



Inventering av lösligt organiskt kväve

En studie på 14 gårdar i Västergötland hösten 2004



Johanna Wetterlind, Bo Stenberg och Maria Stenberg

Avdelningen för precisionsodling

**Teknisk rapport 2
Skara 2005**

ISSN 1652-2834

Innehållsförteckning

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	3
FÖRORD	5
INLEDNING	7
MATERIAL OCH METODER	7
FÖRSÖKSPLATSER OCH FÖRSÖKSPLAN	7
KLIMATDATA	9
PROVTAGNINGAR OCH ANALYSER	10
RESULTAT	10
TEXTUR OCH MULLHALT	10
MINERALKVÄVE	11
LÖSLIGT ORGANISKT KVÄVE	11
DISKUSSION	12
LITTERATUR	14

Förord

Denna rapport är en slutredovisning av en inventering av lösligt organiskt kväve finansierad av Stiftelsen Svensk Växtnäringsforskning. Studien gjordes under hösten 2004 på 14 platser i Västergötland. De 14 platserna ingick i ett treårigt projekt finansierat av Jordbruksverket där totalt 24 platser ingick och där effekterna av tidig respektive sen höstplöjning på lerjordar studerades (Riskbedömning för kväveutlakning på lerjord, till följd av höstbearbetning-såtgärder, genom karaktärisering av jordens mineraliseringsegenskaper). Vid inventeringen utnyttjades de jordprovtagningar för bestämning av mineralkväve som gjordes i det Jordbruksverksfinansierade projektet vid två tillfällen under hösten (början av september och början av november).

Analyserna utfördes vid Avdelningen för Växtnäringslära, Institutionen för Markvetenskap, SLU, Uppsala, under hösten 2004 och våren 2005.

Skara 8 november

Johanna Wetterlind¹, Bo Stenberg¹ och Maria Stenberg¹

SLU, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för precisionsodling,

Box 234, 532 23 Skara

Tel. 0511-67000, Fax. 0511-67134

E-post: Johanna.Wetterlind@mv.slu.se, Bo.Stenberg@mv.slu.se, Maria.Stenberg@mv.slu.se

Inledning

Senare studier visar att poolen lösligt organiskt kväve är av samma storleksordning som mineralkvävepoolen. Mellan 20 och 30 kg lösligt organiskt kväve per ha uppmättes t.ex. i ett flertal engelska åkerjordar (Murphy et al., 2000). Även om det lösliga organiska kvävet verkar variera mindre över året påverkas det precis som mineralkvävet av mineralisering, immobilisering, upptag av växter och utlakning. En stor del av det lösliga organiska kvävet består av lättmineraliserade aminosyror och aminosocker vilka antagligen är direkta källor till mineralkväve (Mengel et al., 1999).

Medan kunskapen om mineralkvävepoolen (NO_3^- och NH_4^+) i marken och dess betydelse för växtnäringförsörjningen och miljöpåverkan i form av utlakning och gasformiga förluster är relativt god vet vi betydligt mindre om poolen lösligt organiskt kväve. Utvecklingen av metoder som $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ -oxidation har på senare tid möjliggjort snabbare analyser och därmed större möjligheter att studera det lösliga organiska kvävet (Cabrera & Beare, 1993). Tidigare har bristen på kunskap om betydelsen av det lösliga organiska kvävet och problem med att analysera det med traditionella metoder som Kjeldhalmmetoden bidragit till att det ofta inte beaktats vid kvävestudier på åkermark (Bhogal et al., 2000). En mycket labil pool av kväve som snabbt kan mineraliseras och bli växttillgänglig eller riskera att lakas ut har därför förbisetts. Dessutom har löst organiskt kväve i sig visats kunna utgöra en betydande del av utlakat kväve. Siemans & Kaupenjohann (2002) fann i en studie på fyra tyska jordar att mellan 6 och 21 % av totala kväveutlakningen utgjordes av löst organiskt kväve. Macdonald et al. (2003) visade att löst organiskt kväve kunde svara för mellan 4 och 28 % av de totala utlakningsförlusterna vid upprepad höstveteodling. Störst förluster av både mineralkväve och löst organiskt kväve återfanns efter lång tids tillförsel av stallgödsel.

