

Herbicidresistens - før, nu og i fremtiden



Rapport over studietur til England 23. - 26. juni 2002

Deltagere:
Bodil Lejre Christoffersen
Keld Daa Funder
Hans Raun
Alfred Futtrup

Herbicidresistens - før, nu og i fremtiden

Rapport over studietur til England 23.-26. juni 2002.

Deltagere: Bodil Christoffersen, LRØ Tørring. Keld Funder, LRØ Odder.

Hans Raun, LRØ Horsens og Alfred Futtrup, LRØ Vejle.

Grundlaget for studieturen er stigende problemer med græsukrudt, specielt vindaks, agerrævehale og hejrearter. Desuden udfasning af gamle græsmidler og fremkomst af nye ukrudtsmidler mod græsser af "mini-type" samt tiltagende resistens-problemer. Således er der i England og Frankrig herbicidresistent agerrævehale, flyvehavre og rajgræs. Også i Danmark er der nu fundet herbicidresistent agerrævehale. Vi ønsker at være på forkant med udviklingen: Hvad kan Dansk landbrug forvente, og hvad kan Dansk landbrug frygte? Hvilke rådgivningsopgaver stilles vi overfor? Hvordan kan vi modvirke resistens-problemerne?

Turen foregik med fly fra Tirstrup til Stansted nord for London og med transport i England i lejet bil. Programmet blev udformet efter anbefaling fra Per Kudsk, Flakkebjerg og diverse kemikaliefirmaer. Herefter tog vi via e-mails direkte kontakt til de personer, vi ønskede at konsultere og diskutere emnet med.

Studieturen var finansieret af LandbrugsRådgivning Østjylland og med legat fra Foreningen af danske Landbrugskonsulenter.

Program for Englandstur d. 23.-26. juni 2002

Søndag d. 23. juni

- 21.30 Mødes i Tirstrup lufthavn.
- 22.25 Afgang mod Stansted.
- 23.15 Ankomst Stansted.

Mandag d. 24. juni

- 9.00 - Afgang fra hotel. Vi mødes med Jim Orson ved hotel og kører sammen med ham til Morley Research Centre.
- 10.30 - 11.00 Introduktion til Morley Research Centre. Tilstede er Libby Powell og Jim Orson.
- 11.00 - 12.45 Erfaringer med herbicidresistens i UK.
- 12.45 - 13.45 Frokost.
- 13.45 - 16.00 Rundvisning på Morley Research Centre ved Jim Orson og Ron Stobart.
- 16.00 - Afgang til Sleep Inn.

Tirsdag d. 25. juni

- 8.45 - Afgang hotel. Det tager ifølge Steven Moss en god times tid fra Sleep Inn til Rothamsted, hvis man kører turen ofte. "Boxworth/Royston/Baldock/A1 road/Hatfield/Wheathamstead/Harpenden. Last bit from Hatfield to Harpenden is most complicated part."
- 10.30 - 16.00 Der er ikke lavet et tidsfast program for dagen. Vi starter med diskussion omkring resistens fulgt op af potte- og væksthuseforsøg. Som afslutning på dagen får vi en lille rundvisning på Rothamsted, hvor vi slutter af i de klassiske fastliggende markforsøg. Tilstede er Stephen Moss fra Rothamsted og Gordon Anderson-Taylor fra Aventis. Der er ikke sat navne på dem, der tager sig os på rundvisningen.
- 16.00 Afgang til Sleep Inn.

Onsdag d. 26. juni

- 10.00 Afgang til NIAB. Vi bliver afhentet af Neil Thompson, Aventis (lokal udviklingsagronom med fungicider som speciale).
- 10.30 - 12.30 NIAB er en af de førende uafhængige forskningsinstitutioner i UK. Rosemary Bayles, som er chef for svampegruppen, vil fortælle om fungicid-strategier i korn i UK. Rundvisning i forsøgspareller og en generel snak om bekæmpelse af fungicider.
- 12.30 Frokost, byvandring og afslapning i Cambridge. Jeg har "turen går til GB" med, så vi kan se, om der er noget interessant at se, eller vi bare skal tage en slapper.
- 19.25 Afgang mod Tirstrup
- 22.00 Ankomst Tirstrup

Herbicidresistens i agerrævehale, flyvehavre og italiensk rajgræs.

