

Thomas Cottis (red.)

# Økologisk landbruk - innovasjon 2000

Høgskolen i Hedmark  
Rapport nr. 7 - 2000

Online-utgave

Utgivelsessted: Elverum

Det må ikke kopieres fra rapporten i strid med åndsverkloven og fotografiloven eller i strid med avtaler om kopiering inngått med KOPINOR, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.

**Forfatteren er selv ansvarlig for sine konklusjoner. Innholdet gir derfor ikke nødvendigvis uttrykk for Høgskolens syn.**

I rapportserien fra Høgskolen i Hedmark publiseres FoU-arbeid og utredninger. Dette omfatter kvalifiseringsarbeid, stoff av lokal og nasjonal interesse, oppdragsvirksomhet, foreløpig publisering før publisering i et vitenskapelig tidsskrift etc.

Rapporten kan bestilles ved henvendelse til Høgskolen i Hedmark.  
(<http://www.hihm.no/Publikasjon/default.htm>)

Rapport nr. 7 - 2000

© Forfatterene/Høgskolen i Hedmark

ISBN: 82-7671-119-7

ISSN: 0808-2626



# Høgskolen i Hedmark

**Tittel:** Økologisk landbruk – innovasjon 2000

**Forfattere:** Ingrid K. Thomsen, Kjell Mangerud, Lars Olav Brandsæter, Trond M. Henriksen, Ann-Marie Dock Gustavsson, Henning T. Søgaard og Hans Jørgen Olsen, Johan Ascard & Fredrik Fogelberg, John Morken, Erik Steen Jensen og Thomas Cottis.

**Red.:** Thomas Cottis

**Nummer:** 7

**Utgivelsesår:** 2000

**Sider:** 104

**ISBN:** 82-7671-120-0

**ISSN:** 0808-2626

**Oppdragsgiver:** Høgskolen i Hedmark og stiftelsen BioInn

**Emneord:** Økologisk landbruk, næringsforsyning, ugrasregulering, ugras

**Sammendrag:** Denne rapporten inneholder foredragene som ble holdt på den nasjonale fagkonferansen: Økologisk landbruk - innovasjon 2000, i Hamar 25. oktober 2000. Foredragene er innenfor de to hovedtemaene for dette årets konferanse: Ugrasregulering og næringsforsyning





# Høgskolen i Hedmark

**Title:** Organic agriculture - Innovation 2000

**Authors:** Ingrid K. Thomsen, Kjell Mangerud, Lars Olav Brandsæter, Trond M. Henriksen, Ann-Marie Dock Gustavsson, Henning T. Søgaard and Hans Jørgen Olsen, Johan Ascard & Fredrik Fogelberg, John Morken, Erik Steen Jensen and Thomas Cottis.

**Ed.:** Thomas Cottis

**Number:** 7

**Year:** 2000

**Pages:** 104

**ISBN:** 82-7671-120-0

**ISSN:** 0808-2626

**Financed by:** Hedmark College and BioInn

**Keywords:** Organic agriculture, nutrient supply, weedcontrol, weed

**Summary:** This report contains the contributions to the national conference: Organic agriculture - innovation 2000, arranged in Hamar the 25th of october 2000. The main theme for this years conference were: Weed control and nutrient supply.



# Innholdsfortegnelse.

## Ingrid K. Thomsen:

<b>Brug af fast gødning i økologisk landbrug.....</b>	<b>9</b>
1. Sammendrag.....	9
2. Abstract.....	9
3. Indledning.....	10
4. Resultater.....	10
5. Litteratur.....	17

## Kjell Mangerud:

<b>Optimalisering av ugrasharving i korn for norske forhold.....</b>	<b>19</b>
1. Sammendrag.....	19
2. Abstract.....	19
3. Innstilling av harva.....	22
4. Svakheter med metoden, hvordan kan en redusere dette ?.....	24
5. Modifisering av harver, metode, valg av harver.....	25
6. Harvstørrelse og økonomi.....	26
7. Hjulutstyr på traktoren.....	26
8. Framtidig FoU.....	27
9. Litteratur.....	28

## Lars Olav Brandsæter:

<b>Bruk av dekkkultur til ugrasregulering.....</b>	<b>29</b>
1. Sammendrag.....	29
2. Summary.....	29
3. Innledning.....	29
4. Omtale ulike systemer.....	30
5. Litteratur.....	36

## Trond M. Henriksen:

<b>Korndyrking på økologiske gårder med lite husdyr - bruk av kløver som underkultur</b>	<b>39</b>
1. Abstract.....	39
2. Innledning.....	39
3. Egnede arter og sorter av kløver som underkultur.....	40
4. Såtidspunkt for underkultur.....	42
5. Gjødselevirkning av kløver underkultur.....	43
6. Behandling av kløver underkultur for å oppnå maksimal gjødseleffekt.....	44
7. Konklusjoner.....	46

## Ann-Marie Dock Gustavsson:

<b>Växtföljdens betydelse för ogräsflora och ogräsproblem.....</b>	<b>47</b>
1. Inledning.....	47
2. Biologisk bakgrund.....	48
3. Regenerationsförmåga.....	51
4. Kompensationspunkt.....	51
5. Exempel på växtföljder.....	52
6. Slutsatser.....	54
7. Litteratur.....	54

<b>Henning T. Søgaard og Hans Jørgen Olsen:</b>	
<b>Kan en radrenser styres automatisk? Erfaringer med vision-</b>	
<b>genkendelse af kornrækker .....</b>	<b>57</b>

<b>Johan Ascard &amp; Fredrik Fogelberg:</b>	
<b>Mekanisk ogräsreglering i radodlade grödor .....</b>	<b>61</b>
1. Sammanfattning.....	61
2. Summary -Mechanical weed control in row crops.....	61
3. Ogräs ett stort problem .....	61
4. Flamning.....	61
5 Jordbearbetning i mörker.....	62
6. Mekanisk bearbetning mellan raderna.....	62
7. Mekanisk bearbetning i raderna .....	62
8. Verkningsmekanismer .....	63
9. Slutsatser .....	63
10. References .....	64

<b>John Morken:</b>	
<b>Tilføring av husdyrgjødsel.....</b>	<b>69</b>
1. Abstract .....	69
2. Abstract .....	69
3. Innledning.....	69
4. Produksjon av gjødsel og næringsstoffer .....	70
5. Utslippskilder .....	71
6. Ulike tilføringsteknologier .....	72
7. Økonomisk modell .....	76
8. Sluttmerknad .....	77
9. Litteratur .....	77

<b>Erik Steen Jensen:</b>	
<b>Nitrogenfiksering i økologisk jordbrug – metoder til optimering.....</b>	<b>79</b>
1. Indledning – om nitrogen husholdning i økologisk jordbrug.....	79
2. Hvad er biologisk N <sub>2</sub> fiksering? .....	82
3. Bælgplanter i nordisk økologisk jordbrug.....	83
4. Optimering af symbiotisk N <sub>2</sub> fiksering.....	84
4c. Optimering af plantevækstfaktorer .....	87
5. Konklusioner .....	88
6. Referencer .....	88

<b>Thomas Cottis:</b>	
<b>Kildesortert humanurin – god gjødsel, god økologi? .....</b>	<b>91</b>
1. Sammendrag.....	91
2. Summary .....	91
4. Humanurin en ressurs.....	93
5. Kildesortering av humanurin.....	94
6. Kjemisk innhold og kvalitet av kildesortert humanurin.....	96
7. Kildesortert humanurin som gjødsel .....	98
8. Konklusjoner .....	101
9. Litteratur:.....	102



## **Brug af fast gødning i økologisk landbrug**

*Ingrid K. Thomsen, Danmark JordbrugsForskning, Afdeling for Plantevækst og Jord, Postboks 50, 8830 Tjele, Danmark. E-mail: ingrid.thomsen@agrsci.dk*

### **1. Sammendrag**

Tre faste gødninger, hvori en af de tre komponenter, fæces, urin eller halm var  $^{15}\text{N}$ -beriget, blev fremstillet. Halvdelen af hver gødning blev lagret aerobt (komposteret) med varmeudvikling, den anden halvdel blev lagret anaerobt. Tab af C og N fra gødningerne under lagring og ved en efterfølgende inkubation i jord blev bestemt. Plantetilgængeligheden af N fra gødningernes forskellige komponenter blev undersøgt i et markforsøg. Betydelig højere mængder C og N gik tabt ved kompostering sammenlignet med anaerob lagring. Efter tilførsel af gødningerne til jord bevirkede en højere udskillelse af  $\text{CO}_2$  fra den anaerobt lagrede gødning, at mængden af C der blev tilbageholdt i jord, var omtrent den samme uanset lagringsmetode. Tilførsel af anaerobt lagret gødning medførte netto N-immobilisering i jord, hvorimod der skete en netto N-mineralisering fra komposteret gødning. Ved tilførsel af de to gødninger før såning af vinterhvede optog hveden, hvad der svarede til 8 og 10% af N tilført med hhv. komposteret og anaerobt lagret gødning. En efterfølgende vårbyg optog under 3% af den tilførte N-mængde. På grund af de høje N-tab under kompostering vil der være betydeligt mindre N til rådighed efter kompostering end ved anaerob lagring.

### **2. Abstract**

Three manures cross-labelled with  $^{15}\text{N}$  in the faeces, urine and straw fraction were prepared. Half of each manure was stored aerobically (composted) with heat evolution and the other half anaerobically by preventing oxygen supply. Loss of C and N was determined during storage and in a following incubation with soil. The plant availability of the manures was measured in a field experiment. There were considerably higher losses of C and N from the composted manure compared with the anaerobically stored manure. More  $\text{CO}_2$  was lost from soil incubated with anaerobically stored manure compared with composted manure. When taking the C losses during storage into account, the accumulated C losses during storage and incubation were almost similar irrespective of storage. Soils with anaerobically stored manure showed net N immobilization whereas soils with composted manure had net N mineralization.

Winter wheat took up 8 and 10% of the N applied with composted and anaerobically stored manure, respectively. The following spring barley crop recovered 3% of the manure N irrespective of storage. Due to the high N losses during composting, more N will remain after anaerobic storage.

### **3. Indledning**

En stor del af husdyrgødningen i økologisk landbrug findes som fast gødning. En optimal udnyttelse af gødningen er vigtig for en økologisk ejendoms N-balance, da der ikke importeres uorganisk N i handelsgødning. Der er tradition for, at den faste gødning komposteres, inden den bringes ud på marken. Komposteringen kan medføre temperaturstigninger op til 70°C og medvirke til, at gødningen bliver mere homogen end ikke-kompostet gødning. Ligeledes kan temperatur-stigningen virke sanerende mht. ukrudtsfrø og sygdomskim. En ulempe ved kompostering er, at der tabes en del C og N under lagringen. Dette reducerer dels mængden af N, der er til rådighed for plantedyrkning, dels mængden af organisk materiale som kan anvendes som jordforbedringsmiddel.

Her præsenteres resultater fra et projekt, der havde til formål at belyse C og N omsætning i fast husdyrgødning under lagring og efter udbringning til jord. Kompostet gødning blev sammenlignet med anaerobt lagret gødning mht. C-balance, N-tab og N-tilgængelighed. Der blev anvendt tre typer gødninger, hvori enten fæces, urin eller halm var beriget med isotopen <sup>15</sup>N. Dette gjorde det muligt at klarlægge, fra hvilken fraktion i gødningen N-tabet skete, samt hvordan plantetilgængeligheden af N fra de tre puljer blev påvirket af lagringen.

## **4. Resultater**

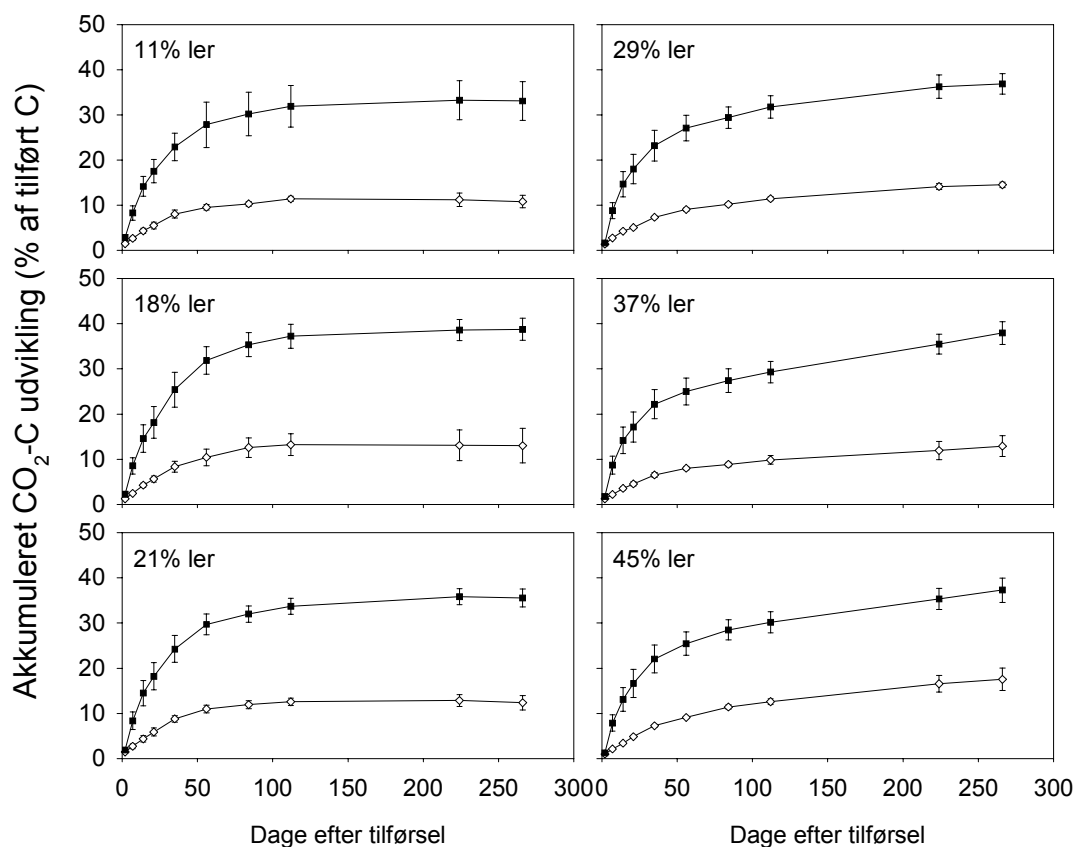
### **4.1 Lagring**

Gødningerne blev blandet i forholdene 9:10:3 af foreliggende fæces, urin og halm, hvilket svarede til, at 37% af gødningens N stammede fra fæces, 56% fra urin og 7% fra halm. I forbindelse med komposteringen af den faste gødning blev der ved gasformige tab mistet henholdsvis 53% og 46% af gødningernes oprindelige indhold af C og N. Ved at lagre gødningen anaerobt blev tabene reduceret til 24% (C) og 18% (N). Hovedparten af N der gik tabt stammede fra gødningernes urin. Ved lagringens ophør var det procentvise indhold af N det

samme (3.6% af tørstof) uanset lagringsmetode Der var dog stor forskel på indholdet af uorganisk N ved de to typer lagring. I den anaerobt lagrede gødning fandtes næsten halvdelen (48%) af gødningens totale N-indhold på uorganisk form, medens kun 9% af N i den komposterede gødning var på uorganisk form. C/N-forholdet i gødningerne var før lagring 14. Da tabene af C og N ved hhv. kompostering og anaerob lagring ikke afveg væsentligt fra hinanden indbyrdes, havde gødningerne efter lagring også næsten samme C/N-forhold (11-12).

#### 4.2 Omsætning i jord

Efter tilførsel til jord var den biologiske aktivitet bestemt som CO<sub>2</sub>-udvikling betydelig højere efter tilførsel af anaerobt lagret husdyrgødning sammenlignet med komposteret gødning (Figur 1). Den større omsætning der fandt sted under lagringsperioden i den komposterende gødning, bevirkede altså, at der var en mindre mængde let-omsætteligt C til rådighed for jordens mikrobielle biomasse efter tilførsel af gødningen til jord. Udviklingen af CO<sub>2</sub> forløb forskelligt



**Figur 1.** Akkumuleret CO<sub>2</sub>-C udvikling efter tilførsel af komposteret (◇) og anaerobt lagret (■) fast husdyrgødning til jorde med forskelligt lerindhold.

afhængigt af jordens tekstur. I de mere lerholdige jorde fortsatte CO<sub>2</sub>-udviklingen gennem hele inkubationsforløbet, medens CO<sub>2</sub>-udviklingen aftog hurtigere i de sandede jorde efter en ret høj aktivitet umiddelbart efter gødningstilførslen (Figur 1). Mængden af C der blev frigivet som CO<sub>2</sub>, var generelt størst i de mest lerholdige jorde.

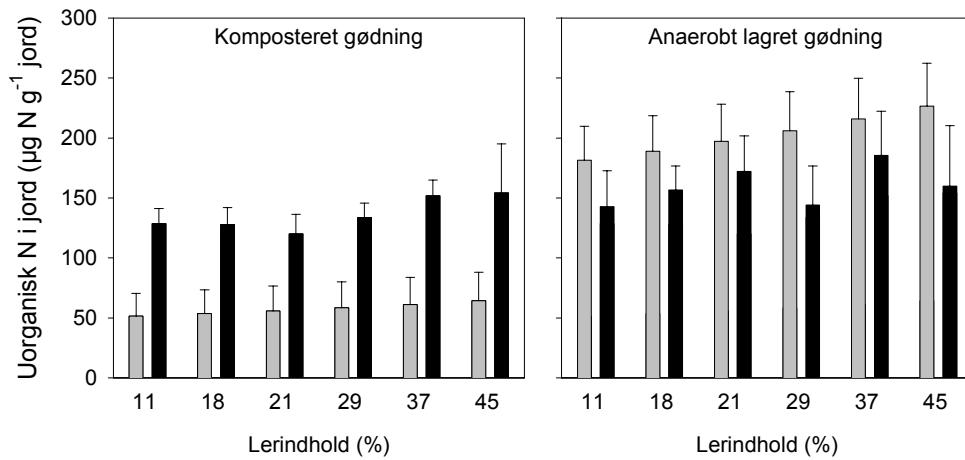
Ved at sammenholde tab af C under lagring med C udskilt efter tilførsel af gødningerne til jord kunne det bestemmes, hvor meget C der blev efterladt i jorden. Som det fremgår af Tabel 1, var der kun små forskelle i de mængder af C, der resterede i jorden efter anvendelse af de to lagringsmetoder. Resultaterne tyder på, at en letomsættelig del af en gødning omsættes i forbindelse med lagring og de første måneder efter udbringning. Lagringsbetingelserne bestemmer, om denne omsætning hovedsageligt finder sted under lagringen eller i jorden efter tilførsel.

**Tabel 1.** Total C balance efter kompostering eller anaerob lagring (86 dage) af fast husdyrgødning efterfulgt af inkubation i jord (266 dage). Gns. af seks jorde.

	Kompostering	Anaerob lagring
C tabt under lagring (% af oprindelig C)	53	24
C tilbage efter lagring (% af oprindelig C)	47	76
C tabt fra jord (% af tilført)	14	39
C tabt i alt fra lagring og jord (% af oprindelig C)	60	54
<b>C tilbageholdt i jord (% af oprindelig C)</b>	<b>40</b>	<b>46</b>

En stor del af N i den anaerobt lagrede gødning var på uorganisk form, hvilket betød, at jord tilført anaerobt lagret gødning indeholdt mere uorganisk N sammenlignet med jord tilført komposteret gødning (Figur 2). Den større biologiske aktivitet der fulgte efter tilførsel af anaerobt lagret gødning, betød imidlertid, at en del af det uorganiske N tilført med anaerobt lagret gødning blev immobiliseret i jorden (Figur 2). Immobiliseringen svarede til, at op til 30% af det uorganiske N der blev tilført med anaerobt lagret gødning, stadig var immobiliseret i jorden ni måneder efter tilførsel. Tilførsel af komposteret gødning bevirkede derimod en netto mineralisering af N svarende til, at ca. 16% af det tilførte organiske N blev mineraliseret. På grund af de modsat rettede processer der forløber, når gødningerne tilføres jord, vil jordens indhold af plante-tilgængeligt N ikke være så forskellig for anaerobt lagret og komposteret

gødning, som det kunne forventes ud fra gødningernes indhold af uorganisk N på tilførelstidspunktet.



**Figur 2.** Uorganisk N i jord tilført med husdyrgødning dag 0 (grå søjler) og efter 266 dages inkubation (sorte søjler) af komposteret og anaerobt lagret fast husdyrgødning i jorde med forskelligt lerindhold.

#### 4.3 Udbytte og N-optagelse

Plantetilgængeligheden af <sup>15</sup>N fra de forskelligt lagrede gødninger blev undersøgt i et markforsøg, hvor komposteret og anaerobt lagret gødning blev udbragt før såning af vinterhvede i september 1997. Der blev af begge gødninger tilført 1.8 kg våd vægt m<sup>-2</sup>, men på grund af lavere tørstofindhold i den anaerobt lagrede gødning blev der tilført mindre N (16.9 g N m<sup>-2</sup>) med denne gødning sammenlignet med den komposterede gødning (22.6 g N m<sup>-2</sup>). Udbytte og N-optagelse var af samme størrelse i den gødede og ugødede hvede høstet efter ca. 3 måneders vækst i december 1997 (Tabel 2). I løbet af disse første måneders vækst havde hveden tilsyneladende ikke behov for yderligere N, end hvad jorden selv kunne bidrage med.

**Tabel 2.** Tørstofudbytte og N-optagelse i top og rod af vinterhvede sået september 1997 efter tilførsel af komposteret (22.6 g N m<sup>-2</sup>) eller anaerobt lagret (16.9 g N m<sup>-2</sup>) fast husdyrgødning.

Høsttidspunkt	Tilført gødning	Tørstofudbytte		N-optagelse		
		Top	Rødder	Top	Rødder	Total
		(g tørstof m <sup>-2</sup> )		(g N m <sup>-2</sup> )		
December 1997	Komposteret	27.9 <sup>a</sup>	34.6 <sup>a</sup>	1.1 <sup>a</sup>	0.9 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>
	Anaerobt lagret	29.6 <sup>a</sup>	36.1 <sup>a</sup>	1.1 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>	2.2 <sup>a</sup>
	Uden gødning	27.1 <sup>a</sup>	22.7 <sup>a</sup>	1.1 <sup>a</sup>	0.5 <sup>a</sup>	1.6 <sup>a</sup>
Marts 1998	Komposteret	70.5 <sup>a</sup>	61.2 <sup>a</sup>	2.7 <sup>a</sup>	1.7 <sup>a</sup>	4.4 <sup>a</sup>
	Anaerobt lagret	65.7 <sup>ab</sup>	60.2 <sup>a</sup>	2.5 <sup>a</sup>	1.5 <sup>a</sup>	4.1 <sup>a</sup>
	Uden gødning	49.5 <sup>b</sup>	43.4 <sup>a</sup>	1.8 <sup>b</sup>	1.1 <sup>a</sup>	2.9 <sup>b</sup>

<sup>ab</sup>Værdier efterfulgt af forskellige bogstaver indenfor et høsttidspunkt er signifikant forskellige (P<0.05).

Efter yderligere tre måneders vækst var udbytte og N-optagelse i marts stadig af samme størrelse i hvede tilført komposteret og anaerobt lagret gødning, men den ugødede hvede havde nu lavere tørstofudbytte og N-optagelse end den gødede hvede (Tabel 2). Ved høst af den modne hvede i august fandtes tilsvarende, at udbyttene var det samme i de to gødede hvedeafgrøder, som begge havde højere udbytte og N-optagelse end den ugødede hvede (Tabel 3). Gødningerne tilført i efteråret 1997 påvirkede ikke udbyttet af vårbyg høstet i 1999 (Tabel 3).

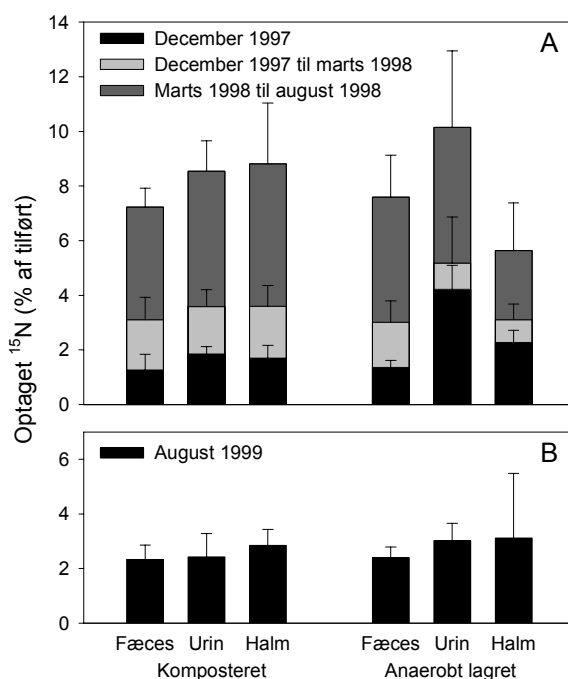
**Tabel 3.** Tørstofudbytte og N-optagelse i vinterhvede og vårbyg høstet ved modenhed første og andet år efter tilførsel af komposteret (22.6 g N m<sup>-2</sup>) eller anaerobt lagret (16.9 g N m<sup>-2</sup>) fast husdyrgødning.

