

Kombination af direkte nedfældning af svinegylle og mekanisk ukrudtsbekæmpelse i vinterhvede

Combination of direct injection of pig slurry and mechanical weed control in winter wheat

JENS PETERSEN¹, JESPER RASMUSSEN² & TOVE HEIDMANN³

Resumé

Under forskellige vejrforhold blev der i en 3-ugers periode i april 1991 foretaget 6 udbringninger af svinegylle til vinterhvede (Kraka), der var udsået med en rækkeafstand på 24 cm. På hvert udbringningstidspunkt blev der foretaget 6 gødningsbehandlinger: bredspredning af gylle, slæbeslangeudbringning med og uden efterharve, direkte nedfældning med og uden efterharve samt gødet med handelsgødning.

Kerneudbyttet ved direkte nedfældning var 4% lavere end ved udbringning af tilsvarende mængde kvælstof i handelsgødning og 5% højere end ved overfladeudbragt gylle. Vejrforholdene på udbringningsdagen havde ingen direkte indflydelse på kerneudbyttet, hverken direkte eller i samspil med

udbringningsmetoden. Derimod havde jordtemperaturen på udbringningsdagen betydning for kvælstofoptagelsen, idet høje jordtemperaturer øgede kvælstofindholdet i afgrøden 2-4 uger efter udbringning. Forøgelsen var størst efter direkte nedfældning af gylle. Ved modenhed fandtes efter overfladeudbringning et mindre kvælstofindhold i kernerne, jo højere jordtemperaturen havde været på udbringningsdagen.

Både direkte nedfældning og ukrudtsharvning havde en bekæmpende effekt overfor det etablerede ukrudt, men samtidig blev nyt ukrudt fremprovokeret. Dette nyfremspirede ukrudt forventes dog let at kunne bekæmpes med harvninger 2-4 uger efter første behandling.

Nøgleord: Svinegylle, nedfældning, vinterhvede, ukrudt, kvælstofoptagelse, temperatur, vindhastighed.

¹) Afdeling for Planteernæring og -fysiologi, Forskningscenter Foulum

²) Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse, Flakkebjerg

³) Afdeling for Jordbrugsmeteorologi, Forskningscenter Foulum

Summary

In a period of 3 weeks pig slurry were applied to winter wheat (Kraka) six times under different weather conditions. At each application time 6 treatments were conducted: broadspreading of the slurry, bandlaying with and without harrowing, direct injection with and without harrowing, and application of mineral fertilizer.

The direct injection yielded 4 per cent less than mineral fertilizer in which equal amounts of nitrogen were applied, but 5 per cent more than surface applied slurry. The weather at the day of application did not influence the yield neither direct nor in interaction with the application method. How-

ever the nitrogen uptake was related to the soil temperature at the day of application. High soil temperatures increased the nitrogen content in the crop within 4 weeks after slurry application and the increase was most noticeable after direct injection. When the slurry was applied on the surface, the nitrogen content in the grains decreased at higher soil temperature at the day of application.

Direct injection as well as harrowing reduced the number of weeds, but the cultivations also initiated germination of weeds. It is supposed that the newly emerged weeds easily can be controlled by harrowing 2-4 weeks after the first treatment.

Key words: Pig slurry, injection, winter wheat, weed, nitrogen uptake, temperature, wind speed.

Indledning

Ammoniakfordampningen fra overfladeudbragt gylle afhænger især af vejrforholdene i det første døgn efter udbringning (Sommer et al., 1991). Foretages omhyggelig, direkte nedfældning, reduceres ammoniakfordampningen betydeligt, hvorved ammoniaktabet bliver mindre afhængigt af vejrforholdene efter udbringning (Sommer og Christensen, 1990a og 1990b).

Tidligere forsøg med nedfældning af gylle er hovedsagelig udført på ubevokset jord. I både vårbyg og roer gav reduktion af ammoniakfordampningen sig udslag i bedre kvælstofudnyttelse og øget udbytte (Larsen og Keller, 1985; Larsen et al., 1991; Larsen et al., 1992). Direkte nedfældning gav højere udbytter set i forhold til overfladeudbringning med nedfældning efter 8 timers henliggetid (Larsen et al., 1992).

Med en nyudviklet parcelgyllespreder (Petersen, 1991, 1992) er det blevet muligt at gennemføre forsøg med direkte nedfældning i etablerede afgrøder. Direkte nedfældning mellem kornrækkerne forventes at være mest skånsom overfor afgrøden. Dette kan i praksis ske ved en kornrækkeafstand på 20-25 cm.

I forskellige sammenhænge er rækkeafstandens betydning for kerneudbyttet belyst (Petersen et al., 1988, Rasmussen og Pedersen, 1990). Forøgelse af rækkeafstanden fra 12 til 24 cm gav sjældent anledning til væsentlige udbyttetab. Den største udbyttenedgang lå på omkring 5%.

Table 1. Beskrivelse af de afprøvede metoder for gylleudbringning.

Description of the methods for slurry application.

-
- | | |
|-----|---|
| I | Bredspredt gylle. Traditionel udbringningsmetode med forventning om usikker nyttevirkning.
<i>Surface application.</i> |
| II | Gylle udbragt med slæbeslange. Udbringningsmetoden er ikke vindfølsom, giver mindre tildækning af planter samt forventet mindre ammoniakfordampning og dermed bedre nyttevirkning.
<i>Band laying with trail hose technique.</i> |
| III | Som II, men med ukrudtsharve, der kan tildække dels den udbragte gylle, dels ukrudtsplanter.
<i>Band laying including a pass with a light harrow for covering the slurry.</i> |
| IV | Nedfældning til ca. 5 cm dybde, hvorved både nyttevirkning og sikkerhed for nyttevirkning øges.
<i>Direct injection into 5 cm soil depth.</i> |
| V | Som IV, men med ukrudtsharve for bedre tildækning af både gylle og ukrudt.
<i>Direct injection into 5 cm soil depth including a pass with a light harrow for covering the slurry.</i> |
| VI | Referencecelled gødet med KAS, hvor nyttevirkning og sikkerheden for gødningsvirkning er høj. Leddet er grundgødet med PK, svarende til indholdet i svinegylle.
<i>Reference treatment supplied with CAN.</i> |
-

Tabel 2. Dato for gylleudbringning, vejrforhold på udbringningstidspunktet og 12 timer efter samt næringsstofindholdet i den benyttede gylle.

