal conditions, the harvester has a capacity of approximately 2 tonnes per hour, and can harvest one hectare in approximately 6-8 hours. The harvesting efficiency is frequently higher than 90%. This figure can be compared with manual harvesting, where efficiency is often as low as 75%, ie one fourth of the strawberries are left in the field.

Irrespective of whether the harvesting is done by stripping or by cutting, the berries must undergo further treatment before they can be frozen or processed in a factory. The harvester which gives the cleanest product is probably the one developed by Michigan State University. When these strawberries are to be used for making puree, for example, they can simply be tipped from the boxes into a tank of water for washing, after which all mouldy fruit is removed manually from an inspection belt. The remainder is fed into a puree-press.

If the berries are to be IQF-frozen, a product which has a higher price, and probably also a wider market, both stem and cap must be removed. This can be done in a decapping machine. There are different types of decappers, one of which uses counter-rotating rubber rollers. When the stem is caught between two rollers, it is pulled off. On most varieties of strawberries the cap remains on the berries and they cannot be used for jam, for example. Another type of decapper has been developed at Michigan State University. This uses a conveyor with a number of smooth plastic-covered, counter-rotating rollers. When the stem is caught between two rollers it is held in place and transported past a band knife (a band saw without teeth) which cuts off the stem and cap. The capped berries can then be IQF-frozen, or used in making, for example, jam.

1. INLEDNING

Sverige importerar årligen ca 2500 ton jordgubbar för industri användning, dvs för saft och sylt, till yoghurt, glass m.m. Denna import representerade 1982 ett värde av ca 17 mkr. (Persson, 1983). Samtidigt odlas jordgubbar på nära 2000 ha, men dessa bär avsetts uteslutande på färskmarknaden. Det största hindret för en svensk produktion av industribär är utan tvekan de höga kostnaderna för manuell skörd. Handplockningen står ensam för ca 60% av produktionskostnaden. Därigenom blir maskinell skörd en absolut förutsättning för en svensk produktion av jordgubbar som industriråvara. Denna rapport är en sammanställning av den internationella forskningen inom området. Informationen har insamlats genom en omfattande litteraturstudie samt en studieresa till USA under jordgubbsskörden.

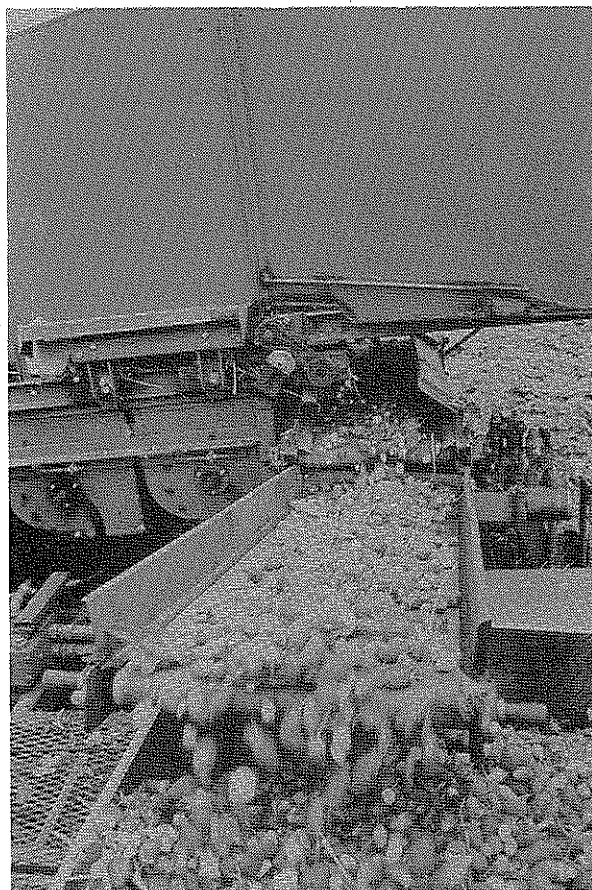


Bild 1. Maskinskördade bär på väg ner i storlåda.

2. MASKINELL SKÖRD AV JORDGUBBAR

Trots att man har arbetat med maskinell jordgubbsskörd vid ett stort antal universitet, i framförallt USA, har inte denna skördemetod nått någon nämnvärd spridning. Under 1984 kördes under kommersiella former två skördemaskiner i Michigan i USA. Dessutom finns i USA minst sex maskiner som inte användes detta år p.g.a. svårigheter att sälja maskinskördade bär. På universitet användes minst en maskin i försök i USA och en i Kanada. I Europa kördes troligen en maskin under kommersiella former i Frankrike, och skörd provades även i Sverige och i Danmark. Utveckling av maskiner pågår aktivt i Danmark och i Italien.

Av denna sammanställning kan det verka som om utvecklingen har stannat upp, jämfört med den intensiva maskinutveckling som pågick under 70-talet (se kap 2.1.). Men vi befinner oss troligen mycket närmare en acceptabel lösning nu än någonsin tidigare. Tack vare ett intensivt arbete vid Michigan State University i samarbete med odlare, är ett system under utveckling där biologi, teknik och ekonomi samverkar. Andra skördesystem är under utveckling och dessa kan visa sig vara lika lyckosamma.

2.1. Maskinhistoria

Det tidigaste rapporterade arbetet om att utveckla jordgubbsskördemaskiner är från Iowa State University (ISU) i USA. Redan 1959 började en selektion av 30 olika sorter som handplockats för att kontrollera koncentrerad mognad. Nästa steg var att prova att repa loss bären med en stengrep. Detta skedde 1960. 1964 konstruerade man en maskin som repade av bären. Sedan dess har man konstruerat flera andra skördemaskiner vid ISU, men ingen av dem har kommit i serieproduktion.

1963 och 1964 genomfördes laboratoriestudier vid University of Illinois. 1964 testades en fältmaskin.

1967 testades maskiner i fält som konstruerats vid Oregon State University (OSU), University of Arkansas i USA, och University of Guelph i Ontario i Kanada.

Under 60-talet kom arbeten med skördemaskiner igång även vid Louisiana State University i USA (Booster, et al, 1969).

I Europa arbetade man på en maskin i Holland. Samtliga dessa tidiga maskiner arbetade efter principen att repa av bären.

I slutet av 60-talet började arbete på klippande skördemaskiner vid National Institute of Agricultural Engineering (NIAE) i England och OSU i USA vid ungefär samma tid och troligen utan kontakt med varandra. I England hölls 1967 ett möte där växtförädlare, bärspécialister och ingenjörer diskuterade maskinell skörd av jordgubbar. Man enades om att den lämpligaste metoden var att klippa loss plantorna vid marknivån, och separera blad och bär på maskinen (Boa & Sharp, 1971). I Oregon började man utveckla den klippande skördemaskinen främst p.g.a. problem med låg kapacitet hos repande maskiner.

Under 70-talet arbetades med utveckling av skördemaskiner vid ett stort antal universitet, och hos maskinfirmor, i Nordamerika och i Europa. Under slutet av 70-talet hade de flesta av dessa

arbeten avslutats utan kommersiell framgång.

Under 80-talet pågår aktiva utvecklingsarbeten veterligen endast vid Michigan State University och Oregon State University i USA, i Ontario i Kanada och på Årslev i Danmark och på några universitet i Italien. Så gott som samtliga dessa maskiner, utom den danska och en italiensk maskin, klipper loss plantorna vid skörden.

Till Sverige kom 1983 en italiensk prototyp-maskin för provskörd hos en odlare i Blekinge. Maskinen gav inte ett tillfredsställande resultat och har inte använts 1984. Detta år importerades istället en engelsk maskin, Smallford, av samma odlare. Inte heller denna maskin gav ett tillfredsställande resultat under de förutsättningar som finns hos denna odlare. Dessutom håller en svensk odlare på att bygga en egen maskin med repande skördeprincip efter egna idéer.

2.2. Förutsättningar för maskinell skörd

Oavsett vilken skördemetod man väljer, repande eller klippande, ställs stora krav på odlingens utformning om skörden skall fungera tillfredsställande. Ett av de stora problemen med maskinell jordgubbsskörd är att bären av sin tyngd ligger direkt på marken. Vid skörden behövs dels någon anordning som lyfter upp bären från marken, dels lågt placerade skördeorgan. För att detta skall fungera krävs det att marken är så slät som möjligt och att stenar m.m. avlägsnas. Detta är i och för sig relativt enkla åtgärder, men kan ibland möta stort motstånd från etablerade odlare. Man möter ibland åsikten att om maskinen kostar så mycket, skall den kunna skörda bären utan förändringar i befintlig odling. Men enligt C.M. Hansen (pers. medd. 1984) är ett riktigare tankesätt att när man betalar ut så mycket pengar på en maskin måste man även anstränga sig för att underlätta för den att fungera.

Man är i vårt land så van vid maskinell skörd av olika grödor att man glömmer bort att införandet av dessa skördemetoder följts av stora förändringar i odlingsteknik. Vid skördetröskning av spannmål görs stora ansträngningar för att hålla fälten jämna och att plocka bort sten mm. I potatisodling börjar stensträngläggning i vissa delar av landet att bli en vanlig odlingsåtgärd. Det är inte rimligt att man skall kunna lyckas med maskinell skörd av jordgubbar bara genom att köpa en maskin och sätta den i sin odling full av sten, halm, jordklumpar och ogräs.

På många maskiner kan halm, om den används som täckmaterial, ställa till problem. Ett antal olika täckmaterial provades vid Iowa State University under slutet av 60-talet. De material man ansåg vara fördelaktiga var malda majsspindlar och grus. Sämre var hö, halm och träspån, eftersom dessa klumpar ihop sig (Quick, 1970). Plasttäckning ställer även det till problem på många maskiner, eftersom skördeorganen river sönder plasten och plastbitar blir inblandade i bären. De enda maskiner som anges vara utvecklade för skörd på plasttäckta odling är ett par maskiner från Italien (Rosati 1980). I allmänhet är det en fördel ur maskinsynpunkt om inget täckmaterial används.

Ogräs ställer till med åtminstone lika stora problem vid maskinsskörd som vid manuell skörd. Förutom de normala konkurrens-

problemen mellan ogräs och nyttoväxt, orsakar ogräsen en hel del mekaniska problem vid maskinskörd. Ogräs med ett snärjigt eller klängande växtsätt kan fastna i olika delar av maskinen och därmed ge ökade förluster. Ogräs med tunga stjälkar och liten bladmassa kan oftast inte blåsas bort av maskinens fläktsystem, utan hamnar bland bären. Vissa ogräs kan även medverka till att binda samman olika stjälkar och försvåra separation av desamma.

Man bör undvika att bekämpa ogräs genom harvningar mellan raderna. Harvningen ger ofta upphov till jordklumpar, och även strängar med jord, som avsevärt försvårar skörden.

Mögel och insektsskador bör bekämpas i mesta möjliga mån. Vid handplockning lämnas skadade bär kvar av plockarna och de innebär inte några större förluster förutom de förlorade bären. Vid maskinell engångsskörd plockas förhoppningsvis de flesta av bären in i maskinen. Skadade bär måste då sorteras bort, vilket innebär ökade kostnader.

Det är även viktigt att få en god etablering från början. De flesta maskiner behöver ett kontinuerligt flöde av växtmaterial för att förlusterna av bär ska bli små. I en lucka är det även risk för ökad ogräsmängd.

2.2.1. Förändringar i konventionell odling

De åtgärder som i första hand är nödvändiga i konventionell odling, dvs med jordgubbarna i rader med gångvägar mellan, är att ta bort sten, jordklumpar och andra föremål som kan försvåra skörden. Detta bör åtgärdas före plantering och kan göras för hand. Eventuellt kan stensträngläggning, av den typ som används i potatisodling, vara en användbar metod i jordgubbsodling för maskinskörd. Denna metod kan kräva att fältutformningen, radavstånd m.m. förändras för att få plats med den bortsållade stenen.

Dessutom är det viktigt att sträva efter ett jämnare fält än normalt. Om inga åtgärder sätts in för att jämna ut fälten får man förutom ojämnheter i längsled även ojämnheter tvärs raden. Raden blir med tiden högre, samtidigt som traktorkörning packar radmellanrummet hårdare. En minimiåtgärd är att fälten vältas på våren för att jämna till de ojämnheter som uppstått under vintern. Odling på upphöjd bädd är säkerligen fördelaktigt. Man har då fasta körspår och undviker traktorns packning. Varje vår bör då bäddarna formas om och jämnas till.

I rapporter om de olika skördemaskinerna finner man ofta uppgifter om att man har jämnat till marken och nått avsevärt högre effektivitet. Vid tidiga försök med University of Arkansas' maskin plockade man 58% av bären vid naturlig bädd och 75% vid utjämnad bädd (Nelson & Morris, 1980). Vid skörd med maskinen har i detta fall använts 60 cm breda bäddar med 1,2 m mellan centrum av bäddarna. Bäddarna formades och vältades för att ge en slät yta så maskinen hade möjlighet att arbeta med maximal effektivitet (Nelson et al, 1978).

2.2.2. Nya odlingssystem

Det enda egentligen annorlunda odlingssystem som har utvecklats,

och som är direkt anpassat för maskinell skörd, är den s.k. heltäckande odlingen som provas av Michigan State University i samarbete med odlare i Michigan. Detta odlingssystem provas även av Horticultural Research Institute of Ontario i Kanada. Systemet går i korthet ut på att man odlar helt utan rader (se bild 2). Jordgubbsplantorna planteras ca. 60 cm från varandra med 90 cm radavstånd.



Bild 2. Heltäckande odling i Michigan, USA.

Under det första året är det viktigt att hålla efter ogräs väl och att stimulera utlöparna. I USA rekommenderas att man går över fältet med en handhackning mot ogräs och att man samtidigt sprider ut utlöparna. Blommor bör även nypas för att gynna utlöparnas tillväxt. Alla utlöpare skall alltså vara kvar och fältet ska växa igen utan rader.

Med detta odlingssystem vinner man en rad fördelar. Den kanske viktigaste är att man når en högre avkastning. I konventionell odling utnyttjas endast ca 40% av marken för odling av bär. I detta system används hela arealen. I Michigan har man därför oftast fått dubbelt så hög avkastning som i konventionell odling och i något fall till och med tredubbel avkastning (Ledebuhr, pers. medd. 1984).

En annan viktig fördel är att man får en jämnare mognad i och med att bären växer i en jämnare miljö. När fältet är helt uppvuxet finns det så mycket blad att alla bär hänger i skuggan av bladmassan. I radodling får man olika mognad beroende på om bäret ligger i solen eller i skugga. Man hävdar även att bären tål att hänga kvar längre utan att ta skada. Optimal skördetidpunkt är när sekundärbären mognar. Primärbären har då varit mogna ca en vecka.

Odlingssystemet ger även en lösning på problemet att få upp bären från marken. I ett väletablerat fält finns det så mycket stjälkar (man strävar efter 150 etablerade kronor /m²) att bären stöttas

och hänger högre upp från marken. I Michigan anser man att detta även minskar problemen med svampangrepp på bären, eftersom de inte ligger direkt på marken och blir smittade genom överföring av sporer (Ledebuhr, 1981).

Jordgubbar odlas i så breda fält som möjligt, beroende på den sprututrustning man använder. Skörden sker med en klippande skördemaskin som har utvecklats vid MSU (se kap. 4.2.). Vid skörden är det viktigt att klippa så nära marken som möjligt, och en klipphöjd på under 2 cm eftersträvas (Beckstrom, 1984). För att lyckas med detta krävs noggrann planering av fältet. Alla större ojämnheter måste jämnas ut före plantering. På våren, så snart marken bär en traktor utan att lämna hjulspår, vältas fältet med en slät vält med ca 50 cm diameter (se bild 3). Vältningen är nödvändig för att trycka ner stenar som frusit upp under vintern. Även jordgubbsplantor bör tryckas ned i marken vid vältningen. Om kronan har frusit upp under vintern, kan plantan skadas när skördemaskinen klipper genom kronan. Dessutom får man flera stjälkar sittande ihop om man klipper av kronan, vilket försvårar separationen av blad från bären (se kap 3.7.).



Bild 3. Specialbyggd vält

De punkter, som har beskrivits i tidigare kapitel, gäller i lika hög grad denna odlingsform. Om det finns luckor i odlingen, mognar bären tidigare i kanterna, vilket kan innebära stor andel övermogna bär i den skördade varan och ökade sorteringsproblem. Dessutom ger alla luckor större förluster vid skörden (Beckstrom, 1984; Ledebuhr, pers. medd. 1984; Friesen, pers. medd. 1984).

En ytterligare fördel med denna skördemetod är att den ställer mindre krav på förädlarna. Andra skördemetoder kräver förutom de vanliga kraven på jordgubbssorter med hög avkastning m.m. (se kap. 2.3), krav på upprätt växtsätt m.m. Många av de sorter som har kommit fram med dessa egenskaper, har inte accepterats av industrin p.g.a. dåliga kokningsegenskaper eller liknande.

2.3: Önskade egenskaper vid förädling för maskinell skörd

Många av de första stegen mot att arbeta med maskinell skörd har tagits av förädlare, t.ex. i England och vid Iowa State University i USA. Även idag leds utvecklingsarbetet av maskiner ibland av förädlare, t.ex. i Danmark. En anledning till detta kan vara att jordgubbar p.g.a. sitt växtsätt är svåra att skörda maskinellt, och att man ofta ansett det vara nödvändigt med förändringar av plantan genom förädling.

De flesta av de egenskaper man vill ha vid förädling för manuell skörd, som t.ex. hög avkastning och motståndskraft mot sjukdomar och skadegörare, gäller även vid förädling för maskinskörd. Men dessutom ställs nya krav på jordgubbar. De kanske viktigaste är goda egenskaper för industribearbetning, eftersom maskinell skörd av jordgubbar i huvudsak riktar sig mot saft- och syltindustrin.

De flesta förädlare har inriktat sig på att förädla sorter som är lämpade för skörd genom repning. Många av de egenskaper de har eftersträvat är inte lämpliga för en del andra skördesystem. Eftersom de absolut flesta skördemaskiner arbetar med en engångsskörd är koncentrerad mognad eftersträvansvärd. Detta är en av de få egenskaper som kolliderar med kraven för handskörd.

Ett maskinellt skördesystem är beroende av en lång rad faktorer, och de egenskaper man önskar hos jordgubbar är till stor del beroende på vilket system man väljer. Även om man väljer t.ex. att skörda genom att klippa loss plantan, är kraven olika beroende på vilken metod man väljer för att snoppa bären. Om man snoppar med rullar som drar av stjälken (se kap. 5.3.2.) vill man ha bär som lätt släpper från flugan. Om man istället väljer MSU's "decapper" (se kap. 5.3.3.) vill man ha den motsatta egenskapen, dvs. att bären sitter starkt fast vid plantan och helst på en smal och seg stjälk.

Hoag och Hunt (1965) var tidigt inblandade i utveckling av en repande skördemaskin vid University of Illinois. De ansåg att de viktigaste egenskaperna vid maskinskörd var:

- plantan ska ha styvt växtsätt så att bäret hålls upp från marken
- bären skall mogna koncentrerat
- både plantan och bäret skall vara motståndskraftiga mot skador
- flugan ska kunna dras bort lätt
- blommorna ska tåla frost.

Denison et al. (1969) angav de viktigaste egenskaperna till:

- koncentrerad mognad
- sköra stjälkar
- helst sorter som inte förgrenar sig
- lättsnoppade bär
- god smak, god hållbarhet och relativt god hållbarhet mot stötskador
- sorten måste ge hög avkastning även vid engångsskörd.

Moore och Sistrunk (1980) anger de viktigaste kraven till:

- koncentrerad mognad
- maximal produktion
- bären skall släppa lätt
- fasta bär
- färg och processkvalité

- konsistens och klimatanpassning.

Även skördetidpunkten kan vara viktig eftersom skördemaskinen annars kommer att användas relativt få dagar.

Lawrence och Martin (1980) förädlade sorter för maskinskörd i Oregon. De eftersträvade främst följande egenskaper:

- snoppningslätthet
- växtsätt (om plantan kan hålla upp bäret från marken)
- koncentrerad mognad.

I Skottland (Gooding et al, 1983) utvärderades ett antal sorter för maskinell skörd. Man var här inställd på skörd med klippande maskiner och avsnoppning med MSU:s metod. De tre viktigaste egenskaperna ansåg man vara:

- långa sidostjälkar
- att bäret sitter starkt fast
- fasthet.

2.4. Spill och förluster vid maskinskörd

Vid utvecklingsarbeten med skördemaskiner för jordgubbar har i de flesta fall mätningar av spill och förluster gjorts. Det är av flera skäl inte helt relevantt att enbart redovisa de olika siffervärdena. Dels är arbetet med de flesta av maskinerna nedlagt och skördeprincipen ansedd som olämplig, dels är förlusterna till stor del beroende av de faktorer som har beskrivits i kap 2.2. och det har ofta inte angivits hur fälten är preparerade.

Spillet är de bär som blir kvar efter det att maskinen passerat, och det förekommer i huvudsak i två former:

- bär som blivit kvar på plantan
- bär som skördats, men fallit tillbaka på marken.

I många fall uppges goda siffror i procent skördade bär, men att många av dem har ändå gått förlorade. Detta är vanligt främst vid repande skördemaskiner. T.ex. anger Booster (1980) att 95-100% av bären ofta kunde repas av, men att stora delar av dessa bär gick förlorade på marken.

Förlusterna kan räknas på olika sätt. I vissa fall kan de anges som spillet plus de bär som blivit skadade av maskinen. I andra fall handplockar man ett fält flera gånger och jämför denna skörd med en maskinell engångsskörd. De bär som är möjliga bör inte betraktas som förluster, orsakade av maskinen. Däremot är övermogna bär en maskinorsakad förlust.

I de rapporter som finns över förluster anges ofta inte hur de har mätts. I detta kapitel ska främst diskuteras de förluster som uppstår i form av skördesänkning vid en engångsskörd istället för vid upprepade handplockningar. De förluster som uppstår vid de olika maskintyperna diskuteras i kap. 2.5, kap 3 och kap 4.

Flera mätningar har gjorts där upprepade handplockningar har jämförts med engångsskörd. I Skottland handplockades ett fält en gång, 10 dagar efter normal plockstart. Sorten var Cambridge Favourite och den gav 22% lägre säljbar mängd bär vid engångsskörd (Cormack & Waister, 1971).

Liknande försök gjordes i västra USA. Vid konventionell skörd med fyra handplockningar var 81% av bären säljbara. Vid engångsskörd var mellan 40 och 50% av bären av säljbar kvalitet (Barritt, 1974).

Det enda system som ger avkastningsfördelar vid maskinskörd är heltäckande odling. Eftersom det i princip är omöjligt att handplocka dessa fält, blir en jämförelse mellan handplockning i rader och maskinskörd i heltäckande fält mer rättvisande. Vid jämförelser i Michigan har man fått i allmänhet dubbelt så hög avkastning vid maskinell engångsskörd i heltäckande odling (Ledebuhr, 1981). Vid denna jämförelse räknar man med att använda alla de bär som har skördats maskinellt, även de omogna.

I Kanada har man i liknande försök plockat 22 ton/ha vid flera handplockningar, och 27 ton vid engångsskörd med maskin. Maskinens effektivitet var 89%, vilket innebär att den totala avkastningen vid heltäckande odling var 31 ton (Lauro, 1983).

2.5. Effektivitet och kapacitet

Skördemaskinens effektivitet är motsatsen till spillet, dvs det anger hur många procent av de befintliga bären som slutligen hamnar i lådorna.

Effektiviteten beror inte enbart på maskinens utformning, utan till lika stor del på fältets utseende. Det är inte rimligt att förvänta sig mer än ca 50% effektivitet vid maskinell skörd i befintliga svenska odlingar. Detta är en vanlig siffra som anges vid maskinskörd i opreparerade fält. Genom att anpassa fältet genom att jämna till ojämnheter och plocka bort sten m.m., kan man ofta komma upp i 80-90% effektivitet. Både repande och klipande skördemaskiner har rapporterat effektiviteter på över 90% vid goda förhållanden. Men för att nå detta har man lagt ner stort arbete med att anpassa fälten.

När man jämför värden på effektivitet för skördemaskiner antas ofta att alla bär handplockas. Effektiviteten vid kommersiell handskörd är ofta låg. Vid en mätning i Michigan plockades endast 72,5% av de mogna bären av handplockarna (Hansen et al, 1983).

Kapaciteten mäts i allmänhet i h/ha eller ha/h. Eftersom det senare måttet i regel blir mindre än 1, används ofta timmar/ha (h/ha). Kapaciteten är i huvudsak beroende av den möjliga körhastigheten och maskinens bredd. Men kapaciteten beror också på verkningsgraden i fält, dvs. hur stor del av tiden som skördemaskinen utför skördearbete. Övrig tid går åt till service och reparationer, byte av fyllda och tomma lådor, vändtid, pauser i arbetet m.m. Normalt kan en verkningsgrad på ca 60% vara rimlig att räkna med. Detta innebär t.ex att vid skörd i radodling, med 1,1 m radavstånd, och ca 9000 m rader per ha, tar skörden 15 h om maskinen arbetar med 1 km körhastighet. Ofta ser man, till och med i vetenskapliga rapporter, uppgifter att tiden skulle bli 9 timmar i exemplet ovan. Man har då glömt att räkna med verkningsgraden.

Några kapacitetsuppgifter finns i kapitel 4.

2.6. Maskinskörd av bär för färskmarknaden

Ett flertal forskare och maskintillverkare har hävdats att de har haft skördemaskiner som kan skörda bär för färskmarknaden. Man har hävdats detta av två skäl. Antingen har man strävat efter selektiv skörd, och man har då antingen sökt att få en maskinskördad vara som är färdig att förpacka i försäljningslådan, eller försökt att få så lite skador att bären har varit av färskvarukvalitet.

Av den första typen har arbetats med ett par prototyper (se kap. 3.4). Ingen av dessa har lyckats med den selektiva skörd de eftersträfvade. Hittills har man alltså inte med denna anfallsinkel lyckats få fram färskmarknadsbär.

Den andra gruppen består av de som hävdar att bären är så oskadade att de går att sälja direkt som färska bär. Bland dessa finner vi t.ex. den kanadensiska maskintillverkaren CML (se kap. 4.2.). Det är utan tvekan så att maskinen skördar bär av en sådan kvalité att de är lika oskadade som handplockade. Denna maskin kan eventuellt gå att ställa in så att man får ut i huvudsak endast jordgubbar med så kort stjälk att de går att förpacka med en gång. Men om maskinen ska användas lönsamt bör den köras med full kapacitet, vilket betyder i genomsnitt 2 ton per timme. Det är i princip omöjligt att handsortera en sådan mängd bär direkt på maskinen. Dessutom finns det alltid en viss risk för jordinblandning vid maskinell skörd, särskilt som bären odlas utan halmtäckning. Om bären skall sorteras centralt får de i allmänhet först tvättas före sortering. De våta bären har sedan mycket kort lagringstid. Vid sorteringen får man även räkna med att sortera bort minst 40% av bären som annars hade kunnat säljas som industribär.

Enligt Clarence Hansen (pers. medd. 1984), som var huvudansvarig för utvecklingen av denna maskintyp vid MSU, blir hanteringsproblemen helt enkelt för stora om man försöker att sortera ut bär för färskmarknaden.

I maskinskörderapporter anges ofta att en viss mängd bär har fått mekaniska skador. Man ska i detta sammanhang vara medveten om att även handplockade bär får skador. Vid ett försök i Oregon där handplockade bär jämfördes med maskinskördade, visade 51% av de handplockade bären någon form av mekaniska skador (Booster, 1980).

2.7. Olika maskinskördesystem

Ledebuhr (1981) skissar fyra olika system med maskinell jordgubbsskörd. De är:

1. Skörd för att "rensa upp" efter handplockning.
2. Skörd efter en eller två handplockningar.
3. Engångsskörd i radodling.
4. Engångsskörd i heltäckande odling för enbart maskinell skörd.

De tre första systemen kan användas i befintliga odlingar om raderna hålls smala, och fälten vältas tidigt på våren.

Det första systemet kan inte ensamt försvara kostnaderna för maskinen. Med det andra systemet krävs att maskinen används långa

tider för att tillräcklig mängd skördas för att betala kostnaderna för maskinen. Det kan gå jämnt upp, men kan ändå försvaras om det finns brist på arbetskraft. Engångsskörd i rader är kostnads-effektivt och ger chans för handskörd om så önskas. Heltäckande odling för enbart maskinskörd ger möjligheter för mycket god lönsamhet.

2.7.1. Maskinskörd för att rensa upp efter handplockning.

Hos odlare har det ofta funderats över att använda skördemaskiner för att ta hand om de bär som man inte kan få avplockade p.g.a. brist på arbetskraft eller för låga priser m.m. I vissa delar av Sverige blir ofta mellan 1 och 2 ton per hektar kvar, efter att handplockningen är avslutad. Har man stor odling kan man tycka att man gör stora förluster. Gör man emellertid en enkel beräkning av skördemaskinens kapacitet, kommer man fram till att det tar minst en dag, med de flesta maskiner, att skörda ett ha och man har troligen maximalt 15 dagar på sig att använda maskinen. Vid maskinskörd i befintliga fält kan man inte räkna med mer än 50% effektivitet (se kap 2.5). Om man räknar samman dessa faktorer, så skördar man mindre än 15 ton med en maskin på en säsong! Dessutom är den skördade varan av mycket låg kvalitet. Samtliga möjliga bär som har funnits i fältet finns kvar och många av dessa kommer med bland de skördade bären. Det kommer att medföra stora kostnader att sortera bort dessa bär. Även om de möjliga bären sorteras bort, duger de andra bären i bästa fall som saft-råvara, vilken betalas sämre än syltråvara. Alla dessa faktorer gör tillsammans att de bär man kan skörda inte ens kommer att täcka de fasta kostnaderna.

Enligt Dick Ledebuhr vid MSU (pers. medd. 1984), har även odlare i USA varit intresserade av att skaffa skördemaskiner för detta ändamål. Bl.a. köpte en odlare i Kalifornien en tidig modell av CML:s maskiner.

Bär skördade sent på säsongen ställer till problem även för industrin. Detta märkte man bl.a. vid en industri i USA, som tog emot maskinskördade bär från en av de första odlare som använde denna skördemetod. I slutet av säsongen var det så mycket möjliga och skadade bär att man slutade ta emot bären (Lasalle et al, 1980).

2.7.2. Maskinskörd efter en eller flera handplockningar.

Vid maskinell skörd i konventionell radodling av jordgubbar, har både forskare och odlare ofta kommit fram till att det är lämpligt att handplocka minst en gång före skörd. En anledning till detta är den ojämna mognaden i raderna. Om man handplockar bort de första, stora bären, blir andelen mogna bär större när man maskinskördar, och förlusten i bär som skördas omogna vid engångsskörden blir mindre. Under svenska förhållanden kan även detta vara fördelaktigt, eftersom priserna ofta är högre under början av säsongen.

De odlare som använde BEI-skördemaskiner (se kap 4.4), handplockade i allmänhet första skörden (Morris, 1978b). Vid University of Arkansas, där man ursprungligen hade utvecklat skördemaskinen, gjorde man ett försök där engångsskörd jämfördes med en eller två handplockningar före skörd. I allmänhet fick man högre total

skörd vid handplockning före maskinskörd. Detta gällde dock inte för alla sorter. I vissa sorter fick man högre skörd vid två handplockningar före maskinskörd, medan andra sorter inte vann på extra plockning. Det fanns inget samband mellan högavkastande sorter och fördelar med handplockning. Man antog att de sorter som tjänade på handplockning var de som annars skulle få de först mogna bären förstörda före skörd. I sorter med bär som kunde hänga kvar länge på plantan efter att de blivit mogna vann man i allmänhet inte på att handplocka de första bären. Efter varje handplockning fick man i allmänhet färre bär vid den efterföljande maskinskörden (Morris et al, 1980).

Man måste i detta sammanhang även poängtera att eftersom mängden bär sjunker vid varje handplockning stiger de fasta kostnaderna vid skörden, och därigenom stiger också kostnaderna per kg skördad vara. Skördemaskinens körhastighet kan inte ökas när det finns färre bär vilket innebär att det kostar nästan lika mycket att skörda ett ton per ha som tio ton per ha.

2.7.3. Engångsskörd i konventionell odling.

Systemet går ut på att bären odlas i rader och skördas maskinellt när optimal mängd bär är mogna. Man får normalt en lägre skörd per ha vid engångsskörd (se föregående kapitel), men eftersom volymen bär genom skördemaskinen blir större, minskar kostnaderna per kg skördad vara, och lönsamheten vid skörd bör kunna bli densamma eller högre än vid maskinskörd efter en handplockning.

2.7.4. Engångsskörd i heltäckande odling

De skördemässiga fördelarna med maskinell skörd i heltäckande odling är främst den högre avkastningen. Det tar ungefär lika lång tid att skörda ett ha i heltäckande odling som i konventionell odling, men man får ungefär dubbelt så mycket bär under denna tid. Det innebär att skördekostnaderna halveras jämfört med engångsskörd i radodling och blir kanske en tredjedel av kostnaderna vid skörd efter en handplockning.

Man kan troligen även hålla en högre hastighet under skörden eftersom den täta massan av blad underlättar inmatningen av materialet i maskinen. Spillet blir mindre av samma skäl och av att bären hänger högre upp från marken. Den mer koncentrerade mognaden innebär att en större del av skörden är av hög kvalitet.

Tillsammans innebär dessa faktorer att skörd i heltäckande odling troligen är den metod som ger de absolut lägsta skördekostnaderna.

3. DELMOMENT INOM MASKINELL SKÖRD

Ett stort antal (mer än 50 st) prototyper av jordgubbsskörde-maskiner har byggts. På dessa har en mängd olika skördeprinciper provats, och även kombinationer av maskinkomponenter. Att beskriva alla dessa modeller skulle förvirra läsaren. Jag väljer istället att dela upp den maskinella skörden i olika moment och beskriva maskinernas lösningar utifrån detta.

I följande kapitel kommer samtliga maskiner, om vilka uppgifter har kunnat hittas i litteraturen, att beskrivas.

3.1. Metoder att lyfta bären från marken

Den absolut största svårigheten att lyckas med maskinell skörd ligger i att många av bären ligger på marken när de är mogna. Ett antal olika lösningar har provats för att lyfta bären så att skördeorganen kan arbeta effektivare. Många av de provade metoderna har givit skador på bären, med ökat sorteringsarbete som följd. En av de effektivaste, och även skonsammaste metoderna, synes vara att odlingen anläggs så att bären hänger högt upp, genom heltäckande odling (se kap 2.2.2.). En skördemaskin med haspel och bärlyftare kan sedan med liten åverkan lyfta upp bären över kniven.

Stora ansträngningar har även lagts ned på att förädla fram sorter med styva stjälkar som håller upp bären från marken, men det verkar vara mycket svårt att nå det målet, kombinerat med alla andra krav som ställs på sorterna.

Någon anordning för att lyfta bären behövs på de flesta maskintyper, repande såväl som klippande. Vissa maskiner saknar sådan utrustning, t.ex. den danska maskinen (se kap 4.6), men där används maskinen främst som ett redskap för att prova nya sorter. I andra fall har maskinerna haft anordningar som skall ligga direkt på marken, varigenom någon lyftande anordning inte har behövts.

3.1.1. Lyfta bären med haspel och bärlyftare

Denna lyftprincip förekommer endast i samband med klippande maskiner. Förutom egentliga hasplar, kommer i detta kapitel att beskrivas kedjor med fingrar och liknande. Med bärlyftare menas en anordning, liknande axlyftare på skördetröskor, som glider på marken framför knivbalken, för att lyfta upp bären.

Ett flertal olika anordningar har provats vid Oregon State University. Den haspel man slutligen använde har en diameter på 61 cm, och har sex vingar försedda med fjädrande fingrar (se bild 4). Fingrarna är monterade med 5 cm avstånd. Haspeln är av liknande typ som används på skördetröskor. Den är konstruerad så att fingrarna alltid har samma lutning mot marken. Haspeln har tre uppgifter: den skall lyfta lågt liggande bär över kniven, den skall hålla bären i en lämplig position medan plantan skärs av, samt skall slutligen transportera iväg det avskurna materialet från kniven.

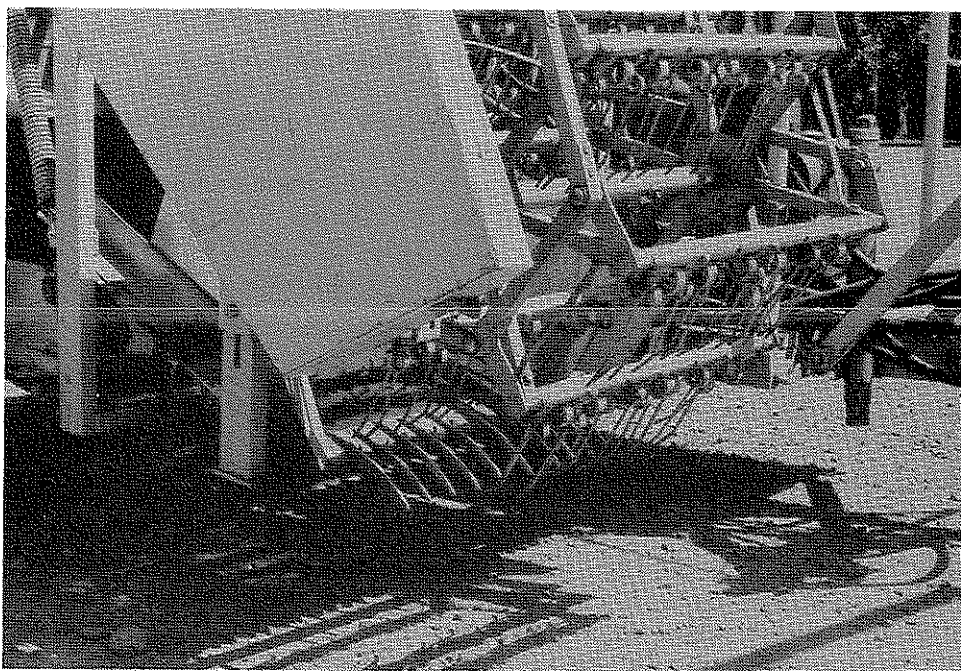


Bild 4. Dubbelkniv, bärlyftare och haspel på OSU:s maskin.

