



# Sveriges lantbruksuniversitet

---

Potentiella mätmetoder för att uppskatta kvävegödslingsvärdet hos organiska gödselmedel

*Potential methods for estimating the nitrogen fertilization value of organic fertilizers*

Sofia Delin, Bo Stenberg, Anna Nyberg, Leif Brohede



---

Institutionen för mark och miljö  
*Department of Soil and Environment*

Rapport 6  
*Report*

Precisionsodling och pedometri  
*Precision agriculture and pedometrics*  
Swedish University of Agricultural Sciences

Uppsala 2010

ISBN 978-91-576-9004-3

---



# Sveriges lantbruksuniversitet

---

Potentiella mätmetoder för att  
uppskatta kvävegödslingsvärdet hos  
organiska gödselmedel

*Potential methods for estimating  
the nitrogen fertilization value of  
organic fertilizers*

Sofia Delin, Bo Stenberg, Anna Nyberg, Leif Brohede



---

**Institutionen för mark och miljö**  
*Department of Soil and Environment*

**Precisionsodling och pedometri**  
*Precision agriculture and pedometrics*  
**Swedish University of Agricultural Sciences**

**Rapport 6**  
*Report*

**Uppsala 2010**

**ISBN 978-91-576-9004-3**

---



# Innehållsförteckning

Abstract.....	4
Bakgrund.....	5
Material och metod.....	6
Krukförsök.....	6
Aeroba inkubationer.....	7
Anaeroba inkubationer.....	8
Kol/ kväve-kvot och aminosyraanalys.....	8
Extraktioner.....	9
Nära infraröd reflektans (NIR).....	9
Resultat.....	10
Krukförsök.....	10
Inkubationer.....	11
Kol/kväve-kvot och aminosyrakväve.....	13
Extraktioner.....	14
Nära infraröd reflektans (NIR).....	15
Diskussion.....	16
Inkubationer.....	16
Kol/kväve-kvot.....	17
Extraktioner.....	17
Nära infraröd reflektans (NIR).....	17
Slutsats.....	18
Tillkännagivanden.....	18
Sammanfattning.....	18
Referenser.....	19

## Abstract

This study evaluated potential methods to estimate the nitrogen fertilization value of a broad spectrum of different organic fertilizers. Ryegrass pot experiments were used to determine the nitrogen fertilization effect of 15 different fertilizers. These included different kinds of manure, different powders made from offal, rapeseed cake, lucerne pellets, sewage sludge, biogas residue, vinnasse and mussel compost. Incubation studies showed that previously degraded materials such as manure, compost and biogas residue had low net nitrogen mineralization after addition to soil, whereas net mineralization was high from undegraded materials such as pelleted plant or meat products. The short-term nitrogen fertilizer value of degraded materials was therefore rather well characterized by their ammonium content, whereas the undegraded fertilizer materials required a different method. Warm water-extractable nitrogen proved to be unsatisfactory as a method for extracting readily mineralizable nitrogen, especially from animal products. Amino acid nitrogen and crude fibre analysis were also unsatisfactory for describing readily degradable or more persistent organic material. However, the carbon/nitrogen ratio very accurately reflected the short-term plant-available nitrogen content. Measurements of near infrared reflectance (NIR) proved to have the potential to be a quick and cheap method to estimate the fertilizer value of the nitrogen in fertilizers. However, developing a satisfactory model for NIR measurements would require more extensive material than the 15 fertilizers examined here. Nevertheless, it should be possible to use the carbon/nitrogen ratio already, through its negative linear relationship with the proportion of total fertilizer nitrogen with short-term fertilizer effect. A ratio of around two indicates that approximately 80% of the nitrogen is as available as mineral fertilizer nitrogen, while a ratio above 15 means that scarcely any short-term nitrogen fertilization effect will be obtained from that fertilizer.

## Bakgrund

Förutom stallgödsel används idag en rad nya organiska gödselmedel baserade på olika restprodukter. Kvävet växtnäringssvärde varierar kraftigt mellan gödselmedlen. För stallgödsel hör detta till stor del samman med andelen kväve i mineralform, vilket däremot inte är fallet för restprodukter baserade på material som inte brutits ner i någon rötnings- eller komposteringsprocess. Standardiserade metoder för att bestämma kvävegödslingsvärde som är anpassade för samtliga organiska gödselmedel saknas för närvarande. Odlingsförsök är tids- och resurskrävande vilket är otillfredsställande när tillgängliga produkter ständigt förändras. En standardiserad snabb laboratoriemetod skulle därför vara mycket värdefull.

Ett alternativ till odlingsförsök är att inkubera gödseln med jord och undersöka hur stor mineralkvävemängd det blir i jorden med tiden. Detta är en ganska säker metod, men är också tids- och resurskrävande. Bättre vore om man kunde uppskatta hur mineraliserbart kvävet är med hjälp av någon extraktionsmetod där det mest lättillgängliga organiska kvävet extraheras. På jord har varmvattenextraherbart kväve och kol varit användbart (Curtin et al., 2006). Detta har även kombinerats med att mäta ninhydrinreaktivt kväve i extraktet, som anger hur mycket av kvävet som sitter i aminogrupeer. En annan tänkbar extraktion är med  $H_2SO_4$  och  $KOH$  som används för att analysera växttrådhalten i foder för att uppskatta andelen svårnedbrytbart organiskt material. Man kan också tänka sig att använda kvoten mellan kol och kväve, som ger en indikation på hur stor konkurrensen på kvävet är mellan växter och mikroorganismer. Vid låga kolkvävekvoter finns det ett överskott av kväve för mikroorganismerna, medan en hög kvot anger det omvända. Ännu snabbare än extraktion och kol- och kväveanalys är att mäta egenskaperna hos gödseln med nära infraröd reflektans (NIR) som kan användas för kvalitativ och kvantitativ bedömning av biologiskt material (Workman och Shenk, 2004).

