



# Effekten av klimatförändringar på kontrollbehovet av åkerogräs

*The effect of climate change on the weed control*

Sara Jarmakowski  
Institutionen för växtproduktionsekologi  
NL-fakulteten  
EX0418  
Kandidatuppsats inom ämnesområdet biologi, 15 hp  
Uppsala, 2009

Författare: © Sara Jarmakowski 2009

Titel: *Effekten av klimatförändringar på kontrollbehovet av åkerogräs*

Nyckelord: klimatförändring, ogräskontroll, åkerogräs

Handledare: Alexandra Pye (Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU Uppsala), Lars Andersson (Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU Uppsala) och Sunita Hallgren (LRF Stockholm)

Huvudexaminator: Ulla Didon

EX0418, 15 hp, Grund C

SLU Sveriges lantbruksuniversitet, Ultuna

NL-fakulteten

Institutionen för växtproduktionsekologi

Serienamn, delnummer och ISSN

ISBN

Kandidatuppsats inom ämnesområdet biologi

## Abstract

With a changing climate, we can expect higher temperatures and more precipitation in Sweden. As the temperature increases, new weed species are expected to migrate in from more southerly latitudes, resulting in requests for new techniques for weed control. In addition, we might see a greater number of weed species and higher biomass production due to increased concentration of CO<sub>2</sub> in the atmosphere.

Increased understanding of the biology of specific weed species will become more important in future weed control. This will help to control the weeds more efficiently. Higher prices on pesticides and a public demand for reduced use of pesticides make growers more inclined to use mechanical weed control on a larger scale and to a greater extent prevent weed establishment before sowing. A well-planned crop rotation is the most important preventive measure, which might also include delayed sowing, and dark harrowing and sowing.

Research takes place on many levels within the weed area and several alternative methods are being developed. These include electric current, freezing, microwaves, biological control, etc.

The present work is a literature review aiming at describing how a warmer and more humid climate with a higher CO<sub>2</sub> concentration will affect the need for weed control.

Key words: climate change, weed control, CO<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>

## Sammanfattning

Klimatet håller på att förändras; vi kan vänta oss ett varmare och mer nederbördsrikt klimat i Sverige. I takt med att temperaturen ökar förväntas nya ogräsarter vandra in från sydligare breddgrader, vilket resulterar i behov av nya tekniker för ogräskontroll. Ett ökat antal ogräsarter samt en större mängd biomassa kan också bli ett resultat av ökad koncentration av CO<sub>2</sub> i atmosfären.

Ökad kunskap om ogräsartens specifika biologi förväntas bli viktigare i framtidens ogräskontroll. Med hjälp av denna kunskap kan man styra ogräskontrollen till att bli mer effektiv. Jordbruket är också en av de sektorer som behöver miljöanpassas mer; krav på minskad användning av kemiska bekämpningsmedel samt högre priser på bekämpningsmedel manar odlare att utnyttja den mekaniska ogräsbekämpningen i större omfattning, liksom att i större utsträckning förebygga ogräsens uppförökning. En välplanerad växtföljd är den viktigaste förebyggande åtgärden, som även kan omfatta fördröjd sådd samt mörkerharvning och mörkersådd.

Forskning sker på många plan inom ogräsområdet och flera alternativa metoder är under utveckling, exempelvis elektroporationsmetoden, frysning, mikrovågor och biologisk bekämpning.

Detta arbete är en litteraturstudie vars syfte är att beskriva hur ett varmare och mer nederbördsrikt klimat med högre koldioxidhalt kan tänkas påverka behovet av ogräskontrollen.

Nyckelord: klimatförändring, ogräskontroll, CO<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>

## Förord

Ett förändrat klimat är i dag oundvikligt och något som vi måste acceptera. Vad som kommer att hända med våra skördar och hur våra grödor kommer att påverkas av detta faktum är i dag svårt att säga. Jordbrukssektorn är en viktig del för att samhället ska gå runt. Med rätt förutsättningar kan vi på ett hållbart sätt bruka vår jord och öka vår odlingskapacitet utan att låta miljön komma i kläm.

Detta arbete är en del i *klimatskolan*, som är en satsning mellan LRF och SLU för att få studenter i närmre samarbete med näringslivet. Uppsatsen är på C-nivå och omfattar 15 högskolepoäng i ämnesområdet biologi.

Jag vill tacka mina handledare, Alexandra Pye och Lars Andersson (Institutionen för växtproduktionsekologi, Ultuna), för god hjälp och handledning. Vill även tacka Sunita Hallgren och Jan Eksvärd på LRF för ert engagemang i arbetet. Omnämner även Anna Pettersson på växtodlingsenheten på Jordbruksverket för hennes tillåtelse att använda mig av en av deras tabeller (se *tabell 1*) i mitt arbete.

Studien är en litteraturstudie som belyser frågan kring hur ogräskontrollen kommer att ske i ett varmare och mer nederbördsrikt klimat som vi har att vänta framöver. Artiklar är främst hämtade från CAB Web of knowledge, Statistiska Centralbyrån (SCB), Jordbruksverket samt skrifter från Sveriges lantbruksuniversitet (SLU).

Malmö, juni 2009

Sara Jarmakowski

# Innehållsförteckning

<b>Abstract</b> .....	<b>3</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>3</b>
<b>Förord</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Introduktion</b> .....	<b>6</b>
1.1 Syfte och frågeställningar.....	7
1.2 Avgränsningar.....	8
<b>2 Ogräs och ogräskontroll</b> .....	<b>9</b>
2.1 Framtida superogräs.....	10
<b>3 Nya grödor och förändrade odlingssystem</b> .....	<b>11</b>
3.1 Ökad biomassa.....	12
3.2 Herbicidresistens/toleranta ogräspopulationer.....	12
3.3 Plöjningsfri odling.....	12
<b>4 Ogräskontroll i Sverige nu och i framtiden</b> .....	<b>13</b>
<b>4.1 Indirekt ogräskontroll</b> .....	<b>13</b>
4.1.1 Växtföljd.....	13
4.1.2 Fördröjd sådd/falsk såbädd.....	13
4.1.3 Senarelagd sådd.....	13
4.1.4 Mörkerharvning och mörkersådd.....	13
<b>4.2 Direkt ogräskontroll</b> .....	<b>14</b>
4.2.1 Kemisk ogräsbekämpning.....	14
4.2.2 Mekanisk ogräskontroll.....	14
4.2.3 Radborstning.....	16
4.2.4 Termisk ogräskontroll.....	16
<b>5 Alternativa metoder för ogräskontroll</b> .....	<b>17</b>
5.1 Biologisk ogräskontroll.....	17
5.2 Elström.....	17
5.3 Mikrovågor.....	18
5.4 Frysning.....	18
5.5 Optiska sensorer.....	18
<b>6 Diskussion</b> .....	<b>19</b>
6.1 Slutsats.....	20
<b>Referenser</b> .....	<b>21</b>

# 1 Introduktion

Klimatförändringar betraktas av flertalet forskare som ett faktum, men exakt hur den kommer att slå är svårt att säga. Beräkningar görs utifrån flera modeller men en gemensam nämnare är trenden mot ett varmare klimat med ett ökat antal extremvädersdagar (IPCC, 2007).

