

## Bioforsk Rapport

Bioforsk Rapport

Vol. 5 Nr. 179 2010

# Minorga® 11-1-7 som gjødsel til vårhvete: Virkning på N-opptak og kornavling

Lars T. Havstad, Åge Susort og Anne A. Steensohn  
Bioforsk Øst Landvik



*Tittel/Title:*

Minorga® 11-1-7 som gjødsel til vårhvete: Virkning på N-opptak og kornavling

*Forfatter(e)/Author(s):*

Lars T. Havstad, Åge Susort og Anne A. Steensohn

<i>Dato/Date:</i> 10. desember 2010	<i>Tilgjengelighet/Availability:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr./Project No.:</i> 1910100	<i>Saksnr./Archive No.:</i>
<i>Rapport nr./Report No.:</i> Vol. 5 nr. 179 2010	<i>ISBN-nr./ISBN-no:</i> 978-82-17-00732-6	<i>Antall sider/Number of pages:</i> 23	<i>Antall vedlegg/Number of appendices:</i> Ingen

<i>Oppdragsgiver/Employer:</i> HØST AS	<i>Kontaktperson/Contact person:</i> Torleiv Næss Ugland
---	---

*Stikkord/Keywords:*

Gjødsel, nitrogen, hvete, kornavling, slam.

*Fagområde/Field of work:*

Korn, oljevekster og frøproduksjon

*Sammendrag:*

I 2010 ble det utført fire feltforsøk med vårhvete, to på Landvik (Aust-Agder), ett i Tønsberg (Vestfold) og ett i Grålum (Østfold), hvor ulike mengder (0, 5, 10 og 15 kg N/daa) med Minorga-gjødsel fra 'HØST AS' ble sammenlignet med tilsvarende mengder nitrogen i Fullgjødsel® 22-2-12. I tillegg var det for hver gjødseltype med et ledd som ble grunnjødslet med 10 kg N/daa og senere (Z 35-39) delgjødset med 3 kg N/daa. Mens det på Landvik ble prøvd ut to ulike Minorga-varianter, både med og uten kjøttbeinmel, ble kun blandingen uten kjøttbeinmel testet i feltene i Tønsberg og Grålum.

På Landvik indikerte klorofyllmålinger (Yara N-tester (YNT)-verdier) at opptaket av nitrogen i plantene var høyere på ruter gjødset med Fullgjødsel enn på tilsvarende ruter gjødset med Minorga når det var tilført samme N-mengde. I middel for to ulike måletidspunkt, to felt og fire ulike gjødselmengder var YNT-verdiene 13-14 % høyere på ruter gjødset med Fullgjødsel enn på ruter gjødset med de to Minorga-blandingene. I Østfold og Vestfold var forskjellene ikke like tydelige, men også her ble de høyeste YNT-verdiene målt på ruter gjødset med Fullgjødsel. I middel for fire ulike N-nivåer var YNT-verdiene i de to felte henholdsvis 8 og 3 % høyere på ruter gjødsla med Fullgjødsel enn med Minorga ved måling i midten av juli.

Ettersom god jordfuktighet er avgjørende for nedbrytningen av organisk N til mineral-N må trolig de tørre forholda i 2010, spesielt på Landvik, ta mye av skylden for at nitrogenet ikke var like tilgjengelig fra Minorga som fra Fullgjødsel, hvor nitrogenet blir tilført som ammonium/nitrat.

I likhet med klorofyllmålingene ble de høyeste kornavlingene både i Vestfold, Østfold og på Landvik høstet på ruter som var gjødset med Fullgjødsel. I middel for ulike N-mengder var avlingsgevinsten ved å gjødsla med Fullgjødsel i stedet for Minorga-gjødsel henholdsvis 24 % i Vestfold, 12 % i Østfold og 9-13 % i de to Landvik-felta.

De kjemiske analysene viste at næringsinnholdet i de to Minorga-variantene, både med og uten tilsatt kjøttbeinmel, var svært like, og det var ingen sikre forskjeller verken i klorofyllinnhold eller kornavling mellom disse to typene.

På rutene som var tilført 10 kg N/daa tidlig om våren, både i form av Minorga- og Fullgjødsel, ble det i de fleste tilfeller høsta høyere kornavling når ekstra nitrogen (3 kg N/daa) ble tilført ved Z31-39. Avlingsforskjellen mellom de to gjødslingsstrategiene var imidlertid ikke signifikant i noen av felte.

**Summary:**

In 2010 the organo-mineral fertilizer Minorga® 11-1-7, was compared to conventional NPK-mineral fertilizer (Fullgjødtsel® 22-2-12) at different N-levels (0, 50, 100 and 150 kg N ha<sup>-1</sup>) and evaluated for nitrogen uptake and grain yield in four field experiments with spring wheat at Landvik (Aust-Agder, 58°N) (two trials), Tønsberg (Vestfold, 59°N) and Grålum (Østfold, 59°N). The experimental plan also included treatments where a total of 130 kg N ha<sup>-1</sup> was split with an early application in spring (100 kg N ha<sup>-1</sup>) and a late application (30 kg N ha<sup>-1</sup>) at Z35-49. Two different Minorga® 11-1-7 fertilizer variants, either with or without meat and bone meal, were tested at Landvik, but only the variant without meat and bone meal was part of the experimental plan at the two other sites.

At Landvik, chlorophyll readings (Yara N-Tester, YNT) indicated that the wheat plants took up more nitrogen after fertilization with Fullgjødtsel than with any of the two Minorga variants. On average for N rates, two measuring dates and two trials, this difference in N-uptake (YNT-values) was 13-14 %. Only small and insignificant differences in N uptake were found between the two Minorga-variants. Also in Vestfold and Østfold the highest YNT-values in early - mid July were found on plots being fertilized with Fullgjødtsel. However, the difference in N uptake (YNT-values) between plants receiving different type of fertilizer was smaller (3-8 %) than at Landvik. As sufficient soil moisture is required for mineralization of organic N to plant available nitrate/ammonia N, the dry conditions in 2010, especially at Landvik, may explain why nitrogen from the Minorga -fertilizer was less available for the plants than from the nitrate/ammonium based mineral fertilizer.