Syftet med detta projekt var att utvärdera några potentiella metoder för att uppskatta kvävet växtnäringssvärde hos ett brett spektrum av organiska gödselmedel.

# Material och metod

## Krukförsök

Femton olika gödselmedel (tabell 1) testades i krukförsök med engelskt rajgräs i tre upprepningar. Jorden till krukförsöken utgjordes av måttligt mullhaltig, lerig mojord, som hämtades från Götala försöksgård utanför Skara och sållades genom 4 mm såll.

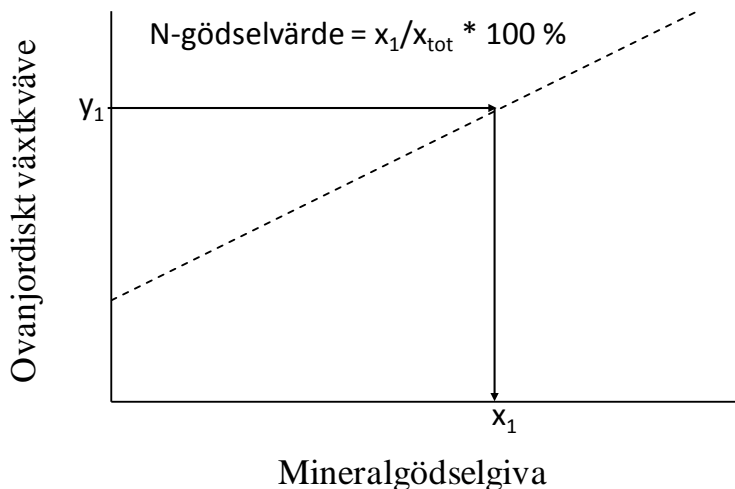
Tabell 1. Torrsubstanshalt (%) och innehåll av total- och ammoniumkväve i (% av våtvikt) i de 15 olika gödselmedlen som ingick i undersökningen

*Table 1. Dry matter content (%) and total nitrogen and ammonium nitrogen content (% of wet weight) of the 15 different fertilizers examined in the study*

Gödelmedel	Torrsubstans	Totalkväve	Ammoniumkväve
Blodmjöl	92	14,4	0,09
Benmjöl	97	7,2	0,35
Fjädermjöl	91	13,0	0,20
Hästgödsel	23	0,5	0,06
Kycklinggödsel	55	3,4	0,82
Köttmjöl	96	9,8	0,48
Lusernpellets	91	3,1	0,39
Minkgödsel	34	1,4	0,54
Musselkompost	75	0,6	0,04
Nötflyt	8	0,4	0,21
Rapskaka	90	4,7	0,49
Rötrest	6	0,9	0,52
Röt slam	24	1,0	0,33
Svinflyt	6	0,4	0,25
Vinass	58	4,2	0,32

I botten på var och en av 54 treliters krukor tillsattes 1,7 kg jord. Ovanpå detta tillsattes ytterligare 1,6 kg jord blandat med gödsel motsvarande 70 kg totalkväve per ha eller 0,18 g N per kruka i de led som avsåg organisk gödsel. I tre kontroller tillsattes istället 0, 35 eller 70 kg mineralkväve per ha motsvarande 0, 0,09 respektive 0,18 g N per kruka i form av ammoniumnitrat som ströddes ut över ytan innan den andra omgången jord tillsattes. I varje kruka såddes 40 frön som täcktes med vermekulit och vattnades med avjoniserat vatten till ca 70 % av vattenhållande förmåga (WHC). Krukorna vattnades 2-3 gånger i veckan till denna vattenhalt. Rajgräset klipptes vid två tillfällen efter fyra respektive tio veckor. Vid det första tillfället lämnades 3,5 cm stubb och vid det andra tillfället klipptes gräset så nära markytan som möjligt. Klippt material vägdes och analyserades på torrsubstanshalt och kväveinnehåll enligt Dumas

på en LECO CNS-2000. Kväveskörden från mineralgödslade led plottades mot kvävegivan till vilken en linjär funktion kunde anpassas (figur 1). Från denna beräknades vilken mineralkvävegiva kväueupptaget i de olika leden med organiskt gödsel motsvarade (figur 1), hädanefter benämnt gödselns ”kvävegödslingsvärde”, uttryckt i procent av tillförd totalkväve. Då en del analysmetoder snarare kan förväntas spegla det organiska kvävet växttillgänglighet och inte det som är i mineralform från början, jämfördes dessa metoder med kvävegödslingsvärdet minus ammoniumkvävet.