Til behandling af dette emne havde vi god kontakt med **Jim Orson**, Morley Research Centre samt **Stephen Moss**, Rothamsted og **Gordon Anderson-Taylor**, Aventis. To sidstnævnte er begge medlemmer af en gruppe, som har til formål at imødegå herbicidresistens (Weed Resistance Action Group - WRAG). Da stoffet er ganske meget sammenfaldende, behandles kontakten fra de 3 eksperter under et.

Hvorfor og hvordan ?

Opbygning af resistens kan være en arvelig ændring i planterne. Men det kan også være en selektion, en udvælgelse af mindre følsomme planter. Vi kan tænke på Darwins teorier om tilpasning. Er der mindre herbicidfølsomme planter, vil disse i marken få bedre betingelser på grund af mindre konkurrence fra følsomme planter. Disse bedre betingelser vil resultere i en opformering af de mindre følsomme ukrudtsplanter.

Men oftest er resistensen en arvelig ændring i planterne. Resistensen findes i 2 virkningsmekanismer, som på engelsk kaldes: **1) Target site og 2) Enhanced metabolism.**

1) Target site. Ved denne form for resistens ændrer ukrudtsplanten struktur i vækstpunktet, så stoffet ikke længere påvirker væksten. "Target site" opstår ved ændring af et enkelt gen og er ikke så udbredt som "Enhanced metabolism". Der er i England fundet target site resistens mod Fusilade, Galant, Primera Super og Topik. Disse midler benævnes "fops" efter deres kemiske struktur. Bruges et af disse midler gentagne gange i en mark, er der stor risiko for, at der opstår resistens mod alle midler. Der er nu også i Danmark fundet agerrævehaler, der er resistente mod Primera Super - og som nok også er resistente mod Topik. I England er der en anden gruppe græsherbicider på markedet. På grund af midlernes kemiske struktur benævnes de "dime". Agerrævehale har også udviklet Target site resistens mod "dime". Midlerne af "dime-typen" er ikke i handel i Danmark, men vi har haft midlerne Grasp og Laser til afprøvning. Hvis midlerne kom på markedet i Danmark, ville vi sandsynligvis opleve samme problemer med resistensopbygning som i England. Target site resistens er i England indtil nu kun fundet efter brug af "fops"- og "dime"-produkter. Der advares mod at sætte for stor tillid til midlernes virkning - og det anbefales at anvende midlerne med omtanke. Jo højere virkning af midlerne, jo hurtigere udvikles resistensen.

2) Enhanced metabolism. Denne form for resistens er mere udbredt og vanskeligere at arbejde med. Resistens-grundlaget består af flere gener, der sætter planten i stand til at nedbryde ukrudtsmidlet, så det ikke når at bekæmpe ukrudtsplanten. Alle midler kunne her være involveret, og der er da også fundet Enhanced metabolism-resistens mod danske kendte midler som Avadex og Butisan. Der er ikke fundet resistens mod Kerb, Carbetamex, Nortron og Treflan. Det anbefales at vælge ukrudtsmidler med forskellige virkningsmekanismer, selv om dette ikke er en garanti mod opbygning af resistens. Det er uklart om nedsat dosering fremmer Enhanced metabolism.

Undersøgelser af følsomme og resistente planter viser, at resistensen er knyttet til placering af bestemte led i aminosyrekæden. Dette gælder både for flyvehavre, italiensk rajgræs og agerrævehale. På Rothamsted er der udviklet og beskrevet et testprogram til undersøgelse af resistens hos ukrudtsfrø. Ukrudtsfrøene tilsættes de pågældende herbicider i petriskåle, og efter 2 uger kan resultatet aflæses. De resistente frø spirer og udvikler sig - de følsomme frø spirer ikke.

Italiensk rajgræs - der nogle steder i England er blevet almindeligt græsukrudt uden at have været dyrket som frøafgrøde - har udviklet resistens mod isoproturon (IPU), men ellers optræder resistens mere efter anvendelse af bladmidler end efter jordmidler. Det er ikke samme resistens, der optræder i alle områder, og nogle steder er der krydsresistens mellem midlerne.