Tolv olika bärlyftare av tre olika typer provades. Den första gruppen bestod av kultivatorskär, som monterades ett på var sida om raden. Olika typer av plattor och stänger fästes vid skären för att underlätta bärlyftningen. Denna typ övergavs, eftersom stora mängder jord blandades in i bären.

Den andra gruppen bestod av ledade lyftare av fingertyp. Fingrarna var förminskade versioner av den typ av axlyftare som ofta används vid ärtskörd. Varje finger var ledat så att det, inom vissa gränser, kunde följa markens kontur. Ingen av dessa fingrar ansågs vara tillfredsställande, eftersom de blev igensatta av växtmaterial, och eftersom de plockade upp jordklumpar.

Den typ man slutligen valde var ett fast finger (se bild 4). Man använde sig av 6 mm breda plattstål monterade på högkant och ca 13 cm långa. De fyra fingrarna i mitten monterades med 7.5 cm avstånd och de yttre med 5 cm avstånd. Denna typ av lyftare ansågs vara överlägsen de andra typerna som provades. P.g.a. att de är relativt korta, passar de bra att använda tillsammans med haspeln. Fingrarna fylldes inte igen så lätt som de ledade. Avståndet mellan fingrarna är en kompromiss mellan ett avstånd

som ger små skador på plantorna och ett som ger små förluster i bär på marken (Booster, 1974).

National Institute of Agricultural Engineering (NIAE)

I ett tidigt stadium användes en typ av haspel med "paddlar" på den skördemaskin som utvecklades vid NIAE i England. Haspeln används främst för att transportera upp bären från kniven till transportören. Denna haspel ersattes senare med en anordning där "paddlarna" var monterade mellan två kedjor för att ge ett parallellt svep uppför transportören. NIAE inledde samarbete med en tillverkare, Smallford Planters Ltd, och maskinutvecklingen fortsatte som ett samarbetsprojekt. På den maskin som byggdes använde man sig av bärlyftare med fasta fingrar monterade i ytterkanterna av knivbalken (se bild 5) (Kemp, 1976).

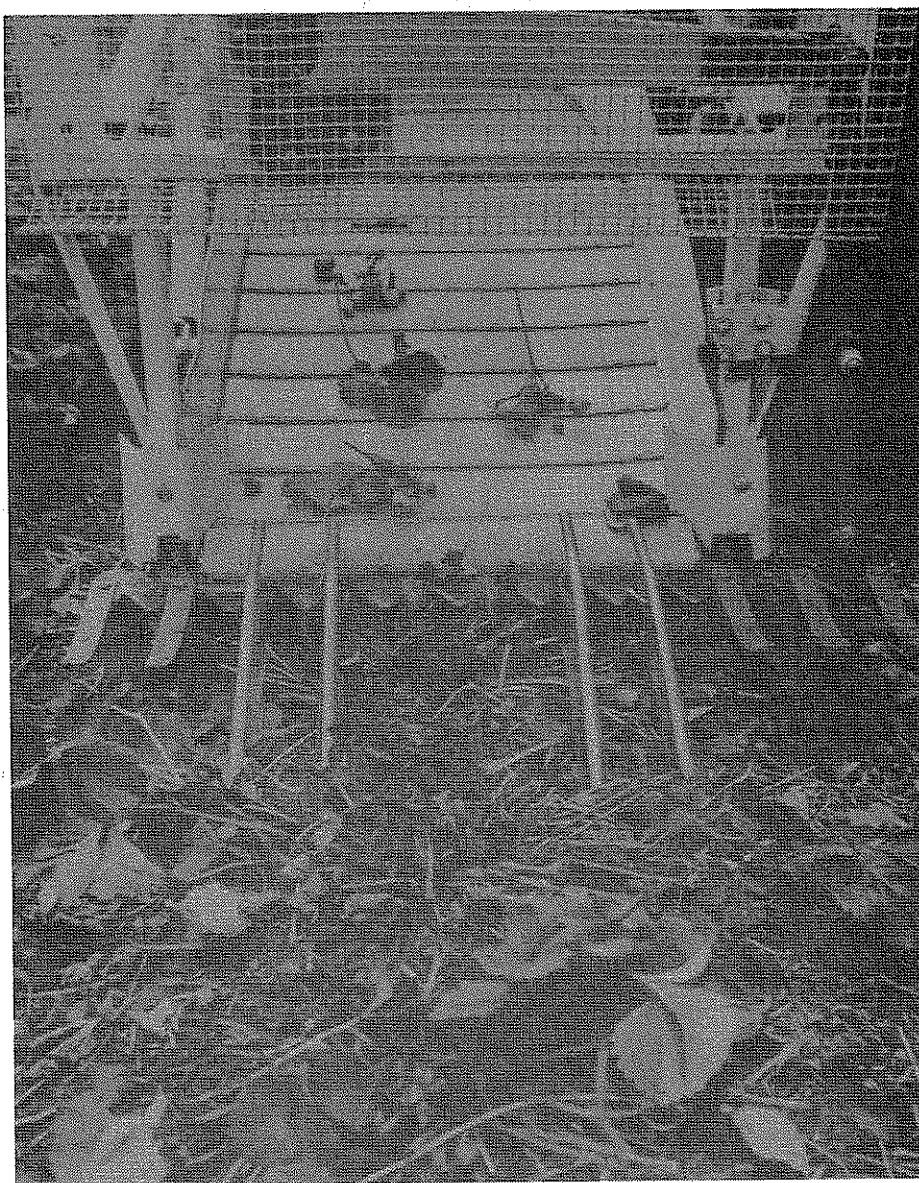


Bild 5. Dubbelkniv och bärlyftare på tidig Smallford-maskin (Kemp, 1976)

Vid senare utveckling av maskinen införde man en fyrvingad haspel med fjädrande fingrar som hjälper till att lyfta upp och föra in bären. Åtta fjädrande bärlyftare tränger genom plantorna och lyfter upp bär som ligger på marken. De yttre fingrarna är längre än de i mitten och ska hjälpa till att lyfta de bär som ligger på utsidan (se bild 6).

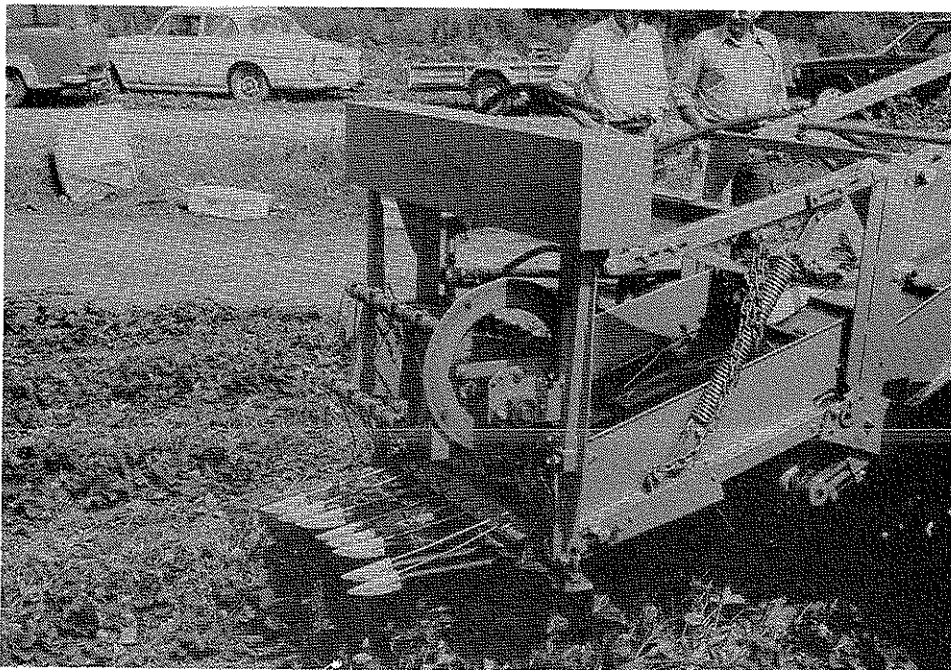


Bild 6. Skördehuvud på senare Smallford modell.

Michigan State University (MSU)

Eftersom Michigan State University samarbetade med NIAE vid utveckling av skördemaskiner, var MSU:s maskin från början i princip identisk med NIAE:s vad gäller utformningen av bärlyftare. De var dock smalare än de som NIAE använde. Lyftarna var fästade under knivbalken med ett platt fjäderstål, utvalt för maximal flexibilitet utan att vara skört. Från den gjutna spetsen gick ett spröt bakåt och upp ovanför knivbalken. Elva lyftare användes på en 75 cm bred enhet. En fyrvingad haspel användes (Hansen & Ledebuhr, 1980).

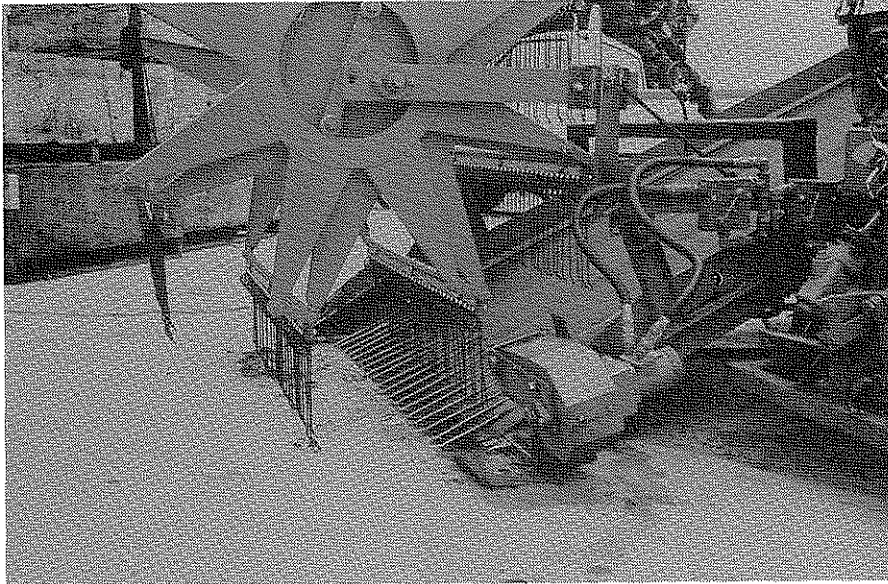


Bild 7. Skördehuvud på odlarbyggd maskin efter MSU:s riktlinjer

Maskinen har vidareutvecklats sedan dess. Skördeprinciperna är de samma som från början, men detaljerna har förfinats för att få ökad effektivitet. En relativt stor, ca 1,5 m i diameter, haspel med åtta vingar, lyfter upp och för in materialet i maskinen (se bild 7). Genom den större diametern har man fått en längre sträcka, där fingrarna hjälper till att lyfta och skjuta in materialet. Vid haspeln sitter fjädrande fingrar. Dessa har en liten "krok" i änden som underlättar att de får tag i lågt liggande bär. Haspeln skall ställas in så att fingrarna nästan rör vid marken. De skall sedan passera strax ovanför knivbalken och föra det avskurna materialet vidare in på transportbandet. Under knivbalken sitter ett antal ledade bärlyftare fästade (se bild 8). Fingrarna är ca 18 cm långa och vilar av sin tyngd mot marken. Fingrarna trycks även ner av plantorna och inga fjädrar behövs (Ledebuhr pers. medd, 1984; Beckstrom, 1984).

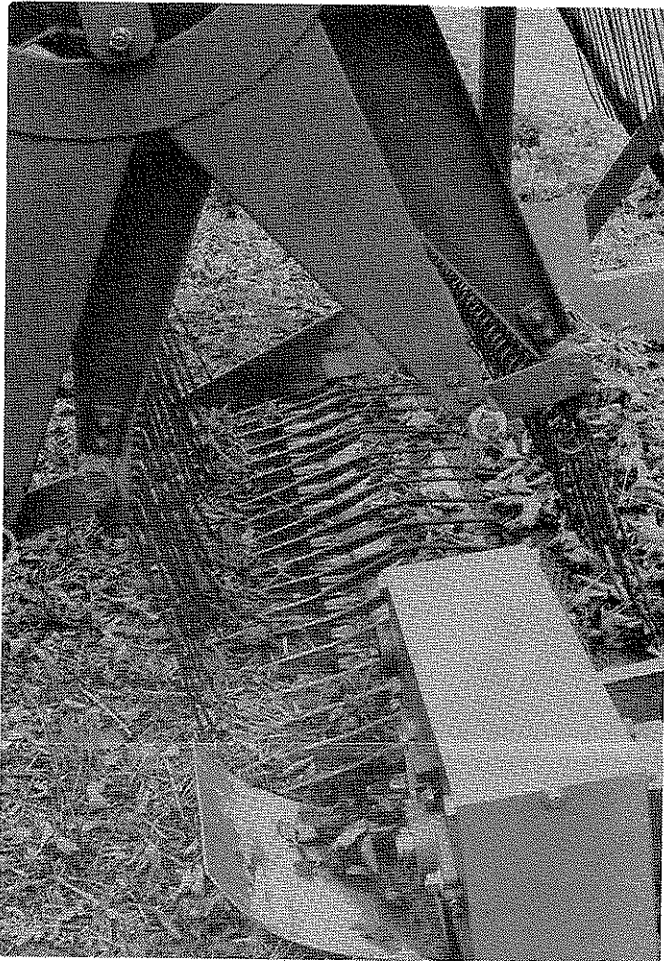


Bild 8. Närbild på MSU skördehuvud

SKH&S

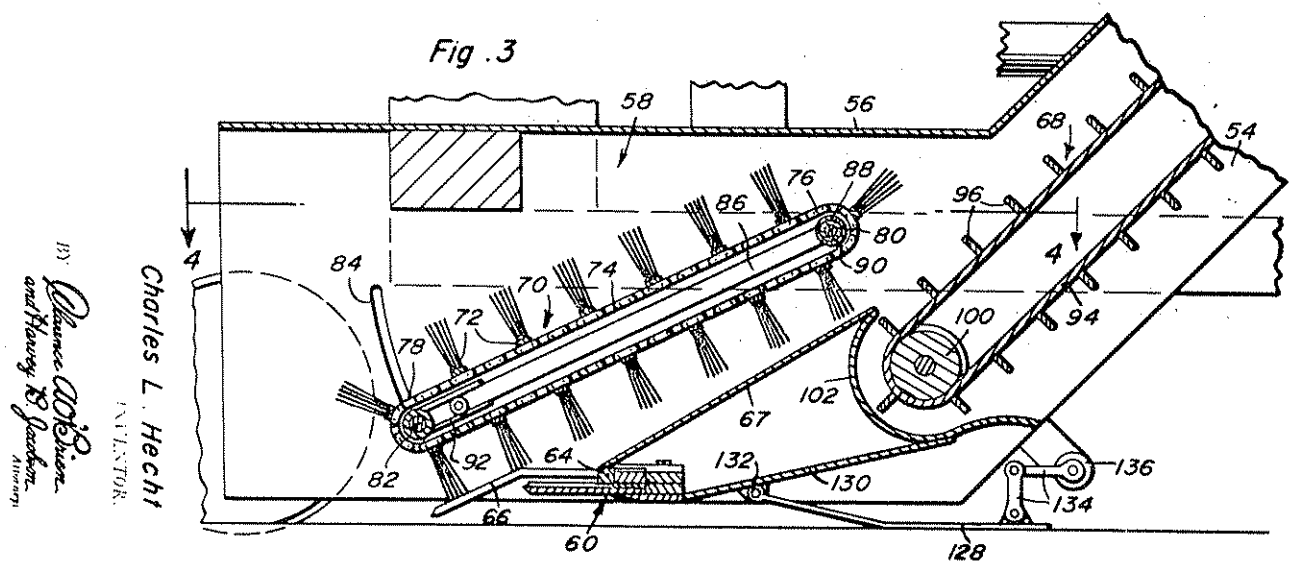


Bild 9. Skiss på maskin med borstar som för in materialet över kniven (Hecht, 1972)

På tidiga SKH&S maskiner fanns en serie borstar mellan kedjorna (se bild 9). Senare ersattes dessa med dubbla kedjor med fingrar monterade (se bild 10). Ovanför knivbalken fanns korta fingrar monterade. Dessa båda metoder övergavs senare för ett pneumatiskt system (se kap 3.1.4.2), (Hecht, 1972 och Hecht, 1976).

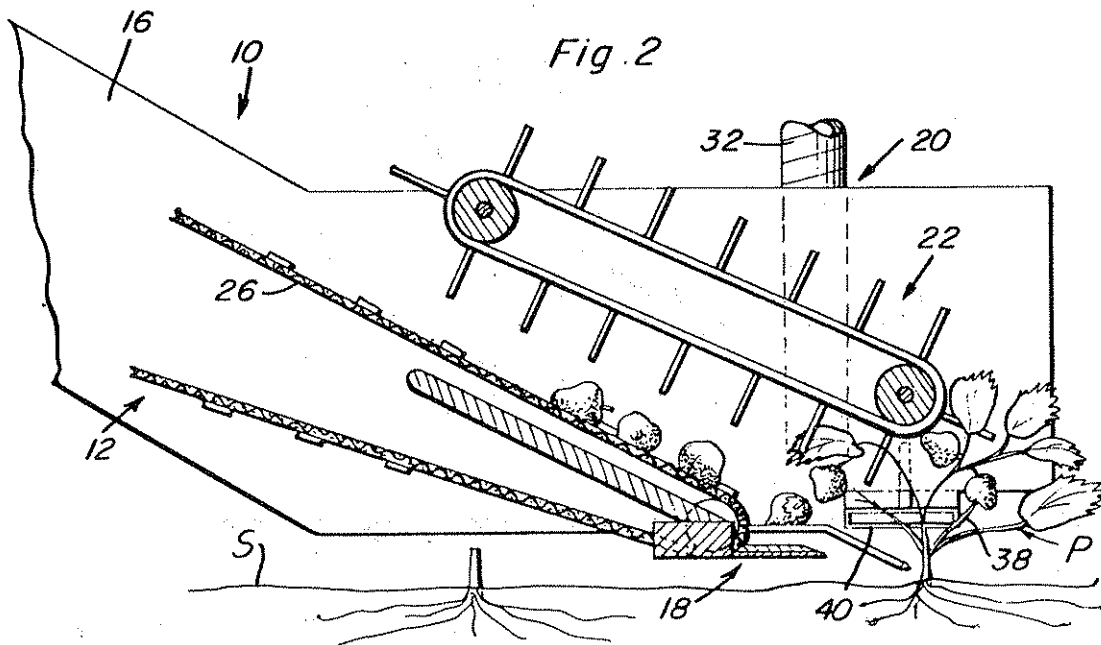


Bild 10. Senare modell av SKH&S-maskinen (Hecht, 1976)

Italien

Även i Italien har byggts maskiner som klipper av plantan och har bärlyftare och en "haspel" med fingrar monterade vid kedjor (se bild 11) (Lucignani, 1979).

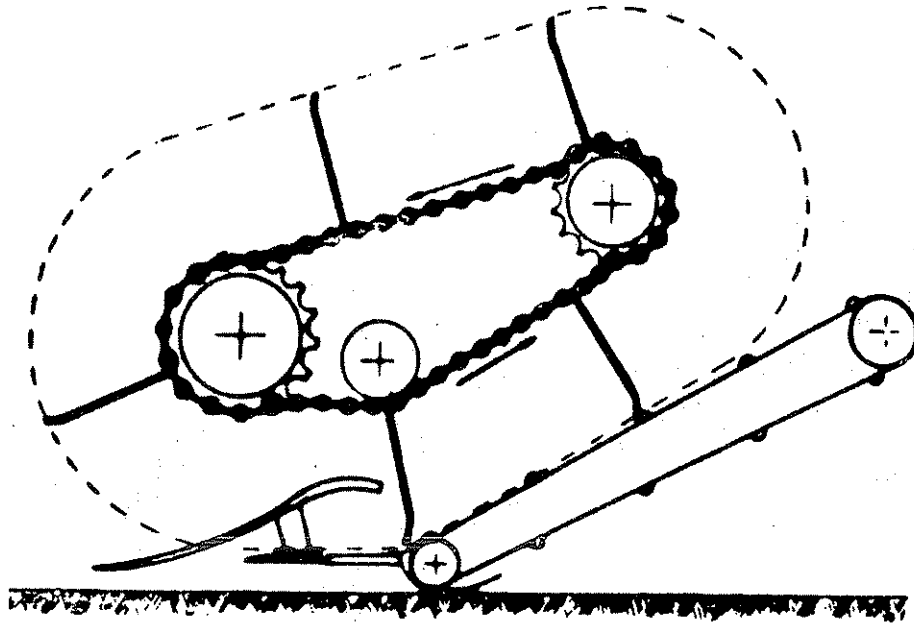


Bild 11. Skiss över italiensk maskin med inmatningsanordning (Lucignani, 1979)

3.1.2. Lyfta bären med borstar

Denna lyftprincip har använts både tillsammans med repande och klippande maskiner.

Vid ISF i Rom har utvecklats en skördemaskin med repande organ. Två runda roterande borstar, monterade i 30 graders vinkel, lyfter upp lågt liggande bärr. I slutet av borstarna sitter repande transportband som repar av bären (se bild 12). Ett hydraulsystem finns för att justera höjden på borstarna. Vid försök i Italien skördades mellan 23 och 69% av bären loss, 4 till 25% låg på marken, och 11 till 73% blev kvar på plantan (Rosati, 1980).

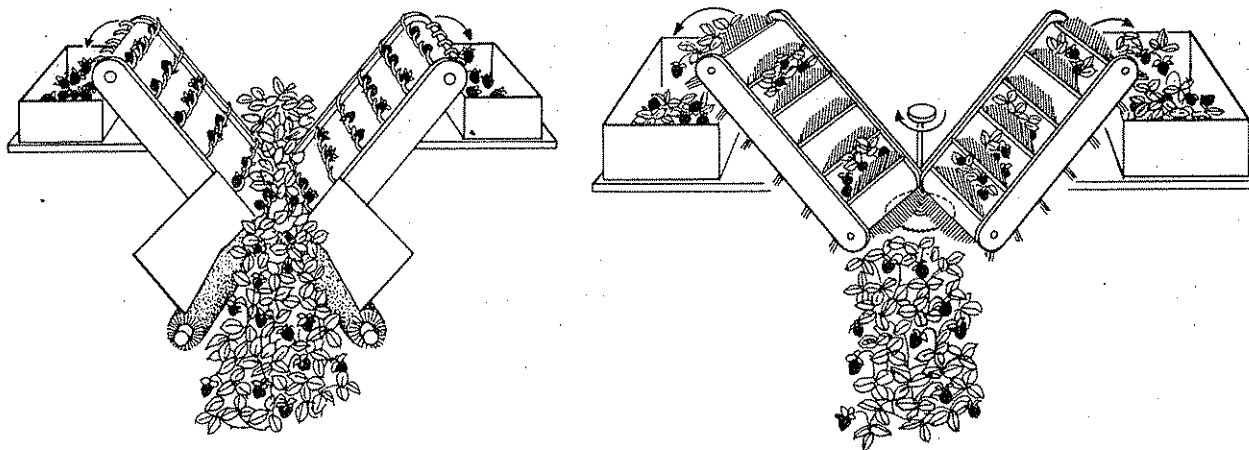


Bild 12. Skiss över italienska jordgubbsskördemaskiner. Till vänster repande skördemaskin med cylindriska borstar och till höger klippande (skärande) maskin med borstelevatorer (Baldini, 1981).

Centro Studi di Tecnica Frutticola del CNR (CSTF)

På en maskin utvecklad vid CSTF i Bologna, används transportband med en serie borstar monterade mellan två kedjor. Från början var borstarna monterade på enkla transportörer, i ca 35 graders vinkel (se bild 12). Borstarna reser upp stjälkarna framför en roterande kniv som skär av hela plantan. Borstarna fungerar sedan som transportörer och lyfter upp bären. Vid försök i Italien 1977 skördades mellan 70 och 85% av bären och resten låg på marken (Rosati, 1980).

Sovjet

På många av de nära 20 prototyper som har utvecklats i Sovjetunionen, finns borstar för att lyfta upp bären från marken. På en repande maskin med kammar, placerades borstar mellan kamrarna. Dessutom provades att repa med kammar från ena sidan, och på den andra sidan ha någon form av lyftande anordning. Man provade bl.a. en borstande, vertikal transportör och en roterande, rund borste. Bäst resultat nåddes med den runda borsten. När man körde fram och tillbaka i samma rad kunde man i något fall plocka 98% av bären. En maskin byggdes som hade två likadana skördeenheter, en på var sida om raden. Bären repades loss av transportband med repande kammar. På motsatta sidan av dessa satt en roterande borste som lyfte upp bären. Man kom till slutsatsen att det är svårt att kombinera den repande och den lyftande

mekanismen.

Senare byggdes en maskin med trummor som lyfte upp bären. På trummorna var monterade omväxlande böjliga "paddlar" och elastiska borstar. Trummorna var monterade vid sidan om raden och i vinkel mot framkörningsriktningen. När de roterade lyfte de upp bären och förde upp dem på stänger, från vilka de hamnade på de repande organen.

En senare maskin hade en rund, roterande borste på var sida om raden och parallell med denna. Borstarna reste upp bären och dessa repades loss. Mellan 70 och 100% av bären kunde repas av, men mängden uppfångade bär översteg inte 64% .

Den fullbordade försöksmaskinen hade två motgående, roterande, borstande trummor och repande skördeorgan. 1976 skördades mellan 47 och 80% av bären och 25 till 87% av dem fångades upp. 1977 var motsvarande siffror 41 till 95% och 32 till 96% (Tsybal & Utkov, 1978).

SKH&S

Denna maskin hade i ett tidigt skede en "haspel"-anordning med borstar fästade vid kedjor för att föra in det avklippta materialet på transportörerna (se kap 3.1.1.).

Andra maskiner

En svensk maskin, under utveckling av en odlare i Blekinge, repar av bären med kammar fästade mellan två kedjor som repar från sidan av raden. Mellan kammarna sitter borstar som lyfter upp bären innan fingrarna repar genom plantan. Borstarna fungerar även som "lock" över de skålformade kammarna när de forslar upp bären till transportörerna.

3.1.3. Lyfta bären med nät

Ett radikalt sätt att lyfta upp bären är att lägga ut nät på våren innan plantan har vuxit upp och sedan lyfta upp nätet vid skörd.

Iowa State University (ISU)

En maskin konstruerades vid Iowa State University i början av 70-talet. Plastnät placerades ut tidigt på våren. Vissa sekundära fördelar kunde konstateras vid plasttäckningen. Man fick:

- något sänkt yttemperatur och förbättrad fukthållighet
- tillräcklig marktäckning för att hålla bären rena
- minskad jorderosion vid regn.

Nätet lyftes upp av vibrerande armar. Bären lyftes upp av nätet och stjälkarna klipptes av med en knivbalk. Bären transporterades av nätet till ett par rullar där de föll ner på en tvärgående transportör. Nätet passerade under transportören och rullades upp bak på maskinen (se bild 13).

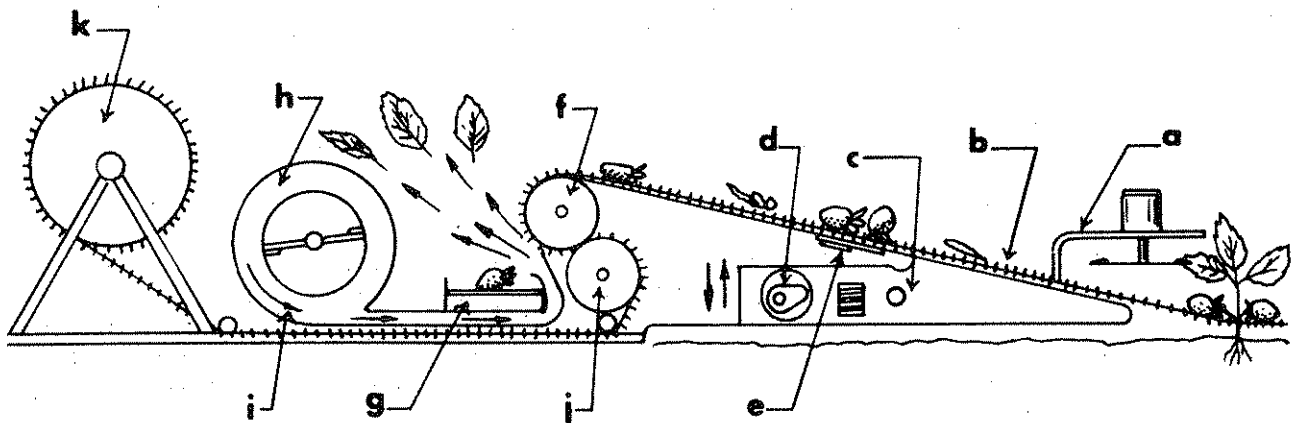


Bild 13. Skiss över skördemaskin som rullar upp nät (Stang & Denisen, 1971)

Tre olika typer av nät provades:

- 12 mm nät av polyetylen
- 19 mm "trädgårdsnät"
- 19 mm polypropylennät.

Flexibiliteten hos de båda första typerna av nät tillät de växande bladen att lyfta upp nätet från marken. Nätet med 12 mm maskor hade för små hål vilket försvårade för bladen att växa igenom.

Man kom fram till att ett lämpligt nät borde ha följande egenskaper:

- Ett fast material med tillräcklig flexibilitet för att passera över 8-10 cm rullar.
- Kraftiga trådar i nätet för att förhindra att bären blir skadade när det lyfts.
- Hålen bör vara 19 till 25 mm för att tillåta blad att växa igenom.
- Näten bör tåla vädrets och maskinens påverkan under minst tre säsonger.

Man konstaterade att skadorna på bären var måttliga (Stang & Denisen, 1971).

Ontario

En liknande maskin provades även vid University of Guelph i Ontario, Kanada. Maskinens konstruktion var i huvudsak identisk med maskinen i Iowa. Nätet lyfte upp bären och stjälkarna klipptes av. Nätet transporterade bären till lådorna. Metoden ansågs lovande även för färskmarknaden (Anonym, 1971).

3.1.4. Lyfta bären med luft

Metoder att underlätta jordgubbsskörden genom att använda luft vid positivt (blåsa) eller negativt (suga) tryck har använts på ett flertal maskiner. Luft har även använts för att transportera

bär på skördemaskinen.

För att bären ska kunna lyftas upp från marken behövs höga lufthastigheter. Vid denna hastighet riskerar man även att sand och jordpartiklar sugas upp och accelereras i maskinen, framförallt om marken är torr. Detta kan få till följd att sand slås in i jordgubbar, vilket gör dem odugliga för t.ex. syltframställning (Booster, pers. medd, 1984; Hansen, pers. medd, 1984).

3.1.4.1. Lyfta med undertryck

BEI-Arkansas

En av de tidigaste maskinerna med denna lyftmetod, och som även blev en kommersiell maskin, utvecklades vid University of Arkansas i USA. Maskinen repade loss bären med korta och raka fingrar (se kap 3.2.1.). Denna enkla mekanism var möjlig genom att bären lyftes upp från marken genom att luft under hög hastighet sögs in i maskinen.

Maskinen hade ett munstycke som hölls endast ca 3 cm över marken. Luft sögs med en hastighet av ca 1800 m/min av en fläkt (se bild 14). Luften lyfter upp bären från marken och underlättar därmed själva avplockningen. Luften används även för att separera blad m.m. från bären. Bären transporteras efter avplockningen både av luften och av kammarna på transportören. Blad sugas bort redan när bären transporteras upp av kammarna och ytterligare rensning sker, när bären faller från transportören till ett cellhjul som fungerar som lufttät utmatningsanordning. Där bären faller utvidgas kammaren så att lufthastigheten minskar (Nelson & Kattan, 1967).

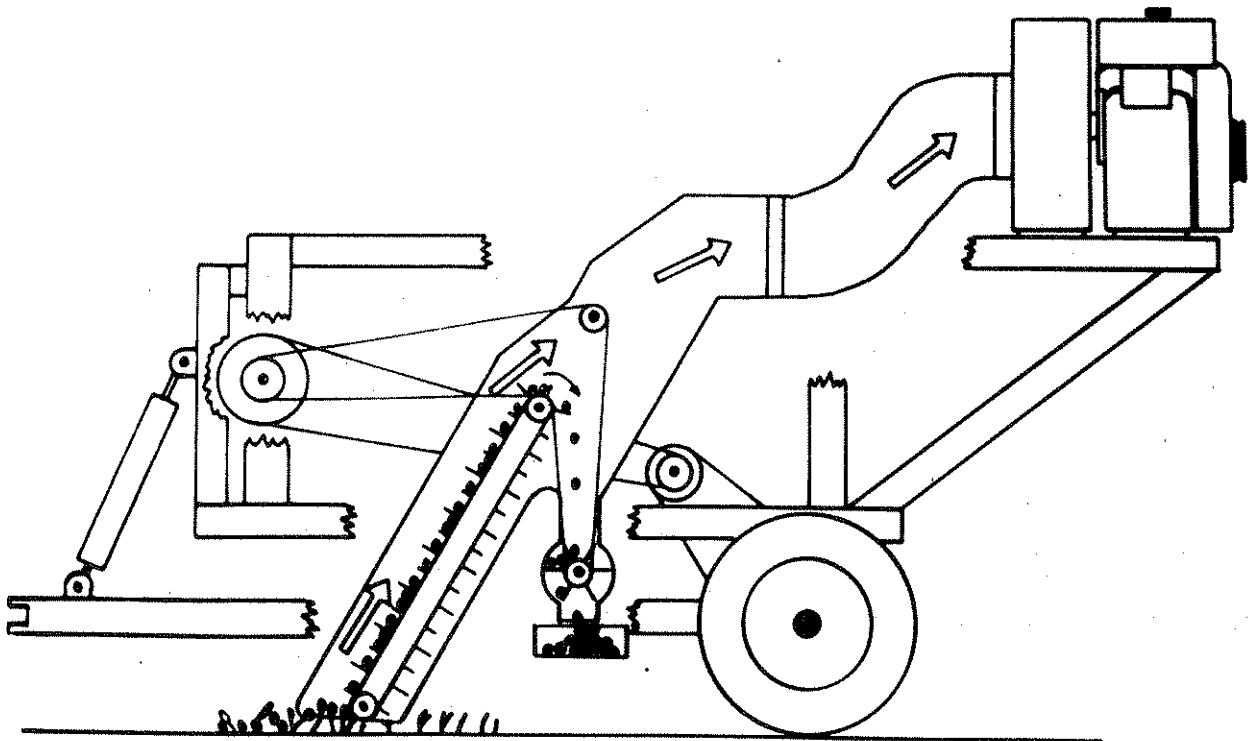


Bild 14. Skiss över University of Arkansas' maskin som arbetar med undertryck (Nelson & Morris, 1980)

Vid försök 1976 plockades mellan 91 och 97% av bären. I en sort bestod det skördade materialet av endast 8% vegetativt material (icke bär) (Morris et al, 1978).

Louisian State University

En maskin av nästan identisk konstruktion utvecklades vid Louisiana State University. Även denna maskin lyfte upp bären med undertryck och repade av dem (Anonym, 1971). Inga närmre detaljer om maskinen är kända.

Michigan State University (MSU)

En liknande maskin med undertryck som lyfter upp bären från marken och sedan repar loss dem provades även på Michigan State University tidigt under 70-talet. Metoden ansågs lovande, men övergavs relativt snabbt för andra skördemetoder (se kap 3.3) (Hansen, 1972).

Sovjet

Även i Sovjetunionen har luft under undertryck provats för att lyfta upp bären från marken. Metoden provades först på en maskin med kammar som repade loss bären, och senare i samband med en maskin som klippte med en knivbalk. Man kom fram till att en lufthastighet av 30 till 34 m/s (=1800 till 2040 m/min) lyfte upp 98 till 99% av bären vid en höjd av öppningen på 7 till 9 cm över marken och 35,8 till 56,5% vid en höjd av 13 till 15 cm (Tsybal & Utkov, 1978).

North Carolina State University

En skördemaskin för selektiv skörd av mogna jordgubbar konstruerades vid North Carolina State University (se även kap 3.4.). Bären lyftes upp med luft under undertryck och skakades loss. Maskinen började provas i fält 1971. Även här konstaterade man att en lufthastighet av 30,5 m/s (=1830 m/min) erfordrades för att lyfta upp bären från marken. Utformningen av öppningen där luften sögs in och avståndet mellan marken och öppningen visade sig ha stor betydelse för förmågan att hålla bären upplyftade. Luften användes även för att rensa bort och sortera ifrån blad mm. på ett något annorlunda sätt än Arkansas-maskinen (se kap 3.7.1.) (Holmes & Ruff, 1975).

Vid IMA i Pisa i Italien har provats en maskin som förefaller vara mycket lik den som utvecklades i North Carolina. Bären lyftes upp med luft under undertryck och skördades loss med vibrerande fingrar (se bild 15). Inga närmare detaljer är dock kända om maskinen (Lucignani, 1979).