In accordance with the chlorophyll readings, the highest yields both at Vestfold, Østfold and in the two trials at Landvik were harvested on plots fertilized with Fullgjødtsel. On average for N rates, this difference in yield between fertilizer types was 24 % in Vestfold, 12 % in Østfold and 9-13 % at Landvik. There was no significant yield difference between the two Minorga-variants.

On plots receiving 100 kg N ha<sup>-1</sup> in early spring, both in the form of Minorga and Fullgjødtsel, an additional N input (30 kg ha<sup>-1</sup>) at Z 31-39 usually had a positive influence on wheat yield. However, the difference in yield between the two N application strategies was not significant in any of the trials.

Godkjent / Approved

Prosjektleder / Project leader

---

Trygve S. Aamlid  
(Forskningsleder)

---

Lars T. Havstad

## Forord

Firmaet 'Høst AS' har i samarbeid med IVAR renselanlegg i Rogaland laget en pelletert organisk-mineralsk slambasert gjødsel, kalt Minorga®. For at slampelletsen skal ha verdi som gjødsel må produktet frigi næringsstoffer som tilfredsstillter plantenes behov for vekst og utvikling.

For å undersøke dette nærmere ble det i 2010 utført feltforsøk i vårhvete i regi av Bioforsk Landvik, Vestfold forsøksring og Landbruksrådgiving SørØst hvor Minorga ble sammenlignet med Fullgjødsel.

Landvik, 10. desember 2010

Lars T. Havstad

## Innholdsfortegnelse

1. Innledning .....	6
2. Materiale og metoder .....	7
2.1 Gjødning: .....	7
2.2 Gjennomføring av feltforsøka .....	8
2.3 Værforhold / Vanning .....	10
2.4 Registreringer og kornhøsting .....	11
2.5 Statistiske analyser .....	12
3. Resultater og diskusjon .....	13
3.1 Opptak av nitrogen i plantene .....	13
3.3 Legde .....	16
3.3 Kornavling .....	17
3.4 Halmavling .....	18
4. Konklusjon / oppsummering .....	20
5. Etterord .....	22
6. Litteratur: .....	23

# 1. Innledning

---

I henhold til gjeldende regler er det tillatt å tilføre inntil 2-4 tonn slamtørrstoff pr daa over en tiårsperiode på jordbruksarealer i Norge avhengig av slammets kvalitetsklasse (Lovdata 2003). Ved slik spredning vil jorda få tilført større mengder næringsstoff, spesielt fosfor, enn det som er optimalt for plantenes vekst og utvikling. En tidligere undersøkelse viste at det ved spredning av 2 tonn slamtørrstoff/daa ble tilført mellom 16 og 63 kg fosfor/daa avhengig av renselanlegget hvor slammets var produsert (Ugland et al. 1998). Til sammenligning er gjødslingsnormen til en kornavling på 400 kg/daa om lag 1,4 kg P/daa når halmen tilbakeføres (Gjødslingshåndboka 2010). De store slammengdene krever også spesialutstyr til spredning, og transport- og spredkostnadene kan lett bli store.

I den slambaserte organisk-mineralske Minorga® -gjødsel er næringsinnholdet mer tilpasset plantenes behov. Ut fra miljømessige hensyn er derfor bruk av denne gjødsel mer gunstig enn tradisjonell slamspredning. Ved bruk av Minorga-gjødsel legges det opp til spredning med vanlig spredeutstyr (kombimaskin, sentrifugalspreder) på samme måte som ved bruk av mineralgjødsel.

Mesteparten av nitrogenet i slammets er organisk bundet og må brytes ned (mineraliseres) mikrobielt til ammonium og nitrat for å bli tilgjengelig for plantene. Nedbrytningsprosessen er kompleks og avhengig av flere faktorer, blant annet temperatur og fuktighet. Under naturlige vekstforhold vil en relativt høy temperatur og gode fuktighetsforhold være gunstig med tanke på rask nedbrytningshastighet. Lave temperaturer og lite vanninnhold i jorda eller tørkestress vil på tilsvarende måte redusere mikroorganismens aktivitet.

I tillegg til det organisk bundne nitrogenet er Minorga-gjødsel tilsatt urea-nitrogen ( $\text{CON}_2\text{H}_4$ ). For at urea skal ha gjødselvirkning må det omdannes mikrobielt i jorda til ammonium og nitrat. I denne prosessen blir urea-molekylet omdannet ved hjelp av jordbakterier med enzymet urease til ammoniakk ( $\text{NH}_3$ ) som videre hydrolyseres under fuktige forhold til ammonium ( $\text{NH}_4$ ). Prosessen krever altså fuktighet og faren for tap av nitrogen i form av ammoniakk-gass er til stede, spesielt under forhold med stor fordampning. På grunn av at mesteparten av urea må omsettes mikrobielt før nitrogenet blir tatt opp i plantene, kan gjødselverknaden komme litt seinere enn for ammonium/nitratholdig gjødsel. Under svært tørre forhold kan omdanninga ta lang tid, men normalt er det aller meste av urea omdanna til ammoniumform på under ei uke. I praksis har derfor urea om lag like god gjødslingseffekt som andre N-gjødseltyper dersom det ikke har vært ammoniakktap av betydning (Lunnan 2010).

I 2008 var det bare ubetydelige forskjeller i N-opptak og kornavling når Minorga- og mineralgjødsel ble sammenlignet ved dyrking av vårhvete (Havstad 2010). I disse forsøkene ble det imidlertid vannet hyppig i tida etter såing/gjødsling for å legge forholdene til rette for rask omdanning av urea / mineralisering av organisk materiale.

