

# Kvävemineraliseringsförlopp och inverkan på skörd efter gödsling med fjäderfägödsel

*Net nitrogen mineralisation and yield effects after fertilisation with poultry manure*



Sofia Delin

**Precisionsodling**  
2008:4  
Skara

ISBN 978-91-85911-82-0 (tryck)  
ISBN 978-91-85911-83-7 (pdf)



## **Förord**

I denna rapport redovisas resultat från studier utförda vid Lanna försöksstation under perioden 2005-2007. Arbetet är planerat och sammanställt av Sofia Delin vid Institutionen för mark och miljö, SLU i Skara, och finansierat av SLF.

Syftet med arbetet var att ta fram bättre underlag för vilken kvävegödslings effekt man kan räkna med av fjäderfägödsel. Detta gjordes genom att studera hur fort kvävet i olika fjäderfägödsel mineraliserar efter spridning vid olika tidpunkter och hur stort kvävegödslingsvärdet är år 1 och 2 i förhållande till gödselns innehåll av totalkväve, ammoniumkväve respektive urinsyra och genom att undersöka vilken spridningstidpunkt som ger störst kväveeffekt till vårsäd.

Förutom SLF vill jag rikta ett tack till Rolf Tunared, Johan Fredriksson och övriga vid Lanna försöksstation som utfört försöken, de lantbrukare som tillhandahållit gödsel och Anna Nyberg för assistans vid grödprovtagning under min föräldraledighet. Jag vill tacka min referensgrupp bestående av Janne Linder (SJV), Lena Rodhe (JTI), Ingemar Gruvaeus och Karl Delin (Hushållningssällskapet Skaraborg) samt Holger Kirchmann och Börje Lindén (SLU) som alla varit behjälpliga med goda råd vid planering och under försökets gång. Jag vill också tacka Erik Ekre m.fl. vid Hushållningssällskapet i Halland och Kalmar för samarbete kring försöken med kycklinggödsel i animaliebältet. Resultaten från dessa försök redovisas inte i detalj i denna rapport, men har bidragit till bättre möjligheter till att dra slutsatser kring kycklinggödselns kväveeffekt.

Skara, den 4 november 2008

Författaren

## **Sammanfattning**

Effekten av totalkvävet i höns- respektive kycklinggödsel på kväveskörden i fältförsök med vårkorn på en lerjord i Västergötland 2005 och 2006 motsvarade effekten av en 30-40 % så stor kvävegiva med mineralgödsel vid gödsling på vårvintern eller vid sådd. Under det torrare året 2006 var effekten på kärnskörd lägre (20-30 %), speciellt vid spridning efter uppkomst. Trots olika sammansättning av ammonium, urinsyra och övrigt kväve blev effekten av totalkvävet likvärdig mellan de två gödseltyperna och motsvarade ungefär 75 % av innehållet av urinsyrakväve plus 50 % av mängden ammoniumkväve. I inkubationer såg man att mineralkväveinnehållet minskade från ca 75 till 60 % av totalkvävet i hönsgödseln, medan det ökade från 20 till 50 % i kycklinggödseln. Att effekten ändå bara motsvarade 30 till 40 % av totalkvävet kan ha berott på ammoniakavgång. Effekten på skörd i havre året efter spridning motsvarade en mineralgödselgiva på ca 5 % av tillfört totalkväve.

## **Summary**

The effect of total nitrogen in hen and chicken manure on nitrogen yield in field trials with spring barley on a clay soil in southwest Sweden in 2005 and 2006 corresponded to effects of a 30-40 % as large dose of mineral nitrogen at fertilisation in early spring or at sowing. During the drier year 2006 the effect on dry matter yield was lower (20-30 %), especially when manure was applied after crop emergence. Despite different composition of ammonium, uric acid and other nitrogen, the effect of the total nitrogen was equivalent between the two types of manure and corresponded to 75 % of the uric acid plus 50 % of the ammonium nitrogen. In incubations, the mineral nitrogen decreased from 75 to 60 % of total nitrogen applied in the hen manure, whereas it increased from 20 to 50 % in the chicken manure. The limited effect corresponding to only 30-40 % of total nitrogen could be due to ammonia volatilization. The effect on oats the year after application corresponded to a mineral fertiliser rate of about 5 % of the applied total nitrogen.

**Innehåll**

|  |    |
|--|----|
| Förord .....   | 1  |
| Sammanfattning.....  | 2  |
| Summary.....   | 2  |
| Innehåll .....   | 3  |
| Bakgrund .....   | 4  |
| Material och metoder.....                                      | 4  |
| Fältförsök.....  | 4  |
| Provtagningar .....  | 5  |
| Inkubation.....  | 5  |
| Resultat .....   | 6  |
| Väderlek .....   | 6  |
| Skördeeffekt .....   | 6  |
| Efterverkansseffekt .....                                      | 8  |
| Kvävemineralisering i inkubationen.....                        | 8  |
| Mineralkväve i marken och upptag i grödan.....                 | 9  |
| Diskussion .....   | 10 |
| Samband mellan kväveinnehåll och gödslingsseffekt.....         | 10 |
| Gödslingsseffekt jämfört med andra undersökningar .....        | 10 |
| Efterverkansseffekt .....                                      | 11 |
| Kvävemineralisering i marken jämfört med i inkubationerna..... | 11 |
| Kväveflöden .....  | 11 |
| Slutsatser.....  | 12 |
| Referenser .....   | 13 |

## Bakgrund

Den kunskap om effektiv gödselhantering som tidigare tagits fram för svenska förhållanden gäller främst gödsel från nötkreatur och svin. Gödsel från fjäderfä har betydligt högre koncentration av växtnäring och andra kemiska och fysikaliska egenskaper. Detta gör att man inte kan använda sig av kunskap om gödsel från nöt och svin vid hantering och spridning av fjäderfägödsel. Syftet med denna undersökning var att kartlägga när kvävet i gödseln blir växttillgängligt efter spridning vid odling av vårsäd och att undersöka växtnäringseffekterna av fjäderfägödseln i fält för att därmed skapa bättre underlag för lantbrukare och rådgivare vid gödslingsplanering. Målet var att få ett mått på kvävegödslingseffekten av höns gödsel och kyckling gödsel efter olika spridningstidpunkter jämfört med mineralgödsel, att undersöka kväveefterverkan året efter spridningen och att kartlägga kvävemineraliseringsförloppet under växtodlingssäsongen efter spridning.

