

# Herbicidet Starane 180S' effekt på pollenproduktionen hos mælkebøtte og rødkløver

-påvirkninger af fødeudbudet i markhegn på  
konventionelle og økologiske brug

**Kimie K. K. Christensen**  
Specialerapport 2008



Vejledere:

Beate Strandberg  
Afdeling for Terrestrisk Økologi  
Danmarks Miljøundersøgelser

Johannes Kollmann  
Institut for Økologi  
Københavns Universitet

# Indholdsfortegnelse

Forord.....	3
Resumé .....	4
Abstract .....	6
1.0 Indledning.....	8
1.1 Baggrund.....	8
1.2 Formål.....	11
1.3 Forsøg.....	12
1.4 Plantearter i væksthuseforsøget.....	13
1.4.1 Forsøgsart, mælkebøtte.....	13
1.4.2 Forsøgsart, rødkløver.....	14
1.5 Pollen.....	15
1.5.1 Rødkløver, pollen.....	15
1.5.2 Mælkebøtte, pollen.....	16
1.5.3 Pollen som insektføde.....	16
1.6 Insekter.....	17
1.6.1 Insekternes funktion som bestøvere.....	17
1.6.2 Trusler mod insekterne.....	17
1.7 Herbicidet ”Starane 180S”.....	18
1.7.1 Fysiske og kemiske egenskaber for Starane 180S.....	18
1.7.2 Auxin virkning.....	19
1.7.3 Transport i planten.....	21
1.7.4 Effekt på planten.....	21
1.7.5 Starane 180S’effekt på miljøet.....	22
1.7.5.1 Skæbne i jorden.....	22
1.7.5.2 Skæbne i vand.....	23
1.7.5.3 Toksitet overfor levende organismer.....	23
2.0 Materialer og metoder.....	24
2.1 Forstudier.....	25
2.1.1 Mælkebøtte.....	25
2.1.2 Rødkløver.....	25

2.1.3 Pollen, -farvning og tælling.....	26
2.2 Væksthusforsøg.....	27
2.2.1 Starane 180S´ effekt på blomstring og pollenproduktion.....	27
2.2.2 Starane 180S´ effekt på unge planter.....	29
2.3 Feltforsøg, -optælling af blomster i markhegn.....	30
2.4 Statistisk databehandling.....	31
3.0 Resultater.....	32
3.1 Forekomst af mælkebøtte og rødkløver i de to typer markhegn, feltundersøgelse.....	32
3.2 Visuel effekt af Starane 180S på forsøgsplanterne.....	34
3.3 Effekt af Starane 180S på unge planter i væksthushorsøget.....	36
3.4 Effekt af Starane 180S på blomstringen i væksthushorsøget.....	37
3.4.1 Mælkebøtte.....	37
3.4.2 Rødkløver.....	39
3.5 Effekt af Starane 180S på pollenproduktionen i væksthushorsøget.....	41
3.5.1 Mælkebøtte.....	41
3.5.2 Rødkløver.....	44
3.6 Total pollenproduktion, væksthushorsøg.....	46
4.0 Diskussion.....	48
4.1 Planterigdom i markhegn på hhv. økologiske og konventionelle brug.....	48
4.2 Pollen som fødekilde i markhegn på hhv. økologiske og konventionelle brug.....	50
4.3 Andre årsager til ændringer i floraen end sprøjtning med Starane 180S.....	51
4.4 Hormoneffekt af Starane 180S.....	53
4.5 Pollen kvalitet.....	54
5.0 Konklusion.....	55
6.0 Perspektivering.....	57
Referencer.....	59
Bilag 1: Vækstmuld.....	66
Bilag 2: Vandingsmetode og næringsopløsning.....	67
Bilag 3: Oversigt over hegn og landmændenes kontaktoplysninger.....	68
Bilag 4: Planteartsliste, -forekomst i økologiske og konventionelle markhegn.....	69

## Forord

Denne specialerapport hører under Institut for Økologi på Københavns Universitet, men er udført eksternt hos Afdeling for Terrestrisk Økologi (TERI) på Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) i Silkeborg. Specialet hører under to projekter på DMU: Pesticidforskningsprojekt 7041-0347: Herbicidtolerante GM-afgrøder, -Langtidseffekter af sprøjtestrategier på flora og fauna i mark og tilstødende biotoper, og FØJO III projektet: The role of Organic Farms as refugia for biodiversity (REFUGIA).

Arbejdet med specialet er påbegyndt i september 2005, men har været afbrudt af en barselsperiode. Specialet indeholder et effektstudie af et herbicids effekt på pollenproduktionen hos to vigtige pollenproducenter i markhegn. Desuden indeholder specialet en mindre del omkring feltundersøgelser af diversiteten af blomstrende plantearter i markhegn, der ligger optil konventionelt og økologisk drevne marker.

Tak til TERI og DMU for lån af laboratoriefaciliteter, væksthuse og kontorplads. I den forbindelse vil jeg gerne takke nogle ansatte i TERI der har været til stor hjælp: Beate Strandberg for god vejledning, Inger Møller for hjælp i laboratoriet og med håndtering af planterne da jeg var højgravid, Inge Lise Lauridsen for assistance ved herbicidsprøjtningen og Anni Christiansen for samarbejdet under feltarbejdet. Tak til de andre specialestuderende i TERI for hyggeligt samvær. Tak til de landmænd der ville være med i projektet. Tak til mine vejledere på Københavns Universitet, Jacob Weiner og senere Johannes Kollmann, som overtog vejlederrollen i september 2007, da Jacob fik arbejde i USA. Og desuden en stor tak til min mand Anders Christensen for al mulig hjælp og opmuntring.

Flauenskjold, februar 2008

Kimie K. K. Christensen

## Resumé

Anvendelsen af herbicider i landbruget påvirker ikke kun ukrudtet i marken, men påvirker også vegetationen i de tilstødende levende hegns fodpose. Under sprøjtningen af marken vil en del af sprøjtemidlet også ramme hegnene omkring marken ved afdrift med vinden.

Hos glyphosat-resistente (GR) afgrøder, der sprøjtes med glyphosat under dannelsen af de reproduktive organer, er der set nedsat pollenproduktion og levedygtighed, der i flere tilfælde bevirker en dårligere bestøvning med følgende nedsat frøsætning. Samme skadelige effekter, som ses på GR-afgrøderne, kan måske også ses på de vilde planter udenfor markerne, hvis de eksponeres for herbicider under deres blomstringsperiode.

Markhegnene har pga. deres langstrakte form og placering i landskabet, stor risiko for at blive påvirket af markens dyrkningsform. Et alternativ til den konventionelle landbrugspraksis er økologisk landbrug, hvor der bl.a. ikke må bruges pesticider. Der ses en større artsrigdom i hegn på økologiske brug i forhold til i hegn på konventionelle brug. De flyvende insekter er en vigtig dyregruppe for hegnene i kraft af deres funktion som bestøvere. Disse insekter lever af pollen og nektar produceret af de forskellige blomstrende planter i hegnene. Forringet pollen kvalitet og kvantitet kan have betydning for insekternes overlevelse i hegn langs konventionelle marker, og have medfølgende knock-on effekter på hele samspillet af økologiske sammenhænge i hegnet.

Formålet med specialet er at undersøge om der er forskel på udbudet af pollen som fødekilde for de flyvende insekter i hegn op til konventionelle hhv. økologiske marker. Og om denne eventuelle forskel i pollenproduktion kan være med til at forklare den forskel, der ses i floraen imellem markhegn, der støder op til konventionelt dyrkede marker i forhold til markhegn, der ligger op til økologisk dyrkede marker.

I specialet indgår feltarbejde, hvor der i ti markhegn på konventionelle brug og tyve markhegn på økologiske brug, fem gange over sæsonen, er registreret hvilke plantearter der blomstrer i hegnene, samt talt hvor mange blomster der er af hver plantearter. Hovedvægten af specialet ligger på væksthushorsøgene, hvor der er lavet dosis/responsforsøg med herbicidet Starane 180S' effekt på blomstring og pollenproduktion hos to vigtige vilde pollenproducenter mælkebøtte og rødkløver. Der er brugt doserne 0, 5, 25 og 100 % af anbefalet markdosis af herbicidet Starane 180S på forsøgsplanterne. Dosen på 5 % af markdosis repræsenterer en meget sandsynlig dosis sprøjtemiddel, der vil kunne findes i hegn op til konventionelle marker ved afdrift fra marken under

sprøjtningen. 25 % dosen vil kun sjældent forekomme i konventionelle hegn, men er med for at se en effekt af reduceret markdosis. Kontrolplanterne repræsenterer planter i hegn på økologiske brug. Antallet af producerede blomster og deres pollenproduktion er opgjort over tid efter sprøjtningen.

I feltundersøgelserne blev observeret 203 blomstrende plantearter, hvoraf de 106 udelukkende forekom i hegn på økologiske brug og 13 arter udelukkende forekom i hegn på konventionelle brug. Hegnene havde 84 arter tilfælles. Det gennemsnitlige antal blomstrende plantearter pr hegn var  $53,8 \pm 6,68$  for hegn på konventionelle brug og  $89,0 \pm 6,19$  for hegn på økologiske brug. Mælkebøtte forekom i 85 % af de undersøgte hegn på økologiske brug, med  $11,5 \pm 22,0$  blomster pr. hegn. I hegn op til konventionelle marker blev der fundet mælkebøtter i 50 % af hegnene, men der var kun  $0,3 \pm 0,5$  blomster pr. hegn. Rødkløver forekom i 40 % af hegnene op til økologiske marker med  $0,15 \pm 0,5$  blomster pr. hegn, men rødkløver blev ikke observeret i hegn på konventionelle brug.

Sprøjtning med Starane 180S bevirkede kun en signifikant reduktion i antal producerede blomster pr. plante ved fuld markdosis hos mælkebøtte. Pollenproduktionen pr. støvknap var ca. 30 % højere ved 25 og 100 % af markdosis end hos kontrolplanterne. Hos rødkløver bevirkede 25 og 100 % af markdosis en stor reduktion i antal blomster pr. plante, men der var ingen effekt af Starane 180S på pollenproduktionen. Starane 180S havde kun en dødelig effekt på de et år gamle rødkløverplanter ved fuld markdosis, og selv på unge planter har Starane 180S ingen direkte dødelig effekt ved afdriftsrelevante doser. Der var dog en tydelig reduktion i biomasse på de små planter ved afdriftsrelevante doser og sammen med tendensen til at Starane 180S reducerer antallet af blomster, kan de sublethale effekter af Starane 180S være med til at forklare den forskel, der ses i floraen i mellem hegn på konventionelle og økologiske brug. Dog tillægges anvendelsen af Starane 180S på konventionelle marker ikke at have så alvorlige konsekvenser for floraen og insekterne i den omkringliggende natur, som andre sprøjtemidler har.

## Abstract

Conventional farming and its use of herbicides does not only affect the weeds in cultivated fields. Herbicides also affect the hedge bottom vegetation of the adjacent hedgerows because of spray drift deposits from the fields.

Reduced pollen production and viability followed by poor seed set has been observed for many different Glyphosate-resistant crops. This may also be the case for wild flowering plants outside the fields, if they are exposed to herbicides during their flowering period. Hedgerows are, because of their shape and placement in the landscape, greatly affected by field management. An alternative to conventional farming is organic farming, where the use of pesticides is forbidden. The fact that pesticides are forbidden in organic farming, could be the reason that the diversity of the hedge bottom vegetation is richer in organic hedgerows than in conventional hedgerows. Flying insects are of great value to the hedgerows because they function as pollinators. These insects feed on pollen and nectar produced by the flowering plants in the hedgerows. Reduced pollen production will have consequences for the survival of the insects and this may have consequential knock-on effects on the whole ecological structure of the hedgerow.

The aim of this study is to examine if there is a difference in accessible pollen, as food source for the insects, between conventional and organic hedgerows. Furthermore, the objective is to investigate whether this eventual difference in the production of pollen, can explain the difference that has been observed in the diversity of plants between hedgerows near conventionally farmed fields compared to organically managed fields.

The study includes field observations of twenty organic and ten conventional hedgerows, where the flowers of the hedge bottom vegetation have been counted five times during the growing-season. The greatest importance is attached to the dose/response experiments, which have been carried out in a greenhouse in order to test the effects of the herbicide Starane 180S on flowering and pollen production on two important wild living pollen producers *Taraxacum sp.* and *Trifolium pratense* L. The herbicide doses used were 0, 5, 25 and 100 % of the recommended field dose. 5 % represents the estimated spray drift deposit in conventional hedgerows and the unsprayed plants represents the organic hedgerows.

In the hedgerows 203 flowering plant species were observed. 106 of these occurred exclusively in organic hedgerows, while only 13 plant species were found solely in conventional hedgerows. The two types of hedgerows had 84 species in common. The average number of flowering plant species per hedgerow was  $53,8 \pm 6,68$  for the conventional hedgerows and  $89,0 \pm 6,19$  for the organic hedgerows. *Taraxacum* occurred in 85 % of the examined organic hedgerows and had a number of  $11,5 \pm 22,0$  flowers per hedgerow. In conventional hedgerows *Taraxacum* was found in 50 % of the hedgerows but with only  $0,3 \pm 0,5$  flowers per hedgerow. *Trifolium pratense* occurred in 40 % of the examined organic hedgerows with only  $0,15 \pm 0,5$  flowers per hedgerow, but it was not observed in conventional hedgerows.

Reduced doses of Starane 180S did not affect the flowering of the one year old *Taraxacum*, only the plants treated with full dose had a significant lower production of flowers. The number of pollen per anther was 30 % higher for treatment 25 and 100 % than for the untreated plants. The treatments with 25 and 100 % of Starane 180S caused a great reduction in flowers for *Trifolium pratense*, but neither of the doses affected the production of pollen. Starane 180S was only fatal at full recommended dose, and only for *Trifolium pratense*. Not even on seedlings did reduced doses of Starane 180S have lethal effects on either *Taraxacum* or *Trifolium pratense*. However there was a significant reduction in plant biomass on the seedlings after exposure to Starane 180S in drift relevant doses, and together with the tendency that Starane 180S causes a reduction in the number of flowers, the sublethal effects of Starane 180S can help explain the difference in plant diversity that has been observed between conventional and organic hedgerow bottom vegetation.

Although Starane 180S has been proved to have some effect on *Taraxacum* and *Trifolium pratense*, the use of this herbicide in conventional farming is not believed to have as severe consequences for the insects and vegetation of the surrounding nature as other herbicides have.



# 1.0 Introduktion

## 1.1 Baggrund

I løbet af de sidste århundreder har mange naturtyper forandret sig i Danmark pga. forøget menneskelig påvirkning. I dag er 58 % af Danmarks areal dyrket land (Vestergaard 2007). Det er også i landbrugsarealet den største forandring er sket. I Danmark og mange andre steder i verden er mindre marker er lagt sammen til større markflader, der giver mulighed for at effektivisere arbejdet i marken ved at bruge mere moderne større maskiner. Dette har resulteret i færre udyrkede naturtyper mellem markerne (Hald & Elmegaard 1989, Matson *et al.* 1997). Indførslen af kunstgødning og pesticider har også været med til at effektivisere landbruget, men har også påvirket flora og fauna udenfor markerne (Aude *et al.* 2004, Hole *et al.* 2005, Kleijn & Snoeiijing 1997).

I dag er der meget fokus på landbrugets pesticidforbrug og dets påvirkninger af naturen. Pesticider er forskellige stoffer, der anvendes i landbruget til at bekæmpe ukrudt og forskellige skadevoldere i marken. Markerne bliver sprøjtet med pesticider for at øge udbyttet af den dyrkede afgrøde. Overordnet findes der tre forskellige grupper af pesticider; fungicider, insekticider og herbicider. Fungiciderne anvendes til at bekæmpe sygdom i afgrøden, der er forårsaget af svampeangreb. Den anden gruppe er insekticiderne, der bruges til at bekæmpe skadegørende insekter. Den tredje pesticidgruppe, er gruppen af herbicider, der bruges til at bekæmpe ukrudtsplanter i de dyrkede markafgrøder. Ukrudtet konkurrerer med afgrøden om vand, næringsstoffer og sollys. Der sprøjtes med herbicider for at reducere ukrudtet og derved øge udbyttet af afgrøden. I 2004 var salget af pesticider 2.713.147 kg aktivstof, hvoraf 604.160 kg udgjordes af fungiciderne, 22.361 kg af insekticiderne og langt den største del nemlig 2.086.626 kg udgjordes af herbiciderne (Bekæmpelsesmiddelstatistik 2004).

Anvendelsen af herbicider i landbruget påvirker ikke kun ukrudtet i marken, men har også betydning for vegetationen i agerlandets småbiotoper (Aude *et al.* 2004). Under sprøjtningen af marken vil en del af sprøjtemidlet også ramme hegnene omkring marken ved afdrift med vinden og den almindelige turbulens der opstår under sprøjtningen. I undersøgelser af hegnenes funktion som afskærmning for pesticidafdrift findes det at hegnene reducerer pesticidafdriften med helt op til 80-90 % i forhold til afsætningen på jorden inden hegnet (Ricardson *et al.* 2002). Noget af dette pesticid må jo afsættes i hegnet. Fordelingen af pesticidet i hegnet er undersøgt af Weisser *et al.*

(2002) og fordeler sig således at koncentrationen er størst ved bunden af hegnet, og falder ind gennem hegnet i dybden og med højden. Ved hegnets fodpose vil der ofte kunne forekomme en koncentration af pesticid på 2-10 % af markdosis (Holterman *et al.* 1997, Weisser *et al.* 2002). Vindstille forhold under sprøjtningen mindsker denne sprøjtemiddelafdrift, men der findes endnu ingen maskiner/metoder således at man helt undgår at der sker en afdrift af sprøjtemidlerne til markernes omkringliggende småbiotoper. Disse småbiotoper udgør omkring 3% af det dyrkede areal, men har stor økologisk betydning (Petersen & Vestergaard 2006). Småbiotoperne består af levende hegn, å- og vejkanter, gravhøje, mergelgrave og andre ikke-dyrkningseggede småarealer. Sammenlignet med markerne er småbiotoperne karakteriseret ved stor fysisk heterogenitet og et varieret mikroklima. I kraft af deres habitatrighed og ved deres placering i landskabet, kan småbiotoperne fungere som lokaliteter, der forøger populationsstørrelsen og tætheden af vilde arter af planter og dyr i landskabet, og som lokaliteter, der har betydning for spredningen af arterne i landskabet (Petersen & Vestergaard 2006). Småbiotoperne har i forhold til deres areal, en stor grænseflade ud mod omgivelserne. Dette gør at de påvirkes stærkt af dyrkningsforholdene på de tilstødende marker. Markhegnene udgør en stor andel af agerlandets småbiotoper, og har pga. deres langstrakte form og placering i landskabet, den største risiko for at blive påvirket af markens dyrkningsform.

Et alternativ til den konventionelle landbrugspraksis er økologisk landbrug, der har gennemgået en markant udvikling siden starten af 1990'erne. Hovedformålet med økologisk jordbrug er at fremme en landbrugspraksis, som tager mest mulig hensyn til natur og miljø, f.eks. ved at der ikke må anvendes pesticider eller kunstgødning. I økologisk dyrkede marker er der langt flere ikke-dyrkede plantearter og større tæthed af disse end i konventionelt dyrkede marker (Hole *et al.* 2005). Undersøgelser af markhegn har også vist at der er en forskel på sammensætningen af arter og antallet af både planter og insekter mellem hegn i marker, der dyrkes konventionelt sammenlignet med hegn i økologisk dyrkede marker (Aude *et al.* 2004, Pedersen *et al.* 2004, Petersen 2003). Der ses en større artsrigdom i de økologiske hegn.

Det er vigtigt at markhegnene tilbyder et varieret fødegrundlag, dvs. en artsrig vegetation og desuden gode muligheder for reddebygning mm. for at skabe et grundlag for overlevelsen af forskellige insekter og andre smådyr, der danner fødegrundlaget for tilstedeværelsen højerestående dyr som fugle og mus. Det intensive landbrug har bidraget til et alvorligt fald i antallet af humlebi

arter og deres geografiske udbredelse i Europa og Nordamerika (Pywell *et al.* 2006). Der er færre planter rige på pollen og nektar tilgængeligt for humlebieerne. I England er 76 % af de plantearter, der er velegnede som fødekilde for humlebieerne, faldet i antal fra 1930-1969 til 1987-1999, inklusiv rødkløver som er af særlig ernæringsmæssig værdi for truede humlebiarter (Carvell *et al.* 2006). De flyvende insekter er en vigtig dyregruppe for det velfungerende hegn i kraft af deres funktion som bestøvere (Fitter 1987). Disse insekter lever af pollen og nektar produceret af de forskellige blomstrende planter i hegnene. Nektar er energikilde for insekter, mens pollen indeholder livsnødvendige næringsstoffer (Prys-Jones & Corbet 1987).

I Glyphosat-resistente (GR) afgrøder, der sprøjtes med glyphosat under dannelsen af de reproduktive organer, ses der på afgrøden negative effekter på de disse organer. Skaderne spænder fra nedsat pollenproduktion og levedygtighed til ændringer i blomsternes morfologi, der i flere tilfælde bevirker en dårligere bestøvning med følgende nedsat frøsætning (Pline *et al.* 2001, Pline *et al.* 2002, Pline *et al.* 2003, Thomas *et al.* 2004). Der ses ingen forskel i pollenproduktionen mellem almindelige og genmodificerede genotyper af rapsplanter, der ikke er sprøjtet (Pierre *et al.* 2003).

Det kan tænkes at vilde planter udenfor markerne, der modtager herbicider ved afdrift fra marken under udviklingen af de reproduktive organer i blomstringsperioden, tager skade på samme måde som GR-afgrøderne. Forringet pollen kvalitet og kvantitet kan også have direkte betydning for insekternes overlevelse i de konventionelle hegn, og have medfølgende knock-on effekter på hele samspillet af økologiske sammenhænge i hegn. Sublethale effekter af sprøjtemidler på planternes reproduktive cyklus, kan også være en faktor, der har indflydelse på den lavere planteartsrigdom i markhegn på konventionelle brug i forhold til i markhegn på økologiske brug.

## 1.2 Formål

Formålet med denne rapport er at undersøge:

- om der er kvantitative ændringer i planternes pollenproduktion forårsaget af sprøjtning med herbicider i planternes blomstringsperiode. (Væksthusforsøg med to vilde plantearter).
- om der er forskel på i antallet af blomstrende planter (samme plantearter), imellem markhegn der støder op til konventionelt dyrkede marker, i forhold til markhegn, der ligger op til økologisk dyrkede marker. (Feltundersøgelser).
- om de eventuelle forskelle der findes i planternes pollenproduktion kan sættes i relation til resultaterne fra feltundersøgelserne.

### **I dette speciale ønskes undersøgt:**

*Er der forskel på mængden af pollen i de to typer hegn?*

### **Hypotese:**

*Der er større udbud af pollen for insekterne i hegn op til økologiske marker.*

Pollenmængden i de hegn op til konventionelle marker kan være reduceret på grund af følgende årsager:

- færre planter (biomasse)
- færre plantearter (diversitet)
- ændringer i sammensætningen af plantearter
- færre planter med stor pollenproduktion
- forringet blomstersætning
- direkte lavere pollenproduktion
- direkte dårligere pollen kvalitet

### 1.3 Forsøg

I hegn med forskellig dyrkningspraksis, (økologisk/konventionelt), undersøges udbudet af føde for insekterne, ved at kvantificere hvilke blomstrende plantearter der findes i hegnene (diversiteten) og de enkelte planters tæthed og blomstersætning gennem sæsonen (maj-oktober). Herved opnås et mål for det antal blomster, der er tilgængelig for insekterne under naturlige forhold. Af disse undersøgelser kan det ses om dyrkningspraksis har en betydning for blomstringen.