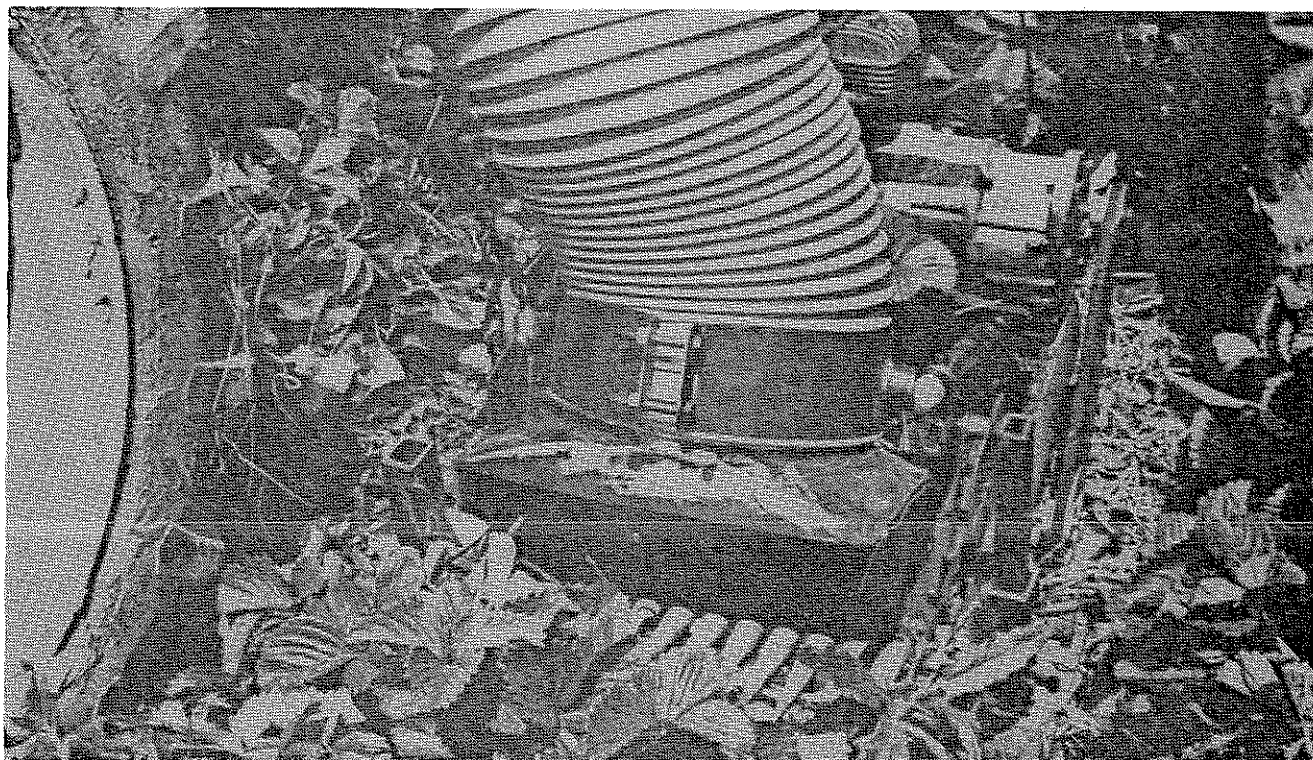


Bild 15. Italiensk maskin med vibrerande pinnar (Lucignani, 1979)

3.1.4.2. Lyfta bären med luft under övertryck.

Denna metod innebär att luft blåses ut på sådant sätt att bären lyfts från marken och har använts på några maskiner.

SKH&S

En av de maskiner som har denna lyftmetod är SKH&S, som har utvecklats av Charles Hecht m. fl. i Oregon, USA. Principen som har patenterats av Hecht, bygger på att två luftströmmar med hög hastighet blåses ut på ömse sidor om raden (se bild 16). När luftströmmarna möts i raden kolliderar de och skapar en uppåtriktad luftström som lyfter upp bären från marken. Efter att stjälkarna har klippts av med en dubbelknivbalk, medverkar luften i att lyfta in det avskurna materialet på transportörerna (Hecht, 1980).

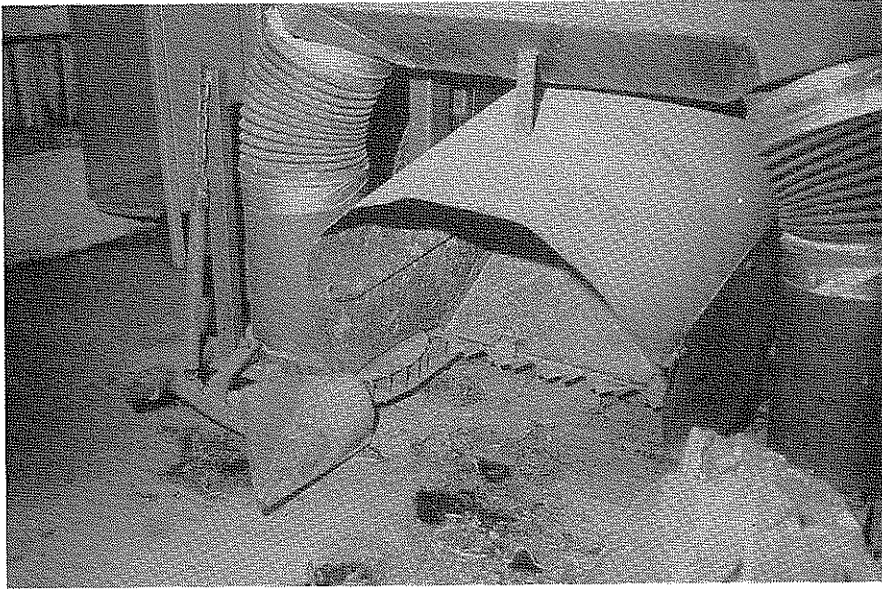


Bild 16. Skördehuvud på SKH&S maskin. Notera luftöppningarna

Michigan State University (MSU)

Forskare på Michigan State University samarbetade i mitten av 70-talet med Charles Hecht vid utveckling av MSU:s skördemaskin med klippande skördeprincip. Luftmunstyckena, som tillverkades vid MSU, hade en öppning av 7.5 cm x 25 cm. Lufthastigheter på nära 45 m/s (2700 m/min) uppnåddes. Runt omkring munstyckena sattes plåtar, och över raden och mellan plåtarna, monterades en halv-cirkulär sköld, som lutade bakåt och uppåt och skapade en tunnel över raden.

Vid försök i Florida 1977 konstaterades att maskinen lyckades väl med att lyfta upp bären från marken, Luftströmmen vred även in bär som låg på utsidan av raden in mot mitten. Munstyckena justerades så att bären lyftes precis framför knivbalken, och det avklippta materialet lyftes in i maskinen. Skölden över raden skapade en bakåtriktad luftström som blåste in bären på transportören. Försöken som gjordes visade att raden kan vara maximalt 60 cm bred. Vid detta försök hade man inga problem med att sand blåstes in i bären. I genomsnitt kunde man plocka 67% av bären, med enskilda resultat mellan 53 och 86%.

Vid försök i Michigan samma år, där luftprincipen jämfördes med en maskin med haspel, konstaterades att maskintyperna var relativt jämbördiga i effektivitet. Man ansåg även att den skördade produkten var jämbördig. Vid körning med "luftmaskinen" krävdes att både föraren och den som bytte lådor m.m. använde skyddsglasögon. Luftströmmen blåste även in sand och damm i dubbelknivbalken och skadade denna.

De slutsatser man drog var att lyfta bären med luft under övertryck var en tillfredsställande metod om plantorna hade begränsad mängd bladmaterial, och om marken var fuktig. Effektiviteten hos båda maskintyperna konstaterades vara i hög grad beroende av odlingsteknik (Ledebuhr et al, 1977).

Arbetet med denna lyftprincip lades senare ner p.g.a. skador på

bären (Hansen, pers. medd, 1984).

Ontario

På en maskin, konstruerad vid University of Guelph, Ontario, Kanada, som repade loss bären med fingrar fästade vid "lådor" (se kap 3.2.1.), användes luft under övertryck för att underlätta skörden. En serie rör, som var individuellt ledade och fjäderbelastade gled utefter marken (se bild 17). Rören var gjorda av tjockväggiga 6 mm rör. Tre hål borrades på ena sidan. Komprimerad luft med 0.28 MPa eller högre tryck blåstes ut genom hålen. Från början var rören monterade med 9,5 mm avstånd, men detta ändrades senare till 19 mm. Luften kunde lyfta upp bären, men rörens utformning gjorde att de hade en tendens att tränga in i kronorna på plantorna istället för att gå över. Rörens fastsättning gjorde även att de ofta blev igensatta med vegetativt material (Hughes, 1968).

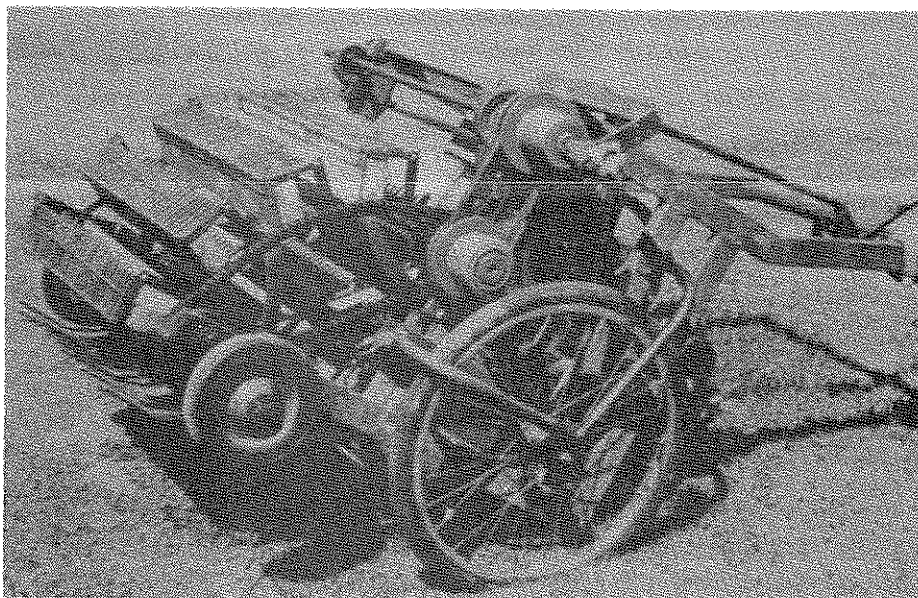


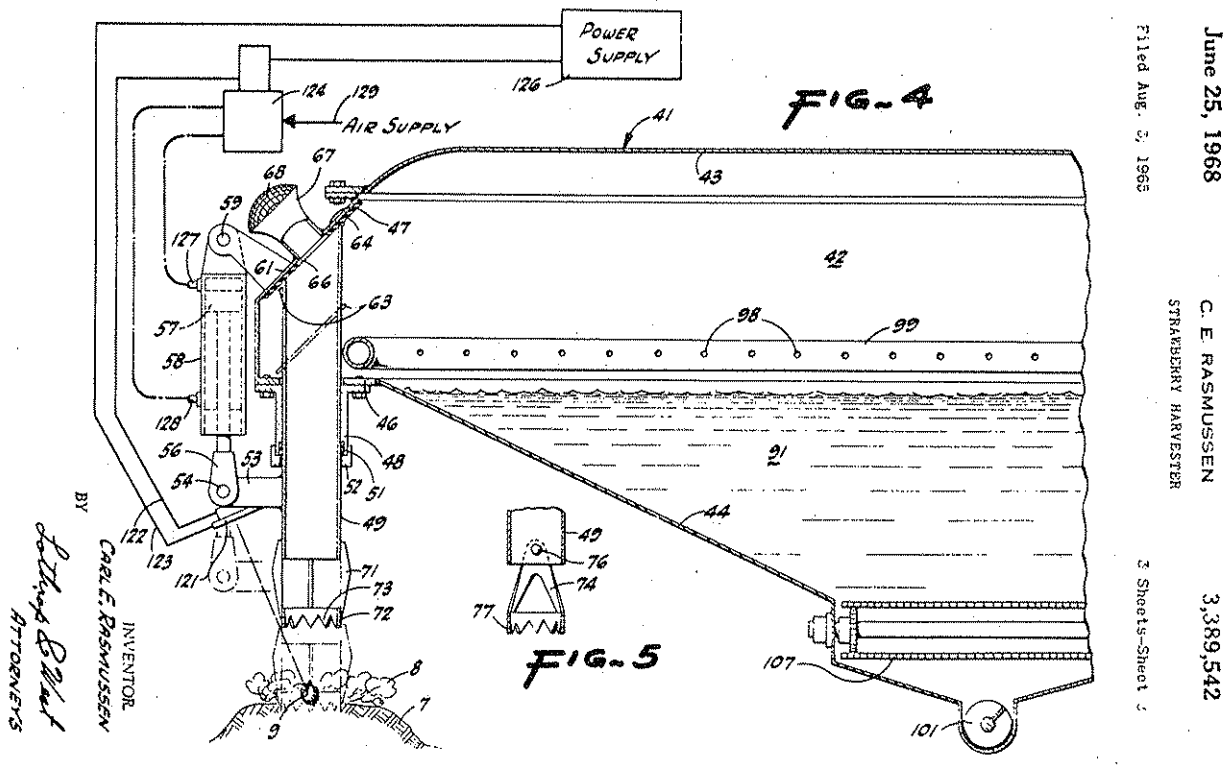
Bild 17. Kanadensisk repande maskin (Hughes, 1968)

3.1.4.3. Transportera bären med luft

Luft har även använts för att transportera bären från skördepunkten till transportörer eller lådor. Ett exempel är SKH&S (se föregående kapitel) där luften lyfter in bären i maskinen. Luft har även använts enbart för att transportera bären.

Rasmussen

En selektiv skördemaskin, som "ser" de röda jordgubbarna och skär loss dem med en cirkulär kniv fäst vid ett rör (se kap 3.4.), har patenterats av Carl Rasmussen i Atwater, Kalifornien i USA. Röret befinner sig under undertryck och när bäret har skurits loss, sugts det upp i röret och släpps av i ett vattenbad inne i maskinen (se bild 18). För att bäret inte ska slå emot väggarna inne i tanken sugts luft in även genom ett hål vid sidan av röret, som blåser bäret åt sidan. När röret är helt upplyft, stänger det till båda öppningarna så att ingen luft då sugts in i röret (Rasmussen, 1968).



June 25, 1968
 Filed Aug. 3, 1965
 C. E. RASMUSSEN
 STRAWBERRY HARVESTER
 3,389,542
 3 Sheets-Sheet 3

Bild 18. Skiss över selektiv skördemaskin (Rasmussen, 1968)

Iowa State University (ISU)

På en maskin, utvecklad vid Iowa State University, repades bären av med vibrerande stänger (se kap 3.2.2.). Efter att bären hade repats loss hamnade de på ett lutande plan där en kraftig luftström blåste upp dem till en tvärgående transportör (se bild 19). Luften blåstes in bakifrån och riktades om bakåt genom en 8 mm öppning. En lufthastighet av över 35 m/s (=2100 m/min) var önskvärd för att få alla bär förflyttade uppför ett lutande plan. Trots den höga lufthastigheten kunde ett ovanligt stort bär, eller en jordklump fastna halvvägs upp på planet. Luftströmmen användes dessutom för att separera bär från blad, halm, mm. Genom sin konstruktion kunde "transportören" placeras bakom och under plockningsfingrarna, på en höjd lägre än 3 cm (Quick, 1971).

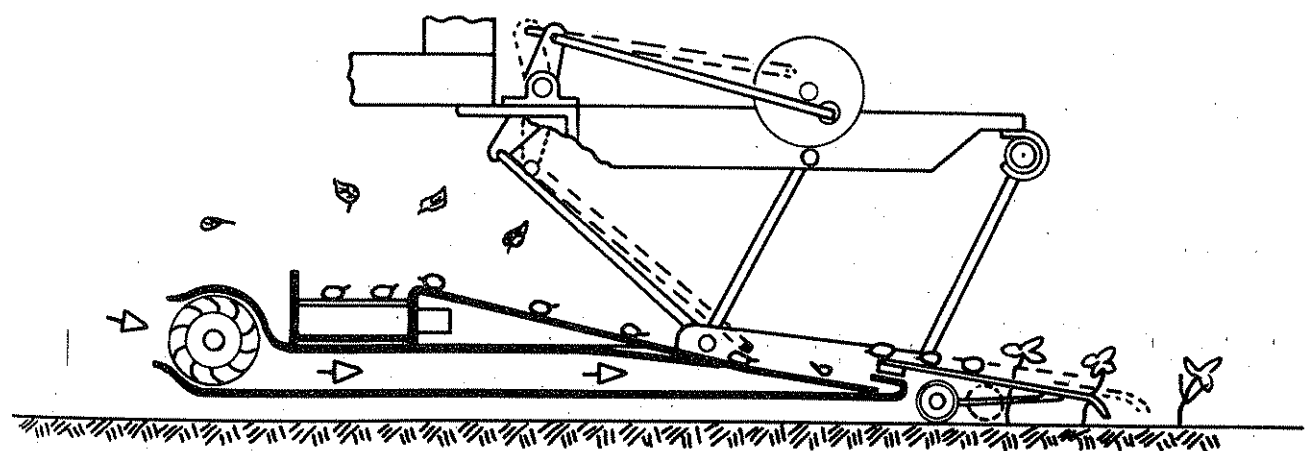


Bild 19. Maskin som repar av bären med vibrerande stänger och blåser upp dem till transportören (Booster et al, 1969).

Även på maskinen utvecklad vid NIAE, med klippande skördeprincip, har provats att transportera bären med luft. Luft blåstes genom en bakåtriktad öppning precis bakom knivbalken. Denna metod provades för att hindra bär från att rulla tillbaka till marken. (Kemp, 1976). Metoden frångicks vid senare maskinutveckling.

3.1.5. Andra metoder att lyfta bären

Det har även provats några andra metoder att lyfta upp bären än de ovan beskrivna. Till denna grupp kan t.ex. räknas enkla torpeder som lyfter upp de yttersta bären som på SKH&S (se bild 16).

Oregon State University (OSU)

Vid OSU provades en anordning som kallades "flytande sko". En ledad sko var fastsatt på var sida om raden. Den främsta punkten på skon skulle glida under stjälkarna och när maskinen kördes framåt gled bär och stjälkar upp på skorna. När bär m.m. nådde en bestämd punkt, skars stjälkarna av med cirkulära skivor. En borste förde sedan undan det avskurna materialet till transportörer. Vid fältförsöken visade det sig att anordningen inte fungerade tillfredsställande vid fullvuxna plantor, och metoden övergavs (Booster et al, 1970a).

Iowa State University (ISU)

På en maskin byggd vid Iowa State University fanns bärlyftare av vibrerande stänger. Stängerna vibrerade vertikalt, och vid försöken gled bären uppför stängerna till en punkt där stjälkarna skars av med en kedjemekanism (Anonym, 1971).

Sovjet

I Sovjet har provats några annorlunda lyftmetoder. På en maskin med repande skördeorgan, provades en fingerförsedd, lutande skiva, som monterades på motsatt sida av en tvärställd, repande transportör. Inga närmare detaljer anges om metoden.

På en annan maskin, som skördade genom att klippa av plantan med knivbalk, användes två lyftande organ: ett pneumatiskt system och ett mekaniskt. Det pneumatiska arbetade med undertryck. De mekaniska lyftarna bestod av lutande stänger, vars lutning kunde justeras. Stängerna vibrerade med en amplitud som kunde justeras mellan 0 och 20 mm, och vinkeln för svängningsriktningen mellan 0 och 180 grader. Inga närmare detaljer anges om denna metod.

Den mest radikala metoden gick ut på att hela plantan lyftes upp tillsammans med rötter och jord. Rötter med jord skars loss med hjälp av en lutande halvcirkelformad ränna. Ovanför rännan placerades en cirkelformad, roterande kniv (se bild 37). Kniven var placerad 7-8 cm över rännans ovansida. När maskinen kördes framåt i raden, skars rötter och jord loss och hela plantan gled uppför rännan till en höjd 20-25 cm över markytan. Bären gled på rännans sidor och när stjälkarna skars av kunde bär m.m. fångas upp. Rötterna med jord skulle sedan falla tillbaka till marken och tryckas fast. Med denna metod ville man nå optimala betingelser för skörd och uppfångning. Vid försöken var skador på bären försumbara (mindre än, eller lika med 2%), och man nådde här 100%

skördeeffektivitet. Man konstaterade dock att metoden krävde betydande omarbetningar, samt försök om hur man skall fixera den uppgrävda raden (Tsybal & Utkov, 1978).

3.2. Skörd genom att repa av bären

Den skördemetod som började utvecklas först, och som även är den metod som har provats på flest ställen, är att repa eller kamma loss bären. Metoden har provats vid universitet i USA, Kanada, Italien, Holland, Danmark och Sovjetunionen. De flesta av dessa forskningsarbeten har avslutats, men forskning pågår aktivt åtminstone i Danmark och Italien. Av de prototyper som har byggts har endast en resulterat i en kommersiell modell, BEI (se kap 4.4). Tillverkningen av denna maskin har dock upphört.

Skörd genom att repa av bären bygger på idén att bären skall skiljas från plantan direkt vid skörden. Förhoppningsvis ska inga blad och skräp följa med och man har sin slutprodukt klar redan vid skörden. Vid produktion av t.ex. syltbär är det även önskvärt att bären snoppas direkt vid skörden. Denna skördemetod ger utrymme för en okomplicerad skördemaskin, under förutsättning att man kan få fram sorter som håller upp bären från marken, har koncentrerad mognad, är "självsnoppande" och har goda industriegenskaper. Man flyttar emellertid problemen från maskinkonstruktören till växtförädlaren.

Enligt Dean Booster (1980), som arbetar med maskinutveckling vid Oregon State University, är en repande mekanism relativt effektiv att skörda bären från förberedda och utjämnade rader. Mekaniska skador och skräpmängd ligger inom acceptabla nivåer. Det största problemet är den låga kapaciteten. Maskinen körs med en hastighet av 400 meter/timme.

Liknande siffror har rapporterats från andra källor. Den danska maskinen (se kap 4.6.) arbetar vid en hastighet 300 m/h (Thuesen, 1984). Så höga hastigheter som 1.3 km/h har dock rapporterats (Nelson et al, 1978) vid skörd med en repande maskin som lyfter bären med undertryck. Den låga kapaciteten innebär att maskinen, även om den byggs billigt, blir mycket dyr per kg skördad vara. Den danska maskinen, som är tvåradig, uppges kunna skörda ca 250 kg/h (Thuesen, 1984).

För att körhastigheten ska kunna höjas, krävs att även hastigheten på de repande kammarna höjs, vilket innebär att fler bär kastas ut och faller till marken.

Quick och Denisen (1970), som tidigare hade arbetat med en repande skördemaskin, angav problemen med denna metod vara följande:

- individuella kammar är inte kontinuerligt i kontakt med plantan
- det är svårt att hålla en jämn plockningshöjd
- rörelsen hos fingrarna är sådan att de tenderar att dra upp hela plantor
- det är svårt att få bären att falla från fingrarna
- maskinen är komplicerad och klumpig.

3.2.1. Repa av bären med kammar

Iowa State University (ISU)

En av de första maskinerna som byggdes för skörd enligt denna metod var en prototyp på Iowa State University. De första experimenten gjordes med en stengrep som för hand fördes på marken in i en jordgubbsplanta och bären repades av när grepen lyftes. 1964 byggdes en maskin som hade 16 kammar, var och en 64 cm bred och med 6 mm breda fingrar placerade med 16 mm avstånd (se bild 20). Fingrarna var böjda för att lättare kunna tränga in i plantan och för att hindra bären från att falla ur. Kammarna hade en bakåtgående rörelse och hastigheten var synkroniserad med framkörningshastigheten så att de repade rakt upp. Vid försök 1965 konstaterade man att resultatet förbättrades om de flesta bladen klipptes av före skörd. Vid ett försök skördade maskinen 40% av de tillgängliga bären, ytterligare 23% repades loss men föll till marken och 37% var kvar på plantan. 50% av de skördade bären hade mekaniska skador. 1966 provade man att repa framåt istället för bakåt genom att maskinen backades genom fältet. Man fick då ett bättre plockningsresultat med fler avplockade bär och mindre spill och förluster (Denison & Buchele, 1967; Booster et al, 1969).



Bild 20. Repande skördemaskin från ISU (Denison & Buchele, 1966)

Maskinen plockade under 1966 i genomsnitt 81.9% av bären. 11.3% (4.1 - 28.2%) plockades loss, men tappades igen på marken (Buchele & Denison, 1967).

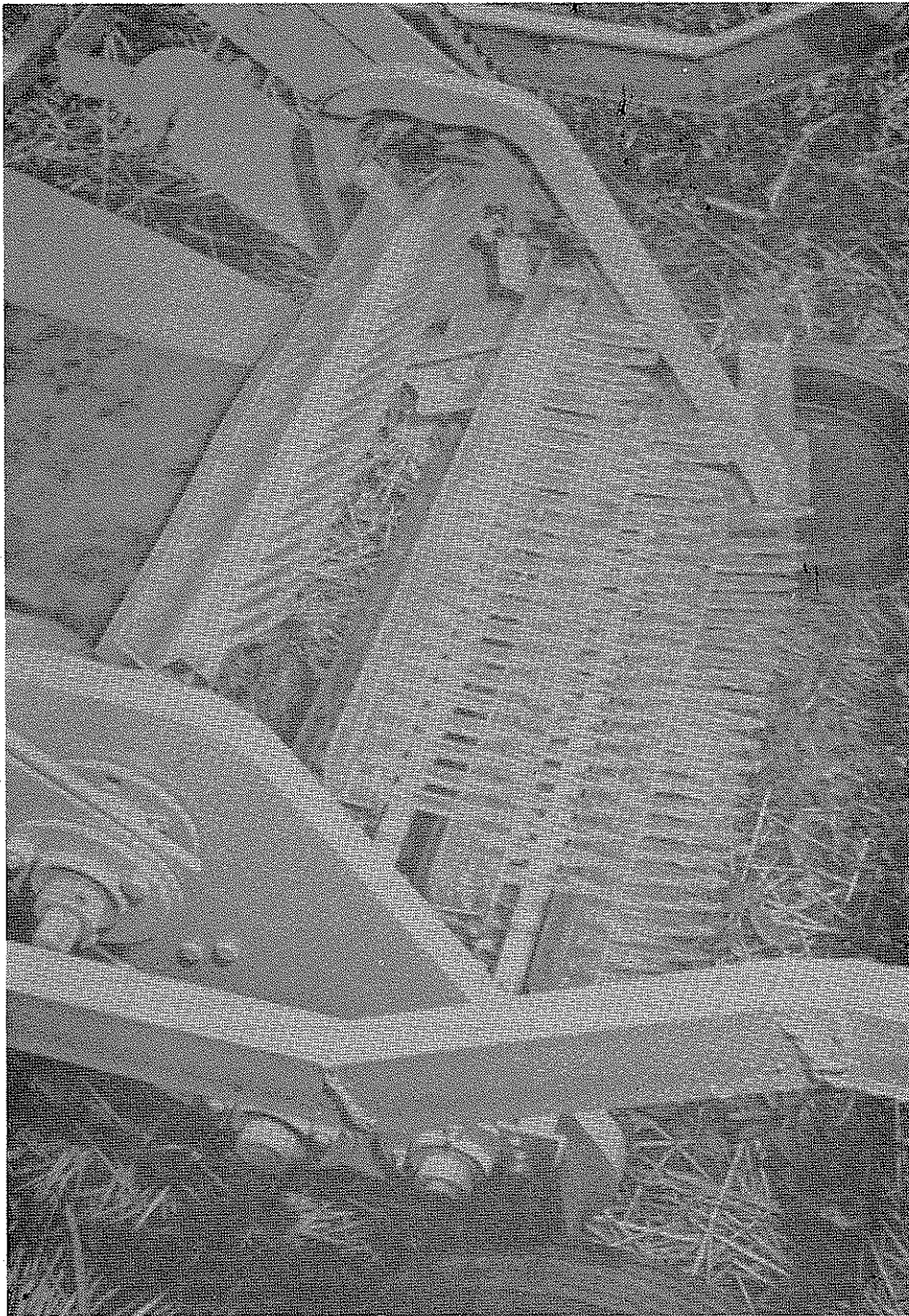


Bild 21. Detalj av repande skördemaskin från Illinois (Hoag & Hunt, 1966)

Ungefär samtidigt arbetade man på University of Illinois med en maskin som repar efter liknande principer. En laboratorieutrustning byggdes där olika utförande på de repande fingrarna provades. Maskinen drog fingrarna rakt uppåt och bären drogs loss från plantorna. Sex olika fingerstorlekar provades: tre runda och tre fyrkantiga med tjocklekarna 6 mm, 9 mm och 12.5 mm.

Utrustningen provades efter sex olika kriterier:

- Skadade mogna bär. Fyrkantiga fingrar gav färre skador. Ingen skillnad mellan storlek och avstånd.
- Omogna bär plockade. 12,5 mm avstånd var bättre än 9 mm och 9 mm bättre än 6 mm.
- Plantor uppdragna med roten. Inga signifikanta skillnader.
- Blad lossrepade. Inga signifikanta skillnader.
- Missade mogna bär. 12 mm avståndet var mindre effektivt än de övriga. Inga skillnader mellan fingerstorlek eller form.
- Förluster. Skadade bär och bär kvar på plantan räknades. 12 mm avstånd var sämre än de övriga.

För en fältmaskin var en kompromiss nödvändig. Fingeravståndet 9 mm valdes eftersom man föredrog att plocka fler omogna bär framför att förlora bär. Runda fingrar valdes eftersom de var lättare att tillverka. Fingertjockleken visade inga signifikanta skillnader. 9 mm tjocklek valdes som en kompromiss mellan styrka i plastmaterialet och förmåga att tränga in i bladverket.

En självgående maskin byggdes där bären plockades loss av runda plaststavar placerade på kammar (se bild 21). Maskinen plockade de flesta bär som inte låg direkt på marken. Den var delvis selektiv och lämnade kvar små bär. Antalet skador var litet och den drog inte upp några plantor med rötterna. En del problem dök dock upp som inte hade observerats i laboratorietesterna. Blad repades loss och plantor bröts vid kronan. Dessutom rullade bär av fingrarna p.g.a. maskinvibrationer.

I fältförsöken skadades 18% av bären och 26% var förluster (Hoag & Hunt, 1966).

Istituto di Meccanica Agraria (IMA)

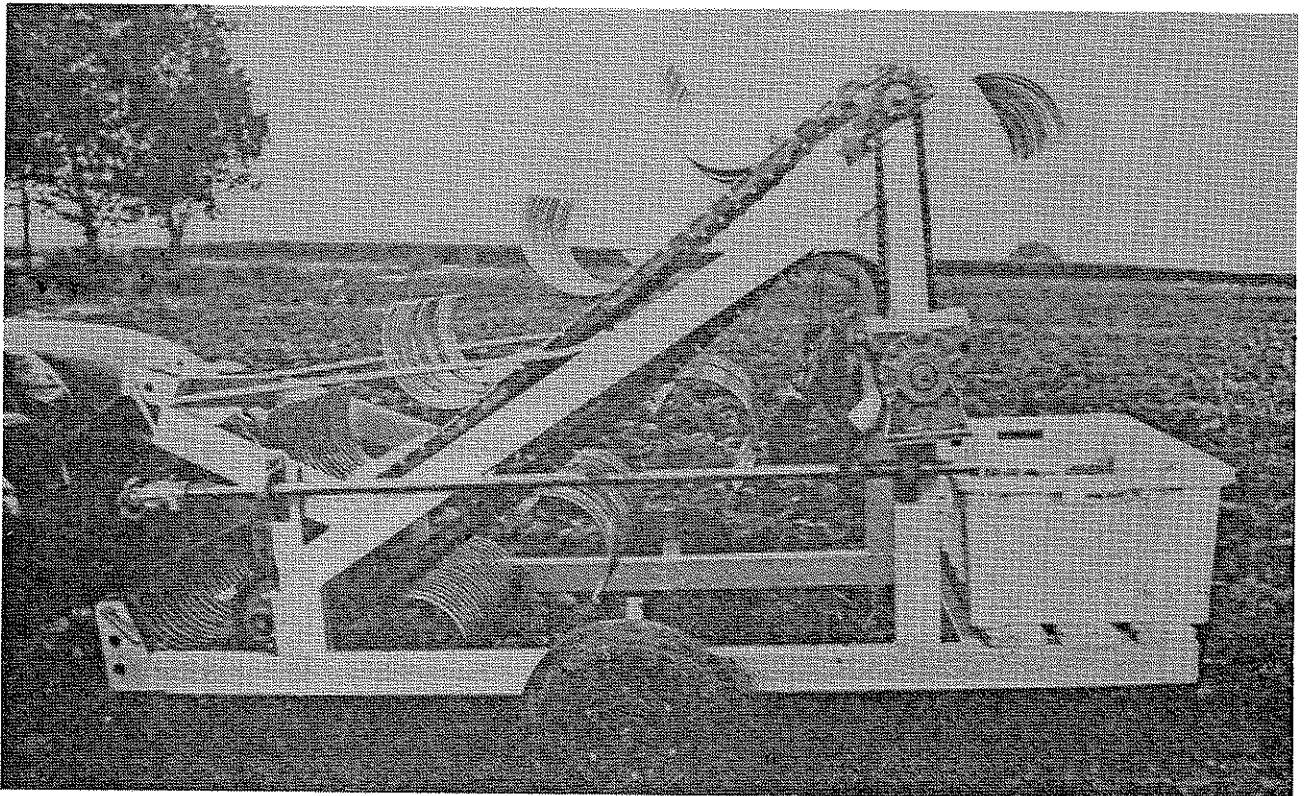


bild 22. Repande skördemaskin från Pisa (Lucignani, 1979)

En maskin som är nästan identisk med den som byggts vid ISU, har byggts av Istituto di Meccanica Agraria, vid Università di Pisa (se bild 22). Maskinen har böjda fingrar fästade vid kammar mellan två kedjor och de kammar igenom plantorna i samma riktning som maskinen rör sig (Lucignani, 1979).

Vid IMA har även utvecklats en maskin med repande "tillbakadragbara" fingrar monterade vid en trumma (se bild 23). Trumman är 57 cm bred. Hastigheten hos fingerspetsen var 0.37 m/s. Maskinen uppgavs fungera relativt väl på välformade, 10 till 15 cm upphöjda bäddar (Rosati, 1980).

Dessutom har man vid IMA arbetat med en maskin som repar med kamstyrda fingrar (se bild 24) (Ciolo et al, 1978). Inga närmare detaljer är kända om denna maskin.

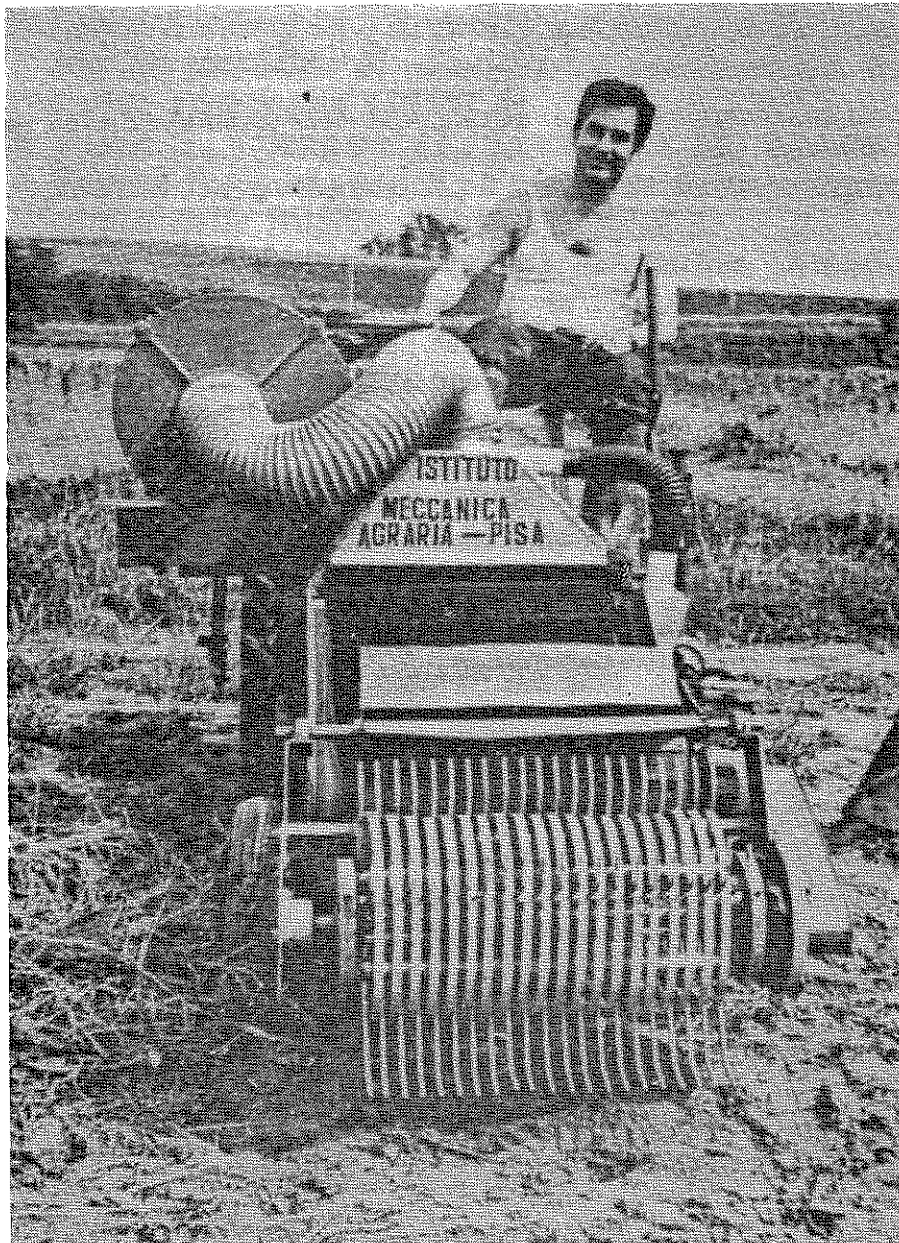


Bild 23. Repande maskin med "tillbakadragbara" fingrar (Lucignani, 1979).

