



Evaluering af komposteret kildesorteret hus- holdningsaffald:

Kvælstofvirkning

*Evaluation of composted source-graded household
refuse:*

Nitrogen effect

Viggo Kjellerup
Afdeling for Planteernæring og -fysiologi
Askov Forsøgsstation
DK - 6600 Vejen



Statens Planteavlscenter
Sekretariatet
Løftenborgvej 2
2800 Lyngby

Evaluering af komposteret kildesorteret hus- holdningsaffald:

Kvælstofvirkning

*Evaluation of composted source-graded household
refuse:*

Nitrogen effect

Viggo Kjellerup
Afdeling for Planteernæring og -fysiologi
Askov Forsøgsstation
DK - 6600 Vejen

Resumé

Laboratorieforsøg

Mikrobiel aktivitet (CO_2 -udvikling) og kvælstofomsætning blev bestemt i kildesorteret komposteret husholdningsaffald inkuberet alene, og efter blanding med jord. Undersøgelserne blev gennemført over en periode på 4 uger. Der blev inddraget to komposttyper i undersøgelserne, henholdsvis ikke færdigkomposteret (komposteret i ca. 4 uger, kompost A), samt færdigkomposteret kompost (komposteret i 3/4 år kompost B), med og uden iblanding af uorganisk kvælstof (NH_4Cl).

CO_2 -respiration: I den *ikke færdigkomposterede* kompost (A) var CO_2 -respirationen ved inkubationens start ca. 60 pct. større end i den færdigkomposterede kompost (B). Efter en uges forløb var aktiviteten i kompost A, faldet til samme niveau som i kompost B, hvorefter aktiviteten var jævnt faldende resten af forsøgsperioden.

Inkubation af den *færdigkomposterede* kompost (B) alene øgede midlertidigt den biologiske aktivitet. Derefter faldt CO_2 -produktionen til samme niveau som i de øvrige forsøgsled, og efter fire ugers inkubering var der ingen forskel i CO_2 -produktionen uanset komposttype og uanset tilførsel af uorganisk N.

Den samlede CO_2 -afgivelse var størst i den *ikke færdigkomposterede* kompost, hvor der blev afgivet 6,0 og 4,5 pct. af C-indholdet ved inkubationens start henholdsvis uden og med tilførsel af uorganisk N. De tilsvarende tal for den færdigkomposterede kompost var 5,0 og 2,0 pct. I jord, hvor CO_2 -udviklingen var væsentlig mindre, skete der en halvering af CO_2 -udviklingen ved iblanding af uorganisk N. Tilsætning af uorganisk N resulterede altså i faldende CO_2 -afgivelse for både kompost og jord.

Kvælstofomsætning: For de to komposttyper var der efter 4 ugers inkubation relativt meget ammonium-N tilbage i komposten, men der var sket en vis nitrificering af det tilførte ammonium-N.

I den *ikke færdigkomposterede* kompost (A) blev ca. 60 pct. af den mængde N der var til stede på uorganisk form ved inkubationens start immobiliseret i den mikrobielle biomasse. Dette var også tilfældet efter tilførsel af uorganisk N. I den færdigkomposterede kompost (B) forekom der derimod ikke nogen kvælstoffrigivelse eller immobilisering med eller uden uorganisk N-tilførsel.

Ved iblanding af kompost svarende til 37,5 t pr. ha i jord blev al ammoniumkvælstof, tilført med kompost eller i NH_4Cl , nitrificeret i løbet af en uge. Uanset komposttype var der ved *iblanding* af kompost i jorden øget mineralisering i forhold til kompost inkuberet *alene*. Af den tilførte mængde total-N med kompost blev der dog *kun genfundet* ca. 12 pct. på uorganisk form.

Ved inkubering af *jord uden* kvælstoftilførsel blev nitratinholdet næsten fordoblet i løbet af en uge, hvorefter indholdet indstillede sig på en ny ligevægt resten af forsøgsperioden.

Al den tilsatte ammonium-N var i løbet af et par uger nitrificeret til nitrat, og stigningen i nitratinholdet modsvarede af et tilsvarende fald i ammonium-N. Ved inkubation af jorden var der generelt sket en kvælstoffrigørelse målt som sum af $\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$.

Markforsøg

Den gødningsmæssige virkning af tilført kompost alene, samt i kombination med stigende mængder handelsgødningskvælstof blev undersøgt i et to-årigt markforsøg. Komposten blev straks efter udbringning nedfræset i jorden. Der blev målt henholdsvis førsteårsvirkning i vårbyg og eftervirkning i græs. N-virkningen blev bestemt som tørstof- og kvælstofudbytte i afgrøden.

I *markforsøg* med vårbyg gav anvendelse af kompost alene størst tørstofudbytte efter tilførsel af færdigkomposteret kompost. I denne kompost blev der beregnet et værdital på 120 af tilført uorganisk N (40 kg N/ha) hvorimod tilsvarende tal for ikke færdigkomposteret var 67.

Ved kombineret tilførsel af handelsgødning og kompost gav den ikke færdigkomposterede kompost derimod størst udbyttestigning både i forhold til den færdigkomposterede og i forhold til anvendelse af handelsgødning alene.

Ved samme niveau af uorganisk N betød gødskning med kompost et øget kvælstofindhold i kerne sammenlignet med gødskning med handelsgødning alene.

Førsteårsvirkning af tilført *total-N* med komposten var generelt meget lille. Værditallet beregnet ud fra tilført total-N var hhv. 13 og 11 ved kompost A og B.

Eftervirkning. Målt på det samlede græsudbytte og kvælstofudbytte var der en tendens til, at den ikke færdigkomposterede kompost (A) gav nogen eftervirkning. Forskellene mellem de gennemsnitlige udbytter efter tilførsel af kompost og handelsgødning var dog ikke statistisk sikre.

Nøgle ord: Husholdningsaffald, kompost, komposterings tid, CO_2 -respiration, N-frigørelse, immobilisering, tørstofudbytte, N-optagelse, inkubations- og markforsøg.

Summary

Laboratory experiment. Microbial activity (CO_2 -respiration) and nitrogen transformation were measured in composted source-graded household refuse incubated alone, and after mixed with soil. The investigation included two types of compost namely: A, not finished compost (composted 2 weeks) and: B, finish compost (composted 8 months) with and without adding inorganic nitrogen (NH_4Cl).

CO_2 -respiration. In beginning the CO_2 -produktion was nearly 60 per cent higher in A than B. After a week the activity gradually decrease to the end of investigation of 4 weeks. Adding inorganic nitrogen resulted in decrease CO_2 -respiration both from compost and from soil. The accumulated CO_2 -production from A were 6.0 and 4.5 per cent of carbon content by start of incubation with and without adding inorganic nitrogen respectively. The corresponding data from B were 5.0 and 2.0 per cent.

Nitrogen transformation. In compost A 60 per cent of the amount of inorganic nitrogen was immobilized. In compost B there was no immobilization nor release of inorganic nitrogen. By adding compost, corresponding 37 t per ha, into the soil all inorganic nitrogen (NH_4Cl) was nitrified in a week. Irrespectively type of compost there was increase mineralization mixing compost into soil in ratio to compost incubated alone. In relation to the totale amount of total-N c. 12 per cent was found as inorganic nitrogen.

Field experiment: The effect of single dressing of compost A and B (40 kg inorganic N per ha) was compared with the effect of supplementary dressing of 40 and 80 kg N per ha in CAN to spring barley and undersown perennial ryegrass. The compost was incorporated into soil just before sowing. Dry matter yield and nitrogen uptake was determined in grass and in spring barley through the growing season and at normal harvest time. In spring barley the utilization ratio of inorganic N supplied with compost B was 120. Some of the organic N in the compost had been mineralized

through the growing season. By compost A there had been some immobilization of inorganic N. The utilization ratio was only 67.

Calculated of total-N content in the compost the utilization ratio was only 13 and 11 by compost A and B respectively.

The second year effect measured in grass there was a trend of after effect of compost A on DM and N-yield, but no significant difference between the two types of compost and of CAN on the yield.

Key words: Household refuse, compost, time of composting, CO₂-respiration, nitrogen transformation, dry matter, N-uptake, incubation and field experiments.

Indledning

Med den stigende interesse for genanvendelse kan det forventes, at man fremover får øgede mængder komposteret, kildesorteret husholdningsaffald. Komposten tænkes afsat til have og/eller landbrug. Der savnes imidlertid viden om kompostens gødningsværdi og eventuelle negative virkninger på dyrkningssystemer.

Ved iværksættelse af nærværende projekt var interessen især samlet om at evaluere kemiske og biologiske egenskaber ved komposten i relation til dennes gødningsvirkning.

Det er ligeledes af stor interesse at få belyst, hvilken betydning komposteringstiden har på bl.a. den gødningsmæssige virkning af komposten, samt hvilken indflydelse iblanding af mineralsk kvælstof har på omsætning af det organiske stof i komposten.

Fra firmaet Affaldsselskab Frederiksborg Amt Vest, AFAV, blev leveret to typer komposteret kildesorteret husholdningsaffald. A. Komposteret i ca. 2 uger ved modtagelsen, B. komposteret i ca. 8 mdr. Komposten stammede fra "rent" kildesorteret husholdningsaffald uden iblanding af andet organisk materiale.

Projektet omfattede to delundersøgelser henholdsvis:

1). *Indkuberingsforsøg* med de to komposttyper omfattende:

- I Nedbrydning af organisk stof ved måling af CO₂-udviklingen.
- II Kvælstofomsætning i kompost tilsat uorganisk kvælstof.
- III Kvælstofomsætning i jord tilsat kompost og uorganisk kvælstof.

2). Toårig *markforsøg* med vårbyg og udlæg af alm. rajgræs tilført kompost og stigende N-mængder i kalkammonsalpeter.

Beskrivelse af komposten

Der blev i inkubations- og markforsøgene benyttet to komposttyper A og B.

Tabel 1. Plantenæringsstoffer i kompost, i foreliggende materiale. *Plant nutrients in compost in fresh material.*

	%	
	A*	B**
Tørstof, <i>DM</i>	38,6	48,7
Sand, <i>sand</i>	19,2	17,5
Aske, <i>ash</i>	26,5	23,6
Ren aske, <i>pure ash</i>	7,3	6,1
Total-N	1,17	1,07
NH ₄ -N	0,229	0,030
NO ₃ -N	< 0,001	0,070
C	11,9	8,8
P	0,100	0,200
K	0,310	0,520
Ca	0,760	1,78
Mg	0,090	0,14
	ppm	
Cu	45	41
Zn	159	109
Mn	103	87
Cd	0,154	0,141
Pb	39	36

* A Komposteret 2 uger, *A composted 2 weeks*

** B Komposteret 8 måneder, *B composted 8 month*

Kompost A var ved modtagelsen den 5/2-1991 komposteret i ca. en uge og var ikke færdigkomposteret. Der var ved modtagelsen relativ kraftig varmeudvikling (ca. 50°C) og ved forsøgenes start 18/5-1991 var temperaturen stadig høj (ca. 40°C). Fra kompost B, som var færdigkomposteret ved modtagelsen (komposteringstid ca. 8 mdr.), var der derimod ingen varmeudvikling. Indholdsstoffer i kompost A og B er vist i tabel 1.

