

# Gjødsling til høsthvete

Annbjørg Øverli Kristoffersen og Trond Maukon Henriksen  
NIBIO Korn og frøvekster, Apelsvoll  
annbjorg.kristoffersen@nibio.no

Høsthvete har stort potensiale for å gi høye avlinger, i middel 15 % over vårhvete på landsbasis (middel 2004-2014, SSB). Når det tas store avlinger, er det utfordrende å tilpasse gjødslingen slik at også proteininnholdet blir tilfredsstillende høyt (Hoel og Uhlen 2016). Fra 2017 ble proteinkravet til mathvete satt til opp 11,5 %, noe som kan være krevende å oppnå.

Behovet for nitrogengjødsel bestemmes ut fra høsthveteåkerens N-opptak og jordas evne til å levere nitrogen gjennom vekstsesongen. Forventet avling det enkelte år er vanskelig å forutsi. Ved såing, og tidlig i vekstsesongen må det baseres på tidligere erfaringer. Utover i sesongen vil inntrykket av åkeren gi informasjon om avlingsnivået, men fasiten vil først komme etter at kornet er høstet.

Jordas evne til å levere nitrogen er også vanskelig å forutsi. Innholdet av organisk materiale er avgjørende, men forholdene for mikroorganismene til å mineralisere og frigjøre N, styres av temperatur og nedbørsforhold den enkelte sesong. Det kan derfor være store årsvariasjoner i hvor mye N jorda bidrar med.

En oppsplitting av nitrogenmengden til flere gangers gjødsling er et viktig grep for å tilpasse gjødslinga til de rådende forholdene. Bruk av hjelpemidler underveis i vekstsesongen for å tolke åkerens N-behov, er også nyttig.

I 2017 ble det gjennomført N-gjødslingsforsøk i høsthvete, hvor målinger med N-sensor underveis i vekstsesongen ble brukt for å estimere N-opptaket fortløpende. Målsetningen med prosjektet er riktig og tilpasset nitrogengjødsling sett i forhold til kvalitet, avling og miljø. Prosjektet ble i 2017 gjennomført i nært samarbeid med Norsk Landbruksrådgiving Øst og Trøndelag, og ble finansiert av Yara Norge.

## Materiale og metoder

I 2017 ble det gjennomført åtte gjødslingsforsøk i forsøksserien «Høsthvete - N-gjødsling». Forsøkene ble anlagt på våren, i allerede etablerte høsthveteåkre. Det var tre felt i Østfold, et i Follo, tre på Romerike og et felt i Trøndelag (tabell 1). Forsøksplanen er vist i tabell 2, og bestod av 12 ledd. Ledd 1 ble kun gjødslet med P og K for å få et mål på jordas mineraliseringspotensiale. De andre leddene ble på våren enten gjødslet med 8 eller 10 kg N/daa. Deretter ble det delgjødslet ved begynnende strekking (Z 30) med stigende N-gjødslingstrinn. Ved begynnende skyting (Z 49) ble det delgjødslet med 3 kg N/daa, unntatt ledd 1, 7 og 12. Til sammen ble det gitt 14, 17, 20, 23 og 26 kg N/daa på ledd 2-11. Ledd 12 ble ved siste delgjødsling gjødslet etter anbefalinger beregnet ut fra målinger med håndholdt Yara N-sensor. Målingene ble gjort rett før delgjødslingstidspunktet. Planteverniltakene på det enkelte felt ble utført på samme måte som feltverten behandlet åkeren rundt.

Fra uke 18 til uke 25 ble N-opptaket estimert ukentlig ut fra målinger med håndholdt N-sensor på samtlige felt, og på samtlige ruter. Målingene danner grunnlag for ukentlige oppdateringer av N-opptak og bestandsutvikling. Oppdateringene ble publisert online på Yara sine hjemmesider, samt i infoskriv fra NLR til bøndene.

Det ble brukt håndholdte Yara N-sensorer på forsøkene. Sensorene som ble brukt, gir et estimat på opptatt kg N/daa i plantene, beregnet ut fra målinger av åkerens farge og tetthet. På våren 2017 ble sensorene kalibrert samlet for å sikre sammenlignbare målinger mellom feltene (bilde 1). Målingene ble utført av rådgivingsenhetene, mens beregningene, tolkningene og oppsummeringene ble utført av NIBIO.



Bilde 1. Kalibrering av Yara N-sensorer. Foto: Annbjørg Øverli Kristoffersen.