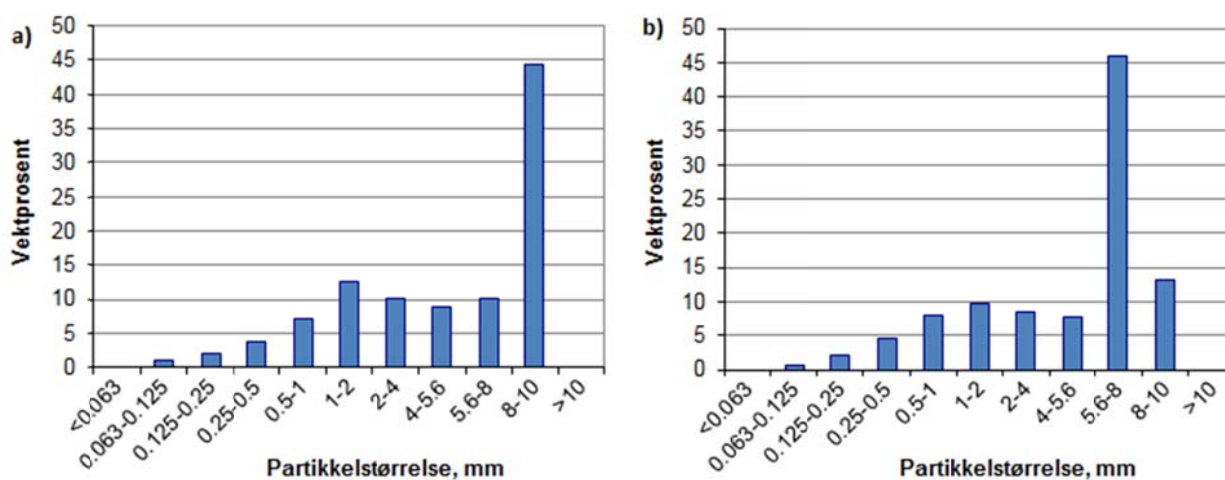
Målet for forsøkene i 2010 var å studere N-opptak og kornavling ved gjødsling med Minorga-gjødsel sammenliknet med mineralgjødsel.

## 2. Materiale og metoder

### 2.1 Gjødning:

Det ble prøvd ut to ulike blandinger med Minorga-gjødning basert på slam fra rensesanleggene til IVAR i Rogaland. Disse var enten tilsatt urea og kaliumklorid (Blanding 1) eller urea, kaliumklorid og kjøttbeinmel (Blanding 2).

Begge de to slambaserte gjødselblandningene var pelleterte. Pelletsen var imidlertid produsert som en prøveproduksjon, med mindre volum og lavere trykk enn ved normal produksjon, og konsistensen på gjødsla var av den grunn noe løs med en del mindre partikler (bilde 1). Kornfordelingsanalysen viste at hoveddelen av pelletsen hadde diameter mellom 8,0 og 10,0 mm i Blanding 1 (44 %) og mellom 5,6 og 8,0 mm i Blanding 2 (46 %) (figur 1).



Figur 1. Kornfordelingsanalyse av Minorga-Blanding 1 (a) og Minorga-Blanding 2 (b).

Figure 1. Particle size analysis of two Minorga variants/mixtures, either without meat and bone meal (a) or with meat and bone meal (b)

Laboratoriet Eurofins utførte kjemiske analyser av Minorga-gjødsla før start av forsøkene (tabell 1). Analysen ble utført etter standard analysemetoder.

Tabell 1. Kjemisk analyse av de to slambaserte Minorga-variantene

Table 1. Chemical analysis of the two Minorga-variants, either without ('Blanding 1') or with ('Blanding 2') meat and bone meal

		Tot-N	NH4-N	NO3-N	P	K	Ca	S	Mg	Fe	Al
	g/100	g/100	mg/100	g/100	g/100	g/100	g/100	g/100	g/100	g/100	g/100
	g ts	g ts	g ts	g ts	g ts	g ts	g ts	g ts	g ts	g ts	g ts
Blanding 1	87,0	15,0	1,7	<0,12	1,4	8,0	1,1	0,49	0,27	8,2	0,60
Blanding 2	89,0	14,9	1,6	<0,12	1,5	7,8	1,7	0,46	0,22	6,7	0,51

Analysen (tabell 1) viste at Minorga-gjødsla inneholdt enten 13,0 % (blanding 1) eller 13,3 % (blanding 2) totalnitrogen i fuktig tilstand. Ut fra en vurdering om at ikke alt nitrogenet i slamgjødsla vil være tilgjengelig for plantene første året (Ugland et al. 1998), og med tanke på at Minorga-gjødsla var designet som NPK 11-1-7, ble gjødselmengdene av Minorga-gjødsla i forsøkene kalkulert ut fra et N-innhold på 11 %.



*Bilde 1. Utseende til de to blandningene med Minorga-gjødsel. Blanding 1 (tv) og Blanding 2 (th).*

*Photo 1. Photo of the two Minorga-variants either without ('Blanding 1') (left) or with ('Blanding 2') meat and bone meal (right). Foto/photo: Lars T. Havstad*

## **2.2 Gjennomføring av feltforsøka**

Gjødselvirkingen ble undersøkt i fire feltforsøk med vårhvete. Foruten ugjødsla kontrollruter ble Minorga-gjødsla sammenlignet med vanlig mineralgjødsel (Fullgjødsel™ 22-1-12) ved en gjødselmengde på 5, 10 og 15 kg N/daa, I tillegg var det for hver av gjødseltypene med et ledd som ble grunnjødslet med 10 kg N/daa og delgjødslet med 3 kg N/daa ved skyting (Z35-Z39). Alle forsøksfeltene hadde tre gjentak.

I to av forsøksfeltene, plassert på henholdsvis lett (siltig mellomsand) og tung (siltig lettleire) jord på Bioforsk Landvik i Grimstad (Aust-Agder), ble begge de to Minorga-blandingene testet. I de to andre feltene, i Tønsberg (Vestfold) og Grålum (Østfold), ble bare Blanding 1 ble prøvd ut. Til sammen var det tretten forsøksledd i de to Landvik-feltene og ni forsøksledd i hvert av feltene i Vestfold og Østfold.

I Vestfold var det lagt opp til å radså korn og gjødsel rutevis i en operasjon ved bruk av kombimaskin. På grunn av løs konsistens måtte imidlertid Minorga-gjødsla spres for hånd mens rutene med Fullgjødsel ble radsådd som planlagt. I de andre feltene ble både Minorga- og Yara-gjødsla spredd rutevis, enten for hånd (Landvik) eller med gjødselutmater (Østfold), og moldet ned med ei rive (Landvik) eller lett harving (Østfold) like etter gjødsling. På Landvik ble feltene tromlet med Cambridge-trommel før såing av kornet. Både på Landvik og i Østfold ble kornet sådd ut på tvers av ruteretningen

Dato for gjødsling og såing, samt opplysninger om såmengde, vårhvetesort, plantevern etc. i de ulike forsøksfeltene er gitt i tabell 2. Jordanalyser framgår av tabell 3.