I sin fjärde utvärderingsrapport drar IPCC (International Panel of Climate Change) följande slutsats:

*Den observerade globala uppvärmningen under 1900-talet är otvetydig. Man kan nu slå fast att det finns en tydlig samstämmighet mellan människans utsläpp av växthusgaser och de uppmätta temperaturökningarna under det förra seklet. Med mycket stor säkerhet har människans aktiviteter sedan 1750 bidragit till den globala uppvärmningen. IPCC slår fast att det är mycket sannolikt att merparten av den observerade temperaturökningen sedan mitten av 1900-talet beror på människans utsläpp av växthusgaser.*

*Atmosfäriska växthusgaskoncentrationer överstiger vida förindustriella värden. År 2005 översteg koncentrationen av koldioxid och metan den naturliga serien under de senaste 650 000 åren. De totala årliga antropogena utsläppen av växthusgaser ökade med 70 procent mellan 1970 och 2004, enbart koldioxiden har ökat med 80 procent under samma tid.*

*Med nuvarande utveckling kommer de globala utsläppen av växthusgaser att öka under de närmaste årtiondena. En sådan ökning av växthusgasutsläppen kommer mycket sannolikt att orsaka förändringar i det globala klimatsystemet som är större än de som observerats under 1900-talet (IPCC, 2007).*

Rådande klimatförändring påverkar den mänskliga aktiviteten i olika omfattning, och kommer att kraftigt påverka jordbrukssektorn. Åkerarealen i Sverige omfattar cirka 2,7 miljoner hektar mark vilket utgör cirka 1/6 av Sveriges landyta enligt Statens hållbarhetsutredning SOU 2 007:60. Hur växtproduktionen kommer att påverkas är svårt att säga, men enligt Naturvårdsverket kommer ett varmare och fuktigare klimat bland annat att gynna skadegörare av olika slag, vilket i sin tur kan komma att öka behovet av bekämpningsmedel (Naturvårdsverket, 2009).

Atmosfären består i dag av cirka 382 ppm (part per million) CO<sub>2</sub>; de senaste århundradena har CO<sub>2</sub>-halten i storleksordning legat runt 200-300 ppm. I slutet av vårt århundrade beräknas halten ha höjts till cirka 700 ppm, vilket är en stor bidragande faktor till ett varmare klimat (IPCC, 2007).

För att förstå hur klimatet kommer att utvecklas har ett antal utsläppsscenarier utvecklats, vars främsta uppgift är att beskriva möjliga förändringar i utsläpp baserat på olika antagande om världens ekonomi, befolkningstillväxt, globalisering, ny teknik med mera. FN:s klimatpanel IPCC har utarbetat modellerna, sex av dem nämns här; A1FI, A1B, A1T, A2, B1 och B2. Modellerna beskriver mängd växthusgaser som släpps ut och beror på världens utveckling åt olika håll (Nakicenovic & Swart, 2000). De modeller som beskrivs i detta arbete är SRES (Special Report on Emissions Scenarios) A2 och SRES B2 där A2 står för den mest pessimistiska framtidsbilden. Scenario A1B beskriver en värld med långsammare befolkningstillväxt och en intensiv energianvändning. Temperaturen enligt denna modell kommer om 100 år att ligga i medeltal mellan A2 och B2: s modeller.

SRES A2 utgår från en snabb befolkningstillväxt och en intensiv energianvändning där det internationella samarbetet är lågt och ny teknik utvecklas långsamt. Befolkningen i denna modell beräknas vara 15 miljarder år 2100 vilket är mer än i övriga modeller (IPCC, 2000).

I SRES B2 beskrivs en långsammare befolkningstillväxt och en mindre energianvändning där medvetenheten om vikten av god miljö och ett hållbart samhälle har ökat. Politik på både nationell och lokal nivå påverkas starkt av samhällets invånare. Högst prioritet i samhället har människors välfärd, jämställdhet och miljö. Befolkningen beräknas uppgå till 10 miljarder år 2100. Då utbildning är en viktig faktor i denna modell beräknas dödligheten minska drastiskt, liksom antalet graviditeter. Spridning av ny teknik är relativt långsam, men betydligt snabbare än i SRES A2 (IPCC, 2000).

Det bör påpekas att det scenario som ger störst temperaturförändring om 100 år kanske inte gör det om 20 år. Det långsiktiga perspektivet är alltså mycket viktigt.

Sett ur ett svenskt nationellt perspektiv kommer SRES A2 att ge störst förändring på klimatet av de två scenarierna. Uppdelat på regionala områden i Sverige kommer sydvästra Götaland att få en ökad årsmedeltemperatur på 5°C enligt SRES A2 och 4°C enligt SRES B2 (SMHI, 2009).

Enligt samma klimatmodeller kommer östra Svealand få en ökad årsmedeltemperatur enligt SRES A2 på 5°C och enligt SRES B2 på 4°C. Uppgifterna ovan är beräknade utifrån perioden 1961-2100 och jämförs med medelvärde från 1961-1990 (SMHI, 2009).

Vad gäller nederbörden kommer den att öka för alla säsonger utom sommaren där den istället beräknas minska med 50 % enligt modell SRES A2. Enligt samma modell kommer vinternederbörden att öka med 70 % och nederbörden under vår och höst beräknas öka 10-20 %. Enligt modell SRES B2 kommer sommarnederbörden att minska 10 %, medan höst- och vårnederbörden ökar med 10 %. För vintern beräknas en ökad nederbörd på 40 % (SMHI, 2009).

Klimatförändringarna kommer med stor sannolikhet att bidra till en rad olika effekter på ogräsfloran, dessa kan vara direkta och indirekta. Med direkta effekter avses temperaturökning, förhöjd CO<sub>2</sub>-halt i atmosfären, ändrade nederbördsmonster, förändrat albedo, snötäckets utbredning och varaktighet, ökad avrinning och förlängd vegetationsperiod (Eckersten *et al.* 2008; Rajkumara, 2008).

De indirekta effekterna innebär omställningar i jordbruket med bland annat ändrade grödval, förändrade odlingsmetoder och odlingsystem, förändrade tider för sådd (tidigare vår- och senare höstsådd) och skörd samt ändrade bekämpningsmedelsinsatser (Eckersten *et al.* 2007).

## 1.1 Syfte och frågeställningar

Syftet med detta arbete var att beskriva hur ett varmare och mer nederbördsrikt klimat kommer att påverka behovet av ogräskontroll. Prioriterade frågor i arbetet var:

- Vad händer med ogräsfloran när klimatet ändras?
- Hur påverkar ogräsfloras förändring möjligheterna till ogräskontroll?
- Kommer bekämpningsbehovet att öka när klimatet blir varmare och nederbörds mängden ökar?

## 1.2 Avgränsningar

Litteraturstudien är främst inriktad på odlingsintensiva delar i Sverige såsom Skåne och Mälardalen. Studien kan alltså inte sägas vara representativ för hela Sveriges odlingslandskap.