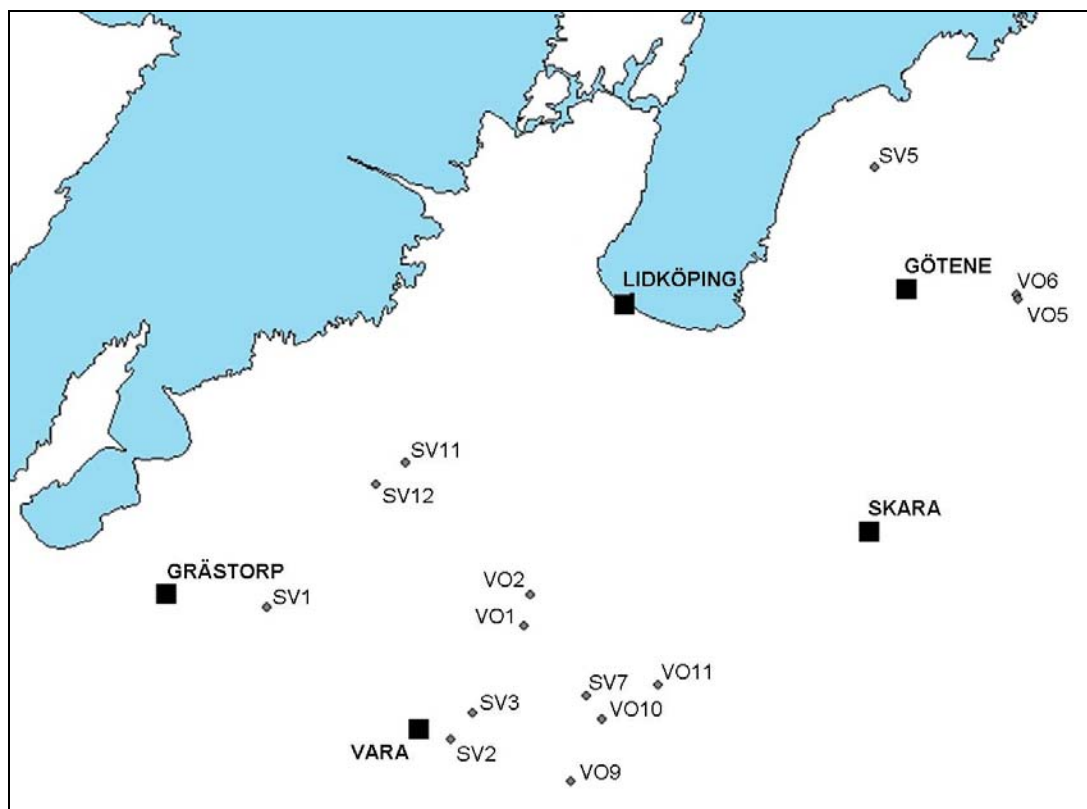
Kunskap om mängden lösligt organiskt kväve och dess roll i växtnäringförsörjningen, så väl som för förluster i form av utlakning, behövs för att få en heltäckande förståelse av kvävedynamiken i marken. Som ett första steg gjordes därför en inventering av innehåll av lösligt organiskt kväve i 14 jordar i Västergötland.

Material och metoder

Försöksplatser och försöksplan

Under hösten 2004 gjordes en inventering av lösligt organiskt kväve (SON) på 14 platser i västra Sverige (tabell 1, figur 1). Inventeringen gjordes i ett större pågående treårigt projekt med 24 försöksplatser finansierat av Jordbruksverket som startades hösten 2002. Det projektet hade som syfte att 1) belysa hur stor inverkan på höstmineraliseringen senarelagd höstbearbetning har på jordar med olika egenskaper i avsikt att få större underlag till att påverka faktorer som minskar kväveutlakningsrisken, 2) identifiera markegenskaper som indikerar att behov av senare bearbetning föreligger och 3) utveckla strategier för identifikation av jordar där behov av senare bearbetning föreligger.

Försöksplatserna valdes ut med syftet att täcka in lerjordar med varierande ler- och mullhalt. Hälften av försöken lades ut på rena växtodlingsgårdar och hälften placerades på gårdar med svinproduktion och regelbunden tillförsel av stallgödsel. Ingen stallgödsel tillfördes dock försöksplatserna under de tre år det Jordbruksverksfinansierade projektet pågick.



Figur 1. Placeringen av de 14 försöken, 7 på rena växtodlingsgårdar (VO1, ...) och 7 på gårdar med svinproduktion (SV1, ...).