Det højere tørstofindhold i kompost B kan skyldes, at der ved den længere tids kompostering, er fordampet mere vand fra denne kompost.

Al uorganisk N i kompost A fandtes på ammoniumform (0,229 pct.), og udgjorde 19,6 pct. af total-N. I kompost B var der mindre uorganisk N (0,100 pct.) hvilket svarede til 9,3 pct. af total-N. Af dette udgjorde $\text{NH}_4\text{-N}$ 0,030 pct. og $\text{NO}_3\text{-N}$ 0,070 pct. C/N-forholdet var i A og B henholdsvis 10,0 og 8,2.

Sammenlignet med fast kvæggødning er der ca. dobbelt så meget tørstof i komposten, medens der beregnet på tørstofbasis ikke er den store forskel i total-N indholdet. I kvæggødning ca. 3,0 pct. og i ovennævnte to komposttyper 3,0 og 2,2 pct. total-N i tørstof. Modsætningsvis er der væsentlig mere $\text{NH}_4\text{-N}$ i tørstoffet i kvæggødning end i komposten. Tidligere forsøg (1) viste at førsteårsvirkning af kvælstof i organiske gødninger er stærkt korreleret til indhold af $\text{NH}_4\text{-N}$.

Inkubationsforsøg

Eksperiment I: CO_2 -udvikling (respiration)

Undersøgelserne blev gennemført som inkubationsforsøg ved 20°C.

Jord og kompost A og B blev inkuberet efter følgende forsøgsplan:

1. Jord, *soil*
2. Jord + N, *soil* + N^{*)}
3. Kompost A, *compost A*
4. Kompost A + N, *compost A* + N^{*)}
5. Kompost B, *compost B*
6. Kompost B + N, *compost B* + N^{*)}

^{*)} Tilførsel af NH_4Cl , 24 ppm $\text{NH}_4\text{-N}$, *Supply of NH_4Cl , 24 ppm $\text{NH}_4\text{-N}$*

^{**)} Tilførsel af NH_4Cl , 2000 ppm $\text{NH}_4\text{-N}$, *Supply of NH_4Cl , 2000 ppm $\text{NH}_4\text{-N}$*

Som udgangspunkt for undersøgelserne er der regnet med tilførsel af 30 t kompost pr. ha med og uden iblanding af hvad der svarer til 60 kg uorganisk N pr. ha.

Metodik

Der blev afvejet 20,0 g jord og efter orienterende undersøgelser (CO_2 -målinger) blev afvejet 2,5 g og 5,0 g af henholdsvis kompost A og B. Prøverne blev overført til inkubationsglas (Headspace-flaske) med et samlet volume på 133,5 cm^3 . Derefter indstilledes alle kompostprøver til samme vandindhold, 57,2 pct. I jorden blev direkte iblandet NH_4Cl , svarende til 24 ppm $\text{NH}_4\text{-N}$. I komposten blev tilført vandig opløsning af NH_4Cl , svarende til 2000 ppm $\text{NH}_4\text{-N}$.

CO_2 -bestemmelse blev foretaget på gaskromatograf. Der blev målt fra samme flaske i hele forsøgsperioden, som varede ca. 4 uger. Luftprøver blev udtaget fra Headspace-flasken når det procentiske CO_2 -indhold i luften over prøven kom op i nærheden af 3. Efter udtagning af luftprøver, blev luften i Headspace-flasken udskiftet ved forsigtig udsugning i 2 min. af den overliggende luft. På grund af den kraftige CO_2 -produktion i nogle af prøverne i begyndelsen af forsøgsperioden blev CO_2 -indholdet i denne periode bestemt dagligt.

Af hensyn til senere udregning blev der målt CO_2 i alle prøver selvom der var prøver hvor indholdet i luften ikke var oppe i nærheden af 3 procent.

Mængden af produceret CO_2 blev beregnet ved

$$\frac{P \text{ ppm} * 60 \text{ min/time} * (V) \text{ l}}{1000000 * (T) \text{ min} * (G) \text{ g} * 24,1 \text{ l/mol}} = \frac{\text{mol CO}_2}{\text{Time} * \text{g kompost}}$$

hvor

Produktion (P):	ppm (T_2) - ppm (T_1)
Tid (T):	T_2 (minutter) - T_1 (minutter)
Gram stof (G):	g prøve i Headspace-flaske
Volumen (V):	Luft volumen i l

Ekspirement II: Kvælstofomsætning

Undersøgelse over kvælstofomsætning i komposten og jorden er gennemført efter samme forsøgsplan, som er anvendt ved måling af CO_2 -udviklingen.

Der blev afvejet 4 hold á 18 stk. jævnfør forsøgsplan (6 led á 3 gentagelser).

Der blev analyseret efter følgende inkubationstider:

Inkubationstid:

0	ved start
I	1 uge
II	2 uger
III	3 uger

Ved inkubationstid 0 første hold blev der straks efter afvejning og tilsætning af uorganisk kvælstof bestemt $\text{NH}_4\text{-N}$ og $\text{NO}_3\text{-N}$. De øvrige hold blev placeret i inkubationsskab ved 20°C . Glassene blev dækket løst med folie for at minimere vandfordampning under inkubationen. I løbet af forsøgsperioden blev vandindholdet i de inkuberede prøver holdt konstant ved tilsætning af destilleret vand.

Prøverne blev ekstraheret med 1 M KCl og efter centrifugering blev der i ekstraktet målt $\text{NH}_4\text{-N}$ og $\text{NO}_3\text{-N}$ på autoanalyser.

Eksperiment III: Jord og kompost

For at vurdere dels omsætningen af den relative store mængde organisk bundet kvælstof, der tilføres med komposten til jorden, og dels indflydelsen af komposteringsgraden på frigivelsen af plantetilgængeligt kvælstof fra komposten, blev der gennemført et inkubationsforsøg efter følgende plan:

Forsøgsplan, Experimental design

Jord, soil

Jord + N, soil + N^j

Jord + kompost A, soil + compost A

Jord + N^j + kompost A, soil + N^j + compost A

Jord + kompost B, soil + compost B

Jord + N^j + kompost B, soil + N^j + compost B

j 24 ppm $\text{NH}_4\text{-N}$, svarende til 60 kg N pr. ha

Der er regnet med tilførsel af 37,5 t kompost pr. ha. Forsøget er gennemført *med* og *uden* tilsætning af mineralsk kvælstof (NH_4Cl). Prøverne er inkuberet ved 20°C. Der er analyseret efter følgende inkubationstider:

0	ved start
I	1 uge
II	2 uger
III	3 uger
IV	4 uger

Uorganisk kvælstof, $\text{NH}_4\text{-N}$ og $\text{NO}_3\text{-N}$, er bestemt efter samme procedure som tidligere beskrevet.

Resultater

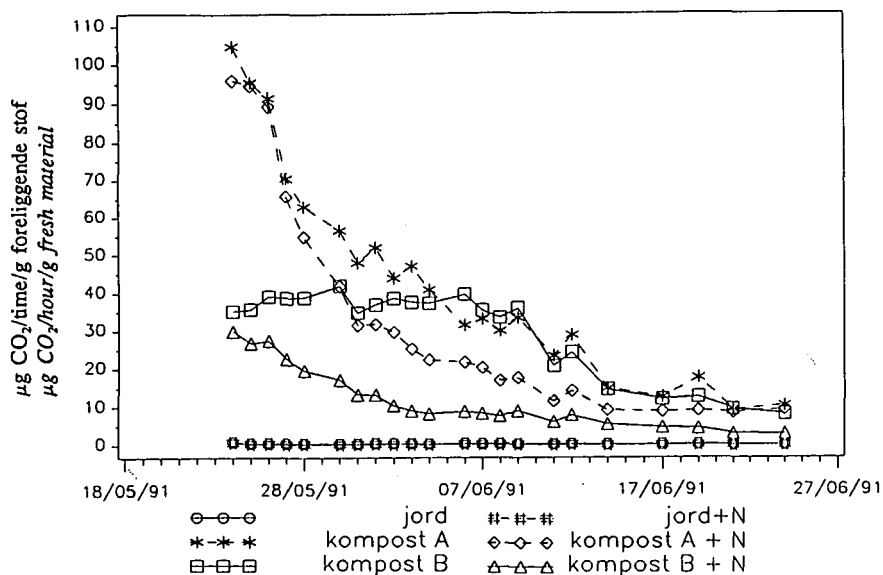
Eksperiment I, CO_2 -respiration

I den ikke færdigkomposterede kompost (A) var der i begyndelse af forsøgsperioden en kraftig mikrobiel aktivitet (fig. 1). I begyndelsen var CO_2 -produktionen 1/3 af mængden udskilt af den ikke færdigkomposterede kompost. Aktiviteten faldt hurtigere i A end i færdigkomposteret kompost (B).

CO_2 -produktionen fra B uden tilførsel af mineralsk kvælstof var i de første 4-5 dage svagt stigende, hvorefter der var faldende aktivitet resten af forsøgsperioden. Ændringerne i aktivitet kan skyldes temperaturens indflydelse på omsætningshastigheden. I den færdigkomposterede kompost var temperaturen ved modtagelsen den samme som omgivelserne nemlig ca. 5°C. Ved inkubering ved 20°C er der sket en "opblomstring" af de biologiske processer, som har bevirket en øget nedbrydning af det organiske stof med CO_2 -afgivelse til følge. Nedbrydningen har så efter et relativt kort tidsrum indstillet sig på ny ligevægt og faldet i CO_2 -produktionen følger de andre kurver.

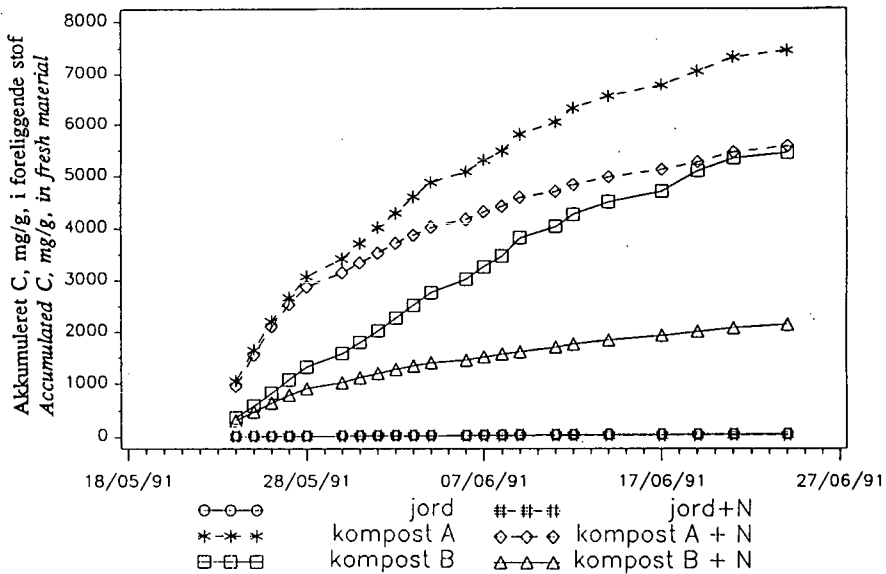
Iblanding af uorganisk N bevirkede, at CO_2 -produktionen i begge komposttyper i første halvdel af forsøgsperioden faldt relativt hurtigere, end hvor der ikke var blevet tilført N (fig. 1).