Figur 1. Beräkning av kvävegödslingsvärdet hos organiska gödselmedel, där man utgår från vilken mineralgödselgiva ( $x_1$ ) grödans kväveinnehåll ( $y_1$ ) motsvarar enligt funktionen kväveskörd vid olika mineralgödselgiva (streckad linje) uttryckt i procent av tillförd totalkvävemängd ( $x_{tot}$ ).

*Figure 1. Calculation of nitrogen fertilization value of organic fertilizers, where the corresponding mineral nitrogen fertilization rate ( $x_1$ ) to the plant nitrogen harvest ( $y_1$ ) is determined using the function describing nitrogen harvest at different mineral fertilization rates (dashed line) expressed as percentage of applied total nitrogen.*

## Aeroba inkubationer

Kvävet nettomineralisering i marken efter tillförelse av de olika organiska gödselmedlen studerades genom inkubation vid 15°C i klimatskåp under 28 dagar. Jord, gödsel och vatten blandades så att gödsel innehållande 40 mg total N blandades med 250 g ts jord med en sammanlagd vattenhalt motsvarande 50 % av jordens WHC. Jorden placerades i femliters glasburkar med tättslutande lock för att hindra uttorkning och ammoniakavdunstning. För att bibehålla en



aerobisk miljö luftades burkarna två gånger i veckan. Samma sållade mojord som i krukförsöket användes (se ovan). Tre burkar för varje gödselmedel samt tre med bara jord togs ut för analys efter 0, 3, 7, 14 och 28 dagar. Efter provtagning frystes jordproverna och hölls frysta fram till analystillfället. Inför analys maldes proverna i fruset tillstånd och analyserades på ammonium och nitratkväve.



Figur 2. Glasbehållare med jord och gödsel som inkuberas i klimatskåp i 15°C

*Figure 2. Glass containers with soil and fertilizer, which were incubated at 15°C.*

## **Anaeroba inkubationer**

Kvävets nettomineralisering i marken studerades även med anaerob inkubation i klimatskåp i 40°C under 7 dagar. Jord och gödsel blandades så att gödselmängder innehållande 1,4 mg total N blandades med 10 g jord i fem 250 ml flaskor. Till detta tillsattes 25 ml avjoniserat vatten. Till två flaskor tillsattes omedelbart 25 ml 4 M KCl för extraktion och analys av ammonium och nitratkväve. De övriga tre flaskorna avluftades genom övertryck med kvävgas och fick sedan stå i klimatskåp i 40°C under 7 dygn innan också de extraherades med KCl och analyserades på mineralkväveinnehåll med samma metod.

## **Kol/ kväve-kvot och aminosyraanalys**

Gödselmedlen analyserades på totalkväve, ammoniumkväve, totalkol och aminosyror. Totalkväve analyserades med Kjeldahlmetoden och ammoniumkväve genom direktdestillation på Kjeltcutrustning. Totalkol är analyserat med elementaranalys teknik med Elementar VarioMax CHN instrument efter att gödseln torkats och finmalts. Från totalkväve och totalkol beräknades kol/kvävekvoten. För aminosyraanalys analyserades gödseln efter oxidation och hydrolys

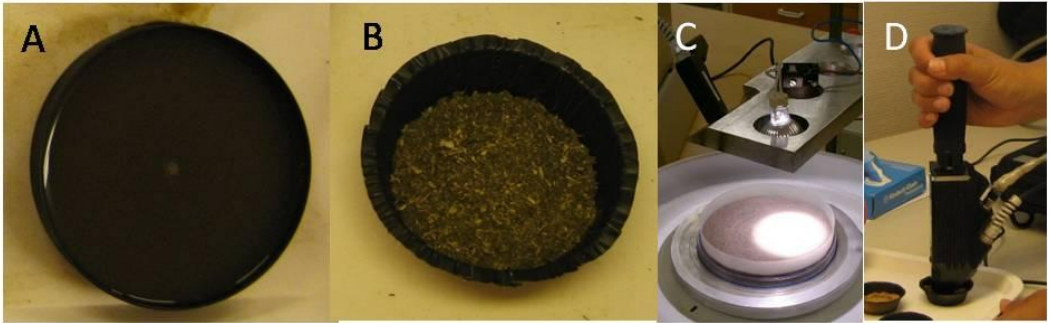
med katjonbyteskromatografi i en Biochrom aminosyraanalysator (SS-EN ISO 13903:2005).

## **Extraktioner**

Två extraktionsmetoder testades. Den ena metoden var med samma extraeringsprocedur som när man mäter växttrådhalt, även kallad CF-analys (crude fibre), som innebär kokning med först svavelsyra och sen kaliumhydroxid. Denna metod förväntades främst ge ett mått på förekomst av lättillgängligt kol och därmed risk för immobilisering av kväve. Den andra metoden var extraering med 80°C vatten. I vattenextraktet mättes totalkväve, ammoniumkväve, totalkol och organiskt kol. Ninhydrinreaktivt kväve analyserades på extrakt med 2M KCl (Joergensen & Brookes, 1990).