Høsttidspunkt	Tilført gødning	Tørstofudbytte		N-optagelse		
		Kerne	Halm	Kerne	Halm	Total
		(g tørstof m <sup>-2</sup> )		(g N m <sup>-2</sup> )		
Vinterhvede 1998	Komposteret	254 <sup>a</sup>	864 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a</sup>	5.9 <sup>a</sup>	9.5 <sup>a</sup>
	Anaerobt lagret	260 <sup>a</sup>	873 <sup>a</sup>	3.9 <sup>a</sup>	5.8 <sup>ab</sup>	9.7 <sup>a</sup>
	Uden gødning	175 <sup>b</sup>	730 <sup>b</sup>	2.6 <sup>b</sup>	5.0 <sup>b</sup>	7.6 <sup>b</sup>
Vårbyg 1999	Komposteret	285 <sup>a</sup>	303 <sup>a</sup>	3.7 <sup>a</sup>	3.0 <sup>a</sup>	6.7 <sup>a</sup>
	Anaerobt lagret	287 <sup>a</sup>	313 <sup>a</sup>	3.7 <sup>a</sup>	2.9 <sup>a</sup>	6.4 <sup>a</sup>
	Uden gødning	241 <sup>a</sup>	296 <sup>a</sup>	2.9 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a</sup>	6.5 <sup>a</sup>

Den modne hvede havde optaget 7-9% af  $^{15}\text{N}$  tilført med fæces, urin og halm i komposteret gødning (Figur 3). Optagelsen af  $^{15}\text{N}$  fra fæces var den samme for begge gødninger uanset lagringsmetode, hvorimod der var højere optagelse af  $^{15}\text{N}$  fra urin i anaerobt lagret gødning sammenlignet med komposteret gødning. Den lavere udnyttelse af N fra urin i den komposterede gødning skyldes, at hovedparten af den mængde N der var tilbage efter komposteringen, var blevet bundet på organisk form, hvorimod en stor del af N fra urin i den anaerobt lagrede gødning stadig var på uorganisk form. Optagelsen af  $^{15}\text{N}$  fra halm var lavest i den anaerobt lagrede gødning.

Vårbyggen dyrket i 1999 optog under 3% af N tilført med fæces, urin og halm (Figur 3). Der var ikke forskel på optagelsen af N fra de tre komponenter, og lagringsmetoden påvirkede ikke optagelsen.

**Figur 3.**  $^{15}\text{N}$  optaget i overjordiske plantedele af vinterhvede (A) og vårbyg (B) fra fæces, urin og halm i komposteret og anaerobt lagret fast husdyrgødning.



Ud fra optagelsen af  $^{15}\text{N}$  fra fæces, urin og halm kunne den samlede optagelse af N fra gødningerne bestemmes (Tabel 4). I det første år var der til alle høsttidspunkter en højere optagelse af N fra den anaerobt lagrede gødning sammenlignet med komposteret gødning. Forskellene mellem den relative optagelse af de to gødninger var dog små bortset fra den første høst i december, hvor den optagne N-mængde fra den anaerobt lagrede gødning var omtrent

dobbelt så stor som fra den komposterede gødning. I det første vækstår var den højere optagelse af N fra anaerobt lagret gødning dog i stand til udbyttmæssigt at kompensere for, at N i denne gødning kun blev tilført i en mængde, der svarede til 75% af, hvad der blev tilført med komposteret gødning. I det andet vækstår optog byggen 2.6% af tilført N uanset lagringsmetode.

Under komposteringen blev der tabt 46% af gødningens N, og hvedens optagelse af 8.1% af den aktuelt tilførte mængde komposteret gødning (Tabel 4) svarede derfor til, at kun omkring 4% af den mængde N, der var til rådighed i den friske gødning før lagring, blev optaget af den efterfølgende afgrøde. Til sammenligning optog hveden næsten 8% af den samlede N-mængde oprindeligt til stede i den anaerobt lagrede gødning, som under lagringen kun tabte 18% N. Forskellen i beregnet udnyttelse af de to gødninger bliver således væsentligt forøget, hvis der korrigeres for de forskellige tab under lagring.

**Tabel 4.**  $^{15}\text{N}$  optaget i vinterhvede efter tilførsel af komposteret eller anaerobt lagret fast husdyrgødning.

	Komposteret	Anaerobt lagret
	(% af tilført N)	
December 1997 (vinterhvede, top)	1.6 <sup>b</sup>	2.9 <sup>a</sup>
December 1997 (vinterhvede, rødder)	1.2 <sup>b</sup>	2.2 <sup>a</sup>
<b>Total december 1997</b>	<b>2.8<sup>b</sup></b>	<b>5.1<sup>a</sup></b>
Marts 1998 (vinterhvede, top)	3.4 <sup>a</sup>	4.1 <sup>a</sup>
Marts 1998 (vinterhvede, rødder)	2.0 <sup>a</sup>	2.3 <sup>a</sup>
<b>Total marts 1998</b>	<b>5.3<sup>b</sup></b>	<b>6.3<sup>a</sup></b>
August 1998 (vinterhvede, kerne)	3.2 <sup>b</sup>	4.0 <sup>a</sup>
August 1998 (vinterhvede, halm)	4.8 <sup>b</sup>	5.7 <sup>a</sup>
<b>Total august 1998</b>	<b>8.1<sup>b</sup></b>	<b>9.6<sup>a</sup></b>
August 1999 (byg, kerne)	1.6 <sup>a</sup>	1.5 <sup>a</sup>
August 1999 (byg, halm)	1.0 <sup>b</sup>	1.1 <sup>a</sup>
<b>Total august 1999</b>	<b>2.6<sup>a</sup></b>	<b>2.6<sup>a</sup></b>

#### 4.4 Genfindelse af $^{15}\text{N}$

Den samlede genfindelse af  $^{15}\text{N}$  i hvede og jord (øverste 20 cm) var 56% af  $^{15}\text{N}$  tilført med komposteret gødning. Genfindelsen af  $^{15}\text{N}$  tilført med anaerobt lagret gødning var højere svarende til 66% af tilført  $^{15}\text{N}$ . Den højere genfindelse af  $^{15}\text{N}$  fra anaerobt lagret gødning viser, at på trods af denne gødnings større indhold af uorganisk N har immobilisering (Figur 2) og højere planteoptagelse (Tabel 4)



bevirket et lavere tab sammenlignet med den komposterede gødning. Der har dog fra begge gødninger været tale om ret betydelige tab, som formentligt er sket ved nedvaskning af N til dybereliggende jordlag samt denitrifikation.

## **5. Litteratur**

Thomsen, I. K. (2000). C and N transformations in  $^{15}\text{N}$ -cross-labelled solid ruminant manure during anaerobic and aerobic storage. *Bioresource Technology* 72, 267-274.

Thomsen, I.K. & Olesen, J.E. (2000). C and N mineralization of composted and anaerobically stored ruminant manure in differently textured soils. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 135, 151-159.

Thomsen, I. K. Recovery of nitrogen from composted and anaerobically stored manure labelled with  $^{15}\text{N}$ . *European Journal of Agronomy*. Accepted.



# Optimalisering av ugrasharving i korn for norske forhold

*Førsteamanuensis Kjell Mangerud, Høgskolen i Hedmark, avd. for landbruks- og naturfag. E-mail: kjell.mangerud@lnb.hihm.no*

## 1. Sammendrag

Ugrasharving er håndverk. Det finnes ingen enkel oppskrift på hvordan det skal gjøres. Dette dokumentet gir en rekke innspill på hvordan en kan oppnå et bedre resultat ved ugrasharving i korn. Hovedpunkter er harvetidspunkt, innstilling og modifisering av ugrasharver, traktorvalg og økonomi.

## 2. Abstract

There are no simple instructions for how to use a weeder. This document provides a series of tips on how one can achieve better results using a weeder in cereal crop. The main points addressed are: time of weeding, weeder adjustments and modifications, choice of tractor and profitability issues.

***Ugrasharving er håndverk !  
Du finner ingen "optimal dose" i en bruksanvisning !***

### Metoden

Ugrasharving er benevning på en metode hvor en med lett harveutstyr kan regulere mengden av frøgras. Metoden brukes først og fremst i korn og kjærnebelgvekster, men kan også brukes i potet, en del grønnsaker og urter og jordbær.

Det dominerende utstyret i dag er harver med relativt lange tynne tinder av rundt fjærstål som arbeider i 2-3 cm dybde. I det etterfølgende er det denne harvtypen som omtales. Denne harvtypen kalles ofte strigler.

For at metoden skal kunne ha noen virkning på frøgraset, må det ikke være for stort. Frøgraset vil være lettest påvirkelig fra det er i ferd med å bryte jordskorpa til det utviklet frøbladene. Harvene vil dels rive opp ugrasplantene, dels begrave de med så mye jord at de ikke kommer i gang igjen. Harvinga må foregå når jorda er relativt tørr (smuldrer og dekker) og på et tidspunkt hvor kornet tåler påkjenningen best. Dette er før kornets andre blad er synlig og etter kornet har fått 3-4 blad.

## Forarbeide

Fordi harvene skal arbeide grunt og harvene er relativt breie, må jordet der en skal kjøre være jamt. Dette krever jamn pløgsle.

Huller i pløgsla må fylt effektivt med en god slodd. Slodden vil pakke sammen jorda på en mye bedre måte enn en sloddeplanke på ei harv. Det må være jamn harvdybde slik at en får jamn sådybde. Harva må derfor ha gode hjul og bør ikke ha sloddeplanke på steinrik jord.

Det er fordel å så heller litt dypere enn grunnere enn normalt. Sår en for grunt kan det bli ujamn oppspiring dersom det er tørtperioder etter såing. Det kan da være vanskelig å velge rette harvetidspunktet. Ligger frøet grunt, rives flere kornplanter løs og kan det bli for tørt i overflata etter harving og røttene tørker ut.

Sår en litt djupt, vil flere ugrasplanter spire før kornet kommer opp. Dette gjør at en dreper mer ugras med første harvinga. På den andre siden vil noen kornplanter ha for lite opplagsnæring og dø før det kommer opp dersom vi sår for djupt.

Noen anbefaler å så 5% mer såkorn pr dekar. Dette må sees på som en sikring dersom det skulle bli tørt under busking. I snitt kan det være tvilsom om det lønner seg.

På steinrik jord er det en fordel å tromle med en tung trommel. Steinene vil da sitte fastere i jorda.

## Harvetidspunkt

Harvinga bør foregå når ugraset er svakt og kornet sterkt.

## Første gangs harving

Den første ugrasharvinga er den viktigste. Den skal drepe det frøgraset som vil bli stort i løpet av sommeren, som konkurrere sterkest med kornet og som vil komme til å sette mest frø!

Kornet tåler mye forstyrrelse før det har brukt opp opplagsnæringa i frøet. Så lenge frøet har igjen nok opplagsnæring vil kornplanta kunne komme i gang igjen om rotsystemet blir forstyrret eller bladet blir begravd. I perioden fra kornet har begynt å danne frørøtter fram til det første bladet er fullt utviklet har

kornet normalt nok opplagsnæring. Sår en djupt eller det er kaldt vær etter såing, skal en være klar over at det kan være igjen lite opplagsnæring når kornet er på 1-bladstadiet. Med hensyn til kornet er det derfor sikrest å harve like før kornet skal bryte i gjennom jordskorpa. Får en regnvær like etter såing, kan det dannes en hard skorpe som kornplantene har vanskelig å komme i gjennom. Ei ugrasharving vil kunne bryte skorpe dersom den ikke er spesielt hard. Ugrasharving på rette tidspunktet kan derfor gi flere kornplanter. Er det utsikter til at denne skorpa vil bli hard og tjukk, skal en foreta ugrasharvinga tidligere enn normalt.

Ugrasharving før kornet stikker er enklest å gjennomføre. Ugrasharving på dette tidspunktet kalles ofte blindharving. Om en skulle være litt tøff, betyr det lite for kornet. En kan kjøre med stor hastighet og det betyr mindre om det skulle bli litt overlapping. Det spiller liten rolle om en kjører langs eller på tvers av såradene. Like før kornet bryter har mye ugras kommet så langt at det har dannet frøblad eller er i ferd med å bryte gjennom jordskorpa. Skraper en i jordoverflata på dette tidspunktet vill en se ugraset som kvite tråder. Når ugraset er i ferd med å bryte i gjennom jorda og inntil det har dannet frøblad, vil det være meget svakt for forstyrrelse. Det har dårlig rotsystem og har brukt opp opplagsnæringa. Når ugraset på dette tidspunktet blir dratt opp eller dekket med jord vil det ikke komme igjen.

Det er viktig å følge med på utviklinga av ugras, korn og værmelding på dette tidspunktet. Er det utsikter til flere dagers regn, er det bedre å kjøre en dag for tidlig enn om en må vente til kornet kommer på tobladstadiet. På tobladstadiet har kornet brukt opp opplagsnæringa og det har enda ikke fått et kraftig nok rotsystem. Blir det revet opp eller dekket med jord vil flere planter gå til grunne. Ugraset vil i tillegg rukket å dannet varige blad og et relativt godt rotsystem. Ugraset blir derfor vanskeligere å rive opp og dekke med jord og det vil lettere kunne klare å overleve.

På den andre siden, dersom været har gjort det umulig å kjøre før og det er mye ugras, skal en kjøre selv om kornet har kommet på tobladstadiet. En må da kjøre mer forsiktig og akseptere at noe ugras mer vil overleve.

Har kornet kommet på trebladstadiet før det er tørt nok, bør en sprøyte i konvensjonell drift.

Ugrasharving av det tidligst sådde kornet kan kollidere med våronn for det siste. Fordi det er så viktig med den første ugrasharvinga, må denne prioriteres. Kravet til traktor foran ugrasharvinga er relativt beskjedent dersom

harva er under 6 meter bred. Fordi det er enkelt å kjøre harva på dette tidspunktet trenger en ikke å ha en ”spesialist” til å kjøre bare harva er innstilt og rette hastigheten er funnet. Har en derfor en ekstra traktor og fører er det lett å få gjennomført.

### Andre gangs harving

Ugrasmengden og spiringsforholdene etter første gangs harving vil avgjøre om det skal harves en gang til. Når kornet har fått 3-4 varige blad, har det fått et relativt kraftig rotsystem og tåler en del behandling. Dette stadiet når kornplantene 1-2 uker etter første gangs harving. Ugraset som har spirt etter første gangs harving skal helst ikke ha kommet lengre enn til frøbladstadiet. På samme måte som ved første gangs harving vil det da være svakt.

Selv om en del kornplanter blir dekket med jord av harva, vil en del av disse klare å komme igjennom på nytt. Danske forsøk viser at en kan tåle at 20-30 % av kornplantene blir dekket. I tillegg til at noen kornplanter vil komme igjen, vil de gjenlevende buske seg og utnytte det ledige arealet.

Erfarne bønder som har drevet ugrasharving i flere år sier litt på fleip at en skal stille inn harva og ikke se seg tilbake. Det ser unektelig litt stygt ut, men etter 1-2 uker har mye rettet seg.

### Tredje gangs harving

I land lengre syd kjøres det ofte en tredje harving når kornet er 30-50 cm høgt. Hensikten med dette er å ta knekken på ugras som spirer sent, som gir kornet konkurranse og som klarer å sette frø selv med noe reduserte lysforhold. Det er sjelden en harver tredje gang i Norge, men det kan muligens være aktuelt på arealer med mye Klengemaure. På dette stadiet må en ta med at en kjøre ned en del korn.

## **3. Innstilling av harva**

Det er tre viktige faktorer ved harveinnstilling:

1. Harve djubde
2. Tindevinkel (aggressivitet)
3. Kjørehastighet

Normalt er det ikke behov for å kjøre djupere enn 3 cm. Ca 2 cm er det normale. Når en harver i denne djubda drar en opp og/eller dekker frøgraset med jord. Kjører en djupere, er det større sjanse for å dra opp og ødelegge korn. Jo tettere en har med tinder på harva, jo mindre behov er det for å kjøre djupt. Er overflata ujamn, er det problem med å harve grunt. Toppene blir harvet djupt og spor og fordjupninger blir ikke rørt. Skal en da ta ugraset over alt på ujamn jord, må en kjøre djupt, men da ødelegges det mer korn.

Tindene er relativt mjuke. De skal gi etter og vike unna for øket motstand. Dette er med å hindre at kornet som sitter relativt godt fast blir revet opp. Er det hard jord vil tindene bøyes bakover og oppover. En må derfor stille harvramma djupere (lavere) for å legge mer vekt på tindene for å få de djupt nok. I noen tilfeller må en legge hele rammevekta på harvfeltene for å få tindene djupt nok i jorda.

Tindevinkelen bestemmer hvor lett tindene skal søke seg ned i jorda, og dermed hvor djupt de skal gå. Samtidig vil tindene tåle mer motstand før de gir etter. På harver som har knekte tinder vil tinde spissen kunne stilles fra en slepende vinkel i forhold til bakken når de står minst aggressivt til en søkende vinkel når de står mest aggressivt. På harver med rette tinder kan de stilles fra slepende til rett vinkel med bakken. Jo hardere jorda er, jo mer aggressivt må en stille tindene. Er det steinholdig jord, vil en velte opp mer stein jo mer aggressivt en stiller tinden. Upubliserte prosjektoppgaver ved Høgskolen i Hedmark viser at harver med rette tinder velter opp mindre stein fordi de glir over steinene.

Øker en kjørehastigheten vil tindene vibrere mer og jorda flomme mer utover. Dette vil begrave mer ugras, men også mer kornplanter. En kan derfor stor grad påvirke resultatet med hastigheten. Ved å variere hastigheten på et jorde, kan en derfor redusere dekking av kornplanter der det er løst. Dette er mest aktuelt ved andre gangs harving.

Ved første gangs harving kan en kjøre med hastighet fra 7 til 15 km/t. Ujamnheter vil kunne begrense hastigheten og noen harver har tendens til å kaste seg sideveis når hastigheten øker. Flere hjul vil gi mer stabil gange. Ved andre gangs harving må en kjører noe saktere, 5 til 10 km/t.

Harver med rette tinder kan kjøres noe fortere enn de med knekte tinder. Harver med stor lysåpning (4-5 cm) mellom tindene må kjøres fortere for å få nok jorddekking.

Harver med stor lysåpning må kjøres litt djupere og trenger tørrere jord for å få samme ugraseffekt som de med mindre lysåpning. Er det tett med ugras vil de gjøre litt dårligere ugrasbekjempelse.

#### **4. Svakheter med metoden, hvordan kan en redusere dette ?**

Skal en få godt resultat er en avhengig at jorda er så tørr at den smuldrer i overflata. Dette betyr at en trenger mer tørk etter regnvær når en skal ugrasharve enn når en skal sprøyte. På den andre siden kan ugrasharving foregå når det er vind og en trenger ikke ta hensyn til blomstrende ugras og bier slik en må gjøre med noen kjemiske midler. Sett over flere år og sesonger er neppe ugrasharving mer væravhengig enn sprøyting, men det er viktig å følge med på ugras, jordfuktighet og værmelding.

Ugrasharving bekjemper ikke alle ugras like godt. Tidlig harving vil for eksempel ikke ta ugras som er sentspirende, heller ikke ugras som spirer fra stort djup. Ugras som har mye opplagsnæring og ugras som raskt har etablert et kraftig rotsystem vil kunne overleve. Kunnskap om de ugrastypene som dominerer på garden kan hjelpe til å velge harvetidspunkt.

Ugrasharving er håndverk, dvs det krever opplæring og erfaring for at innstilling og kjøring blir riktig gjort og på rett tid. En kan ikke som med kjemiske midler finne optimal dose og behandlingstidspunkt i en bruksanvisning. Kurser, egenerfaring med notering av forhold og innstilling er den måten en kan komme videre på.

Dersom våronna strekker ut i tid vil første ugrasharving på det tidligste sådde kollidere med våronn. I de fleste tilfeller vil det være riktig å prioritere ugrasharvinga.

En kan også få en viss konflikt med behov for harving sett i forhold til fangvekster, underkultur og gjenlegg. Ugrasmengde, fuktighetsforhold på stedet og hvor betydningsfullt det er å lykkes med isåing må være med å bestemme såtidspunkt. Også dette krever erfaring.

Harvene er fra fabrikken konstruert for tilnærmet flate jorder. På kuperte jorder vil en få variabel arbeidsdybde, og dermed variabel virkning. Modifisering kan være løsningen.

På steinholdig jord vil tindene velte opp stein. Har en stående åker er dette et lite problem, men dersom en har legde, vil en kunne få store skader på skurtreskeren. Dette problemet er derfor størst i konvensjonell dyrking hvor en gjødsler sterkt. Stein i denne sammenhengen er stein som er så store at de ikke går under skjærebordet på skurtreskeren, mindre enn 3-4 cm i diameter, og



opptil stein som er 15-20 cm i diameter. Tindene er for veike til å flytte større stein.

Tromling med spesielt tung trommel løser noe av dette problemet. Når steinene klemmes ned i jorda kreves det mer kraft for å få de løs. Kombinasjon av tyngde og feste i jorda gjør at tinden kan lettere gli over stein som er mer enn 10 cm i diameter.

Tindeformen har også betydning. Rette tinder glir lettere over stein enn knekte. Tindevinkelen har selvsagt stor betydning.

Ved gjenlegg til eng kombinert med ugrasharving må en tromle etter harving på steinholdig jord. Dersom en ikke gjør det, vil en kunne ruinere knivene på slåttestyret året etter.

## **5. Modifisering av harver, metode, valg av harver**

Har en lett, flat jord, kan en bruke alle harvene slik de kommer fra fabrikken. Har en derimot kupert jord, må en modifisere de fleste harvene.

Harvene bør ha et hjul for hver seksjon. En sikrer på den måten riktig dybde på alle seksjonene. Smale hjul legger ned minst korn, spesielt viktig ved andre gangs harving. Hjul som er relativt smale og som har stor diameter slik at de flyter godt oppå er derfor best.

Med unntak av de smaleste harvene har ugrasharver en midtseksjon med hengslete, oppfellbare sideseksjoner. Harvene er i de fleste tilfeller konstruert eller innstilt slik fra fabrikken at hoveddramma på midtseksjonen og sideseksjonene danner et rett gjennomgående firkantrør når sideseksjonene er utslått. Sideseksjonene kan bevege seg oppover, men ikke nedover fra horisontalplanet. Dette vil bety at tindene på sideseksjonene ikke går nedi jorda når en kjører tvers over en kul. Sideseksjonene bør derfor kunne henge noe ned i forhold til midtseksjonen. Jo mer kupert og jo skarpere kuler det er på garden jo viktig er det at sideseksjonen kan gå ned. Kan sideseksjonene bevege seg opp og ned i forhold til horisontalplanet og en har hjul ute på sideseksjonen, vil en ha større sjanse for at alle tinene går nedi. Harvene må derfor modifiseres for å fungere på kupert jord, på noen er det kun en anslagsbolt som må justeres. På noen harvtyper er det hydraulisk innstilling av tindevinkel. På disse er sylindrene på alle seksjonene sammenkoplet. Dette gjør at de følger terrenget noe bedre enn de som har mekanisk innstilling. Dette reduserer behovet for bevegelse av sidefeltene noe.

Har en kuler og forsenkninger i kjøreretningen, og en kjører med fast toppstang, vil den bakre delen av harva løftes opp av jorda når en kjører over en kul og presses ned i jorda når en passerer en forsenkning. Harva må derfor utstyres med et hjul bak (eventuelt to hjul på større, tyngre harver). Dette hjulet må ha høyderegulering på samme måte som de andre hjulene på harva. I tillegg må toppstanga festes i et avlangt hull på harva. På mange harver må en lage dette. I nødsfall kan en bruke en kjetting i stedet for toppstang, men kjettingen kan representere en fare ved transport fordi den ikke hindrer harva å slå framover ved kraftig oppbremsing eller hullede veg.

## **6. Harvstørrelse og økonomi**

Ugrasharvene kan kjøres med en hastighet mellom 5 og 15 km/time. Størst hastighet kan en bruke på blindharving og jamn overflate, minst på løs jord på tobladstadiet. Regner en 8 km/time, har ei 6 m brei harv en teoretisk kapasitet på 48 daa/time, praktisk kapasitet på 30 daa/time. Dette betyr at en på en 12 timers dag vil kunne harve 360 dekar. Det er derfor liten grunn til å kjøpe breiere harv. Kjøper en mindre harv vil traktorhjulene kjøre ned forholdsvis mye korn.

Investeringa i ei harv på 6 meter bredde ligger mellom kr 25.000 og 45.000 avhengig av utstyr og merke. Dersom en sammenlikner 2 gangers ugrasharving med 6 m ugrasharv og ugrassprøyting med ei 10 m sprøyte, og tar hensyn til kapitalkostnader, vedlikeholdskostnader, sprøytemidler og arbeidskostnader (traktorkostnadene blir omtrent like store), kan en tape 15-20 kg pr dekar ved ugrasharving og enda komme ut med samme inntekt.

## **7. Hjulutstyr på traktoren**

Under traktorhjulene vil det bli jordpakking. Jo smalere hjul, jo høgere lufttrykk må en ha og jo sterkere blir jordpakkinga. Dette vil føre til dårligere vekst i hjulsporene.

Dersom en harver på det tidspunktet kornet stikker, er kornplanta sprø og stiv. Når spira trykkes ned av hjulribbene, vil de lett kunne knekke og da vokser de ikke videre. Breie hjul og hjul med breie og låge ribber vil treffe flere planter.

Når kornet har kommet opp vil hjulene legge ned kornplantene. Disse plantene vil lettere bli begravet av jord og dø enn planter på siden av hjulene.

Konsekvensen av dette er at ved blindharving, når spira er beskyttet av jord, skal en bruke breie dekk med lågt lufttrykk. Når kornet er i ferd med å stikke eller har kommet opp kan det være bedre med smale hjul (sprøyte dekk), men dersom jorda er tørr kun på toppen og fuktig nedover i bakken slik at den lett lar seg pakke, kan det også være riktig å bruke breie dekk etter at kornet har kommet opp.

Totalt sett er det en fordel å benytte en lett traktor. Hjulene må ikke slure i bakker. En lett firehjulsdreven, motorsterk traktor som kan holde stor hastighet er derfor ideell.

## 8. Framtidig FoU

De som skal drive forsøk med ugrasharv rundt om kring i landet må sjøl beherske metoden !

Det er gjort en del forsøk de siste årene hvor en har harvet etter oppskrift slik som ved sprøyteforsøk, det er grunn til å stille spørsmålstegn ved verdien av disse.