Date for slurry application, description of the weather at the day of application, and the content of nutrients in applied slurry.

Dato for udbringning <i>Date of application</i>	Beskrivelse af vejret <i>Description of the weather</i>	Tørstof % <i>Dry matter</i>	NH ₄ ⁺ -N kg/t	Total-N kg/t	P kg/t	K kg/t
8/4,	blæsende, 4 mm, efter 8 timer <i>windy, 4 mg after 8 hours</i>	4,57	3,90	5,24	1,32	2,63
11/4,	varmt, solrigt <i>warm, sunny</i>	4,82	4,13	5,45	1,49	2,69
15/4,	blæsende, koldt <i>windy, cold</i>	4,25	4,00	5,44	1,36	2,79
18/4,	svag vind, koldt, nattefrost <i>light breeze, cold, night frost</i>	3,62	4,07	5,34	1,19	2,69
22/4,	byger efterfulgt af opklaring <i>showers, subsequent clearing up</i>	3,51	3,66	4,70	1,20	2,37
29/4,	overskyet, koldt, byger <i>cloudy, cold, showers</i>	4,10	4,09	5,34	1,39	2,75
Middel, <i>Mean</i>		4,15	3,98	5,25	1,33	2,65
Variationskoefficient, C.V. pct.		11,4	4,0	4,9	8,0	5,1

En sådan rækkeafstandsforøgelse vil desuden forbedre mulighederne for at gennemføre mekanisk ukrudtsbekæmpelse. Det forventes nemlig, at selektiviteten mellem afgrøde og ukrudt ved ukrudts-harvning vil forbedres med stigende rækkeafstand (Rasmussen, 1990, 1992). Det forekommer derfor naturligt at kombinere direkte nedfældning af gylle og mekanisk ukrudtsbekæmpelse.

Formålet med undersøgelsen var at belyse indflydelsen af vejrforholdene under og efter udbringning på kvælstofvirkningen af gylle udbragt ved forskellige metoder samt at vurdere udbringningsmetodernes sikkerhed mht. opnået nyttevirkning. Endvidere var det formålet at undersøge mulighederne for at kombinere gylleudbringning og mekanisk ukrudtsbekæmpelse.

Materialer og metoder

I 1991 gennemførtes på Askov Forsøgsstation et forsøg i vinterhvede, hvori der indgik 5 metoder for udbringning af gylle, som blev sammenlignet med et handelsgødet led (tabel 1). Udbringning af gylle og efterfølgende harvning i led III og V skete af praktiske årsager med 2 selvstændige redskaber. Ukrudts-harvningen blev foretaget umiddelbart efter gylle-

udbringning for at efterligne et sammenbygget redskab. Udbringningsmetoderne blev prøvet på 6 dage med forskellige vejrforhold (tabel 2).

Krakahvede blev sået med 24 cm rækkeafstand, idet nedfældertænderne så kunne arbejde mellem kornrækkerne uden at gøre skade. I efteråret blev der foretaget effektiv bekæmpelse af græsukrudt med 1,25 l Arelon, og i marts blev hele forsøget gødet med 40 kg N pr. ha i kalkammonsalpeter. Ved forsøgsbehandlingerne i april anvendtes svinegylle, og der tilstræbtes tilførsel af 120 kg ammonium-N pr. ha, svarende til ca. 28 t gylle pr. ha. Analyse af den anvendte gylle er vist i tabel 2. Sygdomme og skadedyr blev bekæmpet efter behov.

Udbringning af gylle blev foretaget med en nyudviklet parcelgyllespreder (Petersen, 1992). Ved nedfældning var arbejdsdybden 5 cm, og der var 24 cm mellem nedfældertænderne. Den anvendte ukrudts-harve var en CMN-flex-weeder med 3 rækker runde 10 mm fjedertænder med en tandafstand på 5 cm. Der blev kørt 2-3 gange med ukrudts-harven, indtil en passende ukrudtsbekæmpende effekt var opnået. Begge redskaber havde en arbejdsbredde på 2,5 m. Der høstedes en 1,5 m bred nettoparcel, der ikke var påvirket af de gentagne kørsler.

Midt i forsøgsarealet blev opstillet en meteorologisk målestation, der målte globalstråling, lufttemperatur (2 m), jordtemperatur (5 og 10 cm) og nedbør. Vindhastigheden (10 m) blev målt ved en nærliggende klimastation. Jordens volumetriske vandindhold blev bestemt i 3 dybder (0-3, 3-7 og 7-10 cm) på udbringningsdagen og dagen efter ved udtagning med 100 cm³ ringe.

Ved høst bestemtes udbyttet af kerne og halm. Desuden blev der på 5 tidspunkter (19. og 29. april samt 13., 22. og 30. maj) høstet prøveflader til bestemmelse af tørstofudbytte. Prøvefladerne var på 1190 cm², svarende til 50 cm løbende række. I alle plantepøverne bestemtes indholdet af totalkvælstof, hvorefter kvælstofoptagelsen blev beregnet.