För jämförelser mellan klimatdata har jag använt mig av IPCC:s klimatmodeller SRES A2 och SRES B2. Dessa ansågs fram tills 2007 som de mest aktuella. Däremot kan man i IPCC:s rapport från 2007 läsa att huvudspåret i deras rapport numera är SRES A1B (SRES, 2000). Eftersom jag har haft svårt att hitta klimatdata som är baserade på den sistnämnda har SRES A2 och SRES B2 använts.

De naturliga variationer i klimatet som anses orsakas av jordaxelns lutning och Milankovich cykler har inte behandlats i detta arbete.

*Jordbrukets beroende av växtskyddsmedel är i stor utsträckning en konsekvens av hur odlingsystemen utformas*

(Bergkvist *et al.* 2005)



## 2 Ogräs och ogräskontroll

Ogräs finns i princip överallt och betraktas som särskilt besvärliga när de förekommer i stor mängd i odlingar, och därmed påverkar skörden negativt. Ogräs vars växtplats är odlade marker betecknas vanligen som åkerogräs. En generell definition av ogräs kan vara ”plantor, vilka uppträder på en plats, där de inte är önskvärda med hänsyn till platsens användning”. Alltså kan en art vara ogräs på ett ställe, medan den uppträder som ett icke-ogräs på andra platser (Fogelfors & Lundkvist, 2004).

Ett ogräs kan verka på olika sätt, vilket också påverkar dess effektivitet. För att ett ogräs ska kunna etablera livskraftiga populationer krävs det att plantan hinner fullborda sin livscykel och bilda spridningsorgan under vegetationsperioden eller att arten är så pass härdig att den klarar av att övervintra som groddplanta. På så sätt kan arten fullborda sin livscykel året därpå. Viktigt är också att arten är anpassad till förhållande runtomkring sig såsom temperatur och fotoperiod för att inte konkurreras bort. De arter som inte kan anpassa sig på detta vis sorteras bort i ett tidigt skede, liksom de arter som inte klarar av omgivande vegetations konkurrens, rådande odlingssystem och ogräsbekämpning samt angrepp från olika skadedjur, svampangrepp, herbivorer *et cetera* (Eckersten *et al.* 2007).

Ett ogräs kan i vissa fall ha en positiv effekt genom att de förbättrar markstrukturen, minskar erosion samt motverkar utlakning av växtnäring. Däremot är listan med negativa effekter betydligt längre där skördeminskning, försening av skörden, försämrade skörde kvaliteten, sänkt tröskkapacitet, ökning av torkningskostnader samt sänkning av avsalupriset är viktiga faktorer (Fogelfors & Lundkvist, 2004).

*Ogräsfrönas gröningsvila i kombination med krav på tillräckligt hög temperatur och, ofta, en ljusstimulans för grönning är anpassningar som är gemensamma för flertalet av de vanligaste ogräarterna.*

(Eckersten *et al.* 2007)

Med kommande klimatförändring kan vi förvänta oss ett ökat behov av ogräskontroll. Länder med varmare klimat än i Sverige har ett större behov av användning av bekämpningsmedel, vilket delvis beror på en mer artrik ogräsflora. Anledningen till detta är bland annat att de har en längre vegetationsperiod, vilket gör att fler arter hinner nå sin reproduktiva utvecklingsfas vilket medför att fler arter har möjlighet att etablera sig (Eckersten *et al.* 2007).

I takt med att odlingszonerna vandrar norrut kommer även ett flertal ogräarter att följa med och få fäste i Sverige. Skillnaden i dagslängd kan dock innebära att arter med krav på kort fotoperiod hämmas (Eckersten *et al.* 2007).

Många arter som betraktas som allvarliga ogräs finns i dag enbart i sydligaste Sverige, men i och med varmare klimat längre norrut kommer dessa att kunna sprida sig vidare. Exempel på sådana arter är renkavle (*Alopecurus myosuroides*), sandlosta (*Bromus sterilis*), luddlosta (*Bromus hordeaceus*) och bägarnattskatta (*Solanum physalifolium*). Vidare kan vi förvänta oss att arter, som enbart dyker upp sporadiskt i våra grödor, etablerar livskraftiga ogräsbestånd i södra Sverige. Exempel på åkerogräs som håller på eller är på väg att etablera sig som åkerogräs i Sverige är hönshirs (*Echinochloa crus-galli*), svinamarant (*Amaranthus retroflexus*), kavelhirs (*Setaria viridis*) och blodhirs (*Digitaria sanguinalis*). Vi kan också räkna med att få in en rad olika ogräs som är helt nya i den svenska floran. Dessa kan vara malörtsambrosia (*Ambrosia*

*artemisiifolia*; flera fynd rapporterade), småflen (*Phalaris minor*), jordmandel (*Cyperus esculentus*), *Abutilon theophrasti*, *Cynodon dactylon* och *Sorghum halepense* (Eckersten *et al.* 2007).

I Sverige finns i dag nästan enbart C<sub>3</sub>-ogräs, hos vilka en ökad CO<sub>2</sub>-halt ökar nettofotosyntesen på grund av minskade förluster i fotorespirationen. Vid ökad temperatur och torrare förhållande gynnas C<sub>4</sub>-ogräs eftersom bladens klyvöppningar (stomata) inte behöver vara öppna i samma utsträckning som hos C<sub>3</sub>-arter. C<sub>4</sub>-växter har därmed ett effektivare utnyttjande av vattnet och gynnas alltså under torra förhållanden. En del C<sub>4</sub>-arter (till exempel hönshirs) förväntas öka i betydelse som ogräs och andra arter kan komma att vandra in till främst södra Skåne från sydligare breddgrader (Eckersten *et al.* 2007; Eckersten *et al.* 2008).

## 2.1 Framtida superogräs

Med högre temperatur sker en snabbare fenologisk utveckling hos växter, vilket kan skapa möjligheter för nya arter att etablera sig i Sverige. Exempel på en sådan art är småflen, *Phalaris minor*. Arten finns i dag inte i den svenska floran, men är ett mycket allvarligt ogräsproblem i asiatiska odlingssystem, speciellt i ris- och veteproduktionen. I Europa har arten uppmärksamats som ett ”superogräs” på Irland (Eckersten *et al.* 2007).

### 3 Nya grödor och förändrade odlingsystem

Ogräsfloran i det svenska jordbrukslandskapet består i dag av arter som då ( *Galeopsis ssp.* ), hästhov ( *Tussilago farfara* ), vanlig korsört ( *Senecio vulgaris* ), kvickrot ( *Elymus repens* ), lomme ( *Capsella bursa-pastoris* ), maskros ( *Taraxacum vulgare spp.* ), svinmålla ( *Chenopodium album* ), viol ( *Viola arvensis/tricolor* ), våtarv ( *Stellaria media* ), åkerfräken ( *Equisetum arvense* ), åkertistel ( *Cirsium arvense* ), vitgröe ( *Poa annua* ) et cetera (Fogelfors & Lundkvist, 2004). Ogräsfloras sammansättning kan dock komma att förändras i ett annorlunda klimat

Enligt samtliga framtida klimatscenarior (SRES-scenarior) kommer somrarna i Sverige att bli varmare och torrare (IPCC, 2000). Detta påverkar vattenbalansen i marken och på så sätt också vattentillgången för de olika grödorna. Dålig vattentillgång påverkar med stor sannolikhet grödans konkurrenskraft mot ogräsen, vilket kan leda till en ökad och mer intensiv ogräsbekämpning (Eckersten *et al.* 2007).