Telling av gjenlevende ugraset kan være misvisende som kriterium for virkning. Det kan være mange små ugrasplanter uten at de har noen praktisk betydning, men en stor balderbrå kan kvele mange kornplanter. Veiing av ferskt plantemateriale eller nedtørket masse gir et bedre bilde.

Spørsmål vedrørende ugrasharving vi må vite mer om:

- Harve eller ikke, sprøyte eller harve, kriterier for å ta standpunkt
  - Ugrasterskler
  - Ugrastyper
- Såmengde
- Harvetidspunkt
  - Betydningen av blindharving, harving på ettbladstadiet og tobladstadiet
  - Sortsforskjeller
  - Ugrastype og arter
  - Underkultur og såmetode
- Innstilling
  - Dybde
  - Vinkel
  - Hastighet
  - Ugrasdreping

- Korndekking
  - Kriterier som praktikerer kan bruke (dekking av korn, ugrastelling)
- Hjulutstyr, skal en bruke smale hjul eller breie hjul
- Tindetype
  - Form
  - Stivhet
  - Avstand
    - Ugrasdreping
    - Skade på korn
    - Jordhardhet
    - Steinplukking
- Såmaskiner for kornproduksjon hvor det ugrasharves
  - Radavstand
  - Labbtype
  - Såmengde
  - Sådjup
- Tromling
  - Tyngde
  - Tidspunkt
    - Steinplukking
    - Ugrasdreping
    - Jordhardhet
- Utstyr for såing av underkultur og fangvekst

## 9. Litteratur

Hustvedt, T. A. 2000, Personlige meddelelse

Mohn, A. W. 2000, Personlige meddelelse

Godager K, Selfjord I, Øvreneess K. B. 2000, Personlige meddelelse

Høy J. J. m.fl. 1997, Langfingerharver, Landbrukets Rådgivingscenter, Danmark

## **Bruk av dekkekulturer til ugrasregulering**

*Lars Olav Brandsæter, Planteforsk Plantevernet, Avdeling ugras,  
Høyskoleveien 7, 1432 Ås. E-mail: lars.brandsater@planteforsk.no*

### **1. Sammendrag**

Mange grønnsakskulturer har dårlig konkurranseevne mot ugraset. En måte å kompensere for dette på er å dyrke disse sammen med en dekkekultur. Hvitkløver, en av de mest brukte dekkekulturer i forsøksøyemed, gir ofte god ugraskontroll, men den konkurrerer under de fleste forhold for sterkt med grønnsakskulturen. Mer effektive redskaper for demping av kløverens konkurranseevne må utvikles før dette systemet kan bli interessant å bruke i praksis. En annen måte å løse konkurranseproblemene på er å benytte belgvekster som har en livssyklus som tilsier mindre konkurranse. Ulike systemer hvor såkalte sommerettårige, vinterettårige og toårige belgvekstarter benyttes som dekkekultur er under utprøving og diskuteres. I tillegg til ugraskontroll er skadedyrkontroll og grønngjødsling viktige aspekter i dekkekultursystemer.

### **2. Summary**

Many vegetable crops are weak competitors against weeds. One way to overcome this reality is to include a cover crop in a cropping system. White clover, one of the most commonly used cover crops, often gives promising weed control effects, however, vegetable yield depression from competition is a main obstacle in this system. There are a need to develop equipment for decreased cover crop competition before this system can come into common use. Another way to optimize cover crop systems is to find species and cultivars that do not compete with the main crop. Different cover crop systems, using summer annual, winter annual or biennial legumes, are included in new Norwegian experiments. Other benefits, such as insect pest control and green manuring effects, are other important aspects in cover crop systems.

### **3. Innledning**

Valg av tiltak og strategier for ugraskontroll i økologisk landbruk er sterkt relatert til hvilke kulturvekst det er snakk om. Korn og oljevekster er kulturer som normalt etablerer seg raskt, dekker jorda tidlig i vekstsesongen og

konkurrerer dermed også godt med ugraset. I disse kulturene vil valg av konkurransesterke sorter og plassering av gjødsla under sårad (Rasmussen *et al.* 2000), optimal såmengde og såmetode (Griepentrog *et al.* 2000), kanskje kombinert med jordarbeiding om natta, ytterligere senke behovet for bruk av direktetiltak, dvs. ugrasharving. Tenker man bare avling og økonomi i et bestemt år vil det derfor enkelte år være direkte ulønnsomt å ugrasharve.

I motsetning til for korn og oljevekster vil det for andre vekster alltid være et behov for direktetiltak mot ugraset. Mange potetsorter og de fleste grønnsaksvekstene danner sent eller aldri et konkurransesterkt og 100 % dekkende bestand. I disse vekstene er det vanligvis ikke spørsmål om direktetiltak skal settes inn eller ikke, men heller hvilke tiltak som skal benyttes. En måte å kompensere for dårlig konkurransevne kan være å dyrke disse vekstene sammen med en annen vekst, en såkalt dekkekultur. Dette innlegget skal hovedsakelig belyse ugrasregulering, men noen andre aspekt skal også berøres, bl.a. ulike måter å minimalisere konkurransen mellom dekkekultur og grønnsaksvekst. Dessuten vil også effekter på skade- og nyttedyrfauna alltid være et aktuelt emne i slike systemer.

Tittelen på dette innlegget, 'Bruk av dekkekultur til ugrasregulering', sier ingenting om kulturvekst. Dette innlegget vil allikevel begrenses til å omhandle grønnsakskulturer.

#### **4. Omtale ulike systemer**

System 1: Dekkekulturen etableres midt i vekstsesongen til grønnsakskulturen  
Såtidforsøk i Sveits har vist at om man sår en dekkekultur, i dette tilfelle raigras (*Lolium perenne*) eller hvitkløver (*Trifolium repens*), midt i vekstsesongen til kål eller purre vil ikke dekkekulturen redusere avlingen til disse grønnsakene (Müller-Schärer & Potter, 1991). På den annen side vil ikke en så sent etablert dekkekultur påvirke ugraset før utpå ettersommer og høst. Ugrasreguleringa først på sesongen vil måtte gjøres vha andre tiltak som termisk eller mekanisk radrensing. Dette systemet er derfor mer å betrakte som en måte å integrere en grønngjødslingsvekst inn i dyrkingssystemet på. Siden dekkekulturen etableres såpass seint vil systemet ha liten eller ingen effekt på skadeinsekter.

## System 2: Dekkekulturen etableres omkring tiden for planting av grønnsakskulturen

Tidligere forsøk i Norge (Brandsæter *et al.*, 1998) viser at såtidspunktet om våren kan være viktig for hvor mye dekkekulturen konkurrerer med grønnsakene, i dette tilfelle hodekål. I forsøk hvor dekkekulturen ble etablert samtidig med kålen konkurrerte for eksempel hvitkløver 'Pertina' lite med kålen. Til sammenligning kan nevnes at i et annet forsøk, hvor denne hvitkløversorten ble sådd 4 uker før kålen, ble bruttoavlinga redusert med nesten 40%. I dette siste forsøket, hvor også jordkløver (*Trifolium subterraneum*) 'Geraldton' inngikk, ble det også forsøkt å dempe konkurranseproblemene ved at dekkekulturen enten ble kappet ned eller delvis frest med en smalspora fres. Fresing var det eneste som reduserte konkurranseproblemene, men bruttoavlingen var mindre også på freste ruter.

Mange belgvekster, deriblant hvitkløver, etablerer seg relativt sakte etter såing. Dette medfører at de også konkurrerer dårlig med ugraset den første tiden. Dette observerte vi da også tydelig i det refererte arbeidet. Først ut på ettersommeren dekket kløveren jorda fullstendig. Også for effekten på skadeinsekter er sen dekking av jorda en ulempe. På tross av dette ble det i forsøket observert betydelig mindre angrep og skade av ulike insekter ved bruk av dekkekultur.

I Sverige har det blitt gjennomført en flerårig forsøksserie hvor det ble sådd en ettårig luserneart (*Medicago littoralis*) i kombinasjon med gulrot (Rämert, 1996). Bakgrunnen for dette arbeidet var å undersøke virkningen på gulrotflue (*Psila rosae* (F)). Undersøkelsen viste at det ble mindre skade av gulrotflue når gulrot og luserne ble dyrket i lag, men også i disse undersøkelsene var konkurranse fra dekkekulturen et betydelig problem. Sådde grønnsakskulturer, som gulrot, er svært utsatt for konkurranse både fra ugraset og eventuell dekkekultur.

For videreutvikling av dette systemet er det behov for å finne nye arter og sorter, fortrinnsvis belgvekster, for bruk som dekkekultur som er mer formålstjenlig enn de artene som er undersøkt så langt. Den ideelle veksten bør dekke jorda raskt om våren/forsommeren og fullføre livssyklusen tidlig slik at den konkurrerer minst mulig med grønnsakskulturen. En sommerrettårig vekst som visner ned av seg selv etter blomstring vil være det optimale, men p.g.a. tidsperspektivet vil en mer realistisk egenskap være at den sommerrettårige dekkekulturen ikke har gjenvekstevne etter blomstring og etterfølgende

nedkapping. Flere ettårige lusernearter (*M. littoralis*, *M. scutellata*, *M. trunculata* m.fl) kan være aktuelle kandidater. En annen mulig tilnærming kan være å finne frem til mer effektive mekaniske metoder for mekanisk stressing av dekkekulturen. En underjordisk kniv som skjærer over dekkekulturens røtter (engelsk: "undercutter") kan være et alternativ (Creamer *et al.*, 1995), men en slik redskap vil muligens være vanskelig å bruke på tyngre og steinrik jord.

### System 3: Dekkekulturen etableres i august/september, etter høsting av fjorårets kultur

I dette systemet, hvor man må frese spor for tillaging av plantebedd, vil kløveren dekke jorda tidlig i grønsaksåret. Tidlig dekking av jorda medfører fordeler både mht ugraskontroll og for redusert angrep og skade av ulike insekter. Men i enda større grad enn for vårsådd hvitkløver (system 2) er konkurranse det 'store skjæret i sjøen'. Hvis denne metoden skal bli interessant må det utvikles redskaper, for eksempel den før omtalte underjordiske kniven for redusert rotkonkurranse. Inntil slik ny kunnskap og teknologi finnes bør en flerårig belgvekststart, sådd året i forveien, sannsynligvis behandles som en grønngjødslingsvekst og pløyes eller fresas inn i jorda før planting av grønsaker. Forsøk i Norge og Sverige (Båth, 2000) har vist at hvis man freser spor vha en seksjonsfres i et slikt flerårig belgvekstbestand for planting av kål vil konkurranse inntreffe etter ca 3-4 uker. På dette tidspunktet bør med andre ord resten av kløveren fresas inn i jorda.

Finnes det andre belgvekstarter som konkurrerer mindre enn for eksempel hvitkløver? Innen de såkalte vinterrettårig belgvekststartene kan det være aktuelle kandidater. Den vinterrettårige livssyklusen hos disse er helt identisk med de vinterrettårige ugrasartene (gjetertaske, vassarve etc.). Det er viktig å være klar over at de vinterrettårige artene vil ha en sommerrettårig syklus hvis de såes på våren og frem mot midtsommer, og de vil da ikke ha overvintringsevne. Når en vinterrettårig art såes fra midtsommer og utover vil den vokse vegetativt utover mot høsten, og vil avhengig av art og sort komme over i en generativ fase fra mai til juni. Etter blomstring og modning vil disse artene sakte men sikkert dø ned av seg selv (livsoppgaven, den å produsere nytt frø, er fullført). Disse artene vil etterlate seg et relativt tykt og helt dødt plantedekke på jordoverflaten, før de utover høsten igjen kommer tilbake ved at de spirer fra frø som ble produsert på forsommeren. På den måten kan altså en ettårig art danne et "flerårig bestand". Et interessant dyrkingssystem koblet til denne vinterrettårige livssyklusen er å



plante inn en radkultur i et slikt aldrende og døende bestand. Ilnicki & Enache (1992) prøvde dette med stort hell i flere grønnsakskulturer med jordkløver (*Trifolium subterraneum*) som dekkekultur. Dessverre har det vist seg at denne arten har for dårlig overvintringsevne for norske forhold. Av de om lag 10 jordkløversortene vi har testet har 'Denmark' vært den beste, men selv den har bare muligheter i de aller mildeste klimasoner i Norge. Av andre vinterrettårige arter vi har testet under norske forhold har lodnevikke (*Vicia villosa*) og blodkløver (*Trifolium incarnatum*) vist seg å være de mest hardføre (Brandsæter & Netland 1999; Brandsæter *et al.* 2000; Brandsæter & Riley, upublisert). Når det gjelder lodnevikke synes det som om sorten 'Hungvillosa' har greid seg best på Ås, mens 'Welta' så langt har vært best på Landvik ved Grimstad. Dette kan muligens forklares ved at en sort med høy frost resistens vil klare seg best på Ås, mens det på Landvik vil være viktig å finne en sort som tåler hyppige skiftinger mellom frysing og tining. Sorten 'AU EarlyCover' har vist seg å ikke være velegnet for norske forhold. Innen blodkløver er det minst like viktig å velge en hardfør sort og 'Heusers Ostssaar' har vist seg å være lovende for norske forhold. I motsetning til jordkløver er lodnevikke og blodkløver høytvoksende arter (50-75 cm) og de må kuttes ned før planting av en hovedkultur. For å unngå konkurranseproblemer er det viktig at man ikke får noe gjenvekst etter nedkapping, og derfor må begge disse artene ha kommet over i blomstringsfasen ved nedkapping. Avhengig av art og sort og klima vil ikke dette skje før juni måned. På grunn av dette synes det som om disse to artene er mest aktuelle å bruke i kombinasjon med sene hold av grønnsaker, for eksempel blomkål eller brokkoli. Lodnevikka er den mest aktuelle fordi den har størst biomasseproduksjon og konkurrerer svært godt med ugraset før den kappes ned. I midten av juni, forutsatt en god overvintring, kan det være 15-20 kg nitrogen per dekar i den overjordiske massen. Mht ugraskampen vil det være interessant å plante en grønnsaksart direkte ned i det nedkappede bestandet. En ulempe med en slik metode er at mye nitrogen tapes som ammoniakk-gass hvis avklippet blir liggende på overflaten. Foreløpige resultater fra dette års forsøk (Brandsæter, upublisert) viser en betydelig høyere blomkålavling når vikka freses inn i jorda som grønn gjødsel. Hvis nitrogenet er minimumsfaktor på en gård, bør nok hensynet til nitrogenet prioriteres og ugraset taes ved hjelp av termiske eller mekaniske tiltak. Som allerede nevnt konkurrerer lodnevikke svært godt med ugraset. Biomasseproduksjonen er noe av grunnen for dette, men den "utoverliggende" vokseformen gjør også at denne arten danner et

utrolig tett plantedekke. Blodkløver på den annen side, har en oppreist og stiv stengel som gjør den mer egnet til å stå sammen med en annen kultur. På denne måten kan man tenke seg at blodkløver kan dyrkes sammen med for eksempel gulrot i den første delen av vekstsesongen. Litt ut på sommeren, etter at blodkløveren blomstrer, kan den kappes ned for å forhindre konkurranse om lyset. Dette systemet prøves ut neste vekstsesong (Meadow & Brandsæter, upublisert).

#### System 4: Dekkekulturen etableres som underkultur i korn året i forveien

Ved bruk av for eksempel hvitkløver vil dette systemet både ha de samme fordeler, dvs. for kontroll av ugras og skadedyr, og ulemper mht til konkurranseproblemer.

For å integrere en vinterettårig art i et dyrkingssystem må denne såes etter en kultur som senest høstes i løpet av august. Det vil være enklere å integrere en toårig art som kan undersåes i korn. Når det gjelder toårige arter er det ikke så mange aktuelle arter å velge blant som for de vinterettårige. Den eneste aktuelle kandidaten vi har funnet er legesteinkløver (*Melilotus officinalis*). Den er nylig tatt med i våre forsøk så vi vet foreløpig ikke om den er velegnet for undersåing i korn. Vil den konkurrere for kraftig med kornet? Eller kanskje motsatt; vil den utkonkurreres av kornet? Det vi vet så langt er at den ved forsommeretablering i renbestand, i motsetning til ved høstsåing, har overvintret godt på Ås. Frysekammerforsøk har understøttet at arten har god frostresistens (Olsmo, 2000). Legesteinkløver blir rundt et par meter høy, og i likhet med lodnevikke og blodkløver har den liten gjenvekstevne etter nedkapping hvis den blir kappet etter at blomsterstengelen har begynt lengdeveksten. Legesteinkløver synes derfor å kunne ha mye av de samme bruksområdene som lodnevikke og blodkløver. Legesteinkløverens dype rotsystem er kjent for både å kunne ”reparere” strukturskadet jord og for å hente opp næringsstoffer fra dype jordlag. Legesteinkløveren synes å ha flere interessante egenskaper og dette kan være en art som blir viktig i økologisk dyrkingssystem i fremtiden. Det er behov for ytterligere forsøk for å studere hvilke potensial den har som dekkkultur.

#### System 5: Samplanting av to hovedkulturer

Man kan kanskje diskutere om dette systemet hører hjemme under begrepet dekkkultur, men jeg har valgt å ta det med. Som eksempel nevnes et nylig avsluttet prosjekt i Sveits hvor purre ble plantet sammen med selleri (Baumann

*et al.* 2000). I grønnsakskulturer som såes og/eller dekker jorda sent må det settes inn betydelige ressurser, det være seg både mekaniske og manuelle tiltak, for å kontrollere ugraset. Purre er en slik lite konkurransedyktig kultur og i det sveitsiske prosjektet ble det undersøkt om man kunne kompensere for dette ved å dyrke den sammen med en annen og mer konkurransesterk kultur.

Forsøksopplegget inkluderte ulike tettheter av de to kulturrene og samplanting av de to vekstene ga et system som var mer konkurransesterkt mot ugraset enn purre alene. Ett av forsøkene viste at hvis man holdt jorda fri for ugras frem til 4 uker etter planting, men etter den tid lot ugraset vokse fritt, fikk man følgende avlingsreduksjoner sammenlignet med tilsvarende kultur(er) uten ugras: Purreavling redusert med 48%; selleriavling redusert med 25%; og samplanting purre/selleri-avling redusert med 25%. Ett problem også i disse forsøkene var at kvaliteten (størrelsen) på purren ble redusert ved samplanting.

Gjennomgangen av de ulike systemer over viser at ulike dekkekultursystemer kan være effektive for ugraskontroll. Dessuten er slike systemer interessante med hensyn til skadedyrkontroll. Problemene med konkurranse er allikevel for store i noen av systemene til at systemene kan taes i bruk i dag. Inntil man finner effektive tiltak for reduisering av rotkonkurranse tror jeg at flerårige belgvekster som for eksempel hvitkløver skal betraktes som grønn gjødslingsvekster, og dermed pløyes eller freses inn i jorda før planting, og ikke som dekkekulturer i grønnsaker. I et nytt EU-prosjekt søkes det nå om penger for bl.a. finne metoder for redusert rotkonkurranse i slike systemer (Birgitte Rämert, pers.med.). Hvor er så veien kortest fremover til å utvikle dekkekultursystemer som fungerer i praksis? Om kort tid skal vi kunne fortelle dyrkerne hvilke fordeler de vil oppnå ved å integrere en sommerettårig, vinterettårig eller toårig belgvekstart i sine økologiske dyrkingssystemer. Allerede nå ser vi at hensynet til ugraskontroll, ja plantevern aspektet generelt, kan stå i direkte motsetning til ønsket om best mulig forvaltning av næringsstoffer og da spesielt nitrogenet. Spørsmålet kan bl.a. være om plantematerialet kan ligge på overflaten eller må inkorporeres i jorda. Et annet viktig aspekt i økologiske systemer er å se tiltakene i et flerårig perspektiv.

## 5. Litteratur

Baumann, D., M.J. Kropff & L. Bastiaans 2000. Intercropping leeks to suppress weeds. *Weed Research* 40: 359-374.

Brandsæter, L.O. and J. Netland 1999. Winter Annual Legumes for use as Cover Crops in Row Crops in Northern Regions: I. Field experiments. *Crop Science* 39: 1369-1379.

Brandsæter, L.O. , J.Netland, & R. Meadow 1998. Yield, weeds, pests and soil nitrogen in a White cabbage-Living mulch system. *Biological Agriculture & Horticulture* 16: 291-309.

Brandsæter, L.O., T. Smeby, A.T. Tronsmo and J. Netland 2000. Winter Annual Legumes for use as Cover Crops in Row Crops in Northern Regions: II. Frost Resistance Study. *Crop Science* 40: 175-181.

Båth, B., 2000. Nitrogen mineralisation and uptake in leek after incorporation of red clover strips at different times during the growing period. *Biological Agriculture and Horticulture* (in print)

Creamer, N.G., B. Plassmann, M.A. Bennett, R.K. Wood, B.R. Stinner & J Cardina 1995. A Method for mechanically killing cover crops to optimise weed suppression. *American Journal of Alternative Agriculture* 10: 157-162.

Griepentrog, H-W, J. Weiner & L. Kristensen 2000. Increasing the suppression of weeds by varying sowing parameters. In: *Proceedings 13<sup>th</sup> International IFOAM Scientific Conference* (Eds.: Alföldi, Lockeretz og Niggli). 28-31 august 2000, Convention Center Basel.

Ilnicki, R.D. & A.J. Enache, 1992. Subterranean clover living mulch: an alternative method of weed control. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 40,: 249-264.

Müller-Schärer, H. & C.A. Potter 1991. Cover plants in field grown vegetables: Prospects and limitations. Brighton Crop Protection Conference –Weed- 1991: 599-604.

Olsmo, A. 2000. Ett-og toårige belgvekstarter for bruk som dekkekultur. Hovedoppgave, Norges Landbrukshøgskole / Planteforsk Plantevernet, 58s.

Rämert, B. 1996. Intercropping as a Strategy for Reducing Damage to Carrots Caused by the Carrot Fly, *Psila rosae* (F.) Biological Agriculture & Horticulture 13: 359-369.

Rasmussen, I., B. Melander, K. Rasmussen, K.Jensen, K. Hansen, G. Rasmussen, S. Christensen, & J. Rasmussen, 2000. Recent advances in weed management in cereals in organic farming (In Denmark). . In: Proceedings 13<sup>th</sup> International IFOAM Scientific Conference (Eds.: Alföldi, Lockeretz og Niggli). 28-31 august 2000, Convention Center Basel.



# **Korndyrking på økologiske gårder med lite husdyr - bruk av kløver som underkultur**

*Trond M. Henriksen, Planteforsk Apelsvoll, 2849 Kapp. E-mail: trond.henriksen@planteforsk.no*

## **1. Abstract**

It is important to increase the volume of organically grown grains in order to further develop organic agriculture in Norway. This increase will most probably occur on farms with few or no livestock, which implies that research must focus on nutrient management and sustainability. In our work we have paid particular attention to the use of clover as a subcrop in grains and through experiments and modelling sought to understand and quantify the flows of nitrogen from the atmosphere through the soil-plant-water system. White clover is most commonly used as a subcrop in grains, and in our experiments the cultivars “Milkanova” and “Aran” have proved most effective in gathering nitrogen in aboveground biomass without competing too hard with the main crop. To achieve a dense stand of white clover with an optimal ability to gather atmospheric nitrogen through summer, it is important to sow the clover in early spring. Preferentially together with the grains. If grown before wheat, the use of a white clover subculture will increase the grain yields with approximately 500 kg pr. hectare. Ploughing down the clover subculture is recommended over rotavating although this is not clearly connected with the residual nitrogen effect. Rather, soil structure may be negatively affected by rotavating and, moreover, regrowth of clover indeed represents a weed problem in subsequently grown grains. In areas with regularly frozen soil during winter the residual nitrogen effect of clover subcrops seems to be equal after both late autumn ploughing and after spring ploughing. However, the flows of nitrogen are different. Autumn ploughing results in that more nitrogen is immobilized or lost through drainage leaching than after spring ploughing. Delaying ploughing until spring, however, may result in large surface leaching losses of nitrogen if snow melt happens quickly on frozen soil covered with partly degraded clover.

## **2. Innledning**

Det er viktig å øke volumet av økologisk dyrket korn i Norge. Først og fremst fordi det er viktig å produsere mer økologisk menneskemat direkte, men også

fordi økologisk husdyrproduksjon på sikt skal baseres utelukkende på økologisk dyrket fôr. Om produksjonen av økologisk fôr- og matkorn skal få et tilstrekkelig volum, er det trolig nødvendig å øke korndyrkinga på økologiske gårder med lite husdyr. Skal et driftssystem med økologisk kornproduksjon på slike gårder være bærekraftig over tid, setter dette store krav til planlegging av næringsforsyningen. Trolig er det nødvendig med tilbakeføring av næringsstoff fra storsamfunnet. Men da må det først iverksettes tiltak for å sikre tilstrekkelig god kvalitet på denne ressursen. Inntil videre må vi derfor basere næringsforsyningen på økologiske korngårder med lite husdyr på utstrakt bruk av nitrogensamlende vekster og en viss tæring på jordas lager av andre nødvendige næringsstoff.

Det er vanskelig å komme utenom kløverenga når vi skal planlegge nitrogenforsyning i økologiske driftssystem, og foreløpig kan vi antyde at kløvereng bør utgjøre minst 30% av gårdens areal for å sikre en tilstrekkelig tilgang på nitrogen gjennom omløpet. Dyrking av nitrogensamlende erte til fôr, kanskje i blanding med korn, bør også inngå. I tillegg er det svært aktuelt å dyrke kløver som en underkultur i korn for å samle nitrogen også i kornåra.

På Planteforsk Apelsvoll er det for tiden i gang flere prosjekt der vi fokuserer på bruk av kløver som underkultur i korn. Viktige forsøksspørsmål er:

1. Hvilke arter og sorter av kløver er mest aktuelle under våre dyrkingsforhold?
2. Hvilken betydning har såtidspunktet for nitrogensamling gjennom vekstsesongen?
3. Hvor stor er gjødselvirkingen av kløver underkultur?
4. Hvordan skal vi behandle underkulturen for å oppnå maksimal gjødseffekt?