Ved afslutning af forsøget var CO_2 -produktionen konstant og faldet til samme niveau uanset komposttype og uanset tilførsel af kvælstof eller ej.



Figur 1. CO₂-udvikling fra jord og kompost med og uden tilførsel af NH₄Cl.
 CO₂-production, from soil and compost with and without supply of NH₄Cl.

Af fig. 2 ses den samlede C-afgivelse i forsøgsperioden. Tilsætning af mineralsk kvælstof har reduceret C-afgivelsen væsentligt, specielt ved den færdigkomposterede kompost. C-afgivelsen fra jorden var *meget lavere* end fra kompost, og der er tilsyneladende ingen forskel om der er tilsat kvælstof eller ej.



Figur 2. Akkumuleret C-afgivelse fra jord og kompost.

Accumulated C-production from soil and compost.

I tabel 2 er vist resultater fra beregning af CO_2 -afgivelsen i procent af C-indholdet ved forsøgets start. Heraf fremgår imidlertid at CO_2 -afgivelsen fra jorden også er faldet ved tilsætning af kvælstof.

Af resultaterne i tabellen ses, at forskellen i det relative fald i CO_2 -produktionen ved tilsætning af kvælstof var størst for kompost B, mindre for kompost A og mindst for jorden. Selvom forskellen for jorden er lille, sammenlignet med forskellen for de to typer kompost, bemærkes at tilsætningen af mineralsk kvælstof har reduceret C-afgivelsen fra 0,44 til 0,29 procent af jordens C-indhold ved forsøgets start.

Almindeligvis stiger omsætningen ved tilførsel af N til organisk stof med et C/N-forhold højere end ca. 20. Da de to komposttyper havde et C/N forhold på henholdsvis 10,0 for A og 8,2 for B skal forklaringen på, at tilsætning af kvælstof tilsyneladende har reduceret omsætningen måske tillægges underskud i letomsættelige organiske kulstofforbindelser.

En anden forklaring kan være at tilsætning af kvælstof direkte har haft reducerende virkning på den eksisterende mikroflora med en nedsat aktivitet til følge. Tilsvarende forhold fandt Thomsen (4) i undersøgelse over kvælstofomsætning i jord. Disse undersøgelser viste et fald i den mikrobielle biomasse-N efter tilførsel af uorganisk N (^{15}N) efter 7 ugers inkubering.

Ved tilsætning af kvælstof til de to komposttyper steg indholdet af uorganisk kvælstof fra ca. 0,1 til ca. 0,3 pct. i foreliggende tilstand. Til sammenligning skal nævnes at indholdet af $\text{NH}_4\text{-N}$ i fast husdyrgødning er ca. 0,14 pct. i kvæggylle ca. 0,35 pct. og i svinegylle ca. 0,40 pct. Set i forhold til indholdet af $\text{NH}_4\text{-N}$ i husdyrgødning er indholdet af uorganisk kvælstof i komposten under inkuberingen således ikke ekstremt højt.

Hvad der er den direkte årsag til nedgangen i CO_2 -udskillelsen ved tilsætning af N kan ikke udledes af nærværende resultater, og vil kræve yderligere undersøgelser.

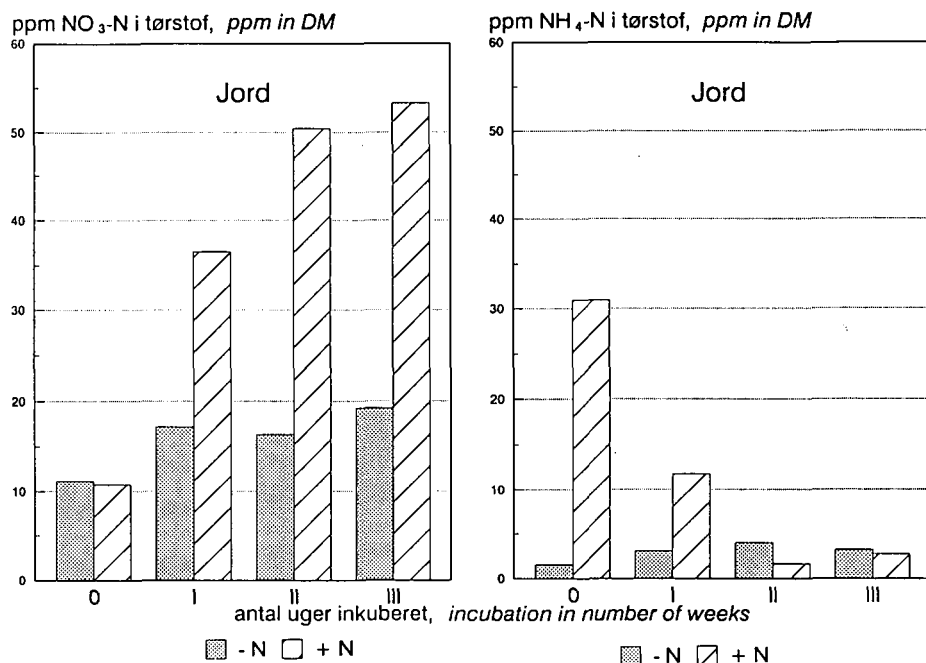
Tabel 2. C-indhold, mg/g, i kompost og jord før inkubation og opsamlet under 28 dages inkubation.

C, mg/g, in compost and soil before incubation and collected during 28 days of incubation.

	Jord <i>Soil</i>		Kompost A <i>Compost A</i>		Kompost B <i>Compost B</i>	
	-N	+N	-N	+N	-N	+N
Ved start, <i>by start</i>	12,38		123,8		108,4	
Opsamlet, <i>accumulated</i>	0,054	0,036	7,463	5,585	5,456	2,161
Opsamlet i % af C ved start						
<i>Accumulated in % by start</i>	0,44	0,29	6,03	4,51	5,03	1,99

Eksperiment II, Kvælstofomsætning i komposten

Som det fremgår af figur 3 og 4 var der væsentlig større indhold af $\text{NH}_4\text{-N}$ og $\text{NO}_3\text{-N}$ i komposten end i jorden.

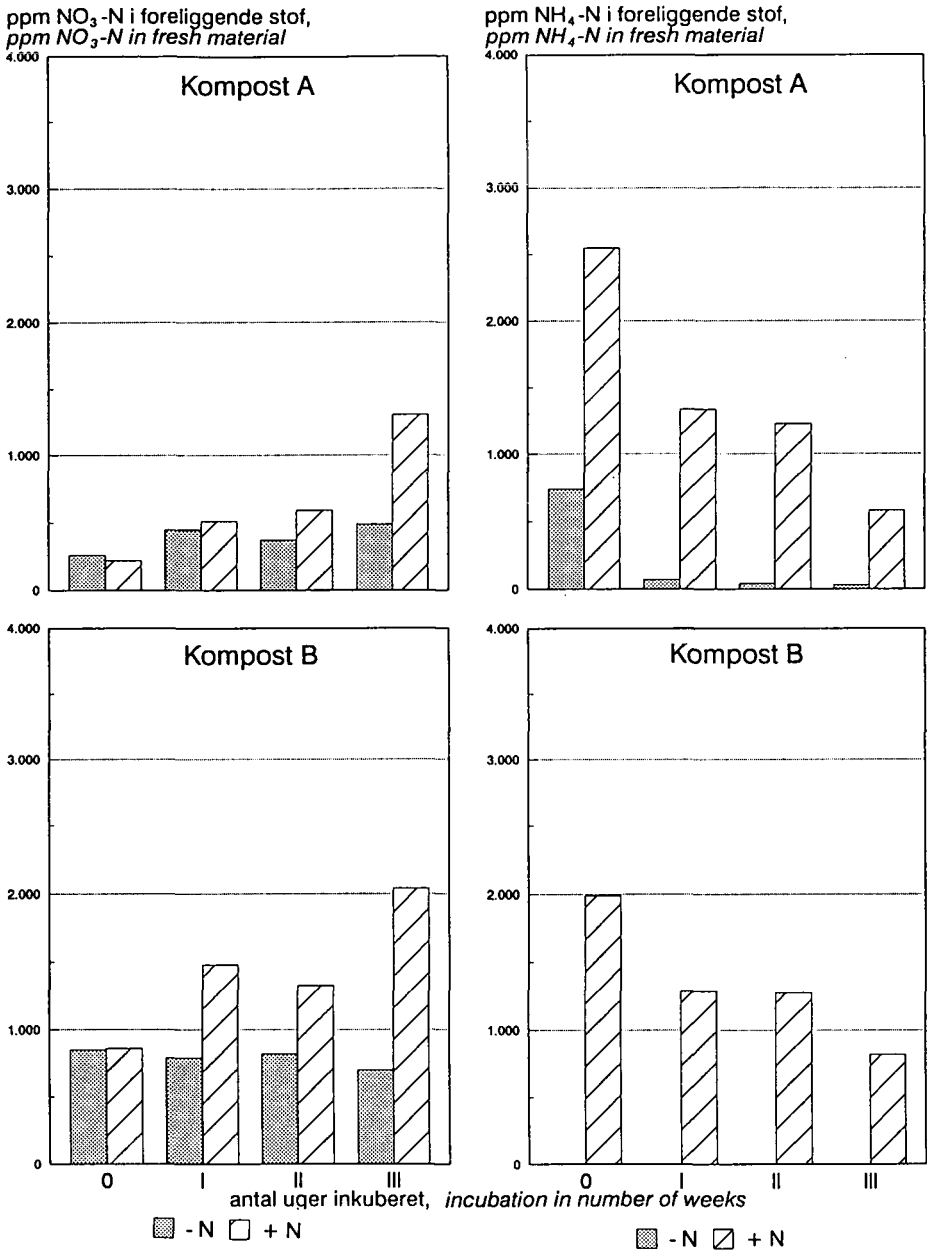


Figur 3. Koncentration af NO₃-N og NH₄-N i jord med og uden tilførsel af NH₄-N.
Concentration of NO₃-N and NH₄-N in soil with and without addition of NH₄-N.