## Material och metoder

### Fältförsök

Två fältförsök placerades på lerjord med ca 45 % lerhalt och ca 2 % mullhalt på Lanna försöksstation i Västergötland under 2005 respektive 2006. I dessa jämfördes växtnäringseffekten i vårkorn för olika typer av fjäderfägödsel (tabell 1) efter olika spridningstidpunkter med effekten av stigande mängder av handelsgödselkväve. Året därpå undersöktes efterverkan i havre. Försöken var randomiserade blockförsök med fyra upprepningar. Gödseln spreds för hand med spade.

Tabell 1. Kväveinnehåll och torrsubstanshalt i gödsel använd i försöken på Lanna

|                    | Kycklinggödsel |      | Värphöns gödsel |      |              |
|--------------------|----------------|------|-----------------|------|--------------|
|                    | 2005           | 2006 | 2005            | 2006 |              |
| Ts                 | 62             | 53   | 24              | 26,5 | %            |
| Total-N            | 34             | 32   | 15              | 14   | kg/ton       |
| NH <sub>4</sub> -N | 17             | 25   | 67              | 79   | % av total-N |
| Urinsyra-N*        | 41             | 34   | 3               | 1    | % av total-N |

\*Urinsyra bestämdes enligt Eiteman m.fl. (1994) med HPLC efter extraktion med 0,05 M NaOH

Spridningstidpunkterna som jämfördes 2005 var dels på vårvintern (9 mars) och dels på våren i samband med sådd (20 april) (tabell 2). Nedbrukning skedde i alla led först efter vårgödslingen i samband med sådd. Avsikten var att använda samma försöksplan 2006, men vårvinterspridning blev dock inte möjlig, utan istället jämfördes spridning i vårbruket (5 maj) med spridning efter uppkomst (29 maj). Då höns gödseln var för kletig för att sprida i växande gröda, spreds endast kyckling gödsel efter uppkomst och istället lades ett led till för att jämföra effekten av nedbrukat med icke nedbrukat kyckling gödsel i vårbruket (tabell 3). Detta för att kunna särskilja effekt av tidpunkt och effekt av nedbrukning när de båda spridningstidpunkterna jämförs. En startgiva på 30 kg N/ha lades vid sådd i alla ställgödselade led detta år, då en spridning i växande gröda utan startgiva inte kan rekommenderas. Året efter respektive försök studerades kväveefterverkan i havre som gödselades med en sparsam kvävegiva på 30 kg N/ha.

Tabell 2. Försöksplan avseende gödsling 2005 på Lanna

| Behandling | År 1, korn                                      | År 2, havre |
|------------|---|-------------|
| A          | Kontroll, 0 kg N/ha                             | 30 kg N/ha  |
| B          | Höns gödsel, 120 kg tot-N/ha, vårvinter         | 30 kg N/ha  |
| C          | Höns gödsel, 120 kg tot-N/ha, vår               | 30 kg N/ha  |
| D          | Kyckling gödsel, 120 kg tot-N/ha, vårvinter     | 30 kg N/ha  |
| E          | Kyckling gödsel, 120 kg tot-N/ha, vår           | 30 kg N/ha  |
| F          | Handels gödsel, Ammoniumnitrat 40 kg N/ha, vår  | 30 kg N/ha  |
| G          | Handels gödsel, Ammoniumnitrat 80 kg N/ha, vår  | 30 kg N/ha  |
| H          | Handels gödsel, Ammoniumnitrat 120 kg N/ha, vår | 30 kg N/ha  |
| I          | Handels gödsel, Nitrat 80 kg N/ha, vår          | 30 kg N/ha  |

Tabell 3. Försöksplan avseende gödsling 2006 på Lanna

| Led | År 1, korn   | År 2, havre |
|-----|--|-------------|
| A   | 0 kg N/ha  | 30 kg N/ha  |
| B   | 30 kg N/ha N27+ Höns gödsel 120 kg tot-N/ha, vår, nedbrukning          | 30 kg N/ha  |
| C   | 30 kg N/ha N27+ Kyckling gödsel 120 kg tot-N/ha, vår, nedbrukning      | 30 kg N/ha  |
| D   | 30 kg N/ha N27+ Kyckling gödsel 120 kg tot-N/ha, vår, ej nedbrukning   | 30 kg N/ha  |
| E   | 30 kg N/ha N27+ Kyckling gödsel 120 kg tot-N/ha, DC 21, ej nedbrukning | 30 kg N/ha  |
| F   | Handels gödsel, Ammoniumnitrat 30 kg N/ha, vår                         | 30 kg N/ha  |
| G   | Handels gödsel, Ammoniumnitrat 80 kg N/ha, vår                         | 30 kg N/ha  |
| H   | Handels gödsel, Ammoniumnitrat 120 kg N/ha, vår                        | 30 kg N/ha  |
| I   | Handels gödsel, Nitrat 80 kg N/ha, vår                                 | 30 kg N/ha  |