Ændringer i pollenproduktionen undersøges under kontrollerede forhold i et væksthushorsøg. Formålet med dette væksthushorsøg er at undersøge én af de faktorer der kan tænkes at påvirke pollenproduktionen, nemlig anvendelsen af herbicider på de konventionelle marker. Forsøget laves som dosis/responsforsøg, hvor der sprøjtes med forskellige doser af et herbicid. Planternes respons opgøres ved at udtage pollen prøver. Blomstersætningen registreres også i væksthushorsøget, da antallet af blomster selvfølgelig påvirker den totale mængde af produceret pollen.

Mælkebøtte (*Taraxacum sp.*) og rødkløver (*Trifolium pratense* L.) er valgt som forsøgsplanter fordi de er indikatorarter dvs. at begge arter er fundet at forekomme oftere i hegn i økologiske marker end i hegn på konventionelle marker (Pedersen *et al.* 2004, Petersen 2003). Mælkebøtte er en betydelig ukrudtsplante i landbruget (Froese & Van Acker 2003, Froese *et al.* 2005, Wilson & Michiels 2003), der kan bevirke økonomiske tab for landmanden. Rødkløver er en vild plante, men den dyrkes også som foderplante. Dens tilstedeværelse som afgrøde og i de vilde hegn er ønsket, men som ukrudt i fx kornafgrøder er den selvfølgelig uønsket. Både mælkebøtte og rødkløver er vigtige for insektlivet, da de producerer store mængder pollen og nektar. Bierne, der er en af de vigtigste grupper af bestøvere foretrækker blomster som tilbyder store mængder af både nektar og pollen, især medlemmer af kurvblomst- og ærteblomstfamilien (Fitter 1987). Mælkebøtte og rødkløver tilhører disse to familier.

Da mælkebøtte blomstrer i maj-juni måned og rødkløver i maj-september, skal det herbicid der sprøjtes med i væksthuset, være et sprøjtemiddel, der anvendes til ukrudtsbekæmpelse i marken i disse perioder, for at se den direkte effekt på pollenproduktionen. Herbicidet Starane 180S er godkendt til anvendelse i denne periode, og har effekt på tokimbladet ukrudt generelt og på middeldatabasen (2005) nævnes at det har en god effekt på mælkebøtte. Starane 180S er et

hormonmiddel, og derfor forventes det at have effekt på pollenproduktionen. Starane 180S er desuden et almindelig anvendt produkt.

## 1.4 Plantearter i væksthushorsøget

### 1.4.1 Forsøgsart, mælkebøtte

Mælkebøtte tilhører kurvblomstfamilien, Asteráceae. Der findes ca. 270 mælkebøttearter i Danmark opdelt i 5 samlearter (Hansen 2000). Alle danske arter er apomiktiske. Apomikis er betegnelsen for naturligt forekommende, ukønnet formering hos planter. Disse planter behøver ikke bestøvning for at begynde udviklingen af endosperm i frøet (Meirmans *et al.* 2006). Afkommet er kloner af moderplanten og har præcis samme egenskaber som denne. Der findes også arter af *Taraxacum*, der har kønnet formering, men de findes længere sydpå (Van Dijk 2003). De apomiktiske mælkebøtter har ingen grund til at producere pollen, men de har stadig udgiften til produktionen, og man ville derfor forvente selektion mod at pollenproduktionen forsvandt, men pollen produceres alligevel. Pollenproduktionen hos apomiktiske arter anses alligevel for vigtig, da succesen af apomixis i det lange løb afhænger af de apomiktiske arters evne til at krydse med arter med kønnet formering, hvor den apomiktiske art er pollendonor (Van Dijk 2003).



**Figur 1.1.** Almindelig mælkebøtte (*Taraxacum vulgare*).

Almindelig mælkebøtte (*Taraxacum vulgare*) er en samleart. Til denne samleart regnes alle de småarter, der forekommer som ukrudtsplanter i græsmarker, græsplæner, langs vejkanter, i enge og på overdrev samt på uopdyrket jord på lyse steder omkring byer og huse (Nicolaisen 1983). Den findes oftest på basisk næringsrig jord. Til denne samleart regnes middelstore og kraftige flerårige urter med 3-6 cm brede kurve. Kurven, som består af mange gule blomster der sidder tæt sammen, sidder enkeltvis for enden af trinde, hule, bladløse skafter, der indeholder mælkesaft. Kurvsvøbets blade sidder ofte i to kredse: i den indre er de smalle og omslutter kurven tæt, mens de i den ydre oftest er tilbagebøjede. De høvlformet-fligede blade, er samlet i en grundstillet roset, og fra rosetbladernes hjørner udgår blomsterstilkene. Mælkebøtter er oftest 5-30 cm høje, men i højt græs kan de blive op til 50 cm høje. Mælkebøtter har en op til meterlang knopskydende pælerod, som går over i en kort lodret jordstængel, der senere forgrener sig og danner en

mangehovedet rod. Blomstring sker i maj-juni, med hovedblomstring i maj (Hansen 2000).

Udspringsfølgen i kurven er midtpunktsøgende (Jacobsen & Jensen 1999). Frugten er en småornet nød på ca. 3-6 mm med hårformet hvid fnok på et langt næb. Denne udformning gør at frøene spredes med vinden. Kun 1 % af frøene når 10 km væk (Fitter 1987).

Samleartens udbredelse skyldes den særdeles store frøsætning, idet en enkelt plante er i stand til at producere over 1000 frø, hvoraf størsteparten bevarer spireevnen i meget lang tid. Et andet forhold, der vanskeliggør bekæmpelse er, at bladrosetterne ikke lader sig fjerne ved opstikning. Tværtimod dannes der nye fra den i jorden tilbageblevne del af roden (Nicolaisen 1983).

#### 1.4.2 Forsøgsart, rødkløver

Rødkløver (*Trifolium pratense* L) tilhører ærteblomstfamilien, Fabáceae. De lilla-røde blomster sidder mange sammen i runde til ovale hoveder, enkeltvis eller to sammen, på oprette og oftest hårede stængler. Blomsterstandene er 15-18 mm brede og sidder i spidsen af hovedstængelen og sidegrenene. Kronerne er meget længere end bægrene. Bægret er sambladet, 5 delt med 10 ribber og håret. Hver blomst i standen har 5 kronblade af hvilket det øverste er størst og omslutter de to sidestillede, der atter omslutter de to nederste, der i spidsen er sammenvoksede. Blomsterne er tvekönnede og har 10 støvdragere, hvor de 9 er sammenvoksede og det bagerste er fri. Visne kroner bliver siddende i standen. Plantens blade er trekoblede med ovale småblade, ofte med en lys plet. Småbladene er tandede, i det mindste mod spidsen.

Rødkløver er flerårig og bliver 15-50 cm høj. Blomstring sker i maj-september (Hansen 2000). Rødkløver kan ikke selvbestøve, og derfor er insektbestøvning vigtig. Frøet er en nød med hårde frøskaller, der tåler turen gennem græssende køers fordøjelsessystem, hvilket gør dyrespredning mulig (Fitter 1987).

Planten er meget almindelig i alle egne af Danmark og findes især på strandoverdrev, skrænter, vedvarende græsmarker, og vejkanter. Rødkløver er også indført som dyrket art i landbruget som foderplante (Hansen 2000). Det er karakteristisk for planterne i ærteblomstfamilien at de indgår i en symbiose med de kvælstoffikserende bakterier *Thizobium*, der kan omdanne luftens kvælstof til ammonium, der kan bruges af planterne. Til gengæld



**Figur 1.2.** Rødkløver (*Trifolium pratense* L).

forsyner planten bakterierne med sukkerstoffer fra fotosyntesen. Dette symbiotiske forhold giver planterne i ærteblomstfamilien en konkurrencemæssig fordel, på steder hvor jorden er fattig på kvælstof, og derfor ses de ofte som pionerplanter. Planternes konkurrencefordel falder dog med tiden eftersom at plantens tabte blade beriger jorden med kvælstof, og jorden bliver bedre for andre plantearter. Derved mindskes plantens konkurrencefordel, men udgiften til bakterierne er der stadig, og derfor taber ærteblomsterne ofte i konkurrencen med indvandrende arter (Fitter 1987).

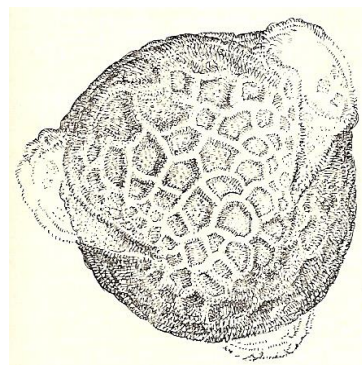
## 1.5 Pollen

Pollenkornet omgives af to beskyttende lag kaldet *intine* og *exine*. Disse lag er ofte dækket af lag af forskellige fedtstoffer, voks, terpenoider og carotenoider. Dette lag tiltrækker bestøvere og fungerer også ved at klæbe til insektet (Roulston & Cane 2000). Intine er en tynd semipermeabel membran, der er opbygget af cellulose og pectin. Exine er en ydre beskyttelse af cellen, der består af materialet sporopollenin og små mængder polysakkerider (More *et al.* 1991). Exine består i sig selv af flere lag og strukturer, der giver stor variation i udseende for forskellige plantepollen. En struktur kaldet *aperture* ses på overfladen af pollenet. Disse formes ved at nogle lag i exine er tyndere eller mangler helt i nogle områder, hvilket gør at proteinindholdet ofte buler udad på disse steder. I aperture er pollenvæggen altså tyndere, hvilket gør at vand kan optages eller afgives, og det er også her igennem pollenet spirer. Aperture kan have mange forskellige udformninger. Oftest beskrives disse ud fra en betragtning om pollenet som en jordklode med to poler og en ækvatorlinie (Sawyer 1981).

### 1.5.1 Rødkløver, pollen

De brune pollenkorn er 30-50µm store. De er runde med tre aperture, der gør dem irregulære runde til ovale. Rødkløver pollen har aperture af typen furrows med porer, hvilket betyder at der på det runde pollen er tre udposninger med de runde porer jævnt fordelt over ækvator. Fra hver side af porerne strækker disse sig aflangt mod polerne, og disse områder kaldes furrows.

Exine er tynd hos rødkløver og overfladen har net struktur. Net strukturen præger også aperture (Sawyer 1981). Rødkløver har 220 pollenkorn pr. støvknap (More *et al.* 1991).

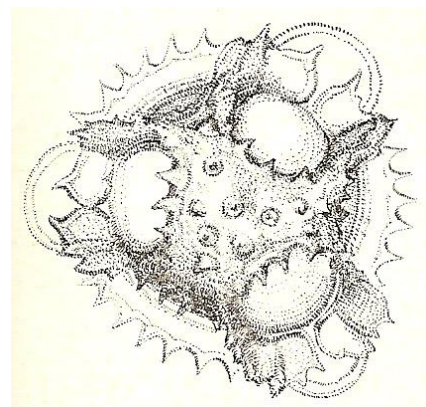


**Figur 1.3.** Et pollenkorn af rødkløver.



### 1.5.2 Mælkebøtte, pollen

Mælkebøttens pollen er orange og 20-50 µm store. Den overordnede form er rund, men synes meget irregulær eller multisidet, pga. exines mange strukturer og projektioner, der giver overfladen et pigget og bulet udseende. De tre aperture har kun store runde porer langs ækvator. Disse tre store udposninger giver også pollenet en mere kantet form (Sawyer 1981).



Figur 1.4. Et pollenkorn af mælkebøtte.

### 1.5.3 Pollen som insektføde

Pollenets ydre lag, som beskytter det næringsrige cytoplasma, er svært nedbrydeligt for mange insekter. Variationen er stor i hvordan cytoplasmaet nås af forskellige insekter. Hos honningbier er der så stor forskel i osmotisk tryk mellem forskellige dele af deres fordøjelsessystem, at det kan få beskyttelseslagene til at bryde. Nogle pollen er nemmere at nedbryde, som for eksempel mælkebøttepollen. De svulmer op omkring porerne, mister deres form, og cytoplasmaet siver ud gennem porerne (Peng *et al.* 1985). Honningbier fordøjer mellem 50 og 98 % af de pollenkorn de spiser, afhængig af hvilken type pollen og biens alder (Roulston & Cane 2000). Indholdet af forskellige næringsstoffer varierer med typen af pollen, men generelt er de rige på proteiner, mineraler og vitaminer, især B-vitamin. Pollen er lave i fedtindhold, sodium og fedtopløselige vitaminer som D-, K- og E-vitamin (Fitter 1987, Shivanna & Sawhney 1997). Pollen har et energiindhold på 3635-6750 cal/g, hvoraf størstedelen kommer fra protein med et indhold på 2,5-61 % af tørvægt. Pollen indeholder som regel alle de almindelige aminosyrer, og det er kun de essentielle aminosyrer phenylalanin og tryptophan, der sommetider mangler. Pollen indeholder 0-22 % stivelse og 1-20 % fedt (Roulston & Cane 2000).

Pollen er en livsnødvendig fødekilde for insekter, der udelukkende lever af pollen og nektar, da nektar udelukkende består af sukker. Humlebier behøver en varieret pollen kost for at kunne reproducere sig, og deres larver har specifikke ernæringsmæssige behov for at kunne udvikle sig (Génissel *et al.* 2002). Bestøvere, der har en anden hovedernæringskilde, såsom mariehøns, spyfluer og svævefluer, har også brug for pollen som næringskilde under forskellige udviklingsstadier, som ved udvikling af reproduktive organer og æglægning (Erzinclioglu 1996, Gilbert 1986, Majero 1994).

## 1.6 Insekter

### 1.6.1 Insekternes funktion som bestøvere

Mange planter bruger insekter til bestøvning. Mange planter producerer nektar som en ”belønning” der tiltrækker insekterne. Nektar er en simpel sukkeropløsning, som dannes i overflåd ved fotosyntesen (Fitter 1987). Ved opsamlingen af nektaren afsættes pollen på insektets krop, som derved transporteres videre til næste blomst (Fitter 1987). Herved virker insekterne som bestøvere for planterne. Nogle insektarter ernærer sig også af pollen, og besøger også planter der ikke producerer nektar. Disse insekter medvirker ligeledes til bestøvning, da der indsamles pollen fra flere blomster inden det deponeres i deres bo. Nektar bruges af den enkelte bi som brændstof. Derfor er det også klart at størstedelen af blomsterbesøgene udgøres af besøg hvor der udelukkende suges nektar (Prys-Jones & Corbet 1987). Set fra et bestøvnings synspunkt er dette heldigt da der vil afsættes pollen på humlebiens krop, der kan afsættes på følgende blomsterbesøg. Derved bliver pollenet jo ført videre i stedet for konsumeret.

Fire insektordner er vigtige bestøvere: Coleoptera (billerne), Diptera (fluerne), Hymenoptera (bier, hvepse, humlebier, myrer og bladhvepse) og Lepidoptera (dag- og natsommerfugle). Deres adfærd, størrelse og ernæringsmetoder varierer meget, og derfor vil blomstens morfologi være afgørende for hvilke insekter der besøger den. Hymenoptera er den vigtigste gruppe bestøvere, og heraf er det især bierne og humlebierne.

Både bierne og humlebierne lever udelukkende af pollen og nektar, og de har begge specielle pollensække på bagbenene hvori pollenet kan transporteres til reden. Pollen bruges mest under udviklingen af ovarier og æglægning. Humlebier er effektive bestøvere, da de er aktive i næsten alt vejr, og i lange perioder af dagen om sommeren fra 4 om morgenen til 22 om aftenen (Carvell 2002, Fussel & Corbet 1992, Prys-Jones & Corbet 1987).

### 1.6.2 Trusler mod insekterne

Mange humlebiarter har været på nedadgående de sidste årtier både i Europa og Nordamerika. Dette faldende antal humlebier er et resultat af intensiveringen af landbrugets metoder (Carvell 2002, Goulson & Darvill 2004, Pywell *et al.* 2005). Sammenlægning af marker til større flader, og deraf følgende nedlægning af markhegn og skel, samt anvendelsen af gødning og pesticider, har ændret florasammensætningen og dermed ændres humlebiernes fødeudbud. I konventionelle hegn er der få flerårige plantearter, og de fleste enårige arter tilbyder ikke den nødvendige pollen og nektar for humlebierne (Fussel & Corbet 1992, Pywell 2005). Humlebier lever naturligt på ikke opdyrkede

blomsterrige græsarealer, hvor der er føde gennem hele deres flyvesæson fra april til september. Arealer afgræsset af kvæg er det foretrukne levested. Græsmarkerne bruges nu oftest til ensilageproduktion, i stedet for som tidligere til høproduktion, hvilket bevirker en ændring i fødeudbudet for humlebieerne. Desuden skal der være mulighed for redepladser, parringssteder og overvintringssteder (Carvell 2002).

Et stort antal vilde blomster bestøves helst eller kun af humlebier, endda kun af nogle arter humlebier. Derfor kan fald i forekomst og artsrigdom være medvirkende til ændringer i plantesamfund. Og dette vil have medfølgende knock-on effekter på associerede herbivorer og andre dyr, der er afhængige af planteresurser (Goulson & Darvill 2004).

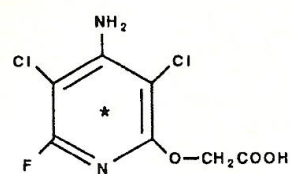
## 1.7 Herbicidet ”Starane 180S”

I væksthushorsøgene er brugt herbicidet Starane 180S med det aktive stof fluroxypyr. Det er valgt ud fra at det er godkendt til anvendelse på marken i blomstringsperioden for de to forsøgsplanter. Starane 180S er almindelig brugt til bekæmpelse af bredbladet ukrudt i kornsorter i hele Europa. Stoffet har vist sig at have stor effekt ved bekæmpelse af flerårigt ukrudt med dybtgående rødder (MacDonald *et al.* 1994). I Danmark udgør salget af fluroxypyr 1,5 % af det samlede salg af enkeltstof af herbicider. Ifølge Bekæmpelsesmiddelstatistik 2004 var salget af fluroxypyr i 2004 på 30.680 kg, og de angiver det teoretisk behandlede antal hektar med fluroxypyr i 2004 til 161.961 ha for korn/vintersæd, 23.137 ha for korn/vårsæd, 10.604 ha for andre frø og 10.797 ha for majs.

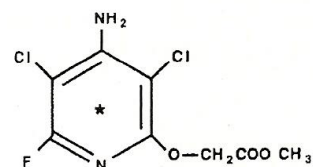
### 1.7.1 Fysiske og kemiske egenskaber for Starane 180S

Herbicidet ”Starane 180S” indeholder 180 g/L af stoffet 1-methylheptyl[(4-amino-3,5-dichloro-6-fluoro-2-pyridinyl)oxy]acetate. Dette kaldes ofte fluroxypyr-MHE da det er methylheptyl esteren af en syre, der kaldes fluroxypyr, med det kemiske navn 4-amino-3,5-dichloro-6-fluoro-2-pyridyloxyacetic acid. Herbicidet Starane 180S udsprøjtes og optages i bladene som fluroxypyr-MHE, men i bladene hydrolyseres esteren

A)



B)



**Figur 1.5.** Strukturformler for A) fluroxypyr og B) fluroxypyr-MHE.

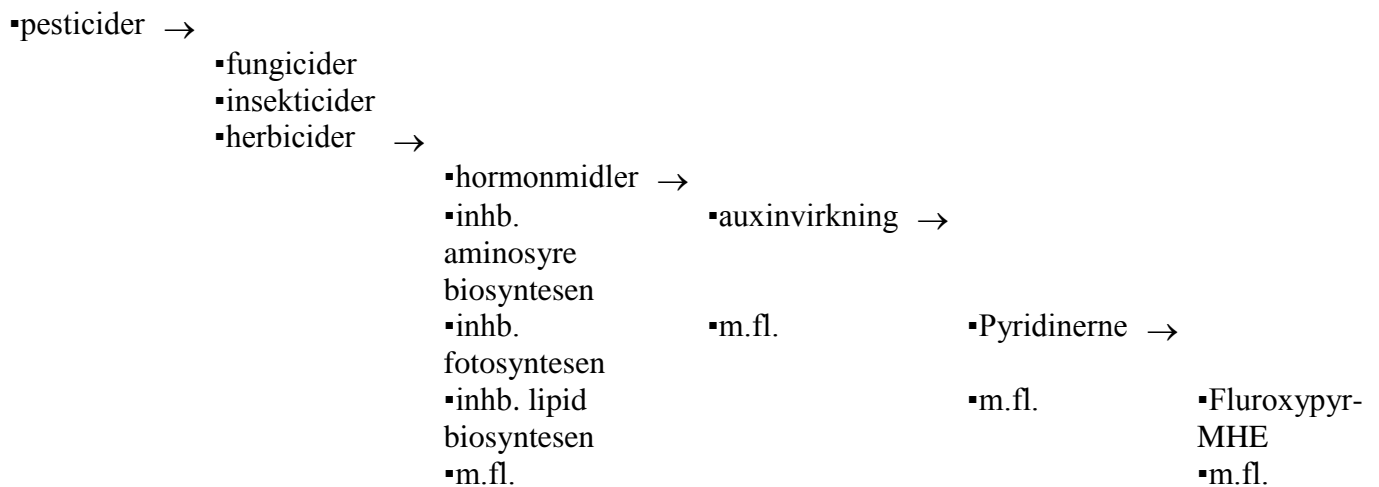
hurtigt til dens syre, fluroxypyr, der er mobil i planten og det stof der har effekt på planten (Sanders & Pallet 1987). I tabel 1.1 ses nogle fysiske og kemiske egenskaber for de to stoffer.

**Tabel 1.1.** Fysiske og kemiske egenskaber for fluroxypyr og fluroxypyr-MHE.

Kaldenavn	Fluroxypyr	Fluroxypyr-MHE
Kemisk navn	4-amino-3,5-dichloro-6-fluoro-2-pyridyloxyacetic acid	1-methylheptyl[(4-amino-3,5-dichloro-6-fluoro-2pyridinyl)oxy]acetate
Molekyleformel	C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> Cl <sub>2</sub> FN <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C <sub>15</sub> H <sub>19</sub> Cl <sub>2</sub> FN <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Mol vægt	255,0 g/mol	369,2 g/mol
Smeltepunkt	232-233°C	58,2-60°C
V.p.	3,784 x 10 <sup>-6</sup> mPa	1,349 x 10 <sup>-3</sup> mPa
Opl. i vand [g/L]	0,091 (91 mg/L)	0,00009 (0,09 mg/L)
Opl. i : [g/L]	Acetone 51,0; methanol 34,6; ethyl acetat 10,6; isopropanol 9,2; dichloromethane 0,1; toluen 0,8; xylene 0,3	Acetone 867; methanol 469; ethyl acetat 792; dichloromethane 896; toluen 735; xylene 642; hexane 45

### 1.7.2 Auxin virkning

Herbicer virker ved at blokere, eller på anden måde forstyrre, fysiologiske processer i ukrudtsplanterne, og de inddeles derfor efter deres virkemåde. Starane 180S er et hormonmiddel med auxinvirkning. Der findes flere undergrupper af auxinherbicer. Starane 180S tilhører gruppen af pyridine herbicer. På figur 4 ses en oversigt over klassifikationen af indholdsstoffet fluroxypyr.



**Figur 1.6.** Klassifikation af stoffet fluroxypyr-MHE, der findes i der kommercielle herbicer ”Starane 180S”.

Auxin er en fællesbetegnelse for en gruppe af plantehormoner. Navnet auxin kommer af det græske ord *auxein*, som betyder at vokse (Raven *et al.* 1999). Indol-3-eddikesyre (IAA ~ indole-3-acetic acid) er det mest almindeligt forekommende af de naturlige auxiner.

Af herbicider med hormoneffekt, er det kun dem der påvirker auxin systemet der har fået stor praktisk betydning. Dette skyldes deres evne til at bekæmpe tokimbladet ukrudt i kornsorter. Hvilken mekanisme der gør at disse hormonmidler kun har effekt på nogle planter vides ikke med sikkerhed, men selekteringen mod tokimbladede planter skyldes delvist en større absorption og højere transporthastighed end hos græsser. Siden auxinherbicidernes opdagelse lige efter 2. verdenskrig, har de været brugt med stor succes i landbruget (Grossmann 2003). I det totale salg af herbicider i 2000, kom auxinherbiciderne ind på en 4. plads efter inhibitorer af: aminosyre-biosyntesen, fotosyntesen og lipid-biosyntesen.

