

Kvävemineraliseringsförlopp och inverkan på skörd efter gödsling med fjäderfågödsel

Sofia Delin

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 fjäderfågödsel. Syftet med denna undersökning var att kartlägga när kvävet i gödseln blir växttillgängligt efter spridning vid odling av vårsäd och att undersöka växtnäringseffekterna av fjäderfågödseln i fält för att därmed skapa bättre underlag för lantbrukare och rådgivare vid gödslingsplanering. Målet var att få ett mått på kvävegödslingseffekten av hönsgödsel och kycklinggödsel 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 värkorn för olika typer av fjäderfågödsel (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 | | Värphönsgödsel | | |
|--------------------|----------------|------|----------------|------|--------------|
| | 2005 | 2006 | 2005 | 2006 | |
| Ts | 62 | 53 | 24 | 26,5 | % |
| Total-N | 34 | 32 | 15 | 14 | kg/ton |
| NH ₄ -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 hönsgödseln var för kletig för att sprida i växande gröda, spreds endast kycklinggödsel efter uppkomst och istället lades ett led till för att jämföra effekten av nedbrukad med icke nedbrukad kycklinggödsel 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 stallgödselade led detta år, då en spridning i växande gröda utan startgiva inte kan rekommenderas. Året

efter respektive försök studerades kväveeffterverkan i havre som gödslades 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 |

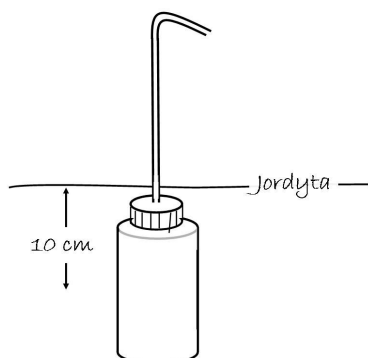
Provtagningar

För att jämföra behandlingarnas inverkan på kväveupptaget togs grödprov ut genom att klippa 0,75 m² 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.

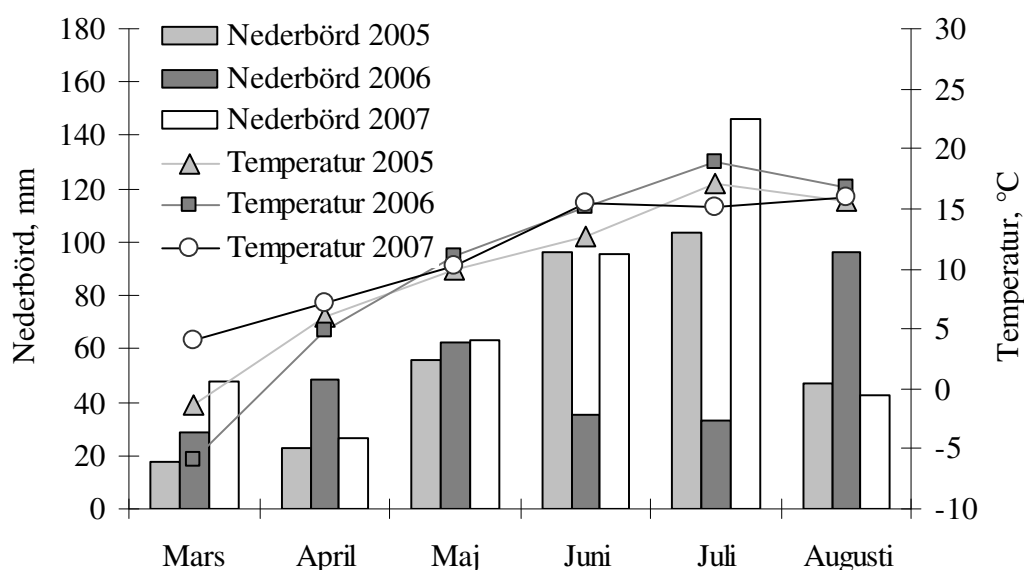


Figur 1. Flaska innehållande jord och gödsel placerad i matjorden för att åstadkomma naturliga temperaturförhållanden.

