

# PLANTEVÆRNSPROBLEMER I FORBINDELSE MED REDUCERET JORDBEARBEJDNING

INTERN RAPPORT · MARKBRUG NR. 29 · SEPTEMBER 2010

BO MELANDER, PER KUDSK, SOLVEJG MATHIASSEN, LISE NISTRUP JØRGENSEN, LARS MONRAD HANSEN



DET JORDBRUGSVIDENSKABELIGE FAKULTET

AARHUS UNIVERSITET



# PLANTEVÆRNSPROBLEMER I FORBINDELSE MED REDUCERET JORDBEARBEJDNING

**Bo Melander**

**Per Kudsk**

**Solvejg Mathiassen**

**Lise Nistrup Jørgensen**

**Lars Monrad Hansen**

Aarhus Universitet

Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet

Institut for Plantebeskyttelse og Skadedyr

Forsøgsvej 1

4200 Slagelse

---

Interne rapporter indeholder hovedsagelig forskningsresultater og forsøgsopgørelser som primært henvender sig til DJF medarbejdere og samarbejdspartnere. Rapporterne kan ligeledes fungere som bilag til temamøder. Rapporterne kan også beskrive interne forhold og retningslinier for DJF.

Publikationer fra Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet kan downloades på [www.agrsci.au.dk](http://www.agrsci.au.dk)

Forsidefoto: Bo Melander

Tryk: [www.digisource.dk](http://www.digisource.dk)

Planteværnsproblemer i forbindelse  
med  
reduceret jordbearbejdning

Bo Melander  
Per Kudsk  
Solvejg Mathiassen  
Lise Nistrup Jørgensen  
Lars Monrad Hansen

Institut for Plantebeskyttelse og Skadedyr  
Forsøgsvej 1  
4200 Slagelse



DET JORDBRUGSVIDENSKABELIGE FAKULTET  
AARHUS UNIVERSITET



# Indhold

1	SAMMENDRAG	4
2	INTRODUKTION	6
3	FORMÅL MED UDREDNINGEN	7
4	FOREKOMST AF SKADEVOLDERE I RJ - NUVÆRENDE OG FREMTIDIGE	8
4.1	UKRUDTSPROBLEMER	8
4.1.1	<i>Jordbearbejdningens effekter på ukrudt</i>	<b>8</b>
4.2	SYGDOMSPROBLEMER	12
4.2.1	<i>Effekt på rod og stråsygdomme</i>	<b>13</b>
4.2.2	<i>Effekt på bladsygdomme i korn</i>	<b>13</b>
4.2.3	<i>Fusarium i korn</i>	<b>14</b>
4.2.4	<i>Fusarium, majsøjeplet og majsbladplet i majs</i>	<b>15</b>
4.3	SKADEDYRSPROBLEMER	16
4.3.1	<i>Snegle</i>	<b>16</b>
4.3.2	<i>Skadelige insekter</i>	<b>17</b>
4.3.3	<i>Nyttedyr</i>	<b>17</b>
5	PESTICIDER I RELATION TIL RJ	18
5.1	EFFEKTER AF PESTICIDER UNDER RJ	18
5.2	HERBICIDRESISTENS OG RJ	19
5.3	NUVÆRENDE PESTICIDFORBRUG SAMT UDVIKLINGEN PÅ SIGT	19
5.3.1	<i>Herbicer</i>	<b>19</b>
5.3.2	<i>Indflydelse på fungicidforbruget</i>	<b>20</b>
5.3.3	<i>Indflydelse på insekticidforbruget</i>	<b>20</b>
5.3.4	<i>Konkrete data for pesticidforbruget i RJ</i>	<b>20</b>
6	FORSKNINGSBEHOV	22
6.1	UKRUDT	22
6.2	SYGDOMME	23
6.3	SKADEDYR	23
6.4	IPM-SYSTEMER	23
7	KONKLUSIONER	24
8	REFERENCER	25

# 1 Sammendrag

Der er en betydelig interesse for reduceret jordbearbejdning (RJ) i dansk planteproduktion, fordi der kan opnås flere driftsmæssige fordele. Specielt besparelser i tidsforbruget pr. hektar til planteetablering er en vigtig motivationsfaktor for at ændre praksis. Reduceret jordbearbejdning omfatter flere forskellige grader af reduktioner i jordbearbejdningsindsatsen, men i nærværende udredning er der primært fokuseret på ikke-vendende jordbearbejdning med opharvning til 8-10 cm forud for såning.

Pløjefri dyrkning er så radikal en ændring af jordbearbejdningen, at det vil ændre plantebeskyttelsesproblemerne markant. En række skadevoldere forventes at få større og mere alvorlig betydning som følge af en øget udbredelse af RJ. Denne udredning har til formål at beskrive de vigtigste planteværnsproblemer i relation til RJ, deres årsager, hvilke konsekvenser det kan få for pesticidforbruget samt fremtidige forskningsbehov.

Burre-snerre og enårige ukrudtsgræsser som vindaks, ager-rævehale, gold hejre, stor væselhale, alm. rapgræs og enårig rapgræs forventes at give øgede problemer med RJ, så længe den udbredte dyrkning af vintersæd og vinterraps fastholdes. Vindaks og enårig rapgræs vil udgøre det største problem på landsplan, men også burre-snerre forventes at få øget forekomst mange steder. De nævnte arter, dog med undtagelse af enårig rapgræs, er særdeles tabsvoldende, og der vil være et betydeligt incitament for at bekæmpe dem. Især vil arter som vindaks, stor væselhale og ager-rævehale kunne volde så store problemer, at det kan nødvendiggøre en ændring af sædskiftet til fordel for en øget dyrkning af forårssæede afgrøder.

På sygdomssiden vil effekten af RJ ofte være sekundær og afhænge af mængden af halm- og stubrester, ligesom valget af efterfølgende afgrøder har stor betydning for, om der opstår øgede problemer. Især aksfusarium og bladsygdommen hvedebladplet vil kræve øget opmærksomhed. Hvedebladplet kan blive meget udbredt, hvor hyppig vinterhvededyrkning kombineres med RJ. Hele fusariumproblematikken er særdeles relevant at undersøge nærmere specielt set i lyset af jordbrugets store interesse i en øget dyrkning af kernemajs – en afgrøde, som meget vel kan få markant større betydning i nærmeste fremtid.

Reduceret jordbearbejdning øger forekomsten af en lang række af de skadedyr, der har en stor del af deres livscyklus i jorden. Mange af disse skadedyr udgør kun lokale problemer, mens agersnegle og hvedegalmyg er mere udbredte. Sammenhængen mellem skadedyr, nyttedyr samt forskellige former for jordbearbejdning er meget kompleks og langt fra kendt. Overordnet set kan man dog sige, at jo mindre man jordbearbejder, jo flere skadedyr får man i marken og dermed også større behov for anvendelse af insekticider og molluskicider.

Generelt ventes pesticidforbruget at stige ved RJ. Sædskiftet vil i nogen grad kunne dæmpe stigningerne, hvis der vælges afgrøder, som modvirker opformeringen af særligt tabsvoldende skadevoldere. En væsentlig hindring er

dog, at efterårssæede afgrøder generelt giver en bedre økonomi end forårssæede afgrøder, og derfor vil mange fastholde de overvintrende afgrøder så længe som muligt. Stigninger i pesticidforbruget vil hovedsageligt forårsages af stigninger i herbicidforbruget. Først vil glyphosatforbruget stige, fordi det er en nødvendig dyrkningsfaktor for, at RJ-systemer overhovedet kan lade sig gøre. Dernæst ventes forbruget af selektive herbicider mod ukrudtsgræsser og burre-snerre at stige. Stigningen i græsherbicider skyldes ikke kun øget forekomst af ukrudtsgræsser, men også det forhold, at jordherbicider vil have nedsat effekt i RJ systemer på grund af flere planterester og øget indhold af organisk stof i jorden. En øget udbredelse af RJ vil også aktualisere en øget opmærksomhed på herbicidresistens, da udenlandske erfaringer har vist en stærkt øget risiko for udvikling af resistens mod ager-rævehale, vindaks og rajgræs i forbindelse med RJ. Et forhold, som kan øge herbicidforbruget betragteligt.

Ny forskning i plantebeskyttelsesproblemer i relation til RJ skal inddrage de nye tiltag i regeringens plan for Grøn Vækst. Planen lægger bl.a. op til et fortsat lavt pesticidforbrug, begrænsninger i jordbearbejdningen om efteråret og øget dyrkning af mellem- og efterafgrøder, tiltag som alle vil have stor betydning for plantebeskyttelsen i RJ-systemer.

## 2 INTRODUKTION

Reduceret jordbearbejdning (RJ) fik en øget udbredelse i slutningen af 1990'erne og begyndelsen af det nye årtusinde. Foreningen for reduceret jordbearbejdning FRDK ([www.frdk.dk](http://www.frdk.dk)) blev således stiftet i 1999. Arealet steg relativt hurtigt og skønnes i dag at have stabiliseret sig på ca. 200.000 ha på landsplan svarende til ca. 10% af det dyrkede areal. Der er ikke tegn på en yderligere stigning for nuværende, hvilket bl.a. tilskrives en del usikkerhed omkring tilladelsen til anvendelse af glyphosat, og at en del avlere har haft mindre gode oplevelser med dyrkningsformen.