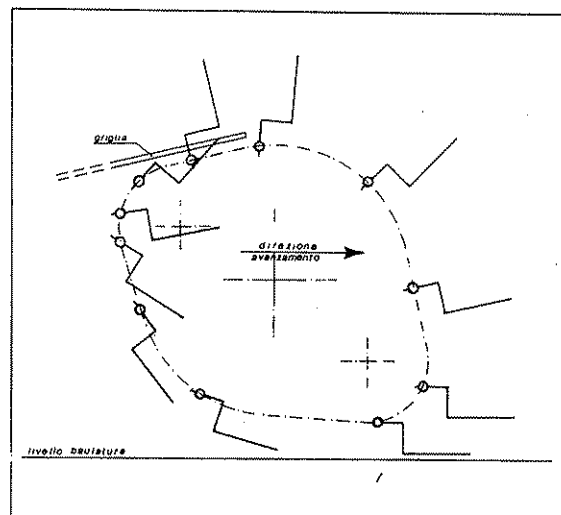
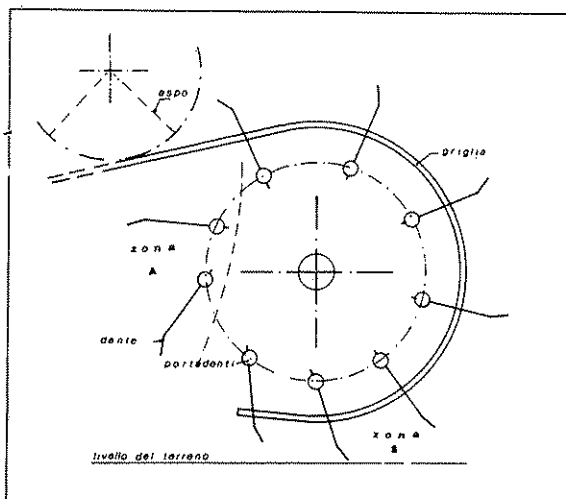


Bild 24. Skiss över repande maskiner med kamstyrda fingrar (Ciolo et al, 1978)

Istituto Sperimentale per la Frutticoltura (ISF)

Vid Istituto Sperimentale per la Frutticoltura i Rom, i Italien, arbetar man med en repande maskin som lyfter upp bären med roterande borstar (se kap 3.1.2.). De upplyfta bären repas loss med plasttäckta stålfingrar som repar loss stora bär. Fingrarna är fästade vid ett transportband, och anordningen fungerar även som transportör av de skördade bären (se bild 12) (Rosati, 1980).

Årslev

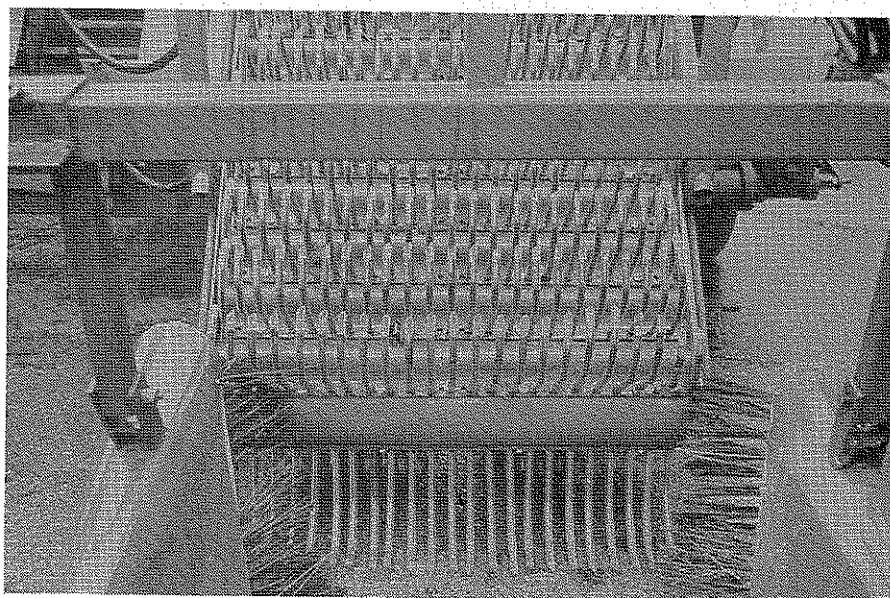


Bild 25. Repande maskin från Danmark

Vid Havebrugscentret, Institut för Grönsager i Årslev på Fyn i Danmark har man under 80-talet utarbetat två prototyper för jordgubbsskörd. Den stora prototypen är tvåradig (se bild 54). Bären repas loss med fingrar monterade på ett antal kammar (se bild 25). Kammarna är fästade vid kedjor och mellan kedjorna och under kammarna är en duk monterad, som tillsammans med kammarna bildar en transportör.

Vid skörd i radkultur plockades ca 60% av de befintliga bären loss. Dessa bär utgör dock 65 till 70% av de användbara bären. Man har även provat att odla i 2 m breda tätkulturer, och i sådan odling skördades 81% av bären, vilket utgjorde 89% av de användbara bären (Thuesen, 1984).

Arkansas, Louisiana

Liknande plockningsprinciper har använts på tre prototyper som har utvecklats vid University of Arkansas och vid Louisiana State University. Maskinerna är mycket lika varandra och arbetar båda efter principen att lyfta bären med undertryck (se kap 3.1.). Repningsmekanismen är mycket enkel, och har kammar med korta fingrar som repar loss bären (se bild 14). Arkansas-maskinen hade 37.5 cm breda kammar, placerade med 10 cm avstånd vid två kedjor. Kammarna har en serie fingrar, 6.25 cm långa, placerade med 1 cm avstånd mellan fingrarna. Framför kammarna satt syntetiska bors-tar, något längre än kammarna som hjälper till att lyfta upp bären från marken (Nelson & Morris, 1980).

Ontario

Vid University of Guelph i Ontario, Kanada, har utvecklats en maskin som repar loss bären, men där dessa hanteras lite annorlunda. De tidigare beskrivna maskinerna har alla repat loss bären och transporterat dem till änden av kedjan eller bandet där kammarna är fästade, för att släppa av dem i lådor eller på ett sorteringsband. Den kanadensiska maskinen har kammarna fästade vid en trumma med öppet centrum. De avplockade jordgubbarna lyfts upp av kammarna och släpps in i trumman där de förs åt sidan av en transportör (Anonym, 1968).

I Guelph utvecklades även en maskin som hade en serie plåtlådor fästade mellan två kedjor. I lådornas framkant satt plocknings-fingrar, liknande en repa för lingon och blåbär. Jordgubbarna plockades loss av fingrarna och transporterades upp till en punkt där de tippades av i förvaringslådor (se bild 17). Denna maskin var även försedd med tryckluft för att lyfta bären från marken (se kap 3.1.4.2.) (Anonym, 1969).

Samtliga de ovan beskrivna maskinerna repar loss bären genom att repa i radens längdriktning, och med undantag av ISU, repade de samtliga framåt, dvs i körriktningen. Även andra riktningar på repningen har provats.

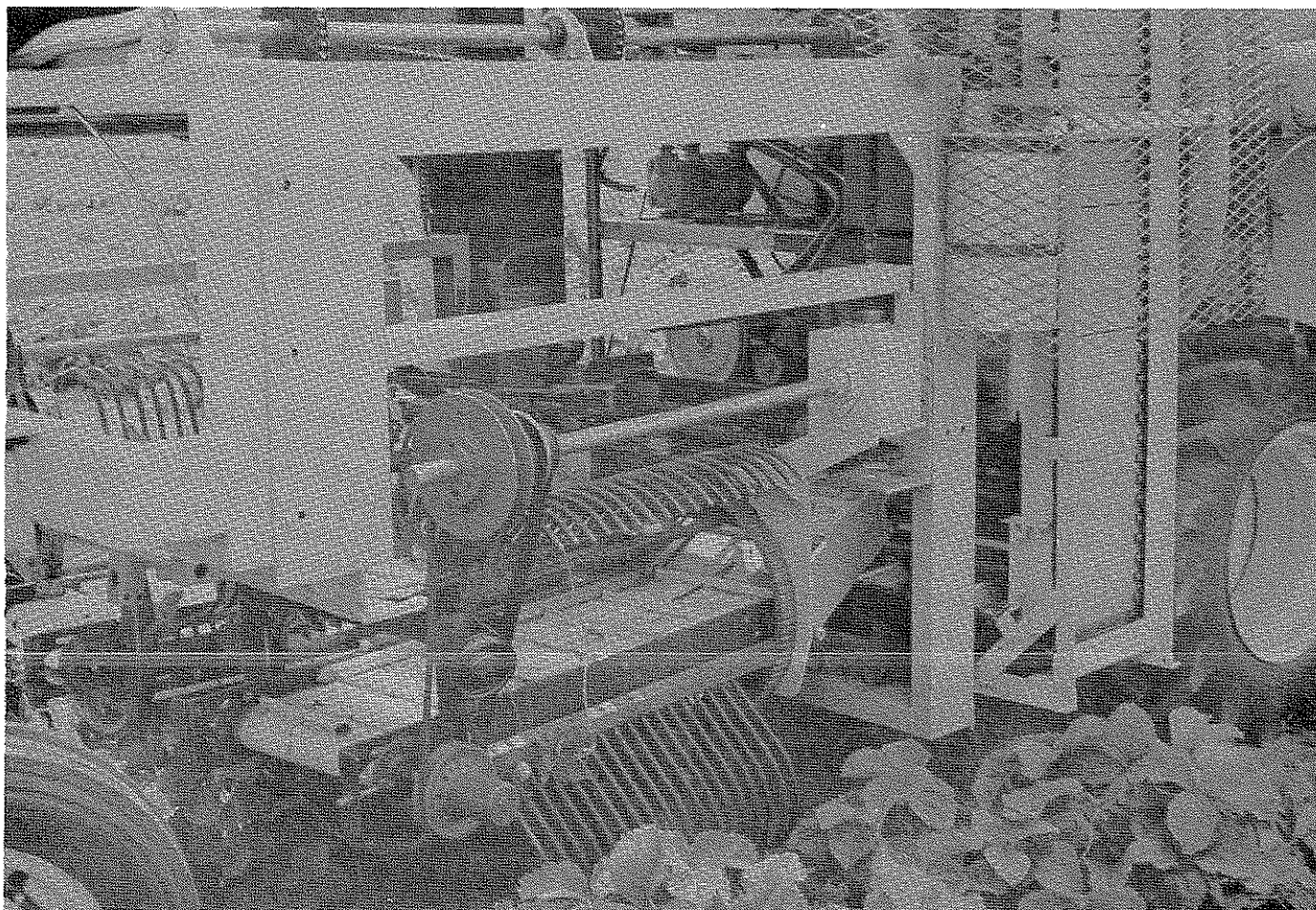


Bild 26. Detalj av OSU:s repande jordgubbsskördemaskin (Anonym, 1969)

Vid OSU började man utveckla maskinell jordgubbsskörd i mitten av 60-talet. 1967 provades en traktordragen skördemaskin som skördade halva raden, och följande år byggdes en självgående maskin som skördade hela raden (se bild 26).

Maskinen hade två trummor som repade loss bären från sidan. Fingrarna möttes med stor överlappning (se bild 27). Man fick ändå en ganska stor yta mitt i raden som förblev oskördad, och det försökte man lösa genom att forma om raden (se bild 28). Bären lyftes upp av fingrarna och tippades på transportören i trummans centrum, liknande maskinen i Ontario. Maskinen uppgavs kunna plocka över 95% av bären. Dock föll ett stort antal tillbaka på marken. En del bär missade transportörerna, och andra som satt i klasar fastnade vid fingrarna och hamnade på marken mellan raderna. Ett annat problem med plockningsmekanismen var att utlöpare fastnade vid fingrarna och försvårade plockningen.

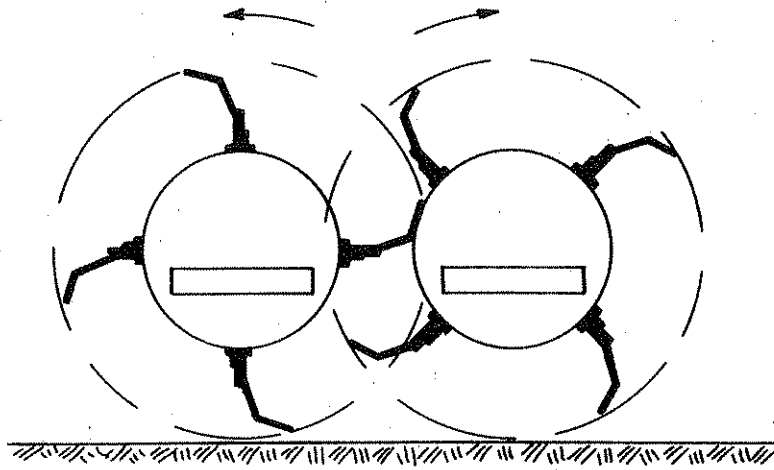


Bild 27. Skiss över skördeorganen på OSU:s tidiga maskiner (Booster et al, 1970a)

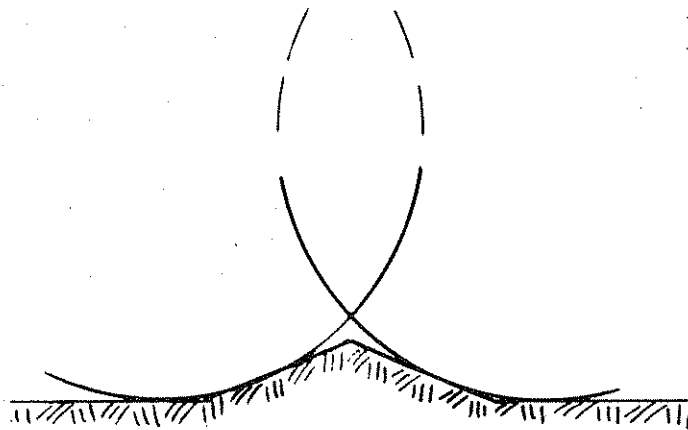


Bild 28. Jordgubbsraden formades om för att minska den missade ytan (Booster et al, 1970a)

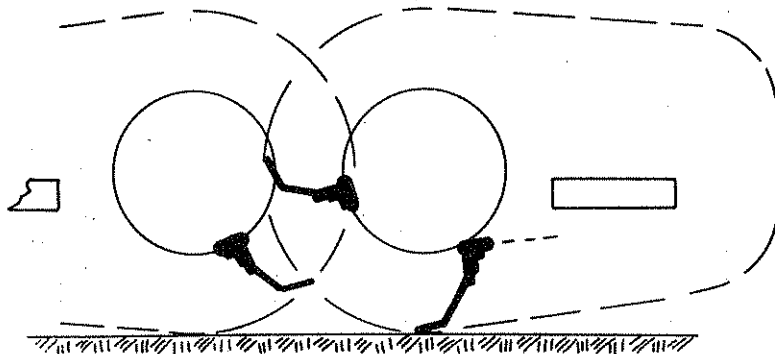


Bild 29. Senare utformning av OSU:s skördeorgan (Booster et al, 1970a)

För att minska förlusterna utvecklade man en plockningsmekanism där kammarna istället var monterade vid två kedjor (se bild 29). Därmed kunde man tredubbla den sträcka där bären lämnas av på transportören. Kedjehjulen i plockningszonen valdes så att diameter och fingertjocklek var densamma som hos trumman. Diametern var ca 50 cm och fingrarna var 6 mm tjocka med 16 mm avstånd.

Denna plockningsmekanism gjorde ett bättre arbete än trummorna, men stora mängder bär föll fortfarande till marken. Förluster uppträdde på åtminstone två ställen. En del bär föll av ändarna på fingrarna och andra kastades ut genom bärets tröghet när det släppte från stjälken.

Man kom fram till att denna plockningsmekanism var effektiv att skörda loss bären vid noggrant preparerade bäddar. Mekaniska skador på bären var på en acceptabel nivå. Det stora problemet var den låga kapaciteten. Maskinen kördes normalt med 400 m/h. Hastigheten kunde inte ökas eftersom fingrarna samtidigt som de har en rörelse mot radens mitt även har en rörelse framåt. Ökas körhastigheten måste även fingrarnas hastighet ökas, vilket ger ökade förluster. Arbetet med maskinen avslutades därför i början av 70-talet (Booster, 1980).

Carr

Enligt ett amerikanskt patent från 1973 som innehåller av en person som heter James P. Carr, har det utvecklats en maskin som repar loss jordgubbar i sidled. Maskinen är byggd för skörd av jordgubbar odlade på upphöjd bädd och i dubbelrad. Maskinen har ett flertal böjda fingrar som är upphängda i parallelogram så att fingrarna kan vila mot marken. Fingrarna repar från mitten, mellan dubbelraderna och utåt (se bild 30). Samtidigt som fingrarna rör sig utåt går de även bakåt, och genom att deras hastighet synkroniseras med maskinens går de vinkelrätt mot raden (Carr, 1973). Maskinen har veterligen ej blivit någon prototyp och uppgifter om dess effektivitet är ej kända.

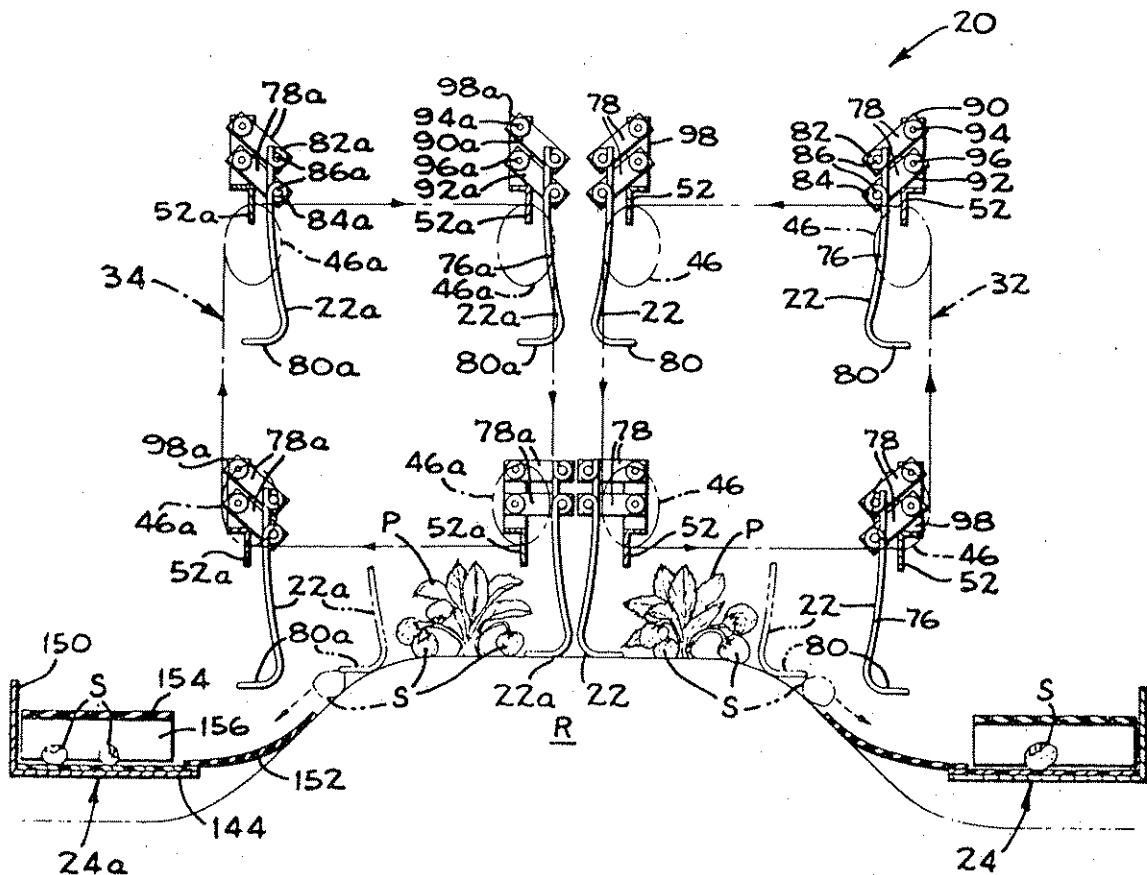


Bild 30. Skiss över maskin som repar från radens mitt och utåt (Carr, 1973)

Sovjet

Även i Sovjet har man gjort försök att utveckla repande skörde-maskiner för jordgubbar.

Försök med repningsorgan av trum-typ (liknande OSU) genomfördes. Bäst resultat nådde man med tre kammande trummor, en på var sida om raden och en som repar framåt. Bären fångades upp på transportör inne i trumman. Bäst resultat (95.7%) nådde man vid en körhastighet av 0.47 km/h, med en rotationshastighet på trumman av 8 varv/min och med 12 mm avstånd mellan fingrarna. 72% av bären fångades upp.

En annan prototyp hade kedjor med kammar som räfsade från utsidan av raden och in mot mitten. Bären lyftes av kammarna och släpptes av på lutande rännor där de gled ner på transportband. Mellan 40 och 78% av bären repades loss. Man ansåg att konstruktionen behövde betydande omarbetning.

En ny maskin byggdes där man bl.a. provade att ha roterande borstar för att lyfta upp bären på motsatta sidan av kamkedjan (se kap 3.1.2.). Man sammanfattade sina resultat med att säga att det är svårt att förena den repande mekanismen med den lyftande.

En maskin konstruerades senare som hade ett antal kammar fästade mellan två kedjor. Kedjan var placerad i vinkel mot raden och hastigheten hos kedjan kunde justeras i förhållande till körhastigheten så att kammarna rörde sig vinkelrätt mot raden (se bild 31).

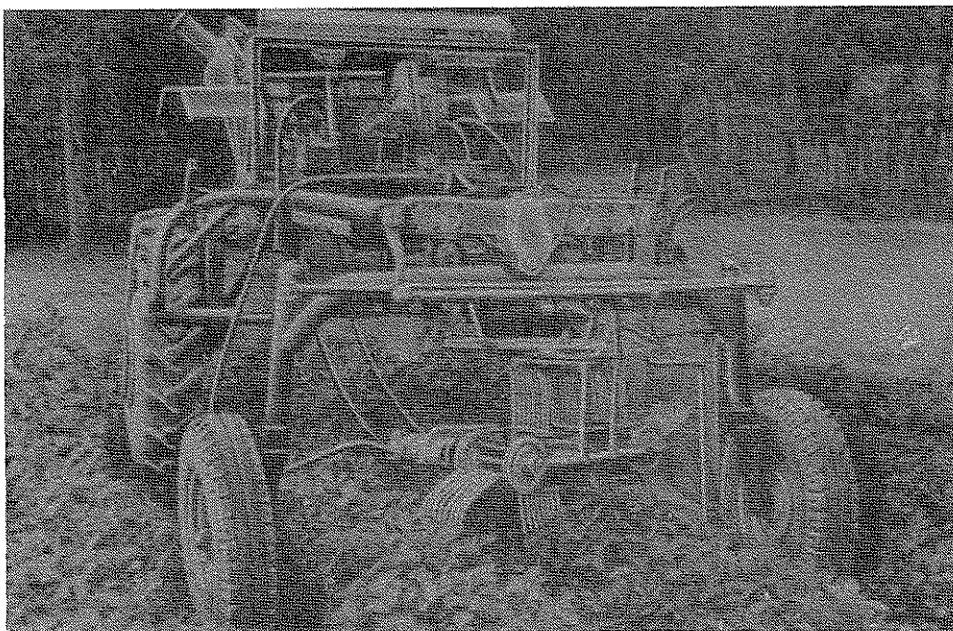


Bild 31. Repande maskin från Sovjet (Tsybal & Utkov, 1978)

En annan prototyp hade en roterande trumma som repade framåt och släppte av bären på ett transportband inne i trumman (liknande Ontariomaskinen). Bär som låg på utsidan av raden restes av roterande borstar. Mellan 70 och 100% av bären kunde repas loss, men maximalt 64% av de lossade bären fångades upp.

1976 hade man med denna typ lyckats repa loss mellan 47 och 80% av bären varav uppfångades 25 till 87%. Motsvarande siffror var 1977 47 till 80%, och 32 till 96% (Tsybal & Utkov, 1978).

Andra prototyper

Förutom ovan nämnda maskiner har man arbetat med liknande modeller även vid Michigan State University, och en svensk odlare i Blekinge håller under 1984 på att bygga en maskin.

Av de maskiner som har beskrivits i detta kapitel är veterligen endast den danska maskinen fortfarande under utveckling.

3.2.2 Andra metoder att repa loss bären

Man har vid flera universitet försökt skörda jordgubbar genom att repa loss dem, dvs att skörda bären genom att dra loss dem från stjälken, med andra metoder än att repa med fingrar fästade vid kammar.

Oregon State University (OSU)

Samtidigt med utvecklingen av den tidigare beskrivna skördemaskinen, provades en annan metod att repa loss bären vid OSU. Man använde sig av en serie 10x19 mm plattstål som placerades på högkant och lutande i förhållande till marken. Avståndet mellan stängerna justerades med distansbrickor. Bären gled upp för stängerna när maskinen kördes framåt i raden, och drogs loss från stjälkarna. Skördeenheter kunde under vissa förhållande skörda bär, men den hade svårigheter att tränga igenom tätt plantmaterial, och att plocka upp lågt liggande bär (Booster, 1980).

Iowa State University (ISU)

Efter att arbetet med den kammande maskinen (se kap 3.2.1.) hade avslutats vid ISU, började man utveckla en maskin efter en ny princip. Bären drogs loss av 20 cm långa fingrar fästade vid en 50 cm bred ram. Ramen var i sin tur fäst med fyra lutande armar och fingrarna hade en oscillerande rörelse uppåt och bakåt (se bild 19) (Booster et al, 1969). Fingrarnas dimensioner varierade mellan 8 och 10 mm och avståndet mellan 12 och 25 mm beroende på sort. Fingrarna vibrerade med en frekvens mellan 8.3 och 13.3 Hz och en amplitud mellan 8 och 10 mm. Vid högre frekvens och amplitud riskerade bären att hoppa av fingrarna och andelen skadade bär ökade. En fritt rullande rulle under plockningsfingrarna tryckte ner stjälkarna när maskinen fördes framåt, och en stor del av skörden skedde genom denna nedtryckning. De avplockade bären transporterades sedan med luft till en tvärgående transportör. 1969 plockades i genomsnitt vid försök 66.9% av bären. 15.3% hängde kvar på plantan och 17.7% plockades av men föll tillbaka på marken. Vid en körhastighet av 650 till 800 m/h skördades ca 16 kg per minut. (960 kg/h). Skadenivåerna ansågs vara acceptabla (Quick, 1971).

Ontario

I Ontario provades en maskin som hade plockningsskenor inbyggda i fasta skenor. De fasta skenorna gled på marken och lyfte upp jordgubbarna från marken. Plockningsskenorna lämnade av bären på transportören och gled därefter nedåt och framåt inne i de fasta skenorna (Anonym, 1971). Inga uppgifter om skörderesultat är kända.

Nederländerna

I Wageningen i Nederländerna konstruerades en maskin under slutet av 60-talet som använde sig av en ny teknik för att repa av bären. Maskinen var avsedd för att skörda jordgubbar som växte på en enkelrad med tätt planterade plantor. På ena sidan av raden gick en skiva som fungerade som ett slags "mothåll". På andra sidan fanns en kedja med plockningsfingrar som lutade i förhållande till marken, och som drevs med en hastighet synkroniserad med körhastigheten (se bild 32). Jordgubbarna klämdes fast mellan kedjan och skivan och plockades loss. 1969 nådde man ett resultat där 70% av jordgubbarna blev skördade (Boa & Sharp, 1971; Anonym, 1970).



Bild 32. Nederländsk prototyp skördemaskin (Anonym, 1970)

Adrian

Enligt ett amerikanskt patent har en maskin konstruerats som har flexibla plockningsfingrar som från sidorna förs in i plantan. Fingrarna möts inne i plantan och bildar ett "golv" under bären. När sedan fingrarna, som även bildar en transportör, lyfter upp bären, repas dessa loss (se bild 33) (Adrian, 1970). Inga detaljer om skördeeffektivitet, eller om maskinen har byggts, är kända.

Italien

En liknande maskin har man arbetat med även vid Università di Pisa. På samma sätt fördes fingrar, fästade vid kedjor in från sidan, och bären repades loss när fingrarna höjdes, genom att kedjan var monterad lutande relativt marken och parallellt med raden (Lucignani, 1979).

Sovjet

Bland de prototyper som har byggts i Sovjet finns några med annorlunda skördeprincip.

En maskin skördade bären med en "vipparm". På varje sida om raden fanns en "räfsa" som från sidan trängde in i plantan. Bären skördades loss när "räfsan" höjdes, och slutligen tippades bären

July 21, 1970

J. J. ADRIAN

3,521,438

STRAWBERRY HARVESTER

Filed March 1, 1968

4 Sheets-Sheet 4

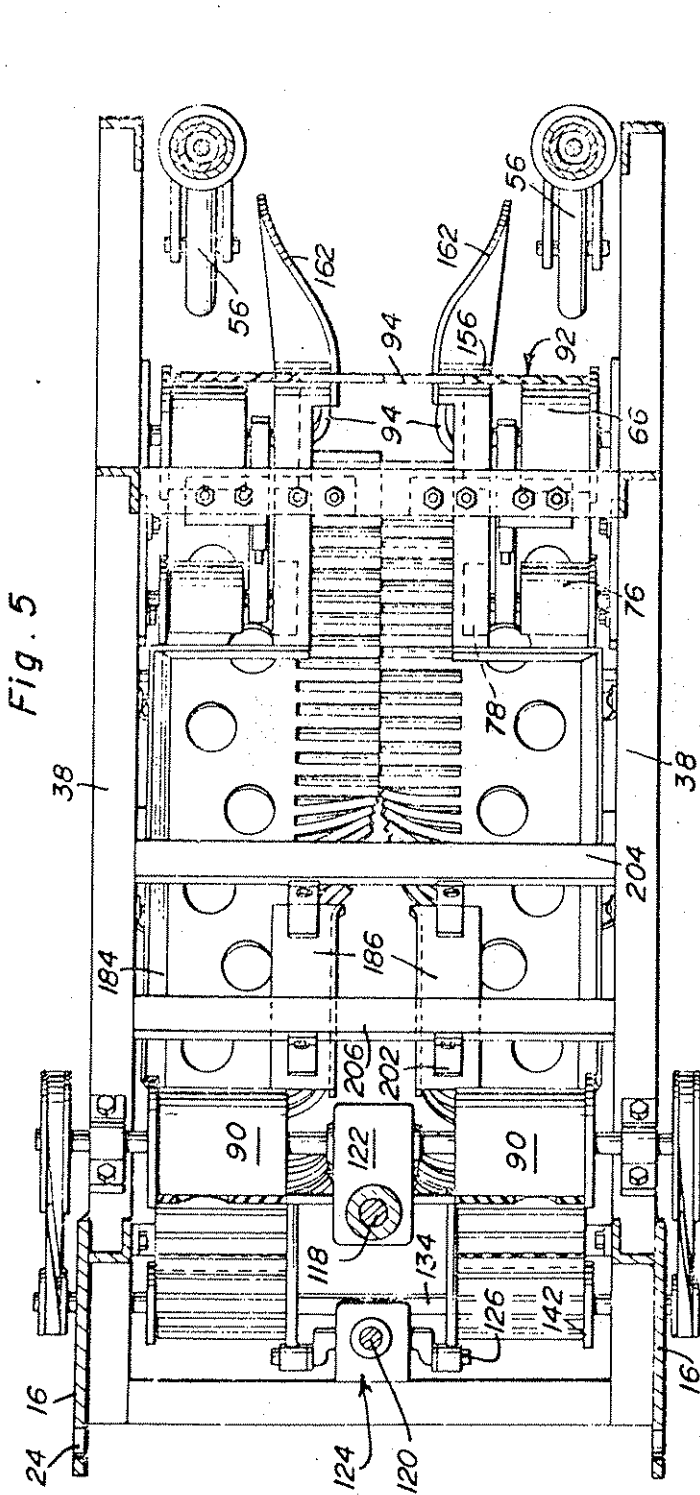


Fig. 5

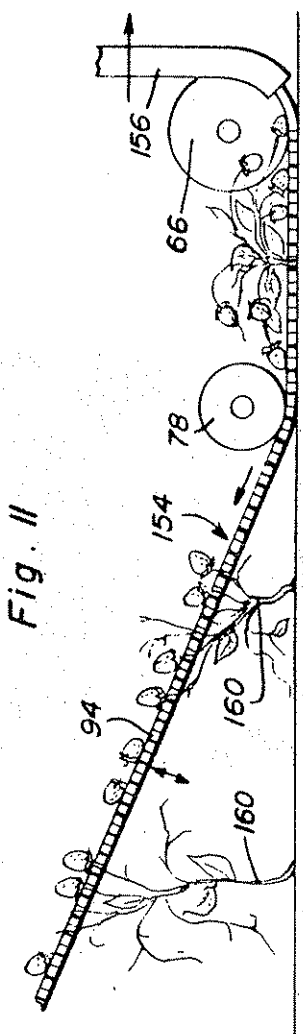


Fig. II

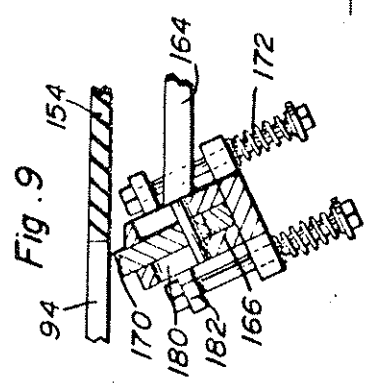


Fig. 9

Joseph J. Adrian
INVENTOR.

BY *Thomas A. O'Brien*
and Harvey B. Jacobson
Attorneys.

Bild 33. Skiss ur amerikanskt patent (Adrian, 1970)

av på transportörer innan nästa cykel började (se bild 34). Man konstaterade att även om största delen av bären plockades loss, kunde man inte nå god uppfångning. Dessutom blev kapaciteten låg eftersom "räfsorna" fördes vinkelrätt mot raden, och varken räfsornas eller maskinens hastighet kunde ökas i nämnvärd omfattning.

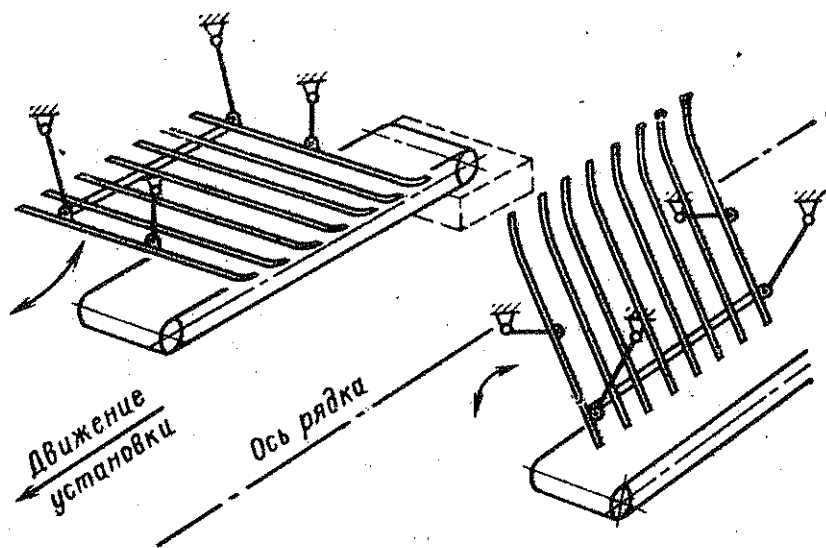


Bild 34. Skiss över rysk prototyp (Tsymbal & Utkov, 1978)

På en annan prototyp repades bären loss av "skopor" försedda med fingrar. En serie skopor var fästade med gångjärn vid en kedja. Skoporna hölls åtskilda tills de befann sig i nivå med marken, och då slöts de samman så att fingrarna möttes vid basen av plantan. Kedjan rörde sig parallellt med raden och lutande mot marken. Hastigheten hos kedjan var synkroniserad med körhastigheten. Skoporna rörde sig därmed rakt upp relativt plantan och bären repades loss. Skoporna öppnades igen ovanför en transportör och bären släpptes av, varefter skoporna fortsatte framåt för att börja en ny cykel. Man ansåg att skördeprincipen var lovande men att den krävde ytterligare utveckling (Tsymbal & Utkov, 1978).

3.3. Skörd genom att klippa loss plantan

Denna skördemetod är baserad på att bär och blad i allmänhet sitter på olika stjälkar på jordgubbsplantan. Om hela plantan klipps loss nära marken, kan man sedan, i maskinen eller i fabrik separera bären från bladen. Av transportskäl är det att föredra att ha med så lite blad och stjälkar som möjligt. Normalt får man vid denna skördemetod jordgubbarna i klasar med stjälk och foder sittande fast vid bären. Det finns dock metoder att dela upp klasarna redan på maskinen (se kap 3.8.).

Denna metod ger en annan slutprodukt än repande skördemaskiner som oftast strävar efter att få snoppade bär redan på maskinen. Det kan emellertid ur hållbarhetssynpunkt vara en fördel att bären har flugan kvar för att förhindra saftförluster. De flesta jordgubbssorter släpper inte från flugan vid skörd med repande maskiner, utan skördas med fluga och ingen, eller kort, stjälk.

De flesta snoppningsmaskiner klarar inte av att snoppa bär utan stjälk (se kap 5.3.). Det är för detta ändamål en fördel med den produkt som klippande skördemaskiner ger.

Slutprodukten skiljer sig även ur hanteringssynpunkt. Om blad blåses bort med ett pneumatiskt rensningssystem, återstår en produkt som innehåller 70 till 80% bär i vikt men i volym endast 20 till 30% bär (Kirk & Booster, 1978).