Ved inkubationens start var der i jord et indhold på ca. 10 ppm NO₃-N og ca. 2 ppm NH₄-N. Hvor der ikke var blevet tilsat uorganisk N til jorden, var der som følge af mikrobiel aktivitet sket en stigning i indhold af uorganisk kvælstof, mineraliseret fra jordens organiske pulje. I løbet af den første uge steg NO₃-N-koncentrationen til ca. 15 ppm, hvorefter den næsten holdt sig konstant resten af forsøgsperioden. Samme forhold gjorde sig gældende for NH₄-N-indholdet.

Tilsætning af uorganisk N til jorden resulterede i en kraftig stigning i NO₃-N-indholdet, som til dels modsvarede af tilsvarende fald i NH₄-N koncentrationen. De nitrificerende bakterier, nitrosomonas og nitrobakter, har i løbet af et par uger nitrificeret al tilført NH₄-N.

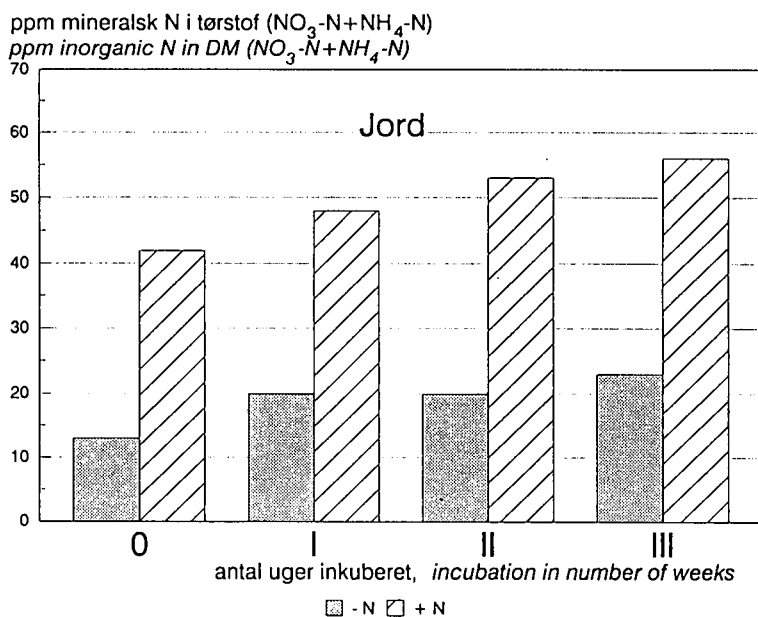
For den ikke færdigkomposteret kompost A var der en relativ mindre nitrificering af tilført NH₄-N sammenlignet med jorden (fig. 4). Ved forsøgsperiodens slutning var der et relativt højt indhold af NH₄-N i prøverne. Det bemærkes at der var væsentlig større indhold af NH₄-N og NO₃-N i komposten end i jorden (fig. 3 og fig. 4).



Figur 4. Koncentration af $\text{NO}_3\text{-N}$ og $\text{NH}_4\text{-N}$ i kompost med og uden tilførsel af $\text{NH}_4\text{-N}$.
Concentration of $\text{NO}_3\text{-N}$ and $\text{NH}_4\text{-N}$ in compost with and without addition of $\text{NH}_4\text{-N}$.

I den færdigkomposterede kompost (B) uden tilførsel af uorganisk N, holdt $\text{NO}_3\text{-N}$ -koncentrationen sig næsten konstant hele forsøgsperioden igennem. Tilsætning af ammoniumkvælstof til den færdigkomposterede kompost har, sammenlignet med den ikke færdigkomposterede, givet en væsentlig stigning i nitratinholdet i løbet af en uge og har derefter holdt sig næsten konstant forsøgsperioden ud. Faldet i ammoniumindholdet modsvarede tildels af stigning i nitratinholdet.

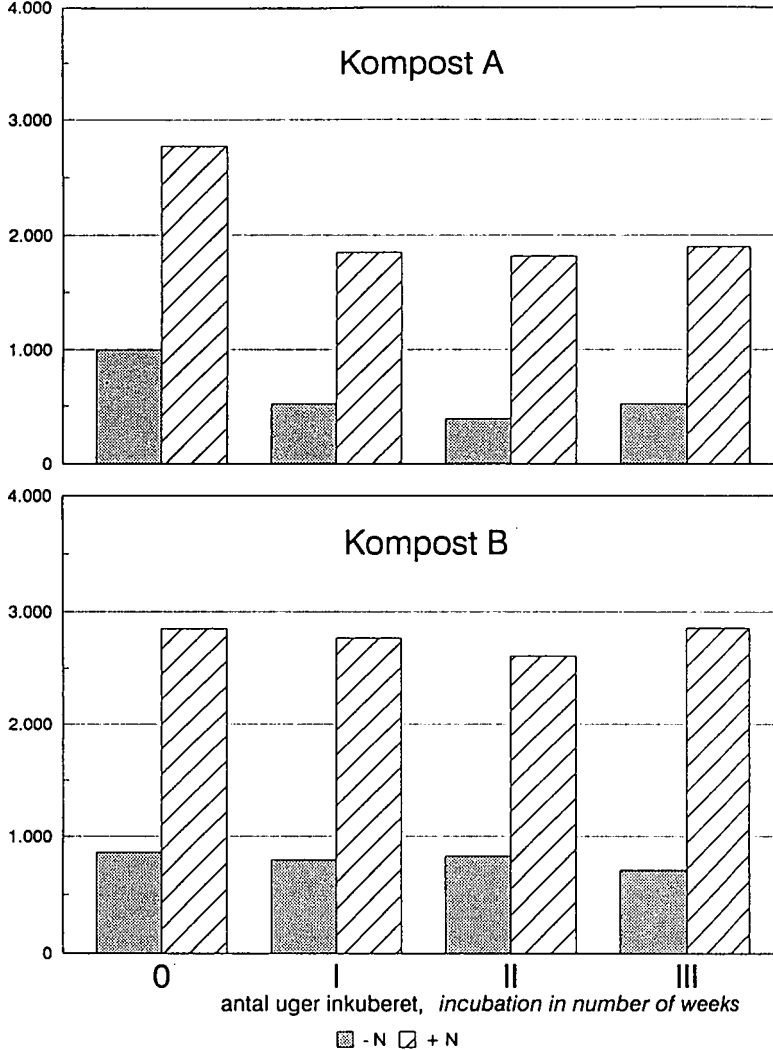
Den samlede mængde uorganisk N ($\text{NH}_4\text{-NO}_3\text{-N}$) er vist i fig. 5.



Figur 5. Sum af uorganisk kvælstof ($\text{NO}_3\text{-N}$ og $\text{NH}_4\text{-N}$) i jord med og uden tilførsel af $\text{NH}_4\text{-N}$.
Total inorganic-N ($\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$) in soil with and without addition of $\text{NH}_4\text{-N}$.

I den 1. uge af forsøgsperioden var der fra jorden, uden tilførsel af kvælstof sket en stigning i uorganisk kvælstof mineraliseret fra jordens organiske pulje. Forøgelsen af uorganisk N var på ca. 40 pct. Indholdet har derefter stabiliseret sig resten af forsøgsperioden (fig. 5). I jord tilsat uorganisk kvælstof var stigningen i uorganisk N ca. 30 pct.

ppm, sum af uorganisk N i foreliggende stof, *sum of inorganic N in fresh material*



Figur 6. Sum af uorganisk kvælstof ($\text{NO}_3\text{-N}$ og $\text{NH}_4\text{-N}$) i kompost med og uden tilførsel af $\text{NH}_4\text{-N}$.
Total inorganic-N ($\text{NO}_3\text{-N}$ + $\text{NH}_4\text{-N}$) in compost with and without addition of $\text{NH}_4\text{-N}$.

I den ikke færdigkomposterede kompost A var der i modsætning til jord sket en *immobilisering* af uorganisk kvælstof (fig. 6). Uden iblanding af NH_4Cl blev der efter en og to ugers inkubation hhv.

genfundet ca. 50 og 40 pct. af den uorganiske kvælstof fundet ved start. Efter 3 ugers inkubation var der tilsyneladende mineraliseret noget af det bundne kvælstof, idet der blev målt ca. 50 pct. af indholdet ved start. Ved tilsætning af NH_4Cl blev ca. 1/3 af det *tilførte N immobiliseret* i løbet af en uge. Derefter var indholdet af uorganisk N stabilt resten af perioden.

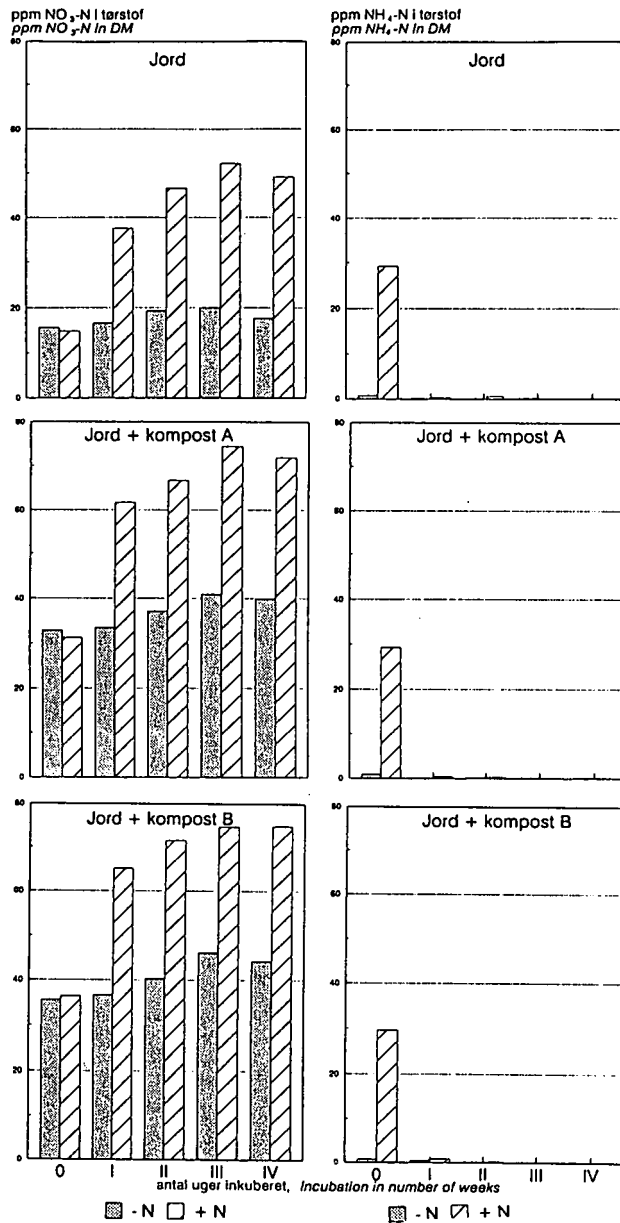
I den færdigkomposterende kompost B (fig. 6) blev der i modsætning til kompost A ikke fundet frigivelse eller immobilisering af uorganisk N. Dette var tilfældet i led med og uden tilsætning af kvælstof. Dog var der en tendens til en immobilisering ved sidste udtagning, hvor der ikke var tilført uorganisk N.