Den væsentligste årsag til stigningen i RJ er bedrifternes øgede arealstørrelser. Kravet om rationalisering af markdriften er steget betydeligt, og især muligheden for at spare tid ved RJ anføres som en af de vigtigste faktorer. Ved RJ søger avleren først og fremmest at undgå pløjning, da denne operation er meget tidskrævende og arbejdstung. Reduceret jordbearbejdning praktiseres i Danmark langt overvejende ved, at jorden kun opharves til dybder svingende fra 8-20 cm forud for såning. Antallet af harvninger kan være 1-3, men der er en tendens til både stigende jorddybder og et øget antal harvninger forud for såning. En udvikling, som vurderes at være opstået som følge af stigende problemer med jordpakning, snegle og dårlig planteetablering. Af andre RJ-systemer kan nævnes direkte såning, som ganske vist kun praktiseres af få avlere i landet, men ofte med stor dygtighed.

Pløjning tjener 3 formål: 1) at skabe et godt såbed, 2) at nedmulde organisk gødning og plantemateriale samt 3) at bekæmpe ukrudt. Undlades pløjningen, hvilket betyder, at jorden ikke vendes, ændres livsvilkårene radikalt for sygdomme, skadedyr og ukrudt. Nogle skadevoldere vil fremmes af den nye situation, og andre vil sandsynligvis hæmmes. Derfor forventes RJ at skabe nye bekæmpelsesmæssige problemstillinger og udfordringer mod en række af landbrugsafgrødernes skadevoldere.



## 3 Formål med udredningen

Udredningsarbejdet har det overordnede formål at samle, vurdere og fortolke den eksisterende nationale og internationale viden om planteværnsproblemer i forbindelse med RJ. Ud fra dette gøres der status over de nuværende problemer med fokus på, hvor de største trusler mod både dyrkningen og de afledte negative miljøeffekter vil være i de kommende år. Udredningsarbejdet skal herefter identificere væsentlige forskningsemner, hvor en efterfølgende forskningsindsats kan bidrage med viden til løsning af planteværnsproblemer i RJ-systemer på en dyrknings- og miljømæssig forsvarlig måde.

## 4 Forekomst af skadevoldere i RJ - nuværende og fremtidige

### 4.1 Ukrudtsproblemer

#### 4.1.1 Jordbearbejdningens effekter på ukrudt

Ved pløjning vendes jorden, således at nyligt producerede ukrudtsfrø og vegetative formeringsfragmenter fra flerårige ukrudtsarter overvejende bliver placeret i jorddybder fra 10-25 cm alt afhængig af pløjedybden, og om der anvendes forplov. Årets produktion af ukrudtsfrø vil derved blive gemt væk til næste gang der pløjes, fordi frø af langt de fleste ukrudtsarter skal befinde sig i det øverste 0-5 cm jordlag for at kunne spire frem til jordoverfladen og etablere levedygtige ukrudtsplanter. Når frøene omsider bliver pløjet frem igen, vil det tidlige ophold i jorden have betinget en betydelig dødelighed blandt frøene, således at ukrudtsproblemet bliver mindre, end hvis der ikke blev pløjet (Melander, 1994).

De fleste rod ukrudtsarter kan spire fra større jorddybder end ukrudtsfrø. Hvorvidt de vegetative plantedele er i stand til at sende skud til jordoverfladen er imidlertid afhængigt af, hvor meget de er svækkede før pløjning. Sønderdeling og fremprovokering af gentagne spiringer gennem jordbearbejdning vil nedsætte fragmenternes evne til at sende levedygtige skud til jordoverfladen fra større jorddybder (10-25 cm). Pløjningens hæmmende effekt på vigtige rod ukrudtsarter som alm. kvik, ager-tidsel, mælkebøtte, og skræppearter er både veldokumenteret og anerkendt fra praksis (Melander, 1994; Zaller, 2004).

Reduceres jordbearbejdningssindsatsen er det meget afgørende for ukrudtspopulationernes opformeringsmuligheder, om reduktionen indebærer, at jorden ikke vendes eller kun undertiden vendes. En konsekvent gennemførelse af ikke-vendende jordbearbejdning vil for de fleste jordbearbejdningssystemer betyde, at ukrudtsfrø og sønderdelte vegetative opformeringsfragmenter koncentrerer sig i de øverste jordlag. Hvor meget, der placeres i det vigtige 0-5 cm lag, afhænger af redskabstyperne, samt hvor dybt jorden bearbejdes. Ikke-vendende jordbearbejdningssystemer kan altså øge ukrudtspopulationernes opformeringsmuligheder sammenlignet med pløjning. Pløjefri dyrkningssystemer stiller større krav til en omhyggelig og effektiv ukrudtsbekæmpelse i de fleste afgrøder, hvis ukrudtsmængden skal holdes på et acceptabelt niveau. Her er det meget vigtigt at hæmme/forhindre ukrudtets tilførelse af nyt opformeringsmateriale til jorden (Mohler, 1993; Melander & Rasmussen, 2000).

De fleste undersøgelser viser, at opformeringen af ukrudt kan gå hurtigt i ikke-vendende jordbearbejdningssystemer, hvis ukrudtsbekæmpelsen er utilstrækkelig. Er bekæmpelsen derimod meget effektiv, kan RJ føre til en hurtigere nedgang i ukrudtsbestanden sammenlignet med pløjning (Thorup,

1999). Årsagen er den enkle, at det jordvolumen, som skal tømmes for spiredygtige frø og fragmenter, er betydeligt mindre end det jordvolumen, som frøene og fragmenterne vil være indarbejdet i efter flere års pløjninger (Melander, 1994).

#### 4.1.2 Ukrudtsarter der fremmes af RJ

Tabel 1 giver en oversigt over hvilke væsentlige ukrudtsarter, som RJ forventes at fremme. De enårige græsukrudtsarter ager-rævehale, vindaks, alm. rapgræs (det enårige forløb fra spiring efterår til frøsætning det følgende år), enårig rapgræs og gold hejre er alle arter, hvor både erfaringer fra praksis og litteraturen har vist tydelige opformeringer som følge af RJ (bl.a. Hurle, 1993; Orson, 2006; Melander *et al.*, 2008). Bortset fra enårig rapgræs er de nævnte arter karakteriseret ved, at de primært spirer om efteråret, og at deres frø har kort levedygtighed – ofte er mere end 80% af en årsproduktion allerede gået til grunde efter ét år. I modsætning til pløjning vil RJ fastholde frøene i de øverste jordlag, hvorfra de kan let kan spire frem. Dyrkes der tilmed vintersæd efter vintersæd, behøver frøene kun et kortvarigt ophold i jorden, inden de igen kan etablere planter i en afgrøde. Opformeringen forstærkes især af hyppig dyrkning af hvede, overlig jordbearbejdning (0-5 cm), tidlig såning, nedsatte effekter af jordherbicer som følge af afgrøderester, konkurrencesvage sorter og dårlig afgrødeetablering, som undertiden kan forekomme i forbindelse med RJ.

**Tabel 1.** Oversigt over vigtige ukrudtsarter der forventes at blive et større problem med en øget udbredelse af RJ (hvor jorden ikke vendes).

Ukrudtsart	Påvirkningsgrad	Nuværende udbredelse
<b>Enårigt græsukrudt</b>		
Ager-rævehale ( <i>Alopecurus myosuroides</i> )	XXX	Fortrinsvis på god lerjord (JB 5-8) i vintersædsdominerede sædskifter på sydhavsøerne samt lokalt andre steder i landet.
Vindaks ( <i>Apera spica-venti</i> )	XXX	Overvejende på lettere jord (JB 1-5) i vintersædsdominerede sædskifter i hele landet.
Gold hejre ( <i>Anisantha sterilis</i> )	XX	Primært et rand og kantproblem i vintersæd på lerjord (JB 5-8) i Østjylland og på øerne.
Blød hejre ( <i>Bromus hordeaceus</i> )	X	Optræder meget lokalt, er sjældent et væsentligt problem.
Langstakket og stor væselhale ( <i>Bromoides spp.</i> )	XX	Under udbredelse i frøavlssædskifter på øerne.
Alm. rapgræs ( <i>Poa trivialis</i> )	XXX	Almindeligt forekommende i hele landet, dog fortrinsvis i fugtige områder af marken.
Enårig rapgræs ( <i>Poa annua</i> )	XXX	Almindeligt forekommende i hele landet og i alle afgrøder, dog mest i vintersæd og –raps.
<b>Enårigt tokimbladet ukrudt</b>		
Burre-snerre ( <i>Galium aparine</i> )	XXX	Fortrinsvis i Østjylland og på øerne på lerjord (JB 5-8). Optræder især i vinterhvede.
<b>Flerårigt ukrudt</b>		
Alm. kvik ( <i>Elytrigia repens</i> )	X	Hele landet og i alle afgrøder.
Ager-tidsel ( <i>Cirsium arvensis</i> )	X	Hele landet og i alle afgrøder.
Mælkebøtte ( <i>Taraxacum officinale</i> )	X	Hele landet og i alle afgrøder.
XXX = størst påvirkning		

Når enårig rapgræs oftest opformerer mere i sædskifter domineret af vintersæd og vinterraps end i vårafgrøder, er det fordi arten kan gennemføre flere generationer i de overvintrende afgrøder. Egentlig spirer enårig rapgræs lige så godt om foråret som om efteråret, men fordi arten spirer og vokser ved blot nogle få plusgrader, kan den nå at lave flere frø i løbet af en overvintrende afgrødes vækstperiode (Warwick, 1979).