Försöken bestod av två led med två upprepningar:

- A) plöjning i början av september
- B) plöjning i början av november

Försöksrutorna var 20 gånger 6 alternativt 20 gånger 5 m för att passa in med maskinbredden på gården. Försöken såddes med vårsäd (tabell 1) och sköttes sedan som övriga fältet med hänsyn till gödsling och bekämpning. När omgivande gröda var höstvetete minskades dock kvävegivan i försöksytorna för att undvika liggsäd och överskottskväve.

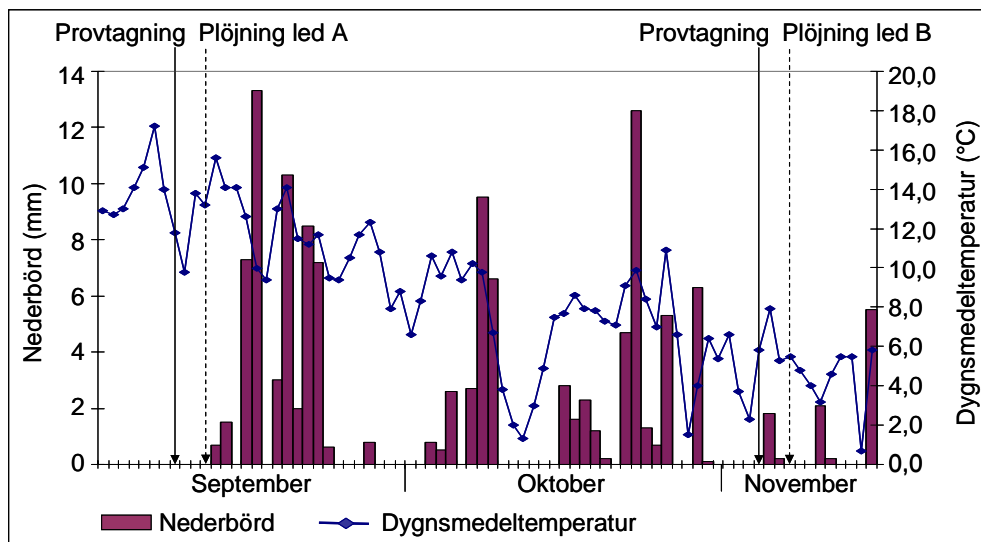
Under växtsäsongen 2004 odlades höstvetete runt om 12 av de 14 försöken. De två övriga försöken (SV2 och SV3) låg 2004 på trädade fält. I fem av försöken odlades havre, korn odlades i åtta och vårvete i ett (tabell 1).

Tabell 1. Grödor i försöken som ingick i studien av lösligt organiskt kväve

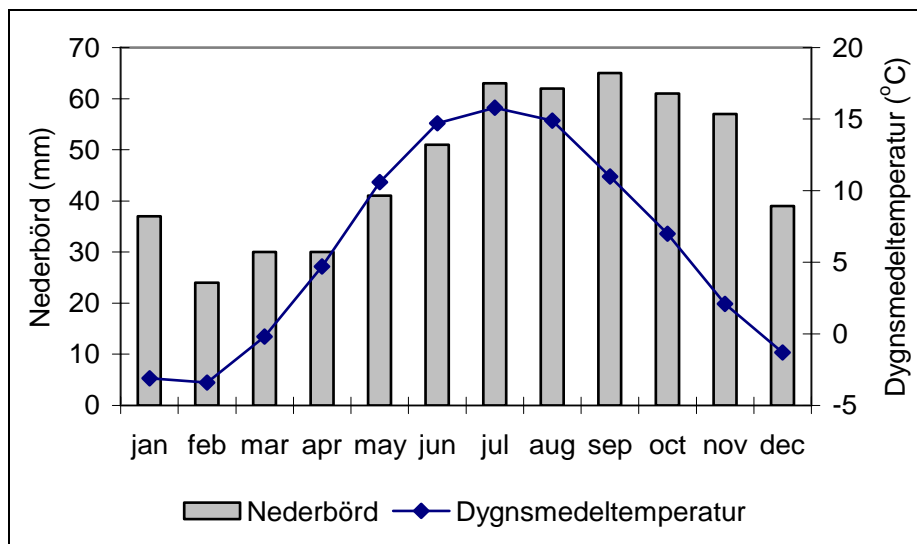
Gårdar med svinproduktion		Växtodlingsgårdar	
Försök	Gröda	Försök	Gröda
SV1	havre	VO1	korn
SV2	havre	VO2	havre
SV3	korn	VO5	havre
SV5	korn	VO6	havre
SV7	korn	VO9	korn
SV11	korn	VO10	korn
SV12	vårvete	VO11	korn