Eksperiment III, (N-omsætning i jorden efter tilførsel af uorganisk N og kompost)

I løbet af den første uge var al ammoniumkvælstof i jord og jord + kompost blevet nitrificeret. Dette var tilfældet med såvel tilført ammoniumgødning som ammonium tilført med kompost. Uden tilførsel af uorganisk kvælstof til jorden (fig. 7 øverst) stabiliserede nitratinholdet sig i løbet af et par uger.

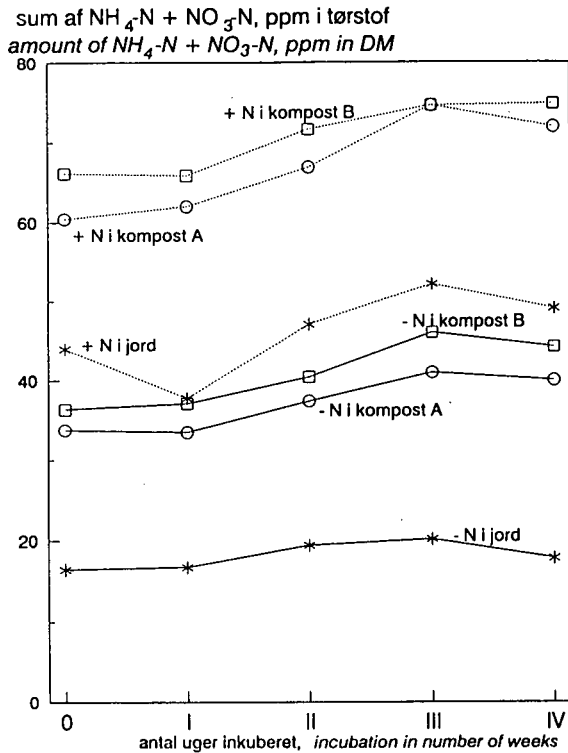
Efter tilførsel af kompost med og uden NH_4Cl var nitratinholdet stigende forsøgsperioden igennem. Komposteringsgraden havde tilsyneladende ingen indflydelse på kvælstofmineraliseringen fra komposten.

Resultaterne tyder på, at der løbende blev mineraliseret organisk kvælstof tilført med komposten, når *denne* var iblandet jorden. Dette er i modsætning til, hvad der blev fundet med "ren" kompost (fig. 6)



Figur 7. Koncentration af $\text{NO}_3\text{-N}$ og $\text{NH}_4\text{-N}$ i jord og i blanding af jord og kompost med og uden tilførsel af $\text{NH}_4\text{-N}$.

Concentration of $\text{NO}_3\text{-N}$ + $\text{NH}_4\text{-N}$ in soil and mixed soil and compost with and without addition of $\text{NH}_4\text{-N}$.

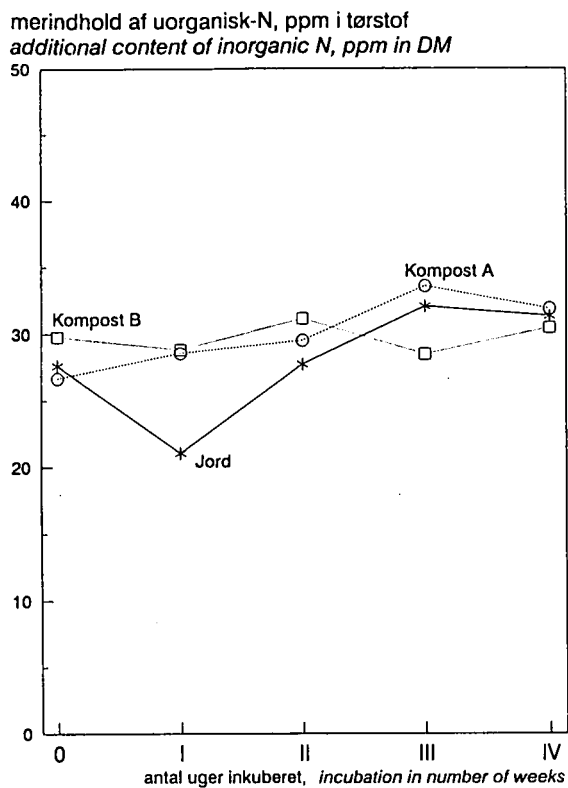


Figur 8. Sum af uorganisk-N, ($\text{NO}_3\text{-N}$ og $\text{NH}_4\text{-N}$) i jord og i blanding af jord og kompost med og uden tilsætning af $\text{NH}_4\text{-N}$.

Total inorganic-N, ($\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$) in soil and mixed soil and compost with and without addition of $\text{NH}_4\text{-N}$.

Den samlede mængde uorganisk N fundet gennem de fire ugers inkubation er vist i fig. 8. Der var i de tre første uger en stigende kvælstofmineralisering. Efter fire ugers inkubation var der en tendens til en immobilisering for såvel jord alene som jord+kompost.

Generelt var der ingen forskel mellem de to komposttyper med hensyn til immobilisering og/eller kvælstoffrigivelse. Efter fire ugers inkubation blev der genfundet hvad der svarer til ca. 12 pct. af tilført total-N (fig. 9).



Figur 9. Merindhold af uorganisk N i jord og jord + kompost med og uden tilførsel af $\text{NH}_4\text{-N}$.
Additional content of inorganic N in soil and soil + compost with and without addition of $\text{NH}_4\text{-N}$.

Markforsøg

Undersøgelserne blev gennemført over to år på grov sandblandet lerjord ved Askov (JB5). I første år blev vårbyg (Alexis) med udlæg af alm. rajgræs dyrket efter følgende forsøgsplan:

Led, *Experimental layout*

- 1 0 N
- 2 40 kg N/ha i kas. *In CAN*
- 3 80 kg N/ha i kas. *In CAN*
- 4 120 kg N/ha i kas. *In CAN*
- 5 140 kg N/ha i kas. *In CAN*

- 6 Kompost, A, svarende til 40 kg uorganisk N/ha
 Compost A, 40 kg mineral-N/ha
- 7 Som led 6 + 40 kg N/ha i kas.
 As plot 6 plus 40 kg N/ha in CAN
- 8 Som led 6 + 80 kg N/ha i kas.
 As plot 6 plus 80 kg N/ha in CAN

- 9 Kompost, B, svarende til 40 kg uorganisk N/ha
 Compost B, 40 kg mineral-N/ha
- 10 Som led 9 + 40 kg N/ha i kas.
 As plot 9 plus 40 kg N/ha in CAN
- 11 Som led 9 + 80 kg N/ha i kas.
 As plot 9 plus 80 kg N/ha in CAN

Forsøget blev gennemført med fire gentagelser.

Tilførte mængder kompost og plantenæringsstoffer er vist i tabel 3.

De tilførte mængder af kompost og plantenæringsstoffer, der er anført i henholdsvis t pr. ha og kg pr. ha, fremgår af tabel 3. Da der doseredes lige meget mineralsk kvælstof (40 kg pr. ha) blev der tilført 17,5 t kompost A og 40,0 t kompost B pr. ha indeholdende henholdsvis 205 og 428 kg total-N.

Tabel 3. Tilført mængde kompost af A og B samt næringsstoffer.
Amounts of compost and plant nutrients supplied.

	A	B
Ton pr. ha	17,5	40
Total-N, kg/ha	204	428
C, -	2080	3520
NH ₄ -N -	40	12
NO ₃ -N -	< 0,02	28
P -	17	80
K -	54	208
Ca -	132	712
Mg -	16	56
Cu g/ha	786	1640
Zn -	2777	4360
Mn -	1800	3480
Cd -	3	6
Pb -	681	1440

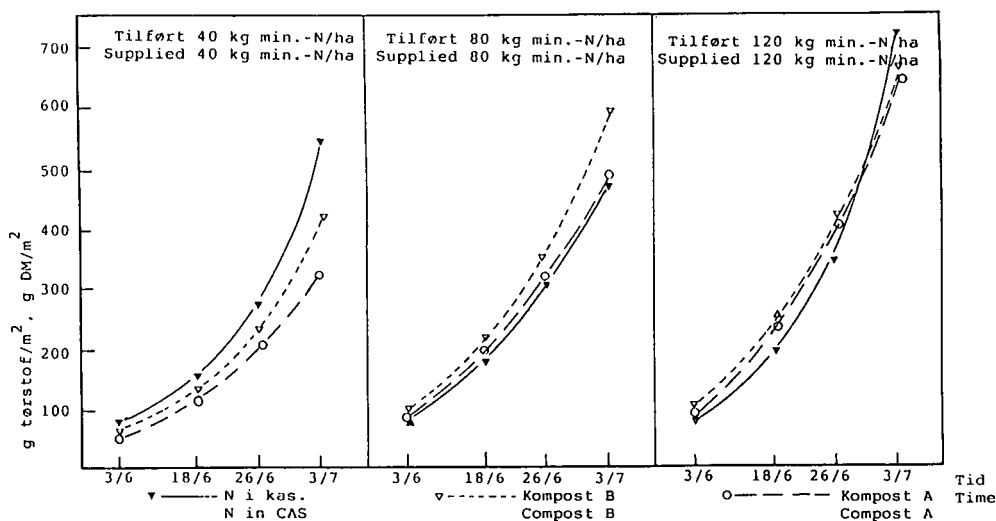
Komposten blev udspreidt på jorden den 16/4 1991 og straks nedfræset, hvorefter der såedes byg med udlæg af græs. Den 3/6, 18/6, 26/6 og 3/7 blev der udtaget prøver af hele kornafgrøden fra 0,119 m², for at belyse det tidsmæssige forløb af næringsstofoptagelse. Den modne byg blev høstet den 21/8.

Efter byghøst tilførtes arealet 75 kg N pr. ha i kas. Græsset blev høstet den 25/10 1991. Den 26/3 og 4/6 1992 tilførtes arealet henholdsvis 80 og 40 kg N pr. ha i kas. Græsset blev høstet i 2 slæt henholdsvis den 4/6 og 19/8. Det sidste slæt blev udsat på grund af usædvanlig tørke.

Resultater

Tørstoftilvækst i vårbyg og N-optagelse i vækstperioden

Resultaterne fra før omtalte fire prøvehøstninger af hele kornafgrøden henholdsvis den 3/6, 18/6, 26/6 og 3/7 er vist i fig. 10-12. Tørstofudbyttet fremgår af fig. 10, det procentiske kvælstofindhold af fig. 11 og den høstede kvælstofmængde af fig. 12.



Figur 10. Tørstoftilvækst i vårbyg gennem vækstperioden efter tilførsel af uorganisk-N.
Growth increase in the growing season after supply of mineral-N.