Tabell 1. Sted, jordart, sort, datoer for såing, gjødsling og høsting for 8 felt i 2017

Sted	Jordart	Sort	Sådato	Vårgjødsling	1. delgj.	2. delgj.	Høstedata
Øsaker	Mellomleire	Ellvis	9.sept.	11.april	16.mai	13.juni	15.aug.
Halden	Siltig mellomleire	Ellvis	19.sept.	11.april	22.mai	12.juni	15.aug.
Fredrikstad	Mellomleire	Ellvis	17.sept.	11.april	23.mai	12.juni	17.aug.
Vestby	Mellomleire	Ellvis	20.sept.	19.april	22.mai	12.juni	28.aug.
Årnes	Siltig lettleire	Ellvis	14.sept.	27.april	23.mai	21.juni	28.aug.
Oppaker	Lettleire	Kuban	6.sept.	27.april	24.mai	22.juni	3.sept.
Vormsund	Siltig lettleire	Kuban	3.sept.	27.april	23.mai	22.juni	28.aug.
Stjørdal	Mellomleire	Magnifik	27.aug	2.mai	30.mai	22.juni	12.sept.

Tabell 2. Forsøksplan for ulike gjødslingsstrategier i høstvetete. Mengde N gitt ved såing og som delgjødsling (kg N/daa)

Ledd	Vår <sup>1</sup> kg N/daa	1. delgj. Beg. stråstrekking <sup>2</sup> kg N/daa	2. delgj. Beg. skyting <sup>2</sup> kg N/daa	Totalt tilført N <sup>3</sup> kg N/daa
1	0	0	0	0
2	8	3	3	14
3	8	6	3	17
4	8	9	3	20
5	8	12	3	23
6	8	15	3	26
7	10	4	0	14
8	10	4	3	17
9	10	7	3	20
10	10	10	3	23
11	10	13	3	26
12	8	9	Vurdering	18,5-24,6

<sup>1</sup>Gjødseltypen ved vårgjødsling var YaraMila Fullgjødsel® 20-4-11<sup>2</sup>Ved første og andre delgjødsling ble det brukt YaraBela OPTI-NS™ 27-0-0 (4S)<sup>3</sup>Eventuell gjødsling høsten 2016 er ikke tatt med

## Resultater 2017

Avlingsnivået var generelt svært høyt og varierte fra ca. 870 til ca. 1200 kg korn/daa for de åtte feltene, i snitt for gjødsling med 17-26 kg N/daa (tabell 3). Alle feltene på Østlandet hadde proteininnhold over 11,5 % i gjennomsnitt for de samme gjødslingsleddene. Mengden opptatt N i kornavlingene varierte fra 14 til 22 kg N/daa. Det viser at høye avlinger har et betydelig behov for N-gjødsling gjennom sesongen. Opptatt fosfor i avlingene lå mellom 3-4 kg P/daa og viser at ved optimale P-AL-nivå i jorda, er behovet for fosforgjødsling stort til høstvetete. Men høstvetete kan også være en effektiv vekst for nedtapping av fosforinnholdet i jorda ved høye P-AL-verdier (P-AL over 14).

Tabell 4 viser sammendraget for åtte felt i 2017.

Tabellen viser avling på ledd uten gjødsling, videre vises hovedeffekten av to ulike N-nivåer på våren, og hovedeffekter av total N-gjødslingsmengde fra 14 til 26 kg N/daa. Resultatene viser at det ikke var forskjeller i avlingsnivået om det ble gitt 8 eller 10 kg N/daa på våren. Ulik vårgjødsling påvirket heller ikke vanninnholdet i kornet ved høsting, hektolitervekta eller 1000-kornvekta. Proteininnholdet var signifikant høyest ved 8 kg N/daa på våren sammenlignet med 10 kg N/daa på våren. Ved gjødsling med 8 kg N/daa på våren ble det gjødslet sterkere ved 1. delgjødsling sammenlignet med 10 kg N/daa på våren.

Tabell 3. Gjennomsnittsverdier for leddene 17-26 kg N/daa, for hvert enkelt felt i 2017

Felt	Vann % v/høsting	Avling kg/daa	Protein %	HI-vekt kg	1000kv. g	Opptatt N kg/daa	Opptatt P kg/daa
Øsaker	16,7	1050	11,8	83,6	50,3	17,7	3,4
Halden	18,3	986	12,6	82,7	43,5	18,4	3,4
Fredrikstad	20,6	1068	13,6	84,3	50,5	21,5	3,6
Vestby	17,2	1048	12,0	82,6	52,5	18,7	3,6
Årnes	21,0	957	11,6	83,4	52,7	16,6	3,3
Oppaker	21,2	1211	13,1	85,0	50,9	22,2	3,9
Vormsund	19,6	1153	12,4	85,5	51,1	21,2	3,9
Stjørdal	20,4	877	11,0	82,0	40,9	14,3	3,0