Tabell 2. Opplysninger om forsøksfeltene. / Table 2. Information about the field trials.

	Landvik (lett jord)	Landvik (Tung jord)	Vestfold	Østfold
Vårhvetesort	Bjarne	Bjarne	Zebra	Bjarne
Såmengde, kg/daa	21	21	24	22
Dato for såing og grunnkjødsling om våren	27/4	27/4	27/4	27/4
Dato for delgjødsling (Z35-39)	24/6	24/6	1/7	17/6
Ugrassprøyting (preparat/dose)	Ariane S (225 ml/daa)	Ariane S (225 ml/daa)	Starane XL (100 ml/daa)	Ariane S (225 ml/daa)
Dato for ugrassprøyting	27/5	27/5	Ikke notert	1/6
Soppsprøyting (middel/dose)	Stratego (100 ml/daa)	Stratego (100 ml/daa)	Ingen sprøyting	Ingen sprøyting
Dato for soppsprøyting	2/7	2/7	-	-
Dato for tidlig YNT-måling	5/6	5/6	Ikke utført	17/6
Dato for sein YNT-måling	12/7	12/7	1/7	15/7
Dato for tresking av vårhveten	12/8	23/8	6/9	31/8
Gjennomsnittlig legdeprosent tresking	0	0	0	10



Bilde 2. På Landvik ble gjødsla spredd jevnt ut på rutene for hånd (a) før nedmolding (b) den 27. april 2010.

Photo 2. Application of fertilizer by hand (a) before raking it into soil (b) at Landvik on the 27 April 2010. Foto/photo: Lars T. Havstad.

Tabell 3. Analyse av pH, glødetap og næringsinnhold før anlegg av feltene våren 2010.

Table 2. Analyses of pH, loss on ignition and nutrients in soil from field trials, spring 2010.

Art, jordtype	Dybde Cm	pH	Gløde- tap % av ts	NH <sup>4+</sup> -N Kg/daa	NO <sub>3</sub> -N Kg/daa	Total min-N Kg/daa	P mg/100g	K mg/100g	Ca mg/100g
Landvik. Tung jord (Siltig letteire)	0-20	5,8	6,3	0,9	1,0	1,9	15	11	61
Landvik. Lett jord (Siltig mellomsand)	0-20	6,6	3,1	0,3	0,2	0,5	26	4	85
Vestfold (silt)	0-20	5,9	5,3	0,9	0,5	1,4	13	15	90
Østfold (mellomleire)	0-20	6,3	5,7	1,3	1,0	2,3	5	28	173

### 2.3 Værforhold / Vanning

Våren og sommeren var svært tørr på Landvik. I sum for mai, juni og juli falt det bare om lag halvparten av normal nedbørmengde for denne perioden. I tillegg holdt temperaturen seg rundt eller i overkant av normalen (Tabell 4 og 5). For å unngå tørkeskader ble lettjords-feltet vannet med 20-25 mm den 31. mai, 8. juni og 14. juni, mens feltet på den tyngre jorda ble vannet med 25 mm den 11. juni.

I Vestfold og Østfold var fuktighetsforholda noe bedre, samtidig som temperaturen holdt seg i underkant eller på nivå med normalen både i mai, juni og juli (tabell 4 og 5). Feltene i Vestfold og Østfold ble ikke vannet.

Tabell 4. Månedsmiddeltemperatur (°C), samt normalen for 1961-1990, ved Bioforsk Landvik (Aust-Agder), Ramnes (Vestfold) og Øsaker/Kalnes (Østfold) i forsøksperioden mai - august 2010.

Table 4. Mean monthly temperature (°C), compared with 1961-1990 standard, at the meteorological stations Landvik (Aust-Agder), Ramnes (Vestfold) and Øsaker/Kalnes (Østfold) during the experimental period May - August 2010.

Måned	Landvik		Ramnes		Øsaker/Kalnes	
	2010	Normal	2010	Normal	2010	Normal
Mai	10,5	10,4	9,4	10,2	9,8	10,4
Jun	15,1	14,7	13,4	14,5	14,1	14,6
Jul	17,0	16,2	15,4	15,8	16,9	16,7
Aug	16,0	15,4	13,3	14,4	15,7	15,6
Middel/sum	14,7	14,2	12,9	13,7	14,1	14,3

Tabell 5. Månedsnedbør (mm), samt normalen for 1961-1990, ved Bioforsk Landvik (Aust-Agder), Ramnes (Vestfold) og Øsaker/Kalnes (Østfold) i forsøksperioden mai - august 2010.

Table 5. Precipitation (mm), compared with 1961-1990 standard, at the meteorological stations at Landvik (Aust-Agder), Ramnes (Vestfold) and Øsaker/Kalnes (Østfold) for each month in the experimental period May - August 2010.

Måned	Landvik		Ramnes		Øsaker/Kalnes	
	2010	Normal	2010	Normal	2010	Normal
Mai	21	82	70	72	47	58
Jun	32	71	51	65	49	72
Jul	68	92	114	85	113	73
Aug	131	113	160	104	178	83
Middel/sum	252	358	395	326	387	286

## 2.4 Registreringer og kornhøsting

Plantenes opptak av nitrogen ble bestemt ved hjelp av måleapparatet Yara N-tester® (YNT) enten en (Vestfold) eller to (Landvik og Østfold) ganger i løpet av vekstsesongen. YNT-apparatet måler bladenes innhold av klorofyll, og siden klorofyllinnholdet er nært korrelert med nitrogeninnholdet, kan slike målinger brukes til å vurdere plantenes N-status. Målingene ble utført midt på plantens siste fullt utvikla blad på 30 tilfeldige planter pr rute. Dato for YNT-målinger i de enkelte felte er gitt i tabell 2.



Når det nærmet seg kornmodning ble det i feltene på Landvik satt opp fugleskremser (silhuett av rovfugl) for å skremme bort småfugl og redusere faren for tap av korn fra feltene. Dette så ut til å ha god virkning.

