

4. Ikke-kemisk ukrudtsbekæmpelse – mekanisk og termisk

Bo Melander, Ilse Ankjær Rasmussen, Niels Holst og Inger Bertelsen

Ikke-kemisk ukrudtsbekæmpelse omfatter forskellige metoder, som kan bekæmpe ukrudtet uden brug af herbicider: mekanisk, termisk eller biologisk. Da metoderne sjældent er lige så effektive som herbicider, er det nødvendigt at udnytte de muligheder for at forebygge mod ukrudt, som er beskrevet i kapitel 2. Fælles for mange af metoderne er, at de kan være med til at nedsætte herbicidforbruget i det konventionelle jordbrug, hvis de udvikles og indpasses i en samlet strategi over for ukrudtet. I økologisk jordbrug er de helt nødvendige for at kunne regulere ukrudtet tilfredsstillende, da den enkelte metode sjældent i sig selv vil kunne bekæmpe ukrudtet i tilstrækkelig grad.

Metoderne giver ikke en total bekæmpelse, men kombineres metoderne, kan der opnås et resultat, der hindrer udbytтетab og opformering af ukrudtet på længere sigt.

I dette kapitel gennemgås de mest almindelige ikke-kemiske bekæmpelsesmetoder. Mange af metoderne har tidligere været anvendt, men er blevet trængt i baggrunden, da herbiciderne for alvor vandt udbredelse. I de senere år har interessen for ikke-kemiske metoder været stigende, og der er sket en nyudvikling af mange af metoderne. Derfor gives der her et indblik i såvel gamle erfaringer som nye forsøgsresultater.

4.1. Mekanisk ukrudtsbekæmpelse

Bekæmpelse uden for vækstsæsonen

Efter høst af enårige afgrøder er der mulighed

for at foretage stubbearbejdning* om efteråret. Det vil påvirke såvel rod- som frøukrudt.

Stubbearbejdning og rodukrudt

Der er forskel på, hvordan de forskellige rodukrudsarter kan bekæmpes ved stubbearbejdning. Arter med dybe rødder som f.eks. ager-tidsele kan kun bekæmpes ved udsultning. Arter, som går i dvale som f.eks. agersvinemælk, kan slet ikke bekæmpes efter høst.

Som eksempel på rodukrudt gennemgås bekæmpelse af alm. kvik. Det er af stor betydning, at væksten hos kvik afbrydes straks efter høst, da der i perioden fra kornhøst til vinterpløjning kan ske op mod en fordobling af mængden af kvikudløbere.

Ved jordbearbejdning brydes stængelsystemet mere eller mindre i stykker, og knopper på underjordiske udløbere aktiveres i forskellig udstrækning. Graden af findeling afhænger af redskabet, og af hvordan det anvendes. Jo mere stængelsystemet brydes, jo flere knopper aktiveres der. Ved mekanisk kvikbekæmpelse skelnes der mellem to metoder: udtørningsmetoden* og udsultningsmetoden*.

Udtørningsmetoden går ud på at harve det størst mulige antal udløbere op på overfladen til udtørring. Metoden er kun effektiv, hvis der følger en tør periode på 1-2 uger med mindst 35 timers relativ luftfugtighed under 50%. Da der kun harves et begrænset antal udløbere op ved hver behandling (5-30%), afhængigt af harvetypen, skal behandlingen gentages for at få god effekt. Behandlingen gentages hver 10.-14. dag.

Stubharver giver den laveste effekt, fjedertandsharver den højeste effekt. De nye harvetyper som Kvik-Up (figur 4.1) og Kvikkiler er formentlig lige så gode som fjedertandsharven, og gennemskæringen og frilæggelsen af kvikken bliver foretaget i én arbejdsgang. Er udløberne dækket af jord, udtørres de ikke. Metoden har begrænset effekt, med mindre harvningerne påbegyndes tidligt i august måned. Den mest effektive udtørningsstrategi over for kvik er skrælplojning lige efter høst efterfulgt af harvning med fjedertandsharve. I stedet for skrælplojning kan der underskæres med en stubharve med vingeskær. Det er dog vigtigt, at skærene giver fuld gennemskæring (overlapper), og at de ikke er slidte. Kvikudløbere, der ligger oven på jorden, vil kunne udtørres i barfrost.

Hvis udtørningsmetoden svigter på grund af fugtigt vejr, er det vigtigt, at der fortsættes med udsultningsmetoden.

Arbejdsdybden bør for begge metoder tilstræbes at være 10-15 cm, afhængigt af kvikudløbernes placering i jorden.

Det er vigtigt, at både udtørnings- og udsultningsmetoden afsluttes med en sen, dyb pløjning efter 1. november, gerne om foråret. Inden pløjning må kvikken ikke på noget tidspunkt få lov til at gro, så den har mere end 2-3 blade. Pløjningen skal være god; der skal være forplov på, så udløberstykkerne placeres dybest muligt, hvilket bevirker, at mange af de svækkede kvikudløbere ikke har energi nok til at nå op til jordoverfladen det efterfølgende år. De, der spirer frem, vil være forsinkede og svage og have en lavere konkurrenceevne end de, der ikke har



Figur 4.1. Kvik-Up harve

Udsultningsmetoden går ud på at lade udløberne spire og derefter ødelægge dem, så udløbernes reserver udtømmes. Ved første jordbehandling efter høst er det vigtigt, at udløberne findeles til mindst mulige stykker med fræser eller tallerkenharve. Jo mindre stængelstykker, der efterlades, desto mindre reservenæring vil der være til de enkelte kvikskud. Efter denne findeling afbrydes kvikplanternes vækst ved harvning, hver gang kvikken er på 2-3-bladstadiet. Også her er det vigtigt at gentage behandlingerne for at få en god effekt - findeling af udløberne, som ikke opfølges af harvning, kan i stedet opføre mere kvik.

været udsat for en mekanisk bekæmpelse. Usvækkede udløbere kan overleve mere end et års jorddækning. Det er derfor en dårlig ide at dybdepløje direkte på den ubearbejdede stubjod.

Betydningen af pløjedybden illustreres ofte ved dårlig sammenpløjning, der kan give kvikstriber i marken.

Udviklingen af nye skud og rødder på kvikudløberne afhænger af temperaturen og fugtigheden i jorden. Sent om efteråret sker ændringerne i planterne langsomt på grund af den lave temperatur. Samtidig er der normalt høj luftfug-

tighed. Derfor aftager effekten af såvel udtørring som udsultning hen over efteråret.

Minisommerbrak

En anden mulighed for bekæmpelse af rodukrudt er minisommerbrak*. Her startes indsatsen langt tidligere, f.eks. efter høst af grønsæd, grøntært eller ved tidlig opløjning af kløvergræs. Der er større chance for at få udtørringsmetoden til at lykkes, men hvis den ikke gør, må udsultningsmetoden følges. Efter 4-6 uger kan der pløjes, og enten sås en afgrøde eller endnu bedre en efterafgrøde bestående af hurtigt voksende og stærkt konkurrerende arter, som sås på det anbefalede tidspunkt. De vil spire hurtigere frem end kvikken, som er pløjet dybt ned, og dette vil øge effekten af den gennemførte bekæmpelse.

Stubbearbejdning og frøkrudt

Stubbearbejdning efter høst kan afbryde væksten og frøsætningen hos de arter, der fortsat vokser og producerer frø i stubben.

De modne frø påvirkes forskelligt af stubbearbejdning. For de fleste arters vedkommende vil stubbearbejdningen virke konserverende på frøene, når de indarbejdes i jorden, idet de går i spirehvile, og dermed forbedres deres holdbarhed. Det gælder i udpræget grad en art som flyvehavre, hvis frø hurtigt mister spireevnen, når de får lov at ligge oven på jorden, og raps, som går i spirehvile, så snart den indarbejdes i jorden.