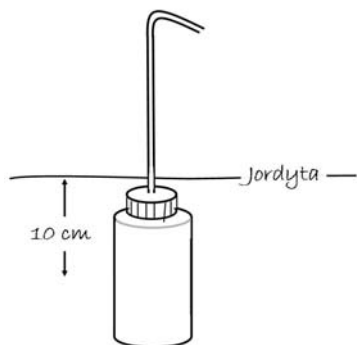
## Provtagningar

För att jämföra behandlingarnas inverkan på kväveupptaget togs grödprov ut genom att klippa 0,75 m<sup>2</sup> i varje ruta i led A-E strax före axgång, varpå grödproven analyserades på kväveinnehåll. För att jämföra hur väl inkubationerna avspeglar mineralkvävemängderna i fältförsöket och hur mycket kväve som kan tänkas ha avgått som ammoniak i samband med spridning, togs matjordprover ut ca tre veckor efter sista gödslingen. Vid jordprovtagningen 2005 gjordes detta innan grödan hunnit ta upp kväve (11 maj), medan det 2006 blev senare (22 juni) p.g.a. den senare gödslingen. För att kunna ta hänsyn till olika växtupptag vid jordprovtagningen 2006, samordnades jordprovtagning och grödprovtagning till samma dag detta år.

## Inkubation

Inkubation av gödsel inblandad i jord utfördes för att undersöka hur snabbt mineraliseringen sker från de olika gödselmedlen i marken under naturliga temperaturförhållanden efter olika spridningstidpunkter. Jord från försöksfälten användes med en vattenhållande förmåga (WHC) på ca 50 % av jordens torrsvikt. Vatten halten justerades till 45 % av WHC, som var den högsta vattenhalten där man fortfarande kunde bibehålla en god struktur vid prepareringen av inkubationsflaskorna. Plastflaskor innehållande jord och gödsel placerades i matjorden (figur 1) i anslutning till fältförsöken på Lanna vid tidpunkterna i för spridning av gödseln. Flaskorna var försedda med böjda rör som stack upp ut marken för att tillåta luft men hindra regnvatten att passera in. Syftet med denna teknik är att hålla ammonium- och nitratkvävet kvar i det studerade systemet. Flaskor

togs ut vid ett antal tidpunkter under säsongen och analyserades med avseende på ammonium och nitrat. Härigenom studerades förändringarna med tiden.

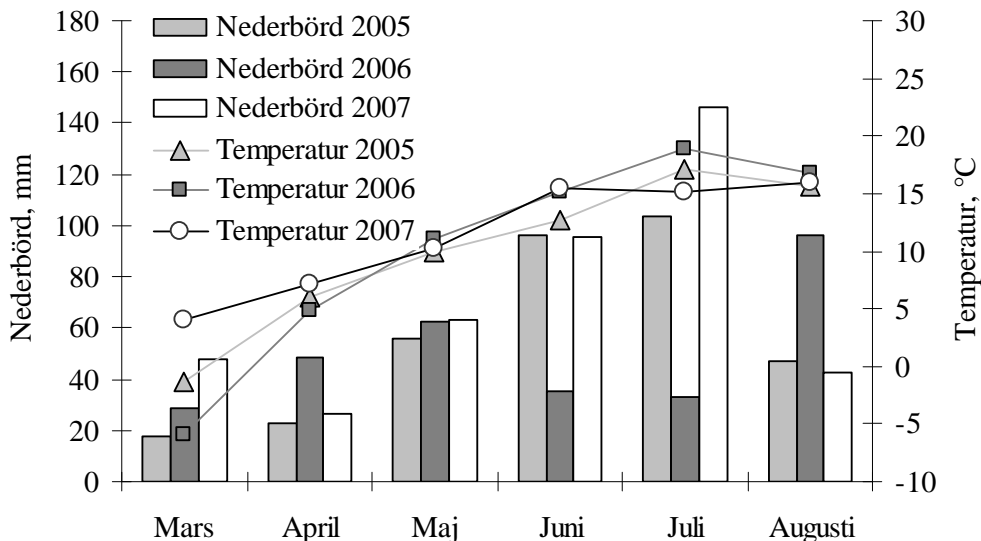


Figur 1. Flaska innehållande jord och gödsel placerad i matjorden för att åstadkomma naturliga temperaturförhållanden.

## Resultat

### Väderlek

Väderleken 2005 och 2007 var ganska likvärdiga förutom att juli 2007 var lite svalare och regnigare än normalt. År 2006 utmärkte sig däremot med en ovanligt torr och varm sommar med liten nederbörd i juni och juli.



Figur 2. Medeltemperatur och månadsnederbörd för mars-augusti under försöksperioden.

### Skördeeffekt

När effekten på skörd eller kväveskörd var som bäst motsvarade 120 kg totalkväve i fjäderfågödseln ca 50 kg handelsgödselkväve, alltså en effekt som motsvarar en ca 40 % så stor giva med mineralgödselkväve (tabell 4). Detta var i ledet med kycklinggödsel som tillförts vid vårsådd 2005. Motsvarande mineralgödselvärde i övriga stallgödselled låg runt 30 % av totalkvävet år 2005 (tabell 4), som vädermässigt kan anses vara ett ganska normalt växtodlingsår.