Vårhveten ble tresket med Wintersteiger forsøksresker i alle fire felt. I tillegg til kornavlingen ble halmavlingen (kg tørrstoff/daa) registrert i hver rute like etter tresking i feltene på Landvik. Oppgitte kornavlinger er korrigert for vanninnhold (15 % vann) og renhet (100 % renhet). Rensingen av kornet ble utført på en Westrup laboratorierenser.

## 2.5 Statistiske analyser

Det ble utført variansanalyser for å vurdere forskjeller i YNT-verdi, legde, kornavling og halmavling mellom de ulike behandlingene. Variansanalysene ble utført både for enkeltfelt, og som en felles analyse for alle fire felt. I fellesanalysen ble forsøksledd med blanding 2 (ledd 6-9) utelatt fra feltene på Landvik.

I tillegg til den leddvise analysen ble det utført to-faktorielle variansanalyser (gjødsetype x gjødselmengde/fordeling), hvor leddet som ikke ble gjødslet var utelatt fra analysen. Variansanalysene ble utført både for enkeltfelt, og som en felles analyse for alle fire felt. I likhet med den leddvise analysen ble ledd gjødslet med Minorga-blanding 2 (ledd 6-9) utelatt fra feltene på Landvik ved utføring av den to-faktorielle fellesanalysen.

Analysene ble utført ved hjelp av SAS-prosedyren PROC ANOVA (SAS Institute 1990). Signifikansnivået (forkortet sign. i tabeller) er oppgitt som prosent. I denne rapporten er sikre forskjeller mellom behandlinger påvist ved et signifikansnivå på 5 prosent eller lavere. Sikre forskjeller er oppgitt som  $LSD_{5\%}$  (Least Significant Difference)-verdier, dvs. minste sikre differanse som skiller de ulike behandlingene fra hverandre.

## 3. Resultater og diskusjon

---

### 3.1 Opptak av nitrogen i plantene

YNT-verdiene på ugjødsla ruter var lavest på lett jord på Landvik og høyest i Østfold, både ved måling tidlig (tabell 6) og seint (tabell 7) i vekstsesongen. Dette er i samsvar med jordas innhold av mineral N, som var henholdsvis lavest og høyest i de to feltene (tabell 3).



*Bilde 4. Fra feltet i Østfold 23. juni 2010. Nærmest ei ugjødsla rute, som ligger mellom ruter gjødsla med 10 kg N/daa i form av fullgjødsel (t.v) eller Minorga (t.h).*

*Photo 4. Photo from the trial in Østfold taken on 23 June 2010. Unfertilized plot in middle surrounded by plots fertilized by 100 kg N ha<sup>-1</sup>, as mineral fertilizer (left) or Minorga fertilizer (right). Foto/photo: Lars T. Havstad*

Både tidlig (tabell 6) og seint (tabell 7) i vekstsesongen var YNT-verdiene i alle felt høyere på gjødsla (ledd 2-13) enn på ugjødsla ruter (ledd 1). Ved begge de to noteringstidspunktene ble de høyeste verdiene målt i lettjordsfeltet på Landvik, henholdsvis på ruter gjødslet med 10 kg N/daa (ledd 11) og 15 kg N/daa (ledd 13) i form av fullgjødsel (tabell 6 og 7).

I de to Landvik-feltene var YNT-verdiene, både tidlig og seint i vekstsesongen, stort sett høyere på ruter som var gjødslet med fullgjødsel enn på tilsvarende ruter gjødslet med Minorga når det ble tilført samme N-mengde. Det var bare ubetydelige forskjeller mellom de to Minorga-variantene (tabell 6 og 7). I middel for alle fire N-nivåene var YNT-verdiene på lettjords- og tungjordsfeltet henholdsvis 23-25 % og 7-8 % høyere når det ble gjødslet

med Fullgjødning enn med Minorga-gjødning tidlig i vekstsesongen. Tilsvarende forskjell ved siste notering var henholdsvis 16 % og 5 -7 % i de to feltene (tabell 8).

Tabell 6. Virkning av ulike mengder og typer av gjødning på Yara N-tester verdier ved registrering tidlig i vekstsesongen (5.-15. juni) i tre felt i 2010.

Table 6. Effects of various N rates and types of fertilizer on chlorophyll readings (YNT values) early in the growing season (5 - 15 June).

Ledd		Tidlig klorofyllmåling (YNT-verdier)					
		Landvik			Middel		
		Lett jord	Tung jord	Østfold	3 felt	Rel.	
1	Ugjødning		256	383	449	363	100
2	Minorga bl. 1	5+0	474	436	515	475	131
3		10+0	460	441	509	470	130
4		10+3	503	477	547	509	140
5		15+0	518	476	512	502	139
6	Minorga bl. 2	5+0	447	409	-	-	-
7		10+0	478	480	-	-	-
8		10+3	500	454	-	-	-
9		15+0	507	472	-	-	-
10	Fullgjødning	5+0	557	447	508	504	139
11		10+0	637	480	538	552	152
12		10+3	595	495	539	543	150
13		15+0	626	540	505	557	154
Sign., P%			<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
LSD, 5%			64	53	30	53	

I Østfold og Vestfold var ikke forskjellene like tydelige, men når det ble tilført mer enn 5 kg N/daa ble også her de høyeste YNT-verdiene ved siste notering målt på rutene med Fullgjødning. I middel for de fire ulike N-nivåene var YNT-verdiene i Østfold og Vestfold henholdsvis 8 og 3 % høyere på ruter gjødslet med Fullgjødning enn på tilsvarende ruter gjødslet med Minorga-gjødning ved siste noteringstidspunkt (tabell 8).

Forskjellene i YNT-verdier mellom de ulike gjødningstypene indikerer at hveteplantene lettere tok opp nitrogenet når gjødning var tilført i form av ammonium/nitrat (fullgjødning) enn organisk N/ urea (Minorga-pellets). Dette er motsetning til en tilsvarende forsøksserie med utprøving av Minorga-gjødning til vårhvete i 2008 (Havstad 2010) hvor det bare var ubetydelig forskjell mellom de to gjødningstypene både med tanke på N-opptak og kornavling. I den tidligere forsøksserien var imidlertid feltene etablert relativt seint (midten av mai) og det ble vannet hyppig i tida etter etablering. De varme og fuktige forholdene var nok gunstige for omdanning av urea / mineralisering av organisk materiale.