Planternes vækst og udvikling er styret af en række plantehormoner, som planterne danner, når der er behov for at stimulere vækst. Plantehormoner er lavmolekylære organiske forbindelser, der syntetiseres i meget lave koncentrationer, og som er essentielle for plantens vækst og udvikling. Plantevækstregulering er et interaktivt fænomen, hvor phytohormonerne kan virke enten synergistisk eller antagonistisk på hinanden og på niveauet af hormon signaleringen, koncentration og fysiologisk respons. Det er balancen mellem fremmende og inhiberende agenter der sikrer den normale udvikling og vækst af planter. Hormonmidlerne udøver deres effekt ved at virke som kunstige plantehormoner. Effekten skyldes at planten ikke kan skelne dem fra de naturlige plantehormoner. I modsætning til de naturlige plantehormoner, der har en forholdsvis kortsigtet effekt i planten, nedbrydes hormonmidlerne meget langsomt i planterne med det resultat, at hvad der først var en vækststimulering ender i en ukontrolleret vækst, som resulterer i at planten dør (Grossmann 2003, Raven *et al.* 1999, Madsen & Jakobsen 2004).

Auxin har mange funktioner i planten såsom at påvirke: skudene til at vokse mod lyset, celledeling, cellestrækning, fototropisme, gravitropisme, apikal dominans, roddannelse, etylenproduktion, frugtudvikling, kønsbestemmelse, og induktion og aktivering af enzymer fx. H<sup>+</sup>-ATPase. IAA produceres i voksende væv såsom skudmeristemer, knopper, bladprimordier, voksende blade, frugt og frø under udvikling og i pollen (BIO-Auxin 2000). Auxin herbiciderne efterligner den effekt der kommer ved en overdosis af IAA, der fører til abnorm vækst, som kan være dødelig for planten. Det formodes at de misformede stilke og blade, der ses efter behandling med fluroxypyr, bevirker at xylem og phloem kollapser, hvormed transporten af vand og næringsstoffer forhindres og planten dør (Kelly & Coats 2000).

### 1.7.3 Transport i planten

Det er en forudsætning for herbicidets effekt, at de passerer cellevæg og cellemembran og kommer ind i cellerne. Hvordan de forskellige herbicider transporteres i planterne afhænger af mange forskellige faktorer. Når Starane 180S spredes på markerne er det aktive stof fluroxypyr-MHE, som er lipofilt. Denne egenskab gør det muligt at passere bladenes vokslag. Herefter hydrolyseres det til syren fluroxypyr, der er hydrofil. Dette betyder at fluroxypyr diffunderer forholdsvis let fra kutikulaen via cellevæggen ind i cellen, da disse områder er vandfyldte. Hydrofile herbicider transporteres derefter rundt i planten via xylemet eller phloemet. Den vigtigste gruppe af systemiske herbicider, dvs. dem der transporteres rundt i planten og derved virker på hele planten, er dem der transporteres i phloemet, der består af levende celler. Transporten i phloemet forløber fra plantedele med stor fotosynteseaktivitet, hvor der er en produktion af kulhydrater, til steder der er under opbygning og derfor behøver en tilførsel af kulhydrater. Transport af herbicid i phloemet er nødvendigt for at bekæmpe flerårigt ukrudt, da kun disse herbicider kan transporteres ned i de flerårige ukrudtsplanternes underjordiske formeringsorganer (Madsen & Jakobsen 2004). Herbicid forbliver i phloemet i stedet for at diffundere til xylemet, hvor transporten er hurtigere, pga. forskellen i vævenes pH. I phloemet er pH 7,5-8 mens pH er 5,5-6 i xylemet. De fleste herbicider som kan transporteres i phloemet er svage syrer. Disse findes i xylemet som den neutrale syre R-COOH, som forholdsvis let kan bevæge sig over cellemembranen og ind i cellen. I phloemet vil svage syrer som følge af det højere pH overvejende forekomme som den negative ion R-COO<sup>-</sup>, der pga. den negative ladning vil have sværere ved at passere cellemembranen. På den måde fanges svage syrer i phloemet og vil kunne transporteres ned i rødderne på flerårigt ukrudt (Madsen & Jakobsen 2004), selvom der foregår en samtidig vandtransport i xylemet fra rødderne og op i bladene.

### 1.7.4 Effekt på planten

Der er stor forskel på hvor følsomme forskellige planter er overfor fluroxypyr. Mange undersøgelser tyder på at det er den hastighed hvormed stoffet translokteres i planten, der er den mest afgørende faktor for toksisiteten af fluroxypyr (Hill *et al.* 1996, MacDonald 1994, Sanders & Pallett 1987).

Selvom planter optager lige store mængder fluroxypyr-MHE gennem bladet, sker hydrolysen til fluroxypyr langt hurtigere hos nogle planterarter end hos andre (Sanders & Pallett 1987). Dette medfører at stoffet kan transporteres ud i planten inden for en kortere periode, og derved give en

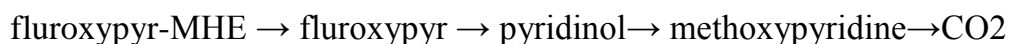
større effekt på planten, hvilket forklarer forskelle på planters følsomhed overfor stoffet. Mobiliteten af et herbicid er altafgørende for kontrollen af flerårigt ukrudt med dybtgående rødder, hvor basipetal transport af det systemiske herbicid er en vigtig forudsætning for langsigtet bekæmpelse (MacDonald 1994). Forsøg har vist at mindre følsomme arter i starten viste tydelige auxin-type symptomer, såsom bøjning af bladstilken, krøllede blade og forøget vækst af stænglen. Men herefter dannedes der nye sideskud og planterne endte med at komme sig. Følsomme arter derimod døde af bladstilk- og stængelnekrose og tab af visnende blade (Sanders & Pallets 1987). Selvom translokeringsraten anses for den vigtigste faktor for plantearternes forskel i tolerance overfor et herbicid, findes der mange andre årsager. Der kan være tale om forskelle på morfologien og fysiologiske forskelle. Herbicider, der skal optages gennem bladene, som fx fluroxypyr, skal først hæftes på overfladen, absorberes af planten og derefter translokeres til det virksomme sted i planten. Graden af disse tre faktorer plus hvor aktivt stoffet er og hvor hurtigt det nedbrydes i planten, har betydning for hvor effektivt stoffet virker på forskellige plantearter (Hill *et al.* 1996).

### **1.7.5 Starane 180S' effekter på miljøet**

Der er regler og begrænsninger for anvendelsen af alle sprøjtemidler. Starane 180S må kun anvendes til ukrudtbekæmpelse i foråret i korn, fodermajs og på græsarealer. Korn må ikke behandles senere end 2 måneder før høst, fodermajs ikke senere end 3 måneder før høst og græs må ikke afgræsses i 14 dage efter sprøjtningen (Middeldatabasen 2005). Almindeligvis skal der være en afstand på minimum 5 meter til vandmiljøet, men for Starane 180S står der på brugsanvisningen at det er fastsat at produktet ikke må anvendes nærmere end 10 meter fra vandmiljøet ved behandling af korn, og ikke nærmere end 20 meter fra vandmiljøet ved behandling af majs og græs.

#### **1.7.5.1 Skæbne i jorden**

Når der sprøjtes med herbicider på markerne er det umuligt kun at ramme ukrudtet. Afgrøden bliver også ramt, da man behandler med Starane 180S længe efter afgrødens fremspiring, og jorden bliver også ramt af herbicid. Når fluroxypyr-MHE rammer jorden hydrolyseres det, også her, hurtigt til fluroxypyr. Fluroxypyr nedbrydes relativt hurtigt til to metabolitter: 4-amino-3,5-dichloro-6-fluoropyridin-2-ol og 4-amino-3,5-dichloro-6-fluoro-2-methoxypyridine, der kaldes henholdsvis pyridinol og methoxypyridine (Lehmann *et al.* 1990a). Methoxypyridin ser ud til at dannes fra pyridinol, og det tænkes at ske ved mikrobiel methylation. Slutproduktet af nedbrydningen er CO<sub>2</sub>.



Halveringstiden for fluroxypyr varierede fra 7 til 23 dage afhængigt af jordtypen. Efter 100 dage er der kun meget små mængder pyridinol tilbage i jorden (Lehmann *et al.* 1990a).

Den relativt hurtige mikrobielle nedbrydning af herbicidet mindsker risikoen for nedsivning til grundvandet, men også stoffets binding til jordens partikler medvirker til dette. En højere  $K_{oc}$  angiver en stærkere binding til jordpartiklernes overflade.  $K_{oc}$  stiger med rækkefølgen af nedbrydningsprodukterne og med tiden i jorden, og bevirker at der kun er en meget lille risiko for at stoffet har en nedadgående bevægelse i jordprofilen og dermed usandsynligt at det ender i grundvandet (Lehmann *et al.* 1990b). 120 dage efter tilførsel af 600 g/ha fluroxypyr-MHE (normal tilført i praksis 120-180 g/ha), er stoffet stadig koncentreret i de øverste 7,5 cm af jorden, selvom der er vandet og der er faldet regn i perioden (Lehmann *et al.* 1991).

#### **1.7.5.2 Skæbne i vand**

Fluroxypyr-MHE absorberes hurtigt til vandløbets sediment og hydrolyseres så til fluroxypyr. Nedbrydningen af dette sker mikrobielt, med et meget lille bidrag fra photolyse. Nedbrydningen er hurtigst under aerobe forhold, hvilket oftest forekommer i vandløb. Det tidspunkt hvor 50 % af stoffet er forsvundet kaldes  $dt_{50}$  og er for fluroxypyr  $\frac{1}{2}$  - 2 uger ved 25 °C. Dette er nok en høj temperatur i hvert fald for danske vandtemperaturer, men for vandløb i det centrale Nordamerika hvor data stammer fra, estimerer de at fluroxypyr vil være nedbrudt i løbet af en vækstsæson i aerobe vandløb (Lehmann *et al.* 1993).

#### **1.7.5.3 Toksitet overfor levende organismer**

En IOBC/WPRS-work-group kaldet "Pesticides and beneficial organisms" fastslår at Starane 180S er uskadelig eller kun en smule toksisk overfor 19 testede nyttigivende organismer (Sterk *et al.* 1999). I Tabel 1.2 ses toksiske doser af Starane 180S' aktivstoffer overfor en række levende organismer.



**Tabel 1.2.** Toksiske doser af fluroxypyr og fluroxypyr-MHE for forskellige dyr.(data fra: The e-pesticide Manual, Twelfth Edition, version 2.2)

	<b>Fluroxypyr</b>	<b>Fluroxypyr-MHE</b>
LD <sub>50</sub> for rotter (akut; oral)	2405 mg/kg	>5000 mg/kg
LD <sub>50</sub> for ænder (akut; oral)	>2000 mg/kg	>2000 mg/kg
LC <sub>50</sub> (96 h) for ørreder	>100 mg/L	>opløselighedsgrænsen
LC <sub>50</sub> (48 h) for dafnier	>100 mg/L	>opløselighedsgrænsen
EC <sub>50</sub> (96 h) for alger	>100 mg/L	>opløselighedsgrænsen
LD <sub>50</sub> for bier (48 h; oral og kontakt)	>25 µg/bi	>100 µg/bi

Miljøstyrelsen klassificerer dog Starane 180S som ”meget giftig for organismer der lever i vand, -kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i vandmiljøet” (Planteværn 2006). Starane 180S anses som giftig for fisk, dafnier og alger, men miljøstyrelsen vurderer at anvendelsen af produktet ikke indebærer en uacceptabel risiko, når de påbudte zoner på 10 eller 20 meter og den maksimalt anbefalede dosis på 2 L/ha overholdes. En markdosis på 2 L/ha giver et indhold af fluroxypyr på 2,4 g/L i den sprøjteklare opløsning. Det er en meget høj dosis for vandlevende organismer, så miljøstyrelsens vurdering må skyldes at det er usandsynligt at der sprøjtes direkte i vandmiljøet ved den forøgede sprøjtefri zone, og pga. den lave sandsynlighed for tilløb af midlet fra markfladen, der skyldes fluroxypyrskæbne i jorden.

## 2.0 Materialer og metoder

Projektets forsøg består af forstudier, væksthushorsøg og feltundersøgelser.

I foråret 2006 påbegyndtes forstudier af de to plantearter, mælkebøtte og rødkløver, for at få kendskab til planternes måde at vokse og blomstre på. Dette blev gjort for at optimere de egentlige væksthushorsøg i 2007. Desuden blev planterne brugt til at finde en metode til pollenfarvning.

Forår og sommer 2007 blev brugt på hovedforsøgene i væksthuset: med herbicidsprøjtning, blomstertælling, pollenudtagning og på at tælle pollen i laboratoriet. Forsøgene blev lavet som dosis/responsforsøg, hvor planternes respons er blomstersætningen og blomsternes pollenproduktion, set som funktion af de forskellige doser af herbicidet Starane 180S.

Et mindre, supplerende, dosis/respons forsøg blev også udført, for at se Starane 180S' effekt på unge planter.

Desuden etableredes feltundersøgelserne ude i markhegnene.

## 2.1 Forstudier

### 2.1.1 Mælkebøtte

20 store mælkebøtteplanter (ikke artsbestemt) med tydelige blomsterknopper blev gravet op d. 22. april 2006 (Flauenskjold, Vendsyssel) og plantet i 5-10 liters potter. Potterne stod udendørs mens de blev tilset og vandet regelmæssigt. Blomstringen fandt sted i perioden fra ca. 3. til 18. maj. Hver plante producerede mellem 3 og 20 blomsterhoveder. I blomstringsperioden afløste den ene blomst den anden, og den enkelte blomstrede i gennemsnit i 2 dage afhængigt af vejret. I rigtig godt vejr blomstrede den enkelte blomst kun 1 dag og kun op til 3 dage i mindre godt vejr. I regnvejr gik blomstringen ligesom i dvale.

I løbet af blomstringsperioden blev udtaget pollenprøver til metodeudvikling af pollenfarvning og tælling. Med pincet blev udtaget 3 støvdragere fra de yderste ringe af støvdragere i blomsten, sådan at alle udtagninger foregik ved samme blomstringsstadium. Støvdragerene blev overført til 2 ml Eppendorf-rør, og tilsat ca. 1 ml 48 % etanol. Prøverne opbevarede mørkt.

### 2.1.2 Rødkløver

I forstudiet indgik ligeledes 20 rødkløver planter, af de tre sorter 'Merula', 'Renova' og 'Amos', hvoraf 'Merula' blev valgt til forsøgsplante i hovedforsøgene. Disse rødkløverplanter var to-årige planter, der havde været brugt til bestøvningsforsøg på DMU forrige år. De havde overvintret udendørs på DMU's forsøgsområde i deres nedgravede 3 liter potter, og var begyndt at skyde igen, da jeg d. 28. april 2006 gravede dem op og omplantede dem i 5-10 liters potter. Potterne stod udendørs mens de blev tilset og vandet regelmæssigt. Blomstringsperioden var fra ca. 15. juni til 5. juli. Hver plante satte mellem 3 og 15 blomsterhoveder. Her var blomstringen også midtpunktssøgende, men noget mere uregelmæssig end mælkebøtterne. På blomsterhovedets skyggeside udvikledes blomsterne senere. Hvert hoved blomstrede i op til en uge, mens de enkelte blomster i hovedet kun blomstrede 1-2 dage. Derfor blev der taget pollen fra 3 blomster i blomsterhovedet, der så ud til at være på samme stadium. Alle støvdragere i de 3 udvalgte blomster blev udtaget, da det viste sig at være bedst at tage hele blomsten og mose den rundt mod Eppendorf-

rørets inderside og skylle pincetten af med etanolen. Disse prøver opbevares ligeledes mørkt indtil pollen blev talt i laboratoriet.

### **2.1.3 Pollen, -farvning og tælling**

Carmineddikesyre kan bruges til at farve kromosomer (McClintock 1929) og bruges ofte til at fremhæve celler i delingsfasen. Levende pollen farves røde med carmineddikesyre. Døde pollen farves ikke og beholder deres egen farve, hvorved levende og døde pollen visuelt kan adskilles.

Carmineddikesyren blev lavet d. 3. maj 2006 og 12. april 2007, ved at omrøre 2 g carmin, 24 ml 99-100 % eddikesyde og 26 ml demineraliseret vand, på magnetomrører i 4 timer, hvorefter det filtreres (Bridgewater 2007). Den pinkfarvede væske opbevares i en brun glasflaske ved stuetemperatur.

Efter mange forsøg med forskellige mængder pollen i etanol, trækketid, glycerol før og efter, tjek for om pollenet sidder fast på rør, pipette eller plantedele osv. blev denne fremgangsmåde udviklet:

- 1) Prøverne omrystes på en vortex-mixer i 30 sekunder, for at frigive pollen fra støvdragerene til etanolen.
- 2) Støvdragerne og andet plantemateriale fjernes straks med pincet, så kun pollen er tilbage i etanolen.
- 3) Prøverne centrifugeres ved 8000 G i 2 minutter, så pollen samles i bunden af røret.
- 4) Med pipette fjernes etanol øverst fra røret, så der er ca. 500 µl tilbage i røret.
- 5) Rør + væske vejes.
- 6) Prøven omrystes i 20 sek, for at opløse pollen i etanolen igen. Der udtages omgående 10 µl prøve til hvert af 5 objektglas.
- 7) Til hvert objektglas tilsættes 20 µl carmineddikesyre, og farven fordeles i prøven med pipettespidsen.
- 8) Objektglassene lægges til tørre indtil væsken er tørret ind (ca. 10 minutter).
- 9) Derefter tilsættes en dråbe glycerol til hver, og der lægges dækglas på. Efter et par minutter er glycerolen trængt ud.

Ovenstående procedure blev udført i stinkskaab med udsug. Efter glycerolen er trængt ud tages objektglassene ud af stinkskaabet, og de 5 replikater af hver prøve tælles under stereolup. Ved 25 ganges forstørrelse ses pollen bedst. Det passer med en forskydning på 7 mm på tællebordet mellem kolonnerne. Antallet af farvede og ufarvede pollen angives.

## 2.2 Væksthusforsøg

### 2.2.1 Starane 180S' effekt på blomstring og pollenproduktion

Frø af rødkløver ('Merula', diploid kultivar) og mælkebøtte (ruderal, ikke artsbestemt, men af samme slags) blev d. 21. april 2006 sået i spiringsbakker i vækstmuld fra Stenrøgel (bilag 1) og sat til spiring i væksthuset på et automatisk vandingsbord (bilag 2). Potterne blev vandet fra neden to gange dagligt, kl. 9.00 og 14.00, med en standard næringsopløsning (bilag 2). Efter ca. 3 uger (rødkløver 7.-8. maj og mælkebøtte 10.-11. maj), prikles de fremspirede planter i 3 liters potter med 2 planter i hver. Derefter står de på vandingsbordet indtil de d. 14. juni 2006 flyttes udendørs på DMU's forsøgsområde, for at planterne kan udvikles så naturligt som muligt. Potterne graves  $\frac{3}{4}$  ned i jorden, og vandes automatisk med vandværksvand 1 gang dagligt, for at undgå udtørring over sommeren. Fra efteråret 2006 til april 2007 vandes de ikke.

Mælkebøtterne graves op d. 3. april 2007, og rødder der går ud gennem pottens bund rives over. De stilles et skyggefuldt sted for at mindske blomstringen, og vandes dagligt med vandværksvand. 64 potter udvælges. Disse sprøjtes med Starane 180S d. 11. april 2007, og stilles derefter på det automatiske vandingsbord i væksthuset.

Rødkløverne graves op d. 12. april 2007, og rødder der går ud gennem pottens bund rives over. En del omplantes, da der mangler jord i mange af dem. Potterne står udendørs og vandes kl. 7.00 hver morgen, mens de vokser sig større. Den 24. maj udvælges 64 potter og de stilles ind i væksthuset på det automatiske vandingsbord. Rødkløverne sprøjtes med Starane 180S d. 30. maj 2007.

Mens planterne er i væksthuset vandes de automatisk to gange dagligt, kl. 9.00 og 14.00, med næringsopløsning. Vinduerne i loftet åbnes og lukkes automatisk afhængigt af temperatur og regnvej, og der er insektnet for, så insekter ikke kan flyve ind og spise pollen. Inden planterne sprøjtes med Starane 180S, nippes alle de udsprungne blomster og lidt åbne knopper af, for at sikre at pollenet ikke sprøjtes direkte, så alle blomster er behandlet ens. Planterne blev sprøjtet i en automatisk pottesprøjte designet af Jens Kristensen i 1994. På en bom sidder to sprøjtedysser af typen 4110-16 med en indbyrdes afstand på 53 cm. Bommen kørte hen over potterne, der var placeret 50 cm fra bommen. Afstanden til sprøjtebommen indstilles efter planternes højde da rødkløverne er meget højere end mælkebøtterne. Der kalibreres til at sprøjte med 150 L/ha af det fortyndede sprøjtemiddel. For hver plantearart var der fire grupper, der blev behandlet med hver sin

dosis af sprøjtemidlet: anbefalet markdosis (100 %), 25 % af markdosis, 5% af markdosis og en kontrol, der blev sprøjtet med vandværksvand (0 %). Anbefalet markdosis er 0,8 L/ha for korn/ vintersæd, som er de afgrøder der aftager langt den største andel af den solgte mængde Starane 180S (Bekæmpelsesstatistik 2004). Doserne er valgt således at 100 % viser den effekt sprøjtemidlet har på ukrudtet i den sprøjtede mark, 5 % repræsenterer den forventede dosis af sprøjtemidlet der ved afdrift afsættes på planterne i markhegnenes fodpose under sprøjtningen af konventionelle marker (Holterman *et al.* 1997, Weisser *et al.* 2002), og 0 % repræsenterer hegn på økologiske brug. En dosis på 25 % af markdosis vil kun findes i hegnets fodpose i sjældne tilfælde, men er taget med for at være sikker på at se en effekt af en reduceret markdosis.

I hver gruppe er 16 potter, og i sprøjtekammer sprøjtes 2 potter ad gangen. Efter hver sprøjtning ventes 30 sekunder før kammerets skydedør åbnes. Efter sprøjtningen stilles potterne tilbage på vandingsbordet, hvor de står i ca. 1½ måned mens der tages pollenprøver og tælles blomster. Der udtages pollenprøver fra én blomst pr. potte på dag 2, 5 og 7 efter sprøjtningen, efter samme metode som beskrevet ovenfor for den respektive planteart. På de samme tre dage og syv dage yderligere (Tabel 2.1) blev antallet af nyudsprungne blomsterhoveder talt, og derefter nippet af.



**Figur 2.1.** Automatisk pottesprøjte (Jens Kristensen i 1994).

**Tabel 2.1.** Tallene angiver antal dage efter planterne er sprøjtet med herbicidet Starane 180S. På disse dage er der udtaget pollen og talt hvor mange nye blomster der blomster.

Pollenprøver	mælkebøtte	2	5	7							
	rødkløver	2	5	7							
blomster tælling	mælkebøtte	2	5	7	9	12	15	21	27	35	43
	rødkløver	2	5	7	9	12	15	19	27	34	44

I laboratoriet blev pollenprøverne behandlet og talt under stereolup, efter samme metode som beskrevet i afsnit 2.1.3.

### 2.2.2 Starane 180S' effekt på unge planter

Da den visuelle effekt af Starane 180S ikke var så kraftig som jeg havde forventet, selv ikke ved 100 % af markdosis, på de toårige forsøgsplanter, besluttede jeg at lave et tjek-up forsøg på unge planter. Når man om foråret sprøjter mod ukrudt i marken, er det med henblik på at slå nyfremspiret frøformeret ukrudt ihjel. Dvs. at fuld markdosis på 100 % i hvert fald burde slå de små planter ihjel. Jeg brugte de samme koncentrationer af Starane 180S i forsøget med de unge planter. Hvis de døde af reducerede herbiciddoser, vil det jo også have betydning, for mængden af pollen der kan produceres i hegnene, at nyfremspirede planter dør, eller blot at deres vækst hæmmes. Forsøget på de små planter blev lavet som dosis/respons forsøg, hvor vægten af planterne i de forskellige behandlinger blev opgjort 14 dage efter sprøjtningen.