Ukrudtet blev optalt i alle parceller før gylleudbringning, hvilket gav mulighed for at korrigere resultaterne for naturlige variationer i ukrudtsforekomst på forsøgsarealet. Ukrudtsplanterne blev kategoriseret efter fremspiringstidspunkt. 16 dage efter sidste gylleudbringning blev ukrudtet igen optalt. Denne gang opdelt i 4 grupper: Rød Tvetand (dominerende art), andet to-kimbladet ukrudt fremspiret før gylleudbringning, Enårig Rapgræs og ukrudt fremspiret efter gylleudbringning. Den 24. juli 1991 blev ukrudtets tørstofproduktion be-

stemt. På alle opgørelsestidspunkter blev der udtaget 4 prøveflader à 0,25 m² tilfældigt i parcellerne.

Forsøget var anlagt i et randomiseret split-plot design med 3 gentagelser. Udbringningsdagen var helplot, og udbringningsmetoden var delplot. Ved den statistiske opgørelse er der anvendt både varians-, kovarians- og regressionsanalyser.

Ukrudtsforekomsten før gylleudbringning er ved kovariansanalyse benyttet til justering af behandlingernes ukrudtseffekt.

Der er foretaget variansanalyser på afgrødedata og såvel korrigerede som ukorrigerede ukrudtsdata. Derudover er der foretaget kovariansanalyser på afgrødedata og regressionsanalyser på både korrigerede og ukorrigerede ukrudtsdata.

Kovarians- og regressionsanalyserne er benyttet for at undersøge, om der kunne påvises enkle kvantitative sammenhænge mellem de meteorologiske målinger og henholdsvis afgrødens og ukrudtets reaktion.

Ud fra de målte meteorologiske variable er der i intervallerne 0-6, 0-12, 0-24, 0-48, 6-12, 12-24, 24-48 timer efter udbringning dannet middelværdier, der er benyttet som kontinuerte variable.

Herudover blev der udregnet et mål for ammoniakfordampningen på de 6 udbringningsdage, med udgangspunkt i fordampningens afhængig-

Tablet 3. Udbytte, strållængde, kvælstofindhold og optagelse. Resultater benævnt med samme bogstav kan ikke adskilles sikkert.

Yield, height of straw, nitrogen content and uptake. Results with the same letter are not significant different.

Metode	Kerneudbytte (15% vand) hkg/ha	Halmudbytte hkg tørstof/ha	Strållængde cm	Kvælstof i kernetørstof %	Kvælstof i halmtørstof %	Kvælstof- optagelse 30. maj g N/m ²	Kvælstof- optagelse ved modenhed kg N/ha
<i>Fertilizer treatment</i>	<i>Grain yield (85% DM) dt/ha</i>	<i>Straw DM yield dt/ha</i>	<i>Height of straw cm</i>	<i>Nitrogen in grain DM per cent</i>	<i>Nitrogen in straw DM per cent</i>	<i>Nitrogen uptake May 30. g N/m²</i>	<i>Nitrogen uptake at ripeness kg N/ha</i>
Ugødet Unfertilized	46,8	53,5	83,5	1,42	0,36	-	76
I	65,2 a	69,3 b	96,5 a	1,65 a	0,39 a	10,0 a	118 a
II	64,4 a	66,3 a	95,4 a	1,68 a	0,40 a	9,5 a	118 a
III	65,6 a	66,1 a	94,1 a	1,76 b	0,41 a	9,9 a	125 b
IV	68,5 b	71,3 c	102,4 b	1,87 c	0,45 b	11,8 b	141 c
V	68,8 b	70,8 bc	100,0 b	1,87 c	0,47 bc	11,3 b	142 c
VI	71,1 c	77,6 d	106,6 c	1,89 c	0,47 c	14,0 c	151 d
LSD _{.95}	1,8	1,8	3,5	0,03	0,02	1,3	3

hed af vindhastighed og damptryksdeficit. Til beregning af ammoniakfordampningen har *Olesen og Sommer* (1991) opstillet formler, der viser, at ammoniakfordampningen er proportional med vindhastigheden og, at fordampningen stiger eksponentielt med temperaturen. Disse sammenhænge kan også genfindes i eksperimentelle data (*Sommer et al.*, 1991). Dette beregnede udtryk for ammoniakfordampning samt jordens volumetriske vandindhold er også benyttet som kontinuerte regressionsvariable.

Resultater

Tørstofudbytte

Udbringningsmetoderne gav klart forskellige kerneudbytter (tabel 3). Metoderne I, II og III, der alle placerer gyllen på jordoverfladen, gav det mindste kerneudbytte. Indarbejdning med ukrudtsharven øgede ikke udbyttet. Det gjorde direkte nedfæld-

ning derimod (metode IV og V), som næsten var på højde med handelsgødning (metode VI).

Halmudbytterne viste ikke samme klare billede (tabel 3). Derimod blev strå længden påvirket af udbringningsmetoden på samme måde som kerneudbyttet.

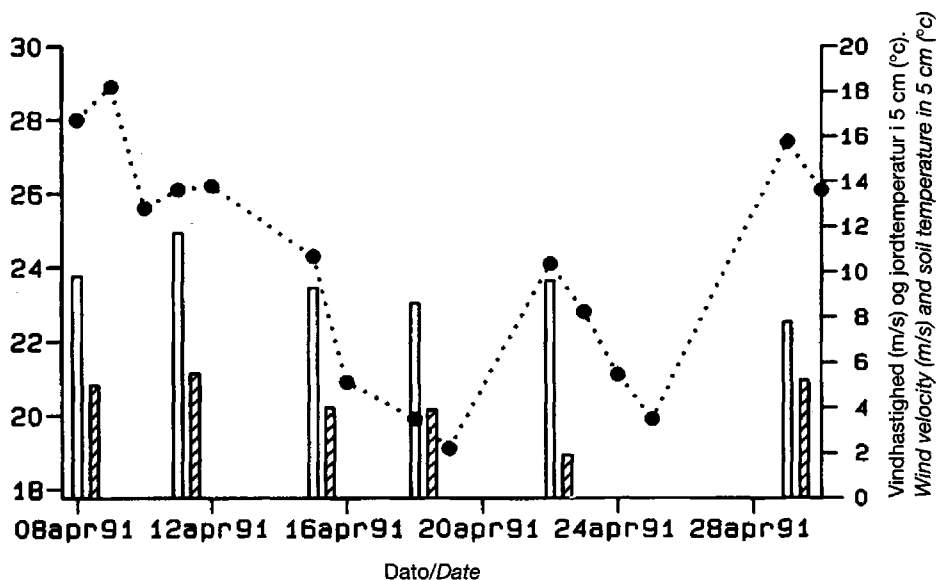
Ved udtagning af planteprøver i april-maj fandtes ingen udbytteforskelle mellem udbringningsmetoderne.