Nogle af de arter, hvis frø kan bringes til at spire efter høst, kan reduceres i antal ved at blive indarbejdet i jorden. Det gælder især spild-

frø efter visse kulturplanter (f.eks. vinterbyg), men også enkelte ukrudtsarter (f.eks. gold hejre). Det er imidlertid vigtigt, at der kun foretages en meget overfladisk harvning. Da harvningen samtidig vil medføre, at mange flere ukrudtsfrø overlever, er det kun i tilfælde med meget få ukrudtsfrø tilrådeligt at harve for at få ukrudts- og/eller kulturfrø til at spire, og det vil f.eks. være yderst sjældent i økologisk jordbrug. Derimod kan der være andre årsager til at stubbearbejde, der vejer tungere end hensynet til ukrudtsfrø f.eks. i reduceret jordbearbejdning. Her kan det dog være en fordel at vente nogle uger med stubbearbejdningen, fordi mange frø så allerede vil være spiret, i hvert fald under fugtige forhold.

Bekæmpelse i vækstsæsonen

I vækstsæsonen kan ukrudtsbekæmpelse foretages ved harvning, radrensning m.m. Disse metoder uddybes nedenfor.

Ukrudtsharvning

Her i landet er der siden 1987 arbejdet med at udvikle ukrudtsharvning (også kaldet strigling eller ukrudtsstrigling) som bekæmpelsesmetode (figur 4.2). Erfaringerne har vist, at ukrudtsharvning ikke kan blive lige så effektiv som herbicider. Alligevel er ukrudtsharvning blevet langt mere udbredt i løbet af 1990'erne, dels fordi det udgør en væsentlig bekæmpelsesmetode i det økologiske jordbrug, dels på grund af miljøhensyn og restriktioner på herbicidanvendelsen i det konventionelle jordbrug.

Selv om ukrudtsharvning ikke er lige så effektiv som herbicider, kan der alligevel i de fle-



Figur 4.2. 12 m langfingerfarve.

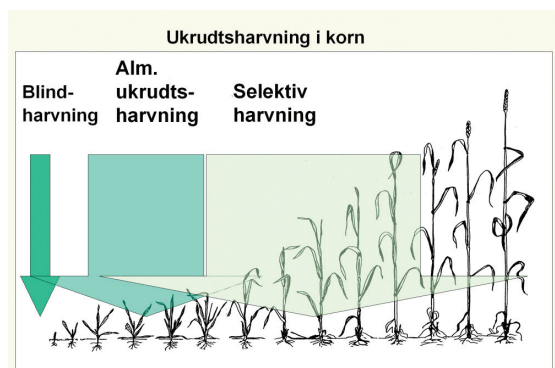
ste tilfælde opnås et tilfredsstillende resultat i kornafgrøder. Hermed menes, at ukrudtet ikke skader udbyttet, og at man undgår en opformering af ukrudt. Dette opnås ikke alene ved at udskifte sprøjten med en ukrudtsharve, men også ved at optimere betingelserne for ukrudtsfarvning og udnytte forebyggende foranstaltninger.

I det følgende gennemgås, hvordan ukrudtsfarvning virker og optimeres.

For at forstå hvor mulighederne og problemerne ved ukrudtsfarvning ligger, kan farvning opdeles i 3 kategorier i forhold til afgrødens udvikling (se figur 4.3):

- Blindfarvning* (før afgrødens fremspiring)
- Almindelig ukrudtsfarvning* (efter afgrødens fremspiring)
- Selektiv farvning* (efter afgrødens begyndende strækning).

Ved blindfarvning forstås en ganske let farvning, umiddelbart før afgrøden spirer frem. En sådan farvning har to effekter. For det første vil den ødelægge mange af de spirende ukrudtsfrø og nyfremspirede ukrudtsplanter, og for det andet vil den provokere nye frø til at spire. Det er derfor ikke overraskende, at man i forsøg med blindfarvning kun har opnået god effekt i ca.

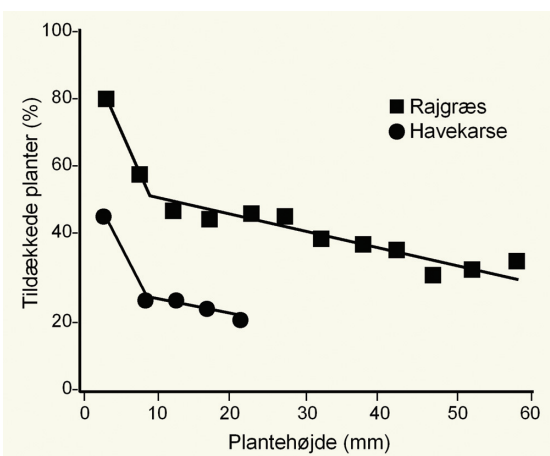


Figur 4.3. Tidspunkt for de forskellige typer ukrudtsfarvning i korn.

halvdelen af forsøgene. I nogle tilfælde er der opnået en halvering af ukrudtsmængden, mens der i andre tilfælde er sket en fordobling. Blindfarvning har således ikke i sig selv nogen sikker ukrudtsbekæmpende effekt. Den skal følges op af senere behandlinger, som bekæmper det nyfremspirede ukrudt. Effekten af blindfarvning vil være stærkt afhængig af vejret efter såning og ukrudtets artssammensætning. Fugtig jord efter såning giver gode spiringsbetingelser for ukrudtet og giver mulighed for en høj effekt ved blindfarvning, hvorimod farvning efter en periode med tørre forhold, ikke kan forventes at give en høj bekæmpelse, da kun få ukrudtsfrø er spiret. Der vil ofte være en god effekt på arter, der spirer hurtigt frem i forhold til afgrøden, f.eks. agerkål og agersennep i vårsæd. Disse arter kan være særdeles vanskelige at bekæmpe mekanisk efter afgrødens fremspiring på grund af deres hurtige vækst, og blindfarvningen sker derfor for at fjerne disse hurtigt voksende arter, mens de kun kan ses som 'hvide tråde' i jorden. Blindfarvning kan udføres med alle typer ukrudtsfarver og er normalt ukompliceret at gennemføre i praksis, hvis ellers vejrforholdene tillader farvning. Den kan også udføres i næ-

sten alle afgrøder, der sås ensartet i minimum 3-4 cm's dybde uden at skade afgrøden. Der må ikke harves ned til sådybden, men kun i de øverste 2-3 cm for at undgå at løsrive afgrødeplanterne.

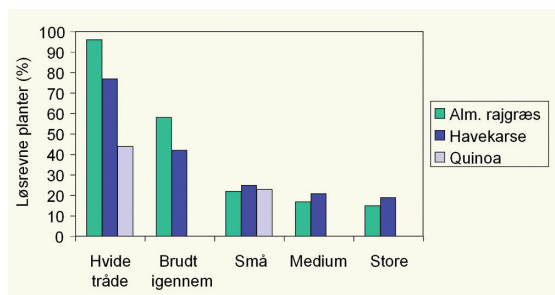
Almindelig ukrudtsharvning efter afgrødens fremspiring er vanskeligere at udføre. I korn udføres den normalt, når afgrøden har 3 til 5 blade afhængigt af ukrudtets udviklingstrin og vejrforholdene. Mange ukrudtsplanter tildækkes med jord, mens andre løsrives. Jo større ukrudtet er, jo vanskeligere er det at tildække ukrudtsplanterne (figur 4.4), men også løsrivning virker bedst på planter på trådstadiet eller lige omkring gennembrydning af jordskorpen (figur 4.5). Vejret kan være afgørende for effekten af ukrudtsharvning. I fugtige år kan det være umuligt at gennemføre ukrudtsharvning, og selv når den kan gennemføres, vil der hurtigt spire nyt ukrudt



Figur 4.4. Effekt af plantehøjde på pct. dækkede planter. (Efter Kurstjens, 2002).

frem.