## **Nära infraröd reflektans (NIR)**

Nära infraröd reflektans (NIR) spektrum mättes fotometriskt med *FieldSpec Pro FR* (Analytical Spectral Devices, Inc., Denver, Co) på alla gödselmedel, både på prover med naturlig vattenhalt och på torkade prover, förutom vinass som inte gick att torka på ett skonsamt sätt. Flytande gödselmedel (svinflytgödsel, nötflytgödsel och rötrest) skakades i förslutna flaskor innan ett ca 5 mm tjockt prov hälldes upp i en svartmålad petriskål (figur 3A) som användes för alla prover vid mätning av prov som inte torkats. Dessa prov placerades 7 cm från mätproben på en roterande yta (figur 3C). Precis före mätning rördes de flytande proven om för att förhindra sedimentation och flytande pariklar som täcker ytan. De torkade proven placerades i svartmålade aluminiumformar (figur 3B) och mättes med en kontaktprobe (figur 3D), alltså med samma fotometer och fiberoptiska kabel som till mätningen av de otorkade proverna fast utan något avstånd till provet som inte heller roterade. Våglängder mellan 350 och 2500 nm registrerades med 1,4-2 nm intervall som interpolerades till 1 nm. Våglängder i NIR-området 900-2500 nm användes i vidare beräkningar.



Figur 3. Petriskål för otorkade produkter (A) och aluminiumform för torkade (B) produkter inför mätning med NIR över en roterande yta (C) respektive med kontaktprobe (D).

*Figure 3. Petri dish for untreated products (A) and aluminium dish for dried products (B) for measuring NIR over a rotating surface (C) or with contact probe (D) respectively.*

NIR-spektrumen från mätningarna på jordproven uttrycktes som absorbans (A) enligt formeln  $A = \log(1/R)$  där R är mätt reflektans och transformerades med förstaderivatan för att förstärka svagare signaler. För att reducera mängden brus filtrerades spektrumen över 21 intilliggande mätpunkter. Potentialen att prediktera kvävegödslingsvärde testades med multivariat kalibrering, PLS (Partial Least Squares) i mjukvaran Unscrambler® (CAMO PROCESS AS, Oslo, Norway). Förutom  $r^2$ -värden för kalibrering ( $r^2_{cal}$ ) och fullständig korsvalidering ( $r^2_{val}$ ) beräknades RMSE (root mean square error) och RPD (kvoten mellan standardavvikelsen och RMSE) för både kalibrering och validering.

## Resultat

### Krukförsök

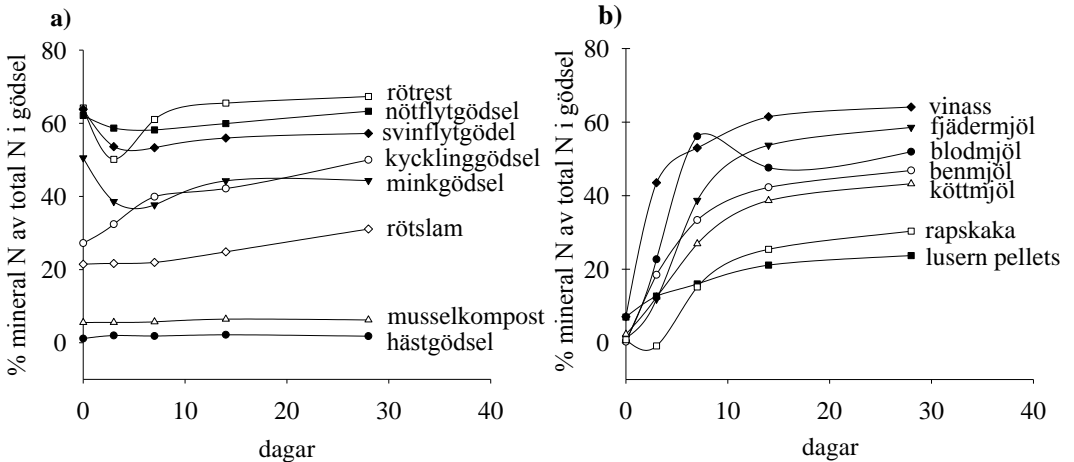
Den linjära responsen (figur 1) för mineralkvävegödsel på ovanjordiskt kväve var  $y = 0,75x + 19$ , där y är ovanjordiskt kväve och x är tillsatt gödselkväve, i båda fallen i kg N per ha. Kvävegödslingsvärdet, alltså hur många procent av totalkvävet de olika gödselmedlen motsvarade i gödslingseffekt med mineralgödselkväve (beräknade enligt formeln i figur 1) varierade mellan 6 och 80 % (tabell 2).

Tabell 2. Ovanjordiskt kväve i rajgräset vid skörd 1 och 2 ( $\text{kg N ha}^{-1}$ ) samt kvävegödslingsvärdet (% av gödselns totalkväve) för den 15 gödselmedlen  
 Table 2. Nitrogen in cut ryegrass at harvest 1 and 2 ( $\text{kg N ha}^{-1}$ ) and nitrogen fertilization value (% of total nitrogen in fertilizer) for the 15 different fertilizers

Gödselmedel	Kväveskörd 1	Kväveskörd 2	Kvävegödslingsvärde
Blodmjöl	33	29	80 %
Benmjöl	28	24	61 %
Fjädermjöl	32	25	71 %
Hästgödsel	12	10	6 %
Kycklinggödsel	25	20	49 %
Köttmjöl	28	21	57 %
Lusernpellets	19	18	33 %
Minkgödsel	26	20	50 %
Musselkompost	13	11	8 %
Nötflyt	25	22	52 %
Rapskaka	18	20	36 %
Rötrest	34	23	70 %
Röt slam	24	24	53 %
Svinflyt	26	20	52 %
Vinass	27	26	64 %
Ogödslat	9	10	
Mineral N (halv dos)	27	18	
Mineral N (hel dos)	40	32	