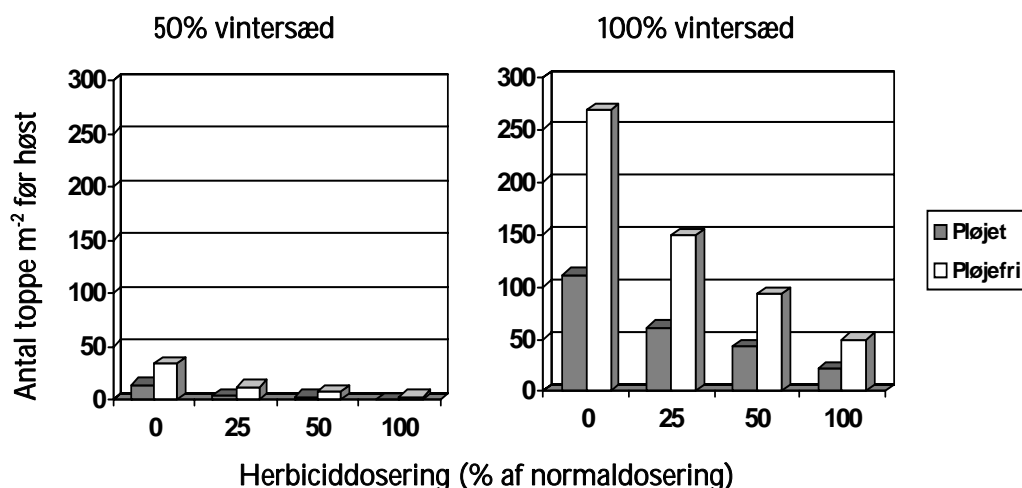
Af arterne nævnt i tabel 1 skønnes vindaks og enårig rapgræs at udgøre det største problem på landsplan ved en større udbredelse af RJ. Ved den seneste landsdækkende floraundersøgelse forekom begge arter markant hyppigere i vinterhvede og -rug end i tidligere undersøgelser (Andreasen & Stryhn, 2008), sandsynligvis som følge af de senere års øget vintersædsdyrkning. Mere RJ vil forværre problemet, og denne udvikling vil ske på trods af et kemikalie marked med flere effektive græsherbicer. Kombinationen af RJ og en høj andel af vintersæd og -raps i sædskiftet vil øge effektkravene så markant, at de kan være svære at opnå i praksis (tabel 2, figur 1). Det er ligeledes observeret i igangværende, fastliggende forsøg på Flakkebjerg og Foulum, hvor interaktioner mellem sædskifte, jordbearbejdning og bekæmpelsesniveau mod vindaks undersøges. Forsøgene har kørt siden 2003, og de foreløbige erfaringer og resultater kan sammenfattes til, at pløjefri dyrkning med opharvning til 8-10 cm jorddybde fører til en kraftig opformering af vindaks, især på Foulum med en lettere jord og mere køligt og fugtigt klima. En nedsat herbicidindsats i forsøgene med et tilstræbt effektniveau på 70% er generelt ikke nok til at opnå en tilfredsstillende bekæmpelse af vindaks, og selv et tilstræbt effektniveau på 90% har ikke været tilfredsstillende i de senere år på Foulum sammenlignet med parceller, som har været fri for vindaks fra starten af. I modsætning til opharvning forud for såning havde direkte såning til gengæld langt mindre vindaks (Melander *et al.*, 2008; Melander upublicerede data). I forhold til græsukrudtsbekæmpelse er det uheldigt, at opharvning forud for såning er den helt dominerende praksis for RJ i Danmark.

**Tabel 2.** Modelberegning af effektkravene til kemisk bekæmpelse af en vindaksbestand i to forskellige sædskifter med henholdsvis pløjning og pløjefri jordbearbejdning. Effektkravene er beregnet for et bekæmpelsesniveau, hvor bestanden ikke opformerer på sigt.

Sædskifte	Jordbearbejdning	Bestandsudvikling uden bekæmpelse	Effektkrav
100% vintersæd	Pløjning	Kraftig opformering – bestanden mere end fordobles pr. år.	> 90%
	Pløjefri	Særdeles kraftig opformering – bestanden mere end tredobles pr. år.	> 95%
75% vintersæd	Pløjning	Moderat opformering – bestanden fordobles ikke pr. år.	70 - 80%
	Pløjefri	Kraftig opformering – bestanden mere end fordobles pr. år.	> 90%

Ager-rævehale, gold hejre og alm. rapgræs vil også kræve en effektiv kemisk bekæmpelse, når RJ og megen vintersædsdyrkning kombineres (Clarke *et al.*, 2000; Orson 2006). Disse arter forventes dog ikke at få samme omfattende

betydning på landsplan, men til gengæld kan de lokalt blive ganske plagsomme. Af de nævnte græsukrudtsarter er gold hejre den art, som reagerer hurtigst overfor ændringer i sædskifte og jordbearbejdning. En bestand af gold hejre er derfor relativt let at bringe ned igen, og den og blød hejre forventes at få mindst betydning blandt de enårige ukrudtsgræsser ved en øget udbredelse af RJ.



**Figur 1.** Udviklingen i en bestand af vindaks efter en længere årrække i et fastliggende tysk sædskifteforsøg med to forskellige jordbearbejdninger. Vindaksen blev bekæmpet med forskellige herbiciddoseringer efter tyske standarder (efter Pal lutt, 1999).

Væselhale er et forholdsvist nyt ukrudtsproblem i græsfrøavl, men arten har nu også bredt sig til vintersædsmarkerne. Der er kun meget begrænset viden om væselhalens biologi, men meget tyder på, at væselhale i nogen grad optræder på samme måde som ager-rævehale og vindaks. Stor væselhale har bredt sig betydeligt i det fastliggende forsøg på Flakkebjerg, og artens reaktion på sædskifte og jordbearbejdning var meget markant i 2008 (tabel 3). Især direkte såning tyder på at fremme væselhale, hvilket passer med artens evne til at kolonisere bare eller tynde pletter i frøgræsmarker, hvor planten kan etablere sig uden forudgående jordbearbejdning.

**Tabel 3.** Forekomsten af stor væselhale i juli 2008 i et fastliggende sædskifte- og jordbearbejdningsforsøg på Flakkebjerg (JB6) påbegyndt i 2003. Væselhalen blev første gang observeret i 2006.

Sædskifte	Jordbearbejdning	Væselhale (antal aks m <sup>-2</sup> )
Ensidig hvede	Pløjning og alm. såbedsharvning	0
	Pløjefri, opharvning (8-10 cm) forud for såning	78
	Direkte såning	148
67% vintersæd og 33% vårsæd	Pløjning og alm. såbedsharvning	0
	Pløjefri, opharvning (8-10 cm) forud for såning	2
	Direkte såning	1

Tilsvarende de enårige ukrudtsgræsser har burre-snerre frø med ringe primær spirehvil og en relativ kort levedygtighed efter indarbejdning i jorden. Arten kan også spire villigt om foråret, men det er først og fremmest i vinterhvede, at burre-snerre kan blive et stigende problem ved hyppig hvededyrkning kombineret med RJ, specielt på lerjorde. En sådan udvikling har netop fundet

sted i det fastliggende forsøg på Flakkebjerg (tabel 4). Burre-snerre blev ikke observeret ved forsøgets start og blev først optalt specifikt i 2006, hvor de pløjefri led (opharvning til 8-10 cm og direkte såning) alle havde signifikant mere burre-snerre end de pløjede forsøgsled. På trods af et løbende herbicidvalg med god effekt på burre-snerre er den fortsat med at opformeres i de pløjefri led. Engelske undersøgelser bekræfter burre-snerrens massive opformering under RJ i vedvarende vinterhvede, og at de høje herbicideffekter, som skal til for at bremse denne udvikling, er nærmest urealistiske at opnå i praksis (Wilson & Wright, 1991). Udvikling for burre-snerre på Flakkebjerg er endnu ikke set på den lettere jordtype på Foulum, selvom arten er forekommet relativt tidligt i forsøgsperioden på denne lokalitet.

**Tabel 4.** Forekomsten af burre-snerre i april/maj i 2008/2009 i det fastliggende sædskifte- og jordbearbejdningsforsøg på Flakkebjerg (JB6) påbegyndt i 2003. Burre-snerre blev første gang optalt specifikt i 2006.