Men med en ökad temperatur öppnas också nya möjligheter upp, såsom nya grödor och möjlighet att tidigare- samt senarelägga sådd av olika grödor (det vill säga en längre vegetationsperiod). Grödor som vi troligen kommer att få se i Sverige, i större utsträckning, om bara några årtionden är majs (ökar redan kraftigt), solros och sojabönor, vilka odlas med stora radavstånd (Eckersten *et al.* 2007). Eftersom konkurrensen mot ogräsen minskar med stora radavstånd blir resultatet ett större behov av ogräsmedel för att uppnå samma ogräseffekt. Detta är en av anledningarna till att bekämpningsbehovet är större på sydligare breddgrader där majs och solros är vanliga grödor (Eckersten *et al.* 2007).

Det är också tänkbart att odlare i större utsträckning föredrar höstsådd framför vårsådd. Detta beror till stor del på att högre temperaturer ger ett torrare klimat vilket leder till vattenunderskott under sommarmånaderna. Detta kommer med all sannolikhet att missgynna grödor såsom vårsäd och våroljeväxter, varför man väljer att odla höstgrödor som hunnit etablera ett djupare rotsystem när de torraste perioderna inträffar. Nackdelen med att på detta vis ändra växtföljden, det vill säga återkommande höstsådd utan avbrott med vårsådd, är att ogräsarter som anpassats till att komma upp på hösten och som övervintrar som groddplanta kommer att gynnas (Eckersten *et al.* 2007).

Höstsådd är vanligare i länder som Tyskland och Storbritannien än i Sverige. Då detta kraftigt gynnar de vinteranuella ogräsen, vanligen åkerven, sandlosta och renkavle, får dessa chanser att bygga upp starka populationer som sedan blir svåra att bekämpa (Eckersten *et al.* 2007). Detta är sannolikt ytterligare en förklaring till den högre förbrukningen av bekämpningsmedel.

I och med att nya grödor tar plats på svenska odlingsmarker kommer i takt med detta fler ogräs att vandra in. Ett troligt scenario är att C<sub>4</sub>-ogräs etablerar sig i södra Sverige, exempelvis hönshirs, (*Echinochloa crus-galli*), och svinamarant, (*Amaranthus retroflexus*). Detta beror delvis på ökad odling med stora radavstånd. Stora radavstånd medför dålig konkurrensförmåga för grödan gentemot ogräset (Eckersten *et al.* 2007).

Vid ihållande varmt och torrt väder kommer de C<sub>4</sub>-arter som endast finns sporadiskt i södra Sverige i dag att ha möjlighet att etablera stabila populationer och sprida sig längre norrut i landet (Eckersten *et al.* 2007).

Ett frågetecken när det gäller spridningen av ”nya” ogräsarter är deras anpassning till en annan fotoperiod. Exempelvis är både hönshirs och svinamarant kvantitativa kortdagsväxter. Eventuellt kommer dess fenologiska utveckling att påverkas av våra långa dagslängder och på så sätt hämmas i sin spridning (Eckersten *et al.* 2007).

### 3.1 Ökad biomassa

Det är stor sannolikhet att miljön för växter kommer att förändras. Ogrästätheten varierar i dag kraftigt, men hur bestånden kommer att se ut i ett framtida perspektiv är svårt att säga då ogräsarterna skiljer sig åt vad gäller morfologi, fysiologi och livshistoria. I försök har man sett att skördar och ogräsbestånd ökar med ett varmare klimat, det vill säga biomassan ökar (Mohan & Wang, 2008). Det bör poängteras att dessa försök är utförda i renbestånd alternativt på enskilda växtindivider och är därför inte helt representativa (Mohan & Wang, 2008). I Froud-Williams (1996) artikel hävdar även han att mängden biomassa kommer att öka med ökade CO<sub>2</sub>-halter i atmosfären.

### 3.2 Herbicidresistens/toleranta ogräspopulationer

Genom att öka andelen höstsådd areal på bekostnad av vårsådda grödor gynnar man de vinteranuella ogräsen. Kontentan blir en alltför ensidig växtföljd där bekämpningsintensiteten ökar och tillgången på effektiva herbicider, framförallt mot annuella gräsogräs, är mindre. Detta kan i längden orsaka herbicidresistens som tros bli ett stort problem i stundande klimatförändring (Eckersten *et al.* 2007).

Tittar vi närmre på länder i södra Europa kan vi konstatera en betydligt större användning av herbicider där än i de nordiska länderna. Även i jämförelse med Danmark har Sverige en betydligt lägre användning av ogräsmedel (Eckersten *et al.* 2007).

Att herbicidanvändningen är högre i sydligare delar av Europa beror i viss mån på ett större antal ogräsarter i dess flora, ensidig växtföljd och herbicidresistens. Vid herbicidresistens måste dosen av ogräsmedel öka för att förhindra spridning (Eckersten *et al.* 2007).

Att Sverige och resten av Norden har lägre antal kända fall av herbicidresistens än övriga Europa kan eventuellt bero på att registreringen av resistens inte är lika aktiv här (Eckersten *et al.* 2007).

### 3.3 Plöjningsfri odling

Det blir i dag allt vanligare med plöjningsfri odling. I Sverige uppgår arealen till cirka 10 %. I Tyskland och Storbritannien är den betydligt större med upp till 30 % plöjningsfri odling (Eckersten *et al.* 2007). Genom att låta bli att plöja jorden uppnås ett av odlarnas mål för sin odling, nämligen begränsad urlakning. Däremot måste de ogräs som normalt försvinner vid jordbearbetning bekämpas på kemisk väg (Eckersten *et al.* 2007).

## 4 Ogräskontroll i Sverige nu och i framtiden

### 4.1 Indirekt ogräskontroll

#### 4.1.1 Växtföljd

Ogräskontrollen kan underlättas genom att hålla en god växtföljd; vanligen genom variation av såtider (till exempel vår- och höstsådd, sen- och tidig sådd samt ett- eller fleråriga kulturer) alternativt en kombination av direktsådda och planterade grödor (Adelsköld *et al.* 1995).

Att planera in vall och gröngödsling med jämna mellanrum i växtföljden är viktigt, då de fungerar som mycket goda ogrässanerare genom att kväva uppkommande ogräs. Däremot kan lågväxande ogräs samt kvickrot, om vall- eller gröngödslingsbeståndet är för dåligt etablerat, fortsätta föröka sig (Adelsköld *et al.* 1995).