Tidsperiode for resistens i England og Danmark

Udviklingen af resistens i græsukrudt startede i England for 20 år siden i agerrævehale. Nu er resistensen fundet over 1000 steder spredt over hele landet. I 1990 blev resistens mod herbicider fundet hos italiensk rajgræs og i 1993 mod flyvehavre. I disse 2 arter er resistens indtil nu fundet mindre end 100 steder, mens problemet i italiensk rajgræs er hurtigt tiltagende.

Oversigt over udvikling af resistens

	Ager-rævehale GB	Ager-rævehale DK	Italiensk rajgræs GB	Flyvehavre GB	Valmuer GB	Fuglegræs GB	Fuglegræs Sjælland	Fuglegræs Nordjylland	Hanekro, Vejle
Første fund	1982	2001	1990	1993	2001	2000	1992	2002	2001
midler	fops+ dims	fops	fops+ dims	fops+ dims	SU	SU	SU	SU	SU

Blandt 2-kimbladet ukrudt er der i England kun fundet resistens mod fuglegræs og kornvalmuer - altsammen af nyere dato. I Danmark er der fundet resistens i fuglegræs og hanekro- ligeledes af nyere dato. Resistens i tokimbladet er såvel i Danmark som i England fundet efter anvendelse af sulfonylurea. Resistens i agerrævehale er i Danmark registreret i 2001. Undersøgelse over udbredelse af resistente Vindaks er nu sat i gang i Danmark.

Resistens er oftest knyttet til et enzym, som er det første led i dannelsen af aminosyrer i planterne - det såkaldte ALS-enzym. Sulfonylurea ("minimidlerne") er ALS-hæmmere.

- * Verden over er der fundet 70 eksempler på ALS-resistens
- * Der er oftest tale om tokimbladede ukrudtsplanter, men forekommer også i græs.
- * Der er ikke fundet ALS-resistens hos græsser i England - endnu.
- * Sulfonylurea ("mini-midler") er meget brugt og giver stor risiko for dannelse af ALS-resistens
- * Midlerne Lexus og Monitor, der som græsmidler forventes på markedet i Danmark efteråret 2002 og foråret 2003, er begge sulfonylurea, som der er fundet resistens mod.
- * ALS-resistens er mest Target site - ændring af vækstpunkt så planten ikke påvirkes.

Morley og Rothamsted

Vi blev meget godt modtaget. Trods travlhed fulgte alle 3 kontaktede og nævnte personer med om eftermiddagen og fremviste - på Morley sammen med medarbejdere - Morley's og Rothamsted's forsøg.

Morley Research Centre

Morley Research Centre er specielt, fordi det er et landmandsejet forsøgs-og rådgivningscenter. Rådgivningssektionen er næsten landsdækkende med mange ansatte konsulenter over et stort område i England. For at modtage skriftlige rådgivningsbreve/afgrødenyt (Morly Fax) og månedlige/kvartalsvise beretninger (Morley Bulletin) skal man være medlem af "organisationen". Der er p.t. 1423 medlemmer, som fordeler sig på 663 landmænd, 117 tilsluttede industrier, 454 grovvarehandlere og agronomer, 56 konsulenter og 73 andre.



Morley er placeret i Norfolk i Østengland ca 25 km sydvest for Norwich. Historien går tilbage til 1886, da en gruppe landmænd lejede en gård til forsøgs- og udviklingsarbejde. Samarbejdet bestod sin prøve, og i 1908 købte gruppen en præstegård til videreførelse af arbejdet. I 1965 blev gården Morley købt, og i 1985 blev navnet Morley Research Centre lanceret. Siden da - og i takt med ændring af den nationale rådgivning - er forsøgsarbejdet og rådgivningen expanderet. Jordtilliggendet er nu 720 ha. Området er delt med lerjord mod syd og sandjord mod nord. Der arbejdes derfor med en sandjords- og en lerjordsgruppe. Forsøgsarbejdet er ikke kun placeret på Morley Research Centre, men udføres forskellige steder spredt over hele England med vægt på problemstillingen i det pågældende område - jordtype, afgrødevalg, sygdomme og ukrudtsproblemer.