Det er nemmere at bekæmpe små end store ukrudtsplanter (tabel 4.1). Man skulle tro, at de praktiske konsekvenser ville være, at der altid skal harves så tidligt som muligt. Det vanskelige ved almindelig ukrudtsharvning er imidlertid, at man også skader afgrøden. Det er en såkaldt lavsektiv bekæmpelsesmetode. Det betyder, at bekæmpelseseffekt ofte medfører afgrødeskade. Den lave selektivitet betyder, at en vis afgrødeskade i forbindelse med harvning er reglen frem for undtagelsen. Afgrødeskaden ses først og fremmest som tildækning af blade, hvori løsrivning spiller en ubetydelig rolle. I gamle råd hedder det, at 'man godt kan harve jorden sort i korn om foråret; kornet skal nok komme igen'. Det er også rigtigt, men det koster udbytte. Hvor meget afgrøden skades i forhold til effekten på ukrudtet, afhænger såvel af forholdet mellem ukrudtsbekæmpelse og afgrødetildækning som af afgrødetildækningens betydning for udbyttet og af bekæmpelseseffektens betydning for udbyttet.



Figur 4.5. Procent løsrive planter pr. ukrudtsart og vækststadium. (Efter Kurstjens, 2002).

Tabel 4.1. Ukrudtsarters følsomhed over for ukrudts-harvning i forskellige udviklingsstadier. Pct. ukrudtsplanter bekæmpet efter én ukrudts-harvning.

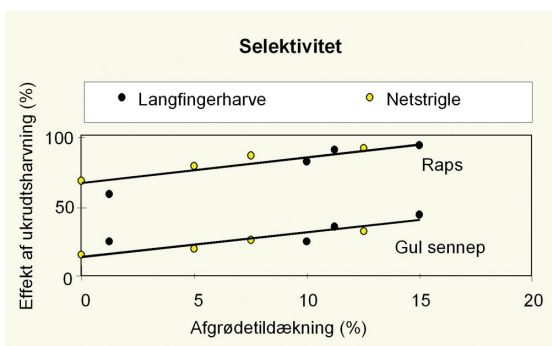
Art	% ukrudtsplanter dræbt		
	Kimplanter	2-4 løvblade	6-8 løvblade
Liden vortemælk	60-80	60-80	60-80
Kløftet storkenæb	60-80	60-80	-
Ru svinemælk	60-80	60-80	40-60
Rød arve	60-80	60-80	-
Nattimurt	60-80	60-80	<40
Agerstedmoderblomst	80-100	60-80	-
Kornvalmue	60-80	60-80	<40
Alm. fuglegræs	80-100	60-80	<40
Vellugtende kamille	80-100	60-80	<40
Alm. pengeurt	60-80	40-60	<40
Hvidmelet gåsefod	60-80	40-60	40-60
Vejpileurt	40-60	40-60	<40
Krumhals	40-60	<40	<40
Liden tvetand	40-60	40-60	<40
Lægejordrøg	60-80	40-60	<40
Storkronet ærenpris	40-60	40-60	<40
Agersennep	60-80	40-60	40-60
Kiddike	60-80	40-60	<40
Rød tvetand	60-80	<40	<40
Snerlepileurt	40-60	<40	<40
Skærmvortemælk	60-80	40-60	<40
Lav ranunkel	60-80	40-60	<40
Alm. hanekro	40-60	<40	<40
Burresnerre	<40	<40	<40
Flyvehavre	40-60	<40	-

Undersøgelser af forskellige harvetyper har vist, at hverken fabrikat eller harvens udformning er afgørende for selektiviteten, hvorimod størrelsesforholdet mellem ukrudt og afgrøde er af meget stor betydning (figur 4.6).

Samlet kan man konkludere, at selektiviteten er stærkt påvirket af: afgrødens størrelse i forhold til ukrudtet, ukrudtets artssammensætning og dermed udvikling i forhold til afgrøden, behandlingstidspunktet og såbedstilberedningen. Selektiviteten er derimod kun svagt påvirket af: redskabsindstilling og -konstruktion, vejret i for-

bindelse med behandlingen og kørehastigheden.

Selektiv harvning kaldes sådan, fordi den stort set kun påvirker ukrudtet uden at skade afgrøden. Selektiv harvning kan kun udføres med langfingerharver (figur 4.2), og den kan kun udføres i afgrøder, hvor kulturplanterne danner en tæt og robust række. Selektiv harvning kan f.eks. ikke lade sig gøre i ærter, men er velegnet i korn. Når afgrøden har påbegyndt strækning, vil den være så kraftig, at harvning på langs af rækkerne kan gennemføres uden at skade afgrøden. Harvetænderne vil glide af på rækkerne og tvinges til at bearbejde mellem rækkerne. I forsøg er der opnået høje bekæmpelseeffekter ved selektiv harvning, når ukrudtet er domineret af



Figur 4.6. Sammenhæng mellem bekæmpelseeffekt og afgrødetildækning ved harvning i vårbyg, hvor der er sået gul sennep og raps som ukrudt. Der er foretaget henholdsvis 1, 2, 3 og 4 harvninger på samme dag med en netstrigle og en langfingerharve. De to harver er anvendt på en sådan måde, at de skønsmæssigt forvoldte samme afgrødetildækning. Som det ses, blev sammenhængen mellem bekæmpelseeffekt og afgrødetildækning kun påvirket af ukrudtsarten. Raps vokser betydeligt langsommere end gul sennep og var derfor meget mindre end gul sennep på behandlingstidspunktet.

lavtvoksende arter (f. eks. fuglegræs og ærenpris). Består ukrudtsproblemet af højt voksende arter (f. eks. agersennep og hvidmelet gåsefod), vil det ofte være for sent at harve i strækningsfasen, med mindre ukrudtet er spiret sent frem i forhold til afgrøden. Det vil sige, at disse arter skal være fjernet med såvel blindharvning som almindelig ukrudtsharvning. Selektiv harvning kan også have en god effekt over for selv store burrenerre, som helt eller delvist kan løsrives.

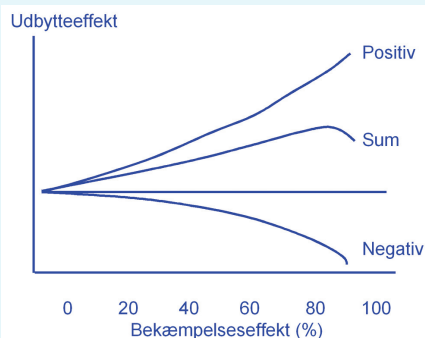
Vintersæd er meget sårbar over for ukrudtsharvning om efteråret. Harvninger udført om foråret har ofte utilstrækkelig effekt over for ukrudtsarter med strækningsvækst og pæleroddannelse som f.eks. lugtløs kamille, kornvalmue og spildraps.

I udplantede grønsags- og bærekulturer som f.eks. kål, bladselleri og jordbær kan ukrudtsbekæmpelsen ligeledes baseres på ukrudtsharvning. Udplantning rummer nemlig i modsætning til udsåning den klare fordel, at en relativt stor afgrødeplante plantes i nyharvet jord uden ukrudt. Når ukrudtet begynder at spire frem, vil selektiviteten være god, idet ukrudtet er betydeligt mindre end afgrøden og dermed mere sårbart.

Ukrudtsharven kan også anvendes i kartofler, hvor den i kombination med hypning kan give en ganske god ukrudtsbekæmpelse. Harven bruges både til at bekæmpe ukrudt og udjævne kammen. Efterfølgende opsættes kammen igen med kartoffelhypper. Denne udjævning og opsætning af kamme kan gøres 2 til 3 gange frem til kartoflernes fremspiring. Normalt anvendes hypperen yderligere et par gange efter sidste udjævning/

Selektivitet og udbytte

Der skal erfaring til for præcist at kunne vurdere, hvilken bekæmpelsesintensitet der er optimal (figur 4.7). Har man ikke denne erfaring, må man prøve sig frem eller alliere sig med andre, der har erfaringen. I vårsæd kan maksimalt accepteres 20% tildækning af afgrøden. I vintersæd om efteråret under 10%, mens den om foråret er mere robust.



Figur 4.7. Ukrudtsharvning påvirker afgrødens udbytte negativt ved at skade afgrøden, og positivt ved at fjerne ukrudt. Bekæmpelsesintensiteten bør derfor vælges således, at den samlede effekt (positive fratrukket negative påvirkninger) bliver størst mulig. (Efter Rasmussen, 1991).