### **3. Egnede arter og sorter av kløver som underkultur**

I arbeidet med å evaluere arter og sorter av kløver for deres egnethet som underkultur har vi lagt vekt på å finne typer som samler mye nitrogen fra lufta i løpet av underkulturåret uten å konkurrere for sterkt med kornet.



Det er tidligere gjort flere undersøkelser under norske forhold med både rød- og kvitkløver som underkultur. Både i reinbestand, og i blanding med raigras. Resultater fra disse forsøkene tyder på at kvitkløver samler noe mindre nitrogen enn rødkløver, men at den også konkurrerer mindre med kornet. Raigras i reinbestand konkurrerer sterkere med kornet enn kløverartene, mens blandinger mellom kløver og raigras ligger et sted i mellom. Gjødselevirkningen ser ut til å være størst for kvitkløver, noe mindre for rødkløver og nøytral eller negativ for raigras. Basert på en helhetsvurdering, er kvitkløver gjerne anbefalt som underkultur i økologisk korndyrking.

Det er flere sorter av kvitkløver tilgjengelig på markedet, og det er viktig å finne hvilke av disse som egner seg som underkultur i økologisk kornproduksjon. Fordi kløveren bare får ett år på seg for samling av nitrogen, ville vi teste om en sørlig (Italiensk) kvitkløversort "Aran" er mer aktuell som nitrogensamler i korn enn standardsorten "Milkanova" og en nordlig sort "Norstar". I 1998 og 1999 ble det lagt ut 15 forsøksfelt i bygg med disse tre kvitkløversortene. Avling av oppsamlet nitrogen i kvitkløver ble målt ved vekstavslutning og kornavlingene ble målt for å vurdere om det var forskjeller i konkurransen med bygget.

*Tabell 1. Nitrogenavling for ulike kvitkløversorter brukt som underkultur i bygg og avling av dekkveksten.*

Ledd	<u>Underkultur</u>		<u>Dekkvekst (bygg)</u>		
	N avling kgN/daa	N innhold %	Vann% v/høst.	Avling kg/daa	Avling relativ %
Ingen underkultur	-	-	21.8	284	100
Kvitkløver Norstar	3.9	2.75	21.3	285	100
Kvitkløver Milkanova	7.2	3.12	20.9	277	98
Kvitkløver Aran	7.4	2.86	21.1	280	99
Antall felt	5	4	8	9	9

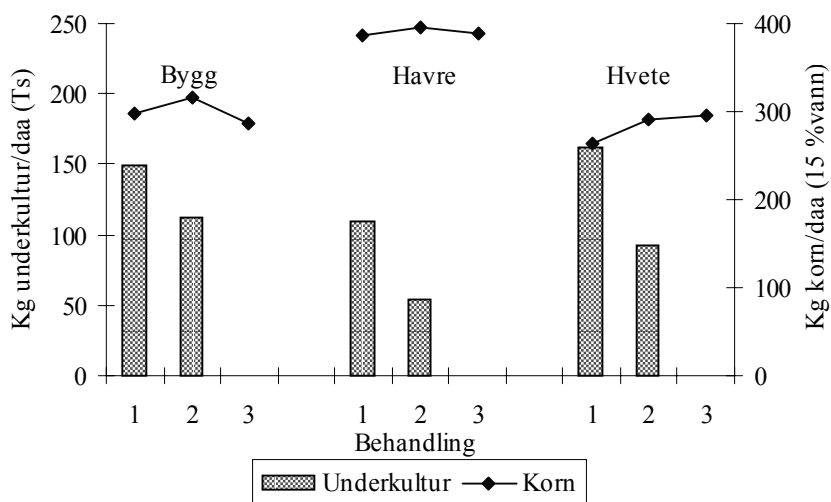
Veksten av kvitkløveren varierte sterkt mellom felt og sorter. Kvitkløversortene "Aran" og "Milkanova" gav langt høyere tørrstoff- og nitrogenavling enn "Norstar" (Tabell 1). Det var ingen statistisk sikker forskjell i nitrogenavling mellom "Aran" og "Milkanova", og sistnevnte kan derfor fortsatt anbefales som standard underkultursort i økologisk kornproduksjon. Det var en tendens til, men ikke statistisk sikker nedgang i kornavlingene ved bruk av kvitkløver som underkultur. Dette stemmer bra med tidligere undersøkelser.

#### **4. Såtidspunkt for underkultur**

Når skal underkulturen såes hvis vi vil ha maksimal nitrogensamling og samtidig minimal reduksjon i kornavlingene?

I 1998 og 1999 ble det på Østlandet til sammen anlagt 14 store forsøksfelt med økologisk korn. Bygg ("Kinnan"), havre ("Frode") og hvete ("Bastian") ble sådd som hovedkultur på store ruter mens ulikt såtidspunkt for underkulturen ble utprøvd på små ruter. Såmengden av underkultur var 1,5 kg/daa fordelt på 0,5 kg kvitkløver ("Milkanova") og 1 kg raigras ("Tove"). Underkulturen ble sådd med grasfrøsamaskin og harvet ned med ugrasharv ved spiring av kornet (behandling 1) eller ved 2. gangs ugrasharving, når kornet var på 3 til 4-blad stadiet (behandling 2). Vi hadde også med et forsøksledd uten underkultur (behandling 3).

En utsettelse av såtidspunktet til 2. gangs ugrasharving førte til stor reduksjon i underkulturavlingene (Fig. 1), selv med de fuktige forsomrene vi hadde i 98 og 99. I år med forsummertørke tror vi at reduksjonen i underkulturavlingene vil være enda større på grunn av dårlig oppspiring av småfrøet.



**Figur 1.** Underkulturavling (tørrstoff) ved vekstavslutning og kornavling pr. dekar for tre kornarter når underkultur er blitt sådd ved spiring av kornet (1) og ved 3-4 bladstadiet (2), samt kornavling der det ikke blitt sådd underkultur (3).

I forsøkene våre har ikke kornavlingene blitt særlig påvirket av såtidspunktet for underkulturen (Fig. 1).

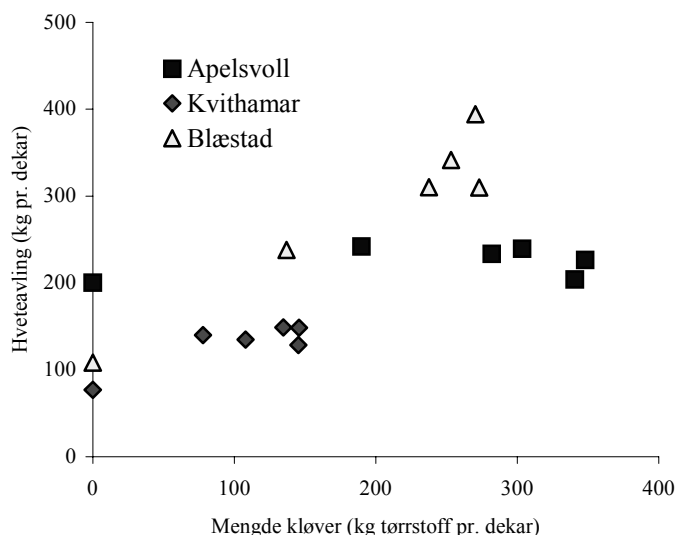
Kornartene konkurrerer forskjellig mot underkulturen. Havre dekker tidlig og godt, og gir lite underkultur, især ved utsatt såtidspunkt (Fig. 1). Toradsbygg og hvete dekker dårligere, og gir mer underkultur. Skal en bruke rødkløver som underkultur er derfor dette mest aktuelt i havre.

Vi anbefaler at underkulturen såes samtidig med kornet eller seinest ved første ugrasharving for å oppnå god etablering og maksimal samling av nitrogen. På næringsfattig jord (og ved omlegging til økologisk drift) vil imidlertid kløveren konkurrere sterkere med kornet enn vist i våre forsøk. I slike tilfelle bør underkulturen såes senere, og kvitkløver foretrekkes over rødkløver.

## 5. Gjødelsvirkning av kløver underkultur

I tidligere undersøkelser på Østlandet har en funnet at bruk av kvitkløver som underkultur kan gi rundt 40 kg økning i kornavlingene året etter. Våre resultat er godt i samsvar med dette. Vi har anlagt flere forsøksfelt hvor ulike kløvertyper er undersådd i bygg ("Arve"). Etter tresking har kløveren fått vokse frem mot vinteren, og feltene er pløyd om våren før såing av hvete ("Bastian"). Mengden underkultur (kg pr. dekar) er registrert om høsten og gjødelsvirkning

av underkulturen er målt som økning i hveteavlingen. Resultater fra tre slike forsøk viser at virkningen varierer nokså mye, fra 30 kg avlingsøkning på Apelsvoll til over 200 kg på Blæstad. Inntil videre kan vi derfor antyde at en godt etablert kløver underkultur gir rundt 50 kg økning i hveteavlingene året etter.



**Figur 2.** Effekt av kløver underkultur på etterfølgende avling av hvete.

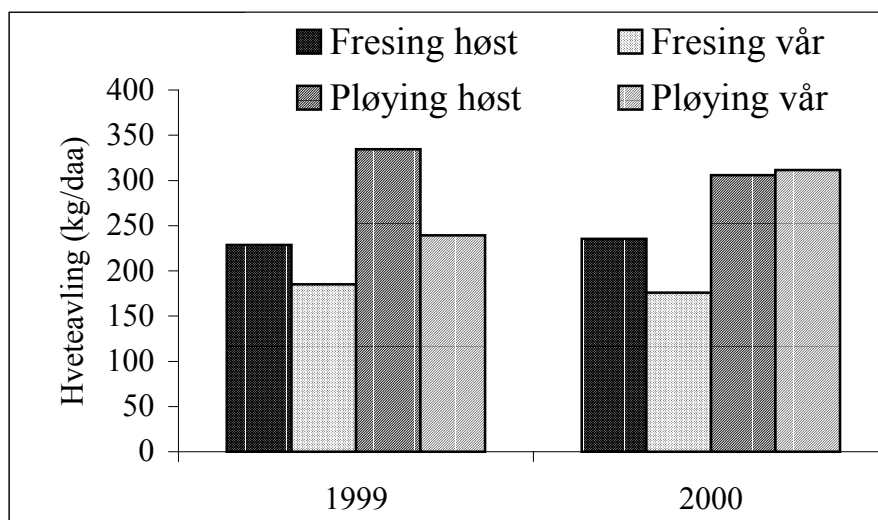
I figur 2 har vi plottet hveteavlingene (kg korn pr. dekar) mot mengden kløver (kg tørrstoff pr. dekar). Kløver som underkultur i bygg gir, som figuren viser, en avlingsøkning i hvete året etter. Men økende kløvermengde (og dermed også økende mengde nitrogen) resulterer ikke i en tilsvarende økning i hveteavlingene. Liknende resultater er også funnet av andre, og tyder på at vi pr. i dag ikke er flinke nok til å utnytte kløver-nitrogenet til vekst av etterfølgende nyttevekster.

## 6. Behandling av kløver underkultur for å oppnå maksimal gjødseffekt

Det er viktig å finne måter å behandle underkulturen på som gir en god utnyttelse av nitrogen som frigis ved nedbryting av kløveren. I to feltforsøk på Apelsvoll forskingssenter har vi undersøkt hvilken betydningen tidspunkt og metode for nedmolding av underkulturen har for gjødseffekten. Bygg ("Arve") ble undersådd med kvitkløver ("Milkanova") eller dyrket i reinbestand. Seint om høsten (både 1998 og 1999) ble halve feltet enten pløyd eller frest. Våren etter (1999 og 2000) ble den resterende delen av feltet utsatt

for tilsvarende behandlinger. Nitrogen i halm og kløver ble målt før nedmolding. Etter nedmolding har vi fulgt dette nitrogenets skjebne ved laboratoriestudier, regelmessige jordprøveuttak i felt og måling av planteopptak i hvete ("Bastian"). Utvasking til drengrofter og via overflatevann er estimert ved datamodellering.

Bruk av underkultur gav i gjennomsnitt 87 kg avlingsøkning pr. dekar i etterfølgende hvete, altså en del mer enn de 50 kg vi har satt som norm. Nedpløying av underkulturen viste seg å være langt å foretrekke fremfor nedfresing, og resulterte i 91 kg høyere hveteavlinger pr. dekar (Fig. 3). Forskjellen mellom pløying og fresing kan kanskje skyldes en bedre jordstruktur og bedre rotutvikling etter pløying enn etter fresing. Slike effekter vil trolig komme bedre til syne i økologisk enn i konvensjonell drift hvor effekten skjules av tilført lettløselig næring. Ved fresing (spesielt ved fresing om våren) klarte vi heller ikke å drepe underkulturen tilstrekkelig godt og gjenvekst av kløver representerte et stort ugrasproblem i hveteåkeren.



**Figur 3.** Effekt av ulikt tidspunkt- og metode for nedmolding av underkultur på etterfølgende hveteavling i to forsøk på Apelsvoll.

Det var ingen statistisk sikre forskjeller i hveteavling etter høstpløying kontra vårpløying, men skjebnen til kløver-nitrogenet var ulik for de to behandlingene. Laboratorieforsøk og modellering antyder at immobilisering (binding) av nitrogen ved nedbrytning av halm er større ved høstpløying enn ved vårpløying. Utvasking til drengroftene er også størst etter pløying om høsten, og kan bli

svært stor ved tidlig høstpløying. På den annen side kan en risikere å få store nitrogentap via overflateavrenning dersom kløveren får stå upløyd om vinteren og snøsmeltingen skjer raskt på frossen mark. Det var tilfelle våren 1999 og resulterte i en tendens til lavere hveteavlinger etter vårpløying dette året (Fig. 3).

For indre Østlandet, med relativt stabile vintre og frossen mark antyder vårt arbeid at høst- og vårpløying er to relativt likeverdige alternativ. I andre deler av landet, med betydelig mer nedbør og kortere periode med tele i jorda vil vi foreløpig anbefale vårpløying. Men dette er spørsmål vi arbeider videre med nå. På jord som bør høstpløyes ved konvensjonell drift bør en trolig velge nedpløying av underkulturen om høsten også ved økologisk korndyrking.

## **7. Konklusjoner**

- \* Sorten "Milkanova" anbefales brukt som underkultur ved økologisk korndyrking.
- \* Bruk av kvitkløver som underkultur gir ingen vesentlig reduksjon av kornavlingene.
- \* Underkulturen bør normalt såes samtidig med kornet eller ved første ugrasharving.
- \* Bruk av kløver underkultur gir om lag 50 kg økning i kornavlingene året etter.
- \* Nedfresing av underkulturen resulterer i store ugrasproblem og reduserte avlinger.
- \* I områder med frosset mark og snødekke gjennom vinteren er høst- eller vårpløying relativt likeverdige alternativ.
- \* Unngå tidlig høstpløying.

# Växtföljdens betydelse för ogräsflora och ogräsproblem

*Ann-Marie Dock Gustavsson, Statens jordbruksverk, Ekologisk lantbruk, Hammesplanaden 3, S-751 86 Uppsala, Sverige.*

*E-post: ann-marie.dock-gustavsson@sjv.se*

## 1. Inledning

En ogräsarts förekomst på åkermark regleras av klimatförhållanden, markförhållanden, artens spridningsförhållanden, växtodlingsförhållanden och växtpatologiska förhållanden (Fogelfors, 1979). I ”växtodlingsförhållanden” innefattas flera åtgärder som odlaren kan påverka såsom val av gröda och sort, val av jordbearbetningsteknik, gödslingsteknik och skördeteknik samt val av växtföljd och växtodlingssystem. Alla dessa val påverkar ogräsen förekomst.

Växtföljdens avkastningspåverkande effekter kan grupperas på följande sätt (Ohlander, 1997); växtnäringseffekter, struktur- och mullhaltseffekter, effekter på skadegörare, effekter på marklevande organismer (utom skadegörare), ogräseffekter och effekter av kemiska substanser bildade av växterna (allelopatiska effekter).

Växtsamhället på en odlad åker störs regelbundet av drastiska åtgärder som avslagning, plöjning och harvning. Ogräsarternas förmåga att hävda sig i åkerns ständigt störda system beror till stor del på artens grundläggande biologiska egenskaper såsom livsrytm, gröningsbiologi, och regenerationsförmåga. Ogräsplantornas förmåga att konkurrera med grödan i beståndet beror på ogräsartens och grödans biologiska egenskaper och på hur jämnt, tätt och snabbt den odlade grödan etablerar sig i relation till ogräsen (Håkansson, 1995).

Ogräsfloran kan regleras *indirekt* med en varierad växtföljd, med konkurrenskraftiga grödor och med grundförbättrande åtgärder (t ex dränering och gödsling). Såtekniken har stor betydelse för ogräsförekomsten eftersom grödans konkurrenskraft mot ogräsen i hög grad är beroende av en jämn, tät och snabb uppkomst. Ett noggrant utnyttjande av indirekta metoder att reglera ogräsförekomsten minskar behovet av *direkt* ogräsreglering med kemiska, mekaniska, termiska, biologiska eller andra metoder.

## 2. Biologisk bakgrund

De odlingsåtgärder som är förknippade med en viss gröda har olika inverkan på ogräs med olika överlevnads och förökningssätt. Den grundläggande idén med en växtföljd är att man växlar mellan grödor med olika egenskaper på ett sätt som inte ensidigt gynnar någon speciell typ av ogräs (annuella, bienna eller perenna arter). (Fogelfors, 1995).

### 2.1 Annuella ogräs

Hos annuella ogräs har frönas gröningsbiologi stor betydelse för de enskilda arternas möjlighet att hävda sig. Två viktiga gröningsbiologiska egenskaper är förekomsten av frövila/gröningsvila och förekomsten av årstidsvariation i frönas gröningsbenägenhet (gröningsperiodicitet).

De stora flertalet av våra vilda växter har frön som kan ligga vilande i jorden i många år. Dessa frön kräver någon form av stimulering för att gro. Detta medför att fröpopulationen gro successivt med fördelning över flera vegetationsperioder. Gröningsvilan gör att en art kan ligga vilande i marken under flera år och bygga upp en fröbank. Gröningsvila kan brytas bland annat genom att fröskalet repas eller skadas (scarifiering), genom fuktig köldbekämpning (stratifiering), med växeltemperatur, med ljusinduktion och med vissa kemikalier. I försök med ogräsfrö används ofta kaliumnitrat (KNO<sub>3</sub>) för att få vilande frön att gro. Gibberellinsyra har samma gröningsstimulerande effekt. Ofta krävs en kombination av olika faktorer för att bryta en gröningsvila (Milberg & Andersson, 1998).

Arter som lätt stimuleras till groning genom jordbearbetning på eftersommaren hösten och därefter har förmåga att övervintra i vegetativt stadium för att blomma och sätta frö efterföljande odlingsår kategoriseras som vinterannuella arter. Dessa kan även stimuleras till groning på våren och då blomma och sätta frö samma år t.ex. baldersbrå (*Matricaria perforata*) och lomme (*Capsella bursa-pastoris*).

Sommarannuella arter kan stimuleras till groning på våren, blomma och sätta frö samma år, men de saknar, eller har ringa, förmåga att övervintra i vegetativt stadium t.ex. svinmålla (*Chenopodium album*) och dån-arter (*Galeopsis* spp.).



Allmänt gäller att sommarannuella arter ofta dominerar i vårsådda grödor som vårsäd, sockerbetor och potatis. Vinterannuella arter förekommer också i de vårsådda grödorna, men dominerar främst i de höstsådda. Det är vanligt att man finner vinterannuella ogräs i stor omfattning i vårsådda grödor, medan de sommarannuella oftast uppträder mindre rikligt i höstsådda grödor.

Ogräsfrön har olika benägenhet att gro vid olika tid på året. Oftast finns en spontan groningstopp under våren också i ostörd miljö. Om marken störs genom någon form av jordbearbetning stimuleras ytterligare frön till groning. Dels blir groningstoppen på våren större och för vissa arter får man även en groningstopp på eftersommaren-hösten. Arter som lätt stimuleras till groning på hösten har vanligen förmåga att övervintra och producera frön nästa säsong och är således vinterannuella. (Håkansson, 1983).

## **2.2 Bienna ogräs**

En tvåårig, bienn, art gror främst på våren, tillväxer vegetativt under första året men blommar och sätter frö först efterföljande år. Sockerbetor och morötter är bienna arter som odlas som ettåriga grödor eftersom det är den näringsrika roten som har odlingsvärde. Jordbearbetning hindrar plantor av bienna arter att blomma och sätta frö. Biennerna blir därför inga framträdande åkerogräs i våra odlingssystem på åker. Vild palsternacka och vild morot kan bli problem i grönsaksodlingar.

## **2.3 Perenna ogräs**

De fleråriga ogräsen kan delas in efter de vegetativa förökningsorganens utformning. Olika perenna livsformer har olika förmåga att utvecklas i skilda grödor.

### *Arter utan utlöpare (platsbundna perenner)*

Fleråriga arter som saknar utlöpare är känsliga för plöjning och förekommer därför sällan i vanlig odling av ettåriga grödor. I vallar och vid plöjningsfri odling har flera arter ur denna grupp stora möjligheter att hävda sig till exempel maskros (*Taraxacum vulgare*) och krusskräppa (*Rumex crispus*).

### *Arter med utlöpare (vandrande perenner)*

Fleråriga arter med utlöpare kallas även vandrande perenner. Utlöparsystemet kan vara svagt eller starkt med utlöpare på markytan eller i jorden.

Arter med *ovanjordiska utlöpare* är bland andra revsmörblomma (*Ranunculus repens*) och krypven (*Agrostis stolonifera*). Plantorna är känsliga för jordbearbetning och utvecklas därför bäst på åker som inte plöjs, till exempel i vallar och vid plöjningsfri odling. Revsmörblomman har en stor del av sina ovanjordiska skott nära markytan och kan därmed motstå upprepad slåtter.

Arter med *underjordiska utlöpare* är representerade dels av arter med grunt utlöparsystem, känsligt för jordbearbetning, såsom brännässla (*Urtica urens*), rölleka (*Achillea millefolia*) och buskmåra (*Galium mollugo*) dels av ogräs med större motståndskraft mot jordbearbetning, såsom kvickrot (*Elymus repens*), åkermolke (*Sonchus arvensis*), åkertistel (*Cirsium arvense*) och åkerfräken (*Equisetum arvense*).

Kvickrot har *stamutlöpare* (rhizom) som huvudsakligen befinner sig i de översta tio centimetrarna av marken, ovanför plogdjup. Dess utlöparsystem kan därför störas starkt av plöjning och stubbearbetning. Kvickroten kan genom jordbearbetning lockas att utveckla nya skott och rötter under hela vegetationsperioden. Den kan därför utarmas genom upprepad jordbearbetning under hela denna period.

Åkermolke har *rotutlöpare* som huvudsakligen befinner sig ovanför plogdjup, vilket gör att denna art kan störas effektivt genom jordbearbetning. Åkermolken utvecklar emellertid en fysiologisk vila på hösten och kan under denna tid inte lockas att tömma sina energireserver i rotmassan genom upprepad jordbearbetning i samma utsträckning som kvickroten.

Åkertistel har ett system av *djupt liggande rotutlöpare* - förökningsrötter. En stor del av förökningsrötterna ligger under plogdjup. Åkertisteln hämmas visserligen av plöjning men har god förmåga att regenerera om plöjningen inte följs av andra åtgärder, till exempel sådd av en konkurrenskraftig gröda. Åkertisteln är relativt känslig för konkurrens om ljus och näring. Torkstress klarar den bättre tack vare sitt djupa rotsystem.

Åkerfräken har ett *djupgående system av stamutlöpare* (rhizom). Dessa är ihåliga och hårda och har förmåga att tränga ner på ett stort djup även i vattensjuk och packningsskadad jord. Åkerfräken hämmas till viss del av plöjning men kommer lätt tillbaka om plöjningen inte kompletteras med andra åtgärder, som täckdikning, konkurrenskraftiga bestånd och strukturförbättrande åtgärder.

### **3. Regenerationsförmåga**

För en perenn art är de vegetativa förökningsorganens förmåga till återväxt genom att regenerera nya skott och rötter av stor betydelse för artens uthållighet på åkermarken. Regenerationsförmågan varierar mellan olika ogräsarter. Den varierar också med årstiden. Som tidigare nämnts har åkermolken en vilofas på eftersommaren - hösten. Detta gäller också hästhov. Någon sådan vilofas finns inte hos kvickrot. Tendenser till höstvila har konstaterats hos rotdelar av åkertistel. (Kvist & Håkansson, 1985).

### **4. Kompensationspunkt**

Vid vegetationsperiodens början förbrukas reservnäring från de vegetativa övervintringsorganen för att bilda nya ovanjordiska skott. Plantan har då en negativ energibalans eller nettoassimilation, eftersom mera substans eller energi används än som tillförs genom fotosyntes. Så småningom kommer till ett stadium då förbrukningen av energi är lika stor som tillförseln genom fotosyntesen. Plantans underjordiska delar har då ett minimum av torrsubstans. Detta stadium kallas ”kompensationspunkten” och har praktisk betydelse när man vill utarma ett flerårigt ogräs genom upprepad störning (avslagning eller jordbearbetning). Eftersom plantans lagrade energi befinner sig på sin lägsta nivå är den då särskilt känslig för störning.

En arts kompensationspunkt kan knytas till ett visst utvecklingsstadium hos de ovanjordiska skottdelarna. Kvickrot är känsligast för återkommande störning då primärskotten har 3-4 blad (Håkansson, 1974). Åkermolkens kompensationspunkt inträffar då plantan har 5-7 blad (Håkansson & Wallgren, 1972) och åkertisteln är mest känslig för upprepad störning då den har 8-10 blad (Dock Gustavsson, 1997).