#### 4.1.2 Fördröjd sådd/falsk såbädd

Med fördröjd sådd menas att man väntar ett par veckor längre på våren än vad som är vanlig tidpunkt för sådd av en viss gröda. Under denna tid, cirka 10 dagar, låter man antingen fältet vara helt obrukat alternativt gör någon form av lätt jordbearbetning. Den senare metoden kallas för falsk såbädd. I båda fallen "lurar" man ogräsen att komma upp för tidigt för att sedan ta bort dem i anslutning till sådden och på så sätt minska mängden ogräs i själva grödan. Denna metod har störst effekt på ettåriga ogräs som gror tidigt på säsongen. Metoden kan minska förekomsten av ogräs med upp till 60 % (Fogelfors & Lundkvist, 2004).

#### 4.1.3 Senarelagd sådd

Metoden påminner om fördröjd sådd, men innebär i korta drag att man utför höstbruket som vanligt för att sedan så grödan någon vecka efter normaltid. Effekten av senarelagt sådd är varierande; men vanligen minskas förekomsten av ettåriga ogräs. Man kan också vänta en betydligt senare uppkomst av åkerven och renkavle (Fogelfors & Lundkvist, 2004).

#### 4.1.4 Mörkerharvning och mörkersådd

Att så sin gröda under dygnets mörka timmar kan vara ett sätt att reducera ogräsmängden. Detta förklaras genom att många ogräsfröer behöver en kort ljusimpuls, ibland enbart någon tusendels sekund, för att börja gro. Vid vanlig harvning får ogräsfröet denna ljusimpuls, men sker harvningen på natten alternativt med noggrant övertäckta redskap kan ogräsantalet minska med upp till 20 % vid sådd i mitten av maj. Denna metod är dock långt ifrån effektiv i alla försök, en variation som är svår att förklara (Fogelberg, 1997).

## 4.2 Direkt ogräskontroll

Årsliga ogräs bör bekämpas i ett så tidigt utvecklingsstadium som möjligt, vilket är det effektivaste sättet att hålla dem borta från själva grödan. Ett groende ogräsfrö har ett försprång jämfört med ett nysått kulturväxtfrö vilket innebär att det är viktigt att groddplantorna tas bort eftersom de är väldigt konkurrenskraftiga gentemot grödan (Fogelberg, 2000). Ogräsen är också som känsligast mot såväl kemisk som mekanisk bekämpning i tidiga utvecklingsstadier (Eckersten *et al.* 2007).

För att effektivt få bort ogräs krävs det att man vet hur ogräsartens livscykel fungerar. På så sätt kan man effektivt få bort många olika sorters ogräs med olika slags jordbearbetning (se kapitel 4.2.4) (Eckersten *et al.* 2007).

### 4.2.1 Kemisk ogräsbekämpning

Bekämpningsmedel spelar en mycket viktig roll i dagens jordbruk. I Wivstads (2005) artikel påvisar hon att behandlingsfrekvensen i dag är lika stor som på 80-talet trots många politiska beslut om reglering av bekämpningsmedel (se miljöbalken (MB) 2,3, 9,12 samt 14 kapitlet).

Herbicidanvändningen har dock totalt sett minskat i Sverige sett ur en jämförelse mellan åren 1998 och 2006 med undantag för följande län: Jönköping, Kronoberg, Blekinge, Halland, Värmland och Västmanland. En stor anledning till minskningen är att grödarealen minskat med 8 %, förbättrad sprutteknik samt att användningen av lågdosmedel mot ogräs har ökat (Wivstad, 2005; SCB, 2009).

I Sverige behandlas cirka 50 % av den svenska åkerarealen med växtskyddsmedel, varav användningen är störst i Skåne. Av den totala mängden använt växtskyddsmedel (inklusive industri och hushåll) står ogräsmedlen för 46 % av den totala användningsmängden vilket är oförändrat sedan 1989/1990 (SCB, 2009). Sett ur ett europeiskt perspektiv kan man i samma artikel läsa att Sverige i dag använder cirka 1 kg/ha aktiv substans bekämpningsmedel medan Tyskland och Storbritannien använder i storleksordning 3,7–3,8 kg/ha aktiv substans. Då vi i Sverige förväntas få ett liknande klimat som våra sydligare grannländer kan vi räkna med en drastisk ökning av bekämpningsmedel inom en snar framtid. I Europa har Portugal störst användning, cirka 8,1 kg/ha aktiv substans (Wivstad, 2005).

Att bekämpningsmedelsanvändningen inte minskar i dag har många orsaker. Enligt Wivstad (2005) kan det bero på att dagens gårdar blir allt större och mer effektiviserade. Då ekonomin i många fall är den styrande faktorn går effektivitet före ny utveckling då det ger en större lönsamhet för företaget. Detta innebär i praktiken kemisk bekämpning framför mekanisk, då det ger en minskad arbetsinsats.

### 4.2.2 Mekanisk ogräskontroll

Mekanisk ogräskontroll är ett viktigt instrument för att hålla ogräs borta och då synnerligen i ekologisk odling. Vid mekanisk ogräskontroll används vanligen avslagning, plöjning, stubbearbetning, ogräsharvning, radhackning, borstning, kupning, fördröjd sådd och mörkerharvning (Bergkvist *et al.* 2008). Mekanisk bearbetning bör upprepas vid ett flertal

tillfällen för att nå fullgod effekt (Bergkvist *et al.* 2008). Se *tabell 1* för närmare beskrivning av för- och nackdelar med olika redskap för ogräsbekämpning.

Att bearbeta jorden ger god ogräsreglerande effekt. Vid jordbearbetning är det viktigt att använda många olika bearbetningsstrategier för att på så sätt hålla borta flera olika sorters ogräs. Återkommande stubbearbetning följt av sen plöjning anses generellt ge bäst effekt på regleringen av vandrande perenner som exempelvis kvickrot och åkertistel (Fogelfors & Boström, 1998).

Vanligen sker mekanisk ogräsrensning i kombination med annan strategi. En vanlig kombination är mekanisk och termisk ogräsbekämpning, som i många försök gett lyckade resultat (Bergkvist *et al.* 2008).

Ett mer nederbördsrikt klimat kommer att påverka den mekaniska ogräsbekämpningen betydligt (SMHI, 2009). Detta beror till stor del på förändrade markstrukturer, vilket gör det svårare för traktorer att ta sig ut på åkrarna utan att packa jorden allt för mycket (Brander *et al.* 2004).