Klimatdata

Nederbörden 2004 var under juni och juli 90 respektive 126 mm (Lannaförsöksstation, Lidköping) vilket var betydligt över det normala (51 respektive 63 mm 1961-1990) (Alexandersson & Eggertsson Karlström, 2001). Perioden september till november då försöken pågick kom det dock relativt normala mängder nederbörd, mellan 50 och 60 mm per månad (figur 3). Medeldygnstemperaturen var strax över det normala i september och normal i oktober och november.



Figur 2. Nederbörd samt dygnsmiddeltemperaturer från 1 september till 15 november 2004. Helden pil markerar medeltidpunkten för provtagning i de 14 försöken och streckad pil markerar medeltidpunkten för plöjning av försöken.



Figur 3. Referensnormaler 1961-1990, Lannaförsöksstation Lidköping (Alexandersson & Eggertsson Karlström, 2001)

Provtagningar och analyser

Texturen bestämdes i matjorden (0-30 cm) med pipettmetoden (Gee & Bauder, 1986) I alven (30-60 och 60-90 cm) gjordes en enklare orienterande jordartsbestämning där lerhalten bestämdes genom att utnyttja samband mellan lerhalt, glödningsförlust och jordens hygroskopiska förmåga. Jordens hygroskopiska förmåga mättes i 20 °C och 50 % relativ luftfuktighet i 4 timmar. Sand och grovmo bestämdes genom siktning. Mullhalten bestämdes i alven genom glödförlust korrigerat för förluster av strukturellt bundet vatten i lermineral. I matjorden analyserades jorden på total C med en LECO[®] CNS-2000 analyser. Mullhalten beräknades sedan genom att multiplicera med en faktor 1.724.

Jordpover för analys av mineralkväve togs ut från markytan ner till 90 cm djup (0-30, 30-60 och 60-90 cm) i alla led omedelbart före respektive plöjningstillfälle (7 - 9 september och 1-4 november). Proverna frystes så snabbt som möjligt och hölls frysta fram till analys vid Institutionen för markvetenskap, SLU, Uppsala. Där homogeniserades proven genom frysmalning, extraherades med 2M KCl och analyserades kolorimetriskt med avseende på ammonium- och nitratkväve med en autoanalyser (TRAACS 800).

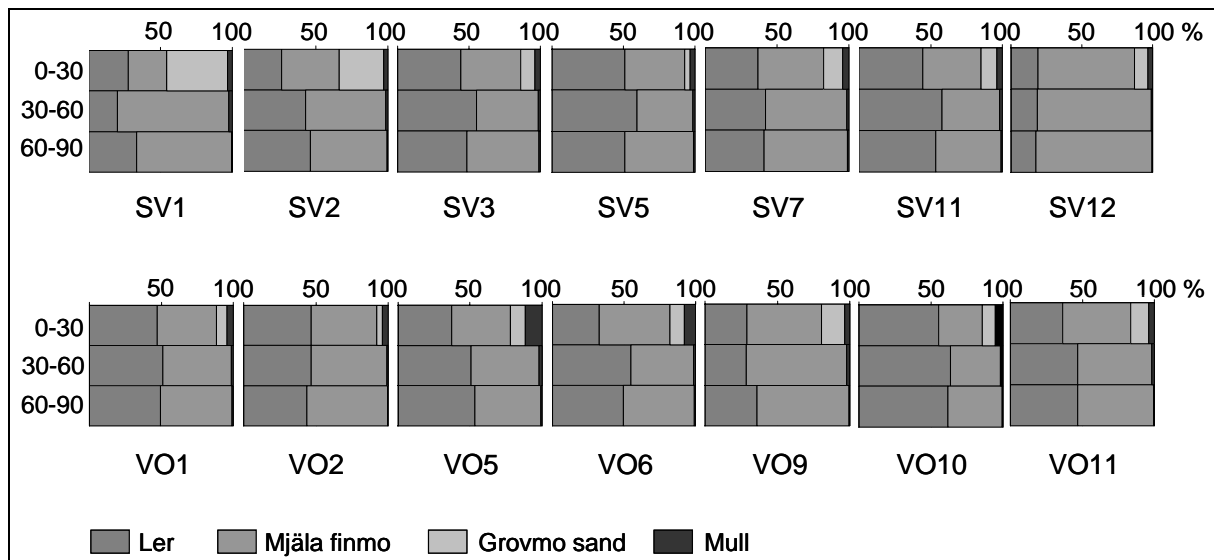
För beräkning av lösligt organiskt kväve analyserades även extrakten (2M KCl) på totalkväve genom persulfatoxidation av organiskt kväve och mineralkväve till nitrat som sedan analyserades kolorimetriskt. Metoden innefattar bland annat tillsättandet av NaOH och K₂S₂O₈ samt upphettning till 120°C och bygger på en metod utvecklad av (Cabrera & Beare, 1993). Lösligt organiskt kväve beräknades sedan som differensen mellan totalkvävet och mineralkvävet.