Tabell 4. Skörd, kväveskörd, gödselns ersättningsvärde jämfört med mineralgödsel samt efterverkan av de olika stallgödselleden år 2005.

| Led                            | Skörd<br>kg/ha | Kväve-<br>skörd<br>kg/ha | Mineral-<br>gödselvärd*<br>(på skörd) | Mineralgöd-<br>selvärd*<br>(på N-skörd) | Kväveskörd<br>år 2<br>kg/ha |
|--------------------------------|----------------|--------------------------|---------------------------------------|---|-----------------------------|
| A Kontroll<br>(0 kg N/ha)      | 2355           | 29                       |                                       |   | 74                          |
| B Höns gödsel<br>vårvinter     | 4254           | 50                       | 33                                    | 28                                      | 75                          |
| C Höns gödsel<br>vårsådd       | 4423           | 54                       | 34                                    | 33                                      | 77                          |
| D Kyckling gödsel<br>vårvinter | 4274           | 52                       | 33                                    | 30                                      | 77                          |
| E Kyckling gödsel<br>vårsådd   | 4837           | 60                       | 42                                    | 43                                      | 77                          |
| LSD                            | 414            | 6                        |                                       |   | 4                           |

\* med mineralgödselvärd menas hur stor andel (%) av totalkvävet i den tillförda stallgödseln som motsvarar den kvävemängd med mineralgödsel som krävs för att åstadkomma samma skörd eller kväveskörd.

Tabell 5. Skörd, kväveskörd, gödselns ersättningsvärde jämfört med mineralgödsel samt efterverkan av de olika stallgödselleden år 2006.

| Led  | Skörd<br>kg/ha | Kväve-<br>skörd<br>kg/ha | Mineral-<br>gödselvärd*<br>(på skörd) | Mineral-<br>gödselvärd*<br>(på N-skörd) | Kväveskörd<br>år 2<br>kg/ha |
|--|----------------|--------------------------|---------------------------------------|---|-----------------------------|
| A Kontroll<br>(0 kg N/ha)                              | 3658           | 58                       |                                       |   | 61                          |
| F Kontroll<br>(30 kg N)                                | 4264           | 67                       |                                       |   | 65                          |
| B Höns gödsel vår,<br>nedbrukning                      | 4628           | 80                       | 16 %                                  | 29 %                                    | 70                          |
| C Kyckling gödsel<br>vår, nedbrukning                  | 4690           | 80                       | 19 %                                  | 29 %                                    | 72                          |
| D Kyckling gödsel<br>vår,<br>ej nedbrukning            | 5002           | 84                       | 35 %                                  | 38 %                                    | 70                          |
| E Kyckling gödsel<br>efter uppkomst,<br>ej nedbrukning | 4306           | 75                       | 2 %                                   | 18 %                                    | 76                          |
| LSD  | 455            | 7                        |                                       |   | 7                           |

\* med mineralgödselvärd menas hur stor andel (%) av totalkvävet i den tillförda stallgödseln som motsvarar den kvävemängd med mineralgödsel som krävs för att åstadkomma samma skörd eller kväveskörd.

Året 2006 hade sent vårbruk och torr försommar (figur 2) och var därför ogynnsamt. Då blev effekten på skörd av totalkvävet i fjäderfågödseln i medeltal likvärdig med en 23 % så stor mineralgödselgiva, om man bortser från spridningen i växande gröda som följdes av veckor utan regn och därmed inte gav någon effekt alls på skörd (tabell 5). På grund av höga proteinhalter blev effekten på kväveskörd bättre (tabell 5), med siffror i samma storleksordning som 2005 (tabell 4). Effekten blev inte sämre av att gödseln inte brukats

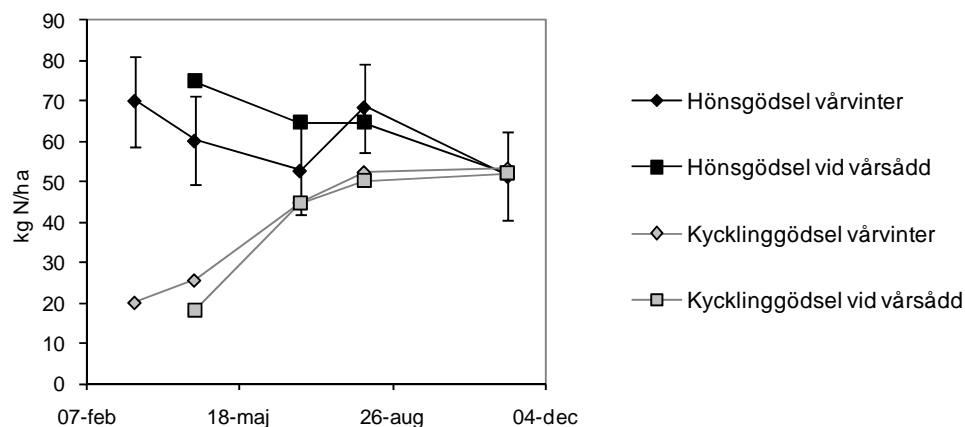
ner vid spridning vid vårsådd (tabell 5). Ledet utan nedbrukning gav snarare bättre skördeeffekt, dock inte med någon statistiskt signifikans.

### Efterverkansseffekt

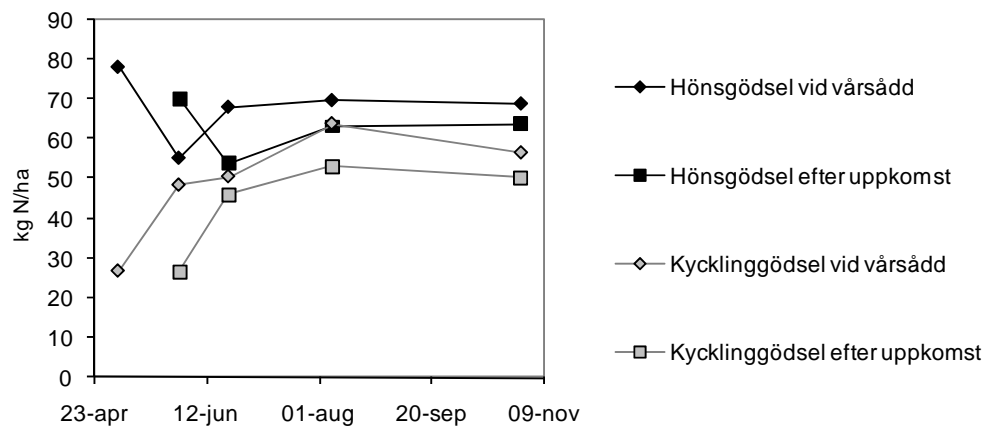
Kväveskörden året efter gödsling (tabell 4 och 5) blev i medeltal 3 respektive 7 kg N/ha mer i stallgödslade led än i leden som gödslats med 40 kg N/ha år 2005 respektive 2006. Om man räknar med att ett kg kväveskörd motsvarar 2 kg gödsling (viket var fallet mineralkvävestegarna i kornförsöken i detta projekt) innebär det att gödslingsbehovet år 2 efter stallgödslade minskar med ca 6-14 kg eller 5-12 % av det totalkväve man tillfört år 1.