**Tabell 1.** Jordbruksverkets tabell över för- och nackdelar med olika redskap för ogräsbekämpning.

<b>Fördelar och nackdelar med olika redskap för mekanisk ogräsbekämpning</b>		
<b>Redskap</b>	<b>Positiv bekämpningseffekt</b>	<b>Negativ bekämpningseffekt</b>
Plog	Avbryter tillväxt och frösättning  Vänder ner årets fröproduktion Vänder ner vegetativa delar av fleråriga ogräs	Vänder upp äldre ogräsfrön Vänder ner frön som går in i frövila och kan bygga upp en fröbank
Stubbkultivator	Avbryter tillväxt och frösättning Sönderdelar och drar upp utlöpare	Stimulerar till ny skottbildning från underjordiska utlöpare
Tallriksharv	Avbryter tillväxt och frösättning Sönderdelar och vänder ner vegetativa delar av flerårigt ogräs	Stimulerar till ny skottbildning från underjordiska utlöpare
Såbäddsharv	Förstör unga ogräsplantor Sönderdelar grunt placerade underjordiska delar av fleråriga ogräs	Lockar ogräsfrö till att gro Kan sprida rhizom- och rottdelar från fleråriga ogräs
Vält	Förbättrar grödans groningsförhållanden	Förbättrar ogräsens groningsförhållanden
Ogräsharv	Täcker unga ogräsplantor med jord eller river upp dem	Lockar ogräsfrö till att gro Skadar grödan mer eller mindre och försämrar grödans konkurrenskraft mot fleråriga ogräs
Radhacka	Täcker ogräsplantor med jord, rycker upp eller skär av dem	Kan skada grödan

<http://www.sjv.se/amnesomraden/vaxtmiljovatten/ekologiskproduktion/radgivningochinformation/ograsiekologiskproduktion/mechaniskbekampning.4.677019f111ab5ecc5be80001768.html>  
(2009)

### 4.2.3 Radborstning

Radborstning är en metod som ska minska handrensningen samtidigt som den kommer åt ogräs som en vanlig radhacka inte kommer åt. Metoden används med fördel i odlingar med stora radavstånd. Viktigt vid denna metod är att maskinen som utför borstningen körs mycket långsamt (0,5-2 km/h) (Fogelberg, 1997).

### 4.2.4 Termisk ogräskontroll

Termisk ogräskontroll är ett miljövänligt sätt att bekämpa ogräs och kan delas in i två grupper beroende på hur åtgärden ska ske (Kristoffersen & Rask, 2007).

- Direkt uppvärmning: flamning, IR, varmvatten, ångbehandling, varmluft (Kristoffersen & Rask, 2007).
- Indirekt uppvärmning: elektriska mikrovågor, laserstrålning, UV-ljus (Kristoffersen & Rask, 2007)

Den vanligaste metoden är flamning och sker precis innan uppkomst av grödan. Den är vanlig i odlingar där man inte kan göra mekanisk ogräsbekämpning i växande gröda (Brander *et al.* 2004; Bergkvist *et al.* 2008).

Alternativa flammingsmetoder är bredflamning samt bandflamning där bekämpning sker endast i raderna (Bergkvist *et al.* 2008).



## 5 Alternativa metoder för ogräskontroll

### 5.1 Biologisk ogräskontroll

Biologisk ogräskontroll som ett medel för att minska ogräs används i dag inte i så stor skala, då det i många fall inte finns några direkta vetenskapliga belägg för att det verkligen fungerar. Forskning pågår på många ställen, dock utan varaktiga resultat (Fogelfors & Lundkvist, 2004). Ofta är användbarheten mycket begränsad, vilket kan bero på att minskning av en art kan ge ökning av en annan. Likaså kan en art vara ett ogräs på ett fält medan det utanför fältet ses som en rik tillgång. Då insekter/svampar inte kan begränsas inom ett område är risken stor för spridning till utomliggande områden av insekten/svampen (Fogelfors & Lundkvist, 2004).

En ytterligare nackdel är att en insektsart ofta bara är effektiv mot en specifik ogräsart. Detta gör att man ändå kan tvingas att använda en annan typ av ogräskontroll då det vanligen förekommer men än en ogräsart på ett fält (Fogelfors & Lundkvist, 2004).

Ett bra användningsområde för biologisk bekämpning kan vara ekologiska odlingar där det vanligen är en art som dominerar eller orsakar stora problem, exempelvis åkeristel (Andersson, muntlig kommunikation)

Andra sätt att kontrollera ogräs kan vara med en integrerad djurhållning i växtföljden. Detta har gett goda resultat om än mycket varierade. Exempelvis har grisar använts för att ”böka” upp kvickrotsrhizom (Fogelfors & Lundkvist, 2004).

### 5.2 Elström

Växtodlarna står hela tiden inför nya utmaningar. I ett varmare framtida klimat kommer radodling av grönsaker med stora radavstånd att bli allt vanligare. I detta odlingssystem är det mycket viktigt att man lyckas med ogräsbekämpningen, då dessa grönsaker i regel är konkurrenssvaga mot ogräsen. Vanligen bekämpas ogräsen i detta system både mekaniskt och kemiskt. Nackdelen med mekanisk bekämpning är att dessa metoder ofta lämnar en obearbetad remsa om 5-8 centimeter längs med raden. Denna remsa handrensas vanligen alternativt besprutas med herbicider (Fogelberg, 2000).

För att underlätta bekämpningen i remsan närmast huvudgrödan finns en relativt nyutvecklad metod att tillgå; elektroporationsmetoden. Syftet med denna metod är att under ett tidigt stadium döda ogräsfrön i själva såraden. Den djupverkande effekten är ner till 10 centimeter i marken (Fogelberg, 2000). Metoden går ut på att under bråkdelar av en sekund skicka ner elektroniska pulser i marken om 3-6 kilovolt per centimeter. Enligt Fogelberg (2000) dras elektriskt laddade molekyler i cellerna under pulsgivningen till sin motpol och åstadkommer då hål i cellmembranen. Ett tillräckligt starkt elektriskt fält och en hög pulsintensitet gör dessa hål permanenta, vilket dödar cellen.

Metoden ovan finns inte tillgänglig för kommersiellt bruk i dag, men nämns i arbetet då det skulle kunna vara ett framtida redskap om vidare utveckling sker.

### 5.3 Mikrovågor

Metoden har testats i en rad olika försök, men med mycket varierad effektivitet. Försöken med mikrovågor har gjorts både på frö och växande plantor. Hög energiförbrukning kännetecknar metoden, vilket är en stor nackdel ur ett miljö- och kostnadsperspektiv (Fogelfors & Lundkvist, 2004).

### 5.4 Frysning

Frysning innebär att man med hjälp av flytande kväve eller kolsyresnö kyler ner ogräsets ovanjordiska delar. Effekten blir att cellmembranen förstörs och orsakar celldöd. Frysning påminner mycket om flamning i sätt att behandla fälten (Fogelfors & Lundkvist, 2004).

### 5.5 Optiska sensorer

Sensorer kan monteras på en traktor för att lättare känna av ogräsmängden på fälten. Genom att styra sprutningsutrustningen utifrån traktorns sensorer kan man hålla mängden bekämpningsmedel nere och anpassa dosen efter mängden ogräs. Resultat från svensk forskning visar att ogräsmängden kan minskas med 40-50 % vid optimal användning av tekniken (Bergkvist *et al.* 2005).