Resultat

Textur och mullhalt

Textur och mullhalt i markprofilen ner till 90 cm på de 14 platserna visas i figur 4. Lerhalterna i matjorden (0-30 cm) var i medeltal 37 % och varierade mellan 19 och 53 %. Spridningen i lerhalt inom växtodlings- respektive svingårdarna var relativt lika (figur 4). SV1 och SV2 skilde sig något från de övriga försöken genom att ha över 30 % sand och grovmo medan övriga platser låg närmare 10 %. Lerhalten ökade ofta något nere i alven och låg i medeltal på 46 % i båda alvnivåerna (30-60 respektive 60-90 cm).

Mullhalten i matjorden låg i medeltal på 4,5 % (figur 4). Spridningen var störst på växtodlingsgårdarna där två platser med högre mullhalt (VO6 = 7,8 % och VO5 = 11,5 %) fanns med. I övrigt låg de flesta platserna mellan 3 och 4 % mull. Mullhalten minskade sedan med djupet och låg i medeltal på 1,6 och 0,7 % i alven. Gårdarna med hög mullhalt i matjorden hade inte någon avvikande hög mullhalt i alven.



Figur 4. Texturfördelningen och mullhalten i procent på tre djup, 0-30 cm, 30-60 cm och 60-90 cm.

Mineralkväve

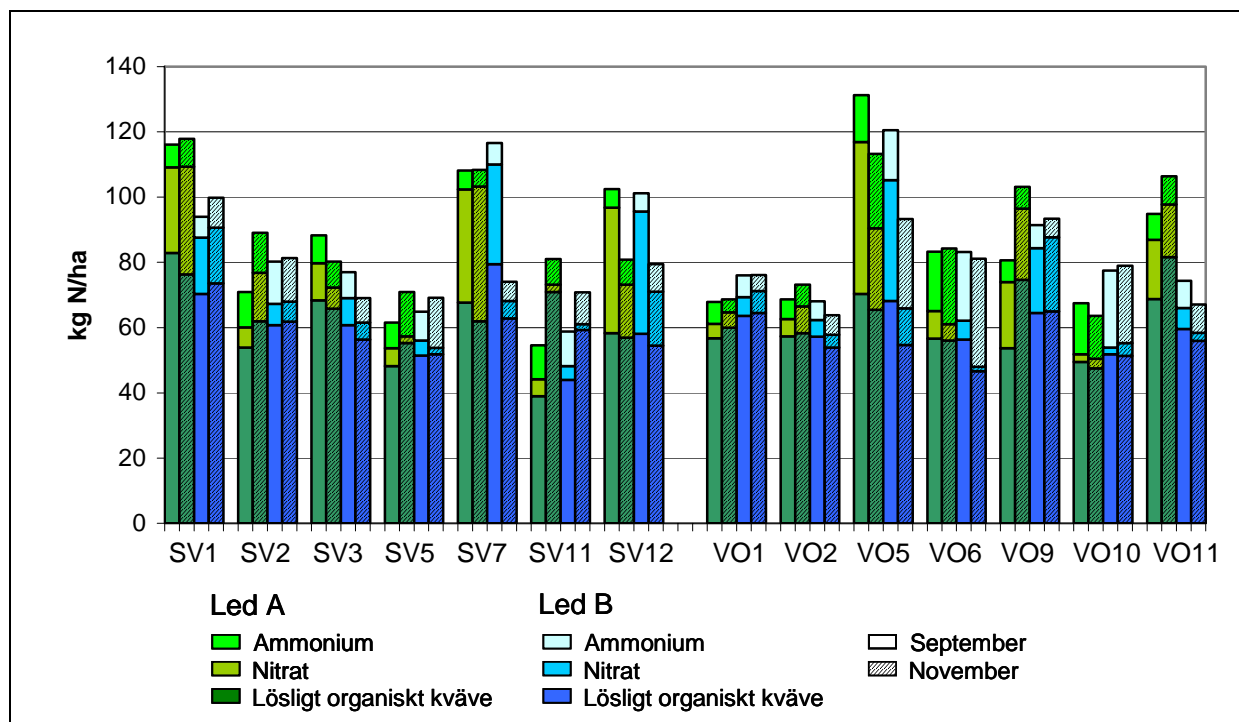
Vid provtagningen i september, strax före plöjningen av led A, fanns i markprofilerna ner till 90 cm djup i medeltal 25 kg mineralkväve ha^{-1} varav 10 kg var i form av ammonium och 15 som nitrat (figur 5). Mineralkväveinnehållet varierade mellan platserna från 11 till 57 kg N ha^{-1} med både de största och de minsta mängderna bland växtodlingsgårdarna.