Upprepad störning i avsikt att utarma ett flerårigt ogräs bör ske då nya skott visar att plantan på nytt nått sitt känsligaste stadium. Effekten av upprepad jordbearbetning tas bäst tillvara om man efter störningen lyckas etablera konkurrenskraftiga bestånd av en gröda.

## 5. Exempel på växtföljder

Generellt brukar man i rådgivningen utgå ifrån att en bra ekologisk växtföljd ska innehålla minst 40 % vall och att vallen ska innehålla minst 40 % baljväxter vid vallbrott. En klassisk ogräsovänlig växtföljd är den så kallade ”Norfolk-cirkulationen” som började användas i England i på 1800-talet: *vårsäd med insådd – vall I – vall II – (vall III) – höstsäd – hackgröda*. Växtföljden växlar mellan vårsäd, höstsäd, vall och hackgröda på ett sätt som inte gynnar uppförökning av någon speciell ogräsart. Numera har Norfolk-cirkulationen främst ett historiskt intresse.

Ett exempel på en växtföljd som tillämpas i mellansverige på gårdar med mjölkproduktion är:

*havre med insådd – vall I – vall II – höstvetet – ärter – rågvete*

I denna växtföljd kan höstvetet bli så gott som rent från ogräs efter den gynnsamma förfrukten (vall II). Vallen trycker tillbaka både fröogräs och rotogräs och ger även ett bra växtnäringstillskott till höstvetet som därigenom kan konkurrera starkt med de ogräs som ändå alltid kommer. Efter det konkurrenskraftiga vetet törs lantbrukaren i det här exemplet odla ärter i renbestånd. Ärter konkurrerar dåligt med ogräsen. Ärterna sluter sig sent och ger stora möjligheter för kvickrot och åkertistel att komma före i konkurrensen om utrymmet. Om ärterna lägger sig växer dessutom kvickrot och åkertistel lätt igenom beståndet. Fält där ärter ska odlas måste därför vara i stort sett fria från rotogräs. I detta exempel kommer troligen förekomsten av kvickrot och åkertistel att öka under ärt-året. Efter ärter sås rågvete som har relativt bra konkurrenskraft mot ogräs. Om rågvetet etableras snabbt och övervintrar ökar grödans konkurrenstryck mot kvickrot och åkertistel under detta år. En svag länk i växtföljden är emellertid havre med insådd. Havren kommer efter en spannmålsgröda och har därmed en ogynnsam placering. I havren kommer kvickrot och framförallt åkertistel att få goda möjligheter att bli ett problem. Ofta är odlaren som använder denna växtföljd medveten om detta, men menar att dessa ogräsproblem kommer att tas om hand i den tvååriga vallen som följer.

Förstaårsvallen putsas av för att hindra frösättning av fröogräs och för att hämma åkertistel. Därefter tas två skördar. I andraårsvallen tas två skördar före vallbrott och sådd av höstvetete.

En växtföljd som tillämpas på en mellansvensk gård utan mjölkproduktion kan se ut så här:

*gröngödsling – höstvetete – gröngödsling – vårvete – örter/åkerbönor – havre med insådd*

I denna växtföljd vill man försörja spannmålsgrödorna med växttillgänglig näring från gröngödslingsgrödorna. Detta är ett system under utveckling. I Sverige pågår försök med att så in en fånggröda, t ex vitsenap eller raps, efter brytande av gröngödslingsvallen för att snabbt fånga upp gröngödslingens kväve och därmed minska riskerna för läckage och förbättra förfrukteffekten. Gröngödslingsgrödan slås vanligen av två eller ibland tre gånger före vallbrott. Avslagningarna görs vanligen med hänsyn tagen till framförallt åkertistelns utvecklingsstadium för att hämma dess utveckling så mycket som möjligt. Åkerbönor ersätter ofta örter i växtföljden. Åkerbönona har vanligen bättre konkurrensförmåga mot ogräsen än örterna, en bättre förfruktseffekt och en bättre strukturpåverkan på jorden.

Exempel på en växtföljd i norra Sverige är:

*Korn med insådd – Vall I – Vall II – grönfoder – potatis/rotfrukter*

Förutsatt att vallen bara ligger två år är detta en bra växtföljd ut ogrässynpunkt med både annuella och perenna grödor och en hackgröda. I norra Sverige är det även vanligt med växtföljden:

*Grönfoder med insådd – Vall I – Vall II – Vall III – korn*

I denna växtföljd missgynnas ogräset av insådden i grönfoder, men ogräset gynnas av att vallen får ligga i tre år.

I Skåne där stor del av jordbrukets inkomst ofta kommer från sockerbetsodlingen vill man även i den ekologiska växtföljden få in åtminstone 25 % sockerbetor. I ekologiska försök i Kristianstad prövas sedan fjorton år en växtföljd med sockerbetor vart sjunde år:

*Höstvetete – åkerböna + fånggröda – korn – gröngödsling – sockerbetor – örter*

I denna växtföljd får ogräset goda möjligheter i örterna, men i övrigt finns goda möjligheter till ogräsreglering både genom grödans konkurrens, avslagning och

jordbearbetning. Exempel på en åttaårig växtföljd med sockerbetor vart fjärde år är:

*korn med insådd – vitklöverfrö eller grüngödsling – sockerbetor – vårsäd – ärter – höstsäd – åkerbönor – sockerbetor*

Vitklöverfröodlingen putsas i maj och skördas i slutet av juli, men kan ändå ge möjlighet för t ex åkertistel att uppförökas.

## 6. Slutsatser

I ekologisk odling är växtföljden ett mycket viktigt instrument. En växtföljd ger växtnäringseffekter, struktur- och mullhaltseffekter, effekter på skadegörare och andra marklevande organismer, allelopatiska effekter och inte minst effekter på ogräsen.

Växtföljden är en viktig indirekt metod att reglera ogräsförekomsten.

En växtföljd som innehåller minst 40 % vall med minst 40 % baljväxter när den bryts ger en god indirekt effekt mot ogräs.

En ogräsovänlig växtföljd innehåller annuella och perenna grödor och dessutom gärna en hackgrödan som rensas noga.

En grüngödslingsgröda kan hålla tillbaka vandrande perenner om den slås av 2-3 gånger förutsatt att grüngödslingsblandningen innehåller arter med starkt ljuskonkurrerande förmåga som t ex rödklöver.

## 7. Litteratur

Dock Gustavsson, A., 1997. Growth and regenerative capacity of plants of *Cirsium arvense*. *Weed Research* 37, 229-239.

Fogelfors, H., 1979. Floraförändringar i odlingslandskapet. Åkermark med särskild hänsyn till herbicidanvändningen. En litteraturöversikt. *Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för ekologi och miljövard. Rapport 5*. Uppsala.

- Fogelfors, H. (ed), 1995. Ogräsnyckeln. Sveriges Lantbruksuniversitet.  
*Speciella skrifter 59*. Uppsala.
- Håkansson, S., 1974. Kvickrot och kvickrotsbekämpning på åker.  
*Lantbrukshögskolans meddelanden B 21*. 82 s. Uppsala.
- Håkansson, S., 1983. Seasonal variation in the emergence of annual weeds – an introductory investigation in Sweden. *Weed Research* 23, s. 313-324.
- Håkansson, S., 1995. Ogräs och odling på åker. *Aktuellt från lantbruksuniversitetet 437/438*. Mark-Växter, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Håkansson, S. & Wallgren, B., 1972. Experiments with *Sonchus arvensis* L. II. Reproduction, plant development and response to mechanical disturbance. *Swedish Journal of agricultural Research*. 2, s 15-26.
- Kvist, M. & Håkansson, S., 1985. Rytme och viloperioder i vegetativ utveckling och tillväxt hos några fleråriga ogräs. *Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för växtodling, Rapport 156*. 110 s. Uppsala.
- Ohlander, L., 1997. Odlingsystem och växtföljder. *Ekologiskt lantbruk. Omläggning och växtodling*. Jordbruksverket, Jönköping.





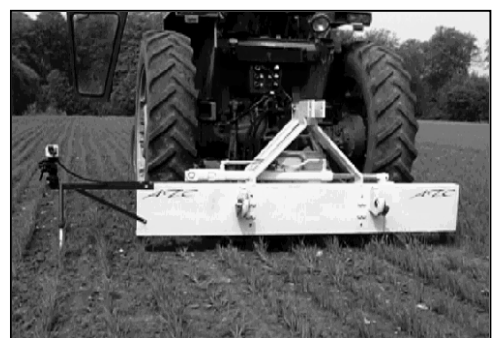
## **Kan en radrenser styres automatisk? Erfaringer med visionenkendelse af kornrækker**

*Henning T. Søgaard og Hans Jørgen Olsen, Danmarks JordbrugsForskning,  
Afd. for Jordbrugsteknik, Forskningscenter Bygholm, Danmark. E-mail:  
HansJoergen.Olsen@agrsci.dk HenningT.Sogaard@agrsci.dk*

Spørgsmålet om hvorvidt en radrenser kan styres automatisk kan umiddelbart besvares med et ja. Det, der er interessant, er, om styringen er præcis, hurtig og pålidelig nok. Allerede for år tilbage blev der udviklet mekaniske styresystemer, som styrer radrenseren efter et jordspor frembragt i forbindelse med såning af afgrøden. Pålideligheden ved brug af sådanne systemer er dog temmelig afhængig af bl.a. jordtype, idet jordsporet har tendens til at udviskes med tiden.

En del steder i verden har der gennem nogle år været gennemført forskning og udvikling vedrørende styresystemer, der baserer sig på computer vision. Styringen i den type systemer foregår ved, at en computer fastlægger rækkernes placering ud fra billeder, som den løbende opsamler via et kamera, der er rettet ned mod marken. De gennemførte projekter har ført til metoder og systemer, der fungerer tilfredsstillende under visse betingelser, men de viser også at der er et stykke vej til et system, der kan håndtere enhver situation. De begrænsende faktorer kan eksempelvis være belysningsforhold, afgrødetype og -tæthed, ukrudtstryk, vejrforhold og jordtype.

På Forskningscenter Bygholm arbejdes der i et igangværende projekt med automatisk styring af en radrenser i kornrækker. Der er tale om et femårigt projekt, der begyndte i 1997. Forsøgene gennemføres i kornrækker sået på dobbelt rækkeafstand, dvs. 24 cm, for at give tilstrækkelig plads til radrensning. I projektet er det valgt at benytte computer vision til lokalisering af rækkerne, fordi dette indebærer en berøringsfri sensor med stor fleksibilitet. Målet i projektet er at kunne styre radrenseren automatisk i rækkerne, hvorimod det ikke er planen at styre traktoren. Præcisionsstyringen af radrenseren sker ved hjælp af en hydraulisk styre ramme, der kan forskyde radrenseren sideværts til højre og venstre i forhold til traktoren.



Den store udfordring i projektet er at udvikle et computerprogram, der er i stand til at uddrage relevant og sikker information fra de billeder, der løbende opsamles af kameraet. Derfor blev der i den første del af projektet optaget en stor mængde digitale billeder i en mark med hvede. Billederne blev optaget under vidt forskellige forhold med hensyn til lys



samt udvikling og tæthed af afgrøde og ukrudt og udgjorde datamaterialet bag udviklingen af effektive billedbehandlingsmetoder. I dette forskningsarbejde blev der gjort brug af samarbejdsrelationerne mellem Forskningscenter Bygholm og Laboratoriet for Billedanalyse på Aalborg Universitet.

På nuværende tidspunkt er der udviklet to lovende billedbehandlingsmetoder. Ved valg af metode er der lagt vægt på såvel effektiv udnyttelse af informationerne i billederne som den hastighed, hvormed de enkelte billeder kan bearbejdes i computeren.



I 1999 blev kameraet og en hydraulisk styreramme monteret på en forsøgstraktor og forbundet via computere. En række marktest med systemet viser, at det er muligt at opnå en styrenøjagtighed på  $\pm 15$  mm.

I forskningsarbejdet lægges der stor vægt på at opnå stor præcision og pålidelighed i styringen. Med hensyn til præcisionen vil rækkernes upræcise afgrænsning ud mod rækkemellemrummene sætte naturlige begrænsninger for den præcision, hvormed deres centerlinier kan bestemmes. Det forsøgsstyresystem, der benyttes i projektet, forventes kun at kunne følge med op til begrænsede fremkørselshastigheder, hvilket skyldes den softwareplatform, der anvendes. Softwareplatformen giver vide og fleksible muligheder for at afprøve nye metoder og strategier, men sætter samtidig visse grænser for hastigheden i billedbehandlingen. I en endelig produktudvikling, som dog ligger uden for dette projekts rammer, vil der ved anvendelse af

optimeret programkode og dedikeret hardware kunne opnås betydelig højere arbejds-hastigheder, således at styresystemet ikke vil være begrænsende for fremkørselshastigheden. Med det aktuelle forsøgsstyresystem er det målet at kunne styre præcist op til en fremkørselshastighed på 5 km/t. Med henblik på at få et kommercielt styresystem på markedet er udnyttelsesretten til konceptetidéen bag forsøgsstyresystemet overgivet til firmaet ECO-DAN ApS.

Det er endnu ikke undersøgt, hvorvidt det udviklede computer vision system er i stand til at finde rækker i foder- og sukkerroemarken. Dette antages dog at være noget vanskeligere end i korn, fordi roer på de tidlige stadier ikke danner et sammenhængende bladdække i rækkerne, og rækkestrukturen er derfor knap så let genkendelig. Ved passende modifikationer af billedbehandlingsmetoderne forventes det dog, at systemet kan bringes til at fungere i roer på et ikke alt for tidligt udviklingstrin. Danisco Sugar AB i Sverige har udviklet et lignende styresystem, som vist sig anvendeligt til radrensning i sukkerroer. Styrepræcisionen for dette system er dog begrænset ( $\pm 50$  mm), selv ved fremkørselshastigheder på under 6 km/t.

Med hensyn til fremtiden gøres der i øjeblikket bestræbelser for at opnå midler til en større projektsatsning vedrørende differentieret plantepleje på enkeltplanteniveau. Et sådant projekt vil være et naturligt næste skridt i forhold til den hidtidige forskning vedrørende rækkestyring. Det er planen at gennemføre et sådant projekt i samarbejde med relevante afdelinger på Aalborg Universitet og KVL samt virksomheder, der kan overtage forskningsresultater med henblik på en egentlig produktudvikling og kommercialisering.

I et andet igangværende, men noget mindre projekt på Forskningscenter Bygholm undersøges et nyt princip til mekanisk fjernelse af ukrudt mellem roeplanterne i rækkerne. I dette projekt undersøges primært de styretekniske problemstillinger, men sensorproblematikken, som i virkeligheden er den vanskeligste del af opgaven, arbejdes der også med.



## **Mekanisk ogräsreglering i radodlade grödor**

*Johan Ascard & Fredrik Fogelberg. Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för växtvetenskap (Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. of Crop Science), Box 44, SE-230 53 Alnarp, Sweden. E-mail: johan.ascard@vv.slu.se, fredrik.fogelberg@vv.slu.se*

### **1. Sammanfattning**

Artikeln ger en översikt av forskning om mekanisk och termisk ogräsbekämpning i radodlade grödor, med fokus på forskning utförd vid Sveriges lantbruksuniversitet i Alnarp.

### **2. Summary -Mechanical weed control in row crops**

The paper is a review of research on mechanical and thermal weed control in row crops with emphasis on work carried out at the Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp.

### **3. Ogräs ett stort problem**

Ogräsen utgör ofta det största problemet vid ekologisk odling av direktsådda grödor som morot, lök och sockerbetor, och kräver ofta stor insats av handrensning. För att lyckas måste odlingen placeras på fält med bra förutsättningar och ogräsregleringen baseras på en väl genomtänkt strategi (Ascard, 1990; Rasmussen & Ascard, 1995).

### **4. Flamning**

Många ekologiska odlare använder flamning framgångsrikt före grödans uppkomst (Ascard, 1988). I lök och en del andra grödor kan man även använda selektiv flamning i raden i växande gröda (Ascard, 1989). Flamning är relativt energikrävande men gasoldosen kan anpassas till ogräsens storlek och artsammansättning och till den tekniska utrustningen (Ascard, 1995a, 1995b, 1998a, 1998b). I Norge har teknisk forskning och utvecklingsarbete om flamning gjorts av Storeheier (1991, 1994).

## **5 Jordbearbetning i mörker**

Jordbearbetning och sådd i mörker minskar uppkomsten av ogräs (Ascard, 1994; Fogelberg, 1998a). Effekten är sannolikt kopplad till ogräsen s gröningsperiodicitet. En kombination av jordbearbetningar i mörker och borstning i raden gav inte i en totalt bättre ogräseffekt än enbart borstning trots att mörkerbearbetningen i sig minskade ogräsmängden med 14-25 % (Fogelberg, 1999). I Danmark har Melander (1998) visat att man genom att kombinera harvning och sådd på natten med flamning och borstning i raden uppnått 85-90% effekt på ogräsen. Nattbehandlingarna har dock gett mycket varierande effekt.

## **6. Mekanisk bearbetning mellan raderna**

Efter grödans uppkomst görs normalt upprepade mekaniska radrensningar mellan raderna (Fogelberg, 1998b). Man kan radrensa mycket nära raderna utan att skada grödan (Ascard & Mattson, 1994, Melander & Hartvig, 1997), men problemen kvarstår med ogräsen i själva plantraden.

## **7. Mekanisk bearbetning i raderna**

Det finns ett stort behov att utveckla skonsamma mekaniska metoder som kommer åt ogräsen i raderna. Strax efter uppkomst är grödan mycket känslig för mekanisk påverkan, men den är tåligare redan när den har 1-2 blad (Baumann, 1994; Melander & Hartvig, 1995). Olika redskap för mekanisk ogräsbekämpning i raderna har utvärderats i sockerbetor (Ascard et al. 1997a, 1997b, 1997c), morötter (Fogelberg, 1998a) och lök (Ascard & Bellinder, 1996, Ascard & Fogelberg, unpubl.). Borstning är en effektiv men dyr metod och ett enklare efterredskap med skrappinnar har gett likvärdiga resultat i sockerbetor (Ascard et al. 1997b). Mekaniska metoder mot ogräs i raderna fungerar ofta bra under förutsättning att ogrästrycket inte är för högt (Hallefält, Ascard, & Olsson, 1999). En radhackning i konservärt med eller utan skrappinnar gav samma skörd och ogräsantal, men högre ogräsvikt än kemisk bekämpning (Ascard, et al, 1999).

## **8. Verkningsmekanismer**

Mekaniska ogräsbekämpningsmetoder verkar i huvudsak genom jordtäckning, uppryckning och avskärning. Vid jordtäckning av ogräs måste ogräsen täckas helt för att bekämpningseffekten ska bli bra (Baerveldt & Ascard, 1999). Vid radhackning och ogräsharvning bekämpas ogräs till största delen genom jordtäckning medan uppryckning bara är en mindre del (5-20 %) (Rydberg, 1995). För borstning är verkningsmekanismen den motsatta, 45-90 % av små örtogräs dör av uppryckning (Fogelberg & Dock Gustavsson, 1999). I tidiga utvecklingsstadier krävs större kraft för att rycka upp morot än flera ogräsarter, vilket gör selektiv mekanisk ogräsreglering möjlig (Fogelberg & Dock Gustavsson, 1998).

## **9. Slutsatser**

Ogräsen vållar ofta stora problem och mycket arbete i ekologisk odling av specialgrödor. Med en väl genomtänkt strategi mot ogräs och rätt kombination av åtgärder är det möjligt att minska kostnader, energianvändning och arbete för ogräsreglering. Fortsatt utveckling av teknik och metoder är viktig, speciellt för att finna rationella metoder mot ogräs i raderna i radodlade grödor.

## 10. References

- Ascard, J. 1988. Termisk ogräsbekämpning. Flamning för ogräsbekämpning och blastdödning. (Summary: Thermal weed control. Flaming for weed control and crop defoliation). Sveriges lantbruksuniversitet. Inst. för lantbruksteknik, S-230 53 Alnarp. Rapport 130. 146 s.
- Ascard, J. 1989. Thermal weed control with flaming in onions. 30th Swedish Crop Protection Conference, Uppsala. Weeds and weed control. Vol.2, 35-50.
- Ascard, J. 1990. Weed control in ecological vegetable farming. In: Proceedings of the Ecological Agriculture. NJF-seminar 166. Alternative agriculture - no. 5. (ed A. Granstedt) Swedish University of Agricultural Sciences, S-750 07 Uppsala, (ISSN 1100-116X), 178-184.
- Ascard, J. 1994. Soil cultivation in darkness reduced weed emergence. *Acta Horticulturae*, 372, 167-177
- Ascard, J. 1995a. Thermal Weed Control By Flaming: Biological and Technical Aspects. Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences, Dept of Agricultural Engineering, Alnarp. Report 200.
- Ascard, J. 1995b. Effects of flame weeding on weed species at different developmental stages. *Weed Research* 35, 397-411.
- Ascard, J. 1997. Flame weeding: effects of fuel pressure and tandem burners. *Weed Research* 37, 77-86
- Ascard, J. 1998a. Flame weeding: effects of burner angle on weed control and temperature patterns. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B: Soil and Plant Science*, 48, 248-254
- Ascard, J. 1998b. Comparison of flaming and infrared radiation techniques for thermal weed control *Weed Research* 38, 69-76



- Ascard, J. & Bellinder R. R. 1996. Mechanical in-row cultivation in row crops. Proceedings Second International Weed Control Congress, Copenhagen. pp. 1121-1126.
- Ascard, J. & Mattsson, B. 1994. Inter-row cultivation in weed-free carrots: The effect on yield of hoeing and brush weeding. *Biological Agriculture and Horticulture*, 10, 161-173.
- Ascard, J., Frostgård, G., Hallefält, F. & Olsson, R. 1997a. System för ogräsbekämpning i sockerbetor. *Försöksverksamhet i sockerbetor 1996*. Sockernäringens Samarbetskommitté, Arlöv s. 27:1-10.
- Ascard, J., Frostgård, G., Hallefält, F. & Olsson, R. 1997b. Radrensning med skrappinnar och borstar i sockerbetor. *Försöksverksamhet i sockerbetor 1996*. Sockernäringens Samarbetskommitté, Arlöv s. 25:1-6.
- Ascard, J., Frostgård, G., Hallefält, F. & Olsson, R. 1997c. Ogräsharvning i sockerbetor med långfingerharv och rullharv. *Försöksverksamhet i sockerbetor 1996*. Sockernäringens Samarbetskommitté, Arlöv s. 24:1-5.
- Ascard, J., Olstedt, N. & Bengtsson, H. 1999. Mechanical weed control using inter-row cultivation and torsion weeders in vining pea. 11th EWRS (European Weed Research Society) Symposium 1999, Basel. p.119.
- Baerveldt, S. & Ascard, J. 1999. Effect of soil cover on weeds. *Biological Agriculture and Horticulture*. 17, 101-111.
- Baumann D T. 1994. Striegeleinsatz im Gemüsebau (Weed harrowing in vegetables). *Der Gemüsebau*, 9, 5-6.
- Fogelberg, F. 1998a. Physical weed control – Intra-row brush weeding and photocontrol in carrots (*Daucus carota* L.) (doctoral thesis) *Agraria* 108. Sveriges lantbruksuniversitet. Alnarp.
- Fogelberg, F. 1998b. Radrensaren i centrum. Sveriges lantbruksuniversitet, inst. f. lantbruksteknik, institutionsmeddelande 98:07.

- Fogelberg, F. & Dock Gustavsson, A.-M. 1998. Resistance against uprooting in carrots (*Daucus carota*) and annual weeds: a basis for selective mechanical weed control. *Weed Research* 38, 183-190.
- Fogelberg, F. & Dock Gustavsson, A.-M. 1999. Mechanical damage to annual weeds and carrots by in-row brush weeding. *Weed Research* 39, 469-479
- Fogelberg, F. 1999. Night-time soil cultivation and intra-row brush weeding as a system for weed control in carrots (*Daucus carota* L.). *Biological Agriculture & Horticulture* 17, 31-45
- Hallefält, F, Ascard, J & Olsson R. 1999. Weed control in sugar beets – evaluation of integrated, non-chemical and conventional systems. 11th EWRS (European Weed Research Society) Symposium 1999, Basel. p.130.
- Melander, B. 1998. Interactions between soil cultivation in darkness, flaming and brush weeding when used for in-row weed control in vegetables. *Biological Agriculture and Horticulture*, 16, 1-14.
- Melander, B. & Hartvig, P. 1995. Weed harrowing in seeded onions. *Proceedings of the 9<sup>th</sup> EWRS Symposium Budapest 1995*. pp543-549.
- Melander, B. & Hartvig, P. 1997. Yield responses of weed-free seeded onions [*Allium cepa* (L.)] to hoeing close to the row. *Crop protection*, 16, 687-691.
- Rasmussen, J. & Ascard, J. 1995. Weed control in organic farming systems. In: *Ecology and Integrated Farming Systems. Proc. 13th Long Ashton International Symposium*. (eds D.M. Glen , M.P. Greaves & H.M. Anderson) pp. 49-67. John Wiley & Sons Ltd., West Sussex, UK.
- Rydberg, N.T. 1995. Weed harrowing in growing cereals. Significance of time of treatment, driving speed, harrowing direction and harrowing depth. (Doctoral thesis) Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

Storeheier, K. 1991. Termisk ugrasbekjempelse (Summary: Thermal weed control). Dissertation. Ås, Norway: Agricultural University of Norway, Department of Agricultural Engineering. Doctor Scientarium Theses 1991:18.

Storeheier, K. 1994. Basic investigations into flaming for weed control. *Acta Hort.* 372, 195-204.