Sædskifte	Jordbearbejdning	Burre-snerre (kimplanter m <sup>-2</sup> )	
		2008	2009
Ensidig hvede	Pløjning og alm. såbedsharvning	1	2
	Pløjefri, opharvning (8-10 cm forud) forud for såning	28	40
	Direkte såning	37	26
67% vintersæd og 33% vårsæd	Pløjning og alm. såbedsharvning	1	-
	Pløjefri, opharvning (8-10 cm forud) forud for såning	12	-
	Direkte såning	10	-

Det kan virke overraskende, at flerårigt ukrudt generelt ikke vurderes at ville stige særlig meget med øget RJ. Forbruget af glyphosat er generelt højere under RJ end i traditionelle dyrkningssystemer med pløjning. Meget rodukudt og i særdeleshed alm. kvik vil blive løbende bekæmpet, og med de øvrige herbicidmuligheder mod rodukudt i selve afgrøden er det vurderingen, at arter som alm. kvik, ager-tidsel og mælkebøtte kun vil byde på moderate problemer. Tidligere undersøgelser bekræfter, at glyphosatmidler har haft afgørende betydning for at kunne håndtere alm. kvik effektivt i RJ-systemer (bl.a. Bachthaler, 1974; Permin, 1984; Ekeberg *et al.*, 1985).

#### 4.2 Sygdomsproblemer

Jordbearbejdning kan have stor betydning for forekomsten af sygdomme i afgrøden. Effekten er dog ofte sekundær og afhænger både af mængden af halm- og stubrester, lige som valget af efterfølgende afgrøder har stor betydning for, om der opstår et øget problem med sygdomme.

Der findes en lang række undersøgelser, der belyser, hvorvidt forskellige sygdomme i korn fremmes eller hæmmes af jordbearbejdning. Undersøgelserne er ikke altid entydige, men visse sygdomme ved man med sikkerhed øges, hvis man vel at mærke efterfølgende dyrker en modtagelig afgrøde (tabel 5). Oftest har forsøgene med pløjefri dyrkning vist negative effekter på udbyttet eller store stigninger i sygdomsangrebet (Jordan *et al.*, 1996). Danske resultater har vist varierede resultater afhængig af hvilken sygdom, der er tale om, og effekterne på udbyttet har ligeledes været svingende (Rasmussen, 1984; Jørgensen & Olsen, 2007).

**Tabel 5.** Effekten af pløjefri dyrkning på risikoen for sygdomsangreb i korn, såfremt der er tale om en modtagelig art i den efterfølgende afgrøde (delvis justeret efter Nielsen & Jensen, 2005).

Skadegører	Svampens overlevelse	Effekt af pløjefri dyrkning		
		Fremmer	Uændret	Hæmmer
Septoria sygdomme	Halm- og stubrester	+		+
Bygbladplet	Halm- og stubrester	+		
Hvedebladplet (DTR)	Halm- og stubrester	+		
Skoldplet	Halm- og stubrester	+		
Aksfusarium	Halm- og stubrester	+		
Knækkefodsyge	Halm- og stubrester		+	
Hvedens gulstribе	På frøgræsrester	+		
Goldfodsyge	Overlever i jorden		+	
Skarp øjeplet	Overlever i jorden	+		
Meldrøjer	Overlever i jorden	++		
Trådkølle	Overlever i jorden	?		
Stinkbrand	Overlever i jorden	+		
Havrerødsot (bladlus)	Overlever på spildplanter	++*		
Meldug, rust	Overlever på spildplanter	(+)*		+

\* Påvirkningen er afhængig af, om der bruges glyphosat til bekæmpelse af spildkornplanter, således at "den grønne bro" reduceres.

#### 4.2.1 Effekt på rod og stråsygdomme

For goldfodsyge og knækkefodsyge er der modsatrettede resultater, der peger på, at angreb i visse situationer kan øges ved pløjefri dyrkning, mens andre har vist det modsatte (Yarham & Hirst, 1975; Rasmussen, 1988). Generelt vurderes det, at påvirkningen er begrænset og ikke vil påvirke behovet for kemisk bekæmpelse i væsentlig grad.

#### 4.2.2 Effekt på bladsygdomme i korn

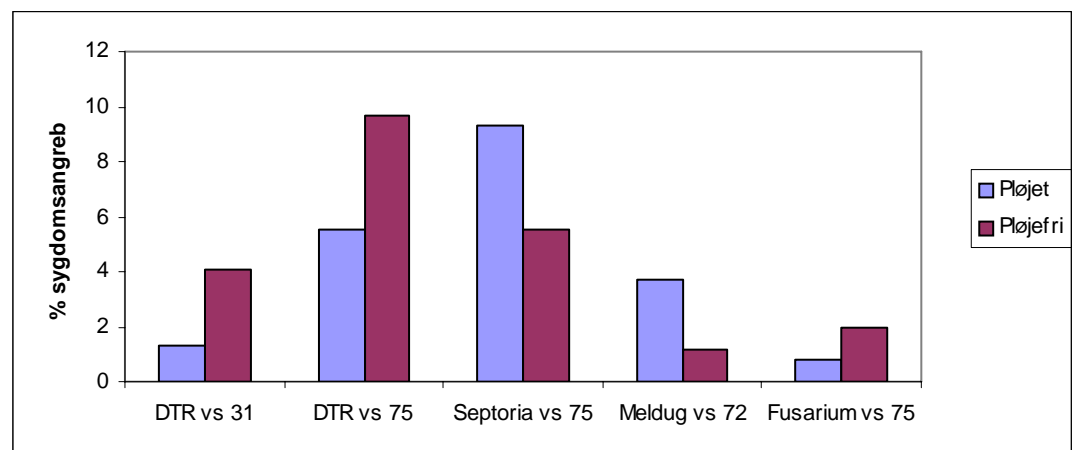
Der findes flere kilder, der beskriver øgede angreb af Septoria sygdomme, bygbladplet og skoldplet ved ensidig dyrkning af byg eller hvede med såning i stub/halmrester (Yarham & Hirst, 1975; Rasmussen, 1984; Rasmussen, 1988). For bl.a. hvedegråplet gælder, at uanset jordbearbejdning vil der være smitstof til rådighed i alle marker. Hvorvidt der vil ske tabsgivende angreb afhænger derfor ikke alene af jordbearbejdningen, men også af de efterfølgende smittebetingelser (nedbørshændelser). Et større smittepotentiale vil dog alt andet lige øge risikoen for tabsgivende angreb.

Der har i Danmark været stigende opmærksomhed på svampesydommen hvedebladplet, som i de seneste år har bredt sig til en række marker i Danmark, og de kraftigste angreb er konstateret i forbindelse med pløjefri dyrkning (Jørgensen & Olsen, 2007). Hvis arealet med pløjefri dyrkning øges, forventes det, at svampen vil kunne etablere sig hurtigere i Danmark. Dette vil øge risikoen for, at der også vil ske en betydelig spredning til marker, som pløjes. Svampen kan nemlig luftspredes, når den først er etableret. Der er fundet en klar sammenhæng mellem mængden af halm, hvor meget den er inkorporeret og sygdomsrisikoen i den efterfølgende vækstsæson (Summerell & Burgess, 1989).

Hvedens gulstribе er en sygdom, der især optræder, hvor forfrugten er rajgræs. Hvis rajgræsset ikke er ordentligt nedpløjet, kan der opstå udbredte angreb. Svampen kan ikke bekæmpes kemisk.



Den efterladte stråmængden i forbindelse med jordbearbejdning har stor betydning for smittepotentialer. Jo mere strå jo mere smitstof af f.eks. Fusarium og hvedebladplet.



**Figur 2.** Sygdomsangreb i vinterhvede under indflydelse af jordbearbejdningerne: pløjning og pløjefri bearbejdning. Gennemsnit af 2 forsøg i 2003/2004. Alle forskelle mellem pløjet og pløjefri er signifikant forskellige.

#### 4.2.3 Fusarium i korn

Fusariumsvampe kan angribe akset hos alle danske kornarter. Angrebene øges efter pløjefri dyrkning og ensidig korndyrkning (Hartleb & Herold, 1999; Krebs *et al.*, 2000). Et stort monitoringsprojekt ledet af Landbrugets Rådgivningstjeneste har siden 2003 undersøgt indholdet af mykotoksiner i danske kornprøver (Oversigt over Landsforsøgene 2009). Dette projekt har vist, at der især i fugtige vækstsæsoner er stor risiko for Fusarium og mykotoksiner produceret af svampen i kornprøver. Risikoen har klart vist sig at være større i marker, hvor der praktiseres RJ, og hvor majs eller korn samtidig er forfrugt (tabel 6). Nye undersøgelser har vist, at de fusariumsvampe, der dominerer på kernerne i hvede og triticale, ofte er **F.**



***graminearum***, som er en af de vigtigste toksinproducenter. Denne svamp kobles ofte med majsproduktionen, og det vurderes, at de senere års stigning i majsdyrkingen har været med til at øge risikoen for denne svamp på landsplan. Især kombinationen af at dyrke hvede efter majs er problematisk ikke mindst, hvis der samtidig anvendes pløjefri dyrkning. Indtil videre er der målt høje toksinniveauer i 2 ud af 7 år. Problematikken gælder for både ensilage- og kernemajs, men risikoen er størst i kernemajs. Hvede dyrket efter hvede eller majs kombineret med anvendelse af pløjefri dyrkning vurderes i dag maksimalt at blive dyrket på 5% af hvedearealet.