Vid novemberprovtagningen, strax före plöjning av led B, var mineralkvävemängderna i medeltal över platser och led i stort sett oförändrade: 23 kg mineralkväve ha^{-1} varav 12 var ammonium och 11 nitrat (figur 5). Inga tydliga effekter av plöjningen i led A kunde ses vid den sena provtagningen, vare sig som en anhopning eller minskning av kväve. På två platser, SV3 och SV7, var det signifikant mindre mineralkväve i led B än i led A vid novemberprovtagningen och på en plats, VO10, var det signifikant mer mineralkväve i led B än i A.

Lösligt organiskt kväve

Mängden lösligt organiskt kväve (0-90 cm) stod i medeltal för ca 70 % av det totala extraherade kvävet, mellan knappt 60 och drygt 80 %, och var i medeltal 60 kg N ha^{-1} vid både september- och novemberprovtagningen (figur 5). Den största mängden lösligt organiskt kväve, 70 % av totalmängden lösligt organiskt kväve i profilen, fanns i matjorden (0-30 cm). 20 % av kvävet fanns i skiktet 30-60 cm och 10 % längst ner (60-90 cm). Fördelningen av kvävet var i stort sett den samma vid båda provtagningstillfällena och för båda leden.

Endast vid ett fåtal platser fanns signifikanta skillnader i mängden lösligt organiskt kväve (0-90 cm) mellan leden (SV1 vid septemberprovtagningen och VO6 vid novemberprovtagningen) eller mellan de olika provtagningstidpunkterna (SV11 i båda leden och VO6 i led B). Det fanns heller inga samband mellan vare sig mullhalt eller lerhalt och mängden lösligt organiskt kväve vid någon av provtagningarna. Någon skillnad mellan växtodlingsgårdarna och djurgårdarna syntes inte heller.



Figur 5. Mängden mineralkväve (ammonium och nitrat) och lösligt organiskt kväve i markprofilen ner till 90 cm i led A (plöjning i september) och led B (plöjning i november) vid provtagningen i september (inte skuggade staplar) och november (skuggade staplar).

Diskussion

Mängden lösligt organiskt kväve var i studien av de 14 gårdarna i medeltal 42 kg kväve ha⁻¹ i matjorden. Detta är nästan dubbelt så mycket som mängden mineralkväve (25 kg kväve ha⁻¹) och mer än vad som uppmäts i ett flertal engelska åkerjordar (20-30 kg kväve) med liknande mineralkvävemängder (Murphy et al., 2000). Studier har visat att 2 M KCl skulle kunna överskatta mängden lösligt organiskt N på lerjordar genom att även få med ammoniumkväve eller organiskt kväve adsorberat till ytorna på lermineralen (Bhogal et al., 2000). I studien med de engelska jordarna där både sandiga och leriga jordar ingick har dock samma extraktionsmedel använts. En del av skillnaderna mellan studierna skulle kunna förklaras med skillnader i provtagningstidpunkter. De engelska jordarna har provtagits på våren medan jordarna i denna studie provtagits under hösten. En bild över årsvariationen i mängden lösligt organiskt kväve i sammanställningen av Murphy et al. (2000) visar på skillnader under året även om de inte är lika stora som för mineralkväve. Jensen et al. (1997) uppmätte skillnader på 10-15 kg lösligt organiskt kväve ha⁻¹ (0-15 cm djup) under året med lägsta värden under vintern och högsta under sommaren. Bhogal et al. (2000) uppmätte stor andel lösligt organiskt kväve i en studie på två permanenta gräsvallar i Storbritannien, mellan 20 och 90 % av totalt lösligt kväve.