På flere av feltene var det vanskelig å rekke første delgjødsling tidsnok på grunn av mye nedbør rett før begynnende strekking, og vanskelige forhold for gjødsling. Men resultatene viser at selv med bare 8 kg N/daa på våren, var det tilstrekkelig N i første omgang til å kunne høste svært høye avlinger. Noen dagers forsinket første delgjødsling ødela ikke for avlingspotensialet. Det var gode fuktighetsforhold også etter delgjødsling, noe som bidro til god tilgjengelighet av det tilførte N. Det var også relativt kjølig i denne perioden, noe som førte til sein utvikling av høstveteten. Det var også medvirkende til at første delgjødsling fikk god effekt, selv om den ble gitt noen dager seinere enn ønskelig på flere av feltene.

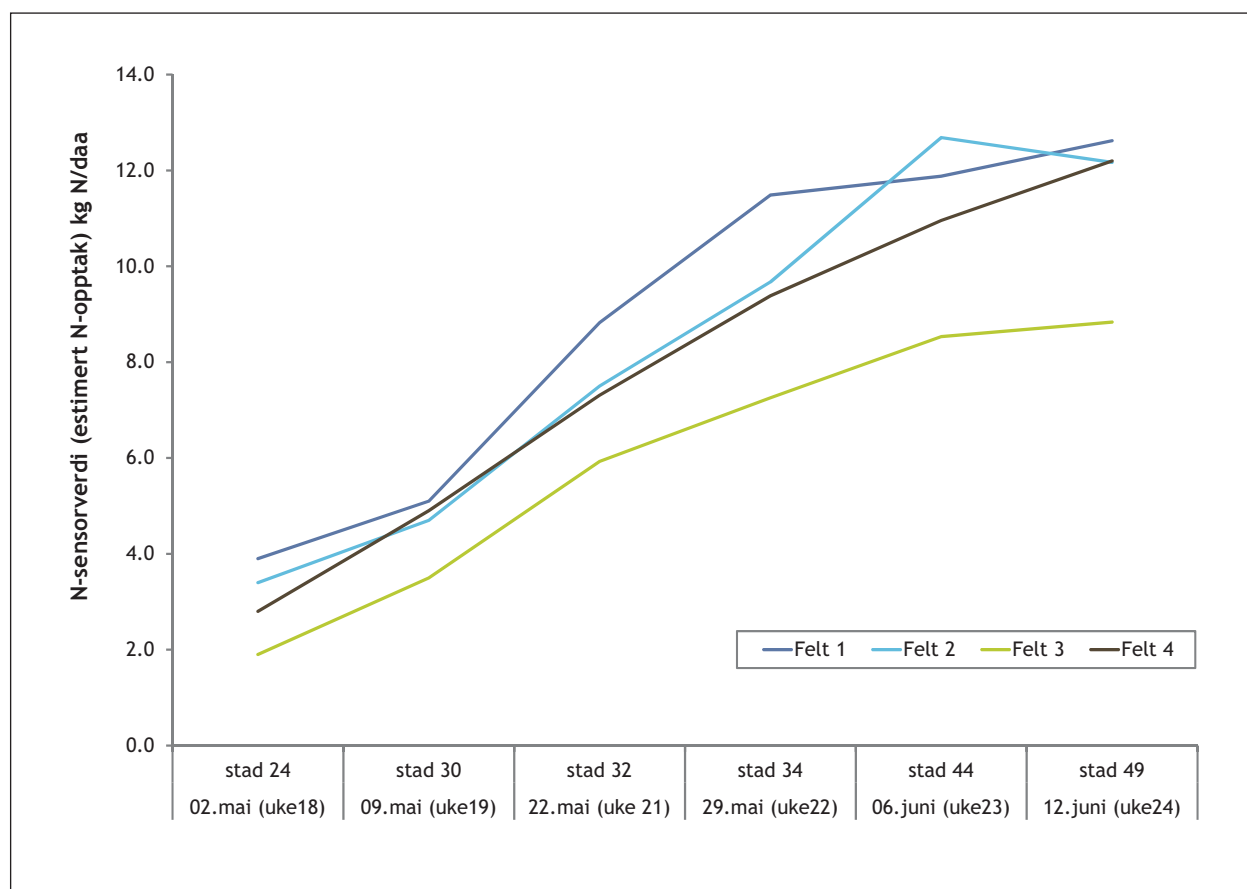
Målinger med N-sensor i vekstsesongen (figur 1) viste et stort N-opptak i perioden med strekkingsvekst

(uke 19-22). Når plantene nærmet seg avsluttende strekking/begynnende skyting, avtok N-opptaket betraktelig. Det er derfor viktig at første delgjødsling gjennomføres før strekkingsperioden er i full gang.