Mælkebøtte- og rødkløverfrø sås i spiringsbakker d. 16. maj 2007, og prikles om d. 24. maj så der er ca. 25 planter pr. bakke. Den 11. juni 2007 sprøjtes bakkerne med Starane 180S, i samme doser og efter samme metode som beskrevet ovenfor. Mælkebøtterne har 4 rigtige blade foruden de 2 kimblade, og rødkløverne har ca. 3 rigtige blade foruden det første runde kimblad.

OECD guidelines for test af kemikalier på planter, foreskriver at planterne skal sprøjtes med kemikaliet når planterne har 2-4 ægte blade (OECD 2006).

Under hele forsøget står de 8 bakker i væksthuset, på automatisk vandingsbord.

Efter 14 dage (d. 25. juni) klippes planterne af lige over jordoverfladen. Planterne fra hver behandling lægges i hver sin papirpose og anbringes i varmeskab i 24 timer

ved 80 grader. Derefter vejes planterne i hver gruppe samlet og tør-vægten noteres. Vægtforskellen beregnes i forhold til antallet af planter i den enkelte behandling. Da planterne er vejet sammen i hver gruppe kan der ikke beregnes spredning for middelværdierne.



**Figur 2.2.** Skitser af de unge mælkebøtte- og rødkløverplanter ved tidspunktet for behandlingen med Starane 180S.

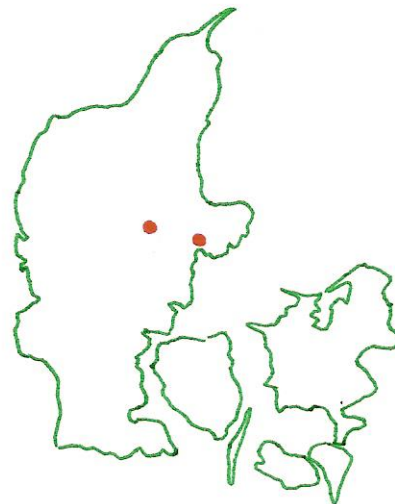
## 2.3 Feltforsøg, -optælling af blomster i markhegn

Over en 14 dages periode fra 2. til 16. maj 2007, etableredes felterne i 30 markhegn i omegnen af de to byer Bjerringbro (mellem Viborg og Randers) og Rønne (ved Kalø Vig). Velegnede hegn er fundet ud fra luftfoto over områderne og derefter blev der personligt hentet tilladelse hos de involverede landmænd. Bilag 3 indeholder en fortegnelse over hegnene og landmændenes kontaktoplysninger. Hegnene er valgt således at der er både økologiske og konventionelle hegn fra begge områder, så forskelle på floraen der skyldes jordbundsforhold er minimeret. Alle valgte hegn består af løvfældende træer, men der er både enkeltrækkede hegn og brede hegn. Disse er så vidt muligt også fordelt på økologiske og konventionelle landbrug og i forhold til forsøgsområdernes jordbundsforhold.

Indenfor de sammenlignelige hegn, er der også valgt hegn af samme alder. På denne måde er de



**Figur 2.4.** Etablering af permanente optællingsfelter (1 m<sup>2</sup>) i markhegnenes fodpose.



**Figur 2.3.** Opmærkning af de to områder hvor feltundersøgelserne af markhegnene fandt sted.

konventionelle og økologiske hegn sammenlignelige som grupper. Alle hegn ligger ca. nord-syd og feltregistreringerne af de blomstrende planter er gjort på vestsiden, som er den sol eksponerede side.

I hvert hegn blev opmålt og afmærket en 100 m strækning, og med ca. 10 meters mellemrum blev etableret i alt 10 optællingsfelter a 1 m<sup>2</sup> i hegnets fodpose. Kvadraterne blev afmærket med hjørnepinde af hvid plast, så felterne er permanente gennem hele forsøget. Samtidig med dette arbejde, blev blomstrende planter registreret efter følgende metode:

Blomstringens længde for hegnet opgøres ved at registrere alle blomstrende plantearter langs den afmærkede 100 m strækning.

Blomstringsfrekvensen bestemmes som det antal af 1

m<sup>2</sup> plot ud af de 10, hvori en given planteart blomstrer.

Tætheden af blomster tælles for hver blomstrende planteart som det antal blomster planten har i de afmærkede 1 m<sup>2</sup> plot. For plantearter der har de enkelte blomster samlet i blomsterstande fx skærmbloomster tælles antallet af skærme.

Optællingerne af de blomstrende planter gentages på samme måde i de etablerede felter yderligere fire gange i over vækstsæsonen. Herved kan det ses om der er forskelle i plantearternes blomstringslængde mellem hegnstyperne over tid.

## 2.4 Statistisk databehandling

Data er testet for normalfordeling ved Kolmogorov-Smirnov testen. Alle mine data indeholdt grupper, som ikke var normaltfordelte, og/eller hvor transformering af data ikke hjalp.

I mange grupper er data desuden ubalancerede og derfor er valgt den non-parametriske Kruskal-Wallis test, med efterfølgende Bonferroni-korrektion af p-værdierne. I signifikanstabellerne i resultatafsnittet er p-værdierne suppleret med stjerner for signifikansniveauerne:

$p < 0,001$  angives med \* \* \*

$p < 0,01$  angives med \* \*

$p < 0,05$  angives med \*

Næsten ét-stjernet signifikans angives med (\*)

Ikke-signifikante forskelle angives med n. s. (non signifikant)

De statistiske analyser er udført i *Analyse-it*®, som er et tillægsprogram til Microsoft Excel.



## 3.0 Resultater

### 3.1 Forekomst af mælkebøtte og rødkløver i to typer markhegn, feltundersøgelse

Resultaterne af feltundersøgelserne viser tydeligt, at der var langt flere blomstrende plantearter, i hegn som ligger op til økologiske marker, i forhold til hegn der ligger op til konventionelle marker (Tabel 3.1).

**Tabel 3.1.** Gennemsnitligt antal blomstrende plantearter pr. hegn  $\pm$  standardfejl i markhegnenes fodpose på økologiske hhv. konventionelle brug. Antallet af planter mellem de to typer hegn er \*\*\*signifikant forskelligt med  $p = 0,0006$  ved Kruskal-Wallis test.

	<b>Økologiske</b>	<b>Konventionelle</b>
<b>Antal plantearter pr. hegn</b>	89,0 $\pm$ 6,19	53,8 $\pm$ 6,68

I feltundersøgelserne blev der i alt observeret 203 forskellige blomstrende plantearter, hvoraf 84 plantearter blomstrede i begge typer hegn. Desuden var der 13 plantearter der udelukkende blev observeret i hegn der lå op til konventionelle marker, og 106 plantearter der udelukkende forekom i hegn på økologiske brug. Observationerne er gjort i 10 konventionelle hegn og 20 økologiske hegn og kan derfor ikke sammenlignes fuldstændigt, men giver dog et billede af forskellen mellem de to brugstypers indflydelse på vegetationen i de tilstødende hegn. I Bilag 4 findes en fuldstændig artsliste over de observerede plantearter og deres tilstedeværelse i hegn på de to brugstyper.

I hegn op til økologisk dyrkede marker blev der fundet mælkebøtter i 85 % af hegnene og det gennemsnitlige antal blomster pr. hegn (10 m<sup>2</sup>) var 11,5  $\pm$  22,0. I hegn på konventionelle brug blev fundet mælkebøtter i 50 % af hegnene, men det gennemsnitlige antal blomster pr. hegn (0,30  $\pm$  0,50) var meget lavere end i hegn på økologiske brug (Tabel 3.2).

**Tabel 3.2.** Forekomsten af blomstrende mælkebøtter og rødkløver i fodposen ved hegn der støder op til konventionelle og økologiske marker, angivet som procentdel af det totale antal hegn af den pågældende type. Desuden angives det gennemsnitlige antal af blomster pr. hegn (10 m<sup>2</sup>).

<b>Hegnstype</b>	<b>Plantart</b>	<b>Procentdel af hegnene hvor planten er observeret</b>	<b>Gennemsnitligt antal blomster pr. hegn (10 m<sup>2</sup>)</b>
Økologisk	Mælkebøtte	85 %	11,5 $\pm$ 22,0
	Rødkløver	40 %	0,15 $\pm$ 0,50
Konventionelt	Mælkebøtte	50 %	0,30 $\pm$ 0,50
	Rødkløver	-	-

Rødkløver blev observeret i 40 % af hegnene på økologiske brug, men var fåtallige. I hegn op til konventionelt dyrkede marker blev der ikke observeret rødkløver.

Mælkebøttens hovedblomstring var tidligt på sommeren. Den blev talt i stort antal ved første registrering i hegn op til økologiske marker fra 2.-10. maj, og blev derefter kun observeret i enkelte hegn ved anden og tredje registrering på hhv. 19.juni og 17.-19. juli. I hegn op til konventionelle marker var der kun få mælkebøtter tilstede og kun ved første registrering fra 3.-14. maj. Rødkløver forekom kun i hegn på økologiske brug og blomstrede senere på sæsonen. Den havde en lang blomstringsperiode og forekom med stort set samme antal blomstrende individer ved de tre sidste registreringer, hhv. 17.-26. juli, 15.-22. august og 10.-13. september. Enkelte blomstrende rødkløver blev også observeret ved anden registrering d. 28. juni.

### 3.2 Visuel effekt af Starane 180S på forsøgsplanterne

Den visuelle effekt af Starane 180S på et år gamle planter i væksthushorsøget var ikke så tydelig. For rødkløverens vedkommende var det kun planter behandlet med fuld markdosis, der med tiden blev kraftigt påvirket. Efter nogle uger begyndte de at visne for til sidst at dø. De reducerede doser bevirkede en lille væksthæmning lige efter behandlingen med Starane 180S (Figur 3.1), men der kunne ikke ses forskel mellem kontrolplanter og planter behandlet med 5 % af markdosis ved afslutningen af forsøget. Planter behandlet med 25 % af markdosis så kun ud til at være lidt mindre af vækst.



**Figur 3.1.** 1 år gamle rødkløverplanter 14 dage efter behandling med Starane 180S i doser på hhv. 0, 5, 25 og 100 % af markdosis på 0,8 L/ha (fra venstre til højre).

Et år gamle mælkebøtteplanter døde ikke ved fuld markdosis, men planternes vækst var tydeligt hæmmet i en lang periode og knopperne sprang ikke ud. I slutningen af forsøgsperioden så de en smule bedre ud. Blomsterstilkene blev tykkere, men bladene voksede ikke. Kronblade og støvknapper blev længere og skæve i deres vækst (Figur 3.2). Selvom de resterende knopper visnede hen, er det sikkert at planterne ville overleve behandlingen. Der var ikke nogen tydelig visuel forskel på planterne behandlet med de reducerede doser af Starane 180S i forhold til kontrollen.



**Figur 3.2.** (ovenfor): Mælkebøtte behandlet med markdosis på 0,8 L/ha af Starane 180S (t.v) i forhold til en ubehandlet mælkebøtteplante (t.h.).  
(til venstre): Forlængede og misformede kronblade og støvdragere hos mælkebøtte efter behandling med markdosis på 0,8 L/ha af Starane 180S.

### 3.3 Effekt af Starane 180S på unge planter i væksthushorsøg

Unge mælkebøtte- og rødkløverplanter havde visuelle effekter af alle doser af Starane 180S (Tabel 3.3).

**Tabel 3.3.** Visuelle effekter af herbicidet Starane 180S på unge mælkebøtteplanter (4 rigtige blade) og unge rødkløverplanter (3 rigtige blade). 0, 5, 25 og 100 % angiver den procentdel af anbefalet markdosis (0,8 L/ha) af Starane 180S planterne er sprøjtet med. Dag 2, 9 og 14 er antallet af dage efter sprøjtningen.

		0 %	5 %	25 %	100 %
<b>Mælkebøtte</b>	<b>Dag 2</b>	Helt fine	Lidt slappe og en smule indrullede bladkanter	Lidt mere slappe, nogle ligger ned, lidt lysere grønne	Næsten alle ligger ned, endnu en smule lysere grønne
	<b>Dag 9</b>	Helt fine	Smallere og lidt indrullede blade	Planterne er mindre, bladene er foldede, en stor del ligger ned	Næsten alle ligger ned, planterne er små, og bladene er helt indrullede
	<b>Dag 14</b>	Helt fine	Næsten helt fine, lidt smallere blade	Meget mindre, en del er halvvisne	Alle ligger helt ned, og er halvvisne
<b>Rødkløver</b>	<b>Dag 2</b>	Helt fine	Bladene er lidt foldede	En del ligger ned med foldede blade	Alle ligger ned, har foldede blade og stænglerne er lidt snoede
	<b>Dag 9</b>	Helt fine	Næsten helt fine, men med få foldede blade	En del er stadig opretstående, men med foldede blade	Alle ligger ned
	<b>Dag 14</b>	Helt fine	Helt fine	Mange opretstående, men de har noget mindre blade med indrullede kanter	Alle ligger helt ned, og er halvvisne

Planter behandlet med 5 % af markdosis er til at begynde med påvirket af behandlingen, men kommer sig i løbet af 14 dage og overlever behandlingen. De ser næsten ud som kontrolplanterne ved forsøgets afslutning. Ved fuld markdosis dør begge plantearter med tiden, men ved 25 % behandlingen forbedres rødkløverens tilstand i løbet af perioden, mens mælkebøttens tilstand forværres i tiden efter sprøjtningen. Det er ikke helt tydeligt om planter behandlet med 25 % af markdosis vil overleve med tiden eller ej. Planternes biomasse påvirkes også af koncentrationen af Starane 180S (Tabel 3.4).

**Tabel 3.4.** Gennemsnitlig biomasse af unge mælkebøtte- (4 rigtige blade) og rødkløverplanter (3 rigtige blade), der er sprøjtet med Starane 180S i doser på hhv. 0, 5, 25 og 100 % af markdosis på 0,8 L/ha, 14 dage efter sprøjtningen. Reduktionen i % er angivet i forhold til den ikke-sprøjtede kontrol (0 %).

	<b>Behandling</b>	<b>Plantebiomasse, tørvægt (g/plante)</b>	<b>% reduktion</b>
<b>Mælke- bøtte</b>	<b>0 %</b>	0,54	-
	<b>5 %</b>	0,42	22,2 %
	<b>25 %</b>	0,22	59,3 %
	<b>100 %</b>	0,15	72,2 %
<b>Rød- kløver</b>	<b>0 %</b>	0,43	-
	<b>5 %</b>	0,42	2,3 %
	<b>25 %</b>	0,29	32,6 %
	<b>100 %</b>	0,12	72,1 %

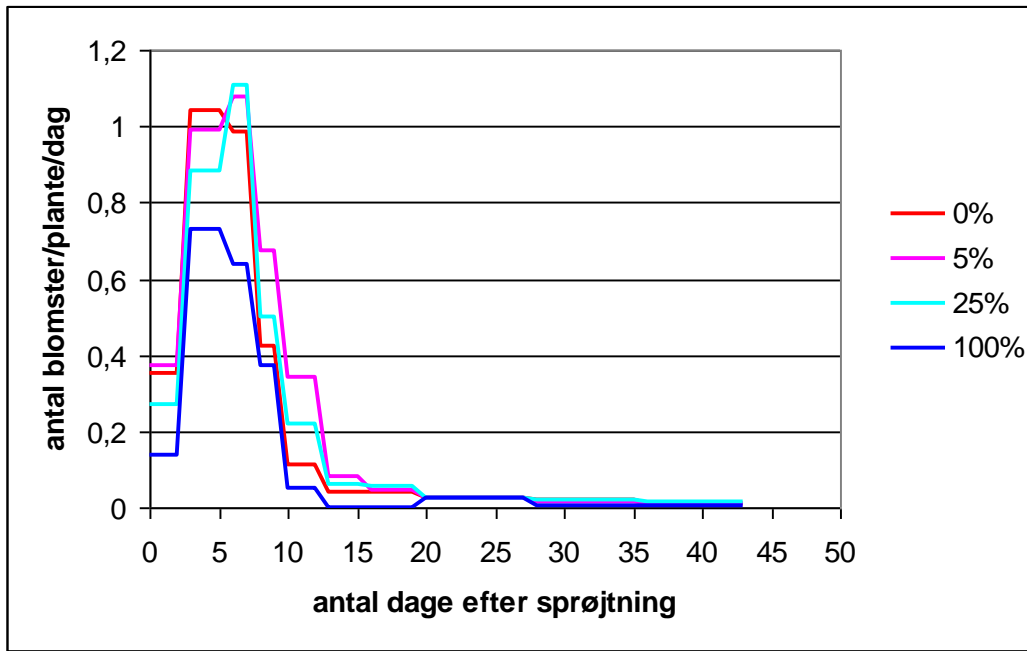
Rødkløver tåler doserne på 5 og 25 % bedre end mælkebøtte, med en reduktion i biomasse i forhold til kontrollen på 2,3 % mod en reduktionen på 22,2 % hos mælkebøtte ved 5 % behandlingen, og ved 25 % behandlingen på 32,6 % i forhold til 59,3 % hos mælkebøtte. Det er tydeligt at begge plantearter tager større skade som helt unge planter end som veletablerede planter.

### 3.4 Effekten af Starane 180S på blomstringen i væksthushorsøget

#### 3.4.1. Mælkebøtte

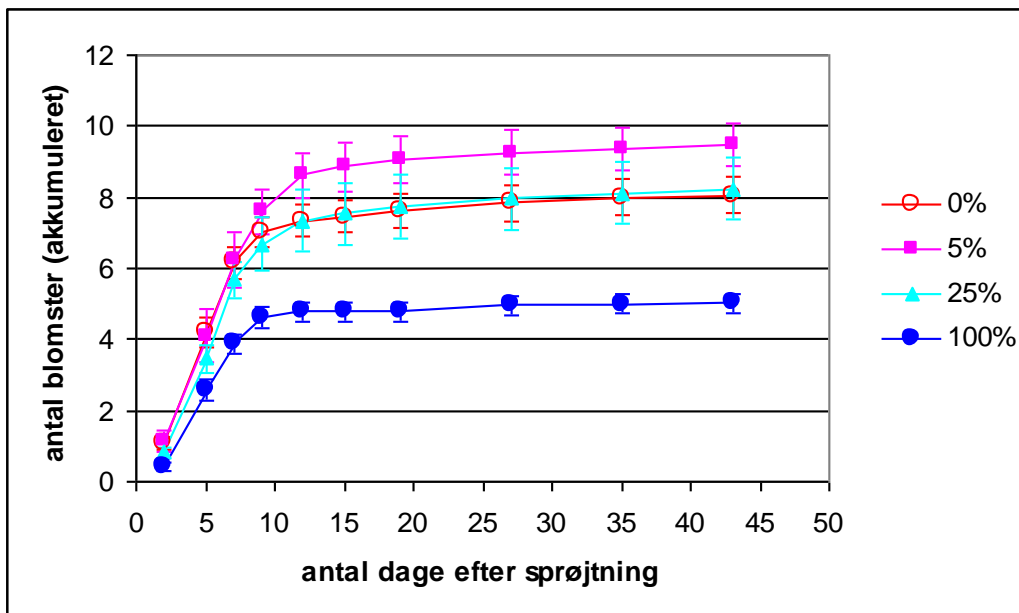
Et år gamle mælkebøtteplanter producerede i gennemsnit otte blomster pr. plante i blomstringsperioden. Behandlingen med Starane 180S i fuld markdosis bevirkede en reduktion til fem blomster pr. plante. Afdriftsrelevante doser på 5 og 25 % af markdosis reducerede ikke antallet af blomster hos mælkebøtte.

Antallet af nyudsprungne blomster var højest i starten af forsøgsperioden for alle behandlinger og nåede maximum omkring dag 7, hvorefter antallet af nyudsprungne blomster hurtigt aftog (Figur 3.3).



**Figur 3.3.** Antal nyudsprungne blomster pr. plante hos et år gamle mælkebøtteplanter, som funktion af antal dage fra behandlingen med Starane 180S i fire doser på hhv. 0, 5, 25 og 100 % af markdosis på 0,8 L/ha. Antal blomster pr. dag er gennemsnittet af antal nyudsprungne blomster pr. plante i perioden mellem to optællingsdage.

Blomstringen følger samme forløb for alle fire behandlinger, men på forskelligt niveau (Figur 3.3 og 3.4).



**Figur 3.4.** Det totale antal blomster pr. plante hos et år gamle mælkebøtteplanter, som funktion af antal dage efter behandling med Starane 180S i fire doser på hhv. 0, 5, 25 og 100 % af markdosis på 0,8 L/ha. Antallet af nyudsprungne blomster pr. optællingsdag er akkumuleret over tiden. (standardfejlen er anført).

Blomstringens forløb var ens for kontrolbehandlingen (0 %), 5 og 25 % behandlingen (Tabel 3.5). Muligvis ses en tendens til at lave doser Starane 180S virker stimulerende på blomstringen hos mælkebøtte, da der er en lille forøgelse i det totale antal blomster ved 5 % behandlingen i forhold til kontrolbehandlingen og 25 % behandlingen. 5 % behandlingen var dog ikke signifikant forskellig fra behandling 0 og 25 %. Fuld markdosis (100 %) havde en negativ effekt på det totale antal blomster (Figur 3.4) og gav en signifikant lavere produktion af blomster i forhold til de tre andre behandlinger (Tabel 3.5).

**Tabel 3.5.** Signifikansniveau, for det totale antal af producerede mælkebøtteblomster pr. plante, mellem to behandlingsdoser. Planterne er behandlet med Starane 180S i 4 doser på 0, 5, 25 og 100 % af markdosis på 0,8 L/ha. Kruskal-Wallis test og bonferroni korrektion af p-værdierne, med signifikansniveauerne:  $p < 0,001 = ***$ ,  $p < 0,01 = **$ ,  $p < 0,05 = *$  og næsten signifikant  $p > 0,05 = (*)$ .

Dosis %	5	25	100
0	n. s.	n. s.	< 0,0001 * * *
5		n. s.	< 0,0001 * * *
25			0,0005 * * *

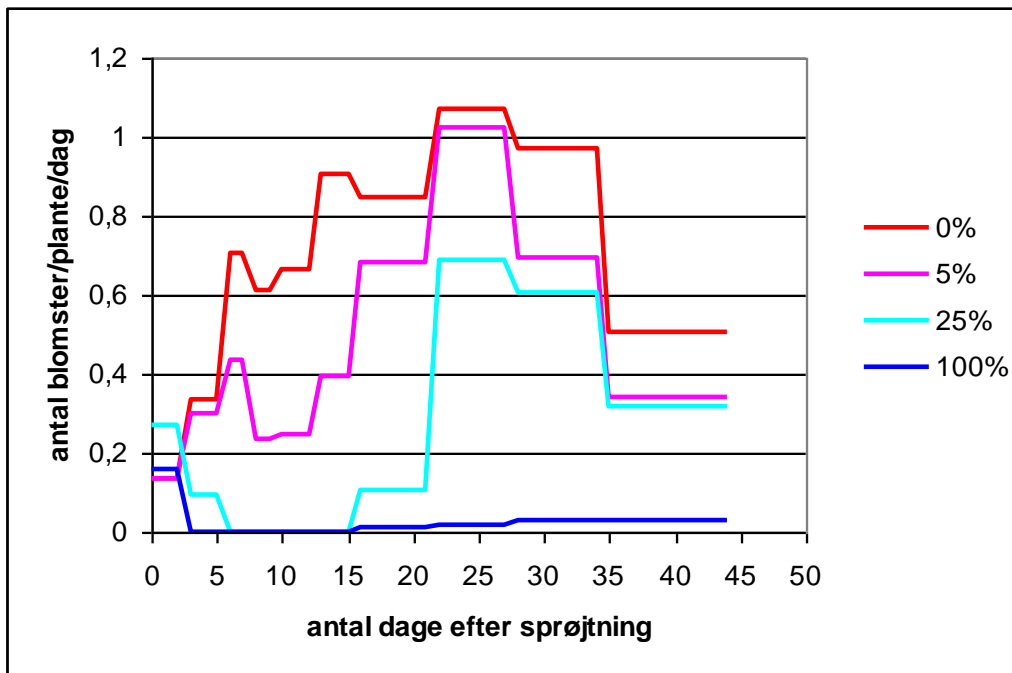
Forsøget viser at Starane 180S kun ved meget høje koncentrationer har en negativ effekt på blomstringen hos mælkebøtte.