Resultat från de betydligt torrare höstarna 2002 och 2003 i det Jordbruksverksfinansierade projektet visade på en ökad mängd mineralkväve i profilen till följd av en tidig höstplöjning (opublicerat). Denna ökning syns dock inte den mer normalblöta hösten 2004. Då det enbart finns data på lösligt organiskt kväve från hösten 2004 är det svårt att säga något om hur den poolen påverkats av den tidigare plöjningen. Tidigare studier tyder dock på att poolen lösligt

organiskt kväve är korrelerad till nettomineraliseringen (Mengel et al., 1999). Störst korrelation fann Mengel et al. (1999) mellan nettomineralisering och ammoniumkvävefraktionen av det CaCl₂-extraherade organiska kvävet ($r^2 = 0,74$). Denna fraktion utgjorde i medeltal ca. 60 % av det lösliga organiska kvävet och ansågs var den för nettomineraliseringen viktigaste fraktionen. I det Jordbruksverksfinansierade projektet gjordes även anaeroba inkubationer för att bestämma den potentiella kvävemineraliseringen på de olika platserna. Inga samband fanns dock mellan lösligt organiskt kväve och dessa mätningar.

Siemens & Kaupenjohann (2002) fann på fyra tyska jordar att lösligt organiskt kväve kunde svara för mellan 6 och 21 % av den totala kväveutlakningen. Macdonald et al. (2003) visade på liknande mängder (4 - 28 %) där störst förluster av både mineralkväve och löst organiskt kväve återfanns efter lång tids tillförsel av stallgödsel. Inga tydliga skillnader syntes dock mellan växtodlings- och djurgårdarna i den här presenterade studien.

Fördelningen av det lösliga organiska kvävet mellan djupen var den samma vid båda provtagningstillfällena med störst mängder i matjorden och sedan avklingande. Vid förluster i form av utlakning från september till november skulle man kunna förvänta sig att återfinna större mängder kväve längre ner i profilen vid den sena provtagningen. Att så inte var fallet betyder naturligtvis inte med säkerhet att någon sådan transport inte skett, men det finns inga tydliga tecken på att det förekommit. Bhogal et al. (2000) uppmätte i en studie av effekterna av kultivering och efterföljande återsådd av vallfrö på permanenta vallar i Storbritannien kraftiga öknings av lösligt organiskt kväve ett av åren studien pågick. Effekterna syntes hela vägen ner i profilen (0-90 cm) och en kraftig minskning av det lösliga organiska kvävet i hela profilen vid senare mätningar ledde till antagande om utlakningsförluster från de lägre djupen. På en annan av platserna, på en dåligt dränerad jord, syntes dock ingen lika kraftig ökning och inte heller någon synlig transport neråt i profilen trots relativt mycket nederbörd. Minskningen i lösligt organiskt kväve förklaras här med möjlig lateralt flöde, immobilisering till mer stabila organiska former eller fixering till lerpartiklar. Även mineralisering och upptag av växterna i de övre skikten sågs som möjliga förlustvägar. I studien av de 14 gårdarna kan det inte röra sig om växtupptag men likväl om en mineralisering. Vad som sedan hänt mineralkvävet är svårt att säga. De små mängderna mineralkväve nere i alven på flera av platserna och en relativt stor andel ammonium skulle kunna tala för inhiberad nitrifikation och förluster i form av denitrifikation men en tätare provtagning i tiden eller faktiska mätningar av utlakning eller gasförluster skulle behövas för att få svar på vad som hänt mellan provtagningarna i september och november.

Inventeringen på de 14 gårdarna i Skaraborg visade på stora pooler lösligt organiskt kväve (70 % av det totala extraherade kvävet) vid de två provtagningstillfällena på hösten. Detta var något större än vad som rapporterats i tidigare studier på åkermark. Hur stor inverkan det lösliga organiska kvävet har på mineraliseringen, risken för kväveutlakning och den faktiska utlakningen samt hur det påverkas av odlingsåtgärder som jordbearbetning kvarstår dock att utreda.