De bedste resultater med alm. ukrudtsharvning opnås ved:

- en afgrøde i god vækst
- gode selektivitetsforhold, det vil især sige småt ukrudt i forhold til afgrøden
- få svært bekæmpelige ukrudtsarter
- ikke meget massive ukrudtsproblemer
- en jordstruktur, der er nem at bearbejde
- få sten i marken.

opsætning.

Efter blindharvning i roer og de fleste grønsagskulturer kan ukrudtsharvning først anvendes, når planterne er ret store og veletablerede. Metoden vil derfor være et godt supplement til 2. og 3. hakning på økologiske brug. Eksempelvis tåler roer ukrudtsharvning fra og med, at de har udviklet 4-6 blivende blade, og såløg fra og med, at de er 13-15 cm høje.

Radrensning i korn og andre radsåede afgrøder

Radrensning i korn på øget rækkeafstand, typisk 20-25 cm, har fundet stigende anvendelse i økologisk planteproduktion i de senere år, men metoden anvendes stort set ikke i konventionel planteavl, selv om der kan opnås en ganske effektiv ukrudtsbekæmpelse. I vårsæd kan der normalt opnås lige så god effekt ved ukrudtsharvning, som har en langt større kapacitet. I vintersæd er radrensning derimod en interessant mulighed, fordi ukrudtsharvning kun meget vanskeligt kan bekæmpe flere af de overvintrende ukrudtsarter, der typisk optræder i vintersæd om foråret. Her har radrensning vist sig som en god løsning mod sådanne arter, foruden at metoden også bekæmper andet ukrudt ganske godt. Den nyeste forskning viser endog, at også agertidsel kan bekæmpes overraskende godt ved radrensning i korn. To til tre radrensninger i vårbyg kan i nogle tilfælde nedsætte mængden af tidsler med op til 80% det følgende år, sammenlignet med hvis man ikke bekæmper tidslerne i kornet.

Radrensning virker både ved løsrivning og tildækning af ukrudtet. En af fordelene ved rad-

rensning er, at behandlingstidspunktet ikke er nær så afgørende som ved ukrudtsharvning. Der kan behandles over en længere periode uden risiko for afgrødeskade, og større ukrudt kan som regel bekæmpes tilfredsstillende. Ukrudtsharvning lige efter radrensning kan forbedre bekæmpelseeffekterne med op til 30%, fordi ukrudtet løsrives yderligere, og der rystes mere jord af rødderne. Moderne radrenserne til korn bør derfor bestå af flere mekaniske bekæmpelsesprincipper i samme arbejdsgang.

Radrensning har vundet større udbredelse i vinterrapsdyrkingen i de senere år, hvor rapsen sås på 50 cm's rækkeafstand i stedet for de normale 12,5 cm (figur 4.8). Gennemføres der 2-3 radrensninger – 1-2 om efteråret og 1 tidligt det følgende forår – kan der opnås en tilfredsstillende ukrudtsbekæmpelse.

Radrensning har den klare begrænsning, at ukrudtet kun bekæmpes dér, hvor skærene arbejder – ukrudtet i selve afgrøderækken bekæmpes ikke. Ukrudt, som er nær rækken, men uden for skærenes arbejdsbredde, kan dog i nogen grad bekæmpes ved tildækning med jord.

Løsrivning af ukrudtet er dominerende i skærets arbejdsbredde, og tildækning dominerer i skærets nærmeste omgivelser. Ved en rækkeafstand på 20 cm kan der uden problemer anvendes et 12 cm-skær, og ved specielle ukrudtsproblemer og meget omhyggelig kørsel kan der anvendes 14 cm-skær. Rensning så tæt på afgrøden stiller dog krav om lav kørehastighed og stor koncentrationsevne hos traktorføreren.

For at opnå en effektiv tildækning af de ukrudtsplanter, der står tæt på rækken, er det



Figur 4.8. Radrensning i vinterraps.

nødvendigt med en forholdsvis høj kørehastighed og en tilpasset bearbejdningsdybde, således at afgrøden kun tildækkes i begrænset omfang. På 20-25 cm's rækkeafstand vil der med en bearbejdningsdybde på 2-3 cm ofte kunne radrenses med en kørehastighed på 5-8 km/t. Senere, når afgrøden strækker sig, kan der radrenses med ca. 10 km/t.

De ovennævnte kørehastigheder kan uden problemer gennemføres ved radrensning med redskabsbærer, hvor radrenseren er monteret umiddelbart bag ved traktorens forhjul, og hvor traktorføreren har frit udsyn.

Det er vanskeligere at opnå et tilfredsstillende resultat med bagmonterede radrenserne, da manuel finstyring er vanskelig ved de høje kørehastigheder, der ofte er nødvendige for at opnå en god bekæmpelseseffekt. Denne ulempe kan dog i nogen grad opvejes ved at bruge specielle skær med en stejlere angrebsvinkel i forhold til jordoverfladen. Herved kan der kastes mere jord ind i rækken og dermed opnås tildækning af ukrudtsplanter nær rækken, uden at skæret kø-

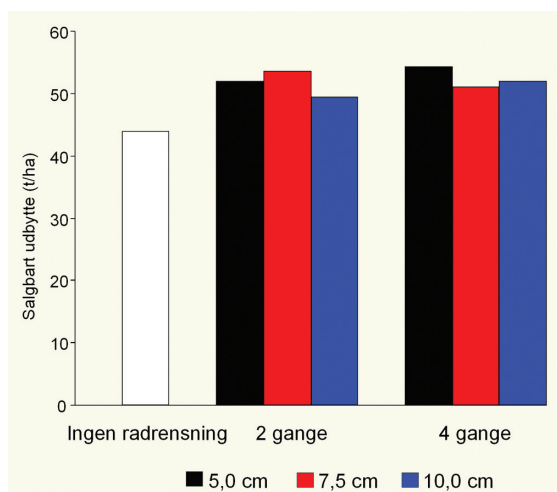
rer tæt på rækken.

Traditionelt dyrkes korn her i landet på 12 cm's rækkeafstand. En øgning af rækkeafstanden medfører i sig selv kun små udbytte-reduktioner i konventionel korndyrkning, i korn sædvanligvis fra 2-4% ved en øgning til 20 cm, men stiger afstanden til eksempelvis 25 cm, skal der regnes med større udbyttetab på op til 8%. I økologisk korndyrkning er der ikke opnået udbyttenedgange ved at gå op i rækkeafstand – heller ikke ved op til 25 cm's rækkeafstand. Ikke sjældent kan det ske, at udbyttet ligefrem kan stige efter radrensning på øget rækkeafstand. Det er f.eks. set i såvel korn som raps og hestebønner. Det er radrensningens jordløsnende effekt, som i nogle år kan virke vækstfremmende på afgrøden. Eksempelvis kan vandhusholdningen forbedres, og kvælstofmineraliseringen øges.

Selv om ukrudtets artssammensætning ikke spiller samme afgørende rolle ved radrensning som ved ukrudtsharvning, er artssammensætningen dog ikke uden betydning. F.eks. kan ukrudtsarter med stor konkurrenceevne og tidlig strækingsvækst være problematisk i rækkerne. I særlig grad, hvis der er tale om afgrøder med ringe konkurrenceevne (f.eks. ærter). Det er derfor væsentligt at bibeholde udsædsmængden pr. hektar, selv om der anvendes større rækkeafstand. Herved forbedres kulturplanternes konkurrenceevne i rækkerne.

Radrensning i række kulturer

I Danmark bliver radrensning jævnligt anvendt i række kulturer som majs, roer og de fleste grøn-



Figur 4.9. Radrensning i ukrudtsfri såløg med henholdsvis 5,0; 7,5 og 10,0 cm ubearbejdede bånd. (Melander & Hartvig, 1997).

sager. Behandlingen udføres, hvor der ikke er mulighed for kemisk bekæmpelse, eller hvor den udgør et vigtigt supplement til den kemiske bekæmpelse. Som nævnt for korn og raps kan radrensning også anvendes med henblik på at fremme afgrødens vækst gennem en løsning af jorden (figur 4.9).