Selv om det ble vannet et fåtalls ganger i Landvik-feltene var nok ikke dette tilstrekkelig (tabell 3) til å få optimale forhold for frigiving av næringsstoffer fra pelletsen / omdanning av urea under de tørre forholdene våren og sommeren 2010. I feltene i Østfold og Vestfold ble det ikke vannet. Ettersom god jordfuktighet er avgjørende for nedbrytningen av organisk N / urea til mineral-N må nok de tørre forholda ta mye av skylden for at nitrogenet fra Minorga-gjødning ikke var like tilgjengelig som i 2008.

Minorga-gjødsel ble i alle feltene tilført på overflata og raket, tromlet eller harvet lett ned i jorda. Muligens ville en dypere plassering av gjødsel ha ført til bedre fuktighetsforhold, og dermed bedre N-frigiving. I korndyrkinga har tradisjonell radgjødsling og såing med kombimaskin vært dominerende i Norge de siste tiåra med godt resultat (Hoel & Tandsæther 2010). Hvordan ulik plassering av Minorga-gjødsel (radgjødsling vs. overflategjødsling) påvirker gjødselvirkningen, spesielt under tørre forhold, bør undersøkes nærmere.

Tabell 7. Virkning av ulike mengder og typer av gjødsel på Yara N-tester verdier ved registrering seint i vekstsesongen (1.-15. juli) i fire felt i 2010.

Table 7. Effects of various N rates and types of fertilizer on chlorophyll readings (YNT values) late in the growing season (1 - 15 July).

Ledd		Sein klorofyllmåling (YNT-verdier)						
		Landvik		Vest- Fold	Øst- Fold	Middel		
		Lett jord	Tung jord			(4 felt)	Rel	
1	Ugjødsel	242	419	404	469	384	100	
2	Minorga bl.1	5+0	377	483	564	507	483	126
3		10+0	545	585	604	557	573	149
4		10+3	569	566	618	590	586	153
5		15+0	634	610	621	614	620	162
6	Minorga bl. 2	5+0	416	514	-	-	-	-
7		10+0	521	588	-	-	-	-
8		10+3	588	574	-	-	-	-
9		15+0	595	604	-	-	-	-
10	Fullgjødsel	5+0	448	520	547	499	503	131
11		10+0	637	601	628	636	625	163
12		10+3	688	666	635	643	658	172
13		15+0	691	617	672	664	661	172
Sign., P%		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		
LSD, 5%		67	98	32	52	44		

Tabell 8. Hovedeffekt av ulike gjødseltyper på Yara N-tester verdier ved reg. tidlig (5.-15. juni) og seint (1.-15. juli) i vekstsesongen i ulike forsøksfelt i 2010. Middel av fire ulike gj.mengder.

Table 8. Main effects of various N rates and types of fertilizer on chlorophyll readings (YNT values) registered early and late in the growing season. Means of four N levels.

Tids- punkt	Gjødseltype	Klorofyllmåling (YNT-verdier)				
		Landvik		Vest- fold	Øst- fold	Middel Rel.
		Lett jord	Tung jord			
Tidlig (5.-15.6)	Minorga bl.1	489	458	-	521	100=489
	Minorga bl. 2	483	454	-	-	-
	Fullgjødsel	604	490	-	523	110
Sign., P%		<0,01	2	-	>20	10
LSD, 5%		32	28	-	-	-
Seint (1.-12.7)	Minorga bl.1	531	561	602	567	100=565
	Minorga bl. 2	530	570	-	-	-
	Fullgjødsel	616	601	621	610	108
Sign., P%		<0,01	20	2	<1	4
LSD, 5%		34	-			



Bilde 5. Det var stor næringsmangel, og dermed lave YNT-verdier, på ugjødsla ruter i lettjordsfeltet på Landvik.

Photo 5. The lowest chlorophyll readings (YNT-values) were measured on unfertilized plots in a field established on sandy soil at Landvik. Foto / photo: Lars T. Havstad.

### 3.3 Legde

Mens det ikke ble notert legde i Vestfold og i de to feltene på Landvik, økte legda med stigende N-mengde uansett gjødseltype i Østfold-feltet (tabell 9). Mest legde var det på ruter gjødslet med 15 kg N/daa i form av fullgjødsel (22 %). I middel for ulike N-mengder var det ingen sikker forskjell i legde mellom ruter gjødslet med Minorga (12 %) og med fullgjødsel (10 %) i dette feltet.

Tabell 9. Virkning av ulike mengder og typer av gjødsel på legde (%) ved kornhøsting i feltet i Østfold 2010.

Table 9. Effects of various N rates and types of fertilizer on lodging at grain harvest in Østfold in 2010.

Ledd	% legde ved høsting	
	Østfold	
1 Ugjødsla		2
2 Minorga bl.1	5+0	4
3	10+0	14
4	10+3	14
5	15+0	17
10 Fullgjødsel	5+0	1
11	10+0	9
12	10+3	10
13	15+0	22
Sign., P%		<0,01
LSD, 5%		9



### 3.3 Kornavling

Kornavlingen var i alle felt lavest på ugjødsla ruter og økte uansett gjødseltype med stigende N-mengder fra 5 til 10 kg /daa. Videre økning fra 10 til 15 kg N/daa, både i form av Minorga- og fullgjødsel, gav ytterligere avlingsgevinst i Vestfold og i tungjordsfeltet på Landvik, men ikke ved bruk av fullgjødsel og Minorga blanding 1 på lettjorda på Landvik og bruk av fullgjødsel i Østfold (tabell 10). I middel for ulike N-mengder var avlingen i disse fire felte henholdsvis 24 %, 9-12 %, 11-13 % og 12 % høyere på ruter gjødslet med Fullgjødsel enn på tilsvarende ruter gjødslet med Minorga-gjødsel (tabell 11).