### 3.4.2 Rødkløver

Et år gamle rødkløverplanter producerede i gennemsnit 32 blomster pr. plante i blomstringsperioden. Sprøjtning med fuld markdosis af Starane 180S bevirkede at planterne i gennemsnit kun producerede en blomst pr. plante, og at planterne døde i løbet af forsøgsperioden. De afdriftsrelevante doser bevirkede en nedgang i det totale antal blomster til 23 og 13 blomster pr. plante for hhv. 5 og 25 % behandlingerne.

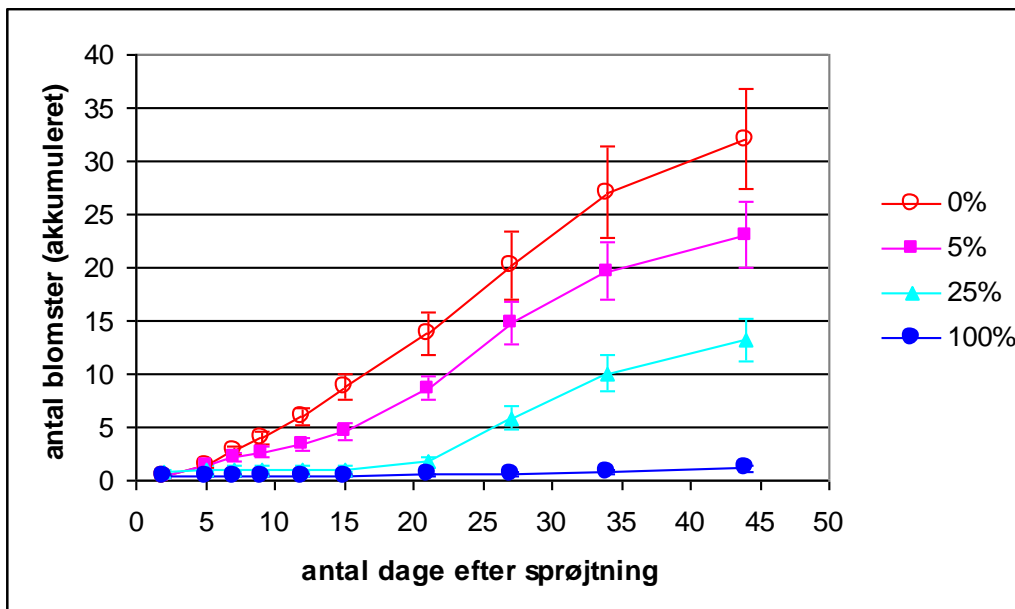
Rødkløver blomstrede over en lang periode sammenlignet med mælkebøtte og blomstringen var ikke afsluttet ved sidste optælling 44 dage efter forsøgets start, men var dog aftagende (Figur 3.5). Hovedblomstringen forsinkedes med stigende koncentration af Starane 180S, der således forkortede blomstringsperioden (Figur 3.5).





**Figur 3.5.** Antal nyudsprungne blomster pr. plante, hos et år gamle rødkløverplanter, som funktion af antal dage efter behandling med Starane 180S i fire doser på hhv. 0, 5, 25 og 100 % af markdosis på 0,8 L/ha. Antallet af blomster pr. dag er gennemsnittet af antal nyudsprungne blomster i perioden mellem to optællingsdage.

Blomstringen fulgte samme forløb for alle fire behandlinger, men på forskelligt niveau (Figur 3.5 og 3.6).



**Figur 3.6.** Det totale antal blomster pr. plante hos et år gamle rødkløverplanter, som funktion af antal dage efter behandling med Starane 180S i fire doser på hhv. 0, 5, 25 og 100 % af markdosis på 0,8 L/ha. Antallet af nyudsprungne blomster pr. optællingsdag er akkumuleret over tiden. (standardfejlen er anført).

Det totale antal blomster pr. plante aftog med stigende koncentration af Starane 180S. Hos planter der havde fået fuld markdosis sprang næsten ingen blomster ud, og denne behandling adskilte sig signifikant fra de øvrige behandlinger (Tabel 3.6). Der er også signifikant forskel mellem 25 % behandlingen og behandlingerne med 0 og 5 %. Der er ikke statistisk forskel på kontrolbehandlingen og 5 % behandlingen (Tabel 3.6).

**Tabel 3.6.** Signifikansniveau, for det totale antal af producerede rødkløverblomster pr. plante, mellem to behandlingsdoser. Planterne er behandlet med Starane 180S i 4 doser på 0, 5, 25 og 100 % af markdosis på 0,8 L/ha. Kruskal-Wallis test og bonferroni korrektion af p-værdierne, med signifikansniveauerne:  $p < 0,001 = ***$ ,  $p < 0,01 = **$ ,  $p < 0,05 = *$  og næsten signifikant  $p > 0,05 = (*)$ .

Dosis %	5	25	100
0	n. s.	0,0002 * * *	< 0,0001 * * *
5		0,0213 *	< 0,0001 * * *
25			< 0,0001 * * *

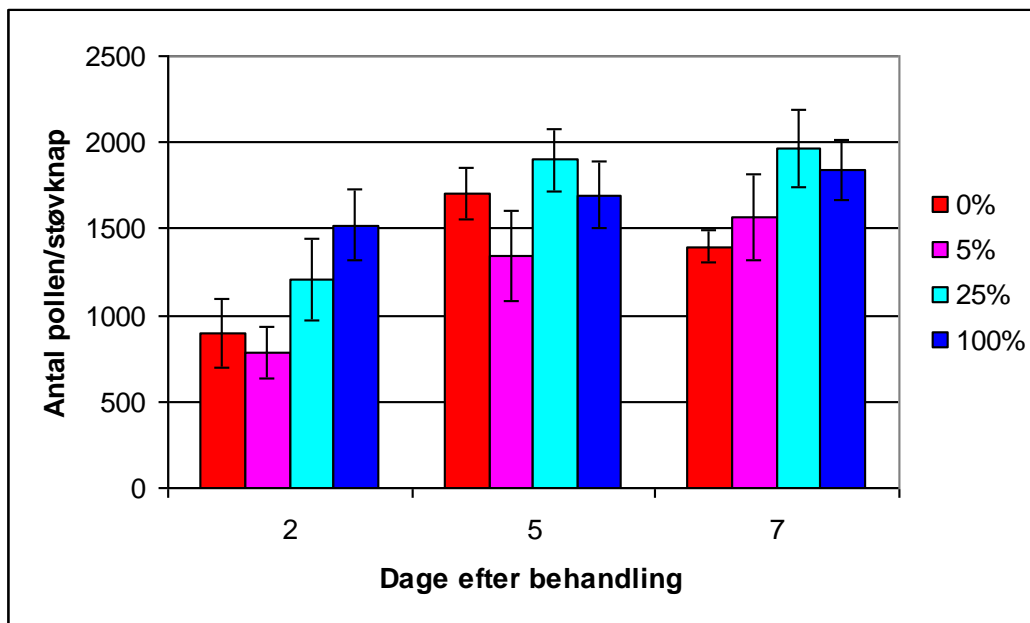
Forsøget viser at Starane 180S har en negativ effekt på blomstringen hos rødkløver. Antallet af udsprungne blomster reduceres med stigende koncentration af Starane 180S.

### 3.5 Effekt af Starane 180S på pollenproduktionen i væksthushorsøget

#### 3.5.1 Mælkebøtte

Et år gamle mælkebøtteplanters pollenproduktion påvirkes ikke af den lave afdriftsrelevante dosis af Starane 180S på 5 % af markdosis. Den høje afdriftsdosis på 25 % af markdosis bevirkede en øget produktion af pollen pr. støvknap, ligesom fuld markdosis gjorde. Der var en naturlig stigning i pollenproduktionen med tiden, og en tendens til at denne stigning blev ”boostet” med stigende koncentration af Starane 180S.

To dage efter sprøjtningen er der en tendens til at Starane 180S havde en stimulerende effekt på pollenproduktionen hos mælkebøtte (Figur 3.7). Dog var pollenproduktionen pr. støvknap lavere for 5 % behandlingen end for kontrolbehandlingen. Der er ikke statistisk signifikant forskel på nogen af behandlingerne (Tabel 3.7).



**Figur 3.7.** Pollenproduktionen hos mælkebøtte angivet som gennemsnitligt antal pollen pr. støvknop, for de fire doser af Starane 180S på hhv. 0, 5, 25 og 100 % af mark dosis på 0,8 L/ha, på dag 2, 5 og 7 efter behandlingen. (standardfejlen er anført).

Pollenproduktionen havde en tendens til at stige fra dag 2 til dag 5 ved alle behandlinger (Figur 3.7), men stigningen er dog kun signifikant for kontrolbehandlingen og 25 % behandlingen (Tabel 3.8). På dag 5 var pollenproduktionen højest for 25 % behandlingen. Antallet af pollen pr. støvknop var steget kraftigt fra dag 2 til 5 ved kontrolbehandlingen og havde på dag 5 samme niveau som 100 % behandlingen. Ingen behandlinger adskiller sig statistisk signifikant på 5. dagen (Tabel 3.7).

**Tabel 3.7.** Signifikansniveau mellem to behandlingsdoser, for det gennemsnitlige antal pollen pr. støvknop hos mælkebøtte på dag 2, 5 og 7 efter behandlingen med Starane 180S i de fire doser på hhv. 0, 5, 25 og 100 % af markdosis på 0,8 L/ha. Kruskal-Wallis test og bonferroni korrektion af p-værdierne, med signifikansniveauerne:  $p < 0,001 = ***$ ,  $p < 0,01 = **$ ,  $p < 0,05 = *$  og næsten signifikant  $p > 0,05 = (*)$ .

Dosis %	Dag 2			Dag 5			Dag 7		
	5	25	100	5	25	100	5	25	100
0	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	0,0608 (*)	n. s.
5		n. s.	n. s.		n. s.	n. s.		n. s.	n. s.
25			n. s.			n. s.			n. s.

Syv dage efter sprøjtningen steg pollenproduktionen fortsat for de tre behandlinger, der er sprøjtet med Starane 180S, mens pollenproduktionen for kontrolbehandlingen faldt igen i forhold til niveauet på dag 5 (Figur 3.7). Stigningerne i pollenproduktionen fra dag 5 til dag 7 er dog i ingen tilfælde signifikante, men faldet hos kontrolbehandlingen er tæt på at være signifikant (Tabel 3.8). På dag 7 er det kun kontrolbehandlingen og behandling 25 %, som er tæt på at være signifikant

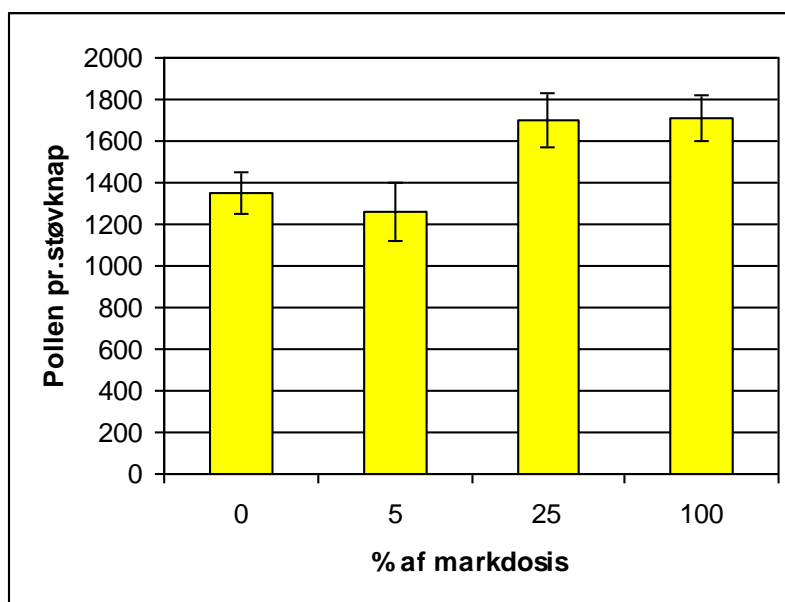
forskellige (Tabel 3.7). Samlet set steg pollenproduktionen fra dag 2 til dag 7 kun ”næsten signifikant” for 25 % behandlingen (Tabel 3.8).

**Tabel 3.8.** Signifikansniveau for det gennemsnitlige antal pollen pr. støvknop hos mælkebøtte, mellem to prøvetagningsdag hhv. dag 2, 5 og 7 efter behandlingen med Starane 180S i fire doser på hhv. 0, 5, 25 og 100 % af markdosis på 0,8 L/ha. Kruskal-Wallis test og bonferroni korrektion af p-værdierne, med signifikansniveauerne:  $p < 0,001 = ***$ ,  $p < 0,01 = **$ ,  $p < 0,05 = *$  og næsten signifikant  $p > 0,05 = (*)$ .

	0 %		5 %		25 %		100 %	
Dag	5	7	5	7	5	7	5	7
2	0,0038 **	n. s.	n. s.	n. s.	0,0444 *	0,0760 (*)	n. s.	n. s.
5		0,0578 (*)		n. s.		n. s.		n. s.

At pollenproduktionen steg ved kontrolbehandlingen tyder på at der er en naturlig stigning med tiden, sådan at de blomster, der blomstrer senere (eller midt) i blomstringsperioden indeholder mere pollen end blomster tidligere i blomstringsperioden. Der er en tendens til at pollenproduktionen også påvirkes også af Starane 180S som funktion af tiden. Det kan ses ved at antallet af pollen pr. støvknop er højere med stigende dosis. Ved fuld markdosis er der muligvis allerede ved dag 2 sket den stigning vi ser fra dag 2 til dag 5 (Figur 3.7) for de øvrige tre behandlinger. Altså ses en tendens til at Starane 180S ”booster” pollenproduktionen, og dette sker hurtigere med stigende koncentration af Starane 180S.

Indenfor de første 7 dage efter behandlingen med Starane 180S var pollenproduktionen pr. støvknop højere ved de to høje doser af Starane 180S end ved kontrolbehandlingen og behandlingen på 5 % (Figur 3.8). Behandling 0 og 5 % ikke er signifikant forskellige, og det samme gælder for behandling 25 og 100 % (Tabel 3.9). Der er signifikant forskel på behandling 5 og 25 %, og ”næsten signifikant” forskel på 0 og 25 % og 5 og 100 % (Tabel 3.9). Der er altså en tendens til at høje (25 og 100 %) og lave (0 og 5 %)



**Figur 3.8.** Det gennemsnitlige antal pollen pr. støvknop hos mælkebøtte i de første 7 dage efter behandlingen med Starane 180S i fire doser på hhv. 0, 5, 25 og 100 % af markdosis på 0,8 L/ha. (standardfejlen er anført).

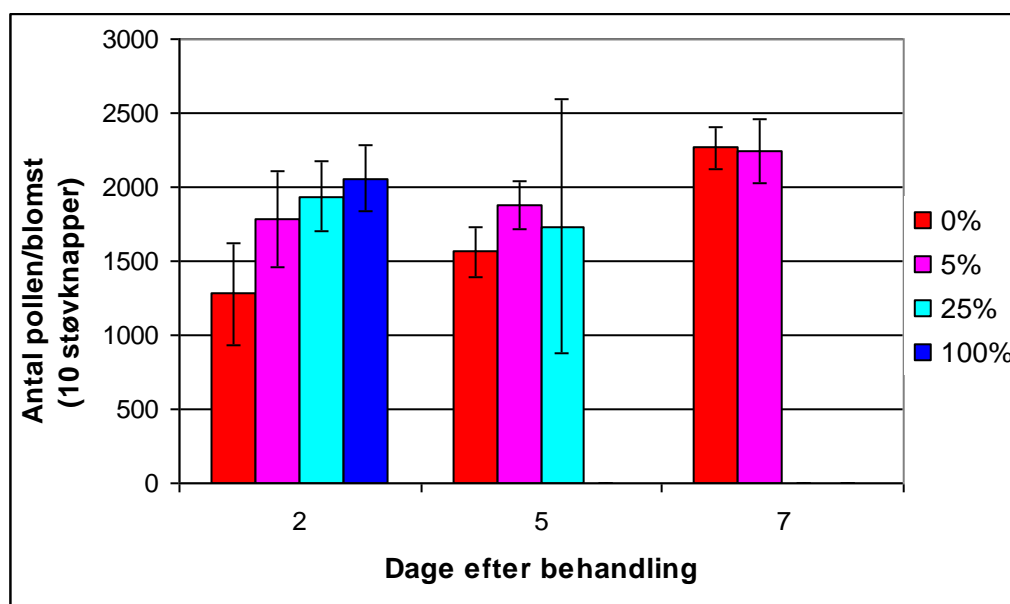
doser giver en signifikant forskellig pollenproduktion (Tabel 3.9). Fra lave til høje doser stiger pollenproduktionen omkring 30 % fra ca. 1300 til 1700 pollen pr. støvknop. Dog er 0 og 100 % ikke signifikant forskellige (Tabel 3.9).

**Tabel 3.9.** Signifikansniveau mellem to behandlingsdoser, for det gennemsnitlige antal pollen pr. støvknop hos mælkebøtte de første 7 dage efter behandlingen med Starane 180S i doser på 0, 5, 25 og 100 % af markdosis på 0,8 L/ha. Kruskal-Wallis test og bonferroni korrektion af p-værdierne, med signifikansniveauerne:  $p < 0,001 = ***$ ,  $p < 0,01 = **$ ,  $p < 0,05 = *$  og næsten signifikant  $p > 0,05 = (*)$ .

Dosis %	5	25	100
0	n. s.	0,0741 (*)	n. s.
5		0,0218 *	0,0796 (*)
25			n. s.

### 3.5.2 Rødkløver

Rødkløver var meget følsom overfor Starane 180S og producerede ingen blomster at tage pollen fra ved 25 % behandlingen og fuld markdosis på dag 5 og 7 (Figur 3.6 og 3.9). Variationen i data indenfor hver behandling er meget stor og bevirker at der kun findes meget få signifikante forskelle. Variationen i data er knap så stor for kontrolbehandlingen. Forsøget tyder på at der også her er en naturlig effekt af tiden, således at blomster senere i blomstringsperioden indeholder mere pollen end tidlige blomster. Og at der kan være tegn på at Starane 180S, også hos rødkløveren, ”booster” pollenproduktionen (Figur 3.9, dag 2).



**Figur 3.9.** Det gennemsnitlige antal pollen pr. blomst hos rødkløver for de fire doser af Starane 180S (hhv. 0, 5, 25 og 100 % af markdosis på 0,8 L/ha) dag 2, 5 og 7 efter behandlingen. (standardfejlen er anført).

På 2. dagen efter sprøjtning med Starane 180S var der en tendens til en stigende pollenproduktion pr. støvknop med stigende koncentration af Starane 180S (Figur 3.9). Der var ikke signifikant forskel i produktionen af pollen mellem behandlingerne på dag 2.

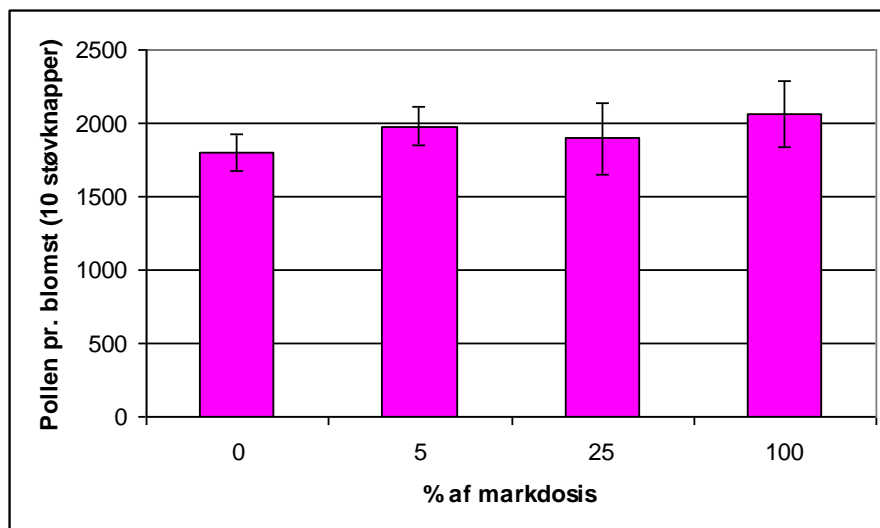
Der er heller ingen indbyrdes signifikante forskelle mellem behandlingerne på dag 5 og 7. De eneste næsten signifikante forskelle er for kontrolbehandlingen mellem dag 2 og 7 og dag 5 og 7 (Tabel 3.10).

**Tabel 3.10.** Signifikansniveau for det gennemsnitlige antal pollen pr. støvknop hos rødkløver, mellem to prøvetagningsdage hhv. dag 2, 5 og 7 efter behandlingen med Starane 180S i fire doser på hhv. 0, 5, 25 og 100 % af markdosis på 0,8 L/ha. Kruskal-Wallis test og bonferroni korrektion af p-værdierne, med signifikansniveauerne:  $p < 0,001 = ***$ ,  $p < 0,01 = **$ ,  $p < 0,05 = *$  og næsten signifikant  $p > 0,05 = (*)$ .

Dag	0 %		5 %		25 %		100 %	
	5	7	5	7	5	7	5	7
2	n. s.	0,0176 (*)	n. s.	n. s.	n. s.	-	-	-
5		0,0141 (*)		n. s.		-		-

Det gennemsnitlige antal pollen pr. blomst var ens uanset behandling de første 7 dage efter behandling (Figur 3.10) og der var ikke signifikant forskel mellem behandlingerne.

Det er tydeligt at Starane 180S har betydelig effekt på rødkløverplanterne og deres produktion af blomster, men det er meget svært at udtale sig om Starane 180S` effekter på rødkløverens pollenproduktion, da data er meget variable, og der næsten ingen signifikante forskelle er.



**Figur 3.10.** Det gennemsnitlige antal pollen pr. blomst hos rødkløver de første 7 dage efter behandling med Starane 180S (hhv. 0, 5, 25 og 100 % af markdosis på 0,8 L/ha). (standardfejlen er anført).

### 3.6 Total pollenproduktion, væksthushorsøg

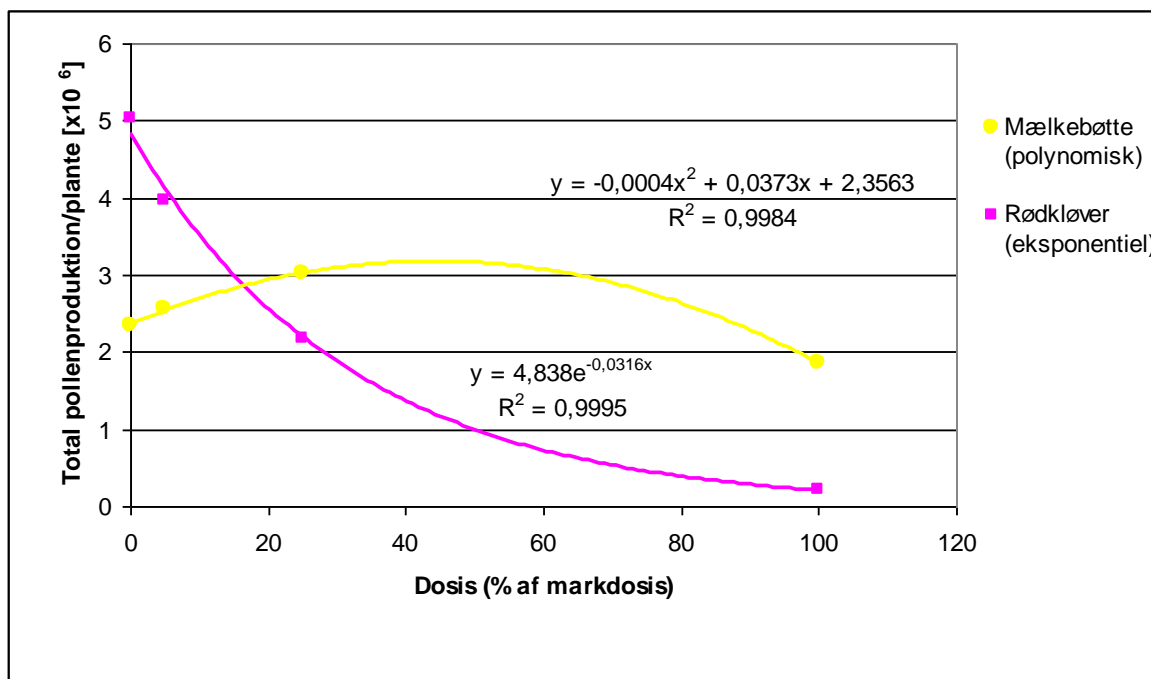
Starane 180S kan påvirke plantens totale pollenproduktion på to måder, dels via effekten på antallet af blomster pr. plante, dels via effekten på pollenproduktionen i den enkelte blomst eller støvknap.