Om maskinen är utrustad med en anordning som delar på klasarna och kortar av stjälkarna kan volymförhållandet förbättras.

Den klippande skördemetoden har en del fördelar. Främst är det den högre körhastigheten som ökar kapaciteten. Dessutom kan man skörda jordgubbar i flera odlingssystem, enkelrad såväl som breda täta rader. Kvalitén på den skördade varan anses vara lika hög eller bättre än vid skörd med repande maskiner (Booster, 1980).

I England beslutade forskare sig för att utforska denna skörde- metod eftersom man då kunde använda sig av de sorter man odlade i England. Man ansåg även att den skulle kunna ge färre skador än repande maskiner och man skulle kunna koncentrera sig på ett odlingssystem som ger koncentrerad mognad och maximal avkastning, hellre än att passa maskinen (Boa & Sharp, 1971).

En av de stora fördelarna med detta system är just att det inte ställer så stora krav på växtförädling, utan att man kan använda dagens sorter med kända avkastnings- och kvalitetsegenskaper. Praktiska erfarenheter har även visat att man har kunnat nå högre effektivitet med klippande maskiner. Repande maskiner har ofta en tendens att kasta ut bär på marken, efter att de har repats loss.

För att nå den högre effektiviteten krävs att maskinen kan klippa mycket nära marken, mindre än 2 cm över marken anges av odlare (Beckstrom, 1984). För att detta ska fungera krävs att fälten prepareras noggrant.

Den första gången denna metod demonstrerades lär ha varit under en odlarträff i Oregon, där olika skördemetoder diskuterades (Booster, pers. medd, 1984). Det finns dock andra källor som hävdar att de uppfunnit skördemetoden.

Oregon State University (OSU)

Vid OSU började utvecklingsarbetet med en klippande skördemaskin 1970. Redan efter något års utvärdering ansåg man att metoden hade så stora fördelar att man lade ner arbetet på den repande maskinen (se kap 3.2.1.).

Ett flertal olika utrustningar för att skära eller klippa av plantan provades. Först provades en maskin med en vanlig knivbalk, men den var oanvändbar eftersom plantmaterialet fastnade vid de fasta fingrarna. Man började då leta efter en annan typ av utrustning och tre elektriska häcksaxar provades. En av dessa var överlägsen eftersom den tillät en högre förflyttningshastighet. Denna sax hade två oscillerande knivar och inga fasta fingrar. En kommersiellt tillgänglig dubbelknivbalk utan fasta fingrar provades. Denna utrustning hade hög kapacitet och gjorde ett utmärkt arbete (Booster et al, 1970a).

Maskinen har en sexvingad haspel med fjädrande fingrar som hjälper till att lyfta upp bären från marken och föra dem bakåt till transportören. Fasta fingrar med 10 cm avstånd i mitten och 7.5 cm i kanten hjälper till att lyfta upp bären ovanför kniven. Hela plantmaterialet transporteras efter avklippningen till den pneumatiska rensningen (se bild 4 och 35). Maskinen skördade mellan 67.7% och 91.7% av bären vid försök 1972. Av de skördade bären var 66.2% till 72.3% användbara.

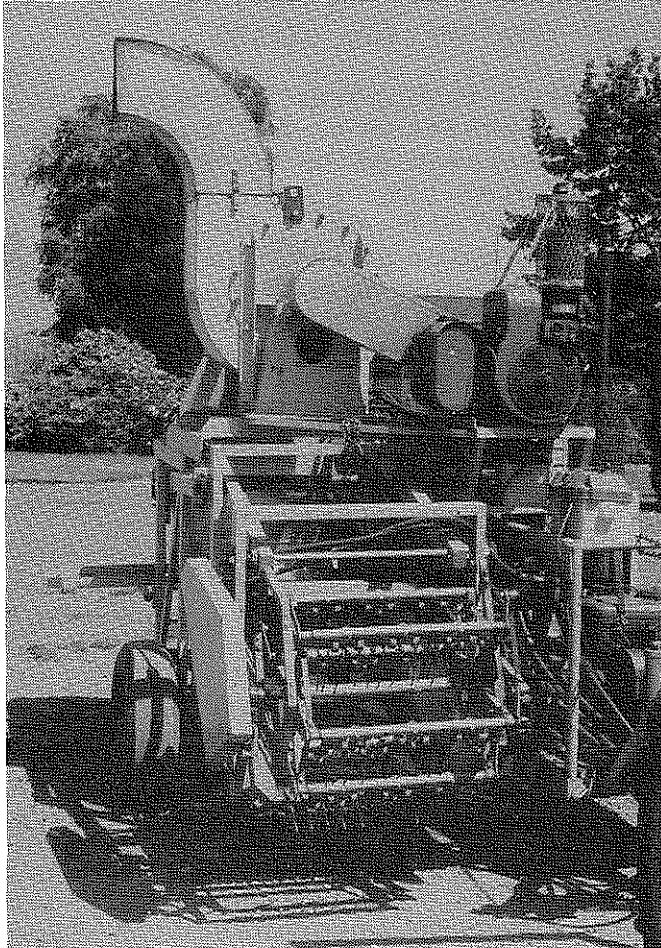


Bild 35. OSU:s klippande skördemaskin

Maskinen kördes vanligen med 1.2 km/h, men även hastigheter på över 2.5 km/h provades. Man kunde inte se något direkt samband mellan körhastighet och skördeeffektivitet. Plantans utseende ansågs ha mycket större påverkan på resultatet än körhastigheten (Booster, 1974).

SKH&S

En av de personer som hävdar att han har upfunnit metoden att skörda genom att klippa av plantan, är Charles Hecht från Scio i Oregon. Tillsammans med tre andra odlare konstruerade han en maskin som de kallar SKH&S, där h:et står för Hecht. Från början byggde de en självgående maskin med en ganska enkel mekanism med fasta fingrar som lyfte upp bären framför en knivbalk. En dubbelkedja med fingrar hjälpte till att dra in plantmaterialet (se bild 9). 1976 ansökte Hecht om patent på ett pneumatiskt lyftsystem för att underlätta jordgubbsskörden. Luften blåses in från

sidorna av raden och när de möts lyfts bären från marken (se kap 3.1.4.2.). Luften hjälper samtidigt till att lyfta in plantmaterialet i maskinen, och ingen mekanisk anordning behövs för detta ändamål. Stjälkar och bär som hänger ut på sidorna lyfts upp av torpedformade lyftare framför fläktzonen (se bild 16). I och med att luften reser upp stjälkarna, kan man ha en mycket enkel knivanordning på maskinen.

Vid jämförande försök 1978 skördade SKH&S maskinen mellan 33 och 64% av bären (Martin et al, 1979).

National Institute of Agricultural Engineering (NIAE)

1967 hölls ett möte mellan förädlare, ingenjörer och plantexperter i England, där maskinell skörd diskuterades. Där kom man fram till att man borde koncentrera utvecklingen på en maskin som skär loss plantan vid marknivån och separerar bär, blad och stjälkar i maskinen. Man ansåg att denna metod skulle vara mer skonsam än repningsmetoden, och innebära att man kunde använda befintliga sorter. Detta skedde alltså samtidigt som de första försöken i Oregon med klippande skördemetod och innan något hade rapporterats därifrån. De första försöken gjordes med en grönsaksskördemaskin som konstruerats vid NIAE. Maskinen hade tallrikar som lyfte upp och förde stjälkarna mot mitten, och som skar av dem där de två tallrikarna möttes. Vid försöken 1969 hade man skördat 35% av bären som hela bär och 2% som halva. Av återstoden hade 18% blivit avskurna och fallit tillbaka på marken i gapet mellan tallrikarna och transportören, och 39% hade inte skurits loss. Problemet ansågs vara att man saknade en lämplig anordning att lyfta upp bären från marken. Tallrikarna som skar av plantan ansågs vara otillfredsställande och man övergick till att använda en konventionell knivbalk. Fördelarna med en sådan är att den skär rakt över hela sin bredd, och att den är lättare att kombinera med en transportör. Dessutom kan lyftande fingrar fästas över hela balkens bredd (Boa & Sharp, 1971).

Maskinen har vidareutvecklats under ett antal år och den nuvarande modellen använder sig av en dubbelkniv, liknande OSU-maskinen. Sex fjädrande fingrar sitter monterade vid kniven med de längsta och största fingrarna på yttersidorna. En liten haspel hjälper till att lyfta upp bären och föra dem över kniven till transportören (se bild 6). De största fältförlusterna uppstod vid kniven. Vid försök i England kunde maskinen skörda och samla upp mellan 59 och 79% av bären (Bradford & Steer, 1980).

Michigan State University (MSU)

1976 bildades ett konsortium av sju odlare och tre processindustrier i Michigan. Syftet var att finansiera utvecklingen av skörd, hantering och snoppning av jordgubbar. MSU utförde arbetet med utvecklingen av skördemaskiner. Maskinutvecklingen skedde i samarbete med NIAE, och många av detaljerna på NIAE:s maskin användes från början på MSU maskinen. Vid de tidiga försöken skördades mellan 37 och 90% av bären (Holtman et al, 1977).

Även om principerna i de senaste maskinerna är desamma som i de tidiga, har detaljerna omarbetats så att effektiviteten har höjts betydligt. På den senaste modellen finns en 122 cm lång, specialkonstruerad, dubbelknivbalk. Dubbelkniven är mycket tunn och har sektioner med 3,8 cm centrumavstånd. En relativt stor, ca 1.5 m i diameter, haspel hjälper till att föra plantmaterialet över

kniven. Genom sin stora diameter kan haspeln justeras så att de fjädrande fingrarna nuddar marken och tar tag i lågt sittande bär. Fingrarna lyfter sedan upp bären ovanför kniven och skjuter in plantmaterialet på transportören. Bären lyfts även av ett antal ledat infästade bärlyftare som sitter under kniven och vilar mot marken (se bild 7). Hela plockningshuvudet, plus den första transportören, "flyter" på marken genom att den är avfjädrad. Vid skörd 1983 skördade maskinen 88% av alla bär, och 98% av de röda bären (Hansen et al, 1983).

Centro Studi di Tecnica Frutticola del CNR (CSTF)

Vid CSTF i Bologna är en maskin för engångsskörd genom att klippa av plantan under utveckling. Maskinen har två serier av borstar fästade mellan kedjor som är monterade i V-form med 35 graders vinkel. Borstarna reser upp bären i sidan av raden, varefter plantan klipps loss av ett roterande sågblad. Borstarna fungerar även som elevatorer och lyfter upp bären till transportörer (se bild 12). Vid försök 1977 skördades mellan 70 och 85% av bären (Rosati, 1980).

Maskinen är fortfarande under utveckling och bl.a. har borstarnas utseende ändrats (se kap 3.1.2. och bild 36). Plantorna skärs numera loss av två motroterande sågklingor.

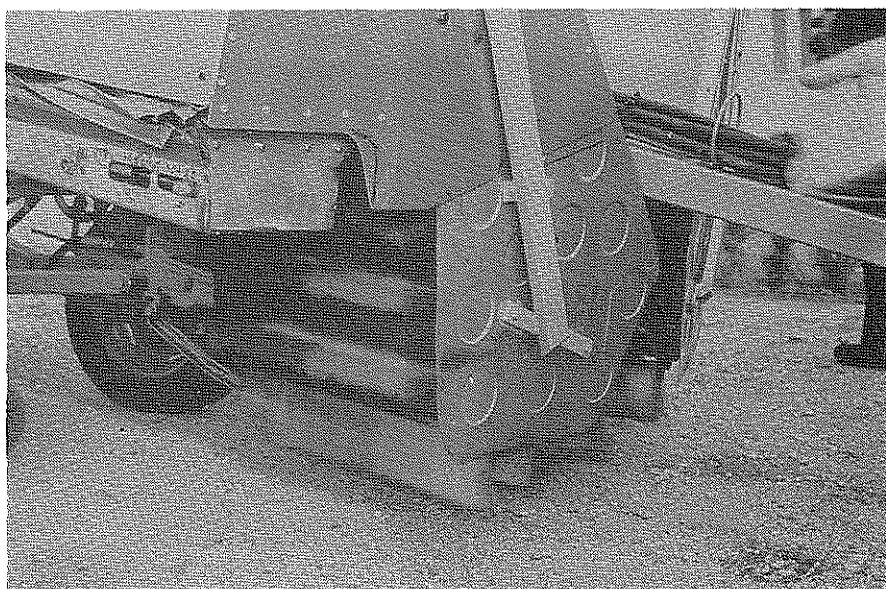


Bild 36. Jordgubbarna lyfts från marken av borstelevatorer.

Iowa State University (ISU)

En klippande skördemaskin har utvecklats även vid ISU. Den lyfter bären genom att rulla upp ett nät (se kap 3.1.3.) och klipper av stjälkarna under nätet med en knivbalk (Stang & Denisen, 1971).

Ontario

En maskin liknande ISU:s har byggts i Ontario, Kanada (se kap 3.1.3.). Dessutom provades i Ontario en maskin där bären lyftes upp av vertikalt vibrerande fingrar. I test gled bären uppför de lutande fingrarna till en punkt där stjälkarna skars av med en

kedjesågsmekanism (Anonym, 1971).

Sovjet

Även i Sovjet har den klippande skördeprincipen provats. Maskinen skar av plantan med en knivbalk. Man provade två system för att lyfta upp bären. Man provade dels att lyfta genom att suga med undertryck, och dels ett mekaniskt system. Detta hade vibrerande, lutande stänger, vars lutning kunde regleras. Amplituden kunde ställas in mellan 0 och 20 mm och svängningsriktningen kunde ändras från 0 till 180 grader. Över kniven fanns en cylindrisk borste som förde över den avskurna massan till en transportör. Man ansåg att bären fick relativt få skador av denna maskintyp. I Sovjet ansågs det emellertid att maskinen som skördar genom att repa av bären var överlägsen den klippande, och arbetet avslutades. Vid försök 1975 skördades upp till 99% av bären.

En annan maskin med skärande funktion utvecklades även i Sovjet. Maskinen skar loss en tunn skiva jord och lyfte hela plantan med jord och rotsystem (se kap 3.1.5.). En tallriksformad kniv skar av stjälkarna och plantan med jord släpptes ner på marken igen (se bild 37). Skador på bären ansågs var försumbara (mindre än 2%). Man ansåg att maskinen krävde mer utveckling, samtidigt som man måste utforska hur man skulle få den losskurna plantan att överleva behandlingen. Vid försök kunde upp till 100% av bären skördas (Tsymbal & Utkov, 1978).



Bild 37. Rysk maskin som skördar genom att gräva upp hela plantan (Tsymbal & Utkov, 1978)

Andra maskiner

Enligt en italiensk rapport har man även i Italien arbetat med en maskin som påminner om tidiga SKH&S maskiner. Den italienska maskinen hade knivbalk och bärlyftare. Det avskurna materialet matas in med hjälp av fingrar monterade vid kedjor (se bild 11) (Lucigniani, 1979).

3.4. Selektiv skörd av mogna bär

Eftersom jordgubbar normalt mognar fram under flera veckor, och under vissa förhållanden (t.ex. Kaliforniska sorter) under mer än ett halvt år, är naturligtvis en selektiv, maskinell skörd av endast de mogna bären ett mål som många eftersträvar. Utveckling av sådana maskiner har skett och pågår fortfarande.

Rasmussen

En person från Kalifornien, Carl Rasmussen, ansökte i slutet av 60-talet om patent på en maskin som plockar endast de röda bären. Maskinen hade optiska färgdetektorer som skulle identifiera det röda bäret. Ett teleskopiskt rör sköts ner över bäret, och knivar i nerkanten av röret skar av stjälken. Rörets andra ända befann sig i en kammare försatt i undertryck. Bäret skulle därmed sugas in i kammaren där det föll ner i ett vattenbad och transporterades vidare (se bild 18) (Rasmussen, 1968). En komplett maskin har troligen aldrig byggts. I fält har man stora svårigheter att optiskt identifiera ett bär som befinner sig under ett blad eller liknande (Booster, pers. medd, 1984).

North Carolina State University

En selektiv skördemaskin som arbetade efter en helt annan princip utvecklades vid North Carolina State University. Maskinen arbetade efter teorin att om stjälken vibrerades, skulle endast de tyngsta och därmed de mest mogna bären falla av. Maskinen använde sig av undertryck för att lyfta upp bären från marken (se kap 3.1.4.1.). Horisontellt vibrerande stänger förs genom plantan och på de tyngsta bären bryts stjälken av. Vibratorn bestod av tre eller fyra, 19 cm långa, krökta stålstavar. Stavarna vibrerade med en amplitud mellan 1.27 och 3.81 cm, och en frekvens mellan 11.5 och 35 cykler per minut. Bären sögs in i maskinen och hamnade på undersidan av ett uppfångnings- och sorteringsband. Damm och jord passerade genom bandet, medan bären transporterades åt sidan. Bären kom därefter till en sorteringssektion med avtagande lufthastigheter, där de största bären föll först och blad m.m. blev kvar längst (se kap 3.7.1.). Vid skörd hade man problem med att stora mängder jord och sand lyftes upp av fläkten. Selektiviteten var inte heller så hög som kunde vara önskvärt. Mellan 40 och 50% av bären ansågs vara av kvalitet för färskmarknaden, och de övriga var av olämplig mognad eller skadade. Man kom fram till att skördemetoden var beroende av vattentillgång. Vid en torrperiod försvårades skörden när jorden blev torr. Efter en bevattning fungerade skörden bra igen. Ett flertal försök gjordes med olika frekvenser och amplituder, men man nådde som bäst 65 till 75% användbar frukt. Av de användbara bären var mellan hälften och två tredjedelar oskadade. Många av de "oskadade" bären visade dock ytskador efter ett till två dygn i rumstemperatur (Holmes & Ruff, 1975).

Istituto Meccanica Agraria (IMA)

Vid Istituto Meccanica Agraria, Università di Pisa, i Italien har utvecklats en liknande maskin (se bild 15) (Lucigniani, 1979). Inga närmare detaljer är dock kända om maskinen.

Vid CNEEMA i Montpellier i Frankrike lär man arbeta med en typ av optisk detektion av röda bär och selektiv skörd av dessa. Inga närmare detaljer är dock kända.

3.5. Andra skördemetoder

Några andra metoder för maskinell skörd av jordgubbar än de beskrivna i tidigare kapitel har provats.

Oregon State University OSU

Vid OSU har, förutom de repande och klippande maskinerna, även provats en skördeenhet med roterande rullar. Maskinen testades i laboratorieförsök och bestod av fyra motroterande rullar. Olika storlekar på rullarna provades, från 19 mm till 76 mm i diameter. En del av rullarna hade även skruvformade upphöjningar av 10 till 11 mm höga stål- eller skumgummiribbor. Rullarna monterades parallellt med raden och något lutande mot marken, med främre änden lägst. Vid skörd trängde de spetsiga ändarna av rullarna in i plantan och bären drogs loss när stjälken drogs ner mellan rullarna. Blad och små bär drogs ner mellan rullarna medan de stora bären skördades. De skruvformiga upphöjningarna fungerade som transportörer för bären. Enheten hade svårigheter att tränga igenom tätt plantmaterial och att plocka upp lågt sittande bär. Skördeeffektiviteten var betydligt lägre än hos maskinen som repar med kammar (Booster, 1980).

Iowa State University (ISU)

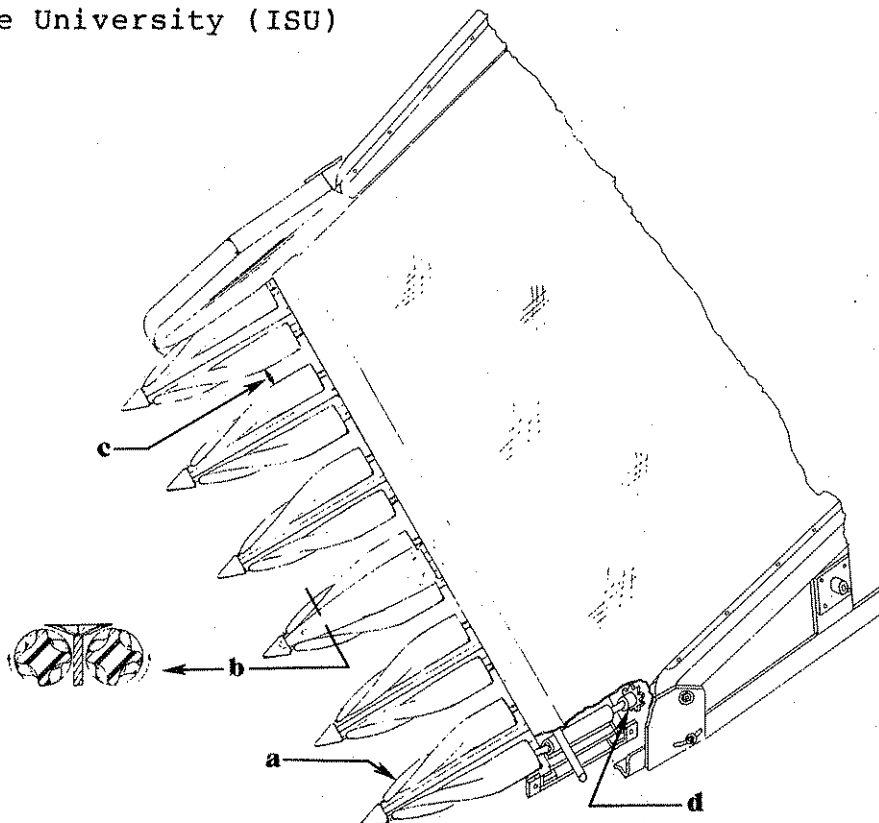


Bild 38. Skördehuvud med motroterande vinylfingrar (Stang & Denisen, 1976)

En liknande skördemaskin utvecklades vid ISU. Maskinen hade flexibla vinylfingrar som roterade mot varandra. Fingrarna var kon-formade och gjutna med spiralformade ribbor (se bild 38). Fingrarna ansågs vara effektiva i lyftning, avplockning och transport av bären under korta avstånd. Skador på frukt var 5% eller mindre, jämfört med ca 25 till 30% för repande maskiner. Fingrarna gjöts i par med motsatt vridning på ribborna. Till skillnad från OSU maskinen, plockades bären av vid den uppåtgående vridningen av fingrarnas ribbor. Ett skydd var monterat över fingrarna för att hindra bären från att mosas mellan de nedåtgående ribborna. Optimalt resultat nåddes vid ett avstånd på 1 till 1.5 mm mellan fingrarnas ribbor. En roterande borste förde bären bakåt till en transportör (Stang & Denisen, 1976).

3.6. Klippa av bladen före skörd

Både vid skörd med repande och med klippande skördemaskiner har provats att klippa av blad ovanför bären före skörd. Syftet med att klippa av bladen är i allmänhet att minska skräpmängden. Vid repande maskiner har man i vissa fall även velat nå färre skador på bären med denna åtgärd.

Att klippa av bladen före skörd har främst använts i samband med repande skördemaskiner. Här kan skörden försvåras om en stor mängd blad finns på plantan. Om ett bär hamnar mellan ett par fingrar tillsammans med ett eller flera blad, ökar den kraft som behövs för att dra loss dem, och risken för skador ökar. Man får dessutom ett renare skördat material om bladen har avlägsnats. Ett flertal artiklar har angivit förbättring av repande skördemaskiner när blad har klippts av (se t.ex. Booster et al, 1969).

På BEI-maskinen, som har utvecklats i samarbete med University of Arkansas (se kap 4.4), fanns en knivbalk som klippte av bladmassan. En kedja med borstar avlägsnade de avskurna bladen genom att borsta dem åt sidan (se bild 39).

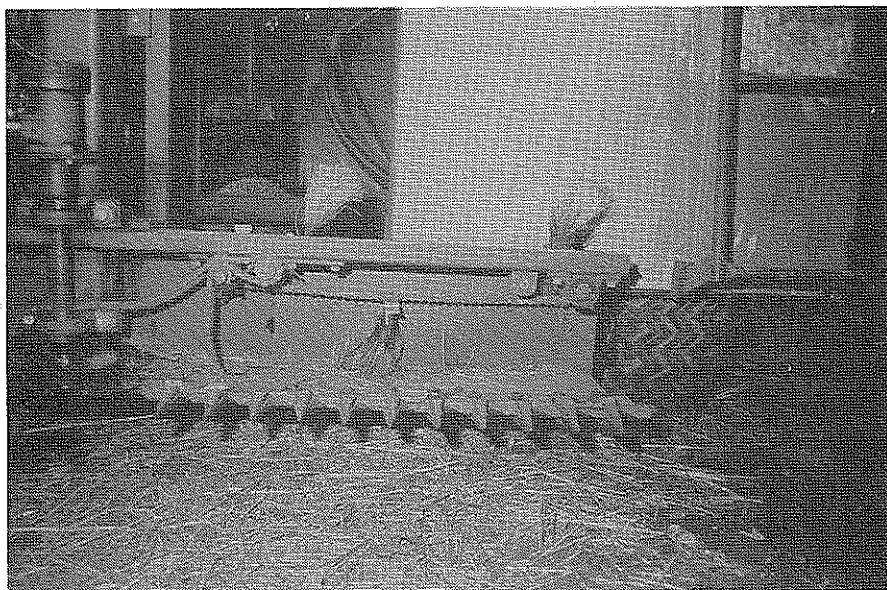


Bild 39. Kniv på BEI-maskin som klipper av bladen före skörd

Det har även provats att klippa av blad före skörd med klippande maskiner. Det är mer tveksamt i detta fall om det är någon fördel. När bladen har klippts av får man in stjälkar utan blad i maskinen vid skörd. Dessa har en densitet som ligger nära bärens, och det går inte att blåsa bort stjälkarna med vanliga separationsmetoder. Denna metod har provats t.ex. på NIAE:s maskin (Kemp, 1976) men övergavs i senare utvecklingsskede. På den klippande skördemaskin som är under utveckling på CSTF i Bologna finns framför skördeaggregatet en kniv av rotorgräsklippartyp som klipper av topparna. En fläkt suger upp bladen och kastar ut dem (se bild 40).

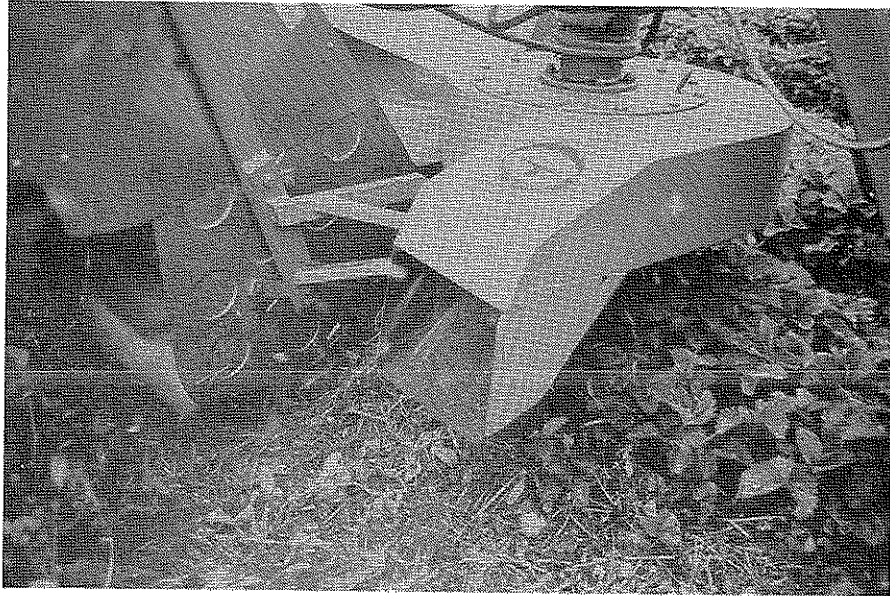


Bild 40. Roterande kniv på CSTF:s maskin som klipper av bladen före skörd

3.7. Separation av blad m.m.

Oavsett vilken skördeprincip maskinen använder, repande eller klippande, krävs att blad och annat oönskat material separeras från bären innan dessa placeras i förvaringslådor. På några försöksmaskiner, där endast skördeprincipen har provats, har saknats utrustning för separation av blad.

På samtliga kompletta skördemaskiner används luft för att skilja på bär och blad genom dessas olika densitet. I de flesta fall kan blad, halm och ogräs skiljas ifrån genom pneumatiska metoder, men effektiviteten skiljer mycket mellan de olika utförandena. Det är även svårt att separera ifrån stjälkar som sitter ihop med en stamdel, och ogräs med tunga stjälkar. Även sten och jordklumpar ställer till problem p.g.a. sin densitet. Är partiklarna små kan de ofta sällas bort i en sållmatta eller liknande.

Behovet av separationsutrustning beror till stor del på skörde-metoden. Vid skörd genom att klippa av hela plantan, transporteras stora mängder blad och stjälkar genom maskinen, och en mer avancerad utrustning krävs vid denna metod. Generellt kan sägas att för att erhålla en god separation bör materialet "tumlas om" i luftströmmen under en viss tid, och helst vändas om flera gånger så att bär och blad som sitter ihop kan skiljas åt.

Separation av blad förekommer både med övertryck, och med undertryck. Även mekaniska metoder förekommer, t.ex. sållmattor, och liknande. I följande kapitel kommer inte alla enskilda maskiner att beskrivas, utan de olika principerna diskuteras med exempel från olika maskiner.

3.7.1. Separera med luft under undertryck

Denna metod innebär att blad och annat lätt material sugts bort från de tyngre bären. Effektiviteten med denna metod beror på hur utrustningen har utformats. Att ha en fläkt placerad ovanför ett tätt transportband innebär okontrollerade luftrörelser, och denna metod är mycket ovanlig på jordgubbsskördemaskiner. En viss förbättring nås om luften sugts genom en sållmatta eller liknande.

Oregon State University (OSU)

På den klippande maskinen, byggd vid OSU, används en pneumatisk rensningsutrustning med undertryck. Rensutrustningen bygger på en kommersiell enhet, och hade från början en vibrerande yta av stänger som transporterade bären genom enheten. Bladmaterialet sögs ut genom fläkten, monterad ovanför kammaren. Senare ersattes stängerna med en veckad metallyta vilken transporterade bären effektivare. Under metallytan byggdes en kammare, där en fläkt placerades som blåste luft genom hål i metallytan. Syftet med fläkten var att dela upp högar med bär och blad, och att effektivisera separationen (Booster, 1974).

Utrustningen har senare omarbetats och fläkten suger nu på två punkter (se bild 41). Blad sugts först bort från transportörens ovansida, där bären transporteras mot lådorna. Den andra punkten är i en huv runt transportörens ände. Där sugts blad bort när bären faller mot lådan. Luftmängden ställs in med varvtalet på fläkten. Förhållandet mellan de båda sugpunkterna ställs in med ett spjäll.

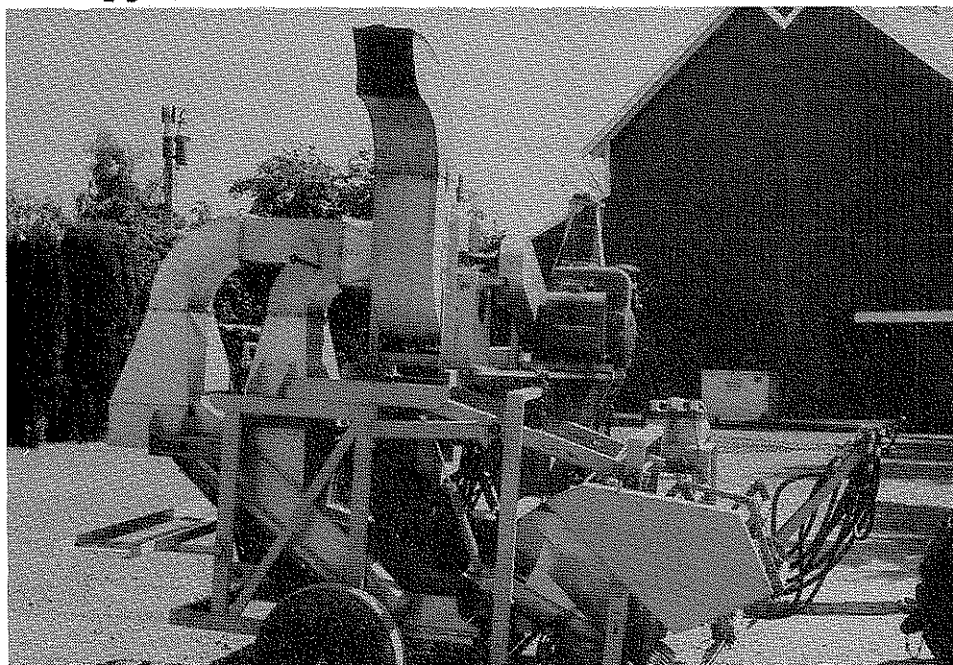


Bild 41. Renssystemet på OSU:s maskin

Enligt Dean Booster (pers. medd, 1984) som har varit huvudansvarig för utvecklingen av maskinen, finns ett flertal nackdelar med denna metod. Man har en stigande lufthastighet

ovanför transportörerna och detta innebär att om ett bär börjar lyfta, kommer det att sugas ut genom fläkten. Booster anser att en fläkt som blåser under en sållmatta eller liknande är en bättre lösning.

Arkansas m.fl.

Ett flertal maskiner har byggts som arbetar efter principen att lyfta upp bären från marken med luft under undertryck (se kap 3.1.4.1.). Dessa maskiner har utprovats vid bl.a. University of Arkansas och vid University of Louisiana.

Den luft som används för att lyfta upp bären används oftast även för att separera ifrån blad m.m. (se bild 14). Där bären faller ifrån transportören/repmekanismen, utvidgas kammaren så att lufthastigheten sjunker. Bären faller därmed ner till ett cellhjul och bladen sugas ut genom fläkten (Morris et al, 1978).

På denna maskintyp fanns det i praktiken stora svårigheter att ställa in luften så att hastigheten var stor nog att lyfta upp bären från marken utan att dessa sögs ut genom fläkten. Eftersom lufthastigheten vid munstycket är hög nog att lyfta bären, ligger hastigheten i hela kammaren vid transportören över bärens transporthastighet, och svårigheter uppstår när det gäller att bromsa upp dem effektivt (Booster, pers. medd, 1984).

Årslev

På den danska försöksmaskinen som har byggts vid Havebrugscentret i Årslev, finns en anordning som rensar i stigluft. Utrustningen är i princip identisk med den som finns på dansk-byggda vinbärsskördemaskiner (Olander, 1984). Runt transportören, där bären faller mot lådorna, sitter en huv där en fläkt suger en luftström motriktad fallriktningen. Fläkten suger bort de första bladen från översidan av transportören, och en ytterligare rensning sker när bär och blad "tumlas om" i fallet.

Denna metod ger en relativt effektiv rensning eftersom fläkten suger bort blad från en relativt lång sträcka på bandet. Med den metod som tillämpas i Danmark (repning) får man små bladmängder och rensningsmetoden är troligen fullt tillräcklig. Vid skörd med klippande maskiner får man mycket större bladmängder, och risken att bär följer med bladen är större. Den tid där blad rensas bort blir troligen för kort. På denna maskin har man samma problem som på OSU maskinen, med högre lufthastigheter närmre fläkten.

National Institute of Agricultural Engineering (NIAE)

I ett tidigt utvecklingsstadium av NIAE maskinen i England, provades att placera en fläkt som sög bort blad rakt ovanför knivbalken. Mellan 40 och 70% av bladen kunde sugas bort med denna metod (Kemp, 1976), men den övergavs dock senare.

North Carolina

På den selektiva skördemaskin som utvecklades vid North Carolina State University (se kap 3.4.) fanns ett annorlunda rensystem, som använde sig av undertryck. Den fläkt som lyfte upp bären från marken användes även för att rensa dem. De bär som hade skakats loss lyftes upp av luftströmmen. Ca 25 cm ovanför marken fångades de upp på undersidan av ett rensnings- och sorteringsband av nät.

Nätet var fäst vid två kedjor och hade skumgummimedbringare.

Bären hölls fast vid nätet av luftströmmen, och damm och jord sögs ut genom fläkten. Bären fördes ut av bandet till en sorteringszon där lufthastigheten successivt sjönk. Syftet med sorteringszonen var att storlekssortera bären genom att de största faller först och de minsta sist. Blad, stjälkar och annat material hölls kvar vid bandet och sögs ut genom fläkten. Metoden ansågs inte fungera tillfredsställande på maskinen (Holmes & Ruff, 1975).

3.7.2. Separera med luft under övertryck

Denna metod, som innebär att en fläkt, underifrån eller från sidan, blåser bort bladen från bären, har i olika avancerat utförande använts på några maskiner. I dess enklaste form består den endast av en fläkt som blåser en luftström genom bärens fallinje.

Iowa State University (ISU)

På ett flertal maskiner som har konstruerats vid Iowa State University har denna separationsmetod använts. På någon maskin har luften även använts för att transportera bären (se kap 3.1.4.3. och bild 19). Bären har då blåsts upp på en transportör, medan blad m.m. blåstes över denna (Quick & Denisen, 1970).

På andra maskiner, t.ex. den som lyfter upp bären med nät (se kap 3.1.3. och bild 13) har luft blåsts genom ett munstycke i en öppning där bären faller mot en transportör. En fördel i detta fall, är att utrustningen tar mycket liten plats (Stang & Denisen, 1971).

