

# Ressurser i kretsløp – effekt av organiske gjødselprodukter

Trond Maukon Henriksen & Annbjørg Ø. Kristoffersen

NIBIO korn og frøvekster

trond.henriksen@nibio.no

## Innledning

NIBIO gjennomfører en strategisk institutt-satsing med ressurser i kretsløp som tema. På Apelsvoll har vi spesielt sett på nitrogeneffekt av ulike organiske gjødselmidler. Hvor stor nitrogeneffekt har de, kan vi forutsi denne med enkle analysemetoder, og hvordan skal vi utnytte ressursene best mulig?

Organisk avfall er så mangt, og gjennom dette prosjektet har vi sett organiske gjødselprodukt som gir svært god gjødselrespons og vi har sett produkt som faktisk binder opp nitrogen i vekstperioden. De har altså svært ulik gjødselkvalitet. Basert på laboratorie- og potteforsøk har vi gitt produktene en virkningsgrad. Fra laboratorie-inkubasjonene har vi sagt at innholdet av ammonium pluss lett mineraliserbart nitrogen ved 15 grader celsius er tilgjengelig for plantevekst. Dette kan vi finne i løpet av en tre ukers test. I potteforsøkene sammenlikner vi med mineralgjødsel, og ser mer direkte hvor stor del av total-nitrogenet som resulterer i plantevekst. Potteforsøkene tar noe lengre tid og er mer plass- og kostnadskrevende enn laboratorieundersøkelsene. Slike undersøkelser under kontrollerte forhold gir POTESIALET de ulike organiske gjødselproduktene har, altså hva en kan oppnå av gjødsleffekt under optimale forhold i felt. Det er dessverre ikke alltid en har optimale forhold i felt. Det gjør det vanskelig å oppnå en god og forutsigbar virkning av gjødselproduktene.

Ammoniumtap i form av ammoniakk reduserer gjødselvirkingen. Dette er mest utpreget når en bruker flytende husdyrgjødsel hvor urea er spaltet til ammoniakk/ammonium, eller biorest hvor ammonium akkumulerer under råtneprosessen. Tiltak som kan bidra til reduserte tap av ammoniakk fra slike gjødselmidler er derfor viktig både for å øke virkningsgraden, men også for å gi bonden sikkerhet med hensyn til å redusere supplerende bruk av mineralgjødsel. For faste, proteinrike produkt (f.eks. produkt tilsatt kjøttbeinmjøl) er det forhold for mikrobiell omsetning og frigjøring av overskudds-nitrogen

(mineralisering) som er viktig. Nedbryting av proteiner kan gjøres av de fleste mikroorganismer, men det må være fuktig og varmt om denne prosessen skal gå raskt. Er det kaldt eller tørt, forsinkes nedbrytingen og frigjøringen av nitrogen.

Basert på tidligere laboratorie- og potteforsøk har vi bestemt hvor mye av totalnitrogenet som er plante-tilgjengelig i noen gjødselprodukt, og sommeren 2020 testet vi om dette stemte under feltforhold. Vi har gitt organisk gjødsel både som eneste vårgjødsling (12 kg plantetilgjengelig N/daa), og som delgjødsel (6 kg plantetilgjengelig N/daa) etter tilførsel av NPK (8 kg N/daa) om våren. Her presenterer vi resultatene.

## Materialer og metoder

### Organisk gjødsel

Det ble valgt ut organiske gjødselprodukt som vi av erfaring vet at enten har en stor andel uorganisk nitrogen eller hvor nitrogenet er organisk bundet, men med ulik tilgjengelighet. Vi valgte biorest fra Mjøsianlegget, HIAS kloakkslam og pelletert hønsegjødsel/kjøttbeinmjøl av typen Grønn 8K. Tabell 1 viser analysedata for gjødselproduktene.

**Tabell 1.** Tørrstoff %, innhold av total-N og ammonium-N i tre organiske gjødselprodukt. Analysert hos Eurofins

Produkt	Tørrstoff %	Total-N kg/t	NH <sub>4</sub> -N kg/t
Biorest Mjøsianlegget	3,5	3,5	2,1
Grønn 8K	92,6	71,4	3,48
HIAS-slam	29,4	12,7	2,77

Tabell 2 viser produktenes virkningsgrad (% plantetilgjengelig N av total-N). Disse tallene stammer fra potteforsøk med bygg hvor vi sammenliknet gjødselresponsen med mineralgjødsel. Det er også gjennomført inkubasjonsforsøk ved 15 °C, og da er plantetilgjengelig N definert som innhold av ammo-

**Tabell 2.** Virkningsgrad (plantetilgjengelig N i % av total-N) for biorest, Grønn 8K og HIAS-slam samt noen liknende produkt. Resultatene stammer fra et inkubasjonsforsøk, to pottforsøk og et feltforsøk i regi av NIBIO's «Kretsløp-SIS». Antatt potensiell nitrogeneffekt er vist i høyre kolonne