På Landvik ble de høyeste avlingene høstet på ruter grunnjødslet med 10 kg N/daa (ledd 11) eller på tilsvarende ruter som i tillegg var delgjødslet med 3 kg N/daa i form av fullgjødsel (ledd 12). Også i Østfold kom delgjødslingsstrategien (10 +3 kg N/daa i form av fullgjødsel, ledd 12) best ut, mens største N-mengde (15 kg N/daa) i form av fullgjødsel (ledd 13) gav størst avlingsgevinst i Vestfold (tabell 10). I henhold til dyrkingsveiledninga for Bjarne ligger optimal gjødsling i området 12-16 kg N/daa (FK-dyrkingsveiledning på internett).

På rutene som var tilført 10 kg N/daa tidlig om våren, både i form av Minorga- og fullgjødsel, ble det i de fleste tilfeller høsta høyere kornavling når ekstra nitrogen (3 kg N/daa) ble tilført ved Z31-39. Avlingsforskjellen mellom de to gjødslingsstrategiene var imidlertid ikke signifikante i noen av felte (tabell 10).

Tabell 10. Virkning av ulike mengder og typer av gjødsel på kornavling (kg/daa) i fire felt i 2010.

Table 10. Effects of various N rates and types of fertilizer on grain yield (kg ha<sup>-0.1</sup> in four trials in 2010.

Ledd	Kornavling (kg/daa)						
	Landvik		Vest- fold	Øst- fold	Middel		Rel
	Lett jord	Tung jord			(4 felt)		
1 Ugjødsla		122	319	242	169	213	100
2 Minorga bl. 1	5+0	321	442	368	229	340	160
3	10+0	436	566	450	258	428	201
4	10+3	523	636	467	296	480	225
5	15+0	410	645	476	291	455	214
6 Minorga bl. 2	5+0	295	479	-	-	-	-
7	10+0	409	575	-	-	-	-
8	10+3	496	634	-	-	-	-
9	15+0	457	663	-	-	-	-
10 Fullgjødsel	5+0	352	510	413	244	380	178
11	10+0	532	654	554	312	513	241
12	10+3	493	721	576	333	531	249
13	15+0	493	682	646	309	533	250
Sign., P%		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
LSD, 5%		99	101	42	39,0	69	

Tabell 11. Hovedeffekt av ulike gjødseltyper på kornavling (kg/daa) i fire felt i 2010. Middell av fire ulike gjødselmengder.

Table 11. Main effects of various N rates and types of fertilizer on grain yield (kg ha<sup>-0.1</sup> in four trails in 2010. Mean of four N-levels.

Gjødseltype	Kornavling (kg/daa)					
	Landvik		Vest- fold	Øst- fold	Middel	
	Lett jord	Tung jord			(4 felt)	Rel
Minorga bl.1	422	572	440	269	426	100
Minorga bl. 2	414	588	-	-	-	-
Fullgjødsel	467	642	547	300	489	115
Sign., P%	7	3	<0,01	<1	<0,01	
LSD, 5%	-	52	22	19	53	



Bilde 6. Tresking av forsøksfeltet på lett jord på Landvik 12. august 2010.

Photo 6. Harvesting of one of the trials at Landvik on 12 August 2010.

Foto/photo: Lars T. Havstad.

### 3.4 Halmavling

I begge de to Landvik-felta var halmavlingen lavest på ugjødsla ruter (tabell 12). I middel for begge de to felta var det rutene som var gjødslet med høyeste N-mengde (15 kg N/daa) i form av fullgjødsel som produserte mest tørrstoff (tabell 12).

For de fleste N-nivåer ble det produsert mer plantemasse når gjødsla var tilført som fullgjødsel enn som Minorga-gjødsel (tabell 12). I middel for alle fire N-mengder var TS-

avlingen i lettjord- og tungjordsfeltet henholdsvis 6-11% og 13-16 % høyere på ruter gjødsla med Fullgjødsla enn med Minorga-gjødsla. Det var bare ubetydelige forskjeller mellom de to Minorga- blandingen med tanke på produsert TS-halmmengde (tabell 13).

Tabell 12. Virkning av ulike mengder og typer av gjødsla på halmavling (kg/daa) i to felt i 2010.

Table 12. Effects of various N rates and types of fertilizer on straw yield (kg ha<sup>-0.1</sup>) in two trails in 2010.

Ledd		Halmavling (kg/daa)				
		Landvik		Middel		
		Lett jord	Tung jord	(2 felt)	Rel.	
1	Ugjødsla	109	159	134	100	
2	Minorga bl.1	5+0	213	223	218	163
3		10+0	262	264	263	196
4		10+3	323	304	313	234
5		15+0	240	310	275	205
6	Minorga bl. 2	5+0	222	235	-	-
7		10+0	255	277	-	-
8		10+3	316	289	-	-
9		15+0	300	331	-	-
10	Fullgjødsla	5+0	233	267	250	187
11		10+0	318	325	322	240
12		10+3	284	346	315	235
13		15+0	320	336	328	245
Sign., P%		<0,01	<0,01	<1		
LSD, 5%		79	47	78		

Tabell 13. Hovedeffekt av ulike gjødslertyper på halmavling (kg/daa) i to felt i 2010. Middel av fire ulike gjødslmengder.

Table 13. Main effects of various N rates and types of fertilizer on straw yield (kg ha<sup>-0.1</sup>) in two trails in 2010. Mean of four N-levels.

Gjødslertype	Halmavling (kg/daa)			
	Landvik		Middel	
	Lett jord	Tung jord	(2 felt)	Rel.
Minorga bl.1	260	275	267	100
Minorga bl. 2	273	283	-	-
Fullgjødsla	289	319	304	114
Sign., P%	>20	<0,01	8	
LSD, 5%	-	24	-	

## 4. Konklusjon / oppsummering

---

I 2010 ble det utført fire feltforsøk med vårhvete, to på Landvik (Aust-Agder), ett i Tønsberg (Vestfold) og ett i Grålum (Østfold), hvor ulike mengder (0, 5, 10 og 15 kg N/daa) Minorga-gjødsel fra 'HØST AS' ble sammenlignet med tilsvarende mengder nitrogen i fullgjødsel. I tillegg var det for hver gjødseltype med et ledd som ble grunngjødslet med 10 kg N/daa og senere (Z 35-39) delgjødslet med 3 kg N/daa. Mens det på Landvik ble prøvd ut to ulike Minorga-varianter, enten tilsatt urea og kaliumklorid (Blanding 1) eller urea, kaliumklorid og kjøttbeinmel (Blanding 2), ble bare den første-blandinga (1) testet i feltene i Tønsberg og Grålum.