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 fjäderfä gödseln 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 vårsädd 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 kg/ha | Kväveskörd kg/ha | Mineralgödsel- värde* (på skörd) | Mineralgödsel- värde* (på N-skörd) | Efterverkan** |
|--------------------------------|----------------|---------------------|--|--|---------------|
| A Kontroll (0 kg N/ha) | 2355 | 29 | | | |
| B Höns gödsel vårvinter | 4254 | 50 | 33 | 28 | 1,7 % |
| C Höns gödsel vårsådd | 4423 | 54 | 34 | 33 | 3,1 % |
| D Kyckling gödsel vårvinter | 4274 | 52 | 33 | 30 | 3,3 % |
| E Kyckling gödsel vårsådd | 4837 | 60 | 42 | 43 | 3,3 % |
| LSD | 414 | 6 | | | |

* med mineralgödselvärdet 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.

**Efterverkans effekten är beräknad genom att subtrahera kväveskörden i det aktuella ledet med kväveskörden i ledet med 40 kg N/ha och dividera med kg tillförd totalkväve med stallgödsel.

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

| Led | Skörd kg/ha | Kväveskörd kg/ha | Mineralgödsel- värde* (på skörd) | Mineralgödsel- värde* (på N-skörd) | Efterverkan** |
|--|----------------|---------------------|--|--|---------------|
| A Kontroll (0 kg N/ha) | 3658 | 58 | | | |
| F Kontroll (30 kg N) | 4264 | 67 | | | |
| B Höns gödsel vår, nedbrukning | 4628 | 80 | 16 % | 29 % | 4,2 % |
| C Kyckling gödsel vår, nedbrukning | 4690 | 80 | 19 % | 29 % | 5,8 % |
| D Kyckling gödsel vår, ej nedbrukning | 5002 | 84 | 35 % | 38 % | 4,4 % |
| E Kyckling gödsel efter uppkomst, ej nedbrukning | 4306 | 75 | 2 % | 18 % | 9,6 % |
| LSD | 455 | 7 | | | |

* med mineralgödselvärdet 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.

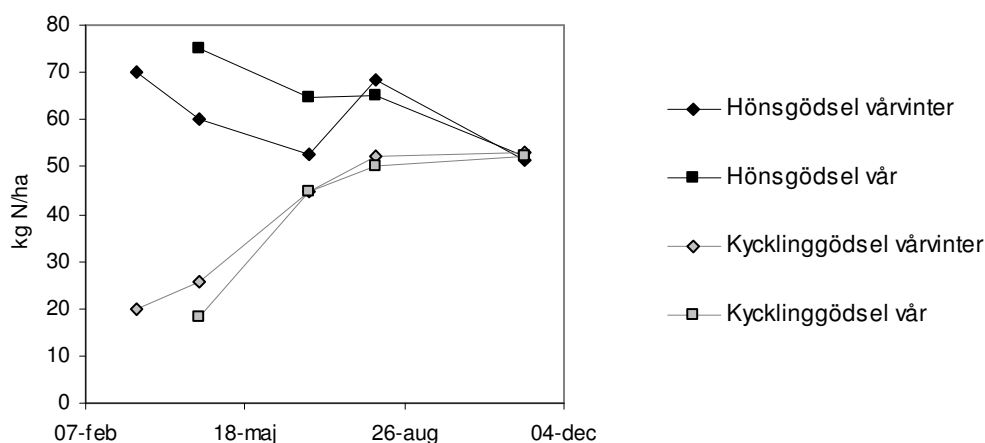
**Efterverkans effekten är beräknad genom att subtrahera kväveskörden i det aktuella ledet med kväveskörden i ledet med 40 kg N/ha och dividera med kg tillförd totalkväve med stallgödsel.