**Tabel 6.** Procent prøver med overskredne grænseniveauer af mykotoksinet deoxynivalenol (DON) opdelt for pløjet og ikke pløjede marker (Kilde: Dansk Landbrugsrådgivning).

Jordbearbejdning	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Pløjet	15	7	0	0	0	0	0
Ikke pløjet	30	35	13	0	10	0	0



Nysæet hvede i mark hvor forfrugten har været majs. Den store mængde af majsstubrester vil øge risikoen for fusariumangreb i hvedeafgrøden.

Der findes hvedesorter, som har relativ god resistens over for fusariumangreb, men disse dyrkes ikke særligt udbredt i dag, da de udbyttmæssigt giver lavere udbytte end de mere modtagelige sorter. Kemisk bekæmpelse kan medvirke til at reducere angrebet af fusariumangreb og minimere niveauet af toksiner, men i marker med stor risiko vil svampemidler ikke alene kunne reducere problemet.

#### 4.2.4 Fusarium, majsøjeplet og majsbladplet i majs

En række sygdomme overlever på stubrester af majs. Risikoen for angreb øges således, især hvor der dyrkes ensidigt majs kombineret med anvendelse af RJ. Risikoen er især høj i fugtige vækstsæsoner.

Grænseværdierne for fusariumtoksiner i majshelsæd (ensilagemajs) er forholdsvis høje, da det især bruges til kvægfoder. Det er dog sjældent, at der er målt meget høje niveauer af toksin i ensilagemajs (kilde: Dansk Landbrugs Rådgivning). I kerne- og kolbemajs er der generelt fundet højere toksinværdier, hvilket bl.a. skyldes, at det høstes senere. Indhold af toksiner i kernemajs er kritisk, da det bruges til svin, som er mest følsomme over for disse. I Danmark som i mange andre lande er det meget almindeligt, at majs dyrkes ensidigt i sædskiftet. Stubrester på overfladen er almindeligt både med og uden pløjning, da stubbene ofte er så store, at de kun vanskeligt lader sig tildække. I den danske monitoring er der ikke fundet mere toksin ved majs som forfrugt og ved pløjefri dyrkning, men der har dog kun været få upløjede marker med i monitoringen. I udenlandske undersøgelser er fundet mere toksin i kernemajs, når pløjning efter forfrugt kernemajs undlades (Planteavlsorientering 09-869).

### 4.3 Skadedyrsproblemer

Generelt gælder det for de insekter, snegle og andre smådyr, som lever i jorden eller har en væsentlig del af deres livscyklus i jorden, at de bliver voldsomt påvirket af jordbearbejdningen. Jo kraftigere jordbearbejdningen er, jo mere bliver dyrene påvirket. Da der forekommer både skade- og nyttedyr i marken, vil en reduktion i jordbearbejdningen betyde en forøget forekomst af begge slags. Den øgede forekomst af skadedyr vil betyde et øget behov for anvendelse af insekticider og molluskicider, mens en øget forekomst af nyttedyr vil virke i modsat retning. Den positive effekt fra nyttedyrene vil imidlertid forsvinde, hvis en insekticidbehandling bliver nødvendig. Det samlede resultat af disse tendenser vil med stor sandsynlighed være en øget forekomst af skadedyr og dermed et øget behov for anvendelse af insekticider og molluskicider.

#### 4.3.1 Snegle

Specielt agersnegle – gør jævnlige skade på vintersædsmarkerne om efteråret. De kræver høj luftfugtighed og tilbringer derfor en store del af tiden i jorden, hvor de bevæger sig via eksisterende hulrum. Det er velkendt, at en kraftig jordbearbejdning er et af de bedste ikke kemiske bekæmpelsesmidler mod snegle (Speiser *et al.*, 2001; Voss *et al.*, 1998). Sneglene vil ved en pløjning i stort omfang blive slået ihjel eller skadet så meget, at de ikke er i stand til at bevæge sig tilbage til de øverste jordlag efter at være blevet placeret ca. 25 cm nede i jorden. En kraftig harvning i jordens øverste 10 cm vil også i et vist omfang reducere sneglebestanden. Men sammenlignet med pløjning skal det forventes, at RJ vil øge forekomsten af snegle og dermed også de problemer, som følger. Bagger (1980) giver flere eksempler fra Danmark, mens Glen & Symondson (2003) konkluderer, at efter RJ og specielt ingen jordbearbejdning er blevet mere udbredt, ser man regelmæssigt kraftige og udbredte skader fra snegle i en lang række afgrøder og i geografiske områder, hvor snegle før var ukendte som skadedyr.

Jordbearbejdningens indflydelse på sneglene og deres effektivitet som skadedyr er imidlertid kompleks. Der er imidlertid ikke tvivl om, at en kraftig jordbearbejdning vil reducere forekomsten af snegle væsentligt. Som gennemsnit af en række forsøg oplyser Glen *et al.* (1988), at en pløjning og harvning til en dybde af 15-25 cm reducerede antallet af snegle med 50% - 90%. I et andet forsøg viste Glen *et al.* (1990), at pløjning alene reducerede antallet af snegle i de øverste 10 cm jordlag med 83%, mens en yderligere

jordbearbejdning reducerede forekomsten helt op til 93%. Selv en rotationsharve reducerer snegleforekomsten i forhold til ingen jordbearbejdning (Sievert *et al.*, 2000).

I direkte såede hvedemarker vil skaden efter snegle være større end i hvedemarker med RJ, selv om forekomsten af snegle er den samme. Det skyldes, at sneglene bevæger sig langs såfuren og æder af og ødelægger de små fremspirende kimplanter. Skaden i marker med nogen jordbearbejdning kan variere meget alt efter jordens knoldethed. Jo mere knoldet jorden er, jo større er muligheden for, at sneglene kan bevæge sig hurtigere gennem marken og på den måde gøre en større skade. Man kan således reducere sneglens skadevirkning ved at reducere jordstrukturens knoldethed ved eksempelvis en tromling.

Det kan konkluderes, at RJ giver flere snegle med større skadevirkning i forhold til ikke RJ. Sammenhængen er imidlertid kompleks. Overordnet set kan man dog sige, at jo mindre man jordbehandler, jo flere snegle får man i marken og dermed også større behov for anvendelse af molluskicider.

#### 4.3.2 Skadelige insekter

En del insektarter overvintrer i jorden, og de vil blive væsentligt reduceret ved en kraftig jordbearbejdning, hvilket ikke vil ske i så stort omfang ved RJ (Edwards, 1984). Af sådanne arter kan nævnes forskellige tripsarter (korn, kål, ærter, roer), runkelroebiller (roer), smældere (korn, roer), stankelbenslarver (korn, græs) (Blackshaw, 1984; Frouz & Paoletti, 2000) skulpegalmyg (raps), hvedegalmyg (korn) (D'Arcy-Burt & Blackshaw, 1991; Prew *et al.*, 1995) og løvsnudebiller (korn, frøgræs). Udover lokalt udgør ingen af ovennævnte arter - med undtagelse af galmyggene - i dag et større problem. Specielt hvedegalmyg synes i de senere år at have fået et forøget forekomst.

Reduceret eller ingen jordbearbejdning vil øge forekomsten af disse skadedyr og dermed også behandlingsbehovet. Hvor meget er vanskeligt at sige, da succesen for de nævnte skadedyr i høj grad hænger sammen med valg af sædskifte.

#### 4.3.3 Nyttedyr

Hertil hører primært rov- og løbebiller samt edderkopper, som der findes en del af i jordbunden. Også disse vil blive mere talrige ved RJ (Kromp & Paoletti, 1998). De vil især påvirke bladlusudviklingen, som vil blive mindre, hvilket betyder et mindre behov for bekæmpelse.

## 5 Pesticider i relation til RJ

### 5.1 Effekter af pesticider under RJ

Reduceret jordbearbejdning vil med tiden resultere i en forøgelse af indholdet af organisk stof i det øverste jordlag, fordi planterester indarbejdes mere øverligt end ved pløjning (Alvarez *et al.*, 1995). Direkte såning kombineret med ingen jordbearbejdning vil resultere i den største og mest øverlige forøgelse i indholdet af organisk stof, mens harvning i f.eks. 10 cm dybde vil have mindre indflydelse på indholdet af organisk stof i det øverste jordlag sammenlignet med pløjning.

Forsøg har vist, at effekten af jordherbicer, det vil sige herbicer, der optages via rødderne eller kimstænglen, er negativt korreleret med jordens indhold af organisk indhold (Pedersen *et al.*, 1996). Det skyldes, at herbiciderne bindes til jordens organiske stof, hvilket reducerer koncentrationen i jordvæsken, hvorfra planterne optager herbicidet.