Der anvendes hovedsageligt bagmonterede radrensere (figur 4.10), der enten finstyres manuelt eller automatisk. Stabiliseringsskiver, der forsinker og formindsker styreudslaget, er en anden mulighed. Styrehjul, som kører i en fast rille, der er trukket op med en spormarkør på såmaskinen, kan arbejde meget præcist, men anvendes næsten ikke.

Frontmontering eller undermontering af radrenseren er en mulighed for at opnå en høj præcision med kun én person. Disse metoder an-

vendes en del. I de senere år er der udviklet ny teknik til automatisk styring af radrenserne. Styringen er baseret på kamerateknologi, som 'affotograferer' rækkerne, hvor billedinformationen behandles af en computer, der derefter sender signaler ud til drejelige styreskiver eller styrehjul, eller også skubbes selve radrenserammen ud til siden. Teknikken anvendes især i roer og grønsagskulturer (figur 4.10), men kan også anvendes i korn.

Normalt anvendes der gåsefodslapper til radrensningen. Gåsefodslapperne kan sidde på en ikke-affjedret tandstilk og virker da mest som skuffejern. Det betyder, at de ikke 'renser' sig selv og derfor skal anvendes på helt småt ukrudt. Gåsefodslapper på affjedrede tandstikke 'renser' sig selv. Den fjedrende effekt løsner desuden jorden fra større planters rødder.



Figur 4.10. Automatisk styring af en radrenser i radiser. Den gule boks på radrenserens ramme indeholder to kameraer til registrering af to afgrøderækker samtidigt. (Foto: Eco-Dan).

Et væsentligt problem ved de almindelige radrensere er dårlig effekt under fugtige forhold og ved bekæmpelse af større ukrudt.

Effekten mod større ukrudt kan i nogen grad forbedres ved at anvende specialudstyr til montering bag ved gåsefodslapperne. I Sverige anvender man en trykrulle til udjævning af jorden efterfulgt af lange, stive fjedertænder til oprykning af stort ukrudt til udtørring på jordoverfladen.

Radrensnings følsomhed over for fugtige forhold kan bl.a. nedsættes ved at anvende andre renseaggregater. Et af de mest interessante principper er en kraftig, roterende børste, der især under fugtige forhold er den almindelige radrenser overlegen. Dette princip anvendes på en børsterenser, hvor børsterne er placeret på en horisontalt roterende aksel. Rækkefræsning er en anden mulighed for bedre at kunne bekæmpe ukrudt under fugtige forhold, men metoden anvendes kun meget lidt. Den seneste nyudvikling inden for radrensning er den såkaldte 'split-hoe', som på dansk vel bedst oversættes med 'kombiradrenser'. Redskabet benytter sig af to helt forskellige bekæmpelsesprincipper, som i kombination gør et ganske godt stykke arbejde, især mod stort ukrudt under ugunstige vejrforhold. Selv rod ukrudt kan bekæmpes med god effekt. Redskabet kombinerer gåsefodslappens løsrivning med den videre løsrivning og blotlægning på jordoverfladen, som en roterende stålborste vil forårsage (figur 4.11). Den oprindelige ide med kombiradrenseren var at udvikle et universelt redskab til radrensning, således at grønsagsbrugene kun behøvede at have ét red-

skab til at klare ukrudtsbekæmpelsen mellem rækkerne uanset de vanskeligheder, vækstsæsonen måtte byde på.

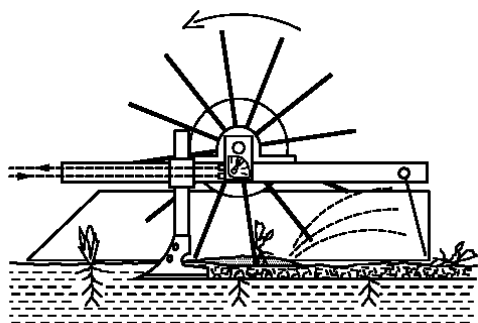
Ved radrensning på et meget tidligt tidspunkt kan der ske beskadigelse af de små afgrødeplanter ved tildækning med jord, hvis ikke radrenseren er monteret med beskyttelseskærme ind mod afgrøderækken. Tidlig radrensning kan også øge risikoen for grenede gulerødder, hvis redskabet kommer for tæt på planterækken. Børsterenseren synes ikke at adskille sig på dette punkt i forhold til almindelige radrensere.

Bekæmpelse af ukrudt i rækken i række-kulturer

Som tidligere nævnt bekæmper radrenseren kun det ukrudt, som vokser mellem rækkerne. Ukrudtet i selve afgrøderækken, hvilket er det, som vokser inden for et 8-20 cm bredt ubearbejdet bånd, bekæmpes i vid udstrækning enten kemisk eller ved håndlugning. På økologiske ejendomme sker det i enkelte tilfælde, at der anvendes op til 500 lugetimer pr. ha til renholdelse af en grønsagsafgrøde.

I de senere år er der arbejdet en del på at udvikle ikke-kemiske metoder, som kan nedbringe tidsforbruget til håndlugning af rækkeafgrøder. Metoderne er rettet mod dels at formindske det ubearbejdede bånd, som radrenseren efterlader, dels at bekæmpe de ukrudtsplanter, som efterlades i det ubearbejdede bånd.

Radrensning meget tæt på rækken er en oplagt mulighed til at formindske bredden på det ubearbejdede bånd. Metoden har med held været afprøvet i gulerødder, søporrer og såløg, hvor



Figur 4.11. Skematisk tegning af en 'kombiradrenser'. (Efter Weber, 1997).

det har været muligt at radrense helt ind til 2,5 cm fra afgrødeplanterne, uden at planterne har taget skade (figur 4.9 og 4.12). Nøjagtig styring er selvfølgelig en forudsætning, og radrensning så tæt på rækken bør ikke udføres, når afgrødeplanterne er meget små.

Som tidligere omtalt har ukrudtsharvning vist sig at være meget anvendelig i flere rækkeafgrøder til bekæmpelse af ukrudt både i og mellem rækkerne.

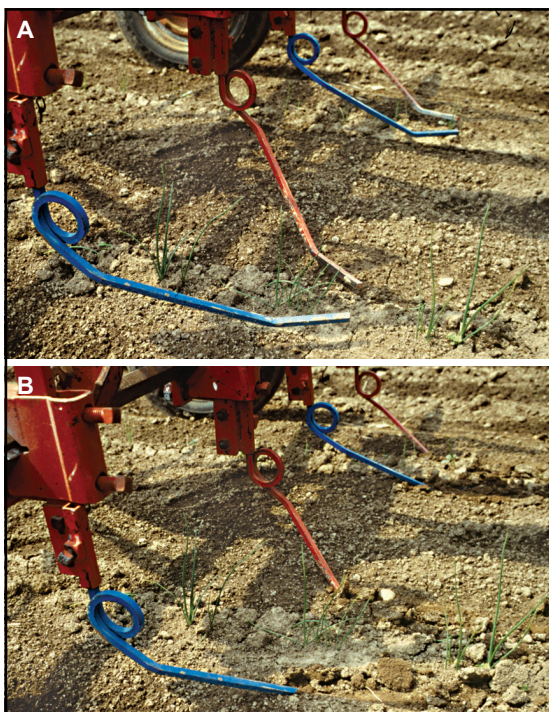
I roer og flere grønsagskulturer kan skrabe-pinde også anvendes til bekæmpelse af ukrudt i rækken fra og med roernes 4-6-bladstadium (figur 4.13). Skrabepinde er et meget enkelt og billigt bekæmpelsesprincip. Pindene monteres parvist på en almindelig radrenser og trækkes gennem jorden i 2-3 cm's dybde i en passende afstand fra roerne. Radrenseren skal kunne styres ret nøjagtigt. Afstanden mellem pindene bestemmer bekæmpelsesintensiteten*, således at jo tættere pindene står sammen, desto højere bliver bekæmpelsesintensiteten. Stigende kørehastighed vil yderligere fremme intensiteten.