### Kvävemineralisering i inkubationen

Resultaten från inkubationerna visar på en nettoimmobilisering av kväve efter spridning av höns gödseln och en nettomineralisering från kyckling gödseln (figur 3 och 4). Leden med höns gödsel hade ett något större mineralkväveinnehåll än leden med kyckling gödsel under den period då grödan tar upp kväve under både 2005 (figur 3) och 2006 (figur 4).



Figur 3. Mineralkväve i inkubationsflaskorna 2005

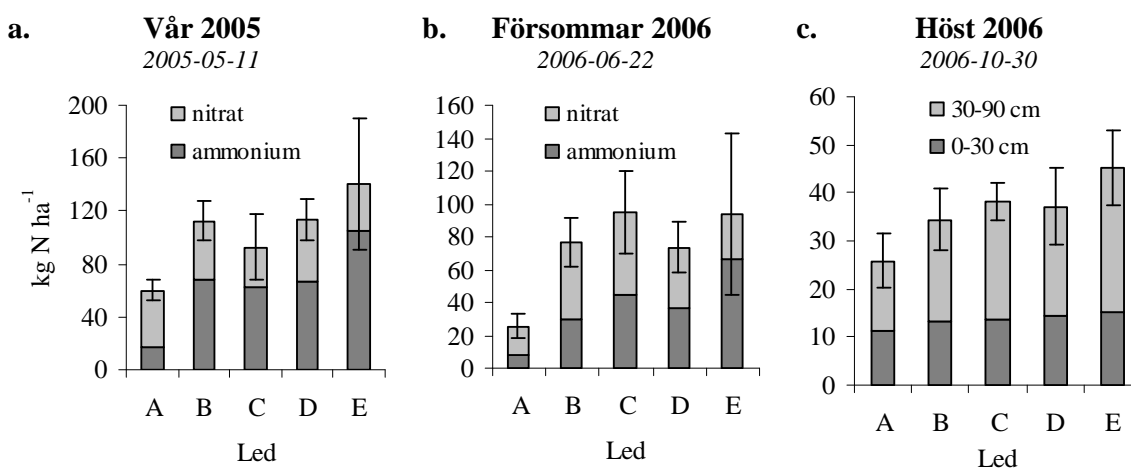


Figur 4. Mineralkväve i inkubationsflaskorna 2006

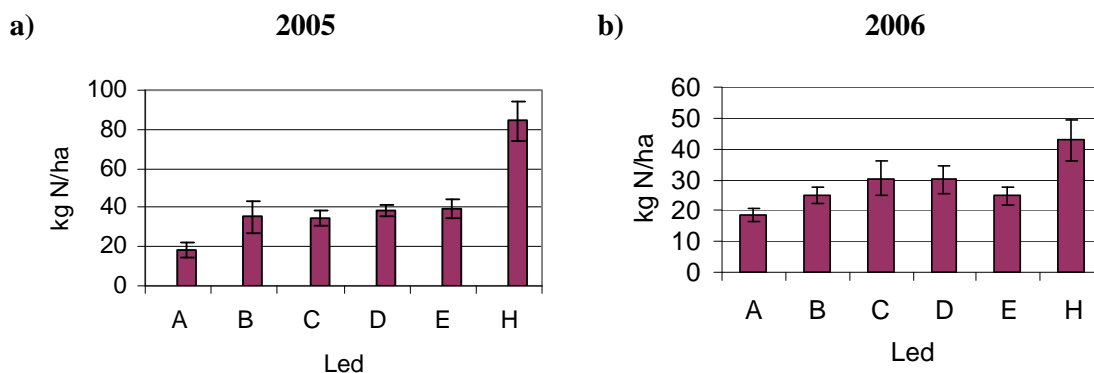
## Mineralkväve i marken och upptag i grödan

Mineralkvävemängden i marken några veckor efter vårsådd innan grödan hunnit ta upp någon betydande mängd kväve, hade stallgödslade led i medeltal ca 55 kg mer N per ha än ogödslade led 2005 (figur 5a). Skillnaderna mellan stallgödslade led var inte signifikanta, men led E som tenderade ha högst mineralkvävemängd i marken (figur 5a), var också det led som gav bäst skörd (tabell 4). Skördeeffekten motsvarade ju dock inte 55 kg handelsgödselkväve i medeltal, utan 40-50 kg mineralgödselkväve (33-40 % av 120 kg totalkväve). Jämför vi mineralkvävemängden i marken i odlingsförsöket med hur mycket som mineraliserats i inkubationerna den 11 maj 2005 (figur 3), är mineralkvävenivåerna högre i inkubationerna i höns gödselleden, men lägre i kyckling gödselleden och det går inte att se någon samstämmighet mellan vilka led som har högt mineralkvävemängder i inkubationerna jämfört med i odlingsförsöket. Däremot blir mineralkvävemängden i medel ca 55 kg för båda gödselslagen lite senare under inkubationen. Uppmätt kväveupptaget i grödan i stallgödslade led i juni 2005 var 15-20 kg mer än i ogödslat utan några signifikanta skillnader mellan olika stallgödselled (figur 6). Detta är ca 30 % jämfört med det merupptag av kväve mot ogödslat som uppmättes i led H, som fått 120 kg N/ha med mineralgödsel.