I de to Landvik-felta indikerte klorofyllmålinger (Yara N-tester (YNT)-verdier) at opptaket av nitrogen i plantene var høyere på ruter gjødslet med Fullgjødsel enn på tilsvarende ruter gjødslet med Minorga når det var tilført samme N-mengde både tidlig (5. - 15. juni) og seinere (1. - 15. juli) i vekstsesongen. Det var bare ubetydelige forskjeller med tanke på N-opptak mellom de to ulike Minorga-variantene. I middel for to ulike måletidspunkt, to felt og fire ulike gjødselmengder var YNT-verdiene 13-14 % høyere på ruter gjødslet med Fullgjødsel enn tilsvarende ruter gjødslet med de to Minorga-blandingene. I Østfold og Vestfold var forskjellene ikke like tydelige, men også her ble de høyeste YNT-verdiene målt på rutene gjødslet med Fullgjødsel. I middel for fire ulike N-nivåer var YNT-verdiene i de to felta henholdsvis 8 og 3 % høyere på ruter gjødslet med Fullgjødsel enn med Minorga ved siste noteringstidspunkt

I likhet med klorofyllmålingene ble de høyeste kornavlingene både i Vestfold, Østfold og på Landvik høstet på ruter som var gjødslet med Fullgjødsel. I middel for ulike N-mengder var avlingsgevinsten ved å gjødsle med Fullgjødsel i stedet for Minorga-gjødsel henholdsvis 24 % i Vestfold, 12 % i Østfold og 9-13 % i de to Landvik-felta. De kjemiske analysene av de to Minorga-variantene, både med og uten tilsatt kjøttbeinmel, var svært like, og trolig av den grunn var det ingen sikre avlingsforskjeller mellom disse.

På rutene som var tilført 10 kg N/daa tidlig om våren, både i form av Minorga- og Fullgjødsel, ble det i de fleste tilfeller høsta høyere kornavling når ekstra nitrogen (3 kg N/daa) ble tilført ved Z31-39. Avlingsforskjellen mellom de to gjødslingsstrategiene var imidlertid ikke signifikante i noen av felta.

Tilførselen av Minorga-gjødsel ble beregnet ut fra ett N-innhold på 11 % i stedet for 13 % som analysen av totalnitrogen i gjødsel viste. Dermed ble det i praksis tilført mer N enn på rutene med Minorga enn med Fullgjødsel. Til tross for dette var gjødselvirkningen av Minorga-gjødsel dårligere enn av Fullgjødsel, både med tanke på N-opptak og kornavling.

Ettersom god jordfuktighet er avgjørende for nedbrytningen av organisk N til mineral-N må trolig de tørre forholda som rådet i 2010, spesielt på Landvik, ta mye av skylden for at nitrogenet ikke var like tilgjengelig fra Minorga- som fra Fullgjødsel, hvor nitrogenet blir tilført som ammonium/nitrat.

Resultatene er i motsetning til en tilsvarende forsøksserie med utprøving av Minorga-gjødsel til vårhvete i 2008 (Havstad 2010) hvor det bare var ubetydelig forskjell mellom de to gjødseltypene både med tanke på N-opptak og kornavling. I den tidligere forsøksserien var imidlertid feltene etablert relativt seint (midten av mai) og det ble vannet hyppig i tida etter etablering. De varme og fuktige forholdene var nok gunstige for omdanning av urea / mineralisering av organisk materiale.

For å oppnå bedre virkning av Minorga-gjødsla under tørre forhold ville det trolig vært en fordel om nitrogenet som ble tilsatt den slambaserte blandingen var i form av lettløselig ammonium/nitrat i stedet for urea-N, som først må omdannes til ammonium/nitrat før den kan tas opp i plantene. Urea-N er også utsatt for gasstap (ammoniakk) under ugunstige tørre værforhold.

## 5. Etterord

---

Takk til fagpersonale ved Vestfold forsøksring og Landbruksrådgivning SørØst for gjennomføring av feltforsøkene, og til Trygve S. Aamlid, Bioforsk Øst Landvik, for nyttige kommentarer etter gjennomlesing av manuskriptet.

## 6. Litteratur:

---

FK-dyrkingsveiledning. Bjarne vårhvete. 2010. Internett: [http://fk-landbruk.no/Planteproduksjon/Saakorn/Vaarkorn/Sider/Spire\\_dyrkningsrad\\_Bjarne.aspx](http://fk-landbruk.no/Planteproduksjon/Saakorn/Vaarkorn/Sider/Spire_dyrkningsrad_Bjarne.aspx)

Havstad, L.T. 2010. Utprøving av et nytt organisk slambasert gjødselprodukt fra 'HØST AS'. Bioforsk Rapport (5) 54. 18 s.

Hoel, B. & H. Tandsæther. 2010. Gjødslingsstrategier - Effektiv våronn. Bioforsk Fokus 5 (1): 128-130.

Lovdata. 2003. Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav. <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20030704-0951.html>

Lunnan, T. 2010. Urea - aktuelt gjødselslag under norske forhold? Gjødslingshåndbok på internett:  
[http://www.bioforsk.no/ikbViewer/page/prosjekt/tema/artikkel?p\\_dimension\\_id=19190&p\\_menu\\_id=19211&p\\_sub\\_id=19191&p\\_document\\_id=61279&p\\_dim2=19611](http://www.bioforsk.no/ikbViewer/page/prosjekt/tema/artikkel?p_dimension_id=19190&p_menu_id=19211&p_sub_id=19191&p_document_id=61279&p_dim2=19611)

SAS Institute. 1990. SAS/STAT User's Guide. Version 6. Fourth edition. 890 s.

Ugland, T.N., Ekeberg, E. & T. Krokstad. 1998. Bruk av avløpsslam i jordbruket. Grønn forskning 04/98. 13 s.