Ovanstående metod har praktiserats av forskarparet Baerveldt och Åstrand som har utvecklat en självgående robot för ogrärensning i radodlade odlingar. Roboten fungerar som ogrärensare både i och mellan raderna och dess förmåga att hitta ogräset i marken beror av en fastmonterad infraröd kamera sammankopplad med ett specialdesignat bildbehandlingsprogram. Metoden räknar med att kunna spara in mycket tid och pengar hos framförallt ekologiska odlare (Baerveldt & Åstrand, 2003)

## 6 Diskussion

Ett varmare klimat kommer att påverka jordbruket på många olika sätt, och ogräskontroll kommer att påverkas i betydande omfattning. Det finns ett samband mellan ogräsfloras diversitet och herbicidanvändningen men det finns många flera komplicerade faktorer som också spelar in. Sett ur svensk synvinkel kommer vårt klimat att förändras, främst med en högre temperatur och ökad nederbörd. Däremot kommer inte fotoperioden att förändras, vilken ju beror på vår nordliga placering på jordklotet. Detta gör att kortdagsväxter kan nå sin gräns vid en viss latitud på grund av för lång dagslängd oavsett om arten skulle klara de betydligt lägre temperaturer som vi finner längre norrut (Eckersten *et al.* 2007).

De förväntade klimatförändringarna kan medföra en kraftig ökning av ogräsproblemen i främst södra Sverige. För att möta dessa problem är kunskap om en ogräsarts biologi mycket viktig. Genom denna detaljkunskap kan effektivare kontrollåtgärder utvecklas.

Enligt Froud-Williams (1996) kommer en högre halt CO<sub>2</sub> i atmosfären att medföra större biomassaproduktion eftersom fotosyntesen blir mer effektiv. Detta kan vara positivt då vi kan få ut större skördar på samma areal, men vi kan också räkna med en ökad mängd biomassa hos ogräsen som kommer att resultera i större ogräsproblem. Detta faktum kommer antagligen att ställa till stora problem för odlare som driver ekologiska odlingar, då ogräs är ett mycket stort problem hos dem redan nu.

Användningen av kemiska medel mot ogräs är i dag mycket utbredd (SCB, 2009). Enligt Eckersten *et al.* (2007) kommer vi eventuellt att behöva bespruta mer bland annat på grund av det ökade antalet ogräsarter. Detta kan ställa till stora problem då en ogräsflora med högre diversitet ställer krav på att de ogräsmedel som används är effektiva mot ett brett spektrum av arter. Enligt Jan Eksvärd på LRF (muntlig kommunikation) kommer också många av dagens bekämpningsmedel att försvinna på marknaden på grund av striktare miljöpolicy.

I svenska förhållanden är uppkomsten av olika ogräsarter vanligen synkroniserad med när vår- respektive höstsådd sker, vilket kräver färre bekämpningsinsatser än om uppkomsten sker under mer utsträckta perioder (Eckersten *et al.* 2007). Vid ett varmare klimat i Sverige kommer fler ogräsarter att vandra in, vilket kan leda till besprutning i större omfattning. Odlaren kan komma att behöva bespruta i högre doser samt göra upprepade bekämpningsinsatser för att ha kontroll på ogräsmängden. En mer utbredd användning av optiska sensorer på sprututrustningen skulle i detta fall kunna vara effektivt. Genom att sensorerna känner av var, vilka och hur mycket ogräs som finns kan man lättare sätta in rätt metod vid rätt tillfälle. En tanke med sensorer skulle också kunna vara att sensorerna känner av hur mycket bekämpningsmedel som är lämpligt, vilket både minskar utsläppen samt effektiviserar bekämpningen.

Det är sannolikt att odlingssystemen kommer att förändras. Ett troligt scenario är en ökad satsning på radodlade grödor med stora radavstånd såsom majs, sojabönor och solros. Dessa kräver en intensivare ogräskontroll där även den mekaniska kontrollen är oerhört viktig. Det borde vara ytterst viktigt i framtida ogräskontroll att kombinera indirekta och direkta åtgärder för att uppnå jämvikt och på så sätt hålla ogräsnivån på en acceptabel nivå. Detta kommer troligen att bli en svår utmaning för kommande generations lantbrukare, men som med gedigen kunskap skulle kunna lösas. En välkänd teknik i odlingar med stora radavstånd är enligt Bergqvist *et al.* (2008) att kombinera radrensning med bandsprutning i själva raden vilket kan minska herbicidanvändningen med upp till 75 %.

Något som skulle vara intressant att utreda ytterligare är vilken mekanisk metod för ogräskontroll som ger den minsta miljöpåverkan, i form av koldioxidutsläpp, utan att ge minskad ogräseffekt. Enligt Arvidsson *et al.* (2004) är dieselförbrukningen i hela maskinsystem på styv respektive lätt jord (försök från 2004) som störst vid plöjning. Plöjningsfri odling med direktsådd ger minst påverkan, men leder i sin tur i regel till en ökad användning av herbicider. Jordbearbetning i lätt jord kräver i regel mindre dieselförbrukning jämfört med bearbetning i styv jord.

Att finna en specifik metod som passar en bred marknad är svårt. Alternativen till kemisk bekämpning finns och de är många, om än inte i kommersiella odlingar. Genom att ta hänsyn till vilka ogräs som finns på en viss plats och kombinera med lämpliga grödval samt en genomtänkt växtföljd kan många problem lösas till det bättre. Ett odlingssystem utan ogräs är omöjligt ur alla aspekter, varför det är viktigt att hitta en nivå där ogräspopulationen är acceptabel. Ett mer gynnsamt klimat kommer att råda i slutet av detta århundrade, vilket gör det lättare för många arter att etablera sig. I gengäld blir skördarna troligen större, vilket förhoppningsvis medför bättre ekonomi för odlaren som i sin tur kan ha ekonomiska möjligheter att utveckla nya och mer effektiva tekniker för ogräskontroll.

När det gäller ekologisk produktion strävar man efter att undvika ogräsproblem innan de har uppstått. Detta görs genom en rad olika åtgärder, användning av lämplig ogrästeknik, såsom mekanisk ogräskontroll och termisk bekämpning, samt andra direkta bekämpningsåtgärder. Vid ekologisk odling är det extra viktigt att veta exakt när en viss åtgärd ska sättas in för att få tillräcklig effekt. Störst insatser kräver radodlade grönsaker såsom sockerbetor, majs och köksväxter (Bergkvist *et al.* 2008).

Att odla ekologiskt i ett framtida varmare och torrare klimat kan bli förenat med stora problem. Odling av konkurrenssvaga växter som majs, sockerbetor och oljevaxter ställer till problem i konventionella odlingar då bekämpningsbehovet ofta är stort i grödor odlade med stort radavstånd. Vid ekologisk odling är grödorna beroende av de stora insatser som görs mot ogräsen för att överleva, vilket gör att vid små misstag från odlaren tar ogräsen överhanden. Vad som kan ses som en viktig faktor i utveckling av nya odlingsmetoder kan vara utveckling av nya grödsorter som är mer konkurrenskraftiga mot vanliga ogräs än många av dagens grödor.