Forsøgsvirksomheden på Morley er GEP godkendt (Good Experimental Practice) og

gennemføres med stor intensitet og akkuratse indenfor alle afgrøder og opgaver: sorter, gødning, sprøjtning m.m. Forsøgene er bestilt af firmaer og gennemføres mod betaling. Forsøgsarbejdet er således en god indtægtskilde for Morley Research Centre samtidig med, at det er afgørende for den uvildige rådgivning. Forsøgsmarkerne fremvises til medlemmer og selskaber.

Alsidig finansiering.

Bruttoindkomsten på Morley forsøgsstation fordeler sig på 5 hovedgrupper. 27 procent af indtægten kommer fra landmændene, medens 26 procent stammer fra forskellige abonnementsordninger. Bevillinger/tilskud udgør 19 procent, og forsøgsarbejdet betaler 15 %. De sidste 13 er overskud fra landbruget.

Medlemsfordele kan listes på følgende måde:

- * Strategisk rådgivning
- * Straks-rådgivning
- * Grupperådgivning
- * Afgrødenyt
- * Mulighed for telefonisk rådgivning
- * Høstresultater
- * Vintermøder
- * "Åbne dage" - udstillinger m.m.

Afgrødenyt kaldes Morley Fax og er afgrødeopdelt: 1) korn, 2) raps og 3) sukkerroer. Prisen for første valg er ca 950 kr (80 GBP), og for efterfølgende valg ca 650 kr (55 GBP). Abonnement på alle 3 afgrøder er således ca 2250 kr (190 GBP). Der udsendes månedlige/kvartalsvise faglige medlemsinformationer på 30-40 sider - Morley Bulletin - skrevet af konsulenter og eksperter. Disse informationer er skrevet på glitret papir med farvelægning, så det er "gemmesider". Landmandsgrupperne gennemføres med 7-8 deltagere og er baseret på ejendomsstørrelse - i praksis er der tale om afgrødegrupper. Prisen er ca 475 kr (40 GBP) pr besøg.

Landmandsmøder afholdes i de forskellige områder som vintermøder og som efter-høst-og-førsåning møder for valg af sorter.

For 5-6 år siden stod kemikaliebranchen for 80 % af kemikalierådgivningen - nu er det kun ca 50 %. Omfanget af uvildig rådgivning er fordoblet på få år. Det er kendetegnende, at de små landbrug fortrinsvis modtager gratis rådgivning fra firmaer, mens de store landbrug bruger uafhængige konsulenter.

Rothamsted Experimental Station

På Rothamsted var vi mest interesserede i at se "long-terms"-forsøgene. Ved det gamle klassiske fastliggende forsøg fra 1844 kunne man næsten fornemme en susen fra nostalgien og historien. Man kan ikke lade være med at undre og glæde sig over, at dette klassiske forsøg blev anlagt med så store parceller - og at der for over 100 år siden blev drænet til opsamling og måling af nedsvivningsvand. Forsøget skæmmes af, at der for ca 20 år siden i takt med tidens ånd skulle medtages et afsnit helt uden kemikalieanvendelse. Denne del er - selvfølgelig - totalt sammengroet. Men afsnittet fortsætter. Takket være storparceller er det klassiske forsøg ikke ødelagt. Også andre gamle forsøg og undersøgelser blev fremvist og diskuteret, f. eks. græsmarkers botaniske sammensætning ved meget lavt reaktionstal - ingen kalktilførsel gennem 100 år.