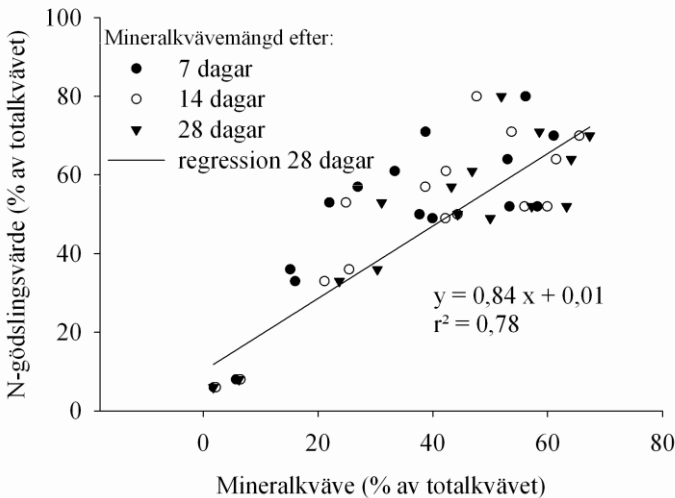
## Inkubationer

Nettotillskottet av mineralkväve från gödselmedlen efter fyra veckor varierade mellan 2 och 67 % av totalkvävet i den tillförda gödseln. I material som redan till viss del brutits ner i djur eller genom rötning eller kompostering (figur 4a), med undantag av kycklinggödsel, visade inte någon stor förändring i mineralkvävetillskott mellan dag ett och dag 28. Färskt material som växtmaterial och slaktavfall som inte komposterats (figur 4b) hade däremot en kraftig nettomineralisering som planade ut efter ett par veckor. Mineralkvävemängden efter 28 dagar överensstämde ganska bra med kvävegödslingsvärdet i krukförsöken (figur 5), men en del gödselmedel visade större effekt i krukförsöken än vad som kunde förväntas utifrån inkubationerna. Resultaten från de anaeroba inkubationerna hade mycket sämre samband med kvävegödslingsvärdet i krukförsöken ( $r^2=0,33$ ).



Figur 4. Jordens extra mineralkväveinnehåll jämfört med ogödslat led vid olika antal dagar efter tillsats av gödsel, uttryckt i procent av tillsatt mängd totalkväve med gödseln.

Figure 4. Additional nitrogen compared with unfertilized treatment as a function of days after addition of fertilizer to soil, expressed as percentage of total nitrogen added with fertilizer.

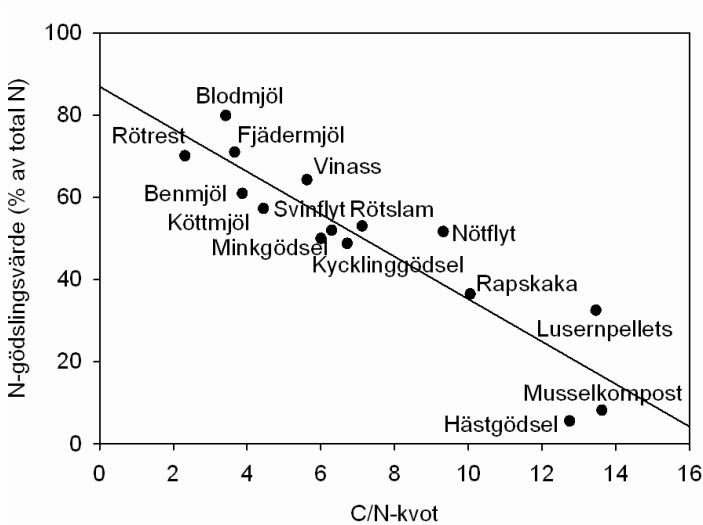


Figur 5. Samband mellan mineralkväve i marken vid olika tidpunkter enligt de aeroba inkubationerna och kvävegödslingsvärde enligt krukförsöken.

Figure 5. Relationship between soil mineral nitrogen at different times in aerobic incubations and nitrogen fertilization values according to the pot experiments.