## 6.1 Slutsats

Ogräsfloran kommer att förändras med ett annorlunda klimat, men på vilket sätt kan i dag vara svårt att förutspå. Det är rimligt att anta att vissa ogräsarter börjar vandra norrut i takt med att klimatet blir mer lämpligt för arten. Kravet på fotoperiod och naturliga barriärer såsom jordbrukslandskap och hav kan dock utgöra hinder för spridningen. Det är också troligt att vi får fler ogräsarter i sydliga delar av Sverige då klimatet i dessa delar troligen kommer att vara mer gynnsamt för många arter och göra det möjligt för dem att fullfölja sin reproduktiva utvecklingsfas.

För att möta en ny typ av ogräsarter är en förändring av ogräskontrollen viktigt. Genom att studera livscyklar hos olika ogräsarter skulle man kunna rikta in sig på utveckling av nya tekniker. Ogräskontrollen kommer generellt att bli svårare. Ett mer nederbördsrikt klimat kommer att göra det svårare att använda maskiner på markerna, då jordpackning kan komma att bli ett stort problem. Troligt är också att bekämpningsbehovet kommer att öka om antalet arter blir fler. Nya odlingssystem med stora radavstånd kräver också ett större bekämpningsbehov.

## Referenser

- Adelsköld N., Båth B. & Ögren E. (1995) Växtföljd i köksväxtodling. *FAKTA trädgård* **11**, Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp.
- Arvidsson J., Etana A., Keller T., Magnusson M., Myrbeck Å., Rydberg T. & Svantesson U. (2004) Dragkraftsbehov för olika redskap och bearbetningssystem vid höstsådd. *Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2003*, s. 18-24, SLU, Uppsala.
- Baerveldt A.-J. & Åstrand B. (2003) A mobile robot for mechanical weed control. *International Sugar Journal*, **105**: 89-95.
- Bergkvist P., Cederberg C., Ivarsson K., Mattsson B. & Wivstad M. (2005) Hållbart växtskydd-analys av olika strategier för att minska riskerna med kemiska växtskyddsmedel. *Rapport MAT21* **6**, SLU.
- Brander P.E., Nymann Eriksen E. & Thejsten J. (2004) *Plantskolebogen. Fysiologi, formering og dyrkning*. Biofolia, Frederiksberg, 320 s.
- Eckersten H., Andersson L., Holstein F., Mannerstedt Fogelfors B., Lewan E., Sigvald R., Torssell B. & Karlsson S. (2007) Bedömningar av klimatförändringars effekter på växtproduktion inom jordbruket i Sverige. *Report from the Department of Crop Production Ecology (VPE) vol 6*, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Eckersten H., Karlsson S. & Torssell B. (2008) *Climate change and agricultural land use in Sweden- A literature review. Report from the Department of Crop Production Ecology (VPE) vol 7*, Swedish University of Agricultural Sciences. .
- Fogelberg F. (1997) Ogräsbortstning i radodlade grödor – del av systemlösning för ekologisk odling. *FAKTA Trädgård* **10**, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Fogelberg F. (2000) Elektroporation – dödande pulser i framtida ogräskontroll. *FAKTA Jordbruk* **15**, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Fogelfors H. & Boström U. (1998) Anpassa höstbearbetningen efter ogräsfloran, håll tillbaka både ett- och fleråriga arter! *FAKTA Jordbruk* **8**, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Froud-Williams R.J. (1996) Weeds and climate change: Implications for their ecology and control. *Aspects of Applied Biology*, **45**, 187-196.
- IPCC (2000) *Emission Scenarios. Summary for Policymakers*. A Special report of IPCC working group III, 21 sid.
- IPCC (2007) *Fourth Assessment Report (AR4): Climate Change. Synthesis Report*. s. 1-52.

Jordbruksverket (SJV). Ogräsdatabas. [online] (2007-05-30)  
Tillgänglig:  
<http://www.sjv.se/amnesomraden/vaxtmiljovatten/vaxtskydd/ograsjordbruk/ograsdatabasen.4.111089b102c4e186cc80003707.html> [2009-05-20]

Jordbruksverket (SJV). [online] (2008-09-08) Tillgänglig:  
<http://www.sjv.se/amnesomraden/vaxtmiljovatten/ekologiskproduktion/radgivningochinformation/ograsiekologiskproduktion/mechaniskbekampning.4.677019f111ab5ecc5be80001768.html>  
[2009-05-05]

Jordbruksverket (SJV) (2008-09-08) Tillgänglig:  
<http://www.sjv.se/amnesomraden/vaxtmiljovatten/ekologiskproduktion/radgivningochinformation/ograsiekologiskproduktion/mechaniskbekampning.4.677019f111ab5ecc5be80001768.html>  
[2009-05-20] (Tillåtelse för användning av tabell har getts av Anna Pettersson på Växtodlingsenheten på Jordbruksverket).

Kristoffersen P. & Rask A.M. (2007) A review of non-chemical weed control on hard surfaces. *Weed Research*, **47**, 370-380.

Mohan J.E. & Wang X. (2008) Effects of global environmental changes on weeds. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, **3**, 1-20.

Naturvårdsverket. *Jordbruk, rennärning och fiske*. [online] (2008-02-19) Tillgänglig:  
<http://www.naturvardsverket.se/sv/Klimat-i-forandring/Sa-forandras-klimatet/Sa-paverkas-Sverige/Jordbruk-rennaring-och-fiske/> [2009-04-05]

Patterson D.T. (1995) Weeds in a changing climate. *Weed Science*, **43**, 685-701.

Rajkumara S. (2007) Crop weed interactions under environment stress - a review. *Agricultural Reviews*, **28**, 283-288.

Statistiska centralbyrån. *Halva jordbruksarealen behandlas med växtskyddsmedel*. [online] (2007-05-31) Tillgänglig:  
[http://www.scb.se/Pages/PressRelease\\_\\_\\_204756.aspx](http://www.scb.se/Pages/PressRelease___204756.aspx) [2009-04-21]

Statistiska centralbyrån. *Växtskyddsmedel i jord- och trädgårdsbruket 2006*. [online] (-)  
Tillgänglig:  
[http://www.scb.se/statistik/MI/MI0502/2006A01/MI0502\\_2006A01\\_SM\\_MI31SM0701.pdf](http://www.scb.se/statistik/MI/MI0502/2006A01/MI0502_2006A01_SM_MI31SM0701.pdf)  
[2009-04-21]

SMHI. *Sveriges klimat i framtiden*. [online] (-) Tillgänglig:  
<http://www.smhi.se/cmp/jsp/polopoly.jsp?d=8785&l=sv> [2009-04-14]  
SOU 2 007:60. Konsekvenser av klimatförändringar och extrema väderhändelser, 4.4.2 Jordbruket. Stockholm.

Wivstad M. (2005) *Kemiska bekämpningsmedel i svenskt jordbruk– användning och risker för miljö och hälsa*. Centrum för uthålligt lantbruk (CUL). SLU. 76 sid.

### **Muntlig kommunikation**

Lars Andersson, Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU.

Jan Eksvärd, miljöchef, LRF, Stockholm