Den totale pollenproduktion pr. plante kan beregnes som:

$P_{\text{plante}} = \text{antal blomster pr. plante} \times \text{gennemsnitligt antal støvknapper pr. blomst} \times \text{gennemsnitligt antal pollen pr. støvknap}$

Det gennemsnitlige antal støvknapper pr. mælkebøttekurv var  $215 \pm 25$  støvknapper pr. kurv, baseret på tælling af 16 kurve. Rødkløver havde i gennemsnit  $87 \pm 25$  blomster pr. blomsterhoved, baseret på tælling af 20 blomsterhoveder.

Der er en negativ eksponentiel sammenhæng (med en  $R^2$ -værdi på 0,9995) mellem den totale pollenproduktion pr. plante hos rødkløver og koncentration af Starane 180S (Figur 3.11). Antallet af pollen pr. plante reduceres fra 5 millioner hos kontrolgruppen til 1/4 million ved fuld markdosis. Her imellem ligger de to adriftsrelevante doser med en produktion på 4 og 2 millioner pollen pr. plante for hhv. 5 og 25 % behandlingen.



**Figur 3.11.** Dosis-respons kurver for den totale pollenproduktion pr. plante hos mælkebøtte og rødkløver ved eksponering over for Starane 180S. Markdosis er 0,8 L/ha.

For mælkebøtte er der en polynomisk sammenhæng mellem det totale antal pollen pr. plante og koncentrationen af Starane 180S med en  $R^2$ -værdi på 0,9984 (Figur 3.11). Kontrolgruppen har knap 2,5 millioner pollen pr. plante. Lave doser af Starane 180S resulterede i højere total pollenproduktion pr. plante som for de to afdriftsrelevante doser på 5 og 25 % af markdosis, der gav en total pollenproduktion pr. plante på hhv. 2,6 og 3 millioner. Pollenproduktionen topper med omkring 3,25 millioner pollen pr. plante ved en koncentration af Starane 180S på 45 % af markdosis. Ved fuld markdosis produceredes knap 2 millioner pollen pr. plante.

Rødkløver var langt mere følsom overfor Starane 180S end mælkebøtte. Selvom der ikke var signifikant effekt af Starane 180S på pollenproduktionen pr. støvknap hos rødkløveren, så bevirkede den betydelige reduktion i antallet af producerede blomster, at Starane 180S alligevel havde stor effekt på den totale produktion af pollen pr. plante. De afdriftsrelevante doser har en negativ effekt på den totale pollenproduktion pr. plante.

Hos mælkebøtten var der en signifikant øget pollenproduktion pr. støvknap ved 25 % behandlingen. Antallet af producerede blomster, var signifikant lavere ved fuld markdosis end for de andre behandlinger og 5 % behandlingen havde en tendens til at virke stimulerende på blomstersætningen. Disse to effekter af Starane 180S opvejer til dels hinanden og giver en mere jævn total pollenproduktion pr. plante i forhold til hos rødkløveren (Figur 3.11). De afdriftsrelevante doser har en ingen (evt. positiv) effekt på den totale pollenproduktion pr. plante.



## 4.0 Diskussion

### 4.1 Planterigdom i markhegn på hhv. økologiske og konventionelle brug

Der er en langt højere diversitet af blomstrende plantearter i fodposen ved hegn op til økologiske marker i forhold til diversiteten af blomstrende plantearter i fodposen ved hegn op til konventionelt dyrkede marker. Der var 106 plantearter der udelukkende blomstrede i hegn på økologiske brug, mens der kun var 13 arter der udelukkende blomstrede i hegnene på konventionelle brug. Dette stemmer godt overens med andre undersøgelser, der finder en højere artsrigdom i markhegn på økologiske brug i forhold til konventionelle brug (Aude *et al.* 2003, Aude *et al.* 2004, Pedersen *et al.* 2004, Petersen 2003). Forekomsten af mælkebøtte og rødkløver i hegn på de to brugstyper, var også meget forskellig. Der var en høj frekvens af mælkebøtter i hegn op til økologiske marker, mens der kun var få mælkebøtter i hegn der lå op til konventionelt dyrkede marker. Ligeledes forholder det sig for rødkløver. Der blev dog kun fundet få rødkløver i hegn på økologiske brug, og slet ingen i hegnene på konventionelle brug. Både rødkløver og mælkebøtte er flerårige arter, og den lavere forekomst i konventionelle hegn stemmer godt overens med tidligere undersøgelser, som viser at det især er bredbladede flerårige plantearter associeret med åbne semi-naturlige habitater, der forsvinder fra de konventionelle markhegn, hvorimod græsserne ikke påvirkes negativt af pesticidafdrift (Aude *et al.* 2004, Hole *et al.* 2005 og Kleijn & Snoeiijing 1997). Aude *et al.* 2003 konkluderer at anvendelsen af pesticider i de konventionelle marker bevirker en højere uddøelsesrate af plantearter i de konventionelle hegn pga. afdrift af pesticider fra marken. Den væsentligste forskel på konventionelle og økologiske markhegn er risikoen for afdrift af sprøjtemidler fra sprøjtning af konventionelt drevne marker til de tilstødende hegn. Denne afdrift af sprøjtemidler kan muligvis være med til at forklare den forskel der ses i planterigdom mellem økologiske og konventionelle markhegn. Væksthusforsøget viste at rødkløver var mere følsom overfor herbicidet Starane 180S end mælkebøtte, hvilket stemmer godt overens med feltundersøgelsen, hvor der var flere mælkebøtter end rødkløver i hegn på konventionelle brug. I væksthusforsøget døde de et år gamle rødkløverplanter dog ikke af de doser, vi vil kunne forvente i hegnene ved afdrift fra markerne på konventionelle brug. Så som direkte dødelig effekt, kan Starane 180S ikke forklare den forskel der ses mellem de to hegnstype på de to forsøgsarter. Et hegn modtager flere forskellige sprøjtemidler og gentagne påvirkninger. Der kan være andre

sprøjtemidler, der giver større skadelige effekter på rødkløver og mælkebøtte, eller der kan være tale om synergistiske effekter af sprøjtemidlerne. De et år gamle mælkebøtter klarede sig bedre over for Starane 180S end rødkløveren, som døde af behandlingen med fuld markdosis i væksthuset, hvilket kan skyldes mælkebøttens kraftige pælerod, som giver den større modstandskraft. Hos de nyfremspirede planter ses det omvendte forhold. Her påvirkes mælkebøtte mest af Starane 180S. Mælkebøtteplanterne var længere tid om at komme sig ved 5 % behandlingen og ved behandlingen med 25 % af markdosis ville de sandsynligvis ikke overleve, hvorimod rødkløveren så ud til at komme sig med tiden. Mælkebøtte har ikke udviklet en pælerod som helt nyfremspiret plante, hvilket kan forklare forskellen i følsomhed over for Starane 180S mellem de to plantearter ved forskellig alder. I hegn på konventionelle brug vil unge frøformerede planter rammes af pesticider ved afdrift fra marken, og da mine forsøg viser at 25 % af markdosis af Starane 180S med stor sandsynlighed har en dødelig effekt på mælkebøtte, kan det tænkes at andre sprøjtemidler også har denne effekt, måske også ved lavere afdriftsrelevante doser på andre plantearter, hvilket kan være med til at forklare den lavere artsrigdom i hegn på konventionelle brug.

Mine resultater for unge mælkebøtte- og rødkløverplanter stemmer godt overens med andre plantearters respons på behandling med Starane 200 (der indeholder samme aktivstof, fluroxypyr, som Starane 180S) på 4-bladstadiet, hvor 15 ud af 18 plantearter viser tydelig effekt af herbicidet, men efter seks uger var der ikke visuel eller vægtmæssig forskel på nogen af behandlingerne med 0, 5, 10 og 50 % af markdosis (Kleijn & Snoeiijing 1997). Hos de tre resterende plantearter var 75-100 % af planterne døde ved 50 % behandlingen. Der var en lille nedgang i biomasse ved 50 % dosis sammenlagt over alle 18 plantearter. I mine forsøg var der for begge plantearter en tydelig nedgang i planternes biomasse to uger efter behandlingen med stigende koncentration af Starane 180S. Men det er meget sandsynligt at rødkløver behandlet med 5 % og måske også 25 %, ville være kommet op på samme vægt som kontrollen efter seks uger. Det samme er meget sandsynligt for mælkebøtte ved 5 % behandlingen, men behandlingen på 25 % var sandsynligvis dødelig. Midlet "Starane" har ikke direkte dødelig effekt på unge planter på 4-blad stadiet ved afdriftsrelevante doser, men væksthæmningen kan måske have nogle indirekte effekter. Endnu mindre planter skades sandsynligvis også mere. Unge planter er mest følsomme over for sprøjtemidler, og følsomheden falder generelt med plantens alder. Ifølge Koger *et al.* (2004) døde 98 % af planterne med 2 og 4 blade ved behandling med 1,68 kg glyphosat/ha, i forhold til planter med 6 blade, hvor kun 68 % af planterne døde. Sprøjtemidlers større effekt på unge planter kan også være med til at forklare, at der

er færre planter i hegn på konventionelle brug, hvis færre nyfremspirede planter etablerer sig og bliver til store planter.

De et år gamle rødkløverplanters større følsomhed overfor Starane 180S i forhold til mælkebøtte, kan også skyldes at optagelsen og translokeringen af herbicidet i planten er hurtigere eller at nedbrydningen er langsommere, hvilket kunne bevirke at rødkløver påvirkes mere end mælkebøtte. Forskelle i optagelses- og translokeringrate og nedbrydningshastighed af andre herbicider i forskellige plantearter, kan også være med til at forklare, hvorfor nogle plantearter forsvinder fra hegnene på konventionelle brug (Sanders & Pallett 1987).

Forskellen i de blomstrende plantearternes diversitet og frekvens, som blev fundet i feltundersøgelserne mellem hegn der ligger op til økologisk hhv. konventionelt dyrkede marker, stemmer godt overens med forventningen om, at der var flere blomstrende plantearter og derved mere føde i form af pollen tilgængeligt for de flyvende insekter i hegn op til økologiske marker end i hegn op til konventionelle marker. Starane 180S har ikke en direkte dødelig effekt i de doser der kan forventes i markhegn på konventionelle brug. Der kan være afledte effekter i forhold til konkurrence med andre plantearter, og herbicidet kan også have effekt ved at forårsage ændringer i blomstringen og pollenproduktionen, hvilket kan have konsekvenser for fødeudbudet for de flyvende insekter.

#### 4.2 Pollen som fødekilde i markhegn på hhv. økologiske og konventionelle brug

Væksthusforsøget med Starane 180S' effekt på den totale pollenproduktion giver et forskelligt resultatet for de to plantearter. Mælkebøtte har en forøget total pollenproduktion pr. plante ved de afdriftsrelevante doser, der repræsenterer hegnene på konventionelle brug, i forhold til kontrolplanterne, der repræsenterer hegnene på økologiske brug. Hos rødkløver findes en lavere pollenproduktion pr. plante ved de afdriftsrelevante doser, i forhold til kontrolplanterne. Forsøget indikerer at hvis den eneste faktor, der adskilte de to typer hegn var anvendelsen af Starane 180S på de tilstødende konventionelle marker, så ville der være en reduktion i tilgængeligt rødkløverpollen i hegnene på konventionelle brug. Dog vil der også være en øget tilgængelighed til mælkebøttepollen i hegnene på konventionelle brug. Den totale pollenproduktion pr. plante er baseret på de aktuelle forsøgsresultater, men hvis vi kun ser på de signifikante forskelle, er der ingen effekt på den totale

pollenproduktion pr. plante hos begge plantearter ved afdriftsrelevante doser (< 25 %) af Starane 180S.

Hovedblomstringen hos rødkløver forsinkedes med stigende koncentration af Starane 180S, der således forkortede blomstringsperioden. Denne effekt er også fundet for sulfonylurea herbicidet Express® på blomstringen hos raps (*Brassica napus* L.) (Yu *et al.* 2006). Doser på 0,5-2,0 % af anbefalet markdosis bevirkede en udskydelse af blomstringens start med 2-8 dage, og medførte en forkortet blomstringsperiode på 5-24 dage i forhold til kontrolplanternes blomstringsperiode på 26 dage. Samme studie finder en meget stor effekt af herbicidet på pollenproduktionen og pollenets levedygtighed. Herbicidet virker som ”male sterility agent”. De lave doser af herbicid der er anvendt bevirker at 77,5-100 % af planterne er helt sterile og 0-7,5 % er delvist sterile, i forhold til kontrolplanterne. Selv en dosis på 0,5 % af markdosis bevirker at kun 15 % af planterne er fertile. Disse doser er afdriftsrelevante, og viser at andre herbicider, der anvendes på marken, kan have en meget stærkere effekt på pollenproduktionen i konventionelle markhegn end Starane 180S. Forsøg af Kjær *et al.* (2006a) med herbicidet Ally®, der ligesom Express® er et sulfonylurea herbicid, viser at bærproduktionen hos havtorn (*Crataegus monogyna* L.) er stærkt reduceret som følge af herbicideksponering. Dette kunne skyldes effekter på pollenproduktionen, der medfører en dårligere bestøvning og derved nedsat bærproduktion. Det følgende år ses desuden en reduktion i bladbiomassen og antallet af producerede blomster, foruden at der stadig er en reduktion i bærproduktionen i forhold til usprøjtede træer (Kjær *et al.* 2006b).

#### 4.3 Andre årsager til ændringer i floraen end sprøjtning med Starane 180S

Mine væksthuseforsøg viser at Starane 180S ikke har så store effekter på planterne mht. dødelighed og pollenproduktion, og anvendelsen af Starane 180S på konventionelle marker kan selvfølgelig ikke alene forklare den forskel, der ses i de blomstrende planters diversitet og frekvens mellem hegn på økologiske hhv. konventionelle brug. De sublethale effekter der ses af Starane 180S på den forkortede blomstringsperiode og reduktionen af blomster hos rødkløver, kan være med til at forklare den forskel der ses mellem de to typer hegn. Gentagne sprøjtninger, både i samme vækstsæson og i en årrække, kan også virke kraftigere end bare den enkelte sprøjtning jeg har foretaget. Mit forsøg er desuden lavet på raske planter, uden sygdom eller andre former for stress såsom konkurrence med andre planter og vand- og næringsstofmangel mm, hvilket kan gøre at

forsøgsplanterne påvirkes mindre end naturligt voksende planter ude i hegnet. Andre sprøjtemidler, der er afsat i hegnet, kan have lignende og evt. større effekt ved mindre doser, og der kan være synergistiske effekter af flere sprøjtemidler sammen. Sprøjtning med insekticider kan også have en direkte effekt på forekomsten af bestøvere i hegnet. En nedgang i antallet af insekter der bestøver planterne, kan medføre en ringere bestøvning og derved en ringere frøproduktion, med følgende nedgang i bestanden af plantearter.

Antallet af blomstrende plantearter kan også være lavere i hegn på konventionelle brug af andre årsager end afdrift af sprøjtemiddel. I mine hegn kan der være andre grunde til forskellen, da vi fx ikke har oplysninger om næringsstofbalance og andre jordbundsforhold der er af afgørende betydning for forekomsten af mange plantearter. Gødningsniveauet på økologiske marker vil oftest være lavere end på konventionelle marker, da økologer ikke må anvende kunstgødning, men kun sprede økologisk husdyrgødning på markerne. Dette forhold vil sandsynligvis også betyde at der er et lavere næringsstofniveau i hegn der ligger op til økologiske marker i forhold til hegn op til konventionelle marker. Studier af Kleijn & Verbeek (2000) viser at artsrigdommen i vegetationen i den første meter udenfor den opdyrkede mark var negativt relateret til inputtet af kvælstof og fosfor. Vegetationen var især artsfattig på arealer, som lå op til marker, hvor der var majs i sædskiftet, hvilke modtager ekstra store mængder kvælstof. Der var meget få flerårige tokimbladede plantearter udenfor marker med stor kvælstoftilførsel, og vegetationen var domineret af forskellige græsser (Kleijn & Verbeek 2000). Samme studie finder ingen signifikante forskelle på vegetationens biomasse og artsrigdom i forhold til anvendelsen af herbicider. At artsrigdommen påvirkes mere af reducerede (misplacerede) doser af gødning end af reducerede (afdriftsrelevante) doser herbicid bekræftes af Kleijn & Snoeiijing (1997), som har lavet forsøg med kombinerede doser gødning og herbicid (Starane 200). Der var ingen effekt af herbicidet i doser på 5, 10 og 50 % af markdosis på hverken antallet af urter, græsser eller på den totale plantebiomasse i plots på en lavproduktiv eng. Gødning resulterede i et fald i artsrigdom ved tab af arter at lav vækst, og en stigning i total biomasseproduktion, hvilket udelukkende skyldes en forøget vækst af græsser. I højproduktive plots, på landbrugsjord tilsæt med en blanding af urter og græsser, ses tilsvarende effekter af gødning, men her ses også en effekt af herbicid, dog stort set kun ved 50 % dosen. I dette studie blev observeret en negativ additativ effekt af gødning og herbicid på artsrigdommen. Effekten af gødning på planterigdom, biomasseproduktion og antallet af enkelte arter er langt alvorligere end herbicidbehandling (Kleijn & Snoeiijing 1997). Dette betyder at den forskel, der ses i vegetationen

mellem hegn på konventionelle og økologiske brug, meget vel kan hænge sammen med misplacering af kvælstof i stedet for eller i kombination med herbicidafdrift til hegnene på konventionelle brug. Der forekommer slet ikke rødkløver i mine undersøgte konventionelle markhegn. Det kan skyldes et højere niveau af kvælstof i de hegn der ligger op til konventionelle marker, der gør rødkløverens symbiotiske forhold med kvælstoffikserende bakterier til en byrde. Rødkløverens konkurrencefordel går tabt i kvælstofrige miljøer, som konventionelle markhegn, og de udkonkurreres af andre plantearter, da de stadig har udgiften til sukkerproduktion til de kvælstoffikserende bakterier.

Studiet af Kleijn & Snoeiijing (1997) bekræfter i hvert fald at aktivstoffet fluroxypyr i Starane 180S og 200 ikke har ret alvorlige konsekvenser for den omgivende natur, men andre sprøjtemidler kan være mere skadelige for hegnenes vegetation.

#### 4.4 Hormoneffekt af Starane 180S

Der var tydelige auxineffekter på både de etårige forsøgsplanter og de unge mælkebøtte- og rødkløverplanter. De unge planter havde snoede stængler og indrullede blade. De etårige mælkebøtteplanter havde kun auxin symptomer med fortykkede blomsterstilke ved markdosis. De blomster, der sprang ud lige efter behandlingen med Starane 180S, havde forvoksede støvblade og kronbladene var også misformede (snoede) og forlængede. Det er muligt at disse forlængede støvblade også havde flere pollen, hvilket forklarer den højere pollenproduktion pr. støvblad hos mælkebøtten ved fuld markdosis. Jeg observerede ikke forlængede støvblade ved 25 % dosen som jo også havde en højere pollenproduktion pr. støvblad. Måske var forlængelsen ikke så stor at jeg lagde mærke til det. Hos rødkløver sås ingen bemærkelsesværdige effekter på selve støvknapperne. Hos mælkebøtte blev der fundet en naturlig stigning i antallet af pollen pr. støvknap med tiden. Hos planter, der var behandlet med Starane 180S, sås ligeledes en tendens til øget pollenproduktion pr. støvknap med tiden efter behandlingen og denne effekt blev forstærket med stigende koncentration af Starane 180S. Rødkløver viste også tegn på at den naturlige stigning i pollenproduktionen pr. støvknap blev "boostet" med stigende koncentration af Starane 180S. Dette kan skyldes Starane 180S' auxinvirkning. Auxin lagres bl.a. i pollen (BIO-Auxin 2000), og det kan tænkes at stimulere produktionen af pollen med stigende koncentration af Starane 180S.

Hos mælkebøtte og rødkløver stiger pollenproduktionen pr. støvknap hos kontrolplanterne i løbet af de første dage. For andre plantearter falder pollenproduktionen i løbet af blomstringperioden (Pierre *et al.* 2003, Young 1992). Måske stiger pollenproduktionen naturligt over tiden for mine to forsøgsarter, eller måske bare i det tidsinterval i deres blomstringsperioder hvor jeg har lavet forsøget. Stigningen i pollenproduktion pr. støvknap kan også skyldes et naturligt respons i planten, på at jeg har nippet udsprungne blomster af. Måske kan der være en hormoneffekt i planten selv efter afnipping af blomsterne, der bevirker denne stigning i pollenproduktion for kontrolplanterne. Hvis pollenproduktionen stiger med tiden som en konsekvens af afnippingen, vil det egentlig ikke ændre på forholdene, der er jo stadig en tendens til øget pollenproduktion pr. støvknap ved behandlingerne med Starane 180S i forhold til kontrollen.

Hos rødkløver var der en klar tendens til en nedgang i antallet af blomster der sprang ud med stigende koncentration af Starane 180S. Hos mælkebøtte var der en klar reduktion i antallet af blomster ved fuld markdosis, men der var også en tendens til en forøgelse i antallet af blomster ved 5 % af markdosis af Starane 180S. Dette kan skyldes at auxineffekten af Starane 180S er forskellige for de to plantearter. Auxin kan virke tilbageholdende eller fremmende (i ananas) på blomstring (Raven *et al.* 1999). Reducerede doser af sprøjtemiddel (det der er afsat 2-4 meter væk fra sprøjtning med fuld markdosis) kan bevirke en øget biomasseproduktion for nogle plantearter, der formodes at skyldes en hormonel effekt af sprøjtemidlerne (Marrs & Frost 1997). Ikke alle plantearter påvirkes ens af Starane 180S og heller ikke af andre sprøjtemidler.

#### 4.5 Pollen kvalitet

Under laboratoriearbejdet med farvningen af pollen var der meget få pollenkorn, fra begge plantearter, der ikke blev farvede. Hvis pollen ikke farvedes var de ikke levedygtige. Starane 180S havde altså ikke nogen aborterende effekt på pollen hos rødkløver og mælkebøtte. Aborterede pollen skulle også være ca. halv størrelse af normale pollen (Young 1992), hvilket jeg ikke observerede. I mine forsøg er der ikke lavet direkte undersøgelser på ændringer i kvaliteten af pollen ved behandlingen med Starane 180S, men jeg så altså umiddelbart ingen aborterede eller misdannede pollen. Om næringsværdien af pollenkornene påvirkes af Starane 180S vides ikke.

Litteraturen er meget begrænset på området og der findes kun undersøgelser af pollen hos GM-afgrøder.