Uppmätt kväveupptag i grödan i stallgödslade led i juni 2006 var i medeltal endast 10 kg mer än i ogödslat led, trots startgivan på 30 kg N per ha. Nivåerna var lägre i led B med höns gödsel och E med kyckling gödselspridning efter uppkomst än i C och D med kyckling gödsel vid vårsådd (figur 6). Merupptaget mot ogödslat i de stallgödslade leden var därmed ca 40 % jämfört med led H som fått 120 kg N/ha med mineralgödsel. Då gödslingen 2006 skedde senare utfördes jordprovtagningen efter uppkomst och kombinerades därför med grödprovtagning. Med hänsyn till att grödan i de stallgödslade leden gödslats med 30 kg N/ha skulle man förvänta sig att grödans högre N-innehåll i det stallgödslade leden på ca 10 kg N ha<sup>-1</sup> (figur 6) plus det högre N-innehållet i marken på ca 60 kg N ha<sup>-1</sup> minus handelsgödselkvävet på 30 kg N/ha, alltså totalt 40 kg N/ha, skulle motsvara mineralkväve i inkubationerna den 22 juni 2006, som dock ligger runt 50-60 kg N (figur 3). Mineralkvävemängderna i markprofilen på hösten 2006 (figur 6) var högre i stallgödslade led än i ogödslat, och särskilt höga i led E som gödslats efter uppkomst och där ingen effekt av stallgödseln kunde ses på kornskörden (tabell 5).



Figur 5. Mineralkväve i matjorden (0-30 cm) några veckor efter gödsling 2005 (a) och 2006 (b) samt i hela profilen (0-90 cm) efter skörd 2006 (c). För ledbeteckningar se tabell 2 och 3.



Figur 6. Kväveupptag i gröda 27 juni 2005 (a) och 22 juni 2006 (b). För ledbeteckningar se tabell 2 och 3.

## Diskussion

### Samband mellan kväveinnehåll och gödslingseffekt

Fåglar utsöndrar träck och urin i en gemensam fraktion. Urinen utsöndras som urinsyra som är en relativt lättnedbrytbar organisk kväveförening. Detta särskiljer fjäderfågödseln från övriga stallgödselslag. I färsk gödsel från höns är ca 60 % av det organiska kvävet i form av urinsyra (Kirchmann, 1991). I lagrad gödsel kan urinsyran mycket väl ha omvandlats till andra former av kväve (Kirchmann och Witter, 1992). Hur stor del av kvävet som mineraliseras från fjäderfågödsel beror på hur mycket som redan mineraliserat vid spridning. Därför är ammoniumkväve inget bra mått på gödselns växtnäringvärde. Bättre borde vara att gå efter totalkväveinnehållet och anta att en viss procent är växttillgänglig, vilket ju också visat sig i resultaten i denna undersökning. Ett annat alternativ är att låta analysera urinsyran och lägga samman urinsyra och ammoniumkväve för att få ett mått på växttillgängligt kväve, vilket haft ett bra samband med mineralgödselvärdet i en engelsk undersökning (Nicholson m.fl., 2003). I den här undersökningen däremot överensstämmer inte denna summa lika bra med hur mycket som gett gödslingseffekt i växtodlingsförsöket. Effekten motsvarade ungefär 75 % av innehållet av urinsyrakväve plus 50 % av mängden ammoniumkväve. Man skulle kunna anta att kvävet i urinsyran i stort sett är vad som mineraliseras, men att det dessutom sker en immobilisering som gör att nettomineraliseringen blir lägre än summan av urinsyran och ammoniumkvävet. Dessutom sker det sedan ammoniakförluster efter spridning. Hade immobiliseringen och ammoniakförlusterna varit lika stora för båda gödselslagen borde summan av urinsyrakvävet och ammoniumkvävet ha stått i proportion till gödslingseffekten. Antagligen har ammoniakförlusterna varit något högre från hönsgödseln som innehållit mycket ammonium från början och därmed haft mer som kan ha avgått som ammoniak innan gödseln brukats ned.

### Gödslingseffekt jämfört med andra undersökningar

Effekten av fjäderfågödseln på skörd och efterverkan stämmer överens med de försök som gjorts 2006 och 2007 i Animaliebältet (Delin, 2007; Delin, 2008). Effekten på Lanna 2005 blev ungefär densamma som i ett försök i Halland 2007, som båda kan anses vara normala växtodlingsår. Skörderesultaten från Lanna under det ogynnsamma växtodlingsåret 2006 stämde väl överens med resultaten från 2006 på Halland och Öland.

Höns- eller kycklinggödsel har även i andra länder gett skördeeffekter i stråsåd motsvarande mineralgödselgivar på 30-40 % av tillförd totalkväve (Petersen and Kjellerup, 1996; Nicholson m. fl., 2003), vilket också avspeglas i gödslingsrekommendationer i bl.a. USA (Clark and Mullins, 2004). I några danska försök med nedplöjning av gödseln (Pedersen, 2007) eller ordentlig omblandning av gödseln i jorden för hand (Thomsen, 2004) har skördeeffekten visat sig kunna vara så stor att den motsvarar en 70-80% så stor mineralgödselgiva som höns- eller kycklinggödseln totalkväveinnehåll. Detta motsvarar ungefär nivåerna på nettomineralisering i inkubationsförsök och antyder därmed att mineraliseringspotentialen kan vara fullt utnyttbar i växtproduktion. Att växtutnyttjandet i de flesta fall är mindre, beror sannolikt på att man har svårt att undvika ammoniakförluster utan en mycket snabb nedbrukning av gödseln omedelbart vid spridning. Rodhe m.fl. (2000) fann att 20 % av ammoniumkvävet i lagrad kycklinggödsel avgick som ammoniak inom fyra timmar efter spridning och att ytterligare 20 % avgick därefter om man inte brukade ner gödseln. Nedbrukningen bör alltså vara mycket snabb för att inte väsentliga mängder ska hinna gå förlorat som ammoniak. Effekten bör också kunna skilja mellan jordarter, då exempelvis fixering av ammonium till lermineral kan minska växttillgängligheten på lerjordar (Scherer och Mengel, 1986).