Hvorvidt nedsat effekt af jordherbicer er et praktisk problem ved RJ under danske forhold blev undersøgt i årene fra 2003 til 2006. Der blev udtaget jordprøver fra de øverste 2,5 cm i marker, hvor der havde været praktiseret RJ i en længere periode. De 2,5 cm repræsenterer den dybde, som herbiciderne fordeler sig i efter udbringning. I de samme marker blev der også udtaget prøver fra de øverste 20 cm jord. Disse jordprøver tjente som en reference for, hvordan situationen ville have været, hvis jorden var blevet pløjet hvert år. Jordprøverne blev fyldt i pletter, hvor der blev sået frø af vindaks. Pletterne blev herefter behandlet henholdsvis før og efter fremspiring af vindaksplanterne med en doseringsrække af 3 jordherbicer: Boxer, Stomp og Lexus. Forsøgene viste, at det som oftest var nødvendigt at øge herbiciddoseringen i jordprøverne udtaget i 0-2,5 cm dybde, og at dette som regel kunne tilskrives en kraftigere binding til jorden som følge af et forøget indhold af organisk stof. Forskellen var mere udtalt ved sprøjtning før end efter ukrudtets fremspiring.

Et andet forhold, der kan have betydning for effekten af et jordherbicid, er planterester på jordoverfladen. Ved RJ er sandsynligheden for, at der efterlades planterester på jordoverfladen, større end ved pløjning. Planterester på jordoverfladen vil opfange en del af det udsprøjtede herbicid og derved reducere doseringen på jordoverfladen, hvilket kan nedsætte effekten af jordherbiciderne (Erbach & Levely, 1975). Pottforsøg, hvor der blev placeret, hvad der svarer til henholdsvis 1 og 3 tons snittet hvedehalm på jordoverfladen, underbyggede antagelsen om, at overjordiske planterester mindsker effekten af jordherbiciderne.

Erfaringerne dels fra danske og udenlandske forsøg har vist, at effekten af jordherbicer reduceres ved RJ, det vil sige der skal bruges højere doseringer for at opnå samme effekt som på pløjet jord. Hvor meget doseringen skal forøges afhænger af jordbearbejdningsdybde, herbicid, anvendelsestidspunkt og mængden af planterester på jordoverfladen.

## 5.2 Herbicidresistens og RJ

I Danmark blev det første tilfælde af herbicidresistens fundet i 1980'erne. I 1990'erne blev der kun rapporteret om få tilfælde af resistens, men i de senere år er der sket en stigning i antallet af tilfælde overfor de grupper af herbicider, der blokerer acetolactat syntase (bl.a. sulfonylureaherbiciderne) og acetyl coenzym-A carboxylase (en række selektive græsherbicider). Herbicidresistens kan forebygges f.eks. via et varieret sædskifte, hvor der indgår såvel vår- og vinterafgrøder, og ved at kombinere anvendelsen af herbicider med kulturtekniske og ikke kemiske bekæmpelsesmetoder.

Foruden sædskifte og herbicidanvendelse afhænger opformeringen af herbicidresistente biotyper også af jordens frøbank. Jo flere frø jorden indeholder af den følsomme biotype, og jo flere år disse frø kan overleve i jorden, jo langsommere vil de herbicidresistente biotyper opformeres, da frøbanken vil fungere som en slags buffer. Hvis man antager, at ukrudtsfrøene er jævnt fordelt i de øverste 20 cm, når der pløjes hvert år, vil et skifte til RJ, hvor jorden f.eks. kun bearbejdes i de øverste 5 cm, betyde, at frøbanken reduceres med 75%, da kun frø i den bearbejdede del af jorden vil kunne bringes tæt nok til jordoverfladen til, at de kan spire. Reduceret jordbearbejdning medfører altså, at jordens bufferkapacitet reduceres, og at herbicidresistens alt andet lige vil udvikles hurtigere, end hvor der pløjes.

Erfaringerne fra udlandet har dokumenteret, at herbicidresistens hos især græsser som agerrøvehale, vindaks og rajgræs fremmes af RJ. I Danmark er antallet af tilfælde af resistens for få og udbredelsen af RJ for lille til, at der kan påvises en sammenhæng, men det må antages, at en tilsvarende sammenhæng eksisterer. Yderligere udbredelse af RJ vil derfor øge behovet for, at resistens aktivt forebygges via et varieret sædskifte, anvendelse af ikke-kemiske metoder o.l.

## 5.3 Nuværende pesticidforbrug samt udviklingen på sigt

### 5.3.1 Herbicider

#### **5.3.1.1 Glyphosat og andre totalukrudtsmidler**

I forbindelse med RJ er det almindelig praksis at "rense" arealet for stort ukrudt og spildfrøplanter, inden næste afgrøde sås. Der anvendes som regel relativt lave glyphosatomængder (typisk 360 – 720 g glyphosat ha<sup>-1</sup>) til formålet alt afhængig af vegetationens udvikling på sprøjtetidspunktet. Der opnås ikke altid en tilstrækkelig effekt mod rodukrudt som f.eks. almindelig kvik, og der vil indimellem være behov for at sprøjte særskilt mod rodukrudt f.eks. før høst. Samlet betragtet vil RJ derfor føre til et større forbrug af glyphosat og tilsvarende midler end traditionel jordbearbejdning - et forhold, som synes meget svært at ændre.

#### **5.3.1.2 Midler mod græsukrudt og burre-snerre**

Store forekomster af græsukrudt vil øge effektkravet til ukrudtssprøjtningerne, dels for at sikre udbyttet det enkelte år, dels for at bremse græssernes opformering, som det er anskueliggjort for vindaks i figur 1 og tabel 2. Disse forhold er ligeledes bekræftet i de fastliggende forsøg på Flakkebjerg og Foulum, hvor et tilstræbt effektniveau på 70% generelt gav større udbyttetab og efterlod mere vindaks sammenlignet med 90% effektniveauet. På Foulum, hvor antallet af vindaks var særligt højt, kunne 90% effektniveauet heller ikke sikre udbyttet, når overvintrende afgrøder var dyrket 3 år i træk eller mere.

Fra konkurrenceforsøg er græsukrudsarterne, bortset fra enårig rapgræs, også kendte for at være særdeles tabsvoldende (f.eks. Moss, 1987; Melander, 1995), og specielt vindaks og ager-rævehale giver store merudbytter for bekæmpelse i landsforsøgene år efter år (se Oversigterne over Landsforsøgene). Sammenholdes alle de ovennævnte forhold, vil der være et stærkt incitament fra jordbruget til at sikre en god bekæmpelse af græsukrudt - også mod enårig rapgræs, da den er stærkt uønsket i eksempelvis frøgræsafgrøder, hvor frøene kan være svære eller umulige at rense fra frøvaren. Derfor vil nedsatte doseringer eller andre tiltag med risiko for en forringet effekt have lav prioritet. Nøjagtig de samme forhold gør sig gældende for burre-snerre, og en øget udbredelse af RJ i Danmark kan øge herbicidforbruget ganske alvorligt på grund af langt større problemer med græsukrudt og burre-snerre. Forbruget vil yderligere forøges, hvis der opstår problemer med herbicidresistens.

### 5.3.2 Indflydelse på fungicidforbruget

Pløjefri dyrkning i kombination med en stor andel af korn i sædskiftet vurderes at øge risikoen for angreb af en række blad- og akssygdomme i korn, som kan føre til et øget fungicidforbrug.

I majs har nye forsøg vist, at der også kan være god økonomi i bekæmpelse af visse bladsygdomme, som relaterer sig til pløjefri dyrkning og intensiv majsproduktion (Oversigt over Landsforsøgene 2009). Med stigende arealer med kernemajs kan dette medvirke til et stigende forbrug af fungicider.

### 5.3.3 Indflydelse på insekticidforbruget

Reduceret jordbearbejdning vil påvirke de dyr, som lever på og i jorden i forskellig grad. Sammenhængen mellem skadelige insekter, nyttedyr samt jordbearbejdning er meget kompleks og langt fra kendt. Det vurderes imidlertid som forholdsvis sikkert, at forekomsten af skadedyr vil øges, og dermed vil der også blive et større behov for anvendelse af insekticider og molluskicider.

### 5.3.4 Konkrete data for pesticidforbruget i RJ

Generelt er der få offentliggjorte opgørelser over pesticidforbruget på bedrifter med ikke-vendende jordbearbejdning (opharvning til 8-10 cm og direkte såning). I det fastliggende forsøg med jordbearbejdning og forskellige sædskifter udlagt på Flakkebjerg (JB6) har vi opgjort pesticidforbruget i den første sædskifterotation for perioden 2003-2006. Forbruget af selektive herbicider var ikke forskelligt mellem jordbearbejdningerne, men glyphosatforbruget var derimod 140-350% højere i de pløjefri behandlinger. Det øgede glyphosatforbrug var især forårsaget af et stort behov for at lette planteetableringen gennem en bekæmpelse af vegetationen forud for såning.