## **Tilføring av husdyrgjødsel**

*John Morken, Institutt for tekniske fag, Norges landbrukshøgskole, Postboks 5065, 1432 Ås. E-post: john.morken@itf.nlh.no*

### **1. Abstract**

En av de viktigste utslippskildene av næringsstoffer fra landbruket er ammoniakk. Årlig slippes det ut i overkant av 20.000 tonn fra landbruket. Den viktigste utslippskilden er arealer som er blitt gjødslet med husdyrgjødsel. Siden man i økologisk jordbruk ikke kan erstatte tapt nitrogen i ammoniakk med innkjøpt nitrogen, vil det være mer lønnsomt å ta i bruk teknologier som medfører små tap. Breispredning av gjødsel er den mest vanlige tilføringsmetoden, men tapene kan være svært store. Injeksjon med trykk ser ut til være svært interessant for å hindre utslipp av ammoniakk. Dersom man veier redusert nitrogenutslipp mot økt innsats av energi til injeksjonen, tyder livsløpsanalyser på man trolig må akseptere økt bruk av diesel, noe som er uheldig ut fra et økologisk synspunkt. For å redusere de uheldige virkningene av injeksjon, bør man trolig kombinere injeksjon av gjødsel med fornying av eng, innsåing av kløver, og eventuelt innsåing av arter som fører til endring av dietten til dyra.

### **2. Abstract**

Ammonia is one of the major contributors to emission of nutrients from agricultural activities. The annual loss is approximately 20,000 tonnes. Since one cannot substitute lost nitrogen in ammonia with fertilizer in ecological agriculture, it is of more economical interest to take into use technologies that reduce these losses. The most favourable technique is pressurized injection, but because of increased energy requirement that this technique bring about, it may be unfavourable to the environment after all. By using injection of slurries combined with sowing, both renewing of the ley, and sowing in clover in a permanent ley, negative environmental effects can probably be avoided.

### **3. Innledning**

Bruk av teknologi vil medføre at det brukes ressurser og energi til framstilling og transport av innsatsvarer i større eller mindre grad, og at energi til jordbruks-

produksjonen vil variere. Bruk av ulike tilføringsteknologier vil medføre at energiforbruket til å nyttiggjøre seg nitrogenet i husdyrgjødsel endres.

En svensk undersøkelse (Cederberg, 1998) viste at økologisk melkeproduksjon i Sverige medførte 15 % lavere energiforbruk enn det konvensjonell melkeproduksjon gjorde. Dette skyldes først og fremst forskjellige fôringsstrategier (bruk av kraftfôr og fôring basert på kløverholdig grovfôr). Bruken av fossilt energi var større i konvensjonelt landbruk, selv om bruken av diesel var større i økologisk landbruk på grunn av mer bruk av hjemmeprodusert fôr. I konvensjonelt landbruk var gassbruken større på grunn av framstilling av mineral-gjødsel. Økologisk landbruk brukte 57 % mindre fosfor.

Drivhuseffekten, som kommer fra karbondioksid, metan og lystgass, viste små forskjeller mellom systemene. Mens økologisk landbruk gav mer metan-utslipp (pga bruk av mer grovfôr), gav konvensjonelt landbruk større utslipp av lystgass (lystgass er proporsjonalt med nitrogenbruken).

Med hensyn på forsuring var ammoniakk den viktigste faktoren. Utslippene har sammenheng med husdyrgjødselhandtering og var noe større i konvensjonelt landbruk. Ammoniakk var også svært betydningsfull med hensyn på eutrofiering. På grunn av mer bruk av diesel i økologisk landbruk, gav dette mer bakkenært ozon gjennom dannelse av foto-oksiderter.

Nyttbart nitrogen i husdyrgjødsel er relatert til ammonium/ammoniakk-innholdet. Utnyttelsen av ammonium/ammoniakk-nitrogen er sterkt avhengig av gjødselhandteringen. En stor andel av nitrogenet i gjødsel blir tapt, slik at den ikke kommer plantene til nytte. Dette betyr både en potensiell forurensning, og tap av en ressurs for bonden. Spørsmålet blir da: Hvordan få maksimal utnytting av gjødselverdien i husdyrgjødsel? Videre kan man spørre seg: Er maksimal utnytting forent med maksimal økonomisk gevinst, og hvordan ser regnskapet ut med hensyn på innsatte ressurser for å ta ut en større del av gjødselverdien?

#### **4. Produksjon av gjødsel og næringsstoffer**

Hvert år produseres det ca. 53.000 tonn ammoniakk (Tabell 1) gjennom husdyrgjødsel. Avhengig av hvordan vi bruker gjødsel, vil en større eller mindre andel av ammoniakken slippes ut til luft. Tabellen viser også at de største kildene for gjødselproduksjon er storfe og gris. Gjødsel blir vanligvis oppbevart som bløtgjødsel fra disse dyretypene.

**Tabell 1.** Husdyrgjødselmengder som blir spredd på jorda.

Husdyr	Gjødseltype	Utspredd husdyrgjødselmengder per år		
		Mengder av gjødsel	NH <sub>3</sub> -N	
		1000 tonn	%	Tonn
Storfe	Bløtgjødsel	12904	54.6	27119
Gris	Bløtgjødsel	8073	34.1	16365
Sau og geit	Fastgjødsel	2280	9.6	7856
Fjørfe	Fastgjødsel	192	0.8	839
Andre	Fastgjødsel	184	0.8	443
Totalt		23633	99.9	52623

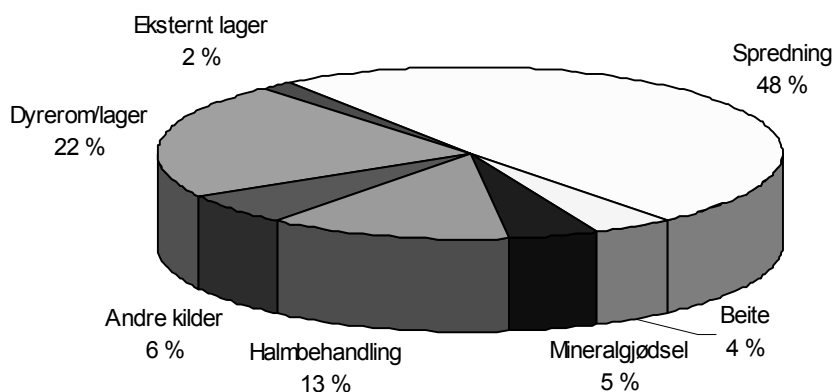
Det har vært en debatt om gjødseltyper innen det økologiske miljøet. Slik jeg har oppfattet det har debatten dreiet seg om tilføring av lettløselig nitrogen i form av ammoniakk beriker eller er til skade for jordmiljøet. Jeg er nok ikke kompetent til å gi et klar svar på dette. Men problemet er, dersom man velger kompostering av gjødsel, at ammoniakken lett forsvinner i komposteringsprosessen. Den forsvinner både fordi temperaturen er høy og fordi forholdet mellom karbon og nitrogen ikke er optimalt for å binde nitrogen mikrobielt. Å ta vare på nitrogenet i komposteringen uten for stor tilføring av karbonrikt materiale er trolig svært viktig, både for nedbrytingen i komposten og for konsentrasjon og mengdene av nitrogen i komposten. Dette er viktig både for å ta vare på nitrogen som en ressurs og ikke få for store transportmengder. Men siden den største andelen av gjødsel er bløtgjødsel, vil jeg i dette foredraget konsentrere meg om bløtgjødsel.

## 5. Utslippskilder

Ammoniakk, som er et produkt fra spalting av urin, er svært utsatt for tap i alle ledd av handteringen av gjødsel. Ammoniakk kan tapes gjennom ventilasjonslufta fra husdyrrom, fra lager, fra jordoverflata etter spredning og fra beitearealer (figur 1). Det totale tapet var i 1996 kalkulert til 21.460 tonn. Figur 2 viser at utslipp fra jordet etter spredning var den største kilden. Deretter var tap fra dyrerom og lager den nest største kilden.

Figuren viser også at husdyrgjødsel forårsaker 76 % av alt ammoniakk tap. Det meste av ammoniakk tapet er forbundet med lagring og spredning av gjødsel. Bare 4 % blir tapt fra beite.

**Figur 1.** Ammoniakkutslipp 1996. Totalt utslipp 21.460 tonn.



## 6. Ulike tilføringsteknologier

I Europa er spredeplate den mest brukte spredeteknikken. Unntaket er Nederland og Danmark hvor mer avanserte teknologier er tatt i bruk. Avhengig av type gjødsel vil ammoniakkutslippene variere svært mye. For eksempel kan det være mulig å redusere tapene med 30 – 80 % ved bruk av stripespredere dersom man har grisegjødsel og bruker gjødsla på åpen åker. Samme teknikk medfører bare 10 – 30 % reduksjon for storfegjødsel. Ulike tilføringsteknikker har ulike egenskaper med hensyn på spredebredde, transportmuligheter og reguleringsmuligheter av doseringen. I tillegg til store ammoniakk tap, har bladspredere problem med at dosering, spredebredde, samt spredejevnheten varierer med viskositeten til gjødsla. Egenskaper til ulike tilføringsteknikker (sprede- og injeksjonsteknikker) er gitt i tabell 2.



**Tabell 2.** Egenskaper til ulike tilføringsteknikker

Hoved-gruppering	Navn på utstyr	Spredbredde	Transp.muligheter	Reg. av dosering
Overflate-spredning	Bladspreder	5-15 m	Tankvogn Slangespreder	Traktorhast., pumpekap.
	Jetvogn/ kanon	25-60 m	Tankvogn Slangespreder Gjødslingsmaskin	Vinkel på kanon, hastighet på vogn, Trykk på dysa
	Stripespreder m/slepeslange m/slepesko	12-22 m	Tankvogn Slangespreder Gjødslingsmaskin	Pumpekapasitet Hastighet på traktor/ vogn
Nedfelling	Dyp nedfelling	2-3 m	Tankvogn (Slangespreder)	Traktorhast. Pumpekap.
	Grunn nedfelling	2-4 m	Traktor (slangespreder)	Traktorhast. Pumpekap.
	Trykkinjeksjon	3 – 6 m	Traktor (slangespreder)	Traktorhastighet (gearvalg)

Ammoniakk tap for de ulike teknikkene er gitt i tabell 3.

**Tabell 3.** Ulike tilføringsteknikkers ammoniakk tap avhengig av gjødseltype og plantevekst. (Etter UNECE-Expert Group, 2000 cogap)

Tilføringsteknikk	Gjødseltype	Plantevekst	Reduksjon i forhold til breispredning (%)	Begrensninger
Stripespreder m/slepeslange	Grisegjødsel og gylle	Gras	20 – 40	Helling, viskøs gjødsel
		Åpen åker	30 – 80	
Stripespreder m/slepesko	Bløtgjødsel og gylle	Gras	10 – 20	Helling, viskøs gjødsel, optimal plantehøyde 10 cm, kapasitet
		Åpen åker	10 – 30	
Stripespreder m/slepesko	Bløtgjødsel og gylle	Hovedsakelig gras	30 – 60	Helling, viskøs gjødsel, optimal plantehøyde 10 cm, kapasitet
Grunn nedfelling	Bløtgjødsel og gylle	Hovedsakelig gras	60 – 70	Som over. Stein og leirholdig jord, fuktighet, kapasitet. Lite opptak av N i plantene
Dyp nedfelling	Bløtgjødsel og gylle	Hovedsakelig gras	80 – 90	Helling, viskøs gjødsel, kapasitet Trekkraftbehov
Trykkinjeksjon (DGI)	Bløtgjødsel og gylle	Hovedsakelig gras	60 – 90	Stein og leirholdig jord, fuktighet, kapasitet.
Innarbeiding etter 1 time	Fastgjødsel, bløtgjødsel og gylle	Åpen åker	80 – 90	
Innarbeiding samme dag som spredning	Fastgjødsel, bløtgjødsel og gylle	Åpen åker	20 – 50	

En av de mest effektive teknikkene for reduksjon av ammoniakktap er nedharving. Tid fra spredning til nedharving er viktig, likeledes hvor stor andel av gjødsla som blir ”gjemt” av jord. Pløying er mest effektiv, mens på sloddet mark har bruk av tunge kultivatorer vært mest effektivt. Nedharving eller nedpløying kan bare utføres på pløyd jord eller jord som senere skal bli sådd. Dette er den eneste metoden for reduksjon av ammoniakktap fra spredning av fastgjødssel og halvfast gjødssel.

Dersom gjødssel skal brukes i voksende grøde og tapene fra feltet skal være små, må man ta i bruk andre tilføringsteknikker enn spredeplater. Stripespredere vil redusere tap av ammoniakk på grunn av redusert areal av gjødssel som blir eksponert til luft. Det er to hovedtyper stripespredere, men bare den ene er blitt importert til Norge. Dette er en stripespreder med slepeslanger. Den andre typen har slepesko. Hovedforskjellen mellom sprederne er plasseringen av gjødssel. Mens den første typen legger gjødssel oppå bladverket, legger den andre gjødsla ned på bakken mellom plantene.

Stripespredning av grisegjødssel kan medføre reduksjoner i forhold til bredspredning på ca. 30 %. Stripespredning kan brukes i stående åker, og man har rapporter som viser 80 % reduksjon ved 50 cm høy åker. Under de samme forholdene har storfegjødssel, som er mer viskøs, gitt en reduksjon på mellom 10 og 30 %. Dersom man skal oppnå større reduksjoner, må man bruke slepesko, og man har funnet at optimal plantehøyde er 10 – 20 cm.

Mer effektiv har injeksjonsteknologiene vært. I Nederland er det vanlig å bruke grunn nedfelling på sandjord og myrjord. For tyngre jordarter og steinrik jord har man brukt dyp nedfelling. Ved grunn nedfelling lages et V-formet spor i bakken, ca. 2 cm bredt og 5 cm dypt. Sporet kan enten lages ved av hjelp to skråstilte skiveristler, en kniv eller V-formet hjul. Grunne nedfellerne kan plassere opptil 2,5 – 3 tonn gjødssel per daa.

Ved dyp nedfelling brukes både skiveristel og tinde. Skiveristelen skjærer opp et vertikalt spor og gjødsla føres ned gjennom rør montert på tindens ende. På tindens ende er det en gåsefot som lager et horisontalt spor til plassering av gjødsla. Dybden av sporet er 10 – 20 cm. Trekkraftbehovet er stort, ca. 12 – 15 hk per tinde. Dette begrenser nedfellingsbredden og avstanden mellom nedfellerne som er 50 – 60 cm.

På grunn av ulempene med nevnte nedfellerne, har ikke disse fått noen utbredelse hos oss. I tillegg kan nevnes at begge typene har begrensning i

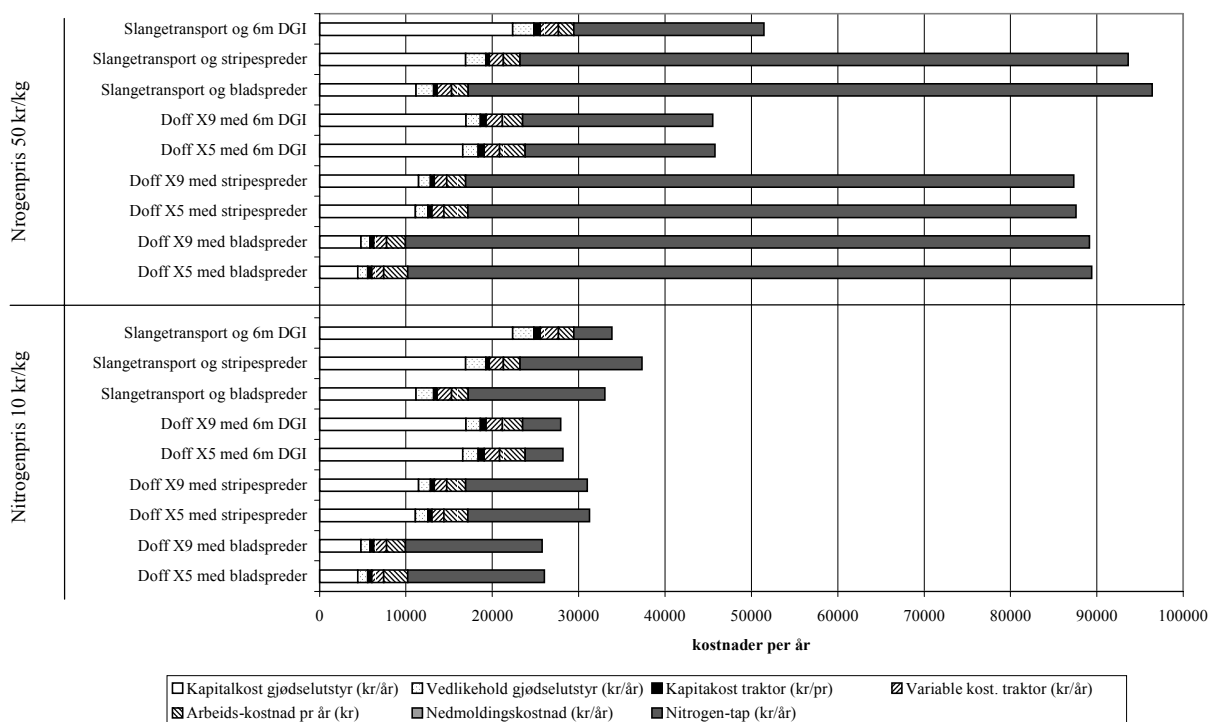
hellende terreng. Allerede ved hellinger på 7 – 8° begynner gjødsla å renne nedover i sporene.

På grunn av de nevnte ulempene, inngikk instituttet avtale med Moi AS om utvikling av trykkinjeksjonsteknikken DGI på begynnelsen av 90-tallet. Det virker slik at en stråle av gjødsel skjærer opp et spor i torva. Gjødsel blir værende i torva i det sporet gjødselstrålen skjærer opp. Fra gjødselpumpa blir gjødsla ført ut i dysekasser med ski (5 stk. pr. dysekasse) som sklir oppå bakken. I hver ski er det ei dyse med diameter 12 mm. Over hver dyse er det en roterende kniv som gjør at gjødsla kommer ut i pulser og som holder dysene reine ved at halm og lignende skjæres over. Trykket i dysekassa er 5 - 8 bar. Maskinen er delt opp i seksjoner slik at en 6 m maskin består av 4 seksjoner. Hver seksjon består av en dysekasse med 5 dyser i. Avstanden mellom dysene er 30 cm. Knivene drives av en hydraulisk motor. En motor per dysekasse. Ved hjelp av et kjede driver denne motoren 5 kniver. Gjødsla blandes med jord og injiseres ca. 5 cm ned i torva. Injiseringen er avhengig av jordart, fuktighet og plantedekke. I bunnen av sporet dannes det en horisontal åpning som er stor nok til en gjødselmengde på 5 - 6 tonn/daa.

Man kan ikke gi en vurdering av tilføringsteknologi uten å berøre behandling av gjødsel. Fortynning av gjødsel har gitt lavere ammoniakktap, bedre spredeegenskaper, og det har gitt muligheten til bruke slangetransport av gjødsel i stedet for tankvogn.

## **7. Økonomisk modell**

Det er flere måter å beregne de økonomiske konsekvensene på. Her har jeg tatt utgangspunkt i tapstall fra tabell 3, samt reduksjon på grunn av vannutblanding. Videre har vi gjort noen forutsetninger om reduksjoner på grunn av tilføringsteknologi og tid mellom spredning av innarbeiding. Dersom vi tar utgangspunkt i spredning på 500 daa (evt. nabosamarbeid), 600 m<sup>3</sup> gjødsel, ca. 20 % åpen åker, noe sommerspredning og erstatningsverdi på 10 kr/kg for nitrogen, ser vi av figur 2 at den beste teknologien rent privatøkonomisk vil være tankvogn og spredeplate. Dersom vi velger en erstatningsverdi på 50 kr/kg, vil DGI og transport med tankvogn eller slangespredning være det beste alternativet. Siden det ikke finnes erstatning for nitrogen i økologisk jordbruk, er ikke dette helt relevant, men endring av pris på nitrogen viser hvordan man vil endre beslutning dersom man verdsetter nitrogen forskjellig.



**Figur 2.** Årlige kostnader per år avhengig av tilføringsteknikk og transportteknikk for nitrogenpriser på 10 og 50 kr/kg.

## 8. Sluttmerknad

LCA-analysene (life cycle assessment) fra Sverige tyder på at vi må være oppmerksomme på miljøutslipp også fra økologisk landbruk. Utslippene er bundet til bruken av arealene (dieselforbruk i grovfôrproduksjon), økt bruk av grovfôr, og utslipp av ammoniakk. Problemstillingen framover vil bli om vi kan tillate å bruke mer teknologi for redusere utslippene av ammoniakk når dette medfører økt bruk av diesel. Det er kjent at DGI har vært brukt til innsåing av kløver i eng. Vi har også prøvd teknologien til fornying av eng. En interessant idé ville være dersom teknologien kunne brukes til innsåing av fôrvekster som medfører at dietten til dyrene ikke fikk så sterk karakter av grovfôr. Da ville en kunne redusere metanutslippene fra dyrene, og kanskje endre noe på arealbehovet per dyr. Dette ville medføre redusert dieselforbruk.

## 9. Litteratur

Cederberg, C. 1998. Life Cycle Assessment of Milk Production – a comparison of conventional and organic farming. SIK-rapport nr. 643



# **Nitrogenfiksering i økologisk jordbrug – metoder til optimering**

*Erik Steen Jensen, Sektion for Agroøkologi, Institut for Jordbrugsvidenskab, Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole, Agrovej 10, DK-2630 Tåstrup, Danmark. E-mail: esj@kvl.dk*

## **Disposition**

1. Indledning – om nitrogenhusholdning i økologisk jordbrug
2. Hvad er biologisk N<sub>2</sub> fiksering?
3. Bælgplanter i det nordiske økologisk jordbrug
4. Optimering af symbiotisk N<sub>2</sub> fiksering
  - a. Symbiosens etablering og podningsbehov
  - b. Vekselvirkning mellem uorganisk N og N<sub>2</sub> fiksering
  - c. Optimering af plantevækstfaktorer
5. Konklusioner

## **Contents**

1. Introduction – On nitrogen balances in organic farming systems
2. What is biological N<sub>2</sub> fixation?
3. Legumes in Nordic organic farming systems
4. Management of symbiotic N<sub>2</sub> fixation
  - a. Establishment of the symbiosis and inoculation requirements
  - b. Interactions between soil inorganic N and N<sub>2</sub> fixation
  - c. Optimization of plant growth factors
5. Conclusion

## **1. Indledning – om nitrogen husholdning i økologisk jordbrug**

Et af de vigtigste principper i økologisk jordbrug er bevarelsen eller forbedringen af jordens frugtbarhed, og dermed jordens evne til at forsyne afgrøder med nitrogen (N) og andre næringsstoffer. Fundamentale midler til at opnå dette er: recirkulering af organisk stof og biologisk nitrogen (N<sub>2</sub>) fiksering. Sammen med et godt sædskifte bestemmer disse midler størrelsen af den økologiske planteproduktion og bæredygtigheden af systemet på længere sigt.

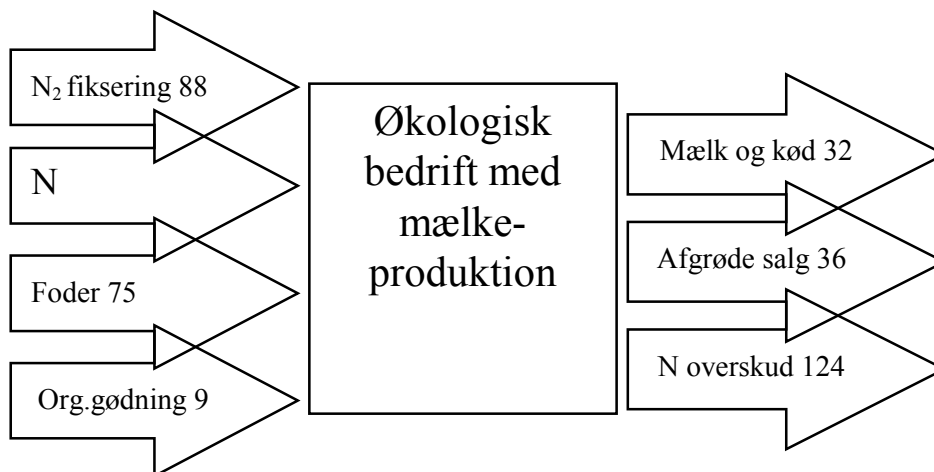
I økologisk systemer fjernes næringsstoffer fra dyrkningssystemet ved salg af afgrøder, kød, mælk, osv. Desuden tabes N fra systemet ved udvaskning af nitrat, ved fordampning af ammoniak og ved denitrifikation. Disse tab skal kompenseres ved tilsvarende tilførsel af N for at opretholde jordens frugtbarhed.

Der er principielt fire kilder til at kompensere for disse tab i økologisk jordbrug: 1) afsætning af N med nedbøren, 2) recirkulering/import af organisk stof fra nabobrug eller byerne, 3) indkøb af foderkoncentrater på økologiske husdyrbrug og 4) biologisk N<sub>2</sub> fiksering. Afsætningen af N med nedbør er normalt beskeden (5-20 kg N ha<sup>-1</sup>år<sup>-1</sup>), men kan i områder med høj intensitet af husdyr komme tæt på de 50 kg N ha<sup>-1</sup>år<sup>-1</sup> pga. ammoniakfordampning. I sådanne områder (hvor der tillige indkøbes store mængder foder) kan der sættes spørgsmålstegn ved om der er behov for nitrogenfiksering. Det bør tilsigtes at nedbringe ammoniakfordampningen, da recirkulering af det fordampede ammoniak fra husdyrbrugene også deponeres i naturlige økosystemer og har der uønskede effekter på økosystemet.