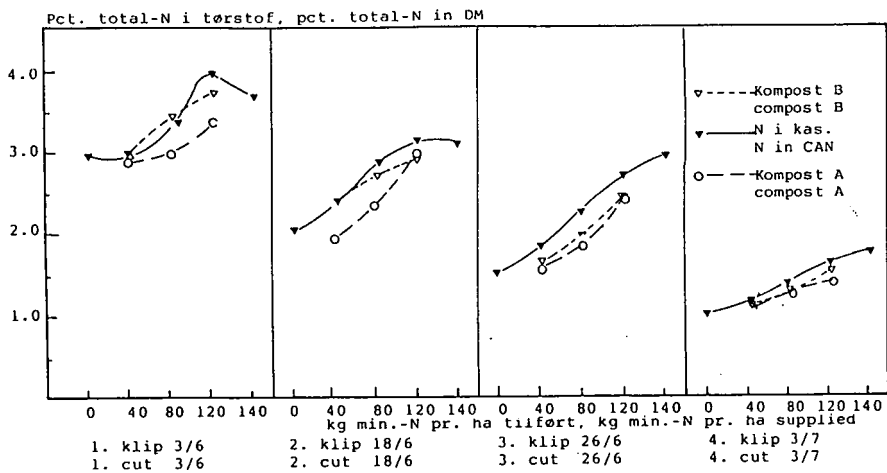
Tørstofudbytte

Gennem vækstsæsonen resulterede gødskning med kompost alene indeholdende 40 kg uorganisk kvælstof pr. ha, i lidt lavere tørstofudbytte end den tilsvarende mængde kvælstof tilført med handelsgødning (fig. 10). Den færdigkomposteret kompost (B), gav større tørstofudbytte end den ikke færdigkomposteret kompost (A).

Ved supplerende gødskning med handelsgødning var der ved gødskningsniveau 80 kg uorganisk N pr. ha en tendens til, at kompost B gav lidt højere tørstofudbytte ved sidste afklip end handelsgødning og kompost A. Med de to sidstnævnte var der ingen forskel i kvælstofvirkning på tørstofudbyttet. Ved gødskningsniveau 120 kg uorganisk N pr. ha var der ingen forskel på tørstofudbyttet mellem de tre gødningstyper.

Kvælstofindhold

Generelt steg kvælstofindholdet med stigende kvælstoftilførsel (fig. 11).



Figur 11. Pct. total-N i vårbyg gennem vækstsæsonen efter tilførsel af uorganisk-N.

Percentage total-N in spring barley, in growing season after supply of mineral-N.

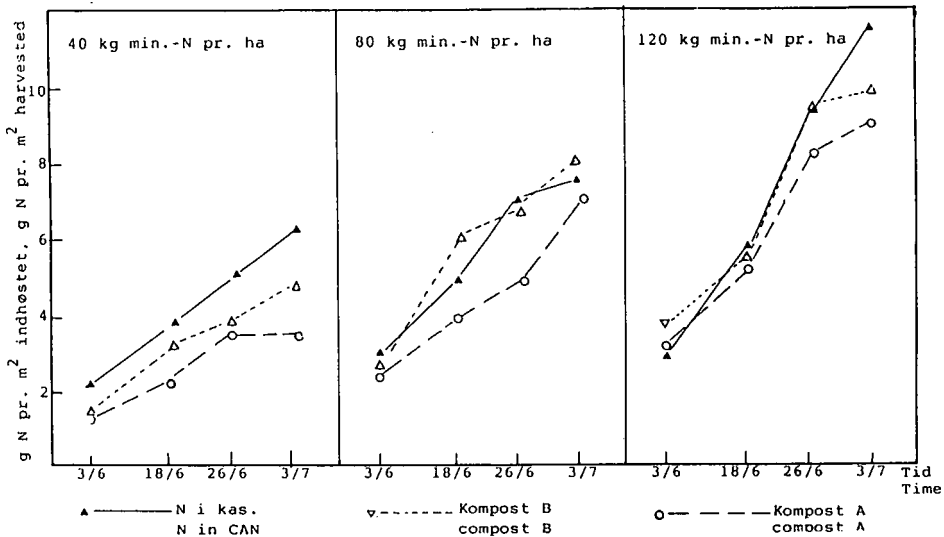
Ved alle tre gødninger faldt kvælstofindholdet i tørstof i løbet af vækstperioden. Forhold der også er observeret i tidligere undersøgelser over kvælstofoptagelse (2). Undersøgelserne viste, at en stigning i kvælstofoptagelsen er gået forud for tørstofproduktionen i begyndelsen af vækstperioden. Faldet senere i vækstperioden skyldes i nogen grad en "fortyndingseffekt" som følge af, at tørstoftilvæksten var relativ stor i slutningen af prøveudtagningsperioden.

Der var en tendens til størst kvælstofindhold efter gødskning med handelsgødning, men der var dog ingen signifikant forskel mellem leddene.

Høstet kvælstofmængde

Uorganisk kvælstof i kompost gav ved lavt gødskningsniveau lavere kvælstofudbytte end tilsvarende mængder kvælstof tilført med handelsgødning (fig. 12).

Ved stigende mængder kvælstof tilført mindskedes forskellene mellem kvælstofudbytteerne således, at der ved gødskning med ialt 120 kg uorganisk kvælstof pr. ha (kompost plus 80 kg N pr. ha i kas.) ingen forskel var i de indhøstede mængder kvælstof.



Figur 12. Tilvækst i N-optagelsen i vækstperioden efter tilførsel af uorganisk-N.
Increase N-uptake in the growing season after supply of mineral-N.

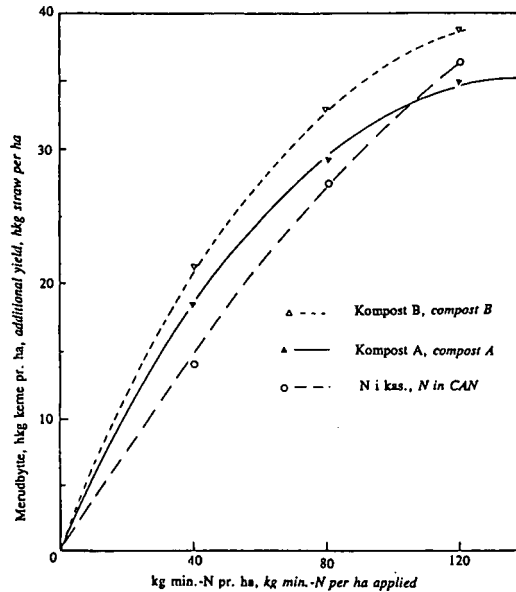
Det generelt lavere kvælstofudbytte der blev opnået efter gødskning med kompost A, skyldes dels det lavere tørstofudbytte dels mindre kvælstofindhold i afgrøden (fig. 10 og 11).

Udbytter efter høst

Vårbyg, tørstofudbytte

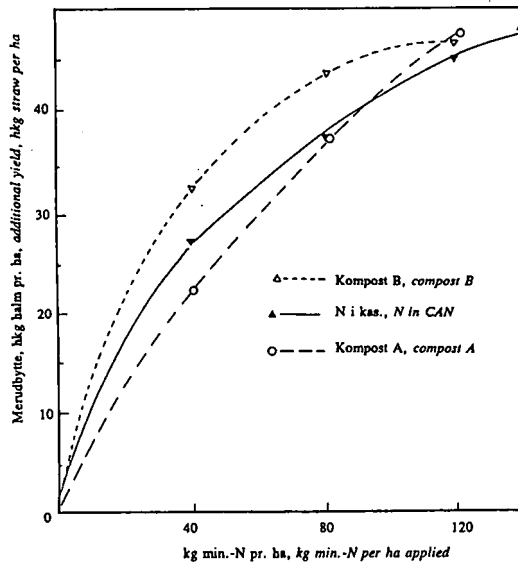
Kerneudbyttet steg ved stigende tilførsel af uorganisk kvælstof (fig. 13). Der blev opnået størst merudbytte efter tilførsel af den færdigkomposterede kompost (B) både ved gødskning med kompost B alene, og ved kombination af stigende N-mængder i kas. Modsætningsvis har den ikke færdigkomposterede kompost (A), ved anvendelse alene givet signifikant lavere merudbytte end ved tilførsel af tilsvarende mængder uorganisk N i såvel handelsgødning som i kompost B.

Halmudbytterne følger stort set kerneudbytterne (fig. 14).



Figur 13. Merudbytte i korn efter tilførsel af stigende mængder N i kas. og efter tilførsel af kompost kombineret med stigende tilførsel af N i kas.

Additional yield after increasing amounts of N in CAN and after supply of compost combined with increasing amounts of N in CAN.



Figur 14. Merudbytte i halm efter tilførsel af stigende mængder N i kas. og efter tilførsel af kompost kombineret med stigende tilførsel af N i kas.

Additional yield after increasing amounts of N in CAN and after supply of compost combined with increasing amounts of N in CAN.

Tabel 4. Vårbyg tilført 40 kg uorganisk kvælstof pr. ha i kompost. Udbytte af kerne og halm med 15% vand i hkg pr. ha, indhold af total-N i pct. af tørstof og udbytte af total-N i kg pr. ha.

Spring barley applied 40 kg mineralic nitrogen per ha in compost. Yield of grain and straw with 15% moisture in hkg per ha, content of total-N in % of DM and yield of total-N in kg per ha.

Tilført N i kas. kg/ha	Udbytte med 15% vand, hkg/ha,		<u>Total-N, total-N</u>			
	<i>Yield with 15% moisture, hkg/ha</i>		% af tørstof % of DM		Udbytte, kg/ha <i>Yield, kg/ha</i>	
<i>Applied N in CAN, kg/ha</i>	Kerne <i>grain</i>	Halm <i>straw</i>	Kerne <i>grain</i>	Halm <i>straw</i>	Kerne <i>grain</i>	Halm <i>straw</i>
<i>Uden kompost, Without compost</i>						
0	17,5	17,5	1,23	0,91	18,2	13,6
40	33,3	44,6	1,21	0,76	34,2	28,9
80	44,5	56,5	1,35	0,82	50,9	39,2
120	52,4	61,3	1,58	0,81	70,4	42,2
140	50,9	65,7	1,64	0,85	71,1	47,3
<i>Med kompost A, With compost A</i>						
0	28,6	39,3	1,26	0,90	30,6	30,5
40	45,2	55,7	1,41	0,89	54,1	42,3
80	54,1	65,0	1,57	0,89	72,4	49,1
<i>Med kompost B, With compost B</i>						
0	37,5	50,1	1,32	0,86	41,9	36,5
40	50,2	60,8	1,42	0,82	60,6	42,5
80	57,3	64,1	1,64	0,85	79,9	46,1

Det fremgår af tabel 4, at tilførsel af 40 kg uorganisk kvælstof pr. ha i kalkammonsalpeter, kompost A og kompost B gav et merudbytte på henholdsvis 15,8, 11,1 og 20,0 hkg kerne pr. ha.