Vi har tidligere forespurgt hos udenlandske kollegaer om de lå inde med relevante data, men udbyttet var meget beskedent. Årsagen skal ses i en langt mindre bevågenhed på pesticidområdet, men den situation ser ud til at ændre sig i flere af vore nabolande. Den tyske regering har tilsvarende andre nordeuropæiske lande iværksat en aktionsplan til begrænsning af pesticidforbruget. I den forbindelse er der udvalgt en række bedrifter fordelt over hele Tyskland, hvor de nøje følger udviklingen i pesticidforbruget i udvalgte marker på de enkelte bedrifter. I undersøgelsen indgår bedrifter med

pløjefri dyrkning: 28 bedrifter og 166 marker i 2007 og 33 bedrifter og 227 marker i 2008. Herbicidforbruget på arealerne med pløjefri dyrkning er sammenlignet med tilsvarende arealer, hvor der pløjes. I de fleste tilfælde er der klare tendenser til et øget forbrug under pløjefri forhold, som vist i tabel 7. De fleste forskelle er ikke statistisk sikre grundet en stor variation mellem markerne. Merforbruget skyldes især et øget forbrug af glyphosat (Freier *et al.*, 2008; 2009).

**Tabel 7.** Gennemsnitligt merforbrug af herbicider i vinterhvede, vinterbyg og vinterraps dyrket pløjefrit på udvalgte tyske bedrifter i årene 2007 og 2008. Merforbruget er angivet som stigningen i behandlingsindeks med den procentuelle stigning angivet i parentes.

Afgrøde	Forfrugt	2007	2008
Vinterhvede	Vintersæd	0,16 (8,7%)	0,30 (13,6%)
	Vinterraps	0,31 (17,9%)	0,15 (7,7%)
	Majs	- 0,05 (-4,0%)	0,27 (18,3%)
	Rodfrugter	0,82 (70,8%)	-0,43 (-19,9%)
Vinterbyg	Vintersæd	0,64 (48,6%)	0,28 (16,6%)
Vinterraps	Vintersæd	0,33 (23,2%)	0,54 (36,6%)

## 6 Forskningsbehov

Kommende års forskning i planteværnsproblemer skal dels sigte mod at klarlægge mangler i vores forståelse af interaktionerne mellem skadevoldere og RJ-systemer, dels tilvejebringe nødvendig viden til støtte for implementeringen af regeringens plan for Grøn Vækst. Følgende tiltag i Grøn Vækst anser vi for særlig relevante for forskning i RJ-systemer:

- ▶ Selvom der vil blive introduceret en ny indikator for pesticidbelastningen i de kommende år, må det antages, at forbruget af pesticider skal fastholdes på så lavt et niveau som muligt for at opnå "en markant reduktion af pesticiders skadevirkning", som er målet i Grøn Vækst.
- ▶ Arealet af mellem- og efterafgrøder skal øges, hvilket har stor betydning for håndteringen af de afgrødefri perioder.
- ▶ Muligheder for jordbearbejdning i efteråret forud for såning af en vårafgrøde vil blive stærkt begrænset.
- ▶ Krav om, at alle landmænd følger de generelle principper for integreret plantebeskyttelse i 2014, som i praksis vil betyde en øget anvendelse af: varslings- og monitoringsystemer, rangordning og substitution af pesticider samt forebyggende, kulturtekniske og ikke-kemiske metoder.

### 6.1 Ukrudt

Der er et generelt behov for nærmere at klarlægge det aktuelle herbicidforbrug på bedrifter, som praktiserer RJ. Er forbruget rent faktisk højere, eller er der blot tale om mindre stigninger i glyphosatforbruget? Hvilke ukrudtsproblemer er særligt fremherskende, hvor forbruget eventuelt er særlig højt, og hvad er årsagerne? Alle disse spørgsmål kan med fordel klarlægges ved at følge en række udvalgte bedrifter i en given periode.

Stor væselhale bliver mere og mere udbredt og volder stadig større problemer. Videnskabelige undersøgelser af artens biologi er meget begrænsede, og der mangler en helt grundlæggende forståelse og beskrivelse af artens populationsdynamik og interaktioner med dyrkningssystemerne.

De afgrødefri perioder – perioden fra høst af en afgrøde og til etablering af den næste – er meget centrale for at kunne anvende ikke-kemisk regulering af ukrudtet og dermed nedsætte herbicidbehovet i selve afgrøden. Derfor er det vigtigt at kunne forstå samspillet mellem de vanskelige ukrudtsproblemer som burre-snerre og græsukrudt og faktorerne: stubbearbejdning (tidspunkt, dybde og metode), mellem- og efterafgrødedyrkning og afgrøderækkefølgen i sædskiftet. Kun gennem en bedre viden om håndteringen af de afgrødefri perioder vil det være muligt at sætte strategisk rigtigt ind mod ukrudtsproblemerne. Med de nye initiativer i Grøn Vækst er fokus på dette emne endnu mere aktuelt, da planen lægger op til snævre restriktioner i håndteringen af stubperioden i sensommeren og efteråret.



## 6.2 Sygdomme

De sygdomme, som forekommer og giver skader i marker, lever i et komplekst økologisk samspil, og ofte kender man ikke klart de regulerende mekanismer. Moderne teknologier med PCR-baserede metoder muliggør dog i dag, at man i langt højere grad kan undersøge svampenes samspil herunder under forskellige jordbearbejdningsmetoder.

I kernemajs mangler der specifikke undersøgelser, som viser hvilken sammenhæng, der er mellem forfrugt, jordbearbejdningsmetoder og sygdomsangreb. Majsdyrkning i Danmark er stadig forholdsvis ny, og specifikke undersøgelser, der beskriver patogernes overlevelse under danske breddegrader, vil give en bedre forståelse af de risici, som er i forbindelse med dyrkning af afgrøden.

## 6.3 Skadedyr

Man kender ikke den direkte sammenhæng mellem RJ, forekomst/reduktion af agersnegle samt deres skadevirkning. Sammenhængen er ikke lineær, hvorfor der er behov for undersøgelser, der afdækker denne sammenhæng. Problemstillingen er især aktuel i forhold til Grøn Vækst, fordi den ikke-kemiske bekæmpelse af agersnegle primært foregår i sensommeren og efteråret.

Sammenhængen mellem skadelige insekter, nyttedyr samt jordbearbejdningsmetoder er meget kompleks og langt fra kendt. For at forstå denne sammenhæng, således at man bedre kan forudsige potentielle skadedyrsproblemer i forskellige afgrøder, sædskifter og jordbearbejdningsformer, er der behov for undersøgelser af betydende skadedyr, som har en stor del af deres livscyklus i jorden.

## 6.4 IPM-systemer

Mere overordnet er det relevant at klarlægge og forstå planteskadegørernes samlede reaktioner på RJ-dyrkningssystemer. Specifikke tiltag mod enten ukrudt, sygdomme eller skadedyr kan virke effektivt mod de tiltænkte skadegørere men samtidigt virke fremmende på andre skadegørere. Alle disse mere helhedsorienterede interaktioner i RJ-systemer er vigtige at forstå for at kunne optimere indsatsen af ikke-kemiske såvel som kemiske bekæmpelsesmetoder. Især er det væsentligt at klarlægge/kvantificere, hvor meget forebyggende, kulturtekniske og ikke-kemiske metoder kan bidrage til at minimere pesticidindsatsen i RJ-systemer. Denne forskning er især vigtigt for at kunne formulere og implementere integrerede plantebeskyttelsesprogrammer, som netop er en af målsætningerne i Grøn Vækst.

## 7 Konklusioner

Nærværende vidensudredning har påpeget en række problemer med skadegørere, som enten allerede er et problem eller forventes at volde problemer med en øget udbredelse af RJ i dansk landbrug. De nævnte skadevoldere vil ikke forårsage problemer af samme størrelsesorden og derfor er det relevant at sammenfatte den gennemgæede viden i de vigtigste og mest akutte udfordringer i den nære fremtid:

- ▶ Ukrudtsarterne ager-rævehale, stor væselhale, vindaks, enårig rapgræs og burre-snerre er de største udfordringer på ukrudtsområdet, og et forbedret vidensgrundlag til en optimeret og bæredygtig regulering af disse arter i RJ-systemer er påkrævet.
- ▶ Hele fusariumproblematikken er særdeles relevant at undersøge nærmere specielt set i lyset af jordbrugets store interesse i en øget dyrkning af kernemajs – en afgrøde som meget vel kan få markant større betydning i nærmeste fremtid.
- ▶ Reguleringen af snegle presser sig på skadedyrsområdet, da skaderne i forbindelse med RJ kan være ganske omfattende. Et forbedret vidensgrundlag om håndteringen af denne skadevolder er påkrævet.
- ▶ En forbedret forståelse af hele komplekset af skadevoldere og deres samlede interaktioner med RJ-systemer trænger sig på, herunder den strategiske anvendelse af forebyggende, kulturtekniske, ikke-kemiske og kemiske metoder i RJ-systemer.
- ▶ Kommende forskningsopgaver skal inddrage betydningen af de nye reguleringer i plantedyrkingen, som regeringens plan for Grøn Vækst lægger op til.