Centro Studi di Tecnica Frutticola del CNR (CSTF)

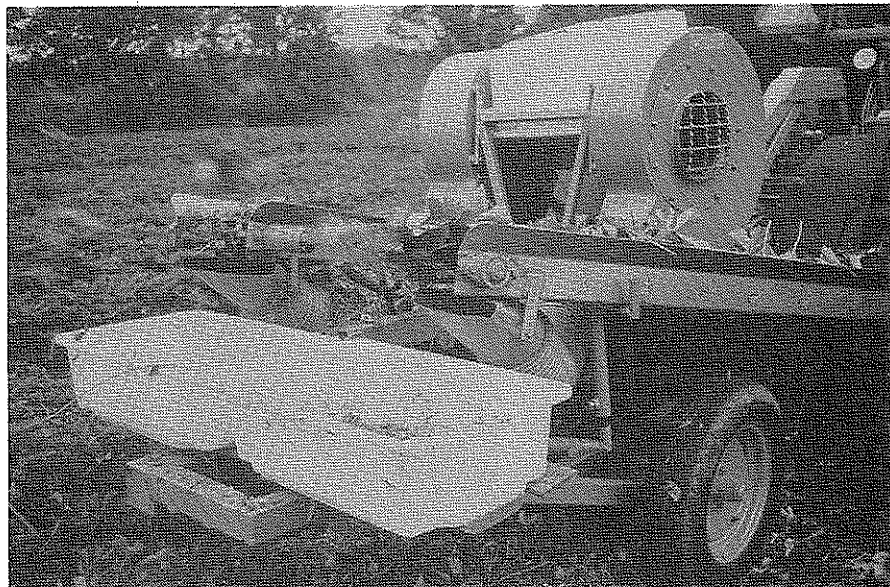


Bild 42. Blad blåses bort när bär och blad faller mot lådorna på CSTF maskinen

En liknande utrustning finns även på en maskin som är under utveckling hos CSTF i Bologna. Maskinen klipper av plantan och

lyfter upp bären med borstelevatorer (se kap 4.7.). Den avklippta massan transporteras bakåt av en transportör på var sida om raden. Där bären faller mot lådorna från transportörerna, sitter ett munstycke som blåser en luftström (se bild 42). När denna maskin provades i Sverige 1983 (se kap 4.7.), framkom en rad problem med denna metod. Eftersom maskinen användes efter en rad handplockningar var mängden bär liten i förhållande till mängden blad. Om ett bär befann sig ovanpå en hög blad, var det i princip omöjligt att separera bär och blad. Om lufthastigheten var hög nog att blåsa bort bladen, följde även bäret med. Sänktes lufthastigheten för att rädda bäret, hamnade även bladen i eller på kanten av lådan.

Dessutom är metoden mycket vindkänslig. Om vinden kommer bakifrån, blåses bladen in i lådan även om de har separerats från bären. Detta visar tydligt att rensningen bör ske i en vindskyddad huv.

Enligt professor Rosati (pers. medd, 1983) hade rensningsmetoden förändrats inför 1984 års skördesäsong. Extra fläktar hade monterats och bären föll nu ner på en ny transportör när de lämnade den första. I detta fall blåstes de första bladen bort i fallet från den första transportören, och ytterligare rensning skedde med samma typ av luftrensning när bären föll från den andra transportören ner i lådorna. Enligt professor Rosati förbättrades rensningen med denna förändring.

NIAE-Smallford

På NIAE:s skördemaskin som har vidareutvecklats i samarbete med en maskintillverkare, Smallford Planters Ltd, finns en liknande rensningsanordning. När bär och blad faller från inmatningstransportören, blåser en s.k. tvärströmsfläkt undan bladen. Tvärströmsfläkten har den fördelen att den ger en jämn lufthastighet över hela fläktens bredd. De blad som blåses bort transporteras åt sidan av en kort transportör (se bild 43). På denna maskin finns ytterligare separationsutrustning som delar upp klasar (se kap 3.8.). Detta medför att separationen inte behöver vara så fullständig i första steget, och förlusterna i bär kan minska genom lägre lufthastighet.

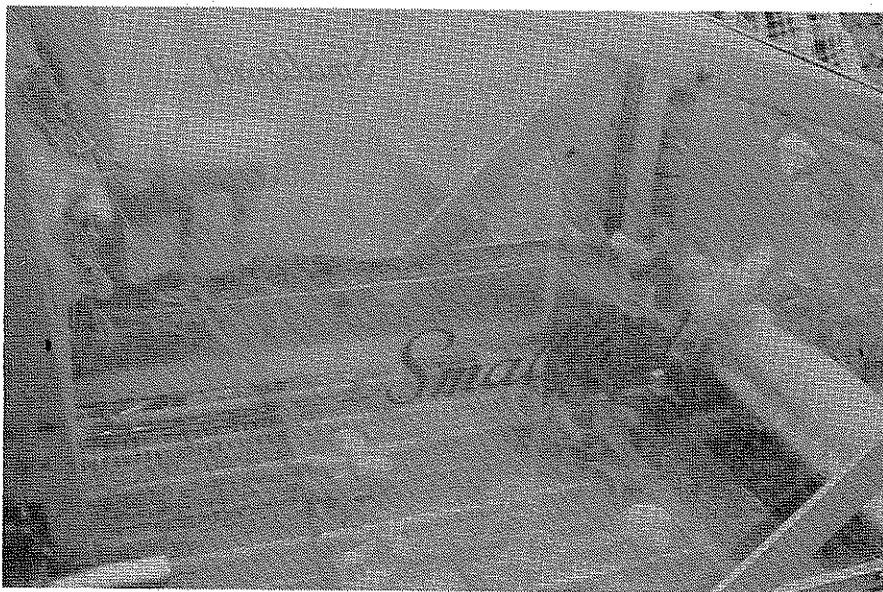


Bild 43. Renssystem på Smallford maskin

MSU:s maskin utvecklades från början i samarbete med NIAE, och många likheter finns mellan maskinerna.

I slutet av 70-talet arbetade man med en traktorburn maskin. Denna transporterade bären bakåt, och därefter på tvären bakom traktorn. När bären föll från inmatningstransportören och ner på en annan transportör, blåste en tvärströmsfläkt ut blad bakom maskinen (se bild 44). Eftersom fläkten blåste på en relativt lång sträcka med transportörer, har man en god chans att få en omtumling av materialet. Rensningsytan var även försedd med en huv som gav en "instängd" luftström, med chans för bättre separation. När bären föll ner på den tvärgående sällmattan möttes de av en luftström från en fläkt under mattan. Härigenom blåstes ytterligare blad bort. Denna fläkt skapade tillsammans med tvärströmsfläkten ett system som blåste ut bladen högt upp under huvan. Även på denna maskin fanns utrustning för att dela upp klasor (se kap 3.8.), där ytterligare chans för separation fanns (Hansen & Ledebuhr, 1980).

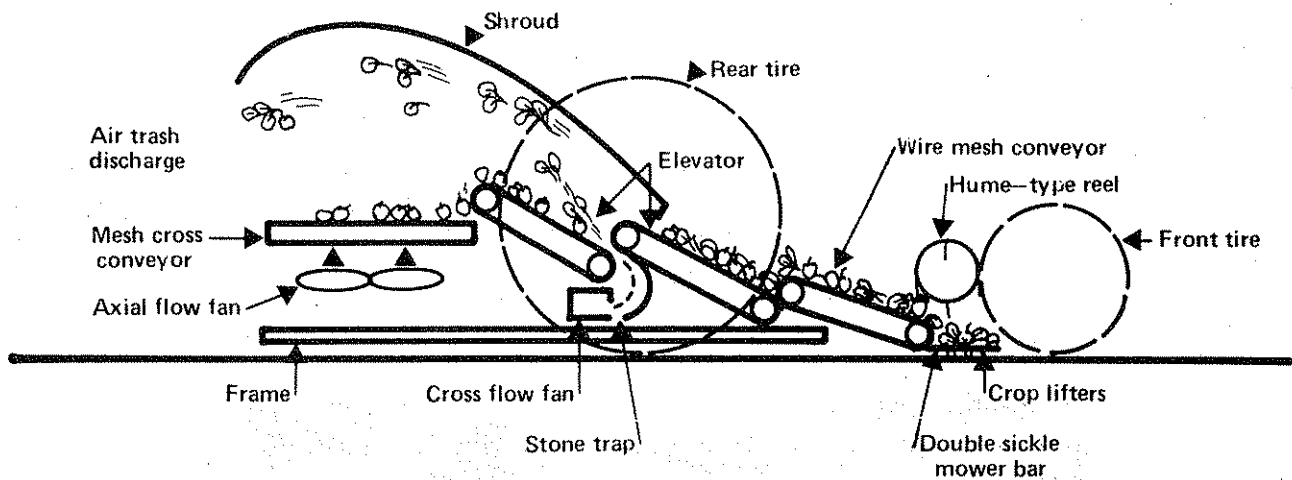


Bild 44. Skiss över skörde- och rensystem på tidig MSU-maskin (Hansen & Ledebuhr, 1980)

På den senast utvecklade maskinen vid MSU finns det troligen effektivaste separationssystemet som konstruerats på någon maskin. Principerna för separation är de samma som på NIAE:s och MSU:s tidigare maskiner, men ytan för separation är större. Hela maskinen är byggd i rak linje och bladen blåses ut bakom maskinen. Rensningen sker i flera steg. Den avskurna massan faller från en inmatningstransportör ner på en annan, kortare transportör. Både i fallet från den första och från den andra transportören blåser tvärströmsfläktar en luftström riktad bakåt och uppåt (se bild 45). Genom att massan faller två gånger, når man en förbättrad rensning. Hela maskinen är innesluten i en huv som ger en kraftig styrning av luften, och skyddar från vindpåverkan. Efter den andra transportören faller bären ner på en sällmattetransportör som rensar bort eventuell sand och jord. Under denna transportör sitter ytterligare två tvärströmsfläktar för uppdelning av klasor (se kap 3.8.). Dessa fläktar medverkar till att ge en uppåtriktad luftström, och tillsammans med de främre fläktarna ger de ett sådant luftflöde att de flesta bladen blåses utefter taket i maskinen.

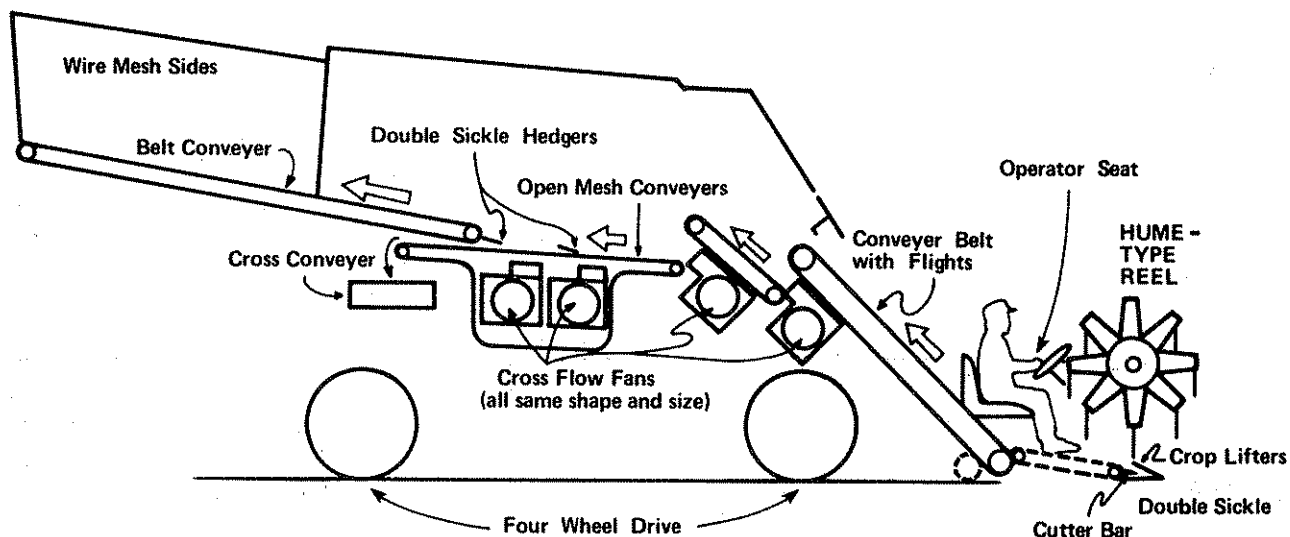


Bild 45. Skiss över senare modell av MSU-maskin (Hansen et al, 1983)

3.8. Dela upp klasor på maskin

Vid skörd med klippande skördemaskiner får man en stor del av bären i form av klasor. Om maskinen har klippt för lågt, eller om den har klippt igenom kronan för att denna har frusit upp under vintern, sitter ibland även blad med stjälkar fast vid klasen. De flesta skördemaskiner accepterar detta som slutprodukt, och överläter uppdelningen av klasarna till senare industribearbetning.



Bild 46. Jordgubbar skördade med OSU:s maskin i 30 liters lådor

Nackdelen med denna slutprodukt är att den är skrymmande. Även om bären utgör ca 80% av vikten (Booster, 1980), uppfyller blad och stjälkar 70 till 80% av volymen (se bild 46) (Kirk & Booster, 1978). Ur transportsynpunkt är det fördelaktigt att det mesta av stjälkarna klipps av. Visserligen anger någon källa (Hecht, 1980) att man inte ens bör separera ifrån alla blad eftersom en alltför

kraftig lufthastighet (och separationsgrad) medför ökade förluster i små bär och att bladen dämpar skador på bären. Praktiska resultat från senare år visar emellertid att det går bra att transportera bären till och med i storlådor utan större skador (se kap 3.9.).

På några maskiner finns utrustning som delar upp klasarna. Arbetet med sådan utrustning började på NIAE i England.

NIAE-Smallford

På NIAE:s maskin finns en utrustning som kallas "singulator". När bladen har blåsts bort från bären, faller dessa ner på en nättransportör. Under denna sitter på två ställen axialfläktar som blåser en luftström genom transportören. Syftet med denna luftström är att resa upp stjälkarna, medan bären ligger kvar på transportören.

En roterande kniv, typ "rotorgräsklippare", sitter monterad över varje fläkt. Knivbladen klipper av de uppresta stjälkarna, varvid klasarna delas upp och stjälkar och eventuella blad blåses bort. Bären passerar över den andra fläkten och stjälkarna kortas av ytterligare (se bild 47).

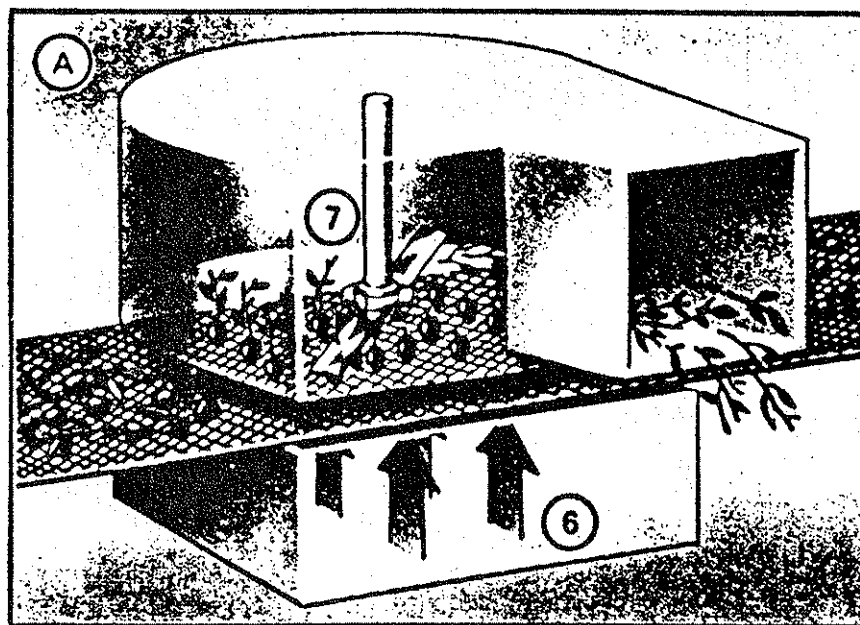


Bild 47. Skiss över "singulator" på Smallford maskin (ur Smallfords broschyrmaterial)

Michigan State University (MSU)

MSU hade ett liknande system på sin skördemaskin från början, beroende på ett samarbete mellan MSU och NIAE. Efter att bladen hade blåsts bort, transporterades bären på en sållmatta. Under sållmattan satt en axialfläkt som reste upp stjälkarna. Fyra roterande knivar klippte av stjälkarna och dessa blåstes ut (se bild 44) (Hansen & Ledebuhr, 1980).

Denna lösning har en rad brister. Axialfläktar ger ett ojämnt luftflöde med högre lufthastighet i ytterkanten än i centrum. Detta innebär att om stjälkarna ska kunna resas upp i centrum, måste lufthastigheten i periferin vara så hög att små bär blåses ut (Ledebuhr, pers. medd, 1984). Dessutom för den roterande

kniven över de flesta bären åt ena sidan med ojämn fördelning och ökade förluster som följd (Hansen pers. medd, 1984).

På den senaste modellen av MSU:s maskin har denna utrustning därför omarbetats. När bären har fallit från inmatningstransportören, hamnar de på en sållmatta. Under denna sitter två tvärströmsfläktar placerade efter varandra. Fläktarna reser upp stjälkarna och dessa klippes av med en dubbelknivbalk (se bild 45). Den andra kniven klipper något lägre än den första, och lämnar bären med 2 till 3 cm långa stjälkar. Dessutom blåser fläktarna bort ytterligare stjälkar och annat skräp (Hansen et al, 1983).

Denna lösning har en rad fördelar framför de tidigare. Tvärströmsfläktarna ger en jämn lufthastighet över hela sin bredd, och möjligheterna att justera in rätt lufthastighet, med små förluster, är större. Dubbelknivbalken är byggd så smal som möjligt och den stör flödet av bär m.m. mindre än de roterande knivarna (Ledebuhr, pers. medd, 1984).

Efter uppdelning av klasarna får man ett betydligt renare material som är mindre skrymmande (se bild 48).

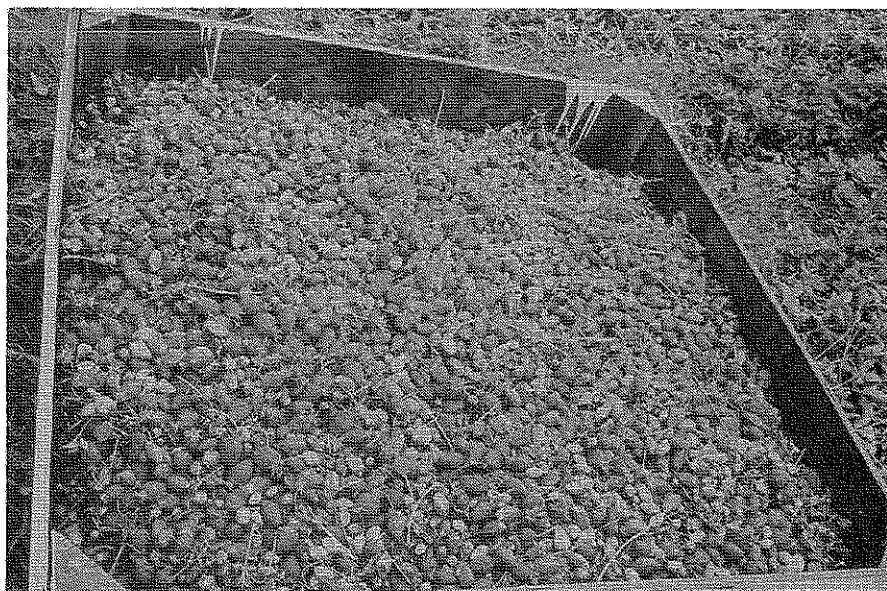


Bild 48. Jordgubbar skördade i storlåda med odlarbyggd maskin (efter MSU:s riktlinjer)

3.9. Förvaring av bär på maskin

Olika typer av förvaringslådor har använts vid maskinskörd av jordgubbar. På repande skördemaskiner kan man ibland p.g.a. maskinens kapacitet, använda vanliga lådor av den typ som används för handplockning av färska bär. Men när man använder klippande maskiner ökar oftast maskinens kapacitet, samtidigt som den skördade varan blir mer skrymmande. Det är då nödvändigt att använda sig av någon större typ av låda. Vanligt är att använda staplingsbara plastlådor som rymmer ca 30 liter (se bild 46). Maskinskördade bär kan normalt endast användas som industriråvara. Det normala är att bären går direkt från fältet till industrin, där de töms och bären bearbetas. Det är därför önskvärt med lätthanterliga lådor och helst stora sådana som kan hanteras med truck.

På ett par klippande skördemaskiner som ägs av odlare i Michigan i USA, och som har byggts i samarbete med MSU, använder man sig av storlådor som rymmer ca 140 kg jordgubbar (se bild 48). Detta har fungerat väl i praktiken, trots att många källor har angivit att det inte går att ha bären liggande i så tjocka lager.

Den höga kapaciteten hos dessa maskiner är en annan anledning till att stora lådor är nödvändiga. När man provade att använda mindre plastlådor, fylldes dessa på några få sekunder. Även i något fall, när man har använt storlådor och skördat fält med hög avkastning, har storlådorna fyllts på mindre än en minut (Ledebuhr, pers. medd, 1984).

3.10. Kvalité på skördad vara

Många försök har gjorts att maskinskördade jordgubbar för färskmarknaden. Många rapporter om skördemaskiner har angett att maskinen bör kunna skörda bär för färskmarknaden, men ingen av dessa maskiner har i praktiken visat sig vara lämpliga för detta. Ingen av de skördemaskiner som har utvecklats har kunnat skörda endast de mogna bären, trots många försök. Vid en engångsskörd får man bär av varierande mognadsgrad, och att sortera ut endast de som duger som färska bär ställer sig dyrt och svårhanterligt. På någon maskin är kapaciteten så låg att man för hand kan sortera bort omogna och skadade bär. I detta fall blir de fasta kostnaderna på maskinen höga p.g.a. den låga kapaciteten. Dessutom får man sortera bort en stor del av bären som annars går att använda som råvara till saft eller liknande. På de skördemaskiner med högre kapacitet blir istället problemet att hinna sortera upp dessa bärmängder nästan olösligt. Den enda rimliga inriktningen är, med dagens teknik, att använda de maskinskördade bären som råvara till saft, sylt och andra industriprodukter.

Många mätningar och analyser av kvalitén på den maskinskördade varan har gjorts, främst i USA. Det kan vara svårt att överföra resultaten från några av försöken till dagens maskiner, eftersom den maskin som hade skördat varan inte längre finns kvar. Men några slutsatser går dock att dra av mätningarna.

Kvalitén beror till stor del även på när skörden sätts in. Man strävar efter att hitta optimal skördetidpunkt, med så många mogna bär som möjligt, och helst inga övermogna. En försenad skördetidpunkt kan innebära en avsevärt mycket större mängd skadade bär.

I en kvalitetsmätning i Oregon jämfördes bär skördade både med den repande maskinen och med den klippande. I fältet fanns 50 till 60% mogna bär. Resten var i ungefär lika delar gröna, omogna vita och övermogna bär oberoende av skördemetod. Vid skörd med den repande maskinen blev det synliga skador på mellan 35 och 53% av bären. Detta representerar 2 till 8 gånger fler skador än handplockade bär. Tre fjärdedelar av de skadade bären ansågs dock vara användbara för viss industribearbetning. 38% av bären skördade med den klippande maskinen hade synliga skador. Det är viktigt att notera att dessa siffror är inte helt jämförbara. Bären skördade med den klippande skördemaskinen är i huvudsak i form av klasar, och bearbetningen av dessa kan ge ytterligare skador. Man provade även att blanda i mellan 0 och 60 % användbara, skadade bär i slutprodukten, och smakpaneler provade de olika produkterna. Inga signifikanta skillnader kunde märkas vad

beträffar smak och textur. Färg och utseende ansågs sämre på de prover som innehöll stor andel skadade bär. 10 av 11 maskinskördade prover nådde högsta klassificeringen enligt amerikanska metoder (Booster, et al, 1970b).

Liknande försök har gjorts även vid University of Arkansas. Jordgubbar skördades med den maskin som utvecklats vid universitetet (se kap 4.4.). Prover skivades och man blandade fyra delar bär med en del socker. Smakpaneler fick smaka prover med blandningar av olika mognadsgrad. Detta visade att de flesta sorter var acceptabla ur alla undersökta kvalitetsegenskaper. När man sållade bort de små bären förbättrades nästan alla kvalitetsegenskaper (Morris et al, 1974).

De flesta metoder som har provats för att lyfta upp bären från marken (luft, borstar, nät m.m.) har givit skador. Den troligen skonsammaste metoden är att klippa loss hela plantan med en knivbalk assisterad av bärlyftare och haspel. Bären är här hela tiden skyddade av bladmassan genom skördeprocessen. Om bären senare körs genom en snopplingsutrustning, kan det uppstå skador. Den ekonomiska betydelsen av skadorna är helt beroende av den slutprodukt man avser framställa (Ledebuhr, pers. medd, 1984).

När man jämför maskinskördade bär med handskördade, måste man vara medveten om att en stor del av de handplockade bären har skador. Vid ett försök i Oregon hade 51% av de handplockade bären skador (Booster, 1980).

4. KOMMERSIELLA MASKINER OCH PROTOTYPER

I detta kapitel skall beskrivas endast de maskiner som är, eller har varit, kommersiellt tillgängliga. Även de prototyper som är under utveckling kommer att beskrivas. Totalt har över 50 olika maskiner byggts under de senaste tjugo åren. De flesta har beskrivits i kapitel 3.

4.1. NIAE - Smallford

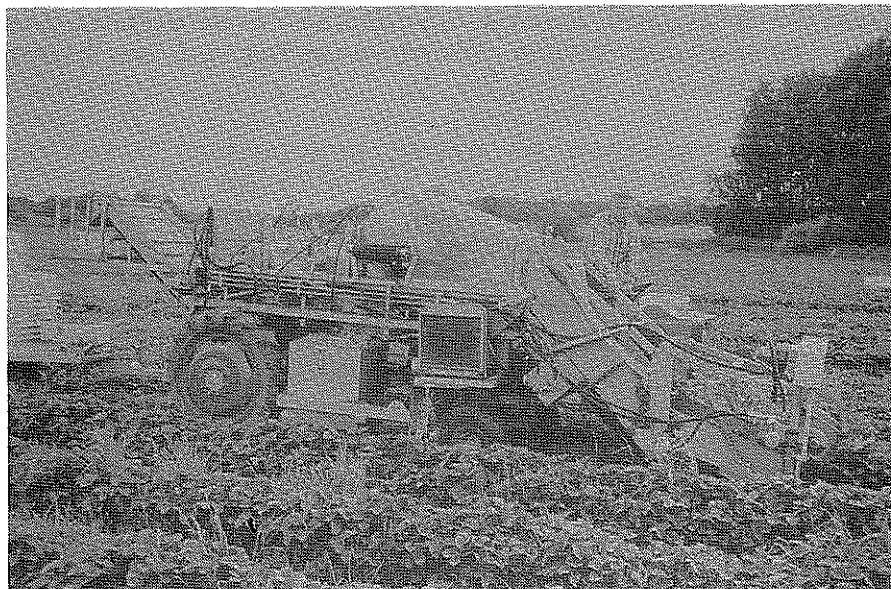


Bild 49. Självgående Smallford maskin

Arbetet med en jordgubbsskördemaskin inleddes 1967 då ett möte mellan ingenjörer, växtförädlare och andra växtspecialister beslöt sig för att utveckla skördemetoder enligt principen att klippa loss plantan. Arbetet med skördemaskinen leddes av Ivor Kemp.

NIAE inledde samarbete med en maskinfirma, Smallford Planters Ltd, och de byggde en prototyp som var klar för försök 1974. När Ivor Kemp gick i pension fortsatte han att utveckla maskinen i samarbete med Smallford.

Från början byggde man en prototyp som monterades vid sidan av en traktor. När Smallford sedan byggde ett chassie (Smallford Multi), som kan förses med olika skördeenheter för bl.a. vinbär, vindruvor, körsbär m.m. byggde man även in jordgubbsenheten i denna ram.

1984 köptes en Smallford maskin av en odlare i Blekinge. Maskinen var självgående och hade byggts runt en liten traktor (se bild 49). Ratten, sitsen, dieseltank m.m. hade flyttats så att förarplatsen var vid sidan om skördeenheten.

Skördemaskinen kan även levereras traktormonterad. Skördeenheten är identisk i de olika maskinerna. Trots lång utvecklingstid har Smallford sålt endast ett fåtal skördemaskiner.

Jordgubbsplantan klipps loss av en dubbelknivbalk som ska klippa så nära marken som möjligt. Bärlyftare av fjäderstål underlättar att lyfta upp bären från marken. En haspel med fyra vingar hjälper till att lyfta upp och mata in bär och blad på transportörerna. Det avklippta materialet transporteras först på en kort transportör, och sedan på en transportör med medbringare som lyfter in det i maskinen. En tvärströmsfläkt placerad under den andra transportören blåser bort blad och annat lätt material när bären faller ner på en nättransportör. Bladen forslas ut åt sidan av ett transportband. En axialfläkt, placerad under nättransportören, reser upp stjälkarna medan jordgubbarna ligger kvar på transportören. En roterande kniv klipper av de uppresta stjälkarna och delar därmed upp klasarna. En likadan enhet kortar av stjälkarna ytterligare. Bär med korta stjälkar transporteras därefter till lådorna. Tomma och fulla lådor staplas på en liten vagn som dras efter maskinen.

Vid skörd i Sverige visade maskinen på några svagheter. Effektiviteten var låg, vilket till största delen berodde på att fältet var mycket ojämnt. Förluster uppstod emellertid p.g.a. haspelns och lyftarnas utformning. Separationssystemet och "singuleringen" (uppdelningen av klasar) gav upphov till bärförluster, främst beroende på ojämn luftström i singulariseringsenheten (se kap 3.8.). Även en del mekaniska problem, såsom kärvande transportörer, upptäcktes.

Maskinen kostade 1984 ca 200 000 kronor traktormonterad, och ca 300 000 kr självgående.

Se även kapitel 3.1.1., 3.3., 3.7.2., och bilderna 6, 43 och 47.

4.2. MSU - CML

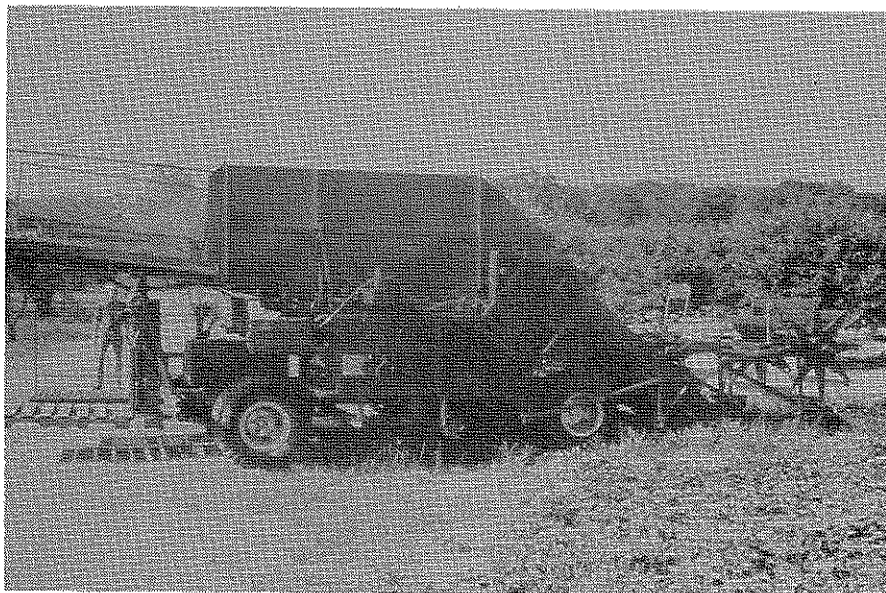


Bild 50. Odlarbyggd, självgående MSU-maskin

Michigan State University började arbeta med maskinell jordgubbsskörd 1967. Från början arbetade man med en repande skördemaskin, men man övergick under 70-talet till att arbeta med klippande maskiner. Arbetet vid MSU leddes i huvudsak av Clarence Hansen tillsammans med Richard Ledebuhr. De inledde tidigt ett samarbete med en kanadensisk firma, Cannors Machinery Ltd (CML), som tillverkar maskinerna kommersiellt idag. Ivor Kemp från NIAE i England samarbetade med MSU, och de tidiga maskinerna påminde mycket om den som Smallford tillverkar.

MSU övergick i slutet av 70-talet till att arbeta med att utveckla skördemaskinen för skörd i heltäckande odling. MSU har idag ingen prototyp, utan arbetar med att utveckla maskiner i samarbete med odlare. CML:s maskin följer i alla viktiga delar de riktlinjer som har utarbetats vid MSU, även om de har en del egen maskinutveckling.

CML har totalt medverkat vid tillverkning av 7 maskiner. De flesta har varit traktormonterade och i ett tidigare utvecklingsstadium. Av den slutliga utformningen har de bara byggt en som används på en försöksstation i Kanada.

Enligt Ledebuhr (pers. medd, 1984) kommer skördemaskiner av MSU-CML:s typ även att tillverkas av en amerikansk firma, BEI.

Maskinen arbetar efter samma principer som Smallford, men den synes i alla detaljer vara mer utvecklad. Metoderna har förfinats och resultatet blir bättre samtidigt som maskinen har bättre driftsäkerhet.

Den maskin som ska beskrivas nedan är i det utförande som den hade under 1984, och som CML och BEI troligen kommer att tillverka den.

Plantorna klipps loss av en 1.2 m bred dubbelknivbalk. Ledade bärlyftare, som vilar på marken av sin egen tyngd och av trycket från plantorna, lyfter upp bären från marken. Skörden underlättas av en stor haspel, 1.5 m i diameter, som lyfter upp bären och hjälper till att mata in dem på transportörerna. Den första transportören är nästan vågrät och är ledat uppfäst tillsammans med resten av skördehuvudet. Hela skördehuvudet är avfjädrat, för att trycket mot marken skall vara lågt. Från den första transportören faller det avklippta materialet ner på en andra transportör med medbringare som lyfter in det i maskinen. Bär, blad, m.m. faller ner på en tredje transportör. Under den andra och den tredje transportören sitter tvärströmsfläktar som blåser ut blad och annat lätt material bak i maskinen. Bären faller ner på en sållmatta som för dem bakåt. Under sållmattan sitter på två ställen en tvärströmsfläkt som blåser rakt uppåt. Denna luftström medverkar delvis i separationen av blad och att blåsa ut skräp bak i maskinen. Dessutom reser de upp stjälkarna medan bären ligger kvar på sållmattan. En dubbelknivbalk sitter monterad ovanför varje fläkt. Dubbelknivarna klipper av stjälkarna och delar upp klasarna. Den andra kniven sitter lägre än den första och lämnar bären med 2 till 3 cm stjälkar. Det avklippta och separerade materialet faller på en transportör och dels blåses och dels transporteras det ut bakom maskinen.

Maskinen är byggd i rak linje, men till skillnad från Smallford förs blad rakt genom maskinen tillsammans med bären. Detta ger möjlighet till bättre separation eftersom de fyra fläktarna samarbetar och den separerande ytan är stor. Bären förs istället åt sidan efter att klasarna har delats upp och bären faller ner i lådorna vid sidan av maskinen.

Maskinen är utvecklad för skörd i heltäckande odling (se kap 2.2.2.). Det är ytterst viktigt att fälten är väl utjämnade eftersom man strävar att ha en klipphöjd som är under 2 cm.

I praktiska prov har en maskin, byggd av en odlare i Michigan i samarbete med MSU, skördat i extrema fall över 10 ton per timme. Under svenska förhållanden är det rimligt att räkna med 2 ton/h. I samma mätning hade man i medel skördat 93% av bären, med 88% som den lägsta effektiviteten (Ledebuhr, pers. medd, 1984).

Maskinen kostade 1984 i storleksordningen 500 000 till 600 000 kronor.

Se även kapitel 3.1.1., 3.3., 3.7.2., 3.8. och bilderna 7, 8, och 45.

4.3. SKH&S



Bild 51. Traktordragen SKH&S skördemaskin

När intresset för maskinell jordgubbsskörd väcktes under slutet av 60-talet, p.g.a. brist på arbetskraft i Oregon på USA's västkust, slog sig fyra odlare ihop för att försöka bygga en skördemaskin. De kallade maskinen SKH&S efter sina initialer. Den drivande kraften var Charles Hecht och han arbetar fortfarande med att försöka sälja maskinen. Från början byggde de en ganska enkel klippande skördemaskin. Hecht hävdar att det var han som var först med att bygga klippande maskiner. Senare under 70-talet började de arbeta med att underlätta skörden genom att lyfta upp bären med luft som blåser från sidorna av raden. Genom ett samarbete med MSU blev maskinen vidareutvecklad.

Maskinen är traktordragen och traktorn kör vid sidan av raden. Luft blåses från sidorna av raden med hög hastighet. När luftströmmarna möts, bildar de en uppåtgående luftström som lyfter upp bären från marken. Stjälkarna klipps av med en dubbelknivbalk, och luften blåser in bär och blad på en sållmatta. På två ställen finns fläktar placerade under sållmattan som blåser bort blad och annat skräp. Bären faller i storlådor, eller smålådor på en pall, bak på maskinen.

I praktisk drift har det visat sig att luften kan ge upphov till skador på bären. Maskinen har visat sig kunna skörda 60 till 70% av bären under normala förhållanden och över 90% om raden har speciellt formats för maskinskörd. Det blir mycket blad kvar i lådorna. Enligt Hecht (1980) beror det på att man vill minska skadorna vid transporterna.

Totalt har de byggt tre skördemaskiner. Ingen av dem användes i någon större omfattning 1984. Priset på maskinen är i storleksordningen 200 000 kronor.

Se även kapitel 3.1.4.2., 3.3. och bild 16.

4.4. BEI



Bild 52. Självgående, tvåradig BEI-skördemaskin (Morris et al, 1978)

Firman BEI i Michigan samarbetade under 70-talet med University of Arkansas. I Arkansas hade man redan 1967 börjat utveckla en skördemaskin som suger upp bären från marken och repar av dem. I början av 70-talet byggde BEI flera prototyper.