Afgrødens kvælstofindhold og kvælstofoptagelse

Direkte nedfældning af gylle gav samme kvælstofindhold i kernerne som ved anvendelse af handelsgødning (tabel 3). Ved udbringning af gylle på jordoverfladen var kvælstofindholdet 10% mindre, men blev dog øget lidt ved indarbejdelse i jorden med ukrudtsharven.

Også kvælstofindholdet i halm blev øget ved direkte nedfældning (tabel 3). I tabel 4 er kvælstofindholdet i afgrøden høstet i prøvefladerne angivet. Det ses, at metoderne, der inkluderer

Vandindhold 0-3cm (vol%)
Water content 0-3 cm (vol %)



Figur 1. Vindhastighed (skraverede søjler) og jordtemperatur i 5 cm dybde (åbne søjler) 0-6 timer efter udbringning samt volumetrisk jordvandindhold i forsøgsperioden (punkter).

Wind speed (hatched bars) and soil temperature in 5 cm depth (open bars) 0-6 hours after application and volumetric content of soil water (dots).

Table 4. Kvælstofindhold i afgrøde, %.
Nitrogen in crop, per cent.

Metode <i>Appli- cation method</i>	Prøveflade høstet <i>Small test cut harvested</i>				
	19. april <i>April 19.</i>	29. april <i>April 29.</i>	13. maj <i>May 13.</i>	22. maj <i>May 22.</i>	30. maj <i>May 30.</i>
I	4,92	4,48 a	4,29 a	2,96 a	2,18 a
II	4,73	4,41 a	4,02 b	3,02 a	2,22 a
III	4,65	4,06 b	4,17 ab	3,09 a	2,22 a
IV	4,67	3,93 b	4,21 ab	3,46 b	2,58 b
V	4,72	3,87 b	4,23 ab	3,50 b	2,60 b
VI	4,95	4,87 c	5,11 c	3,73 c	2,79 c
LSD ₉₅	–	0,30	0,21	0,18	0,12

jordbearbejdning, havde det laveste kvælstofindhold den 29. april. 2 uger senere fandtes ingen forskelle mellem forsøgsleddene, der blev tildelt gylle. Ved de 2 sidste prøvefladehøstninger er billedet vendt, idet kvælstofindholdet var højere ved direkte nedfældning end ved overfladeudbringning. Anvendelse af handelsgødning gav det højeste kvælstofindhold på alle tidspunkter.

Den klare virkning af udbringningsmetode på både udbytte og kvælstofindhold giver sig også udslag i den samlede kvælstofoptagelse (tabel 3).

Ved de første 4 høsttidspunkter af prøveflader havde det handelsgødede led optaget ca. 25% mere kvælstof end de øvrige led. Den 30. maj fandtes tillige forskel mellem direkte nedfældning og overfladeudbringning, en forskel der holdt frem til modenhed (tabel 3).

Udbringningstidspunktet havde hverken betydning for udbyttet, kvælstofoptagelsen eller kvælstofindholdet. Dog fandtes der 29. april og 13. maj forskelle i kvælstofindholdet. Dette skyldes det korte forløb (<14 dage) fra sidste udbringning, idet den udbragte gødning endnu ikke var optaget i fuldt omfang. Denne tidsforskydning bevirkede for kvælstofindholdet ligeledes en vekselvirkning mellem udbringningsmetode og udbringningstidspunkt ved høst af prøveflader d. 13., 22. og 30. maj.

Ved modenhed fandtes for kvælstofindholdet i kernerne og for den totale kvælstofoptagelse vekselvirkning mellem udbringningsmetode og -tidspunkt. Hidtil er udbringningstidspunkt benyttet i

betydningen dato for udbringning. Den konstaterede vekselvirkning medfører, at udbringningsdagen ikke er uden betydning for virkningen af husdyrgødning udbragt med de forskellige metoder. Med forventning om, at forskelle i gødningsvirkningen kan forklares med vejrforholdene umiddelbart efter udbringning, er der inddraget forskellige kontinuerte variable ved resultatopgørelsen. Specielt er jordtemperaturen i 5 cm dybde og den gennemsnitlige vindhastighed samt jordens volumetriske vandindhold vist i figur 1.

Af de mange mulige kombinationer mellem de forskellige kontinuerte variable og høstresultaterne fandtes kun få sikre sammenhænge. Ved tilførsel af gylle viste det sig, at jordtemperaturen i 5 cm dybde havde stor indflydelse på kvælstofindholdet i afgrøden, både ved høst af prøveflader i april-maj og ved modenhed. Jordtemperaturen i 5 cm dybde kunne således forklare en betydelig del af den variation, der for den enkelte udbringningsmetode fandtes mellem udbringningsdagene.

I tabel 5 ses, at ved bredspredning og direkte nedfældning øges kvælstofindholdet i april-maj med 0,2-0,3 pct.-enheder for hver grad, jordtemperaturen på udbringningstidspunktet er øget. Ved modenhed havde jordtemperaturen både for bredspredning og slæbeslanger en negativ, men lille, indflydelse på kvælstofindholdet i kernerne. Faldet var omkring 0,02 pct.-enheder pr. grad.