På husdyrbrug sker der gårdniveau en recirkulering af N mellem mark og stald, men økologiske planteavlsbedrifter er afhængige af aftaler med nabo-husdyrbrug, som evt. måtte have overskud af husdyrgødning. Recirkuleringen af næringsstoffer mellem forbrugere og producenter af fødevarer, fra by til land, er fortsat beskeden pga. at byernes håndtering af affaldet i de fleste tilfælde vanskeliggør en recirkulering til økologiske bedrifter. Dette skyldes forurening med miljøfremmede stoffer mm. På mange husdyrbrug i Danmark indkøbes store mængder næringsstoffer i foderkoncentrater. Kristensen og Kristensen (1992) finder, fx at ca. 40% af det totale N input i økologiske malkekvægsbesætninger i Danmark hidrører fra foderkoncentrater (Fig. 1).



**Figur 1.** Nitrogen balance ( $\text{kg N ha}^{-1}\text{år}^{-1}$ ) på økologisk malkekvægsbedrifter i Danmark. Gennemsnit af 14 bedrifter. Posten "N overskud" repræsenterer det N, som ikke kan redegøres for i en simpel N balance, fx tab ved udvaskning og fordampning, og opbygning af organisk N i jorden. Efter Kristensen og Kristensen (1992).



Biologisk N<sub>2</sub> fiksering er derfor essentiel for N-forsyningen på økologiske jordbrug, især på planteavlsbedrifter og på husdyrbrug for det ønskes at reducere indkøbet af foderkoncentrater. I EU er der truffet beslutning om at alt foder skal være økologisk produceret, således at det ikke som det er tilfældet i dag, er muligt at anvende ikke-økologiske fodermidler i et vist omfang.

Behovet for biologisk N<sub>2</sub> fiksering på den enkelte bedrift vil derfor afhænge af klima, jordtype, bedriftstype, indkøb af foder, omfang og type af solgte produkter, samt recirkulering af organisk stof kilder udenfor bedriften. Nitrogen balancer eller modeller er de bedste redskaber i denne sammenhæng. Den økologiske jordbruger kan regulere N<sub>2</sub>-fikseringens størrelse, om end dette er vanskeligere end anvendelse af organiske gødning, via afgrødevalget, men også forskellige kulturtekniske foranstaltninger.

Formålet med denne præsentation er at belyse mulighederne for at optimere biologisk N<sub>2</sub> fiksering i det nordiske økologiske jordbrug via afgrødevalg og kulturtekniske foranstaltninger.

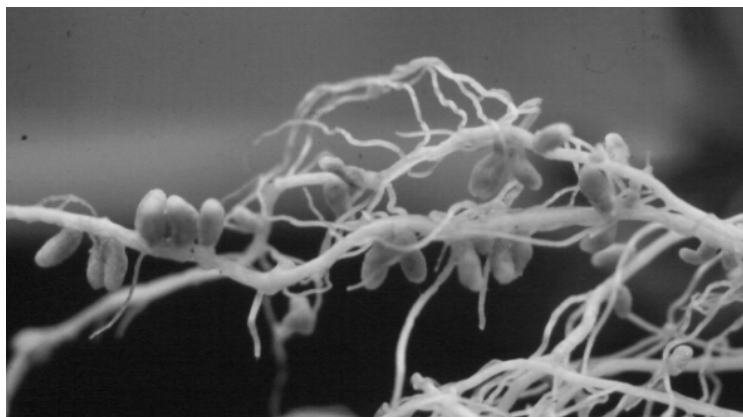
## 2. Hvad er biologisk N<sub>2</sub> fiksering?

Biologisk nitrogen fiksering er den enzymatiske omdannelse af luftens frie kvælstof (N<sub>2</sub>) ved hjælp af enzymet nitrogenase, som kun findes hos en række bakterier. Der skelnes mellem asymbiotisk, associativ, og symbiotisk fiksering.

Danske undersøgelser i 80'erne viste at fritlevende N<sub>2</sub>-fikserende organismer kun fikserer ubetydelige mængder N (< 5 kg N ha<sup>-1</sup>år<sup>-1</sup>) i agro-økosystemer pga. af de relativt høje niveauer af uorganisk N og mængden af opløseligt organisk stof som er påkrævet som energikilde.

Ved associativ fiksering lever de nitrogen fikserende organismer i et tæt samspil med planteroden uden dog at indgå i en symbiose. Denne form for fiksering er især observeret hos en række tropiske C<sub>4</sub>-græsser, herunder hos majs og under tropiske dyrkningsbetingelser. Planternes rhizosphere medvirke til at skabe de rette betingelser for at organismene kan fikserer N<sub>2</sub> og deres rodeksudater fungerer formentligt som energikilde. Der er ikke meget viden om forekomst og omfang af denne fikseringsproces i tempererede systemer.

Den N<sub>2</sub>-fikseringsproces som er kvantitativt af størst betydning i nordiske økologiske jordbrug er symbiotisk N<sub>2</sub> fiksering hos bælgplanteafgrøder. Symbiose betyder samliv til gensidig fordel. Bakterier af slægten *Rhizobium* kan etablere en symbiose med bælgplanternes rødder. På bestemte stadier af rodens udvikling kan *Rhizobium* bakterierne genkende og trænge ind i rodcellerne. Herefter udvikles rodknolde på rødderne (Fig. 2). Planten leverer energi i form af fotosynteseprodukter til N<sub>2</sub> fiksering og til gengæld leverer bakterierne nitrogen for plantevækst. Der er imidlertid forskel på jordens *Rhizobium*, og bestemte bakterier er påkrævet til bestemte bælgplanter. Tabel 1 viser hvilke bakterier der er påkrævet for de mest almindelige bælgplanter i økologisk jordbrug.



**Figur. 2.** Foto af rodknolde på unge ærterødder. Bemærk den aflange form og den rødlige farve, der skyldes leghæmoglobin et stof der medvirker til at opretholde det rette iltryk i rodknoldene for at N<sub>2</sub> fikseringen kan finde sted.

*Rhizobium*-arterne for kløverarter, ærter, hestebønne, vikke og linser er normalt forekommende med effektive populationer i nordiske jordbrugssystemer med ca.  $10^{-3}$ - $10^{-5}$  bakterier g jord<sup>-1</sup>, og dette selvom der måske ikke har været dyrket en bælgplantevært i mange år.

### **3. Bælgplanter i nordisk økologisk jordbrug**

Hvidkløver, rødkløver, lucerne, ært, hestebønne, vikke, og lupin er de dominerende bælgplanter i økologisk jordbrug. I tabel 1 er vist estimer for biologisk N<sub>2</sub> fiksering i en række af disse arter. Estimerne er fremkommet ved anvendelse af <sup>15</sup>N isotop teknik (Jensen, 1986,1996; Jørgensen et al., 1999) og er baseret på overjordiske plantedele. Nyere undersøgelser viser, at især for græsmarksbælgplanter kan der findes betydelige mængder N i rodsystemerne, fx indeholder hvidkløverstub og rod op mod 70% eller mere af den mængde N, som findes fikseret N i skuddet (Vinther og Jensen, 2000).

**Tabel 1.** De mest almindelige bælgplanteafgrøder, tilhørende mikrosymbionter (*Rhizobium*), podningsbehov under normale dyrkningsforhold i Norden og estimater af N<sub>2</sub> fiksering i overjordiske plantedele.

Bælgplante	<i>Rhizobium</i>	N <sub>2</sub> fiksering		Reference
		%	kg N ha <sup>-1</sup>	
Hvidkløvergræs <sup>1-2</sup>	<i>R.leg.b.trifolii</i> <sup>3</sup>	80-95	100-250	Vinther og Jensen (2000)
Lucerne <sup>1-2</sup>	<i>R. meliloti</i>	70-80	240-300	Wivstad et al (1987)
Ært modenhed	<i>R.leg.b.leguminosarum</i>	65-80	150-200	Jensen (1997)
Ært-byg helsæd	<i>R.leg.b.leguminosarum</i>	75-90	30-70	Jensen (1996)
Hestebønne	<i>R.leg.b.leguminosarum</i>	70-80	170-230	Jensen (1997)

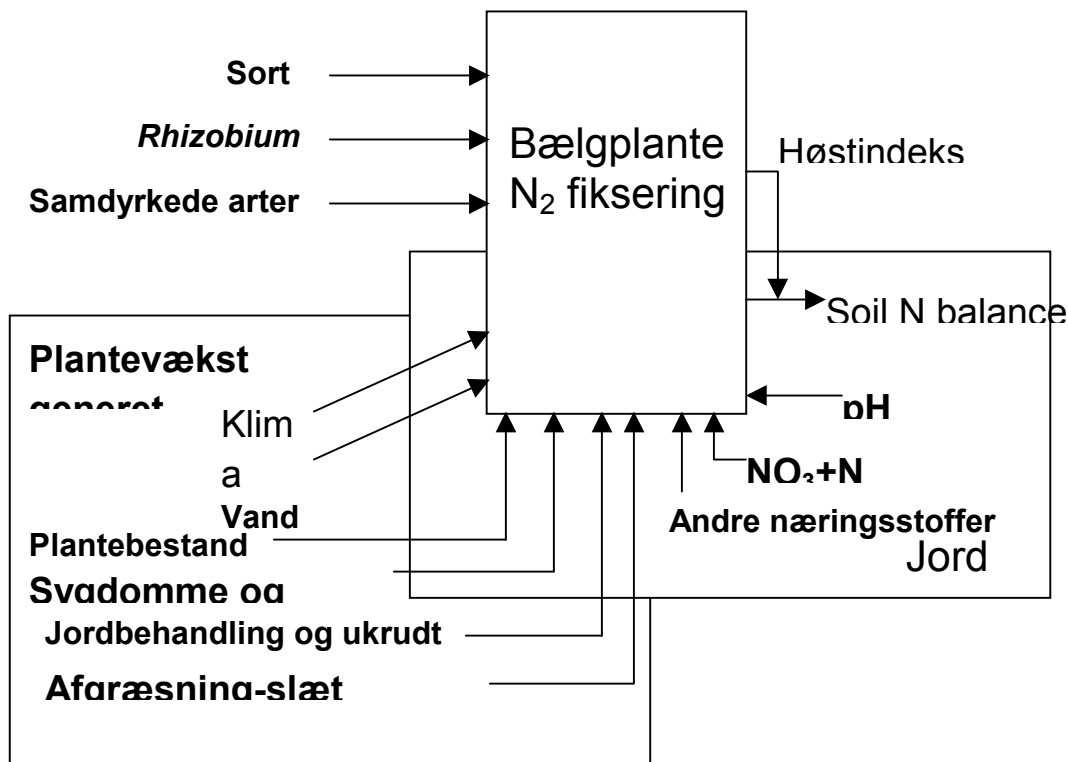
<sup>1-2</sup> Gennemsnit af første og andet slæt

<sup>3</sup> *Rhizobium leguminosarum* biovar *trifolii*

Græsmarksbælgplanterne kløver, lucerne og sneglebælg indgår typisk i dyrkningssystemer på husdyrbrug, mens frøbælgplanterne ærter og hestebønner sædvanligvis findes i på planteavlsbrug. Ærter og vikke anvendes dog i et stigende omfang i helsæd i dyrkningssystemer på husdyrbrug. Udover de nævnte arter anvendes en lang række græsmarksbælgplanter, fx kællingetand, esparsette, da disse arter udover at fikserer kan have sundhedsfremmende effekter via tannin mm. hos husdyr. For en række af disse arter kan det være nødvendigt at pøde med effektive *Rhizobium* bakterier.

#### 4. Optimering af symbiotisk N<sub>2</sub> fiksering

I de følgende afsnit præsenteres en række forhold som har betydning for størrelsen af den symbiotiske N<sub>2</sub> fiksering (Fig. 3). En række af disse forhold kan reguleres via kulturtekniske foranstaltninger mm. Der henvises desuden til reviewartikler indenfor området (fx, Ledgard and Steele, 1992; Van Kessel and Hartley, 2000).



**Figur 3.** Simple model for effect of legume species, Rhizobium, and other factors on N<sub>2</sub> fixation. Factors shown with bold text can potentially be optimized by the ecological farmer. Partly after van Kessel and Hartley (2000).

#### 4a Etablering af symbiosen og podningsbehov

Forudsætningen for symbiotisk N<sub>2</sub> fiksering kan finde sted er at både makro- og mikrosymbiont er tilstede. Kun i meget specielle tilfælde er podning af udsæden af de mest almindelige bælgplanter (kløver, ært, vikke) nødvendig, fx på meget sur jord. Sur jord indvirker både på infektionsproces, rodknolddannelse og funktion. Ved sur jord bør problemerne forebygges ved at hæve pH. Podning af en række andre bælgplanter kan dog være nødvendig, det gælder fx lucerne, lupin, kællingetand, esparsette m.fl.

Det er vigtigt at sikre sig, at der anvendes podematerialer, der er effektive og produceret af en producent med kvalitetssikring. Da *Rhizobium* kan overleve saprofytisk i jorden i mange år, kan tilførsel af helt eller delvist ineffektive bakterier, som potentielt kan udkonkurrere de effektive bakterier få alvorlige konsekvenser. Det samme gælder andre typer af mikro-organismer, som kun med et nøje kendskab til deres sammensætning og leverance fra statskontrollerede virksomheder bør tilføres jorden. Det meget vigtigt, nøje at følge forskrifterne for podningsbehandlingen, da blot få minutter i stærk sol kan slå

mange bakterier ihjel og forhindre rodknolddannelse. Er podningen lykkedes vil det formentligt være muligt at dyrke den pågældende bælgplanteart i mange år fremover uden podning. Såfremt der hersker om tvivl om behovet for podning er det simpelt i det tidlige forår at tage jord fra marken i og så den pågældende plante i en potte. To-tre uger efter fremspiring vil der være dannet rodknolde, hvis *Rhizobium* findes i jorden.

Høje niveauer af uorganisk N, fx efter tilførsel af husdyrgødning, virker ligeledes inhiberende på dannelsen af rodknolde, men bælgplanterne vil optage det uorganiske N og herved dække sit N-behov helt eller delvist, men da uorganisk N fra mineralisering af jord og organiske gødninger ofte er en begrænset ressource i økologisk jordbrug er dette en dårlig ressourceudnyttelse. Vekselvirkningen mellem uorganisk N og N<sub>2</sub> fikseringen behandles yderligere nedenfor.

#### 4b. Vekselvirkning mellem uorganisk N og N<sub>2</sub> fiksering

Da uorganisk N fra mineralisering af organisk stof og organiske gødninger ofte er en begrænset ressource i økologisk jordbrug er det vigtigt at sigte på en samlet optimal udnyttelse af både uorganisk N og N<sub>2</sub> fiksering, fx at tage i betragtning at der på de arealer hvor der dyrkes bælgplanter i renbestand kan være 50-100 kg N ha<sup>-1</sup> i NO<sub>3</sub>, som reelt kunne udnyttes af en ikke-bælgplante, da bælgplanten kun har et beskedent behov for uorganisk N i starten af væksten.

Indtil rodknoldene er tilstrækkeligt udviklede og i stand til at forsyne bælgplanten med N er det vigtigt at der er en hvis N mængde (20-30 kg N ha<sup>-1</sup>) i jorden for at sikre en god plantevækst, som kan understøtte rodknolddannelse via fotosynteseprodukter. Det er imidlertid ikke ønskeligt med et for højt niveau af uorganisk N, da dette kan inhibere rodknolddannelsen, hvorved der er risiko for en periode med N-mangel fra det tidspunkt hvor jordens N er opbrugt og rodknolde er dannede og funktionsdygtige (Jensen, 1997). Dette er gælder især ved dyrkning af bælgplanter i renbestand, da samdyrkning af kløver og græs eller ært og byg vil medføre at ikke-bælgplanten reducerer en inhiberende effekt på grund af dens bedre konkurrenceevne overfor NO<sub>3</sub> (Jensen, 1996). I kløver græsmarker kan urin fra græssende dyr dog temporært forårsage en kraftig reduktion af N<sub>2</sub> fikseringen (Vinther, 1998).

Ved dyrkning af bælgplanter i renbestand kan det være vigtigt at overveje afgrødernes placering i sædskiftet mht. til mængden af tilgængeligt N efter den foregående afgrøde. Tilførsel af planterester, efterafgrøde eller organisk gødning med et relativt højt C/N forhold kan være et redskab til at regulere mængden af tilgængeligt N. Det er imidlertid vigtigt at pointere at andre næringsstoffer også immobiliseres ved tilførsel af store mængder organisk stof med højt C/N og at en del af det immobiliserede N mineraliseres i det følgende efterår. Forsøg med nedmuldning af bygalm forud for dyrkning af ærter viste at et var muligt at øge andel af N fra fiksering i afgrøden fra 78 til 87%, men den totale mængde N fikseret var ikke forskellig (Jensen, 1998).

Andre faktorer som indvirker på tilgængeligheden N har ligeledes indflydelse på N<sub>2</sub> fikseringen i bælgplanter dyrket i renbestand, fx jordbehandling kan øge mineraliseringen af N og dermed reducere mængden af fikseret N<sub>2</sub> (van Kessel og Hartley, 2000)

Samdyrkning af bælgplanter med ikke-bælgplanter er set fra en N-udnyttelse synsvinkel den bedste løsning. I kløvergræs og byg-ærteblandinger konkurrerer ikke-bælgplanterne bedre om uorganisk N, hvorved bælgplanten vil fikserer en større andel af sit N behov end i renbestand (Jørgensen et al., 1999; Jensen, 1996; Hauggaard-Nielsen et al., 2001). Konkurrence om andre vækstfaktorer end N betyder imidlertid at fikseringen bliver mindre pr. plante. På KVL og Forskningscenter Risø forsker vi i mulighederne for at optimere N-fiksering i bælgplanten samtidig med at udnyttelsen af uorganisk N søges optimeret hos ikke-bælgplanten. Fokus for forskningen er enårige blandingsafgrøder.

#### **4c. Optimering af plantevækstfaktorer**

En sikring af optimal bælgplantevækst og dermed etablering af et stort behov (sink) for N efter symbiosen er etableret er den bedste måde at optimere N<sub>2</sub> fikseringen i bælgplanter på. God vækst medfører et stort bladareal, som kan understøtte en høj fotosyntese og N<sub>2</sub> fikseringsrate. I ærter er rapporteret om rater svarende til 10 kg N ha<sup>-1</sup>dag<sup>-1</sup> og hos hvidkløver op til 3 kg N ha<sup>-1</sup>dag<sup>-1</sup> (Jensen, 1987, Jørgensen et al., 1999). I Fig. 3 er vist en række faktorer som har betydning: sortsvalg, vandforsyning, forsyning med andre næringsstoffer end N, så- og høsttidspunkt, plantebestand, forekomst af sygdomme, skadedyr og ukrudt, samt slæt/afgræsningshyppighed. Faktorer, der især har betydning er

afgrødens vandforsyning, fosforforsyning og forekomst af bladrandbiller. En række af disse faktorer vil blive omtalt i foredraget. Her skal blot omtales afgrødens vandforsyning.

Da en del bælgplanter har relativt svagt udviklede rodsystemer er afgrødernes vækst og N fiksering meget følsomme overfor tørke. Danske forsøg har vist en tæt sammenhæng mellem nedbøren i maj-juni og mængden af fikseret N hos markært på en sandblandet lerjord. Forsøgene viste at for hver ekstra mm nedbør i maj-juni fikseres 1,5 kg N ha<sup>-1</sup> (Jensen, 1997). Vanding af ærter ved begyndende blomstring har vist sig at være stabiliserende for udbyttet.

## 5. Konklusioner

Symbiotisk N<sub>2</sub> fiksering er en af hovedhjørnesteinene i økologisk jordbrug og er en proces der kan reguleres bl.a. via sædskifte, valg af bælgplante arter, organisk gødningsstrategi og vandforsyning af afgrøden. Optimering af nitrogen fiksering bør dog betragtes i sammenhæng med udnyttelsen af uorganiske N ressourcer i jorden. Ved samdyrkning af bælgplanter og ikke-bælgplanter opnås derfor den bedste N-ressource udnyttelse.

## 6. Referencer

**Hauggaard-Nielsen, H., Ambus, P. and Jensen, E.S. 2001.** Temporal and spatial root distribution and competition for nitrogen in pea-barley intercropping – a field study using <sup>32</sup>P methodology (in preparation)

**Høgh Jensen, H., Loges, R., Jensen, E.S., Jørgensen, F.V., Vinther, F.P. 1998.** Empirisk model til kvantificering af symbiotisk kvælstoffiksering i bælgplanter. I Kvælstofudvaskning og balancer i konventionelle og økologiske produktionssystemer, FØJO rapport nr. 2.

**Jensen, E.S. 1987.** Seasonal patterns of growth and nitrogen fixation in field-grown pea. *Plant and Soil* 101: 29-37.

**Jensen, E.S. 1996.** Symbiotic N<sub>2</sub>-fixation and interspecific competition for inorganic N in pea-barley intercrops. *Plant and Soil* 182: 13-23.



**Jensen, E.S.** 1997. The role of grain legume N<sub>2</sub> fixation in the nitrogen cycling of temperate cropping systems. D.Sc. Thesis. Risø-R-885

**Jensen, E.S.** 1998. Soil N management and N<sub>2</sub> fixation in pea (*Pisum sativum* L.). In: Proceedings of the 3<sup>rd</sup> European Conference on Grain Legumes Opportunities for high quality, healthy, and added-value crops to meet European Demands pp.132-133, Valladolid, Spain.

**Jørgensen, F.V., Jensen, E.S., Schjørring, J.K.** 1998. Dinitrogen fixation in white clover grown in pure stand and mixture with ryegrass estimated by the immobilized <sup>15</sup>N isotope dilution method. *Plant Soil* 208, 293-305.

**Kristensen, E.S. og Kristensen, I. S.** 1992. Analyse af kvælstofoverskud i økologiske og konventionelle kvægbrug. 710 Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, 54 pp.

**Ledgard, S. and Steele, K.W.** 1992. Biological nitrogen fixation in mixed legume/grass pastures. *Plant and Soil* 141, 137-153.

**Van Kessel, C. and Hartley, C.** 2000. Agricultural management of grain legumes: has it led to an increase in nitrogen fixation? *Field Crops Research* 65, 165-181.

**Vinther, F.** 1998. Biological nitrogen fixation in grass-clover affected by animal excreta. *Plant and Soil* 203, 207-215.

**Vinther, F.P og Jensen, E.S.** 2000. Estimating legume N<sub>2</sub> fixation in grass-clover mixtures of a grazed organic cropping system using two <sup>15</sup>N methods. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 78, 139-147.

**Wivstad, M. Mårtensson, A.M. og Ljunggren.** 1987. Field measurement of symbiotic nitrogen fixation in an established lucerne ley using <sup>15</sup>N and an acetylene reduction assay. *Plant Soil* 97, 93-104



## **Kildesortert humanurin – god gjødsel, god økologi?**

*Thomas Cottis, Høgskolelektor, Høgskolen i Hedmark, Avdeling for landbruks- og naturfag, Blæstad, 2322 Ridabu. E-post: thomas.cottis@lnb.hihm.no*

### **1. Sammendrag**

Ved Høgskolen i Hedmark har vi utført forsøk i 3 år med kildesortert humanurin som gjødsel til økologisk og konvensjonelt dyrket korn. Humanurin er den største kilden til næringsstoffer for resirkulering tilbake til landbruket.

Humanurin kan være en meget effektiv gjødsel til korn eller grønnfôrvekster i både økologisk og konvensjonell drift. Humanurin må moldes direkte ned i jorda for å gi god effekt og for å unngå luktproblemer. Kildesortert humanurin som er lagret mer enn 6 måneder før anvendelse som gjødsel til korn eller grønnfôrvekster representerer trolig ingen større helserisiko enn dagens kloakkhåndtering i Norge. Metoden for kildesortering av humanurin er enkel å montere i enkelthusstander eller boligkomplekser enten det er snakk om nybygg eller eksisterende hus. Folk flest sine holdninger til humanurin gjør at det kreves et langsiktig og tverrfaglig arbeid for å få satt systemet ut i livet.

### **2. Summary**

At the Hedmark College we have been running field-trials with source separated human urine as fertilizer to barley and oat in both conventional and organic production systems. Human urine is the biggest source for recycling of plant nutrients back to farmland. Human urine can be a very efficient fertilizer to grain and green fodder in both organic and conventional farming. Human urine must be incorporated directly into the soil after spreading to achieve good effect and avoid problems with bad smell. Source separated human urine who have been stored for more than 6 months before using as fertilizer to grain or fodder crops is probably not representing any more danger to human health than the sewage-system that is normal in Norway today. The method for source separating of human urine can easily be built in to new or old houses or bigger buildings. Most people have negative feelings attitudes about human urin. Of this reason it is necessary with a long term development work to get the system going in large scale

### **3. Innledning.**

I økologisk landbruk er resirkulering et hovedprinsipp. Regelverket for økologisk landbruk - både internasjonalt og i Norge, har klare målsettinger om mest mulig resirkulering av næringsstoffer. I det norske regelverket står det for eksempel: «Det organiske materiale som produseres på gården og resirkulert organisk materiale, er en viktig og avgjørende del av gjødslingsgrunnlaget». (DEBIO 1998)

Humanurin er den største kilden for resirkulering av plantenæringsstoffer tilbake til landbruket. Norsk landbruk er utviklet slik at vi har det meste av kornproduksjonen på gårdsbruk uten husdyr, men med kort avstand til boligområder, byer og tettsteder.

På denne bakgrunn har Høgskolen i Hedmark i 3 år kjørt orienterende forsøk og litteraturstudie for kildesortert humanurin som gjødsel til korn i både konvensjonell og økologisk dyrking.

Kildesortert humanurin er pr dato ikke tillatt brukt i økologisk dyrking. Høgskolen har derfor gjort forsøkene for økologisk drift på areale som er økologisk drevet, men som ikke er DEBIO-godkjent.

Avføring fra mennesker vekker fordommer hos de fleste i det moderne samfunnet. Det er kun de færreste som oppfatter dette som en ressurs med verdifulle næringsstoffer for matproduksjon. Språk er med å bygger eller konserverer holdninger. I dette foredraget brukes det konsekvent begreper som er vanlige i landbrukssammenheng. Avføring fra mennesker kalles for gjødsel fra mennesker. Faeces kalles fastgjødsel fra mennesker. Urin fra mennesker har det vel innarbeidede navnet humanurin og dette brukes også her.