Figur 4.12. Radrensning tæt på rækken i såløg.

Fingerhjul er et andet mekanisk redskabsprincip til bekæmpelse af ukrudt i rækken (figur 4.14). Hjulene monteres på en radrenser, og fremkørslen vil få dem til at rotere, hvorved gummifingrene kan kultivere jorden i rækkerne. Der er typisk ét hjul på hver side af rækken, og effektiviteten mod ukrudtet stiger med øget fremkørselshastighed og formindsket afstand mellem de to hjul.

Børsterensning med børsterne monteret på lodretstående (vertikale) rotationsakser er et nyt bekæmpelsesprincip, som er kommet på markedet inden for de senere år. Metoden kan anvendes i en lang række grønsagskulturer, f.eks. løg,



Figur 4.13. Skrabepinde til montering på radrenser. Før de sættes i jorden (A) og under radrensning i såløg (B).

porrer, kål og gulerødder. Også i de arealmæssigt større rækkeafgrøder, roer og majs, kan børsterenseren anvendes, men redskabets relativt høje pris kombineret med en lav arbejdskapacitet gør, at den er mest rentabel i højtverdifulde afgrøder.

Ved denne type børsterensning sidder børsterne parvist, således at to børster behandler én afgrøderække. Børsterne kan rotere begge veje, hvilket giver to bekæmpelsesprincipper – henholdsvis løsrivning og tildækning (figur 4.15). Ved løsrivning roterer børsterne væk fra rækken, hvorved ukrudtet overvejende bliver løsrøvet og smidt ud til siden. Ved tildækning roterer børsterne ind mod rækken, hvorved ukrudtsplanterne i rækken i området mellem de to bør-

ster bliver dækket til med jord – en form for hypning. De ukrudtsplanter, som befinder sig lige under børsterne, bliver bekæmpet ved en blanding af løsrivning og jordtildækning. Erfaringerne med denne form for børsterensning har hidtil vist, at man bør starte med løsrivningsprincippet, når afgrøden er meget lille og sårbar, for så at følge op med tildækning, når afgrøden har nået en størrelse, hvor den kan tåle en vis tildækning med jord.

Skal ukrudtsbekæmpelsen blive rigtig god, er



Figur 4.14. Fingerhjul påmonteret en radrenser til bekæmpelse af ukrudt i roerækken.

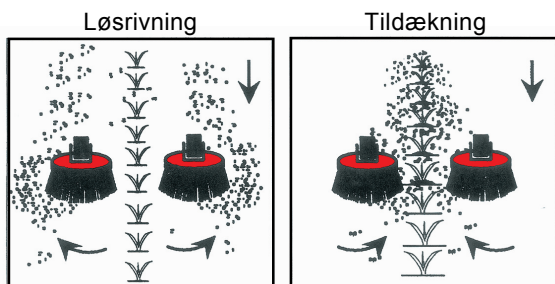
det vigtigt, at ukrudtet samtidig er så småt som muligt på bekæmpelsestidspunktet (figur 4.16).

To behandlinger efter denne fremgangsmåde kan give 50-60% bekæmpelse. Kombineres børsterensningen med andre ikke-kemiske metoder, kan der opnås betydeligt højere effekter mod ukrudt i rækken (se afsnit 4.3).

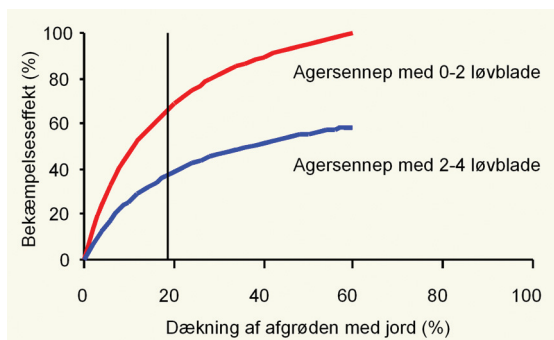
Hypning mod ukrudt i rækken med tallerkenhypper, stjerneradrenser eller egentlige hyppe-skær er en velkendt metode, som kan anvendes i en række afgrøder som f. eks. majs, kål, porrer og kartofler (figur 4.17 og 4.18).

Stjerneradrensning har især vist sig at være effektiv mod frøkrudt i kartofler med effekter på niveau med kemisk bekæmpelse selv ved kun 1-2 behandlinger i løbet af vækstsæsonen (figur 4.19).

I majs kan man med fordel hyppe op omkring planterne til ca. 5 cm's højde fra og med, at planterne er 15-20 cm høje. Ved senere hypninger kan kamhøjden naturligvis øges i takt med, at planterne bliver større. Porer hyppes som regel flere gange i løbet af sommeren primært



Figur 4.15. Børsterensning i en rækkekultur, hvor børsterne er monteret på lodretstående (vertikale) rotationsakser. (Melander, 1997).



Figur 4.16. Bekæmpelse af agersennep i 12-14 cm høje såløg ved børsterensning efter tildækningsprincippet. Den lodrette linje angiver den maksimale jordtildækning, som løgene kunne tåle uden at blive skadet. (Melander, 1997).

med henblik på at øge den hvide del af skaffet. Men disse hypninger kan også have en god ukrudtsbekæmpende virkning. I modsætning til kartofler vil hypning i majs, porrer, og kål kun være effektiv mod senere fremspiret ukrudt, fordi tidligt fremspiret ukrudt er blevet for stort, når afgrøden er stor nok til at tåle hypning.

En væsentlig ulempe ved de mekaniske metoder til bekæmpelse af ukrudt i rækken er, at de også kan ramme kulturplanterne og derved påføre dem skade i større eller mindre omfang. Derfor har den nyeste forskning været rettet mod at udvikle højteknologi til at styre redskaberne, således at de undgår at ramme kulturplanterne. Der arbejdes med flere forskellige teknikker, men grundlæggende er de fleste baseret på en sensor- eller kamerabaseret genkendelse af afgrødeplanterne, hvorved det gøres muligt at styre selve 'lugejernet' derhen, hvor det ønskes anvendt – altså en slags lugerobot. Der arbejdes



Figur 4.17. Kartoffelhypper anvendt i majs.



Figur 4.18. Stjerneradrenser i majs.

mest med mekaniske ‘lugejern’, men også laserstråler har vist sig at være anvendelige. En væsentlig udfordring for udviklingen af lugebotter er at kunne luge tilstrækkeligt tæt på kulturplanterne, uden at de fjernes. For at klare denne opgave bedre arbejdes der med GPS-systemer til lokalisering af, hvor kulturfrøet er sået, eller udplantningsplanten er plantet. Denne information kan så støtte kameraets evne til at lokalisere kulturplanterne og derved øge præcisionen ved selve lugningen. Der findes endnu ingen lugerobotter til praktisk anvendelse, men

det bliver meget interessant at følge udviklingen på området i de kommende år.

4.2. Termisk ukrudtsbekæmpelse

Inden for termisk ukrudtsbekæmpelse er flammebehandling den mest anvendte metode. Varmt vand, varmt skum og infrarød varme anvendes kun i meget begrænset omfang og mest på befæstede arealer. Der findes andre metoder, der bygger på energi som f.eks. elektricitet, ultraviolet lys, mikrobølger, laserstråler m.m. Metoderne befinder sig endnu på forsøgsstadiet, og deres væsentligste begrænsninger ligger i et meget højt energiforbrug, en lille arbejdskapacitet, en høj redskabspris og problemer med arbejdssikkerheden. Flammebehandling er blevet almindeligt brugt i praksis på trods af oven-



Figur 4.19. Stjerneradrensning mod ukrudt på etablerede kartoffelkamme har vist sig meget effektiv i nye danske forsøg.

nævnte ulemper, hovedsageligt fordi der har været kendt teknologi til rådighed.