Hvis pollenkvaliteten også forringes ved herbicidpåvirkning, kan det have direkte konsekvenser for insekter, der lever i markhegn, hvor der er risiko for afdrift af herbicider fra den dyrkede markflade. Det kan også have indirekte konsekvenser for insekterne hvis afdriften af herbicid bevirker en ændret planteartssammensætning til planter med lavt proteinindhold i pollen. Når honningbier får en pollenkilde med lavt proteinindhold, indsamler de blot mere pollen, i stedet for at samle fra nogle specifikke (proteinholdige) arter. Flere af bierne bliver pollensamlere i stedet for at være nektarsamlere (Pernal & Currie 2001). Ændringer i biernes fordeling og øgede besvær med at samle mere pollen kan have konsekvenser for deres overlevelse. At de fleste bestøvere kan bruge pollen fra mange forskellige plantearter, er selvfølgelig også en fordel mht. deres overlevelse, når ændringer i deres levesteder og fødekilder forekommer.

## 5.0 Konklusion

I feltundersøgelserne blev fundet langt flere blomstrende mælkebøtter og rødkløver i markhegn på økologiske brug i forhold til på konventionelle brug. Desuden var der også langt flere blomstrende plantearter i de økologiske hegn, hvilket betyder at der er et højere fødeudbud af pollen for de flyvende insekter. Det er tydeligt at dyrkningspraksis på markerne har en betydning for diversiteten af blomstrende plantearter i de tilstødende hegn.

Den anvendte afdriftsrelevante dosis på 5 % af markdosis af herbicidet Starane 180S har meget få effekter på mælkebøtte og rødkløver i væksthushorsøget. Kun den høje afdriftsrelevante dosis på 25 % af markdosis bevirker en forringet blomstersætning hos rødkløver, men det vil være sjældent at så høje doser herbicid findes i hegn. Det er dog meget muligt at der ville kunne ses mere betydningsfulde sublethale effekter af Starane 180S ved afdriftsdoser mellem disse to doser, fx ved en afdrift på 10 % af markdosis, hvilket er en realistisk dosis i hegn op til konventionelle marker.

Der var en højere pollenproduktion pr. støvknap hos mælkebøtte ved 25 % behandlingen, men det er som sagt en urealistisk høj dosis selv for konventionelle hegn. Afdriftsrelevante doser af Starane 180S påvirker ikke pollenproduktionen hos mælkebøtte og rødkløver under forsøgsbetingelser.



Starane 180S bevirkede en tydelig reduktion i biomasse hos unge mælkebøtte- og rødkløverplanter, men de døde først ved doser omkring 25 % af markdosis. Selvom planterne ikke dør af eksponeringen for Starane 180S i hegn op til konventionelle marker, kan deres konkurrenceevne påvirkes. Sammen med tendensen til forringet blomstring kan Starane 180S være med til at forklare at der er færre blomstrende plantearter i hegn op til konventionelle marker i forhold til i hegn op til økologiske marker.

Forsøgene viser at Starane 180S kun forårsager begrænsede skadelige effekter på mælkebøtte og rødkløver ved afdriftsrelevante doser. Der er mange mulige forklaringer på hvorfor Starane 180S ikke har så kraftige påvirkninger på forsøgsplanterne. I forsøgene bruges raske planter der ikke er vand- eller næringstofbegrænsede eller i konkurrence med andre planter, dette forhold kan mindske effekten af Starane 180S i forhold til naturligt voksende planter i hegnene. Planterne sprøjtes også kun en gang og kun med dette ene middel, hvorimod et hegns planter vil modtage flere sprøjtemidler og der kan også være synergistiske effekter af disse midler, der har større effekt på planterne. Gentagne sprøjtninger kan også forværre effekten af Starane 180S, eller af andre sprøjtemidler som hegnene modtager. Disse faktorer kan være med til at forklare at der er færre blomstrende plantearter i konventionelle hegn end i økologiske hegn.

Der kan være mere betydningsfulde afledte effekter af Starane 180S end der kan ses ud fra forsøgene, men af væksthuseksperimentene synes det usandsynligt at sprøjtning med Starane 180S på konventionelle marker vil påvirke fødeudbudet i hegnene for de flyvende insekter i alvorligt omfang. Sprøjtning af konventionelle marker med Starane 180S må siges at være relativt uskadeligt for den omgivende vegetation, i forhold til andre sprøjtemidler som fx herbicidet Express®. Små sublethale effekter af Starane 180S på den reproduktive cyklus, kan have effekt på plantearter der er afhængige af at blomstre, sætte frø og etablere sig med jævne mellemrum, og den lille væksthæmning af de et år gamle rødkløverplanter, og den betydelige væksthæmning af unge rødkløver- og mælkebøtteplanter, har også deres berettigelse, set i forhold til konkurrencen med andre planter.

## 6.0 Perspektivering

I 2007 udgjordes 8 % af det dyrkede landbrugsareal i Danmark af brakmarker, der var midlertidigt ude af omdrift for at nedbringe EU's overskudslagre (Vestergaard 2007). For år 2008 er det blevet besluttet fra EU at indføre en foreløbig etårig aftale: "nul procent tvunget braklægning", da der på verdensplan er mangel på korn. Det vil betyde at en stor del af de braklagte arealer indtages i sædskiftet igen i 2008. Det skønnes at være en tredjedel af det braklagte areal der vil indtages i produktionen igen, og de stærkt stigende kornpriser kan gøre andelen endnu højere (Landbrugsavisen 2007). Nedlægningen af brakmarkerne vil have konsekvenser for mange insektarter, der lever på åbne semi-naturlige græsarealer, som fx de i forvejen truede humlebier. Hegn i forbindelse med disse arealer vil også påvirkes af driften af marken igen, hvilket vil have betydning for hegnets flora og fauna. Det vides ikke endnu om "nul procent braklægning" vil blive en længerevarende bestemmelse, men selv den etårige aftale vil jo sætte store arealer tilbage til start mht. naturlig indvandring af vilde plantearter. Denne bestemmelse vil gøre det endnu mere vigtigt at indføre nogle andre bestemmelser der gavner diversiteten af vilde planter og dyr i det dyrkede landskab.

I England og Irland har de indført "agri-environmental schemes" der sigter mod at bibeholde og genetablere humlebipopulationer ved at skabe favorable habitater til fødekilde og levested for humlebieerne i de dyrkede markkanter (Pywell *et al.* 2006). Der er lavet forsøg i England med tilsåning af markkanter for at forbedre vilkårene for humlebiarterne. Markkanter tilsået med pollen- og nektarrige plantearter bevirkede det højeste antal humlebiarter ( $86 \pm 14$ ), derefter kom kanter tilsået med en blanding af vilde plantefrø ( $43 \pm 14$ ), så græsarter der havde fået lov at henstå til naturlig indvandring af forskellige plantearter ( $6 \pm 14$ ) og til sidst var nyligt tilsåede græskanter ( $8 \pm 4$ ). 85 % af de sjældne humlebiarter fandtes i markkanter tilsået med pollen- og nektarrige plantearter. Der var en positiv korrelation mellem antallet af humlebier og antallet af tokimbladede planter (Pywell *et al.* 2006). Selvom markkanterne blot tilsås med græs, vil det stadig have en gavnlig effekt i forhold til hegnenes flora og fauna, da det dyrkede areal rykkes længere væk fra hegnene, hvilket vil reducere afdriften af sprøjtemedler til hegnene.

Undersøgelser lavet for at reducere afdriften af herbicider til den omkringliggende natur, konkluderer at usprøjtede randzoner på 2-8 meter vil være meget gavnlige for artsrigdommen af vilde planter (Marrs *et al.* 1989, Marrs & Frost 1997, Snoo 1997, Snoo 1999, Snoo & van der Poll

1999). Indføring af usprøjtede randzoner i landbruget ville have gavnlige effekter på både flora og fauna. Hvis man desuden tilsåede disse arealer med vilde pollen- og nektarrige plantearter ville afhjælpningen ske hurtigere og derved forøge muligheden for at bibeholde flere sjældne insekter. Carvell *et al.* (2006, 2007) anbefaler at så en pollen- og nektarrig frøblanding i markkanter, hvilket gav klart flest humlebier af alle arter, da disse markkanter var langt bedre til at tilbyde næring til humlebier end markkanter tilsået med en græsblanding, der skulle henstå til naturlig selektion og opformering af blomsterarter. De anbefaler frø af rødkløver (*Trifolium pratense*), almindelig kællingetand (*Lotus corniculatus*) og sorthoved-knopurt (*Centaurea nigra*) som komponenter i ”Wildlife seed mixtures” til ”agri-environmental schemes”.

Humlebier er generelt ikke habitatspecialister, så konservering af de fleste humlebiarter kan opnås ved at etablere blomsterrige uopdyrkede enge, der er det naturlige levested for de fleste humlebiarter (Goulson *et al.* 2006). I den sammenhæng er det også meget uheldigt at de semi-naturlige brakmarker nedlægges.

Undersøgelser af den irske humlebibestand fastslår at der især er sket et fald i antallet af sjældne humlebiarter, der kommer frem senere på forsommeren og går i hi senere på sæsonen. Disse humlebier lever af sensommerens plantearter, hvori der er sket et fald som konsekvens af at landbruget er gået over til ensilageproduktion i stedet for høproduktion. En god løsning vil være at ændre landbrugs praksis og give økonomisk støtte for ”schemes” der vil genetablere netværk af små semi-naturlige habitater i det dyrkede landskab. Åbent græsland rigt på planter af ærteblomstfamilien vil være at foretrække (Fitzpatrick *et al.* 2007). Dette forslag er i overensstemmelse med forslag til forbedringer for insekterne på svensk landbrugsareal. Etablering af flere pletter af semi-naturligt græsland med mange vilde blomsterarter vil øge artsdiversiteten og antallet af bestøvere, og vil også bevirke til en bedre bestøvning af de opdyrkede marker (Öckinger & Smith 2007). Indføring af pletter af semi-naturligt græsland ville forbedre forholdene for flora og fauna i kraft af det større semi-naturlige areal, men også i kraft af nye spredningsveje. Afstandene mellem mulige levesteder for vilde planter og insekter ville forkortes, og i forbindelse med de eksisterende langstrakte markhegn ville gode spredningsveje etableres. Disse arealer kunne vælges hvor de ville forskønne og beskytte naturen, fx nær åer mm.

## Referencer

Aude, E., Tybirk, K., Pedersen, M. B. (2003): Vegetation diversity of conventional and organic hedgerows in Denmark. *Agriculture, ecosystems and environment* **99**, 135-147.

Aude, E., Tybirk, K., Michelsen, A., Ejrnæs, R., Hald, A. B., Mark, S. (2004): Conservation value of the herbaceous vegetation in hedgerows –does organic farming make a difference? *Biological conservation* **118**, 467-478.

Bekæmpelsesmiddelstatistik 2004, [www.mst.dk](http://www.mst.dk), citeret d. 22.09.2005.

BIO-Auxin 2000, <http://biologi.uio.no/plfys/haa/plfys/hormon/auxin.htm>, citeret d. 18.05.2006

Bridgewater 2007, [www.bridgewater.edu/~hill/chromtechnique.htm](http://www.bridgewater.edu/~hill/chromtechnique.htm), citeret d. 27.08.2007

Carvell, C. (2002): Habitat use and conservation of bumblebees (*Bombus* spp.) under different grassland management regimes. *Biological conservation* **103**, 33-49.

Carvell, C., Roy, D. B., Smart, S. M., Pywell, R. F., Preston, C. D., Goulson, D. (2006): Declines in forage availability for bumblebees at a national scale. *Biological conservation* **132**, 481-489.

Carvell, C., Meek, W. R., Pywell, R. F., Goulson, D., Nowakowski, M. (2007): Comparing the efficacy of agri-environment schemes to enhance bumble bee abundance and diversity on arable field margins. *Journal of applied ecology* **44**, 29-40.

Erzinclioglu, Z. (1996): Blowflies. Naturalists' Handbooks 23. The Richmond Publishing Co. Ltd. Slough SL2 3RS, Great Britain.

Fitter, A. (1987): Felthåndbog over Nordeuropas flora. Planternes liv og udviklingshistorie. Jørgen Paludans forlag.

Fitzpatrick, Ú., Murray, T. E., Paxton, R. J., Breen, J., Cotton, D., Santorum, V., Brown, M. J. F. (2007): Rarity and decline in bumblebees –A test of causes and correlates in the Irish fauna. *Biological conservation* **136**, 185-194.

Froese, N. T., Van Acker, R. C. (2003): Distribution and interference of dandelion (*Taraxacum officinale*) in spring canola. *Weed science* **51**, 435-442.

Froese, N. T., Van Acker, R. C., Friesen, L. K. (2005): Influence of spring tillage and glyphosate treatment on dandelion (*Taraxacum officinale*) control in glyphosate-resistant canola. *Weed technology* **19**, 283-292.

Fussel, M., Corbet, S. A. (1992): Flower usage by bumble-bees: A basis for forage plant management. *The journal of applied ecology* **29**, 451-465.

Génissel, A., Aupinel, P., Bressac, C., Tasei, J. –N., Chevrier, C. (2002): Influence of pollen origin on performance of *Bombus terrestris* micro-colonies. *Entomologia experimentalis et applicata* **104**, 329-336.

Gilbert, F. S. (1986): Hoverflies. Naturalists' Handbooks 5. Cambridge University Press. Cambridge, Great Britain.

Goulson, D., Darvill, B. (2004): Niche overlap and diet breadth in bumblebees; are rare species more specialized in their choice of flowers? *Apidologie* **35**, 55-63.

Goulson, D., Hanley, M. E., Darvill, B., Ellis, J. S. (2006): Biotope associations and decline of bumblebees (*Bombus* spp.). *Journal of insect conservation* **10**, 95-103.

Grossmann, K. (2003): Mediation of herbicide effects by hormone interactions. *Journal of plant growth regulation* **22**, 109-122.

Hald, A. B., Elmegaard, N. (1989): Sprøjtefri randzoner i kornmarker, naturforvaltnings- og driftsaspekter. 6. Danske planteværnskonference / Pesticider og miljø. Danmarks Miljøundersøgelser, Thoravej 8, III, 2400 København NV.

Hansen, K. (2000). Dansk feltflora. 1. udgave, 9. oplag. Gyldendalske Boghandel, Nordisk Forlag A/S, Copenhagen.

Hill, A. L., Courtney, A. D., Harvey, B. M. R. (1996): An assessment of the possible reasons for differential tolerance to fluroxypyr in selected populations of *Galium aparine*. *Weed research* **36**, 15-20.

Hole, D. G., Perkins, A. J., Wilson, J. D., Alexander, I. H., Grice, P. V., Evans, A. D. (2005): Does organic farming benefit biodiversity? *Biological conservation* **122**, 113-130.

Holterman, H. J., van der Zande, J. C., Porskamp, H. A. J., Huijsmans, J. F. M. (1997): Modelling spray drift from boom sprayers. *Computers and electronics in agriculture* **19**, 1-22.

Jacobsen, N., Jensen, J. (1999). Systematisk botanik. 3. udgave, 2. oplag. DSR Forlag, Frederiksberg.

Kelly, S. T., Coats, G. E. (2000): Virginia buttonweed (*Diodia virginiana*) control with pyridine herbicides. *Weed technology* **14**, 591-595.

Kjær, C., Strandberg, M., Erlandsen, M. (2006a): Metsulfuron spray drift reduces fruit yield of hawthorn (*Crataegus monogyna* L.). *Science of the total environment* **356**, 228-234.

Kjær, C., Strandberg, M., Erlandsen, M. (2006b): Effects on hawthorn the year after simulated drift. *Chemosphere* **63**, 853-859.

Kleijn, D., Snoeiijing, G. I. J. (1997): Field boundary vegetation and the effects of agrochemical drift: botanical change caused by low levels of herbicide and fertilizer. *Journal of applied ecology* **34**, 1413-1425.

- Kleijn, D., Verbeek, M. (2000): Factors affecting the species composition of arable field boundary vegetation. *The journal of applied ecology* **37**, 256-266.
- Koger, C. H., Poston, D. H., Reddy, K. N. (2004): Effect of glyphosate spray coverage on control of pitted morningglory (*Ipomoea lacunosa*). *Weed technology* **18**, 124-130.
- Landbrugsavisen 2007, www.landbrugsavisen.dk.7.september2007, citeret d. 15.02.2008.
- Lehmann, R. G., Miller, J. R., Olberding, E. L., Tillotson, P. M., Laskowski, D. A. (1990a): Fate of fluroxypyr in soil: I. Degradation under laboratory and greenhouse conditions. *Weed research* **30**, 375-382.
- Lehmann, R. G., Miller, J. R., Laskowski, D. A. (1990b): Fate of fluroxypyr in soil: II. Desorption as a function of incubation time. *Weed research* **30**, 383-388.
- Lehmann, R. G., Lickly, L. S., Lardie, T. S., Miller, J. H., Baldwin, W. S. (1991): Fate of fluroxypyr in soil. III. Significance of metabolites to plants. *Weed research* **31**, 347-355.
- Lehmann, R. G., Miller, J. R., Cleveland, C. B. (1993): Fate of fluroxypyr in water. *Weed research* **33**, 197-204.
- MacDonald, R. L., Swanton, C. J., Hall, J. C. (1994): Basis for the selective action of fluroxypyr. *Weed research* **34**, 333-344.
- Madsen, K. H., Jakobsen, J. (2004): Ukrudtsbogen. 4. udgave. Danmarks Jordbrugsforskning, Slagelse.
- Majero, M. E. N. (1994): Ladybirds. The New Naturalist. HarperCollinsPublishers. Butler & Tanner Ltd., Frome, Sommerset, UK.
- Marrs, R. H., Frost, A. J. (1997): A microcosm approach to the detection of herbicide spray drift in plant communities. *Journal of environmental management* **50**, 369-388.
- Marrs, R. H., Williams, C. T., Frost, A. J., Plant, R. A. (1989): Assessment of the effects of herbicide spray drift on a range of plant species of conservation interest. *Environmental pollution* **59**, 71-86.
- Matson, P. A., Parton, W. J., Power, A. G., Swift, M. J. (1997): Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science* **277**, 504-509.
- McClintock, B. (1929): A method for making aceto-carmin smears permanent. *Stain technology* **4**, 53-56.
- Meirmans, P. G., Den Nijs, H. J. C. M., Van Tienderen, P. H. (2006): Male sterility in triploid dandelions: asexual females vs asexual hermaphrodites. *Heredity* **96**, 45-52.
- Middeldatabasen 2005, www.lr.dk, citeret d. 22.09.2005.

Moore, P. D., Webb, J. A., Collinson, M. E. (1991): Pollen analysis. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Nicolaisen, Å. (1983): Lademanns Have- og Planteleksikon. bind 12. Lademanns forlagsaktieselskab, København 1978-80.

OECD (2006): OECD Guidelines for the testing of chemicals. Terrestrial plant test: seedling emergence and seedling growth test. Guideline 208 adopted 19 July 2006.

Pedersen, M. B., Aude, E., Tybirk, K. (2004): Adskillelse af effekter af herbicider og kvælstof på vegetationen og leddyr i hegn og græslandsvegetationen. Bekæmpelsesmiddelforskning fra miljøstyrelsen, nr. 87.

Petersen, P. M. og Vestergaard, P. (2006): Vegetationsøkologi. 4.udgave 1.oplag. Gyldendalske Boghandel, Nordisk Forlag A/S, København.

Petersen, S. (2003): Effekten af økologisk jordbrug på vegetationen og fluefaunaen i læhegn og skel. Specialrapport, Botanisk institut, Københavns Universitet.

Peng, Y. S., Nasr, M. E., Marston, J. M., Yuenzhen, F. (1985): The digestion of dandelion pollen by adult worker honeybees. *Physiological entomology* **10**, 75-82.

Pernal, S. F., Currie, R. W. (2001): The influence of pollen quality on foraging behavior in honeybees (*Apis mellifera* L.). *Behavioral ecology and sociobiology* **51**, 53-68.

Pierre, J., Marsault, D., Genecque, E., Renard, M., Champolivier, J., Pham-Delégue, M. H. (2003): Effects of herbicide-tolerant transgenic oilseed rape genotypes on honey bees and other pollinating insects under field conditions. *Entomologia experimentalis et applicata* **108**, 159-168.

Planteværn 2006, [www.plantevaern.dk/sw288.asp](http://www.plantevaern.dk/sw288.asp), citeret d. 31.01.2006

Pline, W.A., Price, A. J., Wilcut, J. W., Edmisten, K. L., Wells, R. (2001): Absorption and translocation of glyphosate in glyphosate-resistant cotton as influenced by application method and growth stage. *Weed science* **49**, 460-467.

Pline, W.A., Viator, R., Wilcut, J. W., Edmisten, K. L., Thomas, J., Wells, R. (2002): Reproductive abnormalities in glyphosate-resistant cotton caused by lower CP4-EPSPS in the male reproductive tissue. *Weed science* **50**, 438-447.

Pline, W.A., Edmisten, K. L., Wilcut, J. W., Wells, R., Thomas, J. (2003): Glyphosate-induced reductions in pollen viability and seed set in glyphosate-resistant cotton and attempted remediation by gibberellic acid (GA<sub>3</sub>). *Weed science* **51**, 19-27.

Prys-Jones, O. E., Corbet, S. A. (1987): Bumblebees. Naturalists' Handbooks 6. Cambridge University Press. Cambridge, Great Britain.

- Pywell, R. F., Warman, E. A., Carvell, C., Sparks, T. H., Dicks, L. V., Bennett, D., Wright, A., Critchley, C. N. R., Sherwood, A. (2005): Providing foraging resources for bumblebees in intensively farmed landscapes. *Biological conservation* **121**, 479-494.
- Pywell, R. F., Warman, E. A., Hulmes, L., Hulmes, S., Nuttall, P., Sparks, T. H., Critchley, C. N. R., Sherwood, A. (2006): Effectiveness of new agri-environment schemes in providing foraging resources for bumblebees in intensively farmed landscapes. *Biological conservation* **129**, 192-206.
- Raven, P. H., Evert, R. F., Eichhorn, S. E. (1999). *Biology of plants*. 6. udgave. W. H. Freeman and company, worth publishers, New York, USA.
- Richardson, G. M., Walklate, P. J., Baker, D. E. (2002): Drift reduction characteristics of windbreaks. *Aspects of applied biology* **66**, 201-208.
- Roulston, T. H., Cane, J. H. (2000): Pollen nutritional content and digestibility for animals. *Plant systematics and evolution* **222**, 187-209.
- Sanders, G. E., Pallett, K. E. (1987): Comparison of the uptake, movement and metabolism of fluroxypyr in *Stellaria media* and *Viola arvensis*. *Weed research* **27**, 159-166.
- Sawyer, R. (1981): *Pollen identification for beekeepers*. University College Cardiff Press, Great Britain.
- Shivanna, K. R., Sawhney, V. K. (1997): *Pollen biotechnology for crop production and improvement*. Cambridge University Press.
- Snoo, G. R. (1997): Arable flora in sprayed and unsprayed crop edges. *Agriculture, ecosystems and environment* **66**, 223-230.
- Snoo, G. R. (1999): Unsprayed field margins: effects on environment, biodiversity and agricultural practice. *Landscape and urban planning* **46**, 151-160.
- Snoo, G. R., van der Poll, R. J. (1999): Effect of herbicide drift on adjacent boundary vegetation. *Agriculture, ecosystems and environment* **73**, 1-6.
- Sterk, G., Hassan, S. A., Baillo, M., Bakker, F., Bigler, F., Blümel, S., Bogenschütz, H., Boller, E., Bromand, B., Brun, J., Calis, J. N. M., Coremans-Pelseneer, J., Duso, C., Garrido, A., Grove, A., Heimbach, U., Hokkanen, H., Jacas, J., Lewis, G., Moreth, L., Polgar, L., Roversti, L., Samsøe-Petersen, L., Sauphanor, B., Schaub, L., Stäubli, A., Tuset, J. J., Vainio, A., van de Veire, M., Viggiani, G., Vinuela, E., Vogt, H. (1999): Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group "Pesticides and beneficial organisms". *BioControl* **44**, 99-117.
- Thomas, W. E., Plin-Srnic, W. A., Thomas, J. F., Edmisten, K. L., Weels, R., Wilcut, J. W. (2004): Glyphosate negatively affects pollen viability but not pollination and seed set in glyphosate-resistant corn. *Weed science* **52**, 725-734.



van Dijk, P.J. (2003): Ecological and evolutionary opportunities of apomixis: insights from *Taraxacum* and *Chondrilla*. Philosophical transactions of the the royal society of London, Series B **358**, 1113-1121.