Hur många maskiner som byggts totalt är inte känt, men 1978 hade fyra maskiner sålts (Morris, 1978a). När BEI bytte ägare under 80-talet köptes alla maskiner utom två tillbaka och skrotades (Hansen, pers. medd, 1984). De övriga två har inte använts under 1984. Maskinen är alltså inte längre kommersiellt tillgänglig, men beskrivs ändå här, eftersom det är en av de mest kända maskinerna. De nya ägarna till BEI, som arbetar intimt med MSU och CML, kommer att bygga en maskin efter MSU:s design när marknaden efterfrågar den.

BEI-maskinen var tvåradig och skördade jordgubbar odlade på 60 cm breda, upphöjda bäddar som var speciellt formade och vältade för att ge en jämn yta.

Längst fram på maskinen satt en knivbalk som klippte av topparna på bladen. Borstar fästade vid kedjor borstade bort de avklippta bladen från kniven. Skördeenheten bestod av ett stort munstycke där luft sögs in med hög hastighet (ca 1800 m/min). Luften sög upp bären från marken och underlättade därmed skörden. Bären repades loss av korta fingrar monterade vid en kedjetransportör. Mellan de olika kammarna sitter borstar, som även de skall medverka till att lyfta upp bären från marken. Bären transporteras upp i maskinen av kammarna. Luften som lyfter bären suger även bort blad och annat lätt material. Bären matas ut på ett band och faller ner i lådorna.

I praktisk drift nådde man ofta hög effektivitet. Man fick dock ofta skador på bären, bl.a. blåstes sand m.m. in i bären. Det var även svårt att ställa in lufthastigheten så att bären lyftes från marken utan att små bär blåstes ut genom fläkten (Booster, pers. medd., 1984).

Se även kapitel 3.1.4.1., 3.7.1. och bilderna 14 och 39.

4.5. Oregon State University (OSU)

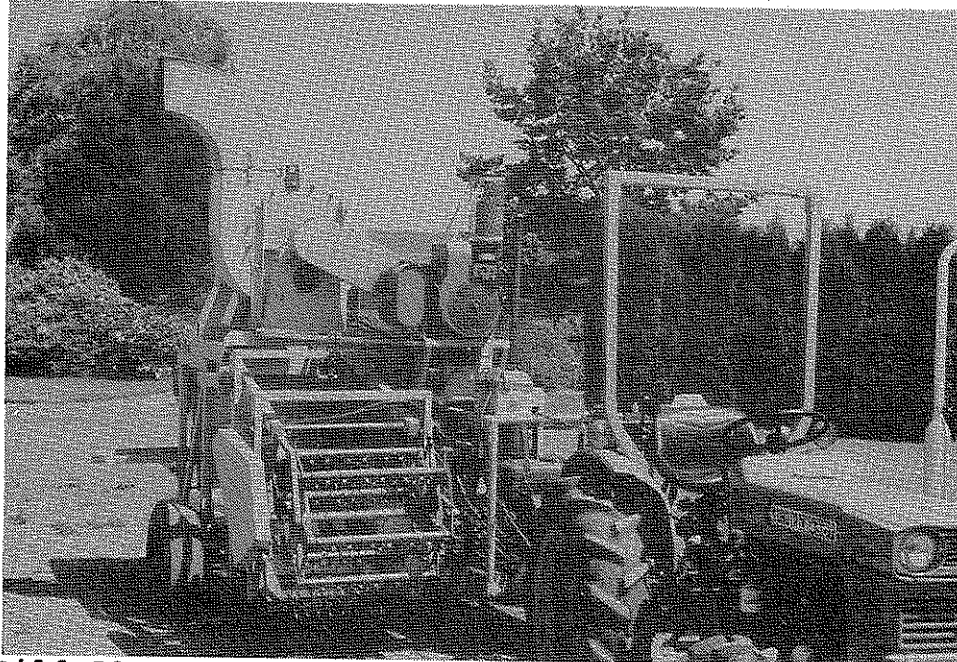


Bild 53. Traktordragen prototypskördemaskin vid OSU

OSU i Corvallis på USA:s västkust, var ett av de första universitetet som började arbeta med utveckling av skördemaskiner för jordgubbar. Intresset för maskinell skörd väcktes genom brist på arbetskraft i mitten av 60-talet i Oregon. En grupp formades som skulle studera olika skördemetoder. Arbetet med utveckling av maskinerna leddes av Dean Booster.

Den första maskinen provades i fält 1967 och var av den repande typen. 1970 provade man att skörda genom att klippa loss hela plantan, och man ansåg att denna metod hade så många fördelar att man övergav den repande maskinen. Man tog fram en traktordragen maskin som skördar en rad åt gången. Maskinen har utvecklats successivt under 70-talet, men arbetet med maskinutveckling ligger nere sedan några år. Man skördar nu mest som service åt växtförädlarna.

Maskinen klipper loss plantorna med en dubbelknivbalk. Skörden underlättas av fasta bärlyftare och en haspel. Blad m.m. sugs bort på två ställen av en fläkt: först sugs blad från transportören, och den andra punkten är där bären faller mot lådorna. Förhållandet mellan luftmängderna på de olika ställena kan ställas in med hjälp av ett spjäll (se bild 41).

Dean Booster anser själv att separationssystemet bör ersättas av ett med övertryck istället för undertryck. Många av detaljerna i maskinen har provats även på andra maskiner, och OSU kommer att inleda ett samarbete med MSU (Booster, pers. medd, 1984).

Se även kapitel 3.1.1., 3.3., 3.7.1. och bilderna 4, 35 och 41.

4.6. Årslev

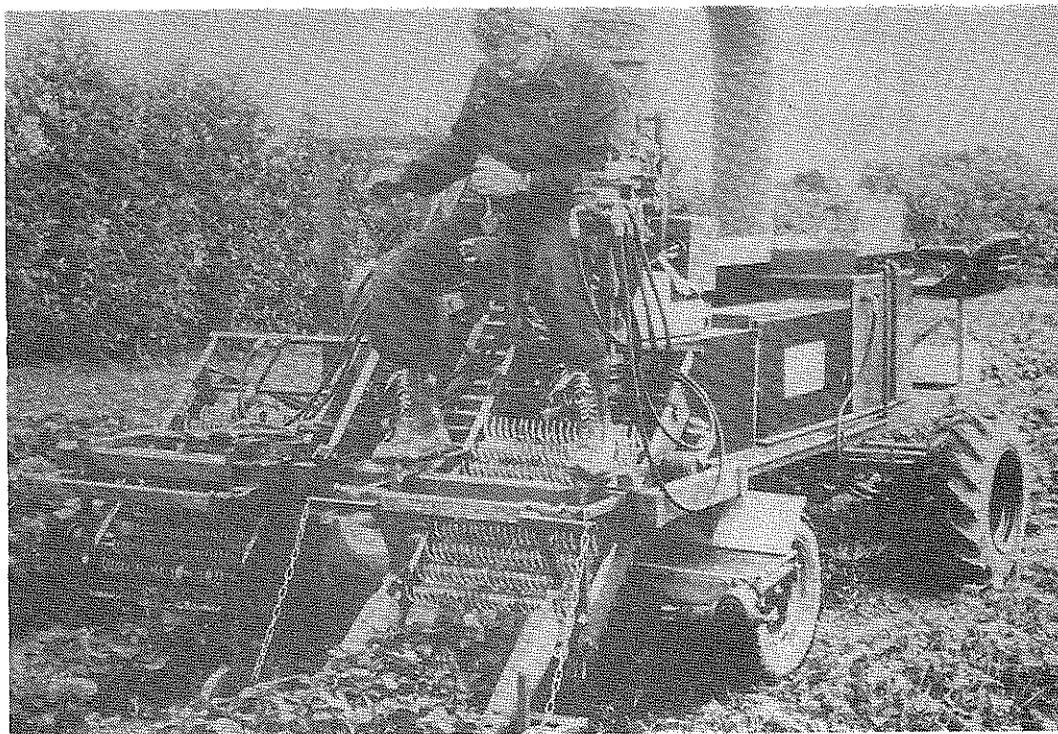


Bild 54. Tvåradig försöksmaskin i Danmark (Thuesen, 1984)

Vid Havebrugscentret, Institut för Grönsager i Årslev i Danmark arbetar man sedan i början av 80-talet med provning av maskinell jordgubbsskörd. Man har byggt två repande skördemaskiner. Huvudvikten verkar ligga vid förädling av jordgubbssorter, och maskinutvecklingen sköts av en verkstad på Årslev. Man arbetar aktivt med förädling i Årslev, och man har minst en ny, namngiven sort för maskinell skörd, och flera andra lär vara på väg.

Den först byggda maskinen är tvåradig och repar av bären med fingrar fästade vid kammar på en transportör. Bären lyfts upp av kammarna och tippas av på en tvärgående transportör. Från denna förs bären bakåt och uppåt av en transportör med medbringare. Blad m.m. sugas bort i en huv där bären faller ner på ett transportband. Skräp, skadade bär, insekter m.m. handplockas bort från bandet innan bären faller i lådorna.

Man har i Årslev byggt även en enradig, helautomatisk maskin. Denna repar med fingrar på liknande sätt som den tvåradiga, och bären lyfts upp av kammarna som är utformade som skopor, för att sedan lämnas av direkt i lådorna. Maskinen styrs automatiskt efter raden. På vändtegen får maskinen stannas, vändas om, och bären omhändertagas.

Maskintypen kommer att tillverkas kommersiellt om den efterfrågas.

Se även kapitel 3.2.1., 3.7.1. och bild 25.

4.7. Centro Studi di Tecnica Frutticola del CNR (CSTF)



Bild 55. Traktordragen prototypmaskin från Bologna vid skörd i Blekinge

Utveckling av en klippande maskin pågår vid CSTF i Bologna i Italien. Arbetet leds av professor Rosati. 1983 kom en kopia av prototypen till Sverige, inköpt av en odlare i Blekinge. Maskinen visade en rad brister och användes i mycket liten omfattning. Den lämnades senare till en ingenjörsfirma som eventuellt ska omarbета den.

Maskinen är utvecklad för skörd av jordgubbar odlade i en smal, enkel rad, och i plasttäckt jord. Bären reses upp från marken av en serie borstar monterade vid ett transportband. Borstarna sveper ca 60 cm, för att plocka upp bär som ligger långt ut innan de reses upp. Borstarna, en på var sida om raden, är monterade i V-form med ca 35 graders vinkel. När bären har lyfts upp av borstarna, klipps stjälkarna av med två motroterande sågblad. Borstarna fungerar nu som medbringare och bären forslas, tillsammans med bladen, upp till transportband, ett på var sida. När bären faller från banden, ner mot lådorna, blåser en luftström bakåt för att blåsa bort blad m.m. Två släpskor strax bakom sågklingorna känner av marknivån, och ställer in skördeenhetsens höjd, genom elektrohydraulik.

Vid skörden i Sverige visade maskinen en rad svaga punkter. Den "automatiska" höjdställningen fungerade inte tillfredsställande. Avkänningen är placerad bakom sågklingorna, och om det t.ex. ligger en jordklump framför dessa, känner maskinen inte av höjdskillnaden förrän de har skurit in i jorden. Dessutom är det elektrohydrauliska systemet alltför primitivt, och innebär att maskinen hoppar upp och ner. I och med den ojämna skördehöjden blev effektiviteten varierande. Fanns det övermogna bär i fältet borstades dessa sönder innan plantan klipptes av. Borstarna var inte helt effektiva som transportörer, och ibland fastnade bladmassan. Transportörerna vid sidan hade sådan utformning att halmstumpar och jord m.m. ofta hamnade under transportbandet och gjorde att detta stannade.

Separationssystemet har en alltför enkel utformning. Det är omöjligt att blåsa bort bladen och få ett bär, som ligger ovanpå dessa, att falla ner i lådan. Antingen blåses bäret bort, eller hamnar bladen i lådan. Trots de här nämnda problemen kan maskinen vara intressant, åtminstone på plastklädd mark.

Rosati har under 1983 förändrat den prototypmaskin som finns i Italien så att bär och blad faller två gånger: första gången ner på en extra transportör, och andra gången ner i lådan. Vid varje fall blåser en fläkt bort skräp. Rensningen uppges ha förbättrats något genom denna förändring.

Se även kapitel 3.1.2., 3.3., 3.6., 3.7.2. och bilderna 36, 40 och 42.

5. INDUSTRIBEARBETNING AV JORDGUBBAR (PROCESSING)

Maskinskördade jordgubbar duger i allmänhet endast som industriråvara. I Sverige finns idag ingen industri som i nämnvärd omfattning hanterar färska jordgubbar för sylttillverkning m.m. eftersom vi importerar alla bär. För att svensk odling av jordgubbar ska kunna fungera, krävs samarbete med en industri som framställer ett halvfabrikat eller färdiga produkter.

Idag används så gott som uteslutande handplockade bär som industriråvara. Dessa är då snoppade i fält och består av enbart mogna bär. Det enda industrin behöver göra är att plocka bort eventuella skadade bär och frysa in dem efter storlekssortering, skivning, sockerinblandning, eller liknande.

Efter maskinskörd har man bär av alla mognadsgrader, gröna såväl som övermogna. Dessutom har bären i allmänhet stjälk, och sitter ibland ihop i klasor, har blad bland bären m.m. Att bearbeta maskinskördade bär ställer krav på annan typ av utrustning än normalt.

Det har funnits olika åsikter om vilken typ av slutprodukt man bör eftersträva. BEI-maskinen (se kap. 4.4.), som har utvecklats i samarbete med University of Arkansas, var utvecklad för produktion av bär för saft och geléframställning. Filosofin var att man skulle få fram i princip slutprodukten direkt på maskinen. Saft skulle sedan kunna pressas efter viss sortering.

De flesta andra har strävat efter att få fram bär för syltframställning eller frysförpackning. Detta är en produkt som har ett högre värde, och kräver att bären snoppas. Vanliga produkter i USA är t.ex. frirullande bär, d.v.s. bär som frysts in styckvis och hela. Vanligt är även att bären fryses in, hela eller skivade, i burkar, ofta i en blandning av fyra delar bär till en del socker.

Vid Michigan State University, som är det enda universitetet i USA som aktivt arbetar med utveckling av maskinskörd av jordgubbar, har man övergått från att sträva efter att ta fram snoppade jordgubbar till att producera puré. Detta beroende på att man anser att prisskillnaden är för liten mellan de olika produkterna. En fördel med att producera puré är att det kräver betydligt mindre investeringar än snoppningsutrustningen. En annan fördel är att alla bär, utom de möjliga, kan användas, gröna såväl som mogna.

5.1. Tvättning av bären

Det är oftast nödvändigt att tvätta bären för att ta bort jord och annat, innan bären bearbetas. Den vanligaste metoden är att lådorna med bären tippas i en vattentank (se bild 56). En stor del av smutsen skiljs ifrån redan här. Tvättning med vattenstrålar används ofta för att skölja av ytterligare smuts när bären transporteras in mot processlinjen. Det är viktigt att milda tvättmetoder används, eftersom bären lätt skadas vid alltför våldsam bearbetning.

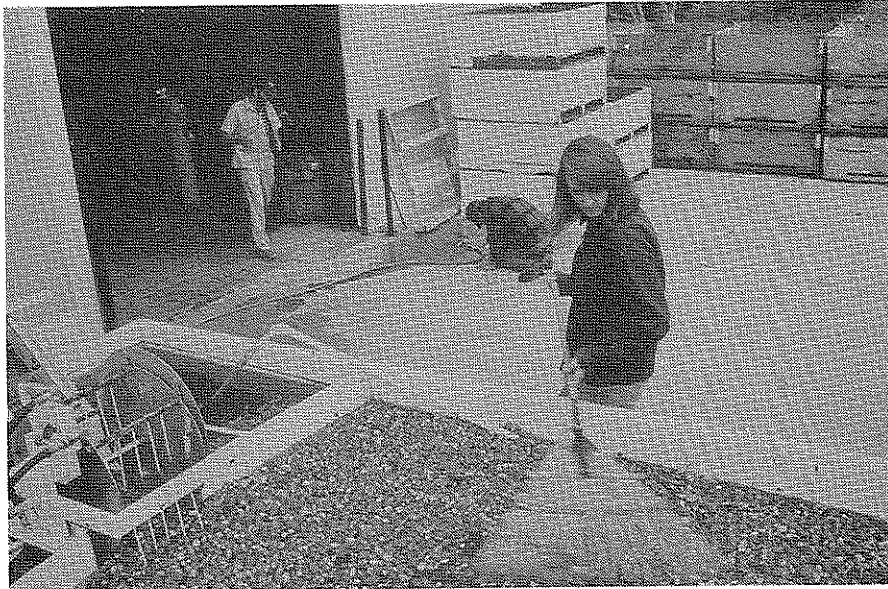


Bild 56. Jordgubbarna tippas i en vattentank och matas in på bandet

Efter tvättning måste bären "processas" så snart som möjligt eftersom hållbarheten är dålig när bären är våta.

5.2. Dela på klasar

Vid skörd med klippande skördemaskiner får man ofta en stor del av bären i form av klasar. Några maskiner har utrustning som delar upp klasarna redan på maskinen (se kap 3.8.). Enligt Ledebuhr vid MSU (pers. medd, 1984) är den utrustningen idag så pass bra att separat utrustning inte längre behövs. Men på andra maskiner blir resultatet sådant att det är nödvändigt att dela upp klasarna före snopningen. En typ av snopningsutrustning, t.ex. OSU:s, har en kombinerad effekt: att dra loss stjälk och fluga, och att dela upp klasar (se kap 5.3.2.). Men det har även utvecklats utrustning speciellt för detta ändamål.

Michigan State University (MSU)

Vid MSU har tagits fram en utrustning med ett antal smala rostfria stänger som är placerade med 6,35 cm avstånd. Stängerna lutar och klasar som blir hängande över dem glider ner mot ett motstål. Roterande knivblad skär av den stjälk som sticker upp, och delar därmed upp klasarna (se bild 57). Det finns tre uppsättningar med stänger med roterande kniv ovanför varandra, för att öka chansen att alla klasar ska kunna delas upp (Hansen et al, 1983).

Utrustningen har bl.a. provats i Kanada, vid Horticultural Research Institute of Ontario. I vissa sorter kom många bär ut ur utrustningen fortfarande i form av klasar. Främst berodde det på att sorterna hade korta stjälkar som gjorde att klasen, efter att ha hängt på stängen en tid, vred sig och föll av p.g.a. bärets vikt (Gray, 1983).

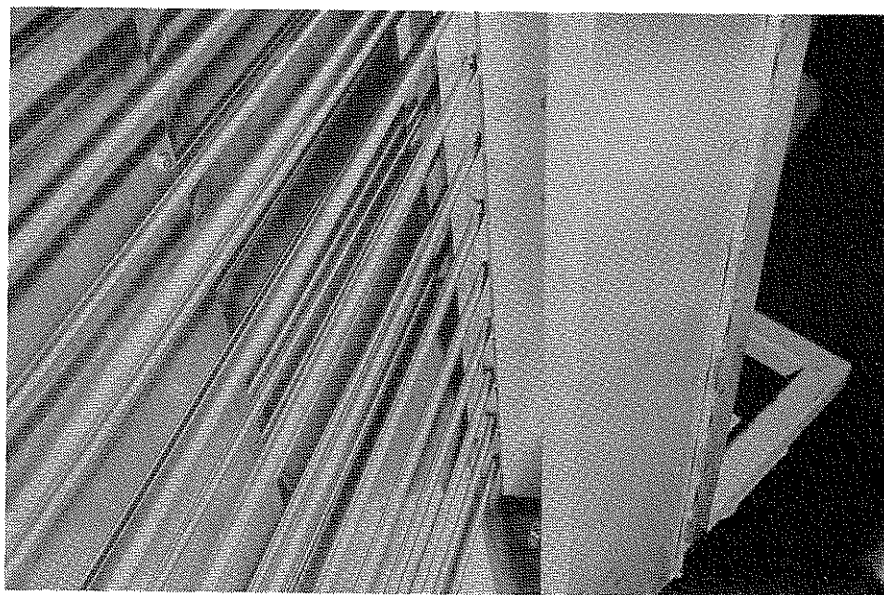


Bild 57. MSU:s maskin för uppdelning av klasar. En roterande kniv skär av de klasar som hänger på stängerna.

5.3. Snoppning

Om man vill producera sylt eller frysta produkter vid maskinell skörd, så är det nödvändigt att snoppa bären, d.v.s. ta bort stjälk och fluga. Sådana produkter betingar ett högre pris, men samtidigt är utrustningen dyr, speciellt som den normalt används mindre än 10 dagar om året.

Snoppningsutrustning har varit under utveckling långt innan maskinell skörd blev aktuellt. Vid manuell skörd för industrin snoppas bären för hand i fält, ofta mot en kniv på plockningshinken eller liknande. Den som plockar för färskmarknaden måste däremot ha flugan kvar. Det måste alltså bestämmas för vilket syfte bären skall användas redan innan plockningen. Marknaden för färska bär är väldigt känslig för överskott. I USA talar man om att priserna kan falla under plockkostnaden, bara på några få timmar. (Leban, pers. medd, 1984). Odlaren vet inte vid plockningstillfället vilket pris han ska få, och har han plockat med fluga är han tvungen att sälja som färskbär, eftersom det är för dyrt att handsnoppa. Både odlare och förpackningscentraler har därför länge sökt efter bra metoder att snoppa bären maskinellt. Man skulle då alltid plocka med fluga och eventuellt med en liten stjälk. Om priserna då sjunker, snoppar man bären maskinellt och säljer dem som industribär.

En annan fördel med att plocka industribären med fluga är att hållbarheten är bättre, och saftförlusterna mindre om flugan är kvar på bäret.

Ett stort antal olika maskiner för snoppning av jordgubbar har patenterats, men långt ifrån alla har byggts. Det första patentet kom redan 1943. De flesta maskiner arbetar efter principen att stjälken ska fångas mellan motroterande rullar och dras bort. En

svaghet i detta system är att det inte finns ett naturligt släppningslager mellan bäret och flugan. Ofta dras endast stjärken av och flugan blir kvar. Andra metoder som provats är att skära bort flugan och att slå bort den från frysta bär.

De krav man ställer på jordgubbarna skiljer sig markant mellan de olika metoderna. När man drar bort stjärken mellan rullar eftersträvas sorter där flugan lätt släpper från bäret. Snoppar man med t.ex. MSU:s maskin, som skär av flugan, vill man ha sorter där stjärken sitter ordentligt fast vid bäret.

5.3.1. Orientera bären för snoppning

Ett av de stora problemen med avsnoppning är att orientera bäret så att flugan kan skiljas ifrån. De flesta maskiner med rullar använder sig av rörelsen över rullarna för att få bären att förr eller senare vrida sig, så att stjärken fastnar mellan rullarna. I något fall används en oscillerande rörelse för att underlätta för stjärken att vrida sig ned.

Många försök har gjorts för att orientera bären så att de kan hållas fast, och flugan kan skäras av. En av dessa är MSU:s maskin som använder sig av metoden med rullar, men även andra lösningar har provats.

Oregon State University (OSU)

Vid OSU provades flera olika metoder tidigt under 70-talet. Man provade att orientera bären med vatten genom att ha dem burna av vatten, och stödda av en vibrerande matta under dem. Detta ansågs inte vara en tillräckligt bra metod för att vara värd ytterligare arbete. Man provade även att orientera dem genom att lägga dem på ett plan som oscillerade i horisontalplanet. Olika material provades för att ge olika friktion. Denna metod gav inte heller tillräckligt bra resultat. Bär placerades dessutom mellan två metallplattor mellan vilka en likspänning på upp till 10 000 volt lades. Stjärkändan hade en tendens att peka mot den övre plattan, men resultatet var inte acceptabelt (Kirk, 1970).

Dessutom har vid OSU provats vibrerande, lutande ytor och mot-roterande cylindriska borstar, utan positivt resultat (Booster et al, 1970b).

University of California Davis (UC Davis)

Vid UC Davis i USA provades olika metoder för att orientera eller detektera bärets läget för snoppning. En metod var att med reflekterat ljus bestämma bärets position. Metoden gick ut på att en elektronisk krets skulle känna igen den gröna flugan, och antingen stoppa en rotation när flugan var åt rätt håll, eller stöta bort ett bär som var felorienterat. Man kom fram till att:

- Det är möjligt att känna av bärets orientering med ljusreflektion i våglängdsområdet 800 mikrometer
- Det är möjligt att rätta till bärets läge med ett återkopplande system
- Metoden kan fungera bra i en snoppningsmaskin, om denna kan klara av bär som är upp till 20 grader fel
- Systemet kan inte skilja mellan mogna och omogna bär (Hook et al, 1972).

Ett annat arbete vid UC Davis gick ut på att först dela upp bären i ett spår där de kommer ett och ett, efter varandra, och sedan orientera dem med flugan först eller sist. Vid tidigare försök hade provats att: transportera bären på band med borstar som orienterar bären, transportera mellan band med olika hastighet, placera bär på parallella roterande stänger, ha bären "flytande" i luft eller vätskor, och oscillerande transportörer. De flesta metoder gav viss orientering, men antingen var de instabila eller känsliga för bärets form, eller så var kapaciteten för låg. Bäst ansågs vara en oscillerande transportör där bären transporterades i ett "tråg" med rund botten. Denna metod innebar att bäret transporterades med flugan omväxlande först eller sist. Försöken visade att i allmänhet över 90% av bären orienterades (Dooley et al, 1972).

Michigan State University (MSU)

Vid ett försök vid MSU undersöktes jordgubbars aerodynamiska egenskaper för att se om denna metod kan användas för att sortera eller orientera bär (se kap 5.4.). En jordgubbe placerades på ett nät i en kanal där luft sögs. 560 bär av olika mognadsgrad provades. Ett intressant fenomen observerades. Ett bär som från början ligger horisontellt vrider sig mot ett vertikalt läge när lufthastigheten ökas, och hålls kvar i detta läge. Man ansåg att detta eventuellt kan användas för att orientera bär för snoppning (De Baerdemaker & Segerlind, 1974).

5.3.2. Snoppning med motroterande rullar

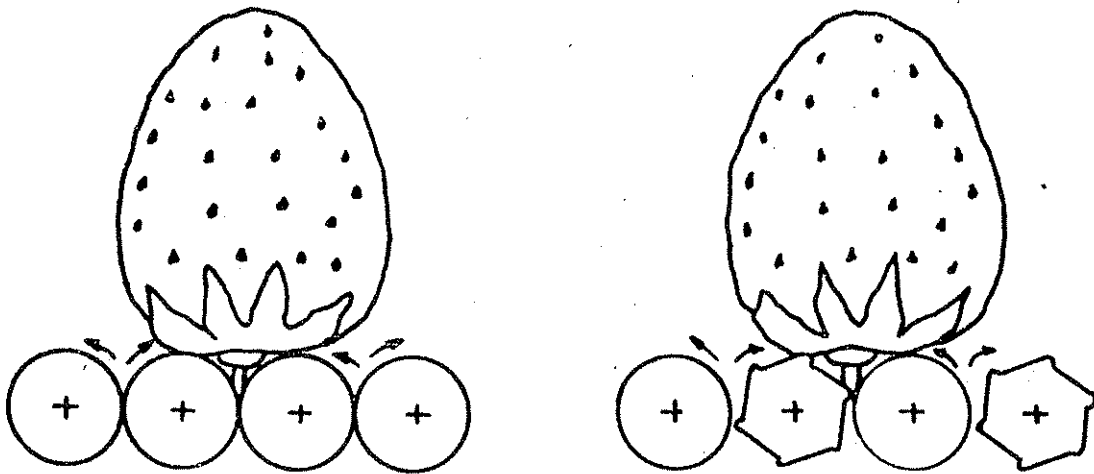


Bild 58. Olika utformning på rullarna i snoppningsmaskiner (Booster et al, 1970b)

Detta är den vanligaste metoden som maskinutvecklare har arbetat efter. Det som har skilt mellan olika maskiner har främst varit att rullarna har monterats på olika sätt, och med olika vinklar och form på rullarna. Några av de maskiner som har nått kommersiellt intresse skall beskrivas nedan.

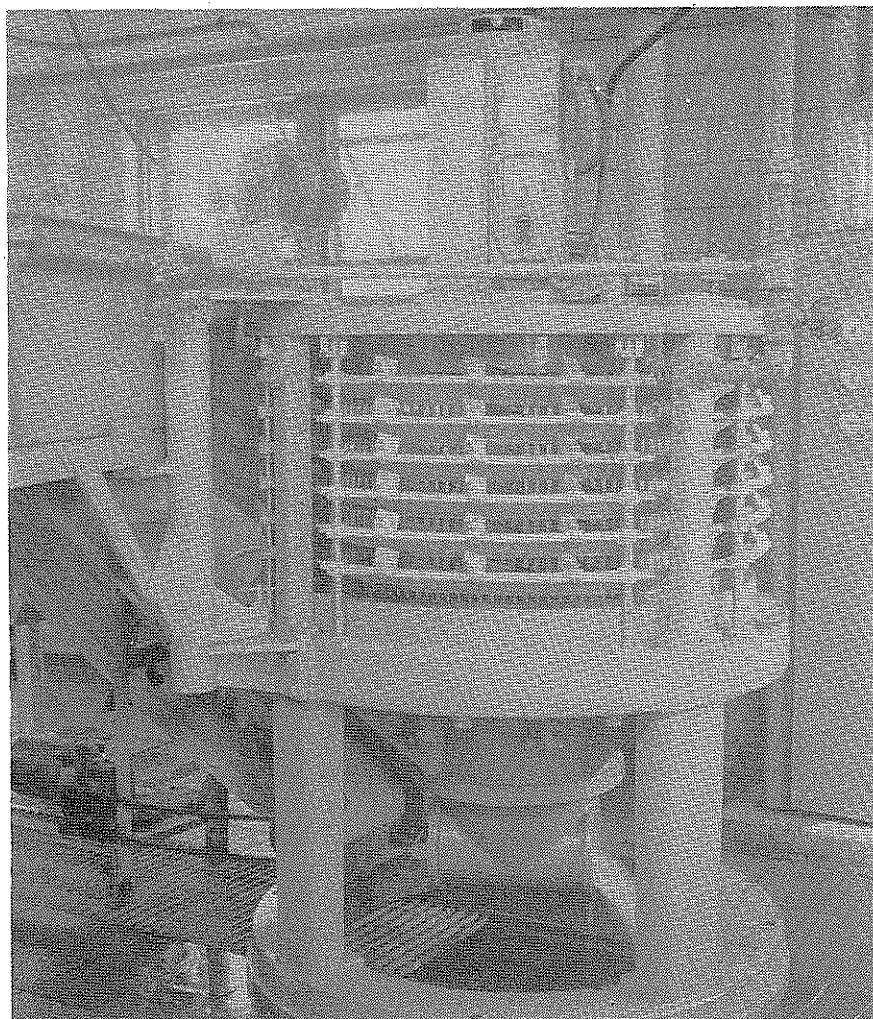


Bild 59. Morgan decapper (snopningsmaskin) (McCarty & Goble, 1960)

A.H. Morgan vid University of Tennessee utvecklade en avsnoppare som är en av de första maskinerna, patenterad redan 1943. Den är också en av de mest avancerade av de maskiner som arbetar med rullar. Maskinen består av en vertikal trumma, ca 70 cm i diameter och 38 cm hög. Trumman består av 120 metallrullar och 120 gummirullar monterade bredvid varandra (se bild 59). Rullarna roteras mot varandra samtidigt som hela trumman vrids. 6 mm från rullarna sitter sex lutande rännor som håller bären mot trumman. Jordgubbar matas samtidigt i alla sex rännorna. Trummans vridning vrider bären och för dem samtidigt framåt. När stjälken eller flugan kommer i kontakt med rullarna, dras de av. Efter ca 2,3 m vridning släpps bären av på ett inspektionsband.

Maskinen provades i Tennessee 1955 och 1956 på två olika sorter. Efter att ha passerat genom maskinen förblev 11 respektive 45% osnoppade. I genomsnitt passerade 720 kg/h genom maskinen, med mer än 1000 kg/h som maximum (McCarty & Goble, 1960)

Det är inte känt om maskinen fortfarande tillverkas.

BEI:s utrustning är utvecklad i samarbete med University of Arkansas och är avsedd att användas tillsammans med BEI:s skörde-maskin (se kap 4.4.). Ett utmärkande drag för denna maskin är att de flesta bären kommer ut var för sig hellre än i klasar. Utrustningen består av ett antal 25 mm tjocka, gummiklädda rullar, monterade mellan två kedjor. Rullarna är tätt placerade och roterar mot varandra, samtidigt som de formar en transportör som rör sig framåt. Rullarna drar bort blad och stjälkar och lämnar kvar enstaka bär. Vattenstrålar håller rullarna rena och tvättar dessutom bären (Nelson et al, 1976). University of Arkansas kallar utrustningen för en skräpeliminators, vilket är den huvudsakliga funktionen. Flugan kan dras bort bara om man har sorter med sådan släppningsegenskap.

Oregon State University (OSU)

Vid OSU provade man tidigt under 70-talet bl.a. en kommersiell utrustning med motroterande rullar. Mellan 20 och 40% av bären snoppades fullständigt. Man provade även bär under olika tider under skördesäsongen och kom fram till att det var inga signifikanta skillnader mellan olika perioder (Kirk, 1972).

Prov med en annan, kanadensisk-byggt maskin, visade att endast 40 till 60% av bären snoppades. En utrustning utvecklades vid OSU för att ta hand om framför allt bär som hade skördats med den klippande maskinen. Maskinen bestod av ett flertal gummiklädda rullar med ca 32-35 mm diameter (se bild 60). Rullarna lutade ca 20 grader och bären gled i samma riktning som rullarnas axlar. Bären tippades i en vattentank och fördes fram över rullarna av flytande vatten. Rullarna roterade med ca 300 varv/min. Munstycken sprutade vatten på rullarna och formade en "hydraulisk damm" vilket har två funktioner. Vattenstrålen hindrar bären från att glida för snabbt nerför rullarna, och får klasarna att ligga kvar tills stjälkarna dragits loss. De fria bären rullar sedan genom vattenridån. Dessutom hjälper vattnet till att trycka ner de fria stjälkarna mellan rullarna så de kan dras loss. Resultatet med denna metod beror till stor del på sortegenskaper. I Oregon pågår förädling av sorter som skall passa för denna snoppningsmetod. Vid försök med olika selektioner 1976 lyckades man snoppa mer än 80% av bären i 13 av de 41 selektionerna. 1977 gav 15 av 52 försöksrutor bättre resultat än 80%. Stjälken drogs loss till 98-100% i alla försök (Kirk & Booster, 1978).

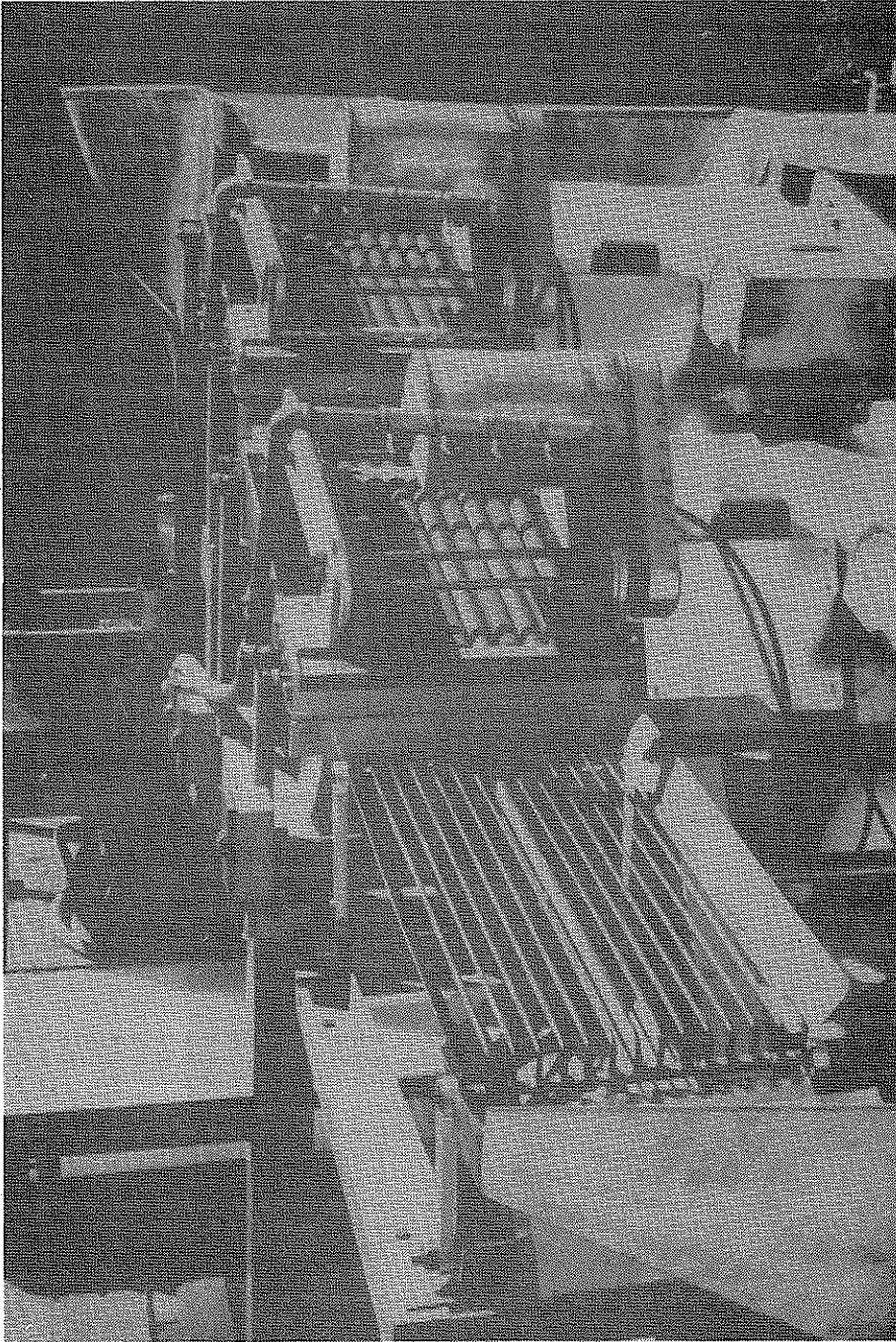


Bild 60. OSU process linje

5.3.3. Andra metoder att snoppa bären

En del andra metoder än motroterande rullar har provats. De viktigaste av dem är olika maskiner som skär av flugan, och metoder att snoppa frysta bär. Den senare metoden har provats främst vid Oregon State University.