Materiale	Inkubasjonsforsøk	Pottforsøk 1	Pottforsøk 2	Feltforsøk 2018	Antatt potensiell nitrogeneffekt, %
Biorest, Greve biogassanlegg	77,8	100,9		74,8	
Biorest, Mjøsanlegget			96,7		75
Grønn 8K	48,8	63,4	49,2	75,3	50
Grønn 14K			68,9		
Veas slamkompost	29,2	34,1		49,2	
HIAS slamkompost	45,4	42,7		38	40

nium pluss lett mineraliserbart nitrogen (Henriksen *m.fl.* 2019). Vi har også data fra et feltforsøk i 2018 hvor vi sammenliknet produktene med mineralgjødning. Basert på disse forsøkene og kjennskap til produktene for øvrig gav vi bioresten en virkningsgrad

på 75 %, Grønn 8K på 50 % og HIAS-slam på 40 % av totalnitrogenet.

### Feltforsøk

Forsøket ble utført i Mirakel vårhvete på Apelsvoll sommeren 2020. Vi lagde en «stige» med økende mengde NPK-gjødsel fra 0 til 14 kg N/daa. De organiske gjødselene ble tilført om våren med 12 kg plantetilgjengelig N/daa eller de ble brukt som delgjødning etter en vårgjødsling med 8 kg N i NPK/daa. Oppsettet er vist i tabell 3.

**Tabell 3.** Forsøksoppsett i det beskrevne feltforsøk

Ledd	Vårgjødsling type og kg plantetilgj. N/daa	Delgjødning Z31-32 type og kg plantetilgj. N/daa
1	NPK 0	
2	NPK 8	
3	NPK 12	
4	NPK 14	
5	NPK 8	OPTI-NS 6
6	NPK 8	Biorest 6
7	NPK 8	Grønn 8K 6
8	Biorest 12	
9	Grønn 8K 12	
10	HIAS 12	

## Resultater og diskusjon

### Undersøkelse av nåværende praksis

Sommeren 2020 var et flott år for kornproduksjon i Innlandet, med gode forhold for mineralisering av organisk bundet nitrogen. Vanning var nesten unødvendig sommeren 2020. Resultatene fra feltforsøket er vist i tabell 4.

**Tabell 4.** Resultater fra et forsøk på Apelsvoll 2020. Ulike bokstaver betyr signifikante forskjeller

	Gjødsel vår Kg pl.tilgj. N/daa	Delgjødning Z31-32 Kg pl.tilgj. N daa	Avling Kg/daa	Vanninnh. %	Falltalls	HL-vekt kg	Protein %		
1	NPK 0		360	b	22,9	359	80,6	10,5	f
2	NPK 8		561	a	23,8	328	81,0	11,8	ef
3	NPK 12		639	a	22,2	366	81,7	13,3	abcd
4	NPK 14		603	a	24,7	355	80,8	13,8	abcd
5	NPK 8	OPTI-NS 6	647	a	25,1	353	81,4	14,4	abcd
6	NPK 8	Biorest 6	614	a	25,2	351	82,2	13,0	bcde
7	NPK 8	Grønn 8K 6	643	a	27,3	351	80,7	14,8	abcd
8	Biorest 12		560	a	24,7	341	81,0	11,9	def
9	Grønn 8K 12		631	a	24,7	374	81,4	13,8	abcd
10	HIAS 12		606	a	24,4	351	81,7	12,1	de
P %			<0,001	i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	<0,001	

Det var gode avlinger i feltet, i gjennomsnitt 593 kg/daa, og bortsett fra null-leddet, var det få synlige forskjeller mellom rutene på feltet. Det vises også i den statistiske analysen. Det var ingen signifikante forskjeller mellom gjødselleddene bortsett fra null-leddet (tabell 4). For stigen med NPK-gjødsel (ledd 2-4) var det ikke avlingsøkning utover 8 kg N/daa statistisk sett, mens leddet med 12 kg N/daa hadde høyest absolutt avling. Leddet med 8 kg N/daa gitt om våren og 6 kg N/daa med OPTI-NS som delgjødsling lå aller høyest i avling (ledd 5).

### Biorest

Bruk av biorest gav noe lavere avling enn 12 kg N/daa i NPK-gjødsel, og mer på linje med 8 kg N/daa i NPK. Proteininnholdet lå også likt med leddet med 8 kg N/daa i NPK. Vi tror fremdeles at den potensielle virkningen av biorest ligger på om lag 75 % av total-N under maksimalt gode forhold, men klarte ikke å oppnå dette i forsøket sommeren 2020. Vi antar at ammoniakktapet var for stort innen hveten fikk tatt opp ammonium. Flytende gjødsler med høyt ammoniuminnhold er vanskelige å utnytte godt med tanke på nitrogenet. Under feltforhold vil utnyttelsesgraden snarere ligge på rundt 70 % av ammoniuminnholdet, og ned mot 50 % av total-nitrogenet, slik vi så i dette forsøket.