Table 5. Ændring i kvælstofindhold ($\% \times 10^{-3}$) pr. grad jordtemperatur i intervallet 7-12°C. Temperaturen er gennemsnit af 0-6 timer efter udbringning. Signifikansniveau er desuden angivet (* $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$).
*Change in nitrogen content ($\% \times 10^{-3}$) per degree of soil temperature in the interval of 7-12°C. The temperature is a mean of 0-6 hours after application. The level of significance is given as: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$.*

Metode <i>Appli- cation method</i>	Prøveflade høstet <i>Small test cut harvested</i>			Kerne ved modenhed <i>Grain at ripeness</i>
	29. april <i>April 29.</i>	13. maj <i>May 13.</i>	22. maj <i>May 22.</i>	
				27. august <i>August 27.</i>
I	279 **	156 **		-22 **
II	144 *	88		-29 **
III	138	124		-12
IV	176 *	342 **	229 **	
V	253 *	337 ***	67	

Tabel 6. Gennemsnitlig reduktion i ukrudtsantallet i forhold til handelsgødede led.

Mean reduction in the numbers of weeds in relation to the reference treatment.

Metode <i>Application method</i>	Reduktion, % <i>Reduction, per cent</i>
I	24
II	34
III	66
IV	52
V	63

Ukrudtseffekt

De ukrudtsarter, som var til stede på behandlingstidspunktet, reagerede alle efter samme mønster. Såvel Enårig Rapgræs, Rød Tvetand som de øvrige tokimbladede ukrudtsarter blev reduceret i antal ved gylleudbringning i forhold til de handelsgødede parceller. Desuden bevirkede jordbearbejdning i forbindelse med gylleudbringning en yderligere plantereduktion (fig. 2). I forhold til det handelsgødede

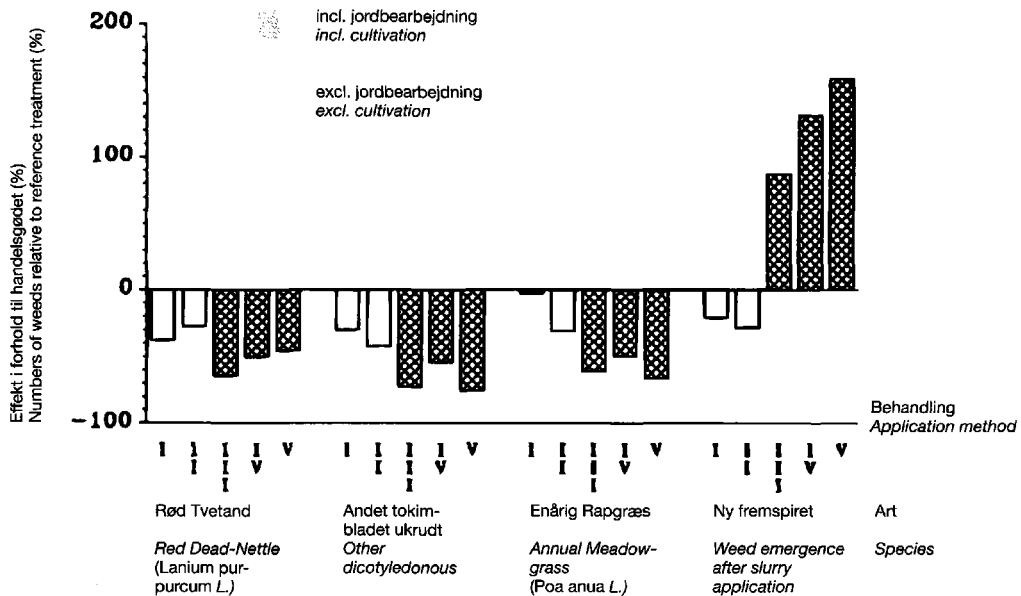
led blev der opnået en gennemsnitlig reduktion i ukrudtsantallet som vist i tabel 6.

Som det fremgår af figur 2, bevirkede jordbearbejdningen en kraftig nyfremspiring af ukrudt. Der var især tale om Skive-Kamille. Jo mere intens jordbearbejdningen var, jo kraftigere var nyfremspiringen.

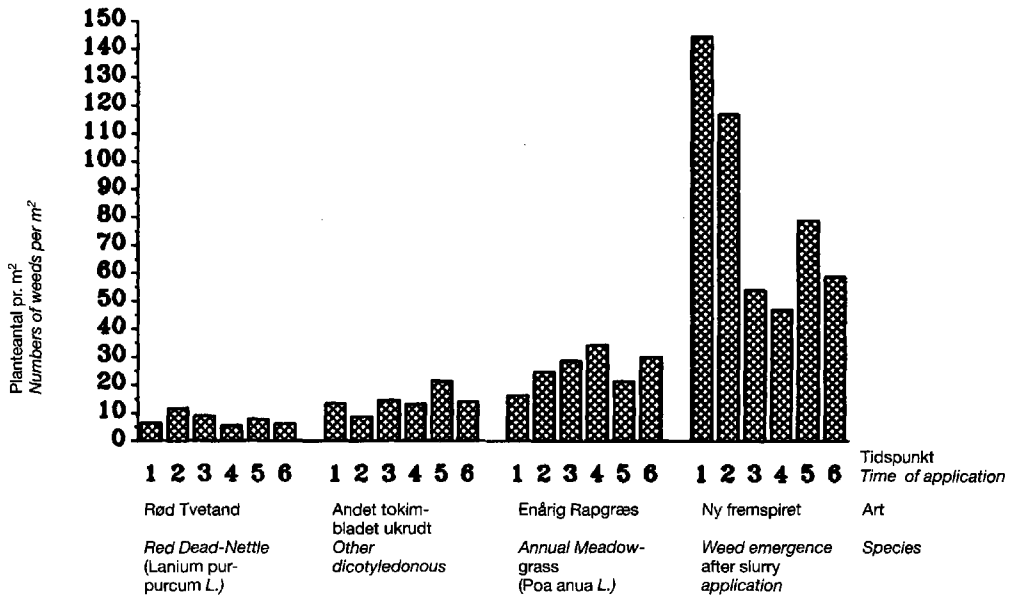
Behandlingstidspunktet havde kun ringe indflydelse på bekæmpelseeffekten overfor allerede fremspiret ukrudt. Derimod bevirkede de tidligere behandlinger en større nyfremspiring end de sene behandlinger (fig. 3).