## 8 Referencer

- Alvarez R, Diaz RA, Barbero N, Santanatoglia OJ & Blotta L. 1995. Soil organic carbon, microbial biomass and CO<sub>2</sub>-C production from three tillage systems. *Soil Till. Res.* 33, 17-28.
- Andreasen C & Stryhn H. 2008. Increasing weed flora in Danish arable fields and its importance for biodiversity. *Weed Research* 48, 1-9.
- Bachthaler G. 1974. The development of the weed flora after several year's direct drilling in cereal rotations on different soils. *Proceedings 12th British Weed Control Conference*, 3, 1063-1071.
- Bagger O. 1980. Snegleskader efter direkte såning. *Tolvmandsbladet* 1, 18.
- Blackshaw, R. P. (1984). Frequency of spring barley damage by leatherjackets in Northern Ireland. *British Crop Protection Conference. Pests and diseases. Proceedings of a conference held at Brighton Metropole, England, November 19-22, 1984. Volume 1. 1984, 15-18.*
- Clarke J, Moss S & Orson J. 2000. The future for grass weed management in the UK. *Pesticide Outlook – April 2000*, 59-63.
- D'Arcy-Burt S & Blackshaw RP. 1991. Bibionids (Diptera: Bibionidae) in agricultural land: a review of damage, benefits, natural enemies and control. *Annals of Applied biology* 118, 695-708.
- Edwards CA. 1975. Effects of direct drilling on the soil fauna. *Outlook on Agriculture*. 1975, 8: Special number, 243-244.
- Ekeberg E, Riley H & Njøs A. 1985. Plogfri jordarbeiding til vårkorn I. Avling og kveke. *Forskning og forsøk i landbruket*, 36, 45-51.
- Erbach DC, Lovely WG. 1975. Effect of plant residue on herbicide performance in no-tillage corn. *Weed Sci.*, 23, 512-515.
- Freier B, Pallutt B, Jahn M, Sellmann J *et al.* 2008. Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz Jahresbericht 2007. *Berichte aus dem Julius Kühn-Institut* pp. 53.
- Freier B, Pallutt B, Jahn M, Sellmann J *et al.* 2009. Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz Jahresbericht 2008. *Berichte aus dem Julius Kühn-Institut* pp. 63.
- Froud-Williams RJ. 1988. Changes in weed flora with different tillage and agronomic management systems. In *Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approaches*, edited by Altieri M.A. & Liebman M., CRC Press, Inc Boca Raton, Florida USA, 214-236.
- Frouz J & Paoletti MG. 2000. Spatial distribution of different life stages of one Dipteran community along hedgerow and field margin. *Landscape-and-Urban-Planning*. 2000, 48: 1-2, 19-29.
- Glen DM & Symondson WOC. 2003. Influence of tillage on slugs and their natural enemies. In: *soil Tillage Agroecosystems*, pp 207-227, ed. A. El titi. CRC Press, Boca Raton.
- Glen DM, Milsom NF & Wiltshire CW. 1990. Effect of seed depth on slug damage to winter wheat. *Annals of Applied biology* 117, 693-701.
- Glen DM, Wiltshire CW & Milsom NF. 1988. Effects of straw disposal on slug problems in cereals. In: *Aspects of applied biology 17. Environmental aspects of applied biology*, vol. 2 pp 173-179. Association of Applied biologists, Wellesbourne, Warwick, UK.
- Hartleb H & Herold H. 1999. Die Fruchtfolge optimieren. *DLG Mitteilungen* 9, 44-45.

- Hurle K. 1993. Integrated management of grass weeds in arable crops. In: Proceedings 1993 Brighton Crop Protection Conference - Weeds, Brighton, UK, 81-88.
- Jensen KF, Jørgensen LN, Nielsen GC & Henriksen L. 2000. Hvedebladplet - En ny svampesygdom i Danmark. Grøn Viden nr. 232.
- Jordan VWL, Hutcheon JA & Kendall DA. 1996. Influence of cultivation practices on arable crop pests, diseases and weed and their control requirements. I: Tebrügge F. & Böhrnsen A. (eds.) Experience with the applicability of no-tillage crop production in the west-european countries. Proceedings of the EC-Workshop III Evora, p. 43-50.
- Jørgensen LN & Olsen LV. 2007. Control of tan spot (*Drechslera tritici-repentis*) using host resistance. Tillage methods and fungicides. Crop Protection, 26: 1606-1616.
- Krebs H, Dobbois D, Külling C & Forrer HR. 2000. Fusarium und Toxisbelastung des Weizens bei Direktsaat. Getreide 6 (3).
- Kromp B & Paoletti MG. 1998. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. Special issue. Invertebrate biodiversity as bioindicators of sustainable landscapes. Practical use of invertebrates to assess sustainable land use. Agriculture,-Ecosystems-and-Environment. 1999, 74: 1-3, 187-228.
- Melander B & Rasmussen K. 2000. Reducing intrarow weed numbers in row crops by means of a biennial cultivation system. Weed Research 40, 205-218.
- Melander B. 1995. Impact of drilling date on *Apera spica-venti* L. and *Alopecurus myosuroides* Huds. in winter cereals. Weed Research, 35, 157-166.
- Melander B. 1994. Ukrudtmæssige konsekvenser ved pløjefri dyrkning. 11. Danske Planteværnskonference/Ukrudt, 137-148.
- Melander B, Holst N, Jensen PK, Hansen EM & Olesen JE. 2008. *Apera spica-venti* population dynamics and impact on crop yield as affected by tillage, crop rotation, location and herbicide programmes. Weed Research, 48, 48-57.
- Mohler CL. 1993. A model of the effects of tillage on emergence of weed seedlings. Ecol. Applic. 3, 53-73.
- Moss SR. 1987. Competition between black-grass (*Alopecurus myosuroides*) and winter wheat. British Crop Protection Conference—Weeds 2, 367-74.
- Nielsen GC & Jensen JP. 2005. Markens sygdomme og skadedyr. Dalum Landbrugsskoles Forlag. 44 pp.
- Orson JH. 2006. Weed and pest management. In: Extended abstracts NJF (Nordic Association of Agricultural Scientists) Seminar 378, Odense, Denmark, 46-53 (<http://www.njf.nu/seminars/378/>).
- Oversigt over Landsforsøgene 2009. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscenteret. Planteproduktion.
- Pallutt B. 1999. Einfluss von Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Herbizidanwendung auf Populationsdynamik und Konkurrenz von Unkräutern in Wintergetreide. (Influence of crop rotation, tillage and herbicide use on population dynamics and competition of weeds in winter cereals. With English summary). Gesunde Pflanzen 51(4), 109-120.
- Pedersen HJ, Kudsk P & Helweg A. 1996. Adsorption and ED50 values of five soil applied herbicides. Pestic. Sci. 44, 131-136.
- Permin O. 1984. Bekæmpelse af Alm. Kvik (*Elymus repens* – *Agropyron repens*) i stubmarker der ikke pløjes. 1. Danske Planteværnskonference/Ukrudt, 53-66.
- Prew RD, Ashby JE, Bacon ETG, Christian DG, Guttridge RJ, Jenkyn JF, Powell W & Todd AD. 1995. Effects of incorporating of burning straw,

- and of different cultivating systems, on winter wheat grown on two soil types, 1985 – 1991. *Journal of agricultural science, Cambridge* 124, 173 – 194.
- Rasmussen KJ. 1984. Jordbearbejdningsmetoder til vårbyg på grov sandjord. *Tidsskr. Planteavl* 88, 443-452.
- Rasmussen KJ. 1988. Pløjning, direkte såning og reduceret jordbearbejdning til korn. *Tidsskr. Planteavl* 92, 233-248.
- Sievert M, Garbe V & Hoppe HH. 2000. Impact of soil cultivation on weeds, diseases and slugs in winter oilseed rape. *Bulletin OILB/SROP*. 23: 6, 187-196.
- Speiser B, Glen D, Piggot EA, Davis K, Castillejo J & Coupland J. 2001. Slug Damage and Control of Slugs in Horticultural Crops. Research Institute of Organic Agriculture, Frick, Ch.
- Summerell BA & Burgess LW. 1989. Factors influencing survival of *Pyrenophora tritici-repentis*: Stubble management. *Mycol. Res.* 93(1), 38-40.
- Thorup S. 1999. Jordbearbejdningens indflydelse på ukrudt i korn. DJF-rapport Markbrug 18, 88 pp.
- Voss MC, Ulber B & Hoppe HH. 1998. Impact of reduced and zero tillage on activity and abundance of slugs in winter oilseed rape. *Zeitschrift-fur-Pflanzenkrankheiten-und-Pflanzenschutz*. 105: 6, 632-640; 37.
- Warwick SI. 1979. The biology of Canadian weeds. 37. *Poa annua* L. *Canadian Journal of Plant Science* 59, 1053-1066.
- Wilson BJ & Wright KJ. 1991. Effects of cultivation and seed shedding on the population dynamics of *Galium aparine* in winter wheat crops. *Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference, Weeds*, Vol. 2, 813-820.
- Yarham D & Hirst JM. 1975. Diseases in reduced cultivation and direct drilling systems. *EPPO Bull.* 5, 287-296.
- Zaller JG. 2004. Ecology and non-chemical control of *Rumex crispus* and *R. obtusifolius* (*Polygonaceae*): a review. *Weed Research*, 44, 414-432.

---

Læs om forskningen, uddannelserne og andre aktiviteter på Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet på [www.agrsci.au.dk](http://www.agrsci.au.dk), hvorfra du også kan downloade fakultetets publikationer og abonnere på det ugentlige nyhedsbrev