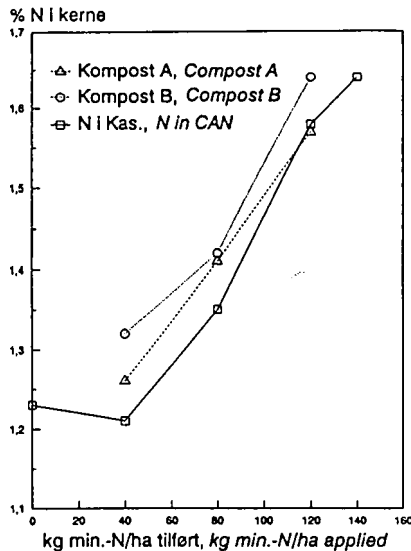
Ved at tilføre 40 kg N pr. ha i kas. oveni de 40 kg uorganisk kvælstof pr. ha tilført med komposten, steg merudbyttet *mest* ved kompost A og *mindst* ved kalkammonsalpeter alene. Stigningen i merudbytte udgjorde 11,2, 12,7 og 16,6 hkg kerne pr. ha. ved henholdsvis kas., B og A.

Ved at tilføre yderligere 40 kg N pr. ha i kas. steg merudbyttet yderligere, især ved kompost A. Stigningen udgjorde 7,9, 8,9 og 7,1 hkg kerne pr. ha efter henholdsvis kalkammonsalpeter, kompost A og kompost B.

Det fremgår yderligere af tabel 4, at der i lighed med kerne også blev opnået relativ større udbyttestigning i halm ved kombineret gødskning med kompost A og handelsgødningskvælstof i forhold til kompost B.

Kvælstofindhold

Det fremgår af tabel 4 og fig. 15, at kernens procentiske kvælstofindhold steg med stigende gødskning. Kernens kvælstofindhold blev generelt større, hvor der var gødet med kompost, end hvor der var gødet med handelsgødning alene.

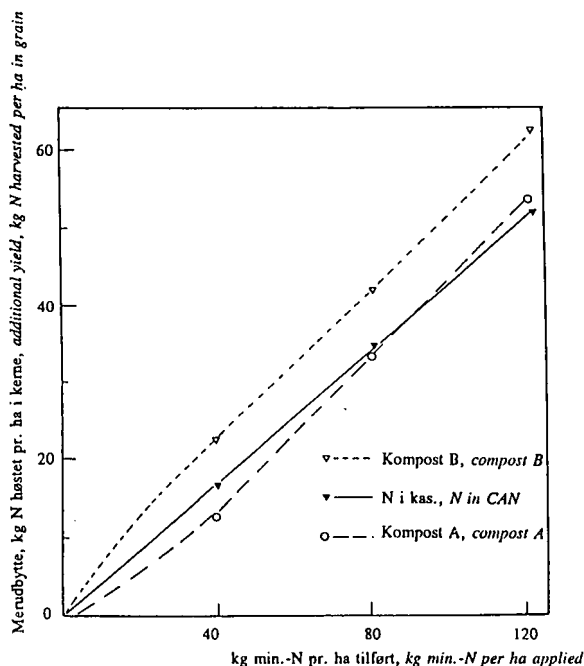


Figur 15. Pct. total-N i kerne. Per cent total-N in grain.

I modsætning til kerne var der i halmtørstof ingen signifikant forskel i kvælstofindholdet mellem de 11 forsøgsled (tabel 4). I gennemsnit indeholdt halmtørstoffet 0,85 pct. total-N.

Kvælstofudbytte

På grund af stigende procentisk kvælstofindhold i kerne efter stigende tilførsel af uorganisk kvælstof (tabel 4) steg den høstede kvælstofmængde relativt mere ved stigende gødskning end tørstofudbyttet. Der var således retlinet sammenhæng mellem kernens kvælstofudbytte og tilførslen af uorganisk kvælstof (fig. 16), medens der var aftagende merudbytte af kernetørstof ved stigende gødskning (fig. 13).

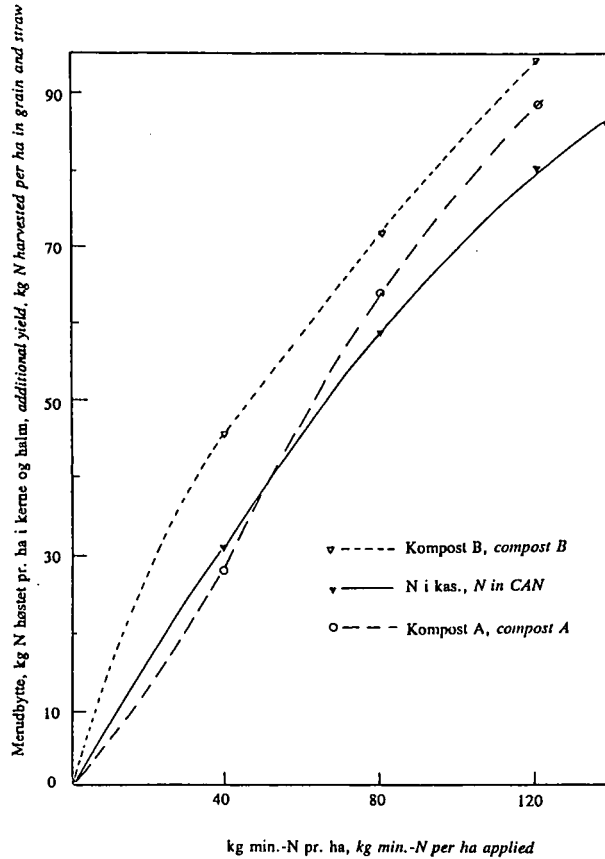


Figur 16. Merudbytte indhøstet i kerne efter tilførsel af stigende mængder N i kas. og efter tilførsel af kompost kombineret med stigende tilførsel af N i kas.

Additional yield harvested in grain after increasing amounts of N in CAN, and after supply of compost combined with increasing amounts of N in CAN.

Der er ved alle gødskningsniveauer opnået signifikant størst kvælstofudbytte efter gødskning med kompost B.

Figur 17 viser merudbytte kg N/ha i indhøstet kerne og halm.



Figur 17. Merudbytte i kerne og halm efter tilførsel af stigende mængder N i kas. og efter tilførsel af kompost kombineret med stigende tilførsel af N i kas.

Additional yield in grain and straw, after increasing amounts of N in CAN, and after supply of compost combined with increasing amounts of N in CAN.

Kvælstofudnyttelse

Kvælstofudnyttelse defineres som mængden af kvælstof i hele den høstede afgrøde efter kvælstoftilførsel minus mængden af kvælstof i ugødet afgrøde. Differencen sættes i forhold til tilført mængde total-kvælstof eller uorganisk kvælstof. Uorganisk kvælstof ($\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$) er i handelsgødning identisk med total-N. I kompost består total-N udover uorganisk kvælstof også af organisk bundne kvælstofforbindelser.

Tabel 5. Vårbyg. Kvælstofudnyttelse i procent af tilført kvælstof, samt værdital.
*Spring barley. Uptake of nitrogen in percentage of supplied mineralic-N and total-N.
Utilization ratio.*

Tilført N i kas. kg/ha <i>Applied N in CAN, kg/ha</i>	N-udnyttelse * pct. <i>N-utilization %</i>	N-udnyttelse** pct. <i>N-utilization %</i>	N-udnyttelse*** pct. <i>N-utilization %</i>	Værdital uorg.-N total-N <i>Utilization ratio min.-N total-N</i>	
Uden kompost, <i>Without compost</i>					
40	78	78			
80	73	73			
120	67	67			
140	62	62			
Med kompost A, <i>With compost A</i>					
0	73	14	14	67	13
40	81	26	16		
80	74	32	15		
Med kompost B, <i>With compost B</i>					
0	116	11	11	120	11
40	89	15	9		
80	78	18	8		

* Beregnet på tilført min.-N, *calculated on supplied min.-N.*

** Beregnet på tilført total-N ialt, *calculated on supplied of total amount of total-N.*

*** Beregnet på tilført total-N med kompost, *calculated on supplied of total-N with compost.*

Generelt blev der såvel ved handelsgødning som kompost opnået relative store N-udnyttelsesprocenter af tilført uorganisk kvælstof (tabel 5). Udnyttelsesprocenten af uorganisk kvælstof var højere for de to komposttyper end for kvælstof i handelsgødning. Dette kan bl.a. skyldes, at noget af det

tilførte total-N (205 kg og 428 kg pr. ha ved henholdsvis kompost A og B) er mineraliseret i løbet af vækstperioden og dermed optaget af planterne. Samme forhold antages også at være tilfældet ved sammenligning af de to komposttyper, hvor det ses, tabel 5, at N-udnyttelsesprocenten beregnet på tilført mineralsk kvælstof (40 kg min.-N pr. ha) var signifikant højere efter tilførsel af den færdigkomposterede B alene, N-udnyttelsesprocent 116.

Der blev med kompost tilført store mængder organisk bundet kvælstof, hvoraf der kun blev optaget en relativ lille del. Ved beregning af *N-udnyttelsesprocenten af total-N* blev der opnået større udnyttelsesprocent af kompost A end af kompost B (tabel 5). Dette skyldtes hovedsageligt, at der blev tilført ca. dobbelt så meget total-N med kompost B som med kompost A.

Generelt var N-udnyttelsesprocenten stigende med stigende total-N tilførsel indenfor den enkelte komposttype. Hvis effekten af øget tilførsel af kvælstof i handelsgødning modregnes, var der imidlertid ingen signifikante forskelle i N-udnyttelsesprocenterne mellem leddene indenfor samme komposttype. Generelt blev der altså kun optaget en meget lille del af det tilførte organiske kvælstof i komposten.

Værdital for tilført kvælstof

For at få en gødningsmæssig vurdering af de to komposttyper er der beregnet *værdital som angiver, hvor mange kg kvælstof i handelsgødning udbragt på normal gødskningsstidspunkt, 100 kg uorganisk N eller 100 kg total-N i kompost kan erstatte*. Værditalle er beregnet på grundlag af merudbyttekurverne (fig. 13).

Den bedste gødningsmæssige virkning på kerneudbyttet, beregnet ud fra uorganisk kvælstof tilført med kompost, blev opnået ved gødsning med den færdigkomposterede kompost (B) hvor der skulle tilføres 120 kg N pr. ha i handelsgødning for at opnå samme udbytte som 100 kg uorganisk N pr. ha tilført med komposten. For kompost A var det tilsvarende tal 67, (tabel 5).

Den gode virkning af uorganisk N tilført med kompost B, skyldes som tidligere omtalt sandsynligvis mineralisering og planteoptagelse i vækstperioden af den store mængde total-N (428 kg pr. ha) som blev tilført med kompost B.

Der har været en *meget lille* N-virkning af total-N tilført med kompost, idet der kun skulle 11-13 kg N pr. ha i handelsgødning til at erstatte 100 kg total-N pr. ha i kompost (tabel 5). Til sammenligning er normværdital for total-N i fast kvæggødning 35 (3).

Tabel 6. Græs, hkg tørstof pr. ha, % total-N i tørstof og kg N høstet med afgrøden pr. ha.
Grass, hkg DM per ha, % total-N in DM and kg N harvested per ha.