Anvendelse av kildesortert humanurin som gjødsel er forholdsvis nye tanker i Norge, men våre naboer i Sverige og Danmark har allerede gjort mye utviklingsarbeide omkring kildesortering av humanurin I Sverige har de flere større anlegg i praktisk drift.

#### 4. Humanurin en ressurs

Hvis man ser på de forskjellige endestasjonene for næringsstoffene som har kommet fra landbruket, får de fleste seg en liten overraskelse. Omkring halvparten av hovednæringsstoffene nitrogen, fosfor og kalium (N,P og K) finner vi nemlig igjen i befolkningens urin. I fastgjødselen fra mennesker finner vi under 10 % av nitrogenet og ca 20 % av P og K. Det er nesten dobbelt så mye nitrogen, og omtrent like store mengder P og K i organisk husholdningsavfall som i fastgjødselen.

Tabell 1 er beregninger for Sverige, men det er ingenting som tyder på at tallene for Norge er nevneverdig forskjellige.

	Næringsmiddelindustri	Handel med matvarer	Org. hush. avfall	Urin	Fastgjødsel
Nitrogen	8	5	16	62	9
Fosfor	10	4	21	43	22
Kalium	15	6	18	44	17

**Tabell 4:** Prosentvis fordeling av nitrogen, fosfor og kalium på de forskjellige kildene hvor vi finner igjen plantenæringsstoffene etter at maten har forlatt landbruket. Etter Jönsson Håkan 1997.

Bjørn Vinnerås (1998) har laget en interessant tabell over antall kg av hovednæringsstoffene N,P og K «som vi gir i frå øss dit vi i lögndom går» - for å sitere en Hedemarking med god økologisk forståelse. I tabellen er det også med innholdet i gråvann. Tabellen er laget på bakgrunn av undersøkelser i Sverige.

En gjennomsnittlig voksen person produserer altså omtrent 5 kg nitrogen, 0,7 kg fosfor og 1,5 kg kalium pr år. Den aller meste finner vi igjen i urinen. Dette bekrefter Håkan Jönsson sin tommelregel om mengdeforholdene: Humanurin representerer 80 % av alt nitrogen og 50 % av alt fosfor som finnes i kloakk. (Håkan Jönsson, 1997)

Til forskjell fra urin fra husdyr inneholder human urin ganske mye fosfor i tillegg til nitrogen og kalium.

	Nitrogen	Fosfor	Kalium
Urin	4	0,37	0,91
Fastgjødning	0,55	0,18	0,37
Gråvann	0,37	0,11	0,18
Sum =	4,92	0,66	1,46

**Tabell 5:** Kg N, P og K pr person og år i kloakk inkludert gråvann/vaskevann. Etter Vinnerås Bjørn 1998.

Forholdet mellom N, P og K i humanurin har i forsøkene ved Høgskolen i Hedmark ligget i området 22-1,6-4,5 og 22-1,7-3,4. Kirchmann og Pettersson (1995) fant forholdet til 22-2-10. Olsson (1995) fant forholdet 20-2-6. Denne variasjonen er helt naturlig og skyldes kosthold. I tillegg kommer evt. nitrogentap ved feilaktig lagring.

4 kg nitrogen kan – dersom det blir lagret og spredd uten tap, være tilstrekkelig N-gjødsel for ca 0,4 daa bygg eller hvete. Utifra et avlingsnivå på 500 kg korn pr daa ved 10 kg N-gjødsel pr daa, kan voksne personer bidra med N-gjødsel til ca 200 kg korn.

For hele Norges befolkning utgjør humanurin en gjødselressurs på ca 16000 tonn nitrogen, 1480 tonn fosfor og 3640 tonn kalium.

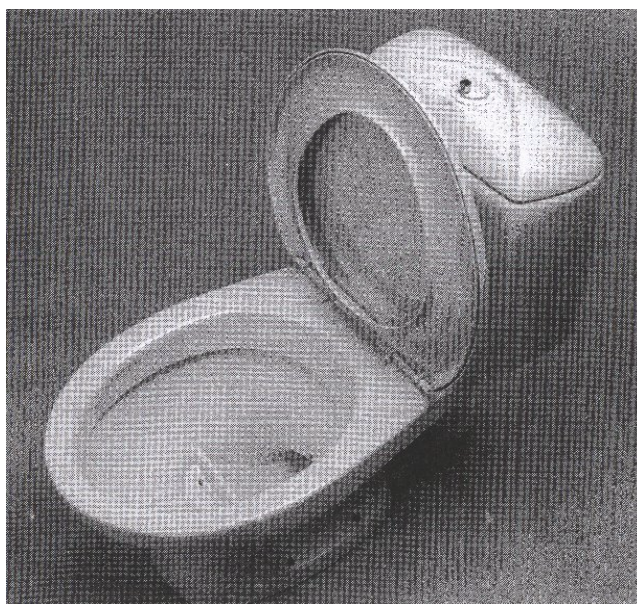
## 5. Kildesortering av humanurin

De fleste kan være med på at humanurin er en stor ressurs, men at det er enkelt å skille ut denne ressursen krever nok litt tankevirksomhet. Metoden som er utviklet for dette heter kildesortering av humanurin. det er et enkelt system som er lett å få kjøpt og lett og montere enten det er i eksisterende hus eller boligkomplekser eller ved nybygg.

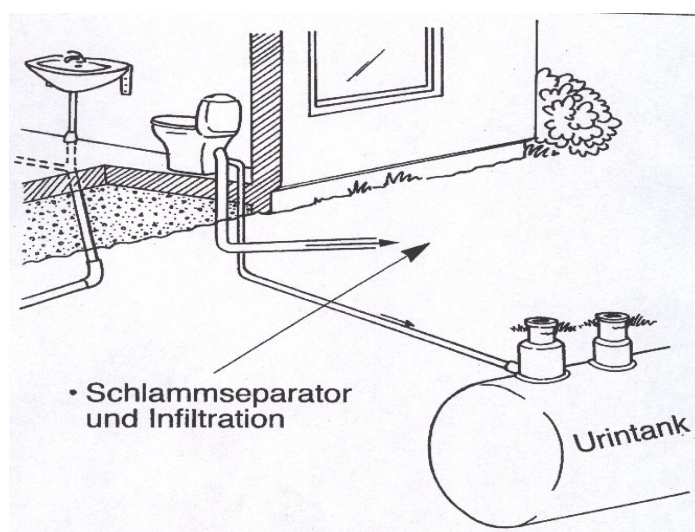
Urinsorterende vannklosett er omtrent like å se på som et tradisjonelt et. Den eneste forskjellen er at de urinsorterende wc har en ekstra skål/avløp fremst for urin i tillegg til det store vanlige avløpet.

Urinsorterende wc har to knapper for spyling. Den ene knappen gir 4 liter vann for spyling av den store skålen. Den andre gir 0,1-0,2 liter vann for spyling av urinskålen.

Dette gir en betydelig reduksjon av vannforbruket i husstanden. Ved å gå over fra et moderne wc med vannforbruk på 6 liter pr spyling til urinseparerende wc kan en husstand på 4 spare ca 45 m<sup>3</sup> vann pr år.



**Figur 1:** Urinseparerende vannklosett



**Figur 2:** Prinsippskisse for system for kildesortering av humanurin

Som vist i figur 1 og 2 er det enkelt å bytte ut et vanlig wc med et med urinsortering. Det nye settes på samme sted som det gamle og kloakkavløpet brukes fortsatt til avløpet fra det store hullet. Det monteres så et nytt lite rør fra urinskålen på toalettet til lagertanken for urin.

De urinsorterende toalettene koster i Sverige og Danmark 3500 kr + Mva inkludert sete og lokk. Dette er omtrent det samme som de tradisjonelle toaletter.

Kostnadene med å installere urinsorterende toalett ligger altså i legging av ekstra rør for urin og montering av lagertank.

Humanurin har som kjent et høyt innhold av næringssalter, og sammensetningen er slik at saltene lett krystalliseres. Dette fører til at det over tid kan bli saltavleiringer både i lagertanker og rør. Fra vannlåsen bør rørene være minimum 32 mm. Det er vanlig å bruke 50 mm rør videre for vertikal transport. Rør som graves ned bør være 110 mm og legges med en helling på minimum 1 %. Følger man disse råd vil ikke saltavleiringer by på problemer. For å være på den sikre siden bør allikevel alle rør monteres slik at det er mulig å komme til med stakefjær.

Ved Sveriges lantbruksuniversitet er det arbeid på gang for å løse problemet med saltavleiringer. (Pers med. Backlund 1999)

En voksen person produserer 400-500 liter urin pr år. Med en vannblanding på 50 % blir dette et totalt volum på 600-750 liter. Ved dimensjonering av lagertanken må man ta hensyn til hvor stor del av døgnet beboerne er i huset og antall voksne i forhold til antall barn.

## **6. Kjemisk innhold og kvalitet av kildesortert humanurin**

Normal urin består av vann, uorganiske salter, nitrogenholdig organisk materiale og organisk materiale uten nitrogen. En frisk gjennomsnittlig person utsondrer ca 60 gram tørrstoff pr døgn gjennom urin. 10-18 gram av dette er organisk nitrogen og 1,0-1,8 gram er uorganisk nitrogen. Det organiske nitrogenet domineres helt av urea med 8-16 gram. 0,7-1,6 gram av tørrstoffet pr dag er fosfor og 1,5-3,0 gram er kalium.



Ureaen i humanurin brytes meget raskt ned til ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) og karbondioksyd av enzymet urease. Børje Lindèn (1997) anbefaler at man regner gjødselverdi for N i humanurin lik det kjemiske N-innholdet (Kjeldahl-N). Innholdet av tungmetaller i kildesortert humanurin er meget lavt, og langt under de grenser som er satt for kloakkslam som skal brukes som gjødsel i jordbruket. Forklaringen ligger i at 90-100 % av de tungmetaller som mennesker inntar gjennom mat og åndedrett kvitter vi oss med gjennom fekaliene. (Naturvårdsverket 1996)

En annen faktor som krever vurdering er humanurinens innhold av medisinrester I det svenske Naturvårdsverkets rapport «läkemedel och miljön» konkluderes det med følgende: Risikoen av miljøpåvirkning av høyvolumsmedisiner ansees som minimal. For kjønns hormoner f. eks fra prevensjonspiller, konkluderer Naturvårdsverket at de mengdene som finnes i medisiner er marginelle sammenlignet med de mengder som utsondres naturlig fra mennesker og dyr.

Antibakterielle middel som f.eks. penicillin er ofte helt eller delvis av naturidentisk opphav og kan derfor forventes å bli raskt nedbrudt i naturen. På den andre siden nevnes det enkelte substanser som f.eks. tetracycliner og furasolidon er tungt nedbrytbare, mutagene og eller carcinogene. Det bør derfor gjøres ytterligere undersøkelser for helt å kartlegge risiko for resistensutvikling og andre eventuelle negative effekter på mikroliv og naturlige prosesser i jord ved spredning av slike stoffer med humanurin som gjødsel, konkluderer Naturvårdsverket i Sverige.

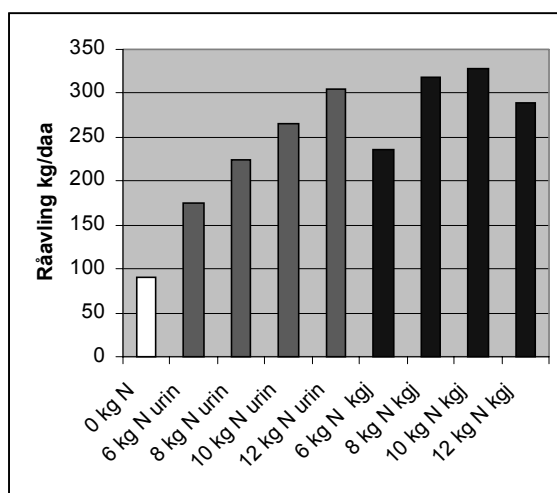
Men, på den andre siden skal vi være bevisst på at dagens kloakkhåndtering ikke på noen måte hindrer slike stoffer i å komme ut i naturen. For eksempel her i Mjøsområdet går eventuelle kjemikalier eller mikroorganismer i folkemøkka stort sett rett gjennom renseansleggene og rett i Mjøsa og det er samtidig vår viktigste drikkevannskilde (Pers. med. Ole Lien 1999). Når dette går bra burde humanurin brukt som gjødsel til korn eller grønnfôrvekster være langt mindre risikofyllt.

## 7. Kildesortert humanurin som gjødsel

I 1998 gjorde vi det første orienterende forsøket med humanurin som gjødsel ved Høgskolen i Hedmark. Erfaringene fra et lite og enkelt felt dette året ga inspirasjon til å arbeide videre.

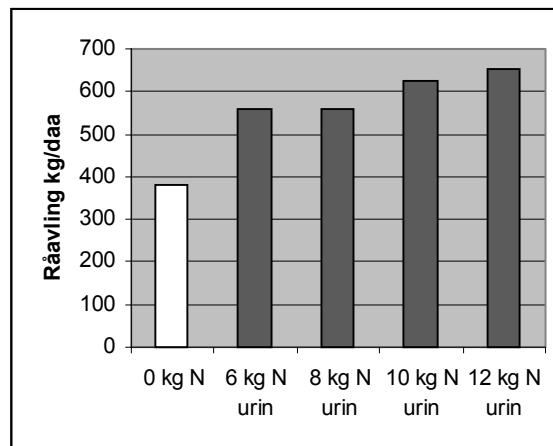
I alle våre forsøk med humanurin brukes urin fra et lokalt anlegg i Løten. Urinen moldes direkte ned mer rotorharv innen 5 minutter etter spredning. Feltene i 1999 og 2000 hadde alle 2 blokker og standard forsøksstørrelse på gjødsel og høsteruter. Innhold av N, P og K i humanurinen brukt i forsøkene var i 1999 var på 11, 0,85 og 2,2 kg pr tonn i snitt. I 2000 var tilsvarende tall 13, 1,0 og 2,0 kg pr tonn. Dette betyr at vi hadde en meget konsentrert organisk gjødsel. For å tilføre 6 kg N i år 2000 brukte vi 460 liter humanurin pr daa. 8 kg N fikk vi med 620 liter, 10 kg N med 770 liter og 12 kg N med 920 liter.

I 1999 hadde vi forsøk i økologisk dyrket havre og konvensjonell bygg. Feltet med konvensjonell bygg fikk avling og kvalitet redusert pga en meget fuktig vår og veksthemming av bygget i arealet. Sammenligningen mellom kunstgjødsel og humanurin viser allikevel en meget god effekt av humanurin. Den lave avlingen for 12 kg N i kunstgjødsel skyldes avlingsskade i enkeltruter pga for mye regn. Avlingsøkningen for humanurin er tydelig og avlingene ligger her trolig litt under avlingene for tilsvarende mengder N i kunstgjødsel.



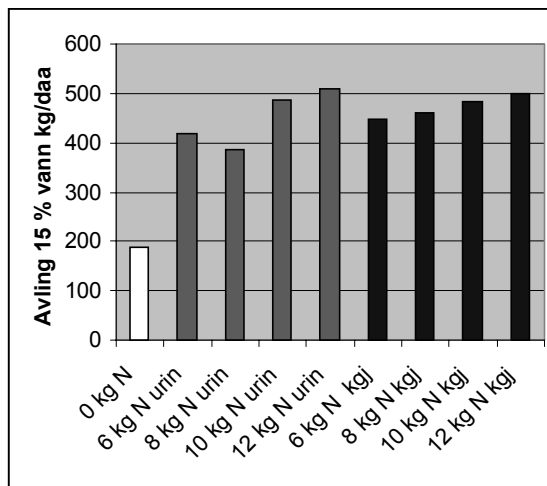
**Figur 3:** Råavling i kg/daa konvensjonell bygg pr daa i 1999 ved forskjellige mengder nitrogen i kildesortert humanurin, kunstgjødsel (21-4-10), og kontrollrute uten gjødsling

Feltet med økologisk dyrket havre lå på areal med status 1. år økologisk, men ikke DEBIO-godkjent. Forkultur var Havre med underkultur. Arealet ble vårpløyd. Underkulturen året før ga god effekt og selv nullruta ga en akseptabel avling på 380 kg/daa. Avlingsøkningen for å tilføre 6 kg N i urin i forhold til ingen gjødsling var på 177 kg/daa. Avlingen for 8 kg N var omtrent som den for 6 kg N. Avlingen for 10 og 12 kg N var på henholdsvis 622 og 652 kg havre pr daa.



**Figur 4:** Råavling i kg /daa økologisk dyrket havre i 1999 ved forskjellige mengder nitrogen i kildesortert humanurin, og kontrollrute uten gjødsling

År 2000 var nok et fuktig år på Hedemarken. Årets felt med humanurin til økologisk dyrket havre ble ødelagt av lokalt slagregn og vind. Feltet i konvensjonell bygg ble imidlertid brukbart. Dette året har humanurinen virket noe bedre enn kunstgjødsel. Dette er etter all sansynlighet et utslag av tilfeldigheter.



**Figur 5:** Avling 15 % vanninnhold av konvensjonelt dyrket bygg i år 2000 ved forskjellige mengder Nitrogen i kildesortert humanurin og kunstgjødsel (22-2-12)

Ut i fra våre forsøk kan det se ut som om nitrogen i humanurin har like god effekt i gjødslingsåret som nitrogen i kunstgjødsel. Dette stemmer med erfaringer fra bla Sverige.

I et avansert potteforsøk i 1995 fant H Kirchmann og S Pettersson at plantene tok opp 42 % av den totale mengden N tilført med humanurin. Med tilførsel av kunstgjødsel var opptaket i plantene 53 % av tilført N. Det vil si at nitrogenet i humanurinen ble noe dårligere utnyttet enn kunstgjødsel-N. Fosforet i humanurinen ble i disse forsøkene lettere tatt opp og utnyttet av plantene enn fosfor i kunstgjødsel.

I en brosjyre utgitt av Movium-sekretariatet ved SLU i Alnarp gjør Mats Johansson m.fl 1998 følgende oppsummering; ”Forsøk utført av forskere ved SLU og Jordbrukstekniska institutet har vist at humanurin har nesten like god gjødslingseffekt som tilsvarende mengder næringsstoffer i kunstgjødsel”.

Avlingseffekten i korn av kildesortert humanurin er meget god i våre praktiske forsøk. I Sverige og Danmark er det gjort mange tilsvarende forsøk. Varierende avlingseffekter i praktisk dyrking og forsøk kan etter vårt syn forklares med nitrogentap ved spredning og manglende oversikt over vanninnblanding/N-innhold i urinen før spredning.

Det er gjort betydelig med forskning for lagring og spredning av urin fra husdyr. Erfaringene herfra vil langt på vei gjelde også for kildesortert humanurin.

Lagring i tett tank hvor det ikke skjer luftveksling over væsken gjør at det ikke tapes nevneverdig med nitrogen til luft under lagring. Bjørn Vinnerås 1998, målte nitrogentapet til luft under lagring i tett tank til under 1 promille av det totale nitrogeninnholdet.

Vinnerås observerte også at det skjer en sjiktdannelse i tankene. I de forskjellige sjiktene er det forskjellige konsentrasjoner av næringsstoffer. Derfor anbefaler Vinnerås at man rører opp urin i lagertanker før man pumper over i spredevogner.

Erfaringer fra husdyrurin tilsier at spredningsformer som reduserer urinens eksponering for luftveksling og høy temperatur - er effektive for å redusere gasstapet av nitrogen.

Direkte nedmolding i jord er det sikreste og mest effektive tiltaket man har for å redusere gasstapet av nitrogen. Direkte nedmolding eliminerer også det meste av sjenerende lukt. Direkte nedmolding kan gjøres med tradisjonelt spredeutstyr og nedmolding med rotorharv eller skålharv. Direkte innsprøyting i jorda med DGI-spreder er også meget aktuelt.

## **8. Konklusjoner**

- Humanurin er den største kilden til næringsstoffer for resirkulering tilbake til landbruket. Humanurin kan være en meget effektiv gjødsel til korn eller grønnfôrvekster i både økologisk og konvensjonell drift.
- Uten vanninnblanding vil 600-1000 liter humanurin pr daa gi fullgod gjødsling til korn avhengig av forkultur og ønsket intensitetsnivå.
- Humanurin må moldes direkte ned i jorda for å gi god effekt og for å unngå luktproblemer.
- Kildesortert humanurin som er lagret mer enn 6 måneder før anvendelse som gjødsel til korn eller grønnfôrvekster representerer trolig ingen større helserisiko enn dagens kloakkhåndtering.
- Metoden for kildesortering av humanurin er enkel å montere i enkelthusstander eller boligkomplekser enten det er snakk om nybygg eller eksisterende hus.
- Folk flest sine holdninger til humanurin gjør at det kreves et langsiktig og tverrfaglig arbeid for å få satt systemet ut i livet.

## 9. Litteratur:

Elmqvist H, Rohde L, Steineck S, Lindèn B & Blomberg, 1998: Human urine and effluents from digestion of food refuse as fertiliser to barley - crop yields, nitrogen utilisation, ammonia emissions and nitrate leakage, a field trial in 1997. Swedish institute of agricultural engineering, JTI, Uppsala

Backlund Arne 1999. Pers. med: Ordrupvej 101 2920 Charlottenlund Danmark.

Bungum Steinar 1999. Pers med: Lillehammer rensanlegg Lillehammer

Burström A, Jönsson H. 1998: Dubbelspolade urinsorterande toaletter - driftserfarenheter och problemuppföljning. Institut för lantbruksteknik. SLU Rapport 229.

Dalhammar G, 1996: Källsortert humanurin i kretslopp, del 3 VAV, BFR 1996 03

DEBIO 1998: Regelverk for økologisk landbruksproduksjon. For 1998 og 1999. Bjørkelangen

Höglund C, Stenström T.A, Jönsson H & Sundin A, 1997. Evaluation of faecal contamination and microbial die-off in separating sewage systems. Swedish institute for infectious disease control, Department for agricultural engineering, SLU Uppsala.

IFOAM 1998: Basic standards for organic production and processing. Tholey-Theley Tyskland.

Johansson S, 1997: Urine from an ecological village tested in field trials. Incorporation in the soil increases the harvest. Biologik nr 2/97

Johansson Mats, Jönsson H, Höglund Caroline, 1998: Urinsortering - en del av framtidens avlopssystem? Grøna fakta nr 7 1998. Movium-sekretariatet SLU Alnarp

Jönsson Håkan, Burström Anna, Svensson Jan, 1998: Mätning på två urinsorterande avloppssystem. Institut för lantbruksteknik. SLU. Uppsala

Jönsson H, 1997: Urin från tätort till lantbruk. Morgondagens kretslopp - växtnäring åter från stad til land. Konferens den 22-23/1 1996 i Uppsala. JTI-rapport kretslopp & avfall nr 8, 79-82.

Jönsson H, Burström A, Svensson J, 1998: Mätning på två urinsorterande avloppssystem. Institut för lantbruksteknik. SLU Rapport 228.

Olsson A; 1995: Källsorterad humanurin-förekomst och överlevnad av fekala mikroorganismer samt kemisk sammansättning. SLU rapport 208.

Kirchmann H. & Pettersson S, 1995: Human urine - chemical composition and fertilizers use efficiency. Fertilizer research 40: 149-154.

Kvarnmo Å, 1998: Human urine as a nitrogen fertilizer to cereals. Master of science thesis in agriculture. Swedish university of agriculture and science. Uppsala.

Lindén Börje, 1997: Humanurin som kvävegödselmedel tillfört i växande gröde vid ekologisk odling av höstvetete och havre. Rapport 1. Institution för jordbruksvetenskap Skara. SLU.

Lien Ole, 1999. Pers. med. NORVAR 2300 Hamar

Naturvårdsverket, 1996: Vad innehåller avlopp från hushåll? Naturvårdsverkets rapport 4425. Stockholm.

Nybrant T, Jönsson H, Frostell B, Sundqvist J, Thyselius L, Dalemo M, Mingarini K, Sonesson U, 1996: System analysis of organic waste - final report. Avfallsforskningsrådet, AFR-report. Stockholm

Sachrisson Jan 1999. Pers. med. Hellristningsmuseet i Tanum kommune i Sverige.

Sehested Ole (Prokon A/S) 1998: Nitrogenfjerning – forundersøkelser og forsøksdrift i perioden 1995-1997. Fredrikstad vann- avløp og renovasjonsselskap.

Smidtbauer Pia 1997: Västsverige i humanurintankar. Biologik nr 5 1997. s 12-13. Movium-sekretariatet ved Sveriges lantbruksuniversitet. Alnarp

Statistisk sentralbyrå 1998 A: Statistisk årbok 1998

Statistisk sentralbyrå 1998 B: Naturressurser og miljø 1998.

Rodhe Lena og Johansson Susanne, 1996. Urin - spridningsteknik, ammoniakavgång och växtnäringsutnyttjande. JTI rapport Landbruk & industri nr 217. Uppsala

Steineck S, Stintzing A, Rohde L, Elmquist H, Jacobsen C, 1998: Plant nutrients in human urine and food refuse. NJF seminar no. 292 november 1998 Jokioinen Finland.

Svensson L. 1994 A new dynamic chamber technique for measuring ammonia emissions from land-spread manure and fertilizers. Acta Agriculturae Scandinavia Section B 44(1)

Svensson P, 1993: Nordiska erfarenheter av källsorterande avlopssystem. Examensarbete LuTH: 117 E

Svensson Ulrika, 1997: Kretsloppsanpassade avlopssystem i befintlig bebyggelse. Rapport nr 4847. Naturvårdsverket förlag. Stockholm.

Vinnerås Bjørn, 1998. Urinsorterande avlopssystem - utseende och funktion. Biologik nr. 5/98 SLU.

Aall Carlo og Solheim Erik 1993. Miljøårboka 1993. Det Norske samlaget. Oslo