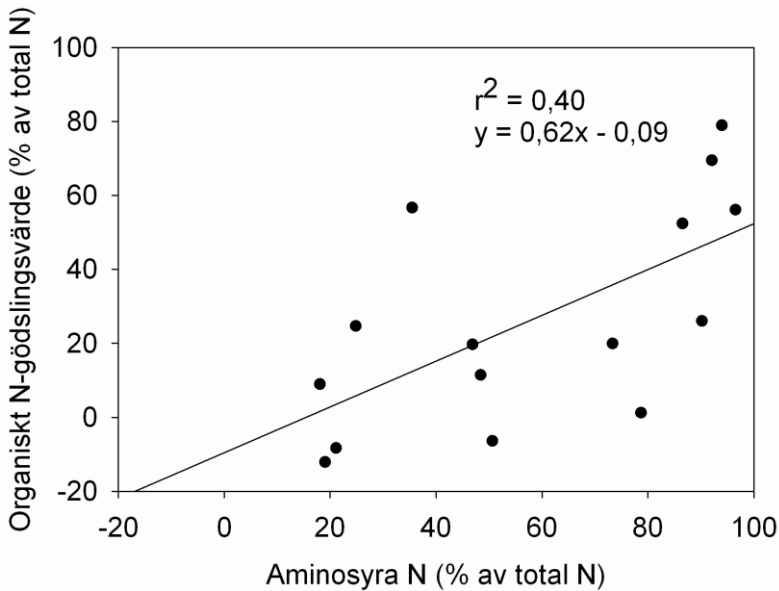
## Kol/kväve-kvot och aminosyrakväve

Kol/kväve-kvoten hade ett negativt linjärt samband med kvävegödslingsvärdet (figur 6). Sambandet var ännu starkare om man bara tog hänsyn till den första klippningen ( $r^2 = 0,88$ ). Andelen av totalkvävet som utgjordes av aminosyrakväve hade inget starkt samband med växtnäringsvärdet hos det organiska kvävet i gödseln (figur 7).



Figur 6. Sambandet mellan kvävegödslingsvärdet enligt krukförsöket och gödselns kol/kväve-kvot.

*Figure 6. Relationship between nitrogen fertilization value according to pot experiments and the carbon/nitrogen ratio of the fertilizers.*

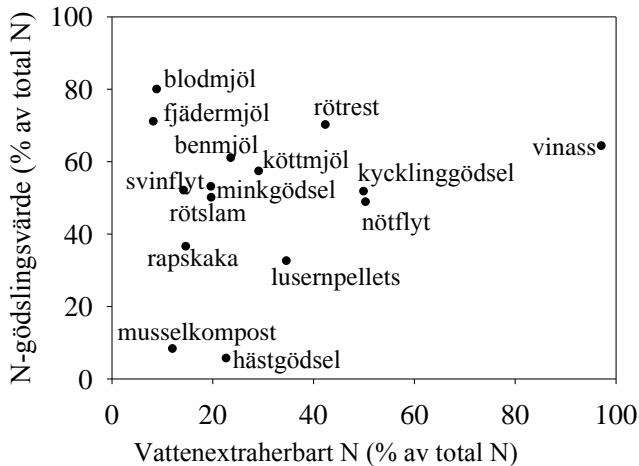


Figur 7. Sambandet mellan kvävegödslingsvärdet av organiskt kväve enligt krukförsöket och innehållet av aminosyrakväve i gödseln.

*Figure 7. Relationship between nitrogen fertilization value of organic nitrogen according to pot experiments and the content of amino acid nitrogen in the fertilizer.*

## Extraktioner

Varmvattenextraherbart kväve visade inget starkt samband med kvävegödslingsvärdet (Figur 8), då kvävet i kött-, ben-, blod- och fjädermjöl hade låg vattenlöslighet i förhållande till hur mycket som blev växttillgängligt. Att analysera extraktet på ninhydrinreaktivt kväve för att selektera ut det kväve som är lättillgängligt var därför inte motiverat, eftersom vi snarare saknade kväve i extraktet. Istället gjordes nya extrakt med kaliumsulfat som analyserades på ninhydrinreaktivt kväve, men även då blev värdena mycket låga för slaktprodukterna. Växttrådhaltanalysen gav ett svagt negativt samband med kvävegödslingsvärdet ( $r^2=0,49$ ).



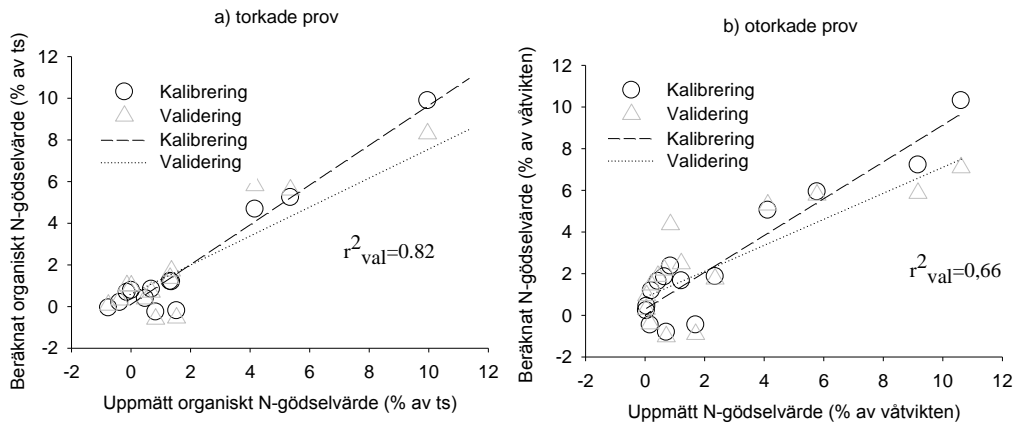
Figur 8. Kvävegödslingsvärde vid olika andel varmvattenextraherbart kväve för de olika gödselslagen.