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

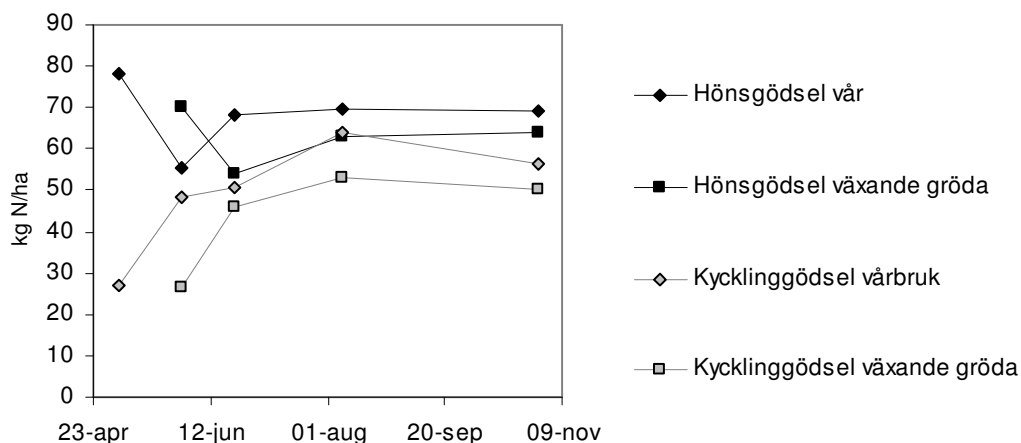
mineralgödselgiva, om man bortser från spridningen i växande gröda som följdes av veckor utan regn och därmed inte gav någon effekt alls på skörd (tabell 5). På grund av höga proteinhalter blev effekten på kväveskörd bättre (tabell 5), med siffror i samma storleksordning som 2005 (tabell 4). Effekten blev inte sämre av att gödseln inte brukats ner vid spridning vid vårsådd (tabell 5). Ledet utan nedbrukning gav snarare bättre skördeffekt, dock inte med någon statistiskt signifikans.

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



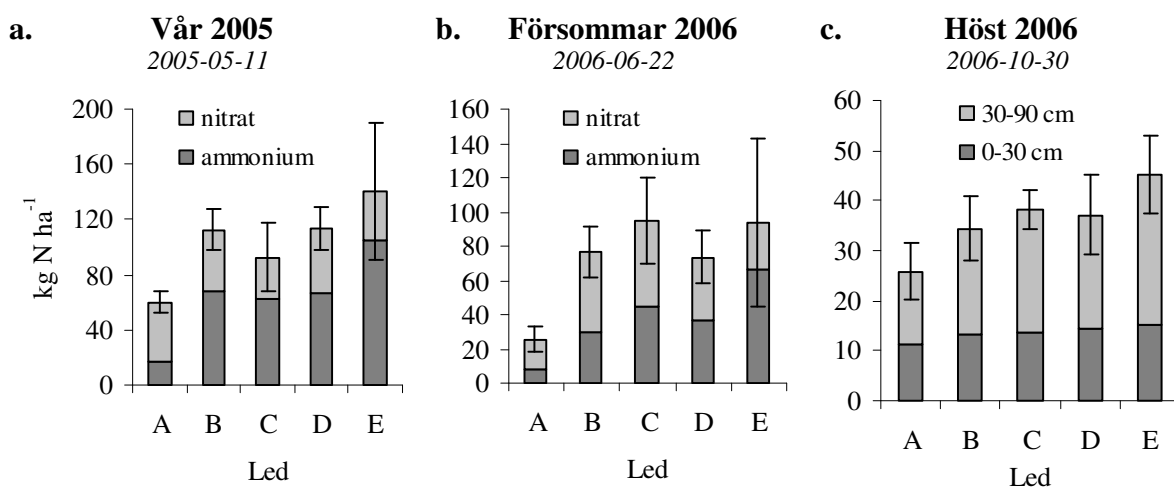
Figur 4. Mineralkväve i inkubationsflaskorna 2006