Litteratur

- Alexandersson, H., Eggertsson Karlström, C. L.-M., S. 2001. Temperaturen och nederbörden i Sverige 1961-1990. Referensnormaler - utgåva 2. Meteorologi no. 99. SMHI, Norrköping. 71
- Bhogal, A., Murphy, D. V., Fortune, S., Shepherd, M. A., Hatch, D. J., Jarvis, S. C., Gaunt, J. L., Goulding, K. W. T. 2000. Distribution of nitrogen pools in the soil profile of undisturbed and reseeded grasslands. *Biology and Fertility of Soils* 30, 356-362.
- Cabrera, M. L., Beare, M. H. 1993. Alkaline Persulfate Oxidation for Determining Total Nitrogen in Microbial Biomass Extracts. *Soil Science Society of America Journal* 57, 1007-1012.
- Gee, G. W., Bauder, J. W. 1986. Particle-size analysis. In: A. Klute (ed.) *Physical and mineralogical methods*. 9, 2 2. Soil Science Society of America, Madison, pp. 383-411.
- Jensen, L. S., Mueller, T., Magid, J., Nielsen, N. E. 1997. Temporal variation of C and N mineralization, microbial biomass and extractable organic pools in soil after oilseed rape straw incorporation in the field. *Soil Biology & Biochemistry* 29, 1043-1055.
- Macdonald, A. J., Francis, S. M. J., Stockdale, E. A., Goulding, K. W. T., Willett, V. B., Jones, D. L., Baddeley, J. A., the late Green, J. J., Watson, C. A., Saunders, G., Cadisch, G. 2003. Effects of land use and management on soluble organic N in UK soils. Abstracts for the 12th N Workshop 21st-24th September, Controlling N flows and losses. Exeter, Devon, UK,
- Mengel, K., Schneider, B., Kosegarten, H. 1999. Nitrogen compounds extracted by electroultrafiltration (EUF) or CaCl₂ solution and their relationships to nitrogen mineralization in soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science-Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde* 162, 139-148.
- Murphy, D. V., Macdonald, A. J., Stockdale, E. A., Goulding, K. W. T., Fortune, S., Gaunt, J. L., Poulton, P. R., Wakefield, J. A., Webster, C. P., Wilmer, W. S. 2000. Soluble organic nitrogen in agricultural soils. *Biology and Fertility of Soils* 30, 374-387.
- Siemens, J., Kaupenjohann, M. 2002. Contribution of dissolved organic nitrogen to N leaching from four German agricultural soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science-Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde* 165, 675-681.

Förteckning över rapporter utgivna av Avdelningen för precisionsodling i serien *Tekniska rapporter*:

1. Stenberg, M., Bjurling, E., Gruvaeus, I., Gustafsson, K. 2005. Gödslingsrekommendationer och optimala kvävegivor för lönsamhet och kväveeffektivitet i praktisk spannmålsodling. En förstudie av hur mycket gödselgivorna i praktiken skiljer sig från beräknat optimala givor enligt dagens officiella rekommendationer genom uppföljning av fältförsök och av gårdsdata från Lantmännens databas över Svenskt Sigill-gårdar. SLU, Skara. Avdelningen för precisionsodling. Teknisk rapport 1.
2. Wetterlind, J. Stenberg, B., Stenberg, M. 2005. Inventering av lösligt organiskt kväve. En studie på 14 gårdar i Västergötland hösten 2004. SLU, Skara. Avdelningen för precisionsodling. Teknisk rapport 2.

Avdelningen för precisionsodling, Institutionen för markvetenskap, SLU, Skara, 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. Lanna försöksstation, är en viktig resurs för avdelningen, övriga institutioner vid SLU samt andra samarbetspartners.

Serien **Tekniska rapporter** tar sikte på att fortlöpande informera om aktuella resultat från pågående undersökningar vid Avdelningen för precisionsodling, SLU, Skara.

Tekniska rapporter kan beställas från avdelningen, se nedan. Förteckning över samtliga publikationer i avdelningens olika rapportserier erhålles kostnadsfritt. Rapporterna finns också tillgängliga på nedanstående internetadress.

Distribution:

Sveriges lantbruksuniversitet
Avdelningen för precisionsodling
Box 234
532 23 Skara
Tel. 0511-670 00, fax 0511-67134
Internet: <http://po-mv.slu.se>