*Figure 8. Nitrogen fertilization value as a function of water-extractable nitrogen (% of total N) for the different fertilizers.*

### Nära infraröd reflektans (NIR)

Trots det lilla antalet prover, kunde variationen i NIR-spektrum förklara stora delar av skillnaderna i kvävegödslingsvärde mellan proverna. Resultaten visar att det finns potential att göra modeller för att prediktera kvävegödslingsvärde från NIR-data. Både per kg ts från mätningar på det torkade materialet (figur 9a) och i procent av våtvikt från mätningar på otorkat material (figur 9b) gick det bra att prediktera kvävetgödslingsvärdet.





Figur 9. Samband mellan uppmätt och predikerat kvävegödslingsvärde i a) det organiska kvävet i torkade prov och b) totalkvävet i otorkade prov.

Figure 9. Relationship between measured and predicted nitrogen fertilization value in a) the organic nitrogen in dried samples and b) the total nitrogen in untreated samples.

## Diskussion

### Inkubationer

De aeroba inkubationerna visade på en något lägre kvävemineralisering under de första fyra veckorna än effekten i krukförsöken. Detta kan naturligtvis bero på att krukförsöken pågick under dubbelt så lång tid. Men eftersom kurvorna planar ut i inkubationerna, kan man förmoda att inte så mycket mer hade hänt under ytterligare fyra veckor. Det kan vara så att konkurrensen från växten i krukförsöket begränsat immobiliseringen av kväve, och att värdena i krukförsöket därför blev högre. Sambandet var dock ganska bra (figur 5), vilket var väntat. En inkubation är enklare och billigare än ett odlingsförsök, men fortfarande lite för krävande för att anses som en effektiv metod att snabbt uppskatta det kortsiktiga kvävegödslingsvärdet hos ett gödselmedel. Den anaeroba inkubationen, som var tänkt som en snabbvariant på den aeroba inkubationen gav mycket sämre samband med resultaten från krukförsöken. Detta berodde sannolikt inte på att det var anaerobt, utan på att mycket mindre mängder av både jord och gödsel användes, vilket ger stor osäkerhet när man ska ta ut representativa prov.

## **Kol/kväve-kvot**

Det fina sambandet mellan kol/kväve-kvoten och det kortsiktiga kvävegödslingsvärdet (figur 6) kan delvis förklaras av att mer kväve är organiskt bunden, men också av att ju mer kol gödseln innehåller, desto större konkurrens om mineralkvävet får växten av mikroorganismer som lever på kolföreningarna i gödseln. Liknande samband har man funnit även då man tittat på skillnader inom exempelvis flytgödsel från nöt (Sørensen och Fernández, 2003) och svin (Sørensen et al., 2003). Kvävegödslingsvärdet var dock lite högre för respektive kol/kväve-kvot i dessa studier, vilket kan bero på att de utfördes i fält med en längre period för kväveupptag än i krukförsöken. Sambandet innebär att ett gödselmedels kortsiktiga kvävegödslingsvärde kan uppskattas i grova drag genom formeln,  $100 \% - 6 * \text{kol/kväve-kvoten}$  för gödselmedel med kol/kväve-kvoter under 16. En del av det kväve som inte kan utnyttjas på kort sikt, kan istället bli tillgängligt under kommande säsonger.

## **Extraktioner**

Växttrådhalten hade visserligen ett visst samband med kvävegödslingsvärdet, men dels var det svagt och dels är det svårt att veta orsaken till sambandet. Grundhypotesen var att det skulle avspegla svårmineraliserat organiskt material. I så fall skulle det kunna vara ett komplement till C/N-kvoten, som inte skiljer mellan lätt- och svårnedbrytbart organiskt material. Växttrådhalten gav dock inte någon ytterligare information om växtnäringsvärdet utöver kol/kväve-kvoten, vid en multipel regressionsanalys. Det dåliga sambandet mellan varmvattenlösliga kvävet och kvävegödslingsvärdet, berodde på att vattenlösligheten uppenbarligen var låg i proteinrika gödselmedel i förhållande till deras kvävegödslingseffekt (figur 8). Att resultaten varit goda i tidigare studier på jord (Curtin et al., 2006), beror sannolikt på att där har de svårslösliga men lättnedbrytbara kväveföreningarna förmodligen redan brutits ned. Om man exkluderar de olika animaliska mjölen som ingick i den här studien, kan man ana ett linjärt positivt samband (figur 8).

## **Nära infraröd reflektans (NIR)**

Att ta fram robusta modeller för att bestämma egenskaper utifrån NIR-spektrum kräver ett större datamaterial än bara femton prov. De samband som

syns i resultaten (figur 8) visar ändå att det finns en potential för att kunna göra sådana modeller, och att insamlingen av ett datamaterial kan vara värdefullt. Detta förutsätter dock att man tar fram gödslingsvärden från krukförsök för något hundratal prov innan man kan förväntas bygga en bra modell. En genväg skulle dock kunna vara att grunda kalibreringen på inkubationer eller kol/kväve-kvoter.

## Slutsats

Kol/kväveknoten illustrerar det snabba gödslingsvärdet hos kvävet i olika restprodukter till skillnad från varmvattenextraherbart kväve, växttrådhalt och aminosyrakväve. NIR visade sig ha potential att bli ett användbart redskap för en snabb bestämning av kvävegödslingsvärde, men kräver mer bakgrundmaterial för kalibrering. När en kalibrering väl finns är NIR-analysen den i särklass enklaste av de här jämförda metoderna. Innan dess är kol/kväveknoten den bästa metoden.