Ved flammebehandling anvendes normalt åbne gasflammer. Ved fladebehandling kan disse være afskærmet i en lukket kasse for at øge effekten. Ukrudtsplanterne rammes derved dels direkte af flammerne (ca. 1.200°C), dels indirekte af en varmestråling (600-800°C). Dette betyder, at planterne gennemvarmes langt grundigere end ved uafskærmede brændere. Fladebehandling er en metode, hvor al plantevækst rammes af flammerne (figur 4.20). Der er kun effekt på fremspiret ukrudt, og virkningen er derfor kortvarig. Da flammebehandlingen bygger på en overfladisk svidning, er opvarmningen af jorden meget begrænset. Det betyder, at man kan flammebehandle indtil umiddelbart før fremspiringen af selv meget følsomme kulturer (f.eks. roer, gulerødder, løg og porrer).

I de tilfælde, hvor kulturplanternes blade eller vækstpunkter bedre kan tolerere flammerne end ukrudtet, er behandlingen selektiv. Majs (indtil 1-2 cm), stikløg (indtil 5 cm) og kartofler (indtil 2-4 cm) kan således tåle en direkte flammebehandling. En behandling kan også være selektiv, hvis man på grund af højdeforskelle kan undgå at ramme kulturplanternes blade. Dette kan gøres ved at beskytte bladene med skærme, så flammerne kun rammer basis af kulturplanterne. Basis på roer (5-6 blade), majs (15-20 cm), løg (15-20 cm) m.fl. er så forveddet, at en kortvarig opvarmning kan tolereres. Ved denne form for behandling kan flammerne ikke være lukket inde i en kasse.

Ukrudtet reagerer forskelligt på flammebe-

handlingen. Rodukrudt vil kun hæmmes af flammebehandling, da det vil skyde igen fra roden. Arter med beskyttet vækstpunkt, f.eks. enårig rapgræs, nedvisnes kun midlertidigt. Anvendes der uafskærmet flammebehandling, vil ukrudtsarter med et tæt hår- eller vokslag, f.eks. markforglemmigej eller gul okseøje, kun blive svedet i bladranden ved en normaldosering (50-60 kg gas/ha). Tilsvarende vil tætte græstuer kun svides på de yderste blade. Nyudviklede redskaber til fladebehandling, hvor flammerne er afskærmede, kan anvendes ved 8-10 km/t. Gasforbruget bliver da på 50-60 kg/ha pr. behandling. Foreløbig er de største redskaber på 6 m's arbejdsbredde.

Flammebehandling kan også bruges til nedvisning af kartoffelløv. Ved anvendelse af et specielt udviklet redskab er det muligt at nedvisne hele kartoffeltoppe ved 6 km/t og et gasforbrug på 75 kg/ha.

Dampning mod ukrudt har fået stigende interesse, fordi det kan være meget effektivt. Damp kan anvendes mod fremspiret ukrudt, og denne anvendelse er især interessant på befæstede arealer. Damp kan også føres ned i jorden før såning eller plantning, hvorved de fleste ukrudtsfrø og andre jordboende organismer dræbes. Enkelte grønsagsavlere her i landet er begyndt at anvende fladedampning (figur 4.21) i salatdyrkningen til fjernelse af ukrudt og besværlige sygdomme forårsaget af for hyppig salatdyrkning på samme areal. Metoden er meget effektiv og løser disse problemer, men energiforbruget er voldsomt stort med op til 3.000-5.000 liter olie pr. ha. Dampning er ikke tilladt i økologisk jordbrug.



Figur 4.20. Flammebehandling før afgrødens fremspiring.

For at begrænse energiforbruget arbejdes der nu med sribedampning, hvor dampen kun tilføres den del af jorden, som senere skal udgøre afgrøderækken. Det er jo netop ukrudtet i rækken, som er vanskeligt at fjerne maskinelt, og derfor bør den energikrævende og kostbare damp kun tilføres dér. De første laboratorieundersøgelser med dampning af 8 cm brede jordstriber og ned til 5-6 cm dybde har bekræftet de høje bekæmpelseseffekter, som kendes fra fladedampning. Kan dampning hæve den maksimale jordtemperatur til 70°C eller derover, vil stort set alt ukrudt i det dampede bånd være bekæmpet (figur 4.22). Denne metode er p.t. heller ikke tilladt på økologiske bedrifter.

4.3. Bekæmpelsesstrategier

Som tidligere nævnt er hverken de forebyggende foranstaltninger eller de direkte metoder, når de bliver anvendt alene, sikre eller effektive nok til at klare almindelige ukrudtsproblemer. Men ved at kombinere metoderne kan både dyrknings-sikkerheden og effekten øges til et acceptabelt niveau.

For eksempel kan man øge selektiviteten af

ukrudtsfarvning i korn ved at øge rækkeafstanden til 18-20 cm uden at ændre på udsædsmængden, således at kulturplanterne kommer til at stå tættere i rækkerne. En sådan forøgelse af rækkeafstanden vil selv uden konkurrence fra ukrudt medføre nogle få procents udbyttereduktion, men mulighederne for en effektiv selektiv farvning øges. Forsøg har vist, at bekæmpelseeffekten kan forbedres med ca. 20% ved at øge rækkeafstanden uden at skade udbyttet (figur 4.23).

Gødningsplacering kombineret med ukrudtsfarvning er også en mulighed for at forbedre den samlede bekæmpelse. Denne kombination med placering af NPK-gødning har reduceret ukrudtsbiomassen med over 50% i forhold til bredspredning (figur 4.24). Uanset variation på grund af lokalitet, år og gødningsniveau var ukrudtsbiomassen i alle tilfælde nedsat væsentligt. Tilsvarende steg udbyttet også, når gødningen var placeret (figur 4.24). Tilsvarende resul-



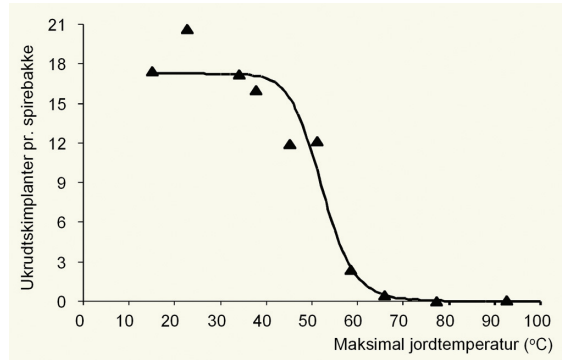
Figur 4.21. Ved fladedampning af grønsagsbede dampes jorden i hele bedets bredde og ned til 10 cm's dybde.

tater er opnået ved placering af gylle. Det er almindelig kendt, at placering af gødning, primært kvælstof, giver afgrøden en tidligere og hurtigere vækst og derved øger udbyttet. Den hurtige start betyder, dels at afgrøden får en konkurrencefordel over for ukrudtet, dels at afgrøden bliver mere modstandsdygtig over for ukrudtsharvning.

I figur 4.25 er vist et eksempel på, hvordan man ved at kombinere flere strategier kan komme op på en samlet bekæmpelse på ca. 90%. Metoderne kan virke uafhængigt af hinanden, eller de kan ved kombination give en højere effekt, end hvis de anvendes hver for sig. Det gælder derfor om at kombinere metoder, der alle bidrager til bekæmpelsen og tager udgangspunkt i det aktuelle ukrudtsproblem. Ukrudtets tæthed og artssammensætning kan kun ændres på langt sigt. Selektivitetsforholdet kan man imidlertid godt påvirke på kort sigt, f.eks. ved gødningsplacering, ændret rækkeafstand eller sortvalg (se kap. 2).

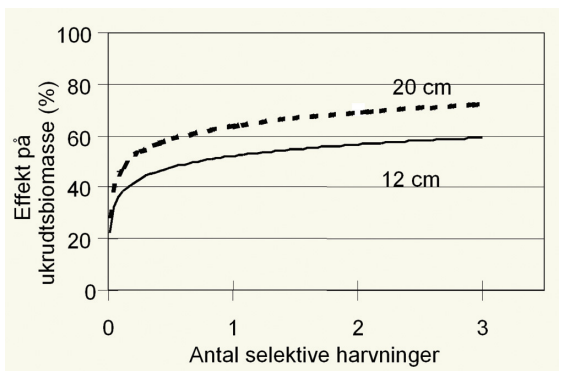
Også i rækkeafgrøder opnås de bedste resultater med ikke-kemiske metoder, når ukrudtsbekæmpelsen gennemføres med mere end én metode. Kombineres flere af metoderne på en hensigtsmæssig måde, kan mængden af ukrudt i rækken eksempelvis bekæmpes med 80-90%’s effekt i såporre (figur 4.26).