Tilført N ⁷ i kas., kg/ha	Tørstofudbytte hkg/ha <i>DM, hkg/ha</i>				% N i tørstof <i>% N in DM</i>			kg N/ha indhøstet <i>kg N/ha harvested</i>			
<i>Applied N in CAN kg per ha</i>	1991 Efter- slæt <i>Second growth</i>	1992 1. slæt <i>1. cut</i>	1992 2. slæt <i>2. cut</i>	Samlet udbytte <i>DM-total</i>	1991 efter- slæt	1992 1. slæt <i>1. cut</i>	1992 2. slæt <i>2. cut</i>	1992 efter- slæt	1992 1. slæt <i>1. cut</i>	1992 2. slæt <i>2. cut</i>	Samlet N-udbytte <i>Total N-yield</i>
<i>Uden kompost, Without compost</i>											
0	9,0	50,4	16,4	75,8	3,70	1,70	2,21	28,7	85,7	36,2	150,6
40	10,2	48,2	17,2	75,6	2,89	1,60	2,28	29,4	77,1	39,2	145,7
80	11,1	49,7	17,8	78,6	3,01	1,59	2,38	33,5	79,0	42,4	154,9
120	10,0	50,4	16,9	77,3	3,21	1,71	2,25	32,3	86,2	38,0	156,5
140	10,4	51,7	16,9	79,0	3,32	1,64	2,29	34,5	84,8	38,7	158,0
<i>Med kompost A, With compost A</i>											
0	11,7	50,8	16,3	78,8	30,7	1,75	2,46	36,0	88,9	40,1	165,0
40	12,1	50,6	17,9	80,6	3,14	1,74	2,30	38,0	88,0	41,2	167,2
80	16,7	51,2	18,2	81,1	3,29	1,79	2,50	38,3	91,6	45,5	175,4
<i>Med kompost B, With compost B</i>											
0	11,5	49,5	16,2	77,2	3,01	1,70	2,31	34,6	84,1	37,4	156,1
40	11,9	52,1	16,9	80,9	3,04	1,76	2,33	36,2	91,7	39,4	167,3
80	10,4	53,8	18,0	82,2	3,20	1,61	2,13	33,3	86,6	38,3	158,2

35

⁷ Tilført vårbyg. Før efterafgrøde, 1. og 2. slæt tilført henholdsvis 75, 80 og 40 kg N pr. ha i kas. *Applied to spring barley. Before second growth, 1. and 2. cut applied 75, 80 and 40 kg N per ha in CAN respectively.*

Græs

Eftervirkning

Tørstof- og kvælstofudbytter i græs fremgår af tabel 6.

Der blev høstet relativt små udbytter i 2. slæt 1992 på grund af dårlige vækstbetingelser med lang tids tørke med høje temperaturer.

Målt på det samlede tørstofudbytte og på kvælstofudbyttet var der en tendens til, at den ikke færdigkomposterede kompost (A) gav nogen eftervirkning. Forskellene mellem de gennemsnitlige udbytter efter tilførsel af kalkammonsalpeter og kompost, var dog ikke statistisk sikre.

Optagelse af andre plantenæringsstoffer end kvælstof.

Trods tilførsel af relative store mængder fosfor og kalium, henholdsvis 80 og 200 kg pr. ha med kompost B og 15 og 54 med kompost A, var der ingen signifikante forskelle i de procentiske indhold i afgrøden tilført komposten og handelsgødning. Det bemærkes at markforsøgene er gennemført på jord i god gødningskraft med Ft og Kt på henholdsvis 9,3 og 7,1.

Sammendrag og konklusion

Laboratorieundersøgelser

I den ikke færdigkomposterede kompost (A) fandtes alt uorganisk N på ammoniumform og udgjorde 19,6 pct af total-N indholdet. I kompost (B) fordelte uorganisk N sig med 0,03 pct. $\text{NH}_4\text{-N}$ og 0,07 pct. $\text{NO}_3\text{-N}$ og udgjorde tilsammen ca. 10 pct. af total-N.

Nedbrydning af organisk stof. Den mikrobielle aktivitet målt ved CO_2 -afgivelse var væsentlig mindre i den færdigkomposterede kompost end i den ikke færdigkomposterede, og generelt faldt CO_2 -afgivelsen både i kompost og jord ved iblanding af let tilgængelig uorganisk kvælstof ($\text{NH}_4\text{-N}$).

Kvælstofomsætning. Den iltforbrugende mikrobielle omsætning i den ikke færdigomsatte kompost har hæmmet de nitrificerende bakteriers aktivitet, hvorved noget af det tilførte ammoniumkvælstof er forblevet på ammonium. Målt på det totale indhold af uorganisk N ($\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$) er ca. 50% af det tilsatte uorganiske kvælstof i løbet af 4 uger immobiliseret. Modsætningsvis er al tilsat ammonium N i den færdigkomposterede kompost nitrificeret i løbet af 4 uger og der er hverken forekommet en immobilisering eller frigivelse af kvælstof.

Ved iblanding af kompost svarende til 37,5 t kompost pr. ha i *jorden* blev der i de gennemførte inkubationsforsøg løbende mineraliseret noget af det organisk bundne kvælstof fra komposten. Der var under de givne forsøgsbetingelser ingen sikker forskel mellem de to typer kompost mht. kvælstoffrigivelse, som udgjorde hvad der svarede til ca. 12 pct. af tilført total-N.

Markforsøg

Resultaterne over den tidsmæssige N-optagelse og væksten i tørstofudbytte i vækstsæsonen viste, at kvælstof i kompost optages langsommere end kvælstof i handelsgødning.

Førsteårsvirkning: Som følge af mineralisering af noget af den organisk bundne kvælstof tilført med den færdigkomposterede kompost (B), blev der i vårbyg opnået et værdital på 120 beregnet ud fra tilført uorganisk kvælstof (40 kg N pr. ha). Ved den ikke færdigkomposterede kompost (A) forekom der sandsynligvis en vis immobilisering, da værditallet kun var 67.

Med supplerende tilførsel af 40 kg pr. ha i handelsgødning blev der derimod ved kompost (A) opnået en udbyttestigning på ca. 17 hkg kerne pr. ha, medens den tilsvarende stigning ved kompost (B) var 11 hkg pr. ha. Samme tendens sås også på kvælstofudnyttelsesprocenten, som var på hhv. 26 og 15 for kompost A og B beregnet ud fra tilført organisk N i kompost + N i kas.

Kvælstofoptagelsesprocent for tilført total-N med komposten var kun på 14 og 11 for henholdsvis A og B.

Eftervirkning: Der var, målt på det samlede tørstof- og kvælstofudbytte i græs, ingen sikker eftervirkning af de to komposttyper.

Erkendtlighed

Undersøgelsen er gennemført med kontakt til Miljøstyrelsens kontor for Affald og genanvendelse fra Rådet vedr. Genanvendelse og Mindre forurenende Teknologi.

Litteraturliste

1. *Larsen, K. E. og Kjellerup, V.* 1989. Årlig og periodisk tilførsel af kvæggødning i sædskifte. Mark og Lysimeterforsøg. Udbytte, udvaskning og balance for næringsstoffer samt jordbundsforhold. Beretning nr. S-1979. Statens Planteavlsforsøg.
2. *Petersen, J.* 1989. Gylle til vårbyg. Grøn Viden. Landbrug nr. 40. Statens Planteavlsforsøg.
3. *Petersen, C. Å.* 1991. Værdital for husdyrgødningskvælstof. Planteavlsorientering 07. nr. 226. Landskontoret for Planteavl.
4. *Thomsen, I.* 1992. Turnoves of ^{15}N -straw and NH_4NO_3 in a sandy loam: Effect of previous straw and fretilizer N dressing. (I tryk).

Afdelinger under Statens Planteavlsvforsøg

Direktionen

Direktionssekretariatet, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	45 93 09 99
Afdeling for Biometri og Informatik, Forskningscenter Foulum, Postbox 23, 8830 Tjele	89 99 19 00

Landbrugscentret

Centerledelse, Fagligt Sekretariat, Forskningscenter Foulum, Postbox 23, 8830 Tjele	89 99 19 00
Afdeling for Grovfoder og Kartofler, Forskningscenter Foulum, Postbox 21, 8830 Tjele	89 99 19 00
Afdeling for Industriplanter og Frøavl, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	42 36 18 11
Afdeling for Sortsafprøvning, Teglværksvej 10, Tystofte, 4230 Skælskør	53 59 61 41
Afdeling for Kulturteknik, Forskningscenter Foulum, Postbox 23, 8830 Tjele	89 99 19 00
Afdeling for Jordbiologi og -kemi, Forskningscenter Foulum, Postbox 23, 8830 Tjele	89 99 19 00
Afdeling for Planternæring og -fysiologi, Forskningscenter Foulum, Postbox 23, 8830 Tjele	89 99 19 00
Afdeling for Jordbrugsmeteorologi, Forskningscenter Foulum, Postbox 23, 8830 Tjele	89 99 19 00
Afdeling for Arealdata og Kortlægning, Enghavevej 2, 7100 Vejle	75 83 23 44
Askov Forsøgsstation, Vejervej 55, 6600 Vejen	75 36 02 77
Borris Forsøgsstation, Vestergade 46, 6900 Skjern	97 36 62 33
Jyndevad Forsøgsstation, Flensborgvej 22, 6360 Tinglev	74 64 83 16
Rønhave Forsøgsstation, Hestehave 20, 6400 Sønderborg	74 42 38 97
Silstrup Forsøgsstation, Oddesundvej 65, 7700 Thisted	97 92 15 88
Tylstrup Forsøgsstation, Forsøgsvej 30, 9382 Tylstrup	98 26 13 99
Ødum Forsøgsstation, Amdrupvej 22, 8370 Hadsten	86 98 92 44
Laboratoriet for Biavl, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	46 32 02 04

Havebrugscentret

Centerledelse, Fagligt Sekretariat, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Afdeling for Grønsager, Kirstinebjergvej 6, 5792 Årslev	65 99 17 66
Afdeling for Blomsterdyrkning, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Afdeling for Frugt og Bær, Kirstinebjergvej 12, 5792 Årslev	65 99 17 66
Afdeling for Planteskoleplanter, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Laboratoriet for Forædling og Formering, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Laboratoriet for Gartnertechnik, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Laboratoriet for Levnedsmiddelforskning, Kirstinebjergvej 12, 5792 Årslev	65 99 17 66

Planteværnscentret

Centerledelse, Fagligt Sekretariat, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	45 87 25 10
Afdeling for Plantepatologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	45 87 25 10
Afdeling for Jordbrugszoologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	45 87 25 10
Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	53 58 63 00
Afdeling for Pesticidanalyser og Økotoksikologi, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	53 58 63 00
Bioteknologigruppen, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	45 87 25 10

Centrallaboratoriet

Centrallaboratoriet, Forskningscenter Foulum, Postbox 22, 8830 Tjele	86 65 25 00
--	-------------