Oregon State University (OSU)

Man arbetade här redan tidigt under 70-talet med att prova snoppning av frysta bär. Utrustningen var avsedd att användas efter utrustningen beskriven i föregående kapitel. Många av bären hade flugan och korta stjälkar kvar efter de passerat rullarna. Bären frystes in frirullande till -34 grader Celsius. Man kom fram till att ett fall på ca 1,2 m slog av flugan utan allvarliga skador på bären. Bären placerades i en roterande tunna. Ca 90% av bären blev av med fluga och stjälk efter 200 fall. Man märkte även att det är nödvändigt att på något vis torka bären före infrysningen eftersom fritt vatten under flugan håller fast denna efter infrysningen (Kirk, 1972).

Detta var den metod man rekommenderade från OSU, men den accepterades inte av industrin eftersom den krävde omfattande förändringar i rutinerna för processindustrin i Oregon (Kirk & Booster, 1978).

Att snoppa jordgubbar genom att skära av flugan ställer stora krav på orientering och fasthållning av bären. Många olika försök har gjorts, och tre kommersiella modeller finns på marknaden.

MSU - CML

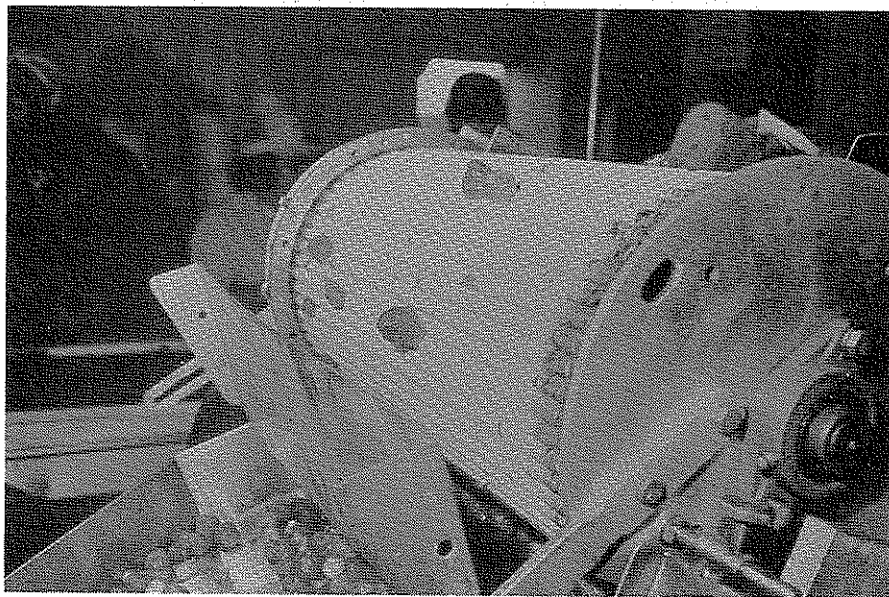


Bild 61. Jordgubbar hålls fast: stjälken på MSU- CML snoppningsmaskin och förs mot bandkniven

Den ursprungliga maskinen har utvecklats vid MSU av i huvudsak Richard Ledebuhr och Clarence Hansen. Genom ett samarbete med NIAE i England vidareutvecklades maskinen. Maskinen består av en transportör av gummiklädda rullar. Dessa roterar mot varandra samtidigt som de rör sig framåt (se bild 61). Transportören är

monterad lutande, och bären matas ungefär mitt på transportören. Hela utrustningen är försatt i en oscillerande rörelse. Denna rörelse, tillsammans med rotationen, gör att stjälkarna vrids ner mellan rullarna och hålls fast (rullarna drar alltså inte av stjälken, och detta innebär att till denna maskin vill man ha sorter som sitter ordentligt fast vid stjälken, till skillnad från andra maskiner). Bären som sitter fast mellan rullarna förs upp över kanten och neråt, där en bandkniv (bandsågsblad utan tänder) sågar av flugan. Bär som inte fastnar mellan rullarna p.g.a. att de inte har stjälkar, rullar ner från transportören eller fastnar mellan andra bär, och förs över kanten. På undersidan av transportören roterar rullarna åt motsatt håll, och släpper av flugan m.m. (Hansen et al, 1983).

Enligt tillverkaren, kanadensiska CML, är kapaciteten upp till 1200 kg/h, och med en snoppningseffektivitet på upp till 95%. Ca 5% av bäret skärs bort vid snoppningen (Ur CML:s broschyrmaterial).

Hur stora förlusterna i fruktkött är, beror till stor del på vilken form bären har. Ett bär med insjunken fluga förlorar mer fruktkött än ett konformat bär.

Smallford

Smallford tillverkar en snoppningsmaskin som är resultatet av NIAE:s samarbete med MSU, och identisk med CML maskinen. Vid försök i England 1979 provades sju olika jordgubbssorter. Den bästa sorten fick 70% av bären snoppade, och de sämsta 21%. Mellan 19 och 51% var delvis snoppade, och 11 till 26% hade även stjälken kvar (Anonym, 1980).

Leban

En före detta fruktodlare, Evan Leban, har utvecklat en maskin som kan snoppa bär utan stjälk. Han använde sig av maskinen för att snoppa handplockade jordgubbar när priserna på färskmarknaden sjönk (Leban, pers. medd, 1984).

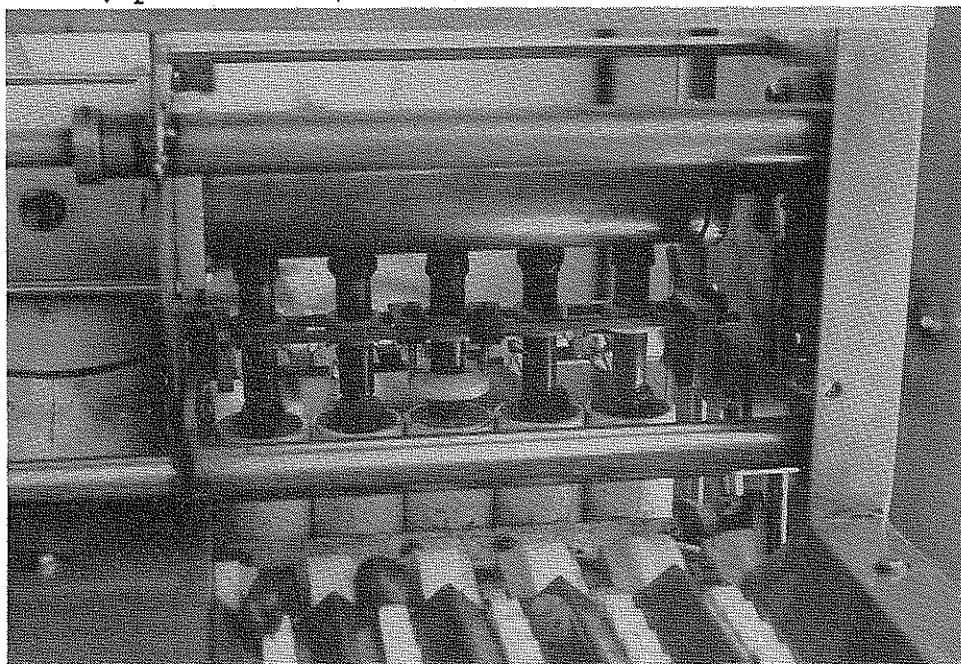


Bild 62. Leban snoppningsmaskin. Notera jordgubbar som sugits fast vid rören

Maskinen matar in jordgubbarna en och en i en roterande trumma med koppar (se bild 62). När trumman vrider sig blåser luft in genom munstycken i koppen, och luften vrider bäret med flugan uppåt, om bärets form är lämplig. Trumman stannar och rör sänks ner över bären. Genom rören strömmar luft under undertryck och bären sugas fast vid rören. Trumman och röret vrids framåt, ett skarpt knivblad skär loss flugan, och bäret faller ner i koppen igen. Flugan sugas in i röret, och röret går tillbaka för att hämta ett nytt bär. Kapaciteten uppges till max 230 kg/h. Maskinen uppges kunna klara att snoppa upp till 80% av bären i lämpliga sorter (Leban, 1980).

Det stora problemet med denna maskin är att kniven ofta vrider bären om den stöter på hårda delar vid flugan. Tillverkaren ämnar försöka använda sig av en roterande kniv, eller liknande (Leban, pers. medd, 1984).

5.4. Sortering

Så gott som alla skördemaskiner för jordgubbar skördar efter engångsskördeprincipen, och i det skördade materialet har man bär av alla mognadsgrader. Flera försök har gjorts för att sortera ut de mogna bären maskinellt.

Sortering efter storlek

Några försök har gjorts där bären har sorterats upp efter storlek, och man har sedan analyserat mognadsgraderna i de olika storleksfraktionerna. Framförallt har man arbetat med detta vid University of Arkansas.

Man byggde på tanken att mognaden var en funktion av storlek. En prototypmaskin byggdes där bären skakades fram av en vibrator på ett bord med avsmalnande fingrar, där avståndet mellan fingrarna blir successivt större. Bären föll mellan fingrarna där avståndet var större än bäret, och ner i en av sju skålar under bordet. 90% av bären i de tre sista skålarna var av acceptabel mognadsgrad. Så gott som alla gröna bär fanns i andra och tredje skålen (Nelson & Kattan, 1969).

Vid en senare utveckling användes avsmalnande fingrar, monterade ovanför ett transportband. På bandet sattes en delare, som var ställbar, och man kunde därmed få ut större och mindre bär (se bild 63) (Nelson et al, 1976).

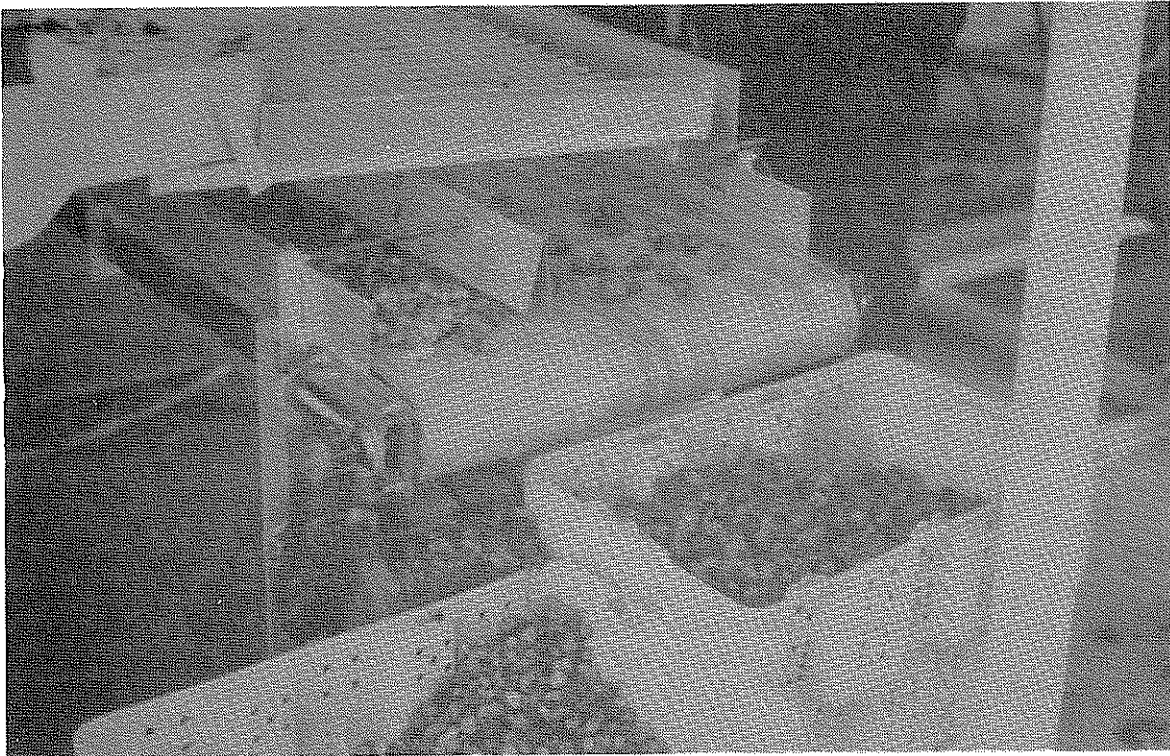


Bild 63. BEI sorteringsutrustning (Morris & Nelson, 1980)

Sorteringsutrustning förekommer naturligtvis i många andra sammanhang där man strävar efter annat än sortering efter mognad. T.ex. fryser man ibland in medelstora bär frirullande, medan man skivar stora bär.

Sortering med luft

Vid ett försök vid Michigan State University tidigt under 70-talet, utprovades jordgubbarnas aerodynamiska egenskaper. Deras teori var att det eventuellt var möjligt att sortera bären efter mognadsgrad med hjälp av luft. De aerodynamiska egenskaperna mättes i en specialgjord utrustning, och man kom bl.a. fram till att det inte finns något samband mellan dessa egenskaper och mognad. Det finns inte heller stora skillnader i densitet mellan olika mognadsgrader. En egenskap som man noterade var att bär med fluga oftast vred sig med flugan bort från luftströmmen, den princip Lebens maskin arbetar efter (se kap 5.3.3) (De Baerdemaeker & Segerlind, 1974).

En utrustning för att sortera efter storlek och mognad har funnits på en skördemaskin utvecklad vid North Carolina. Bären sögs upp mot en nättransportör, och föll från denna när lufthastigheten sjönk (se kap 3.7.1.).

Elektronisk färgsortering

Eftersom det inte finns ett tillräckligt gott samband mellan storlek och mognad, är troligen den enda tillfredsställande metoden att sortera efter färg. Standardutrustning för elektronisk färgsortering har provats på jordgubbar. Vid ett försök kunde man

höja andelen acceptabla bär från 50 till 80% genom att köra bären genom utrustningen två gånger (Varseveld, 1980).

Enligt Richard Ledebuhr (pers. medd, 1984) finns det idag ingen bra utrustning som kan hantera bären på ett vettigt sätt genom färgdetektorn. Arbeten pågår emellertid i Michigan.

5.5. Slutprodukt

Den slutprodukt man strävar efter påverkar i hög grad vilka krav man ställer på sorter, skördemaskiner och processutrustning. Man kan skilja ut två huvudgrupper av slutprodukter med tanke på vilken processutrustning som behövs. Den ena är saft och puré, och den andra sylt och frysta produkter. Om man satsar på saftproduktion eller produktion av puré för gelé eller liknande produkter, behövs inte bären snoppas eftersom flugan och andra hårda delar skiljs ifrån vid processen.

Vid framställning av sylt eller frysta produkter behövs snoppade bär. Oftast produceras sylt från frysta bär. Vanliga frysta produkter är frirullande, hela och skivade bär. Frirullande eller styckfrysta bär framställs genom att bären skakas, samtidigt som mycket kall luft blåses mellan dem, och de kommer ut ett och ett. Frirullande bär kan även framställas genom att flytande kväve sprutas på bären. Bär fryses även in hela eller skivade på burk, och då ibland blandade med en del socker på fyra delar frukt.

Idag framställs puré, som bl.a. kan användas vid geléframställning, av fränsorterade bär, och är i allmänhet en sämre produkt. Tillverkare av gelé i USA köper ofta den billiga purén och blandar med frirullande bär för att höja kvalitén. I Michigan har odlare och MSU:s forskare successivt gått över från att koncentrera sig på att producera frirullande bär till att producera en puré av hög kvalitet. Den framställs av alla bär, både gröna och röda, vilket gör att man får ett högre utnyttjande av den skördade varan. Dessutom anser man att prisskillnaderna är för små mellan de olika produkterna för att motivera de höga investeringskostnaderna för snoppningsutrustningen. Denna utrustning används i allmänhet endast 10 dagar per år (Ledebuhr, pers. medd, 1984).

5.6. Användning av omogna bär

Vid maskinell engångsskörd får man alltid en del gröna och omogna bär. Hur stor denna del är beror på odlingsmetod och skördemetod. Maskiner som klipper av plantan är utformade för att ta med alla bär som finns på plantan, medan repande skördemaskiner ofta lämnar kvar de minsta bären. Heltäckande odling ger en mer koncentrerad mognad och bör kunna ge mindre andel gröna bär.

Några uppgifter om hur stor del av bären som är omogna eller gröna har funnits i olika rapporter. Uppgifterna kan skilja sig, beroende på var man sätter gränsen mellan gröna, omogna, och mogna bär.

Vid skörd i konventionell odling (radodling) uppger Kim et al (1980) mängden små, oformliga eller omogna bär (klass 5) till mellan 26,7 och 33,2% . Booster et al (1983) anger att i genomsnitt 34,5% av bären ej är mogna, med variation mellan 21,6 och 66,5% .

Från en heltäckande odling uppger Gray (1983) att upp till 20% av bären är gröna. Beckstrom (1984) anger att i praktisk drift kan man räkna med att 30% av den totala vikten går att frysa in, 45% är saft och puré råvara, och 25% är skräp, d.v.s. stjälk, blad, och fluga. Av bären är alltså ca 40% i skick för snoppning och infrysning. Om man kan använda de omogna bären, ökar utnyttjandegraden väsentligt. Flera försök, med gott resultat, har gjorts att blanda in omogna bär i slutprodukten.

Sådana försök har gjorts främst vid University of Arkansas. Vid ett försök i början av 80-talet framställdes sylt av puré, där 0, 25, 50 och 75% omogna bär hade blandats in. Sylten lagrades vid 2, respektive 25 och 35 grader i 6 och 12 månader före analys. Högre andel mogna bär förbättrade färgen. Inga skillnader fanns i askorbinsyrahalten. Efter att sylten hade lagrats i 6 och 12 månader vid 2 grader, bedömde smakpaneler att kvalitén var densamma som från början. Efter 6 månaders lagring vid 25 grader bedömdes smaken som försämrad, och t.o.m. som sämre än efter 12 månader vid 2 grader. Efter 12 månader vid 25 grader försämrades kvaliteten ytterligare. Sylt lagrad vid 35 grader Celsius var oacceptabel redan efter 6 månader. Alla fyra blandningarna ansågs acceptabla från början, och efter både 6 och 12 månader vid 2 grader. Av den ena sorten kunde så mycket som 75% omogna bär blandas in, utan att sylten ansågs oacceptabel efter 12 månaders lagring vid 25 grader. Att det går att blanda in mer omogna bär i vissa sorter beror på högre antocyanin-innehåll i de mogna bären, vilket ger mer röd färg. Sylt tillverkad av en annan sort med 25 och 50% omogna bär nådde marginellt acceptabla kvalitetsnivåer, förutom för smak. Antocyanin-innehållet i sylten visade sig vara viktigare än mängden mogna bär för att få bra färg. Omogna bär orsakade inte färgförsämring vid lagring vid 2, 25 och 35 grader Celsius. Lagringstemperaturen hade den största påverkan på antocyanin-innehållet och färgförsämring. Den slutsats man drog var att omogna bär kan användas i sylt om bär med medel till hög halt av antocyanin används (Spayd & Morris, 1981).

I ett annat försök vid University of Arkansas provades sju olika sorter. Sylt, gjord på 50% omogna bär var i allmänhet ljusare i färgen, men andra mätmetoder visade inte alltid på skillnader. Gröna bär ändrade färg till ljust skärt när de kokades, så färgförändringen med 50% gröna bär var liten. Sylt gjord av 50% gröna bär gav sämre värden i kvalitetsmätningar, men var fortfarande på acceptabla nivåer. Den slutsats man drog var att produkter med upp till 50% gröna bär hade goda kvalitetsegenskaper i lagringstest (Sistrunk et al, 1980).

Liknande försök har gjorts i Kanada. Där blandades in 15, 30 och 45% gröna bär i sylt. Produkterna hade inga signifikanta skillnader vid objektiva kvalitetsmätningar. Smakpaneler gav inga klara skillnader, men visade på en viss fördel för den ljusare färgen på sylt gjord av gröna och mogna bär i blandning (Gray, 1983).

6. DISKUSSION

Maskinell skörd av jordgubbar har varit under utveckling under mer än tjugo år. Ändå har metoden inte nått någon nämnvärd spridning. Mycket beror detta på att kapaciteten har varit så låg hos många maskiner att odlarna har gjort endast marginella vinster, samtidigt som man tar en stor risk genom att köpa maskin. Dessutom har maskinell skörd ofta inneburit att industrin har fått betydligt större problem med bortsortering av skräp och skadade bär. Industrin har då fått nedsatt kapacitet, och det pris de kan betala för bären blir betydligt lägre än för handskördade. Under senare år har industrier i främst Oregon slutat ta emot maskin-skördade bär. Det rekommenderas även ibland att bären skall rensas hos odlaren för att inte belasta industrierna under deras mest pressade tid.

Det enda odlings- och skördesystem som ger hög kapacitet hos skördemaskinen är odling i heltäckande fält. Dessutom får man högre total avkastning, mer koncentrerad mognad, högre effektivitet under skörden eftersom bären hänger högre upp från marken, och eventuellt mindre sjukdomsproblem. Detta system är av många skäl det som har absolut störst utvecklingsmöjligheter.

Maskinell skörd är produktion av industriråvara. Många försök har gjorts att skörda bär maskinellt för färsmarknaden, men inget av dessa har haft framgång. Innan någon planterar jordgubbar för maskinell skörd måste det finnas goda kontakter med en industri som tar emot bären och bearbetar dem. Inom svensk industri finns det idag stor tveksamhet mot att ta emot de omogna bären. Liknande försök som de i Nordamerika bör göras här innan man satsar på storskalig produktion. Vilken typ av slutprodukt man skall sträva efter under svenska förhållanden är också oklart. I Michigan har man övergått från frysta produkter till puré, eftersom prisskillnaderna är för små för att motivera de höga investeringskostnaderna som snoppningsutrustningen innebär. Om svensk industri kan använda puré i större omfattning, eller om man måste producera frirullande bär, återstår också att utröna.

Litteraturförteckning

Adrian, J.J. 1970. Strawberry Harvester. Amerikanskt patent nr 3,521,438.

Anonym, 1968. Here is the "scoop" on mechanical harvesters. American Fruit Grower. 88 (5), 20, 22.

Anonym, 1969. Where we stand on mechanical harvesting of strawberries. American Fruit Grower. 89 (5) 13-14, 26, 51

Anonym, 1970. Jaarverslag 1969. Instituut voor Tuinbouwtechniek, Wageningen.

Anonym, 1971. Get ready for a caravan of strawberry harvesters. American Fruit Grower. 91 (6), 14, 16, 19.

Anonym, 1980. The wet test. Grower. August 7, 24, 26-27.

Baldini, E. 1981. The mechanization of fruit tree and strawberry harvesting. Proc. of the Intern. Symp. on "Mech. of Forage, Industry and Fruit-tree Crops Harvesting", 229, 232, 240-248.

Barritt, H.B. 1974. Single harvest yields of strawberries in relation to cultivar and time of harvest. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99 (1), 6-8.

Beckstrom, K. 1984. They machine-harvest strawberries. Michigan Farmer. 281 (7), 13-16.

Boa, W. & Sharp, J.R. 1971. Research on mechanised harvesting of strawberries. National Institute of Agricultural Engineering. Note No. 38/1316. 10 s. Opublicerad rapport.

Booster, D.E. 1974. Mowing method of harvesting strawberries. Trans. of ASAE. 17 (6), 1053-1056.

Booster, D.E. 1980. Mechanical harvesting of strawberries in Oregon. Strawberry mechanization. Agricultural Experiment Station. Oregon State University. Station Bulletin 645, 70-91.

Booster, D.E.; Kirk, D.E.; Nelson, G.E. 1969. State of the art and future outlook for mechanical strawberry harvesting. Fruit and Vegetable Harvest Mechanization. Technological Implications, 435-467.

Booster, D.E.; Varseveld, G.W.; Putnam, T.B. 1970a. Progress in the mechanization of strawberry harvesting. Agricultural Experiment Station. Oregon State University. Special Report 305. 13 s.

Booster, D.E.; Kirk, D.E.; Varseveld, G.W.; Putnam, T.B. 1970b. Mechanical harvesting and handling of strawberries for processing. ASAE paper no. 70-670.

Booster, D.E.; Kirk, D.E.; Baker, E.S.; Varseveld, G.W.; Martin, L.W.; Lawrence, F.J. 1983. Strawberry mechanical harvesting and processing (AES Project 525). Oregon State University. Agricultural Engineering. Annual Report of Research 1982-1983, 43-45.

- Bradford, L.J. & Steer, P. 1980. An update of strawberry mechanization in England. Strawberry Mechanization. Agricultural Experiment Station. Oregon State University. Station Bulletin 645, 63-65.
- Buchele, W.F. & Denisen, E.L. 1967. Mechanical harvesting of strawberries. ASAE paper no. 67-620.
- Carr, J.P. 1973. Row crop harvester. Amerikanskt patent no. 3,736,738.
- Ciolo, S.; Giordani, G.; Lucignani, M.; Manzo, P.; Rosati, P.; Sansavini, S. 1978. Esperienze di raccolta meccanica delle fragole. Macchine e Motori Agricoli. 36 (3), 165-176.
- Cormack, M.R. & Waister, P.D. 1971. Strawberries. Scottish Horticultural Research Institute. Annual Report, 27-28.
- De Baerdemaker, J. & Segerlind, L.J. 1974. Aerodynamic properties of strawberries. Trans. of the ASAE 17 (4), 729-732, 736.
- Denisen, E.L. & Buchele, W.F. 1966. They may be scooped. American Fruit Grower 86 (5), 13-14.
- Denisen, E.L. & Buchele, W.F. 1967. Mechanical harvesting of strawberries. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 91, 267-273.
- Denisen, E.L.; Garren, R.; Moore, J.N.; Stang, E.J. 1969. Cultural practices and plant breeding influences for strawberry harvest mechanization. Fruit and Vegetable Harvest Mechanization. Technological Implications, 469-497.
- Dooley, J.H.; Fridley, R.B.; Mehlschau, J.J. 1972. Orientation and capping of strawberries for processing. ASAE paper no 72-833.
- Gooding, H.J.; McNicol, R.J.; Reid, J.H. 1983. Studies of strawberry fruit characters necessary for machine harvesting. Crop. Res. (Hort. Res.), 23, 3-16.
- Gray, V. 1983. Processing research. Horticultural Research Institute of Ontario. Horticultural Experiment Station Simcoe. Annual Research Report of the Processing Strawberry Research Corporation for the project Establishing a Processing Strawberry Industry, 38-60.
- Hansen, C.M. 1972. Strawberry mechanization - the pieces begin to fit. American Fruit Grower. 92 (6), 17.
- Hansen, C.M. & Ledebuhr, R.L. 1980. Mechanical harvesting of strawberries in Michigan. Strawberry Mechanization. Agricultural Experiment Station. Oregon State University. Station Bulletin 645, 54-62.
- Hansen, C.M.; Ledebuhr, R.L.; Van Ee, G.; Friesen, O. 1983. Systems approach to strawberry harvest mechanization. Fruit, Nut, and Vegetable Harvest Mechanization. ASAE Publications 5-84, 325-331.
- Hecht, C.L. 1972. Mechanical picker for strawberries. Amerikanskt patent no. 3,698,171.

Hecht, C.L. 1976. Air pickup system for strawberry pickers. Amerikanskt patent no. 3,964,245.

Hecht, C.L. 1980. 1979 - the proving year of the SKH&S harvester. Strawberry Mechanization. Agricultural Experiment Station. Oregon State University. Station Bulletin 645, 239-240.

Hoag, D.L. & Hunt, D.R. 1965. Mechanical stripping for harvesting strawberries. ASAE paper no. 65-620.

Hoag, D.L. & Hunt, D.R. 1966. Mechanical stripper to harvest strawberries. Agricultural Engineering. 47 (6), 320-323.

Hook, G.A.; Fridley, R.B.; Chen, P. 1972. Using light reflectance for determining strawberry orientation. ASAE paper no. 72-313.

Holmes, R.G. & Ruff, J.H. 1975. Development of the air-suspension, stem-vibration strawberry harvester. ASAE paper no. 75-1060.

Holtman, J.B.; Hansen, C.M.; Ledebuhr, R.L.; Clary, C.D.; Pierson, T.; Bradford, L.J. 1977. Michigan mechanical strawberry harvest feasibility studies. ASAE paper no. 77-1030.

Hughes, H.A. 1968. Progress report on mechanical strawberry harvesting. Engineering Research and Development in Agriculture, 7-8.

Kemp, I. 1976. Mechanical harvesting of strawberries. NZ Journal of Agriculture. 132 (6), 54, 57-58.

Kim, C.S.; Brown, W.G.; Langmo, R.D. 1980. Economic feasibility to Oregon growers of mechanically harvested strawberries. Strawberry Mechanization. Agricultural Experiment Station. Oregon State University. Station Bulletin 645, 175-199.

Kirk, D.E. 1970. Stemming and capping strawberries mechanically. Proceedings of Oregon Horticultural Society 61, 127-129.

Kirk, D.E. 1972. Mechanical capping and stemming of strawberries. ASAE paper no. 72-834.

Kirk, D.E. 1980. The concept and design of an on-farm system for mechanically harvested strawberries. Strawberry Mechanization. Agricultural Experiment Station. Oregon State University. Station Bulletin 645, 126-132.

Kirk, D.E. & Booster, D.E. 1978. Capping and stemming mechanically harvested strawberries. ASAE paper no. 78-6537.

Lasalle, C.; Gross, D.; Heikes, D.; Brian, Jr, J. 1980. Processor evaluation of strawberry mechanization. Strawberry Mechanization. Agricultural Experiment Station. Oregon State University. Station Bulletin 645, 229-236.

Lauro, E.M. 1983. Machinery and equipment. Horticultural Research Institute of Ontario. Horticultural Experiment Station Simcoe. Annual Research Report of the Processing Strawberry Research Corporation for the project Establishing a Processing Strawberry Industry, 24-37.

- Lawrence, F.J. & Martin, L.W. 1980. Breeding strawberries for machine harvest in the Pacific Northwest. Strawberry Mechanization. Agricultural Experiment Station. Oregon State University. Station Bulletin 645, 30-37.
- Ledebuhr, R.L. 1981. Status of mechanical strawberry harvesting. 3 s.
- Ledebuhr, R.L.; Hansen, C.M.; Bradford, L.J.; Newell, J. 1977. Development of the Michigan State University strawberry harvesting system. ASAE paper no. 77-1529.
- Leban, E. 1980. A new approach to strawberry decapping. Strawberry Mechanization. Agricultural Experiment Station. Oregon State University. Station Bulletin 645, 241-242.
- Lucignani, M. 1979. Studio e progetto di una nuova raccogliitrice di fragole a pettinamento laterale. Rivista di Ingegneria Agraria 10 (1), 23-34.
- Martin, L.W.; Booster, D.E.; Brown, W.G.; Kim, C.S.; Langmo, R.D.; Varseveld, G.W. 1979. Strawberry mechanization - an evaluation of harvesting, processing, utilization, and economics. Agricultural Experiment Station. Oregon State University. Special Report 563.
- McCarty, I.E. & Goble, W.E. 1960. Hand and machine capping of strawberries. University of Tennessee Agricultural Experiment Station Bull. 314, Univ. of Tenn. Knoxville.
- Moore, J.N. & Sistrunk, W.A. 1980. Breeding strawberries for harvest mechanization in Arkansas. Strawberry Mechanization. Agricultural Experiment Station. Oregon State University. Station Bulletin 645, 25-29.
- Morris, J.R. 1978a. At last! Strawberry mechanization is on its way. American Fruit Grower. 98 (5), 26, 28.
- Morris, J.R. 1978b. Mechanical harvesting of small fruits. HortScience 13 (4), 406.
- Morris, J.R. & Nelson, G.S. 1980. Cleaning and grading of machine-harvested strawberries. Strawberry Mechanization. Agricultural Experiment Station. Oregon State University. Station Bulletin 645, 103-110.
- Morris, J.R.; Kattan, A.A.; Nelson, G.S.; Cawthon, D.L. 1978. Developing a mechanized system for production, harvesting and handling of strawberries. HortScience 413-422.
- Morris, J.R.; Kattan, A.A.; Sistrunk, W.A.; Cawthon, D.L.; Nelson, G.S. 1974. Quality of machine-harvested strawberries. Arkansas Farm Research. 23 (3), 8.
- Morris, J.R.; Spayd, S.E.; Cawthon, D.L.; Kattan, A.A.; Nelson, G.S. 1980. Response of seven strawberry clones to hand picking prior to once-over machine harvest. Strawberry Mechanization. Agricultural Experiment Station. Oregon State University. Station Bulletin 645, 15-24.

Nelson, G.S. & Kattan, A.A. 1967. A mechanical harvester for strawberries. Arkansas Farm Research. 16 (4), 2-3.

Nelson, G.S. & Kattan, A.A. 1969. Grading mechanically harvested strawberries. Arkansas Farm Research. 18 (2), 13.

Nelson, G.S. & Morris, J.R. 1980. Design and development of the Arkansas strawberry harvester. Strawberry Mechanization. Agricultural Experiment Station. Oregon State University. Station Bulletin 645, 46-53.

Nelson, G.S.; Morris, J.R.; Shelby, K.R. 1976. In-plant equipment for handling machine harvested strawberries. Arkansas Farm Research 25 (6), 8.

Nelson, G.S.; Morris, J.R.; Kattan, A.A.; Shelby, K.R. 1978. Mechanical system for harvesting and handling strawberries for processing. Trans. of ASAE 21 (3), 442-445, 450.

Olander, S. 1984. Maskinell skörd av svarta vinbär. Rapport 93. Institutionen för Arbetsmetodik och teknik. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Persson, N-E. 1983. Svensk import och export av trädgårdsprodukter 1978 - 82. Konsulentavdelningens rapporter. Trädgård 259. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Quick, G.R. 1971. New approach to strawberry harvesting using vibration and air. Trans. of ASAE 14 (6), 1180-1183.

Quick, G.R. & Denisen, E.L. 1970. A strawberry harvest mechanization system. HortScience 5 (3), 150-151.

Rasmussen, C.E. 1968. Strawberry harvester. Amerikanskt patent no. 3,389,542.

Rosati, P. 1980. Mechanization in the Italian strawberry industry. Strawberry Mechanization. Agricultural Experiment Station. Oregon State University. Station Bulletin 645, 66-69.

Sistrunk, W.A.; Nunek, J.; Morris, J.R. 1980. Effects of mechanization on product quality and utilization of strawberries. Strawberry Mechanization. Agricultural Experiment Station. Oregon State University. Station Bulletin 645, 150-160.

Spayd, S.E. & Morris, J.R. 1981. Use of immature fruits in strawberry jam. Arkansas Farm Research 30 (5), 14.

Stang, E.J. & Denisen, E.L. 1971. A proposed system for once-over machine harvesting of strawberries for fresh use. HortScience 6 (4), 414-415.

Stang, E.J. & Denisen, E.L. 1976. Vinyl augerlike picker tips for berry detachment in a strawberry harvester. HortScience 11 (3), 254-256.

Thuesen, A. 1984. Maskinhöst af jordbaer. Frugtavleren. Oktober, 429-432.

Tsymbal, A.A. & Utkov, J.A. 1978. Traktory i "Sel khozmashiny 3," 25-29. (Angående mekanisering av jordgubbsskörden. Översatt av Erling Strandberg. Tillgänglig från Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för Arbetsmetodik och Teknik. Box 66. 230 53 ALNARP).

Varseveld, G.W. 1980. Machine harvesting and in-process handling effects on Pacific Northwest strawberry quality. Strawberry Mechanization. Agricultural Experiment Station. Oregon State University. Station Bulletin 645, 161-170.

Personliga meddelanden från:

Booster, D.E. 1984. Professor vid Oregon State University.

Friesen, O. 1984. Chef för CML i Kanada.

Hansen, C.M. 1984. Pensionerad professor vid Michigan State University.

Leban, E. 1984. Före detta bärödlare som har utvecklat en snopningsmaskin.

Ledebuhr, R.L. 1984. Tekniker vid Michigan State University.

Rosati, P. 1983. Professor vid Centro Studi di Tecnica Frutticola del C.N.R. i Bologna, Italien.

Adresser till maskintillverkare och institutioner

- BEI, 1375 Kalamazoo St., South Haven, MI 49 090, USA
- CML, Cannerns Machinery Ltd, P.O. Box 190, Simcoe, Ontario,
N3Y 4L1, Kanada
- C.S.T.F., Centro Studi de Technica Frutticola del C.N.R., 40 126
Bologna, Via Filippo Re. 6, Italien
- MSV, Michigan State University, College of Agriculture,
Department of Agricultural Engineering, East Lansing,
Michigan 48 824 - 1323, USA
- NIAE, National Institute of Agricultural Engineering, West
Park, Silsoe, Bedford MK45 4HS, England
- OSU, Oregon State University, Corvallis, OR 97 331 - 3906,
USA
- SKH & S, 41 030 Kingston - Jordan Drive, Scio, Oregon 97 374,
USA
- Smallford Planters Ltd, Hatfield Road, St Albans, Herts. AL4 OLN,
England
- Årslev, Havebrugscentret, Institut for Grønsager, 5792 Årslev,
Danmark