For alle ukrudtskategorier undersøgtes muligheden for at beskrive ukrudtets reaktion på grundlag af jordens vandindhold og behandlingstidspunktet udtrykt som dage. Hertil blev anvendt regressionsanalyser. På baggrund af analyserne viste det sig, at udbringningsmetoderne kunne opdeles i 2 grupper, henholdsvis med (III, IV og V) og uden (I, II og VI) jordbearbejdning.

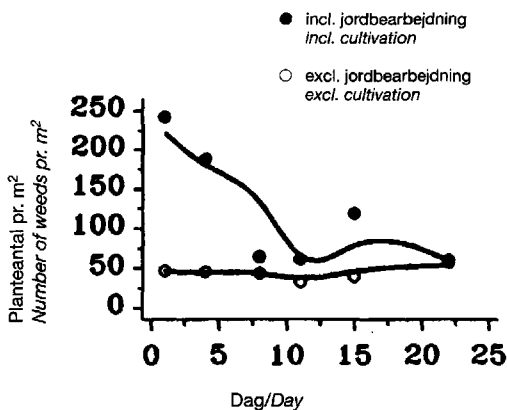
Bortset fra Rød Tvetand kunne ukrudtets tidsafhængige reaktion på gødningshåndteringen be-



Figur 2. Udbringningsmetodens indflydelse på ukrudtsforekomsten udtrykt i forhold til det handelsgødede forsøgsled. *The influence of application method on the occurrence of weed in relation to the reference treatment (mineral fertilized).*

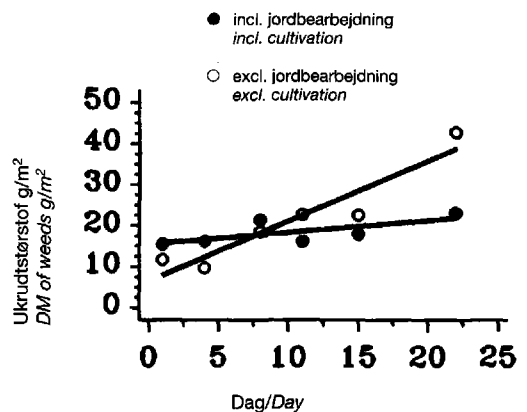


Figur 3. Behandlingstidspunktets indflydelse på ukrudtsforekomsten.
The influence of application time on the occurrence of weed.



Figur 4. Sammenhæng imellem behandlingstidspunkt for gødningsudbringning og nyfremspiring efter behandling. Symboler er observerede blokgennemsnit, mens kurverne angiver predikteret sammenhæng efter korrektion for jordens vandindhold.

Relation between application time and weed emergence after treatment. Symbols are mean of replicates. Curves are predicted relation between application time and weed emergence after correction for volumetric content of soil water.



Figur 5. Sammenhæng imellem behandlingstidspunkt for gødningsudbringning og ukrudtets samlede tørstofproduktion før høst.

Relation between application time and total weed dry matter production in July.

skrives som en multipel-lineær funktion af behandlings-tidspunktet og jordens vandindhold ved hjælp af simple regressionsligninger. Beregningerne viste, at det primært var nyfremspiring af ukrudt, der var afhængig af udbringningstidspunkt og udbringningsmetode. Ved de tidlige udbringninger gav udbringningsmetoder med jordbearbejdning ca. 5 gange så stor nyfremspiring som de udbringningsmetoder uden jordbearbejdning (fig. 4). Ved sidste udbringningstidspunkt var forskellen mellem de 2 grupper af udbringningsmetoder forsvundet.

For såvel Enårig Rapgræs som for det tokimbladete ukrudt, der var fremspiret på udbringningstidspunktet, var behandlingseffekten svagt aftagende, jo senere behandlingen blev udført. Dette gjaldt både for udbringningsmetoder med og uden jordbearbejdning.

Ved opgørelse af den samlede ukrudtsbiomasse i juli måned var der en svag behandlingseffekt, som var lineært afhængig af udbringningstidspunktet (fig. 5). Nyfremspiring af ukrudt og den bekæmpende effekt af gylleudbringning med jordbearbejdning har således i store træk opvejet hinanden. De forekommende ukrudtsmængder var så små, at de næppe har haft nogen målelig indflydelse på hverken høstudbyttet eller afgrødens næringsstofoptagelse.

Diskussion

Dyrkning af korn på dobbelt rækkeafstand er realistisk, når der ønskes foretaget selektiv mekanisk ukrudtsbekæmpelse kombineret med direkte nedfældning af gylle.

Pedersen og Østergaard (1991) har målt højere udbytter efter udbringning med slæbeslanger end efter bredspredning, både ved udbringning i april og maj. Forventningen om bedre gødningsvirkning ved anvendelse af slæbeslanger fremfor bredspredning blev ikke opfyldt, hverken i nærværende forsøg eller ved april-udbringningen i Landsforsøgene 1991 (*Pedersen, 1992*). Fordelen ved slæbeslanger er, at overfladen af den udbragte gylle er mindre end ved bredspredning, og at gyllen bringes ned under bladmassen. Udbringningen i dette forsøg blev foretaget på et tidspunkt i vækstsæsonen, hvor afgrødens bladmasse var begrænset og således ikke kunne yde tilstrækkelig læ til at mindske ammoniakfordampningen.