NIAB

Organisationens arbejde

NIAB (National Institute of Agricultural Botany) er en af de førende uafhængige forskningsinstitutioner i England med hovedkvarteret placeret i Cambrigde. Institutionen blev grundlagt i 1919 som en statsvirksomhed primært for at forædle nye sorter og for at sikre tilgængeligheden af en høj sædekornskvalitet til landbruget. Institutionen er i 90'erne blevet privatiseret og har siden 1996 været en økonomisk uafhængig organisation. Der er 240 ansatte - heraf 24 plantepatologer - fordelt på 8 regionale centre. På kommerciel basis tilbyder NIAB rådgivning til selvstændige agronomer, firmaer og landmænd, ligesom der udføres firmaforsøg og forskning på kontrakt. NIAB har i dag mange strenge at spille på bl.a. genetisk og molekylær forskning, hvor der arbejdes med kortlægning af de enkelte sorters genotyper, men også med hvorledes genmodificerede afgrøder påvirker miljøet samt genmodificerede afgrøders sporbarhed.

Rosemary Bayles beklagede, at det efterhånden er ganske vanskeligt at rejse midler til den uafhængige forskning i UK. Holdningen i landet er, at det er industriens problem og dermed sagt kemikaliebranchens.

Tilsvarende WRAG, der arbejder med problematikken om ukrudtsresistens, findes i England en gruppe, der arbejder med fungicidresistens. Gruppen forkortes til FRAG.

Flagskibet er stadig arbejdet med de forskellige sorter - registrering af nye sorter, sortsafprøvnin-ger samt evaluering af disse - og den professionelle landbrugsrådgivning er primært baseret på sorter og såsæd samt certificering af korn og frø.

Besøg på afdelingen for patologi

Vi besøgte NIAB den 26. juni sammen med Neil Thompson fra Aventis, som er lokal udviklingsagronom med fungicider som speciale. Han formidlede kontakten til Rosemary Bayles, som er chef for svampegruppen på NIAB. Svampegruppen arbejder med sygdomsresistens, virulensovervågning, plantebeskyttelse, information og rådgivning. De har 800 landmænd

som medlemmer plus diverse agronomer, firmaer og planteforædlere. Landmænd og øvrige kunder kan tegne et medlemskab almindeligt eller udvidet. Medlemskab incl NIAB's sortsoplysninger koster ca 4400 kr for landmænd (medlemskab alene ca 1000 kr) og ca 5300 kr for øvrige (medlemskab alene ca 1950 kr).

Forsøg

Efter en kort introduktion til organisationen NIAB ved Rosemary Bayles blev vi vist rundt i de nærliggende forsøgspareller og laboratorier, hvor de udførte inokuleringsforsøg med rust og meldug. Efter dansk standard virkede stedet en kende nedslidt. Man følte sig sat et par generationer tilbage efter interiørets tilstand at dømme. Men dét syntes ikke at påvirke personalets entusiasme, og der skal af dén grund ikke stilles tvivl omkring forsøgenes validitet.

Rust

NIAB har en samling på ikke mindre end 50 smitteracer inden for gulrust. Heraf er kun 4-5 stk. dominerende i den enkelte sæson. Hvert 3-4 år udvikler gulrust sig epidemisk i England. De milde vintre betyder, at smitstoffet kan overleve og dermed starte tidligt den følgende sæson. Angreb af brunrust i hvede er i England ganske almindeligt. Angrebet af brunrust starter sidst på vækstsæsonen, mens angreb af gulrust er tidligere - baseret på svampenes krav til temperatur.

Septoria

Septoria Tritici er nu den mest dominerende, mens Septoria Nodorum ikke er så udbredt som tidligere. Forklaringen skal søges i typer af sorter, i tidligere såning og i et højere kvælstofniveau.

Besøg i sortsforsøgene

Besøget sluttede i NIAB's sortsforsøg med en rundvisning af en meget engageret medarbejder. Flere af sorterne kunne genkendes men ikke med den store udbredelse i Danmark, grundet klima, gødningsniveau og afsætning.

I forbindelse med NIAB's arbejde med sortsforsøg udkommer hvert år de såkaldte "recommended lists" - en anbefaling af, hvilke sorter, der er bedst egnede i de 4 forskellige regioner, som landet grundet klimatiske variationer er opdelt i. I det østlige England dyrkes mest vinterhvede, mens der på grund af den større nedbør i den vestlige del er flere kvægbrug og derfor dyrkes mere vårbyg.