### Efterverkansseffekt

Efterverkansseffekten motsvarade 5-12 % av det totalkväve man tillfört år 1. Efterverkan efter försöken i Halland och på Öland beräknat på liknande sätt varierade mellan 0 och 10 %, och medeltal mellan alla försöken var efterverkan på drygt 5 %. Man bör beakta att de högsta värdena på efterverkan både på Lanna och på övriga platser kom efter gödningen år 2006, och därmed troligtvis berodde på ett dåligt utnyttjande under år 1. Vid god effekt år 1 kanske efterverkan snarare ligger mellan 0-5 %, medan det efter ett sämre utnyttjande ligger runt 10 %. Resultaten stämmer överens med resultat från England, där efterverkan varierade mellan 0-12% (Nicholson m.fl., 2003).

### Kvävemineralisering i marken jämfört med i inkubationerna

Mineraliseringshastigheten verkar inte ha varit lika hög i inkubationerna som i marken, då mineralkvävenivåerna i kycklinggödselleden var högre i odlingsförsöket än i inkubationerna den 11 maj (figur 3 och 5a). Nettomineraliseringen verkar alltså ha gått snabbare utanför flaskorna än i flaskorna. En viktig skillnad förutom vattenhalt och luftväxling som bör ha varit tillfredställande i flaskorna, var att gödselkoncentrationen i flaskorna det första året var hög, högre än i odlingsförsöket och i inkubationerna det andra året. Skillnaden i mineraliseringshastighet mellan åren (om man jämför spridning vid sådd) är dock inte så stor och mineralkvävemängden når liknande nivåer båda åren. Annars hade man kunnat misstänka att det skapats anaeroba förhållanden med denitrifikation som följd p.g.a. omsättningen av det större organiska materialet under 2005 som krävt mer syre. Det skulle istället kunna bero på att omblandningen av och därmed kontaktytan mellan gödsel och jord är större, vilket kan ha bidragit till större immobilisering och ammoniumfixering till lermineralen.

### Kväveflöden

För att kvävet ska vara växttillgängligt måste det vara i mineralform, d.v.s. i form av ammonium eller nitrat. En del av kvävet som tillförs med stallgödsel är i form av ammonium från början. Efter spridning tillkommer en del mineralkväve genom mineralisering av organiskt kväve, medan en del av mineralkvävet istället blir otillgängligt för grödan genom bl.a. immobilisering till organiskt kväve och ammoniakavgång till atmosfären. I tabell 6 har dessa flöden av mineralkväve uppskattats från resultaten i den här undersök-

ningen. Mineralkvävmängden från start är känd från gödselanalysen. Den mängd som mineraliseras på kort sikt från fjäderfägödsel kan antas motsvara urinsyrainnehållet i gödseln plus en mindre del av övrigt organiskt kväve. Skillnaden mellan mineralisering och immobilisering brukar kallas nettomineralisering. Om vi uppskattar mineraliseringen från urinsyrainnehållet kan vi således också uppskatta immobiliseringen från mineraliseringen minus den uppmätta nettomineraliseringen i inkubationen. Hur mycket som förmodligen avgått som ammoniak borde vi kunna uppskatta från skillnaden mellan hur mycket mineralkväve som fanns i fält jämfört med i inkubationerna. Tyvärr, fungerar detta inte år 2005, då nettomineraliseringen verkar ha gått långsammare i inkubationen än i odlingsförsöket. Men för år 2006 blir den 20 % av tillförd totalkväve för höns gödseln och 10 % av tillförd totalkväve för kyckling gödseln med detta sättet att räkna. Kvar blir det som bör ha samma effekt som mineralgödsel, dvs 40 % av totalkvävet i båda gödselagen (tabell 6) som ju stämmer bra med resultaten i odlingsförsöket (tabell 4 och 5). Mineralgödselvärdet innefattar förutom växttillgängligt kväve också faktorer som ammoniumfixering och kväveutlakning som är okända i denna undersökning och därmed inte kan kvantifieras.

Tabell 6. Mineralkväveflöden (i procent av totalkväveinnehållet i stallgödseln) baserade på gödselns innehåll av ammonium och urinsyra, nettomineralisering i inkubationen och gödslingseffekt i odlingsförsöket.

|                          | Kycklinggödsel | Höns gödsel |
|--------------------------|----------------|-------------|
| Mineralkväve från början | +20            | +73         |
| Mineraliserat kväve      | +37            | +2          |
| Immobiliserat kväve      | -7             | -15         |
| Ammoniakavgång           | -10            | -20         |
| Mineralgödselvärde       | =40            | =40         |