Vestergaard, P. (2007): Naturen i Danmark. Det åbne land. 1. udgave, 1. oplag. Gyldendalske Boghandel , Nordisk Forlag A/S, København.

Weisser, P., Landfried, M., Koch, H. (2002): Off-crop drift sediments on plant surfaces –exposure of non-target organisms. *Aspects of applied biology* **66**, 225-230.

Wilson, R.G., Michiels, A. (2003): Fall herbicide treatments affect carbohydrate content in roots of Canada thistle (*Cirsium arvense*) and dandelion (*Taraxacum officinale*). *Weed science* **51**, 299-304.

Young, H. J. (1992): Environmental effects on pollen characters and paternity. Chapter 73 in: Angiosperm pollen and ovules. Edited by Ottaviano, E., Mulcahy, D. L., Sari Gorla, M., Bergamini Mulcahy, G. Springer-verlag, New-York.

Yu, C., Hu, S., He, P., Sun, G., Zhang, C., Yu, Y. (2006): Inducing male sterility in *Brassica napus* L. by a sulphonylurea herbicide, tribenuron-methyl. *Plant breeding* **125**, 61-64.

Öckinger, E., Smith, H. G. (2007): Semi-natural grasslands as population sources for pollinating insects in agricultural landscapes. *Journal of applied ecology* **44**, 50-59.

# Bilag

## Bilag 1. Vækstmuld

Stenrøgel vækstmuld 110 L

Spagnum med lergranulat

Bor 0,4 g

Kobber 1,5 g

Mangan 1,0 g

Zink 0,7 g

Jern 1,8 g

Molybdæn 0,6 g

Vejledende analyse efter jordbundsanalysemetoden:

pH 5,4-6,2

ledningsevne 2,5-4,5

nitratværdi 40-70

fosforværdi 30-50

kaliumværdi 30-45

magnesiumværdi 15-25

calciumværdi min. 150

Deklaration: organisk voksemedium

Omsætningsgrad 55-76

Tilsat pr m<sup>3</sup>:

Jordbrugskalk 3,0 kg

Dolomitkalk 1,0 kg

Lergranulat 40,0 kg

Gødning tilsat i granulat eller pulver (uorganisk):

NO<sub>3</sub>-N 59,0 g

NH<sub>4</sub>-N 60,0 g

P 107,0 g

K 224,0 g

Mg 12,0 g

## Bilag 2. Vandingsmetode og næringsopløsning

### **Vandingsmetode:**

Ved en vanding løber der vand ud på vandingsbordet, således at vandet står ca. 5 cm op omkring potterne i omkring 10 minutter. Vandet løber derefter væk igen og potterne står på den våde dug indtil næste vanding. Vandet der gødes med i væksthuset styres af det tilbageløbende næringsvand som opbevares i store beholdere. Inden en vanding måles ledningsevnen i vandet i beholderen. Hvis det har en ledningsevne på mindre end 1,5 tilsættes gødning i form af mikro- og makronæringsstoffer i lige mængde indtil ledningsevnen er 1,5. Efterfølgende reguleres vandets pH ved at tilsætte syre til det har en pH-værdi på ca. 6.

### **Makronæringsstoffer:**

Brøste Pioner NPK makro 14-3-23 + Mg  
25 kg mekanisk blandet væksthusholdning

Total kvælstof (N) 14,5 %  
Nitrat kvælstof (N) 10,7 %  
Ammonium kvælstof (N) 3,8 %  
Vandopl. fosfor (P) 2,9 %  
Citrat og vandopl. fosfor 3,2 %  
Vandopl. kalium 23,1 %  
Vandopl. magnesium 3,0 %  
Chlorid max. 0,05 %  
Fluorid max. 0,05 %

Til fremstilling af 200 L stamopløsning eller 20.000 L 1 % gødningsvand.

### **Mikronæringsstoffer:**

Brøste Pioner Mikro med Jern  
5 L = 5,5 kg blanding af mikronæringsstoffer

Vandopl. bor (B) 0,23 %  
Vandopl. kobber (Cu) 0,14 %  
Vandopl. jern (Fe) 1,45 %  
Vandopl. mangan (Mn) 0,59 %  
Vandopl. molybdæn (Mo) 0,03 %  
Vandopl. zink (Zn) 0,18 %

### Bilag 3. Oversigt over hegn og landmændenes kontaktoplysninger

Område	Driftsform	Landmand	Benævnelsen af heget
Kalø	Økologisk	Kalø Gods DMU kontakt: Jørn Pagh Berthelsen (89201536) Daglig forvalter: Peter Øster, Hesthavegård (40604516)	KØ1, KØ2, KØ3, KØ5, KØ6, KØ7
	Økologisk	Den økologiske landbrugsskole, Kalø Christian Heget (98265254) (20195060) (20195062)	KØ8
Ryomgård	Økologisk	Ny Ryomgård	NRØ1-NRØ3
Kalø	Konventionel	Peter Skovgaard (ejer??) (far: Tage Skovgaard (Jensen), Rostvedvej 15, (86371547)	KK1
	Konventionel	Peter Helbo Ladegård Føllevvej 10 (86371503) (27142998)	KK6
	Konventionel	Jens Jørgensen Smouenvej	KK7, KK8
	Konventionel	Lars Henriksen (86372931) (23432781)	KK9, KK10
Bjerringbro	Økologisk	Preben Kristensen Mågårdsvej 22 (86680761)	BjØ1a- BjØ1c
	Økologisk	Niels Peter Lykke Nielsen Løvskal Landevej 88 (20417123)	BjØ8a-BjØ8c
	Økologisk	Anne Grete og Karsten Bendtsen Poulsgård Enemærkevej 16 (21184942)	BjØ9a-BjØ9b
	Konventionel	Peter Johansen 40777201	BjK1d, BjK1e
	Konventionel	Jens Holm Nr. Tulstrup 4 (Løvskal) 86685211 86685285	BjK2
Fussingø	Økologisk	Fussingø Gods	FØ1, FØ2
	Konventionel		FK1 (=F3)

## Bilag 4. Planteartsliste, -forekomst i økologiske og konventionelle markhegn.

Dansk_navn	Latinsk_navn	Familie	Økologisk	Konventionelt
Aften Pragstjerne	<i>Silene alba</i>	Nellike	+	
Ager-Kål	<i>Brassica rapa ssp. sylvestris</i>	Korsblomst	+	
Ager-Sennep	<i>Sinapis arvensis</i>	Korsblomst	+	+
Ager-Snerle	<i>Convolvulus arvensis</i>	Snerle	+	+
Ager-Stedmoderblomst	<i>Viola arvensis</i>	Viol	+	+
Agertidse	<i>Cirsium arvense</i>	Kurvblomst	+	+
Alm. Ager-Svinemælk	<i>Sonchus arvensis</i>	Kurvblomst	+	+
Alm. Bjørneklo	<i>Heracleum spondylium ssp. spondylium</i>	Skærmbloomst	+	+
Alm. Brandbæger	<i>Senecio vulgaris</i>	Kurvblomst	+	
Alm. Draphavre	<i>Arrhenatherum elatius var. elatius</i>	Græs	+	+
Alm. Fingerbøl	<i>Digitalis purpurea</i>	Maskeblomst	+	
Alm. Fuglegræs	<i>Stellaria media</i>	Nellike	+	+
Alm. Gedeblad	<i>Lonicera periclymenum</i>	Gedeblad	+	
Alm. Gråbynke	<i>Artemisia vulgaris var. vulgaris</i>	Kurvblomst	+	+
Alm. Gærde-Valmue	<i>Papaver dubium ssp. Dubium</i>	Valmue	+	
Alm. Gærde-Vikke	<i>Vicia sepium</i>	Ærteblomst	+	
Alm. Hanekro	<i>Galeopsis tetrahit</i>	Læbeblomst	+	+
Alm. Hulsvøb	<i>Chaerophyllum temulum</i>	Skærmbloomst	+	+
Alm. Hundegræs	<i>Dactylis glomerata ssp. glomerata</i>	Græs	+	+
Alm. Hundekvik	<i>Roegneria canina</i>	Græs	+	+
Alm. Hvene	<i>Agrostis stricta</i>	Græs	+	+
Alm. Hønsetarm	<i>Cerastium fontanum ssp. vulgare</i>	Nellike	+	+
Alm. Kongepen	<i>Hypochoeris radicata</i>	Kurvblomst	+	
Alm. Kvikgræs	<i>Elytrigia repens ssp. repens</i>	Græs	+	+
Alm. Markarve	<i>Arenaria serpyllifolia ssp. serpyllifolia</i>	Nellike	+	+
Alm. Pengeurt	<i>Thlaspi arvense</i>	Korsblomst	+	
Alm. Pimpinelle	<i>Pimpinelle saxifraga ssp. saxifraga</i>	Skærmbloomst	+	
Alm. Rajgræs	<i>Lolium perenne</i>	Græs	+	+
Alm. Rapgræs	<i>Poa trivialis</i>	Græs	+	+
Alm. Rødknæ	<i>Rumex acetosella var. acetosella</i>	Syre	+	
Alm. Røllike	<i>Achilla millefolium ssp. millefolium</i>	Kurvblomst	+	+
Alm. Skovarve	<i>Arenaria trinervia</i>	Nellike	+	
Alm. Snerre	<i>Galium mollugo var. Mollugo</i>	Krap		+
Alm. Spergel	<i>Scleranthus arvensis</i>	Nellike	+	
Alm. Stedmoderblomst	<i>Viola tricolor ssp. tricolor</i>	Viol	+	
Alm. Svinemælk	<i>Sonchus oleraceus</i>	Kurvblomst	+	+
Alm. Syre	<i>Rumex acetosa</i>	Syre	+	
Alm. Torskemund	<i>Linaria vulgaris</i>	Maskeblomst	+	
Alm. Vindaks	<i>Apera spica-venti</i>	Græs	+	+
Alm. Vorterod	<i>Ranunculus ficaria ssp. bulbifera</i>	Ranunkel	+	
Alsike-Kløver	<i>Trifolium hybridum ssp. hybridum</i>	Ærteblomst	+	
Bidende Ranunkel	<i>Ranunculus acris</i>	Ranunkel	+	+
Bittersød Natskygge	<i>Solanum dulcamara var. dulcamara</i>	Natskygge	+	
Bleg-Pileurt	<i>Persicaria lapathifolia ssp. pallida</i>	Syre	+	+
Blæresmælde	<i>Silene vulgaris var. vulgaris</i>	Nellike	+	
Blød Hejre	<i>Bromus hordeaceus</i>	Græs	+	+
Blød Storkenæb	<i>Geranium molle</i>	Storkenæb	+	+

Blågrøn Rose	<i>Rosa dumalis ssp. dumalis</i>	Rosen	+	
Blågrå Siv	<i>Juncus inflexus</i>	Siv	+	
Blåhat	<i>Knautia arvensis</i>	Kartebolle	+	
Bredbladet Dunhammer	<i>Typha latifolia</i>	Dunhammer	+	
Brombær	<i>Rosa sp.</i>	Rosen	+	+
Bugtet Kløver	<i>Trifolium medium</i>	Ærteblomst	+	
Burre-Snerre	<i>Galium aparine</i>	Krap	+	+
Butbladet Skræppe	<i>Rumex obtusifolius ssp. obtusifolius</i>	Syre	+	+
Bølget Bunke	<i>Deschampsia flexuosa</i>	Græs	+	
Dag-Pragtstjerne	<i>Silene dioica</i>	Nellike	+	+
Dansk Ingefær	<i>Arum alpinum ssp. danicum</i>	Arum	+	
Dueurt	<i>Epilobium sp.</i>	Natlys		+
Dunet Dueurt	<i>Epilobium parviflorum</i>	Natlys	+	
Dusk-Syre	<i>Rumex thyrsiflorus</i>	Syre	+	
Døvnælde	<i>Lamium album</i>	Læbeblomst	+	+
Eng Rottehale	<i>Phleum pratense ssp. pratense</i>	Græs	+	
Eng-Gedeskæg	<i>Tragopogon pratensis</i>	Kurvblomst	+	
Eng-Havre	<i>Avenula pratensis</i>	Græs	+	+
Eng-Hejre	<i>Bromus racemosus</i>	Græs	+	
Engkarse	<i>Cardamine pratense ssp. pratense</i>	Kors	+	
Eng-Rapgræs	<i>Poa pratensis ssp. pratensis</i>	Græs	+	
Eng-Svingel	<i>Festuca pratensis</i>	Græs	+	+
Enårig Rapgræs	<i>Poa annua</i>	Græs	+	+
Feber-Nellikerod	<i>Geum urbanum</i>	Rosen	+	+
Fersken-Pileurt	<i>Persicaria malculosa</i>	Syre	+	+
Filtet Burre	<i>Arctium tomentosum</i>	Kurvblomst	+	
Fin Kløver	<i>Trifolium dubium</i>	Ærteblomst	+	
Fliget Tvetand	<i>Lamium hybridum</i>	Læbeblomst	+	+
Flyve-Havre	<i>Avena fatua</i>	Græs		+
Fløjlsgræs	<i>Holcus lanatus</i>	Græs	+	
Foder-Kulsukker	<i>Symphytum asperum x officinalis</i>	Rublad	+	
Foder-Lucerne	<i>Medicago sativa</i>	Ærteblomst	+	
Følfod	<i>Tussilago farfara</i>	Kurvblomst	+	
Gaffel-Vortemælk	<i>Euphorbia peplus</i>	Vortemælk	+	
Glanskapslet Siv	<i>Juncus articulatus</i>	Siv	+	
Glat Dueurt	<i>Epilobium montanum</i>	Natlys	+	+
Glat Vejbred	<i>Plantago major</i>	Vejbred	+	+
Gold Hejre	<i>Bromus sterilis</i>	Græs	+	+
Grøn Gåsefod	<i>Chenopodium suecicum</i>	Salturt	+	
Grøn Høgeskæg	<i>Crepis capillaris</i>	Kurvblomst	+	
Gul Fladbælg	<i>Lathyrus pratensis</i>	Ærte		+
Gul Kløver	<i>Trifolium campestre</i>	Ærte	+	
Gul Okseøje	<i>Chrysanthemum segetum</i>	Kurvblomst	+	
Gåsefod	<i>Chenopodium sp.</i>	Salturt	+	+
Hamp-Hanekro	<i>Galeopsis speciosa</i>	Læbeblomst	+	+
Haremad	<i>Lapsana communis</i>	Kurvblomst	+	+
Hejrenæb	<i>Erodium cicutarium</i>	Storkenæb	+	
Hindbær	<i>Rubus idaeus</i>	Rosen	+	+
Hjortetrøst	<i>Eupatorium cannabinum</i>	Kurvblomst	+	
Horse-Tidsel	<i>Cirsium vulgare</i>	Kurvblomst	+	+

Humle-Sneglebælg	<i>Medicago lupulina</i>	Ærteblomst	+	
Hvas Randfrø	<i>Torilis japonica</i>	Skærmbloomst	+	
Hvid Anemone	<i>Anemone nemorosa</i>	Ranunkel	+	
Hvid Okseøje	<i>Leucanthemum vulgare</i>	Kurvblomst	+	
Hvid Snerre	<i>Galium mollugo</i>	Krap	+	
Hvidkløver	<i>Trifolium repens</i>	Ærte	+	
Hvidmelet Gåsefod	<i>Chenopodium album</i>	Salturt	+	+
Hyrdetaske	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Korsblomst	+	+
Høst-Borst	<i>Leontodon autumnalis</i>	Kurvblomst	+	
Håret Høgeurt	<i>Hieracium pilosella</i>	Kurvblomst	+	
Håret Star	<i>Carex hirta</i>	Star		+
Italiensk Rajgræs	<i>Lolium multiflorum</i>	Græs	+	
Kanadisk Bakkestjerne	<i>Conyza canadensis</i>	Kurvblomst	+	
Kantet Dueurt	<i>Epilobium tetragonum</i>	Natlys	+	+
Kantet Perikon	<i>Hypericum maculatum ssp. Maculatum</i>	Perikon	+	
Kirtel-Kortstråle	<i>Galinsoga ciliata</i>	Kurvblomst	+	
Kirtlet Dueurt	<i>Epilobium adenocaulon</i>	Natlys	+	
Kløftet Storkenæb	<i>Geranium dissectum</i>	Storkenæb	+	
Knoldet Brunrod	<i>Scrophularia vernalis</i>	Maskeblomst		+
Knop-Siv	<i>Juncus econglomeratus</i>	Siv	+	
Korbær	<i>Rubus caesius</i>	Rosen	+	+
Kornblomst	<i>Centaurea cyanus</i>	Kurvblomst	+	
Korn-Valmue	<i>Papaver rhoeas</i>	Valmue	+	+
Korsknap	<i>Glechoma hederacea</i>	Læbeblomst	+	+
Krumhals	<i>Anchusa arvensis</i>	Rublad	+	
Kruset Skræppe	<i>Rumex crispus</i>	Syre	+	
Kruset Tidsel	<i>Carduus crispus</i>	Kurvblomst	+	+
Krybende Hestegræs	<i>Hierochloë mollis</i>	Græs	+	+
Krybende Potentil	<i>Potentilla reptans</i>	Rosen	+	
Kvikgræs	<i>Elytrigia sp.</i>	Græs	+	+
Kæmpe-Pileurt	<i>Fallopia sachalinensis</i>	Syre	+	
Kær-Dueurt	<i>Epilobium palustre</i>	Natlys	+	+
Kølle-Valmue	<i>Papaver argemone</i>	Valmue	+	
Kål-Tidsel	<i>Cirsium oleraceum</i>	Kurvblomst		+
Lancet-Vejbred	<i>Plantago lanceolata</i>	Vejbred	+	
Lav Ranunkel	<i>Ranunclus repens</i>	Ranunkel	+	+
Liden Burre	<i>Arctium minus</i>	Kurvblomst	+	+
Liden Klokke	<i>Campanula rotundifolia ssp. rotundifolia</i>	Klokke	+	
Liden Storkenæb	<i>Geranium pusillum</i>	Storkenæb	+	+
Liden Tvetand	<i>Lamium amplexicaule</i>	Læbeblomst	+	
Lugtløs Kamille	<i>Matricaria perforata</i>	Kurvblomst	+	+
Lysesiv	<i>Juncus effusus</i>	Siv	+	
Læge-Jordrøg	<i>Fumaria officinalis</i>	Jordrøg	+	
Løggarse	<i>Alliaria petiolata</i>	Korsblomst	+	+
Lådden Dueurt	<i>Epilobium hirsutum</i>	Natlys	+	+
Mark-Forglemmigej	<i>Myosotis arvensis</i>	Rublad	+	+
Mark-Ærenpris	<i>Veronica arvensis</i>	Maskeblomst	+	+
Miliegræs	<i>Milium effusum</i>	Græs		+
Mosebunke	<i>Deschampsia cespitosa ssp. cespitosa</i>	Græs	+	
Muse-Vikke	<i>Vicia cracca</i>	Ærteblomst	+	



Mælkebøtte	<i>Taraxacum sp.</i>	Kurvblomst	+	+
Nyrebladet Tvetand	<i>Lamium confertum</i>	Læbeblomst	+	
Nælde-Klokke	<i>Campanula trachelium</i>	Klokke	+	
Opret Hønsetarm	<i>Creastium glomeratum</i>	Nellike	+	
Prikbladet Perikon	<i>Hypericum perforatum</i>	Perikon	+	+
Rank Dueurt	<i>Epilobium lamyi</i>	Natlys	+	+
Rank Evighedsblomst	<i>Gnaphalium sylvaticum</i>	Kurvblomst	+	
Rank Vejsennep	<i>Sisymbrium officinalis</i>	Korsblomst	+	
Raps	<i>Brassica napus var. oleifera</i>	Korsblomst	+	
Rejnfan	<i>Tanacetum vulgare</i>	Kurvblomst	+	
Ris-Dueurt	<i>Epilobium obscurum</i>	Natlys	+	
Ru Svinemælk	<i>Sonchus asper</i>	Kurvblomst	+	+
Rug-Hejre	<i>Bromus secalinus</i>	Græs	+	
Rød Arve	<i>Anagallis arvensis</i>	Kodriver		+
Rød Svingel	<i>Festuca rubra</i>	Græs		+
Rød Tvetand	<i>Lamium purpureum</i>	Læbeblomst	+	+
Rødkløver	<i>Trifolium pratense</i>	Ærteblomst	+	
Rørgræs	<i>Phalaris arundinacea</i>	Græs	+	
Skive Kamille	<i>Chamomilla suaveolens</i>	Kurvblomst	+	+
Skov-Brandbæger	<i>Arnica sylvaticus</i>	Kurvblomst		+
Skov-Burre	<i>Arctium nemorosum</i>	Kurvblomst	+	+
Skov-Forglemmigej	<i>Myosotis sylvatica</i>	Rublad	+	
Skov-Galtetand	<i>Stachys sylvatica</i>	Læbeblomst	+	+
Skov-Hanekro	<i>Galeopsis angustifolia</i>	Læbeblomst	+	
Skov-Løg	<i>Allium scorodoprasum</i>	Lilje	+	
Skovmærke	<i>Galium odoratum</i>	Krap		+
Skov-Stilkaks	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	Græs	+	
Skvalderkål	<i>Aegopodium podagraria</i>	Skærmbloomst	+	+
Skærm-Vortemælk	<i>Euphorbia helioscopia</i>	Vortemælk	+	+
Slangehoved	<i>Echium vulgare</i>	Rublad	+	
Smalbladet Vikke	<i>Vicia angustifolia var. angustifolia</i>	Ærte	+	
Småblomstret Gulurt	<i>Amsinckia micravatha</i>	Rublad	+	
Snerle-Pileurt	<i>Fallopia convolvulus</i>	Syre	+	+
Spyd-Mælde	<i>Atriplex prostrata</i>	Salturt	+	
Stinkende Storkenæb	<i>Geranium robertianum var. robertianum</i>	Storkenæb	+	+
Stor Fladstjerne	<i>Stellaria holostea</i>	Nellike	+	+
Stor Nælde	<i>Urtica dioica</i>	Nælde	+	+
Storbægret Storkenæb	<i>Geranium colombinum</i>	Storkenæb	+	
Storkenæb	<i>Geranium sp.</i>	Storkenæb		+
Storkronet Ærenpris	<i>Veronica persica</i>	Maskeblomst	+	+
Stortoppet Hvene	<i>Agrostis gigantea</i>	Græs	+	+
Strand-Svingel	<i>Festuca arundinacea var. Arundinacea</i>	Græs	+	+
Sump-Evighedsblomst	<i>Gnaphalium uliginosum</i>	Kurvblomst	+	+
Svingel	<i>Festuca sp.</i>	Græs	+	
Tag-Høgeskæg	<i>Crepis tectorum</i>	Kurvblomst	+	
Tagrør	<i>Phragmites australis</i>	Græs	+	
Tidlig Skov-Hejre	<i>Bromus benekenii</i>	Græs	+	+
Tofrøet Vikke	<i>Vicia hirsuta</i>	Ærteblomst	+	
Tusindfryd	<i>Bellis perennis</i>	Kurvblomst	+	
Tveskægget Ærenpris	<i>Veronica chamaedrys</i>	Maskeblomst	+	

Udspærret Vinterkarse	<i>Barbarea vulgaris var. Arcuata</i>	Korsblomst	+	
Vedbend-Ærenpris	<i>Veronica hederifolia ssp. hederifolia</i>	Maskeblomst	+	
Vej-Pileurt	<i>Polygonum aviculare ssp. aviculare</i>	Syre	+	+
Vellugtende Aftenstjerne	<i>Hesperis matronalis</i>	Korsblomst	+	
Vellugtende Kamille	<i>Chamomilla recutita</i>	Kurvblomst	+	
Vild Kørvel	<i>Anthriscus sylvestris</i>	Skærmbloomst	+	+