Forholdsregler ved resistent græsukrudt

Hold øje med markerne

Resistens opdages som regel ved manglende effekt af et herbicid. Det kan ofte være svært udelukkende på baggrund af iagttagelser i marken at fastslå, om der er tale om resistens, eller om den manglende effekt skyldes andre ting. Nogle af indikatorerne på resistens kan være:

- Levende og døde planter side om side i marken efter sprøjtning.
- Fald i effekten af ét eller en gruppe af midler set over en årrække.
- Herbicid mister effekten overfor én ukrudtsart, mens der stadig er fuld effekt overfor andre modtagelige arter.
- Resistens i nabolaget.

- Bruges der år efter år samme herbicid eller herbicider med samme virkningsmekanisme, øges risikoen for resistens.
- Resistensen ses ofte i forbindelse med ensidig korndyrkning og reduceret jordbehandling

Risikofaktorer og deres betydning for resistensudviklingen

For at undgå eller i det mindste mindske risikoen for resistensudvikling, skal der tages højde for følgende risikofaktorer.

	Høj risiko	Lav risiko
Sædskifte	Ensidig dyrkning af vintersæd	Vekselafrøder
Jordbehandling	Reduceret jordbehandling	Pløjning hvert år
Ukrudtsbekæmpelse	Kemisk ukrudtsbekæmpelse	Mekanisk ukrudtsbekæmpelse
Middelvalg	Midler med samme virkningsmekanisme	Midler med forskellig virkningsmekanisme
Ukrudtstryk	Højt	Lavt
Såtidspunkt	Tidlig såning	Sen såning
Resistente populationer i nabolaget	Almindelig udbredt	Ingen

Sædskifte

Vårsæd reducerer problemerne med græsukrudt væsentligt. Det gælder specielt for de arter, hvor hovedparten af frøene spirer allerede samme efterår, f.eks. agerrævehale. Andre afgrøder end korn, kan ligeledes være gavnlige, da det her ofte er muligt at anvende andre herbicider end dem, der anvendes i kornafgrøderne.

Jordbehandling

Jordbehandlingen har stor indflydelse på hvor hurtig man kan forvente at resistensen udvikler sig. Engelske forsøg har ført til en model, som forudsiger, at der ved reduceret jordbehandling kan forventes resistens i agerrævehale allerede efter 10 år. Pløjes der hvert år, vil der gå helt op til 28 år. Dette skyldes, at bla. frø af agerrævehale og italiensk rajgræs ikke kan spire, hvis de kommer dybere end 5 cm i jorden. Samtidig reduceres frøpuljen i jorden med 70-80 % pr år.

Ukrudtsbekæmpelse

Kemisk frem for mekanisk ukrudtsbekæmpelse vil alt andet lige, føre til større resistensdannelse. Engelske forskere mener samtidig, at jo højere effekt der opnås af den kemiske bekæmpelse, jo hurtigere vil resistensen udvikle sig (det modsatte gælder for fungicider). Dette skyldes, at det kun vil være de resistente ukrudtsarter, der overlever og dermed vil de efterfølgende generationer alle være resistente. De reducerede doseringer, vi er kendt for at bruge i Danmark, er derfor ikke af det onde, når det drejer sig om herbiciderne.

Når der skal vælges herbicid, er det vigtigt, at der år efter år ikke vælges midler med samme virkningsmekanisme. Englænderne er endnu usikre på, om det er mest optimalt at blande flere midler med forskellig virkningsmekanisme samme år, eller om det er bedre at anvende dem adskilt.

Forholdsregler ved konstateret forekomst af resistens

- De ovennævnte risikofaktorer gælder også her, men der skal lægges større vægt på den mekaniske ukrudtsbekæmpelse.
- Undgå at sprede resistente frø mellem inficerede og ikke inficerede marker med mejetærsker, såsæd, maskiner og husdyrgødning !!
- Undersøg hvilke herbicider, der er resistente mod. Dette gør middelvalget lettere i den efterfølgende strategiplanlægning.
- Små kolonier af resistent ukrudt bortluges - eller afgrøde og ukrudt destrueres.

September 2002

Keld Då Funder
Bodil Lejre Christoffersen
Hans Raun
Alfred Futtrup