### Slutsatser

Effekten av totalkvävet i höns- respektive kyckling gödsel på kväveskörden i vårkorn motsvarade effekten av en 30-40 % så stor kvävegiva med mineralgödsel vid gödsling på vårvintern och vid vårsådd. Under det torrare året 2006 var effekten på kärnskörd lägre (20-30 %), speciellt vid spridning efter uppkomst. Trots olika sammansättning av ammonium, urinsyra och övrigt kväve blev effekten av totalkvävet likvärdig mellan de två gödseltyperna och motsvarade ungefär 75 % av innehållet av urinsyrakväve plus 50 % av mängden ammoniumkväve. I inkubationer såg man att mineralkväveinnehållet minskade från ca 75 till 60 % av totalkvävet i höns gödseln, medan det ökade från 20 till 50 % av totalkvävet i kyckling gödseln. Den större mängden mineralkväve i inkubationerna jämfört med växtnäringseffekten i odlingsförsöket antyder att ca 25 respektive 15 % av tillförd totalkväve förmodligen avgått som ammoniak eller på annat sätt blivit otillgängligt för grödan från höns- respektive kyckling gödseln. Inga entydiga slutsatser kan dras kring vilken spridningstidpunkt som var bäst. Det verkar dock som att både spridning på vårvintern och i vårbruket är tidigt nog för kvävet ska bli växttillgängligt för en vårsädesgröda. Däremot verkar spridning efter uppkomst vara i senaste laget. Skillnader i effektivitet mellan vårvinterspridning har nog mer att göra med skillnader i mark- och väderförhållanden vid spridningstillfället som påverkar ammoniakavdunstning och markstruktur. Nedbrukning av gödseln förbättrade inte alltid växtnäringseffekten. Effekten på skörd i havre året efter spridning motsvarade en mineralgödselgiva på ca 5 % av tillförd totalkväve.

## Referenser

- Clark, A.R. and Mullins, G.L. 2004. An investigation of poultry litter as a nitrogen source for wheat. *Crop Management*, January, 1-6.
- Delin, S. 2007. Kycklinggödsel till vårkorn. Försöksrapport Animaliebältet, Växtodlingsförsök 2006, s.81.
- Delin, S. 2008. Kycklinggödsel till vårkorn. Försöksrapport Animaliebältet, Växtodlingsförsök 2007, s. 83-84.
- Eiteman, M. A. Gordillo, R. M. and Cabrera, M. L. 1994. Analysis of oxonic acid, uric acid, creatine, allantoin, xanthine and hypoxanthine in poultry litter by reverse phase HPLC. *Fresenius J. Anal Chem* 348, 680-683.
- Kirchmann, H. and Witter, E. 1992. Composition of fresh, aerobic and anaerobic farm animal dungs. *Bioresource technology* 40, 137-142.
- Kirchmann, H. 1990. Nitrogen interactions and crop uptake from fresh and composted <sup>15</sup>N-labelled poultry manure. *Journal of Soil Science* 41, 379-385.
- Marlgeryd, M, Richert Stintzing, A. Åkerhielm, H. och Elmquist, H. 2002. Höns gödsel till vårsäd – växtnäringseffekt och efterverkan. JTI-rapport Lantbruk & Industri 292, Uppsala.
- Nicholson, F.A., Chambers, B.J. and Dampney, P.M.R. 2003. Nitrogen value of poultry litter applications to root crops and following cereal crops. *Journal of Agricultural Science* 140, 53-64.
- Pedersen, J.B. 2007. Overikt over Landsforsøgene. Forsøg og undersøgelser i de landøkonomiske foreninger. Dansk Lanbruksrådgivning, Landcentret Palnteproduktion. 414 pp.
- Petersen, J. och Kjellerup, V. 1996. Fjerkrægødning – produktion, næringsstofindhold og gødningsvirkning. *Grøn Viden* 174. 8 pp.
- Rodhe, L., Richert Stintzing, A., Salomon, E. och Karlsson, S. 2000. Kycklinggödsel till sallat och vitkål, ammoniakförsluster och växtnäringsutnyttjande. JTI-rapport Lantbruk & Industri 269, 65 s.
- Scherer, H.W. and Mengel, K. 1986. Importance of soil type on the release of nonexchangeable  $\text{NH}_4^+$  and availability of fertilizer  $\text{NH}_4^+$  and fertilizer  $\text{NO}_3^-$ . *Fertilizer research* 8, 249-258.
- Thomsen, I.K. 2004. Nitrogen use efficiency of <sup>15</sup>N-labeled poultry manure. *Soil Science Society of America Journal* 68, 538-544.

Titlar utgivna i serien Precisionsodling:

- 2008:1. Sofia Delin och Lena Engström, Kvävemineringsförlopp efter gödsling med organiska gödselmedel vid olika tidpunkter.
- 2008:2. Börje Lindén, Flytgödselspridning på hösten: möjligheter att minska kväveutlakningsriskerna genom olika åtgärder i växtodlingen - Litteraturoversikt: kunskapsläge och kunskapsluckor.
- 2008:3. Emma Eriksson, Markkartering anpassad för precisionsodling.
- 2008:4. Sofia Delin, Kvävemineringsförlopp och inverkan på skörd efter gödsling med fjäderfägödsel



## **Institutionen för mark och miljö, SLU, Skara,**

**Precisionsodling och pedometri** bedriver forskning med precision i odlingen som mål. Detta forskningsarbete tar sikte på att utveckla metoder för bättre utnyttjande av markens resurser samt styrning av processer som inverkar på grödornas tillväxt, framför allt genom bättre växtnäringshushållning, bl.a. platsspecifikt för tillämpning inom precisionsjordbruket.

Forskning bedrivs främst i fältstudier och fältförsök. Huvudsyftet med denna forskning är att förstärka den ekonomiska uthålligheten i svenskt lantbruk genom att förbättra grödornas avkastning och jordbruksprodukternas kvalitet och samtidigt utnyttja våra naturliga tillgångar på ett miljövänligt och resursbevarande sätt. Forskning, utbildning och information präglas av helhetssyn och sker i nära samarbete med näringsliv, myndigheter och rådgivning.



### **Sveriges lantbruksuniversitet**

Institutionen för mark och miljö  
Precisionsodling och pedometri  
Box 234, 532 23 SKARA  
Internet: <http://po-mv.slu.se>