Metode III (udbringning med slæbeslanger efterfulgt af indarbejdning med ukrudtskarve) vil ikke være relevant at benytte i praksis, idet der er tale

om æltning af jorden. Derimod fungerer direkte nedfældning til 5 cm dybde godt. Ved anvendelse af gylleudbringningsudstyret i 1991 viste det sig, at de ombyggede ammoniaknedfældertænder var langt mere skånsomme overfor afgrøden end først antaget. Dette viste sig bl.a. ved, at skud- og aksantallet ikke blev påvirket af behandlingerne. Direkte nedfældning af gylle til vinterhvede har også i Landsforsøgene vist god gødningsvirkning og ringe mekanisk skade (*Pedersen og Østergaard, 1991; Pedersen, 1992*). Det forventes derfor, at direkte nedfældning i etablerede kornafgrøder sået på normal rækkeafstand vil være mulig uden nævneværdig skade på afgrøden.

I den tid husdyrgødning henligger på jordoverfladen tabes kvælstof ved ammoniakfordampning. Tabet kan reduceres betydeligt ved at indarbejde husdyrgødningen i jorden umiddelbart efter udbringning (*Iversen, 1932; Jensen, 1951; Sommer og Christensen, 1990a*). Ved udbringning i april med slæbeslanger (II) tabtes 40-45% af den udbragte mængde ammoniumkvælstof, mens tabet ved direkte nedfældning (IV) kun udgjorde 10% (*Sommer og Petersen, 1992*). I nærværende forsøg blev der udbragt 120 kg ammoniumkvælstof pr. ha, hvilket giver en forventet forskel i kvælstoftabet på 35-40 kg N pr. ha mellem de 2 udbringningsmetoder.

Resultaterne viser da også højere udbytte og større kvælstofoptagelse ved direkte nedfældning (tabel 3), men forskellen i nettokvælstofoptagelse mellem metode II og IV er kun 23 kg N pr. ha. Dvs. den store forskel mellem udbringningsmetoder, der måles ved det direkte ammoniaktab, ikke direkte afspejles i afgrødens kvælstofoptagelse ved høst.

Udbringningstidspunktet havde kun mindre betydning for kerneudbyttet, mens kvælstofindhold og kvælstofoptagelse ikke blev påvirket. Med hensyn til udbringningsmetodernes virkning på de 6 udbringningstidspunkter, fandtes for kerneudbyttet ingen vekselvirkning mellem udbringningstidspunkt og metode, mens der for både kvælstofindhold og kvælstofoptagelse var sikre vekselvirkninger. Denne konstatering er vanskelig at benytte til forudsigelse af virkningen af fremtidige udbringninger, og det er derfor ønskeligt at finde en variabel, der i stor udstrækning forklarer samme variation, og som også giver en forklaring på forskelle i virkning. Hertil er der inddraget en række klimavariabler, der beskriver vejret i forskellige perioder efter udbringning af gylle.

Jordtemperaturen i 5 cm dybde kunne som den

eneste af de målte variable forklare en betydelig del af den variation, der fandtes mellem udbringningstidspunkterne. Når gylle udbringes på og i de øvre jordlag, vil gyllen forholdsvis hurtigt antage samme temperatur som jorden. Herefter vil ammoniakfordampningen kun afhænge af vindhastigheden og jordtemperaturen (*Olesen og Sommer, 1991*).

Ved forøgelse af temperaturen vil ligevægten mellem ammonium og ammoniak forskydes mod ammoniak. Ammoniakfordampningen vil som følge af jordoverfladens opvarmning være større på dage med stor indstråling end på overskyede dage. Nedbør vil direkte virke afkølede på jorden samt reducere ammoniumkoncentrationen ved fortynding og øge infiltrationen, hvormed ammoniakfordampningen reduceres ved udbringning under eller umiddelbart før nedbørshændelser. Luftbevægelser vil fjerne den fordampede ammoniak, hvorved ligevægten mellem ammonium i gylle og ammoniak i luften sjældent vil indstille sig. Luftbevægelserne vil lede til yderligere ammoniakfordampning. Disse betragtninger er i overensstemmelse med *Iversen (1932)*, der fremførte, at »Tabet er størst i varmt, tørt og blæsende vejr – mindst i køligt og stille gråvejr«.

Kvælstofindholdets afhængighed af vekselvirkningen mellem udbringningstidspunktet, udtrykt ved jordtemperaturen, og udbringningsmetoden fremgår af tabel 5. Jo højere jordtemperatur på udbringningstidspunktet, jo mindre kvælstofindhold i kernerne ved modenhed, når udbringning af gylle er foretaget som overfladeudbringning. Ved en temperaturforskel på 5°C svarer det til 0,10-0,15% N, eller 0,6-1,0% protein.

Ved direkte nedfældning af gylle fandtes ingen påvirkning af kvælstofindholdet i kernerne, men derimod store ændringer ved høst af prøveflader. Dette tolkes som afgrøden har lettere ved at optage kvælstof i nedfældet gylle, og bedre jo højere jordtemperatur. Det blev tillige observeret, at parceller, hvor gylle blev nedfældet, direkte fremstod mere friskgrønne end de parceller, hvor der var foretaget overfladeudbringning.

For udbyttets vedkommende fandtes ingen tilsvarende vekselvirkning mellem udbringningsmetode og udbringningstidspunkt, udtrykt ved jordtemperaturen. På denne baggrund er det ikke muligt at vurdere sikkerheden på de undersøgte udbringningsmetoder mht. kerneudbyttet. Derimod bevirkede direkte nedfældning en større og mere sikker optagelse af det udbragte kvælstof, mens kvæl-

stofoptagelsen fra overfladeudbragt gylle var mindre og vejrafhængig.