Mineralkväve i marken och upptag i grödan

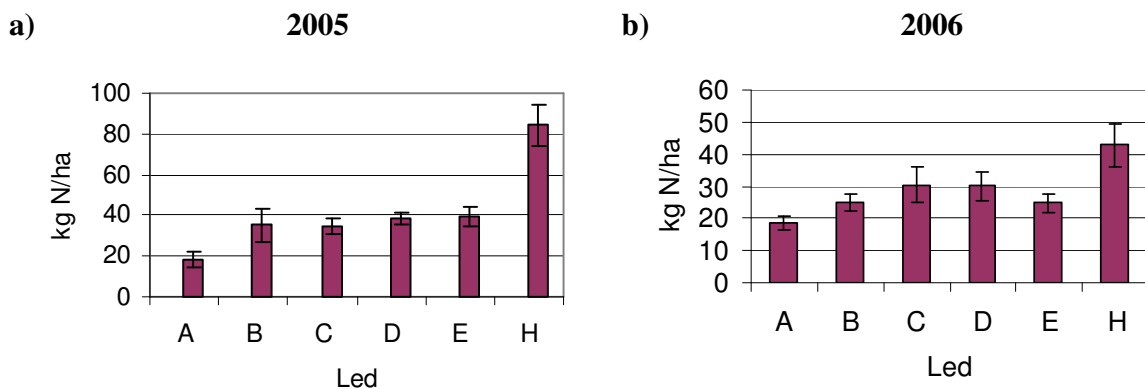
Mineralkvävemängden i marken några veckor efter vårsådd innan grödan hunnit ta upp någon betydande mängd kväve, hade stallgödslade led i medeltal ca 55 kg mer N per ha än ogödslade led 2005 (figur 5a). Skillnaderna mellan stallgödslade led var inte signifikanta, men led E som tenderade ha högst mineralkvävemängd 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⁻¹ (figur 6) plus det högre N-innehållet i marken på ca 60 kg N ha⁻¹ 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 fjäderfägödseln 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 fjäderfägödsel 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 höns gödseln 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 fjäderfägödseln 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 stråsäd motsvarande

mineralgödselgivor 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). Även efterverkan på ca 5 % stämmer också överens med resultat från England, som varierade mellan 0-12% (Nicholson m.fl., 2003). 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 gödsels 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).

Kvävemineralisering i marken jämfört med i inkubationerna

Mineraliseringshastigheten verkar inte ha varit lika stor 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. Detta kan t.ex. ha påverkat nettomineraliseringen på så sätt att omsättningen av det större organiska materialet krävt mer syre och att det därför skapats anaeroba förhållanden med denitrifikation som följd.

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 undersökningen. Mineralkvävemängden 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 kycklinggödseln med detta sättet att räkna. Kvar blir det som bör ha samma effekt som mineralgödsel, dvs 40 % av totalkvävet i båda gödselslagen (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 odlingsförsöken.

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

Slutsatser

Effekten av totalkvävet i höns- respektive kycklinggödsel 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 kycklinggödseln. Den större mängden mineralkväve i inkubationerna jämfört med växtnäringseffekten i odlingsförsöken antyder att ca 25 respektive 15 % av tillfört totalkväve förmodligen avgått som ammoniak eller på annat sätt blivit otillgängligt för grödan från höns- respektive kycklinggödseln. 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 tillfört 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 dung. *Bioresource technology* 40, 137-142.
- Kirchmann, H. 1990. Nitrogen interactions and crop uptake from fresh and composted ¹⁵N-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 Stinzing, 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 NH_4^+ and availability of fertilizer NH_4^+ and fertilizer NO_3^- . *Fertilizer research* 8, 249-258.
- Thomsen, I.K. 2004. Nitrogen use efficiency of ^{15}N -labeled poultry manure. *Soil Science Society of America Journal* 68, 538-544.

Publikationer

- 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.
- Delin, S. 2008. Nitrogen effect of poultry manure. I: Koutev, V (red) Potential for simple technology solutions in organic manure management, 13th RAMIRAN International Conference, Albena Bulgaria June 2008, s. 273.
- Delin, S. 2008. Kväve mineraliseringsförlopp och inverkan på skörd efter gödsling med fjäderfägödsel. *Precisionsodling 2008:?* (institutionsrapport som publiceras under hösten)
- Delin, S. Nitrogen effect of poultry manure. Manuscript to be submitted.

Övrig resultatförmedling till näringen

- Delin, S. 2008. Kvävegödslingseffekt av fjäderfägödsel. Föredrag på Regional växtodlings- och växtskyddskonferens i Uddevalla den 10 jan 2008
- Delin, S. 2008. Kvävegödslingseffekt av fjäderfägödsel. Föredrag på Regional växtskydds- och växtodlingskonferens i Växjö den 10 December 2008.
- Delin, S. 2008. Kycklinggödsel. Föredrag på GREPPA Stallgödseldag i Nässjö den 11 November 2008.