## Tillkännagivanden

Denna studie finansierades av Stiftelsen lantbruksforskning. Författarna vill också tacka alla de som bidragit med gödselmedel, Inger Juremalm som blandade till näringslösningar och Uddetorps naturbruksgymnasium som tillhandahöll växthus.

## Sammanfattning

I detta projekt utvärderades några potentiella metoder för att uppskatta kvävet växtnäringsvärde hos ett brett spektrum av organiska gödningsmedel. Kvävegödslingseffekten av femton olika gödselmedel testades i krukförsök med rajgräs. Gödselmedlen omfattade olika sorters stallgödsel, olika mjöl av slakteriavfall, rapskaka, lusernpellets, avloppsslam, rötrest, vinass och musselkompost. En inkubation visade att redan nedbrutna material som stallgödsel, kompost och rötrest hade en låg nettomineralisering av kväve efter applicering på jord, medan den kunde vara hög från färskare produkter som pelleterade växter eller köttmjöl. Det kortsiktiga gödselvärdet hos nedbrutna material karaktäriseras

därför ganska väl av ammoniuminnehållet, medan de senare nämnda gödselmedlen kräver en annan metod. Varmvattenextraherbart kväve visade sig vara en dålig metod för att extrahera ut lättmineraliserbart kväve, framför allt från de animaliska produkterna. Aminosyrakväve och växttrådhalt var inte heller tillfredsställande för att beskriva lätt- respektive svårnedbrytbart material. Däremot var kol/kväve-kvoten väldigt talande för hur lättillgängligt kvävet var på kort sikt. Även mätningar av nära infraröd reflektans (NIR) visade potential att kunna bli en snabb och billig metod för att karaktärisera gödselkvävet växt-näringsvärde. Men för att få fram en tillfredsställande modell för det krävs mer omfattande bakgrundsmaterial än dessa femton prover. Redan nu bör dock kol/kväve-kvoten kunna användas, där ett negativt linjärt samband råder mellan kol/kväve-kvoten och andelen växttillgängligt kväve av gödselns totalkväve. Kvoter runt 2 antyder att ca 80 % av kvävet är lika tillgängligt som hos ett mineralgödselmedel och kvoter över 15 antyder att i princip inget kväve är tillgängligt på kort sikt.

## Referenser

- Curtin, D., Wright, C.E., Beare, M. H. & McCallum, F. M. 2006. Hot Water-Extractable Nitrogen as an Indicator of Soil Nitrogen Availability. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70, 1512–1521.
- Joergensen, R.G. & Brookes P.C. 1990. Ninhydrin-reactive nitrogen measurements of microbial biomass in 0,5 M K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. *Soil Bio. Biochem* 22 1023-1027.
- Sørensen, P. & Fernández, J.A. 2003. Dietary effects on the composition of pig slurry and on the plant utilization of pig slurry nitrogen. *Journal of Agricultural Science* 140, 343–355.
- Sørensen, P., Weisberg, M.R. & Lund, P. 2003. Dietary effects on the composition and plant utilization of nitrogen in dairy cattle manure *Journal of Agricultural Science* 141, 79–91.
- Workman Jr, J. & Shenk, J. S. 2004. Understanding and using the near-infrared spectrum as an analytical method. In: Roberts, C. A., Workman Jr, J. & Reeves III, J. B. (eds.) *Near-Infrared Spectroscopy in Agriculture*. 44, ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, pp. 3-10.

## Rapporter från institutionen för mark och miljö

- 1 2009 Wiklander, G. & Aronsson, H. (Red.) Mark- och miljödagen 2009. Marken och klimatet. *Soil and Climate*.
- 2 2009 Ulén, B. & Eriksson, A. K. Observationsfält med lerjord – karakterisering av fosfors löslighet och sorption. *Observation fields with clay soils – characterisation of soil phosphorus solubility and sorption*.
- 3 2009 Bjäresten, I, Rosén, K & Jönsson, B. Erfarenheter och motåtgärder inom jordbruket i Jämtlands län efter Tjernobylnedfallet, 1986-1992. *Experiences and countermeasures in Jämtland county after Chernobyl fallout, 1986-1992*
- 4 2010 Wetterlind, J. Mätningar med Yara N-sensor för att skatta markens kvävelevererande förmåga. *Using Yara N-sensor to estimate soil nitrogen mineralisation*
- 5 2010 Mattsson, L. Geologiskt ursprung och kornstorlek avgör kalkeffekten. *Origin and size fractions of lime products determine the liming effect*.
- 6 2010 Delin, S., Stenberg, B., Nyberg, A. & Brohede, L. Potentiella mätmetoder för att uppskatta kvävegödslingsvärdet hos organiska gödselmedel. *Potential methods for estimating the nitrogen fertilization value of organic fertilizers*

I denna serie publiceras forsknings- och försöksresultat från institutionen för mark och miljö vid Sveriges lantbruksuniversitet. Serien spänner över ämnesområdena markkemi, markfysik, markbiologi och vattenvård.

*In this series research results from the department of Soil and Environment at the Swedish University of Agricultural Sciences are reported. The reports are issued within the areas biogeochemistry, biogeophysics, soil biology and water quality.*

---

Distribution:

SLU  
Institutionen för mark och miljö  
Box 7014  
SE-750 07 UPPSALA

---