Forsøget har vist, at uanset udbringningsmetode og -tidspunkt har gylleudbringningerne bekæmpet en væsentlig del af de tilstedeværende ukrudtsplanter, og at behandlingseffekten blev forøget, når der samtidig blev foretaget en jordbearbejdning. Effektiviteten af denne jordbearbejdning var ens ved såvel direkte nedfældning som ved harvning.

Den anvendte harve viste sig at være en smule for let til jordtypen, hvorved harvningerne ikke blev helt tilfredsstillende. En tungere harve kunne uden tvivl have bidraget med en højere bekæmpelseeffekt, men med risiko for skade på afgrøden. For ikke at sløre resultaterne blev der i forsøget lagt vægt på, at harvningerne ikke måtte skade afgrøden. Det er dog tidligere vist, at vinterhvede tåler ganske kraftige harvninger om foråret (*Rasmussen, 1991*).

Behandlingerne i forsøget gav anledning til betydelig nyfremspiring, som det forventes let ville kunne bekæmpes effektivt ved ukrudtsklarvning 2-3 uger efter første behandling. For at denne behandling kan have effekt, er det vigtigt, at skorpen let kan brydes eller allerede er brudt ved første behandling. Ved direkte nedfældning brydes jordoverfladen, og på denne måde kan udbringningsmåden for gylle være et led i en strategi for mekanisk ukrudtsbekæmpelse.

Konklusion

- Direkte nedfældning var mulig i en etableret afgrøde uden at skade afgrøden, der var sået på 24 cm rækkeafstand.
- Direkte nedfældning gav højere udbytte og større kvælstofoptagelse end overfladeudbragt gylle.
- Kvælstofindholdet i kernerne var ved overfladeudbringning afhængig af temperaturen på udbringningstidspunktet, mens dette ikke var tilfældet ved direkte nedfældning.
- Direkte nedfældning havde en betydende ukrudtsbekæmpende effekt.
- Direkte nedfældning gav anledning til nyfremspiring af ukrudt, som kan kræve yderligere bekæmpelse.

Erkendtlighed

Miljøstyrelsen har ydet støtte med midler fra »Renere Teknologi«.

Litteratur

- Iversen, K. 1932. Kvælstoftabet ved staldgødningens udbringning 1925-1930. Tidsskr. Planteavl 38, 1-74.
- Jensen, S. Tovborg 1951. Ammoniakfordampning fra jord og dens betydning for landbrugets kvælstoføkonomi. ATV-meddelelser 1951, 117-136.
- Kjellerup, V. 1992. Svinegylle og inhibitorer til vintersæd. Grøn Viden, Landbrug, nr. 94.
- Larsen, K. E. & Keller, P. 1985. Nedfældning af kvæggylle til byg og bederoer. Tidsskr. Planteavl 89, 11-17.
- Larsen, K. E.; Kemppainen, E. & Steineck, S. 1991. Husdyrgødningens udnyttelse i planteproduktionen ved intensiv husdyrproduktion. Tidsskr. Planteavl. Beretning nr. S 2177.
- Larsen, K. E.; Petersen, J.; Hansen, J. F. & Sommer, S. G. 1992. Biogasgylle. Udbringningsmetodens betydning for kvælstofvirkning af ubehandlet og afgasset gylle. Tidsskr. Planteavl 96, 223-243.
- Olesen, J. E. & Sommer, S. G. 1991. Personlig kommunikation.
- Pedersen, C. Å. & Østergaard, H. Spelling 1991. Gødskning I K. Skrivel: Oversigt over Landsforsøgene 1990, 70-112.
- Pedersen, C. Å. 1992. I K. Skrivel: Oversigt over Landsforsøgene 1991, 74-126.
- Petersen, J. 1991. Metoder til udbringning af gylle. LandboNyt, februar 1991, 10-13.
- Petersen, J. 1992. Parcelgyllesprederen ved Askov Forsøgsstation - opbygning og virkemåde. Tidsskr. Planteavl. Beretning nr. S 2187.
- Petersen, J.; Mortensen, G. & Hansen, G. K. 1988. Stor rækkeafstand kan forbedre planternes vandhusholdning. Agrológisk Tidsskrift MARKEN nr. 9, sep. 1988.
- Rasmussen, J. 1990. Selectivity - an important parameter in establishing the optimum intensity of harrowing technique for weed control in growing cereals. Proceedings of the EWRS Symposium 1990, Integrated Weed Management in Cereals, 197-204.
- Rasmussen, J. 1991. Optimizing the intensity of harrowing for mechanical weed control in winter wheat. Brighton Crop Protection Conference - Weeds 1991, 177-184.
- Rasmussen, J. 1992. Testing harrows for mechanical control of annual weeds in agricultural crops. Weed Research 32, 267-274.
- Rasmussen, J. & Pedersen, B. T. 1990. Forsøg med radrensning i korn - rækkeafstand og udsædsmængde. 7. Danske Planteavlskonference/Ukrudt 1990, 187-199.
- Sommer, S. G. & Christensen, B. T. 1990a. Ammoniakfordampning fra fast husdyrgødning samt ubehandlet, afgasset og filtreret gylle efter overfladeudbringning, nedfældning, nedharvning og vanding. Tidsskr. Planteavl 94, 407-418.
- Sommer, S. G. & Christensen, B. T. 1990b. NH₃-fordampning fra handels- og husdyrgødning. Miljøstyrelsen, 1990, nr. A7.
- Sommer, S. G.; Olesen, J. E. & Christensen, B. T. 1991. Effects of temperature, wind speed and air humidity on ammonia volatilization from surface applied cattle slurry. J. agric. Sci. Camb 117, 91-100.
- Sommer, S. G. & Petersen, J. 1992. Ammoniakfordampning fra svinegylle og opkoncentreret biogasgylle - bestemt med en mikrometeorologisk massebalancemethode. Fremsendt til Tidsskr. Planteavl.

Manuskript modtaget den 2. december 1992.