Med høyt innhold av ammonium-N bør biorest være godt egnet som delgjødsling. Da er plantene i god vekst, med stort opptak av næringsstoffer. Problemet ligger igjen i tapet av ammoniakk når nedmolding er umulig og det i tillegg er varmt både i luft og jord. Både avling og proteininnhold var noe lavere på leddet med biorest som delgjødsling (ledd 6) enn ved bruk av OPTI-NS (ledd 5) og Grønn 8K (ledd 7) i dette forsøket.

Vi gjorde et lite pilotforsøk for å vurdere hvor seint biorest kan brukes som delgjødsling når det kjøres ut med slepeslange. Resultatene vises ikke her, men forsøket tydet på at en ikke bør kjøre slepeslange i kornåker etter buskingsstadiet. Da kan avlingsnedgangen bli for stor på grunn av nedkjøring av plantene.

I prosjektet «Kretsløp-SIS» undersøker vi spesielt om vi kan finne raske og enkle metoder for å bestemme virkningsgraden av organiske gjødsler. For flytende gjødsler med høyt innhold av ammonium er pottforsøk og inkubasjoner ikke spesielt godt egnet. I slike undersøkelser har vi god kontroll på ammoniakktapene, og resultatene bidrar til for

høye forhåpninger til produktene. Under feltforhold er det ammoniakktapet som blir avgjørende. Dette varierer med nedmoldingstid og værforholdene. En bør jobbe videre med tiltak for å binde ammonium (f.eks. bruk av biokull), forskyving av balansen mellom ammonium og ammoniakk (forsuring) eller omdanning av ammoniumet til nitrat.

### Grønn 8 K

For Grønn 8K har vi anslått en virkningsgrad på 50 %, og forsøket gir grunn til å opprettholde den antagelsen. Bruk av 12 kg plantetilgjengelig N/daa i Grønn 8K som vårgjødsling gav gode avlinger med høyt proteininnhold (ledd 9). Som delgjødsling viser resultatene også en god effekt på både avlinger og proteininnhold, men det er mulig at Z/BBCH 31-32 er noe seint for slik gjødsling (ledd 7). Vi ser at vannprosentene er høye, og vi observerte i felt at ruter med Grønn 8K var grønne lengre utover sesongen enn naborutene.

### HIAS-slam

Kloakkslam fra HIAS er aktuelt i kornproduksjon, med noen begrensninger. Sjøl antyder HIAS at slammet har en virkningsgrad på rundt 30 % (pers. med.), men vi har sett en noe høyere virkning under kontrollerte forhold, og har anslått at 40 % av total-nitrogenet er tilgjengelig i tida for næringsopptak. Det er kanskje et litt optimistisk anslag om en ser på resultatene fra årets feltforsøk, hvor vi fant noe midtels avling og proteininnhold (ledd 10). Vi anså det som uaktuelt å bruke slam til delgjødsling i korn, og det er derfor ikke med i forsøket.

For faste organiske gjødsler med nitrogenet bundet i organisk form er enkle potte- og inkubasjonsforsøk svært relevante for å avdekke den potensielle virkningsgraden. Ammonifisering foregår ikke raskere enn at nitrifisering og planteopptak vil kunne holde tritt. Det gir også god tid for nedmolding. Ammoniakktapet er svært mye mindre for faste produkt enn for flytende gjødsler som gylle og biorest, og produktens virkningsgrad under praktiske forhold vil være bedre definert enn de flytende gjødslene. Virkningen er likevel avhengig av forholdene for nedbrytning og plantevekst.

## Oppsummering

Vi har testet om nitrogenerneffekten av organiske gjødselprodukt, slik den blir vurdert under kontrollerte forhold, er relevant under feltforhold. Dette vil gi mulighet til å gjennomføre raske undersøkelser av gjødseleffekten for nye produkt uten å måtte gå veien om feltforsøk hvor det er risiko for at spesielle værforhold påvirker resultatet. For flytende organiske gjødsler er ammonium-N direkte plantetilgjengelig og virkningen umiddelbar, men effekten i felt avhengig av størrelsen på ammoniakktapet. Laboratorie- og veksthusforsøk slik vi har gjennomført dem, gir liten ekstra forståelse av produktenes faktiske virkningsgrad under feltforhold. For faste organiske gjødsler er derimot undersøkelser under kontrollerte forhold av svært stor verdi, og gjenspeiler godt produktenes effekt i praksis når forholdene for nedbryting og plantevekst er gode. Selv raske, enkle undersøkelser som inkubasjonsforsøk gir svært god informasjon om nitrogenvirkningen en kan forvente i felt.

## Referanser

Henriksen, T.M., Kristoffersen, A.Ø., Brod, E. & Øgaard, A.F. 2019. Nitrogenerneffekt av organisk avfall til korn – et forsøk i laboratoriet. NIBIO BOK 5(1): 140-145.