Metoder, som anvendes før afgrødens fremspiring, f.eks. flammebehandling, blindharvning og natarbejde, har til formål dels at begrænse mængden af ukrudt, som spirer frem i rækken, dels at bremse eller forsinke ukrudtets udvikling, således at det ikke når at blive for stort i

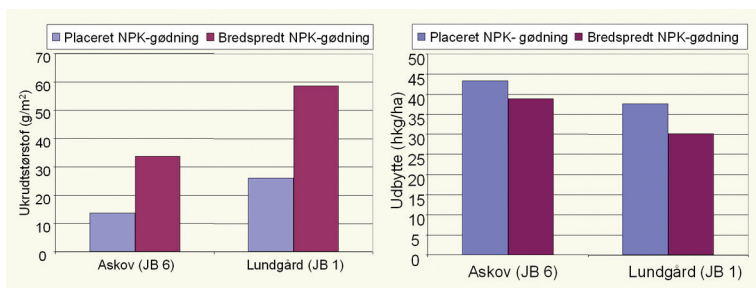


Figur 4.22. Kurven viser, hvor meget fremspiringen af en blandet ukrudtsbestand bliver nedsat efter stribedampning i laboratoriet til forskellige maksimale jordtemperaturer. (Efter Melander & Jørgensen, 2004).

forhold til afgrøden, hvis der senere skal anvendes børsterenser, skrabeplinde, radrensning tæt på rækken, fingerhjul eller ukrudtsharve. Ellers bliver ukrudtet nemt for stort og svært at bekæmpe, og risikoen for at skade afgrøden stiger betydeligt. I eksemplerne i figur 4.26 har flamme-



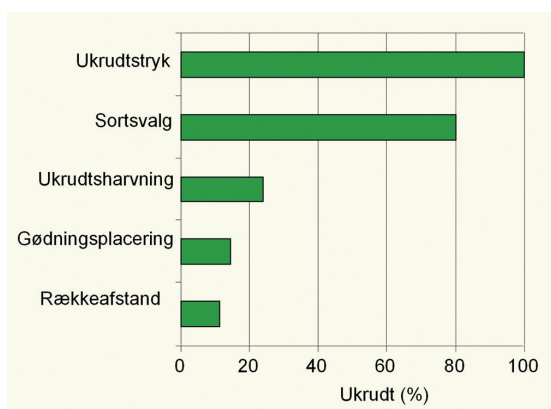
Figur 4.23. Effekt af ukrudtsharvning i vårbyg på 12 og 20 cm's rækkeafstand. (Rasmussen, 1997).



Figur 4.24. Ukrudtstørstof og bygudbytte i forsøg med bredspredning og placering af NPK-gødning i forsøg på forsøgsstationerne Askov (JB 6) og Lundgård (JB 1). Gennemsnit af 3 gødningsniveauer og 4 år. Alle led blev ukrudtsharvet 3 gange. (Rasmussen m.fl., 1997).

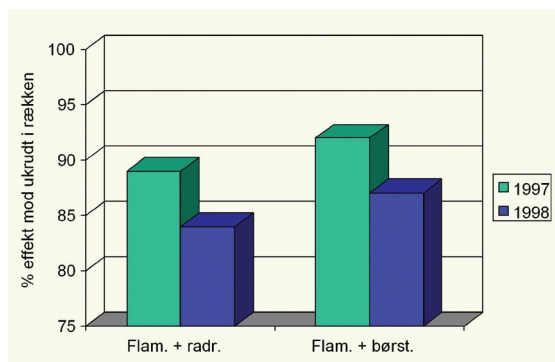
behandling før porrerne fremspiring netop skabt en god situation for at kunne udføre radrensning tæt på rækken eller børsterensning, efter at porrerne er kommet frem.

Hvorledes en bekæmpelsesstrategi helt konkret skal sammensættes, afhænger naturligvis af den enkelte afgrøde og dens bekæmpelsesbehov. Overordnet planlægges sædskiftet, dernæst skal der vælges afgrøde, sort, rækkeafstand og gødningsmetode.



Figur 4.25. Effekten af en samlet strategi opnås ved at akkumulere effekten af de enkelte faktorer.

Efter såning skal det overvejes, om og hvornår direkte mekanisk bekæmpelse kan anvendes, og hvilken metode der skal benyttes. Alt i alt skal der træffes mange valg, som tager udgangspunkt i lokale naturgivne forhold. Ud over at drage nytte af erfaringer fra forsøg er det overordentligt vigtigt selv at få erfaring med metoderne for at træffe de rette valg.



Figur 4.26. Flammebehandling før fremspiringen af såporre efterfulgt af enten radrensning tæt på rækken eller børsterensning efter porrerne fremspiring har i to års forsøg givet ganske gode resultater.

Biologisk bekæmpelse – eksempel: vandhyacint

Der har været arbejdet med biologisk bekæmpelse af ukrudt i Danmark, bl.a. til bekæmpelse af tidsler, men herhjemme har denne type bekæmpelse mindre betydning. Andre steder på jorden har biologisk bekæmpelse derimod stor betydning, f.eks. i forbindelse med bekæmpelse af arter, som er blevet spredt til andre egne af kloden, uden at deres naturlige fjender fra oprindelsesstedet er fulgt med.

De to vigtigste årsager til tab af klodens biodiversitet er (1) direkte ødelæggelse af levesteder og (2) invasion af fremmede arter af ukrudt. Vandhyacint er et eksempel på et sådant ukrudt. Ikke alene ødelægger den naturen i tropernes floder og søer; den forhindrer også færdsel og fiskeri og er dermed en trussel på livet for folkene, som bor på bredden. Planten stammer fra Amazonas, hvor den lever i et mere afbalanceret samspil med naturen. Men på grund af dens smukke blomster er planten gennem de seneste 150 år blevet solgt og foræret troperne rundt, så den nu er omtrent allestedsnærværende på disse breddegrader. Da verdens største sø, Victoria-søen, blev inficeret, kunne man snart se den kraftige måtte af vandplanter langs dens bredder helt ude fra rummet. Den er svær at bekæmpe: Hverken mennesker eller maskiner kan hive den op af vandet lige så hurtigt, som den gror. Herbicider er virksomme (udbragt med fly), men er kostbare i konstant brug og er ikke ønskværdige i vandmiljøet. Heldigvis fandt man på ekspeditioner i Amazonas to arter af snudebiller, som dér holder vandhyacinten i skak. Snudebillerne og dens larver lever kun på vandhyacinter. Siden 1970'erne har man derfor indført snudebillerne overalt, hvor vandhyacint har været et problem, og de fleste steder har de klaret jobbet: Ukrudtet er ikke forsvundet, men findes blot ganske fåtalligt sammen med snudebillerne.

Der er flere eksempler på vellykket biologisk be-

kæmpelse af ukrudt, men det synes at være langt nemmere at få succes med det under tropiske himmelstrøg end hos os. Det er dyrt at udvikle biologisk bekæmpelse: Først skal man finde de rette nyttedyr (eller nyttesygdomme eller andre nytteorganismer), dernæst skal det checkes meget grundigt, at de ikke vil gøre mere skade end gavn. Men når det lykkes, så er biologisk bekæmpelse gratis fra den dag, man slipper nyttedyrene løs. Man kalder denne form for selv-kørende biologisk bekæmpelse for 'klassisk'. Der findes også andre former for biologisk bekæmpelse, hvor nytteorganismerne skal udbringes flere gange, måske hvert år. En landmand kan bruge sådanne midler som et biologisk alternativ til pesticider.



Figur 4.27. Forsker John Wilson demonstrerer vandhyacintens rodsystem, hvor snudebillernes larver lever og tager livet af planten.