Det var signifikant avlingsøkning opp til 23 kg N/daa, med en gjennomsnittlig avling på 1063 kg korn/daa i snitt for de åtte feltene (tabell 4). Det var ikke ytterligere avlingsøkning for 26 kg N/daa. Selv med så høye avlinger, ble proteininnholdet tilfredsstillende. Det ble oppnådd proteininnhold over 11,5 % fra 20 kg N/daa. Falltallet lå over 200 på samtlige felt (data ikke vist). Alle felt oppnådde derfor matkvalitet på kornet. Beregnet opptatt N viser hvor mye N som er fjernet med kornavling. Resultatene viser at opptaket økte med stigende tilførsel av nitrogen, men mindre enn den trinnvise økningen i gjødsling.

Tabell 4. Hovedeffekter av ulik vårgjødsling og ulik total N-gjødslingsmengde på avling og kvalitet i høsthvete. Sammendrag for åtte felt i 2017, for ledd 1-11

	Vår kg N/daa	Totalt tilført N kg N/daa	Vann % v/høsting	Avling kg/daa	HI-vekt kg	1000kv. g	Protein %	Opptatt N kg N/daa
	0	0	18,4	383	79,2	44	8,5	4,7
<b>Vår</b>	8		19,2	1012	83,3	48,9	12,0	18,1
	10		19,2	1018	83,1	48,6	11,8	17,7
<b>P %</b>			i.s.	i.s.	i.s.	i.s.	0,3	i.s.
<b>Total N</b>		14	18,9	929	82,0	47,8	10,3	14,3
		17	19,0	985	83,0	49,1	11,3	16,5
		20	19,1	1032	83,4	48,8	12,0	18,4
		23	19,5	1063	83,8	49,2	12,6	19,4
		26	19,6	1067	84,0	48,8	13,2	20,8
<b>P %</b>			>0,01	>0,01	>0,01	>0,01	>0,01	>0,01
<b>LSD 5 %</b>			0,6	25	0,5	0,9	0,4	1,2



Figur 1. Estimert N-opptak i hvete på ledd med 20 kg N/daa basert på N-sensormålinger i uke 18-24 for 4 felt i 2017.

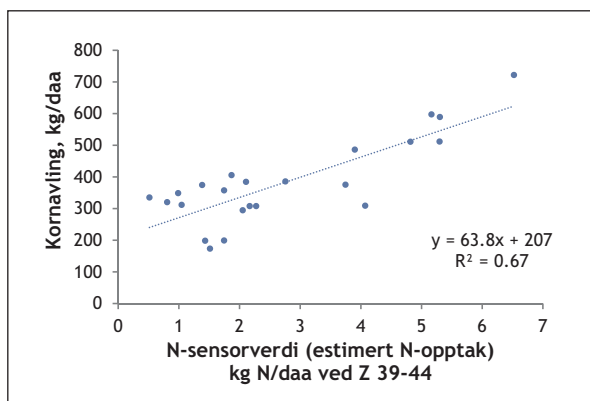
Tabell 5. Gjennomsnittlig avling og kvalitetsparametere for åtte felt i 2017, for ledd 4 og 12

Ledd	Tilført N totalt kg/daa	Avling kg/daa	Vann % v/høsting	HI-vekt kg	1000kv. g	Protein %	Opptatt N
4	20,0	1029	19,2	83,5	48,9	12,1	18,5
12	20,4	1024	19,2	83,6	48,9	12,1	17,7

Det var ingen samspill mellom ulik vårgjødsling og total N-gjødselmengde på avling eller på kvalitetsparametere (data ikke vist).

Det ugjødsle leddet hadde et gjennomsnittlig avlingsnivå på 383 kg korn/daa, og det ble i gjennomsnitt tatt opp 4,7 kg N/daa på dette leddet (tabell 4). Mellom feltene var det stor variasjon i hvor mye N jorda bidrog med; fra 2,3 til 6,3 kg N/daa. Det førte til en stor variasjon i avlingsnivået på ugjødsle ruter mellom de ulike forsøkene, fra 190 kg korn/daa på feltet med lavest avling på nullruta til 660 kg korn/daa på feltet med høyest avling. Målinger med håndholdt N-sensor rett før akkskyting på ugjødsle ledd viste god korrelasjon med avlingsnivået ( $R^2=0,67$ ) (figur 2).

Feltene ble gjødslet med 3 kg N/daa ved siste delgjødsling, unntatt ledd 12 og ledd 7. Ledd 12 ble gjødslet ut fra N-sensormålinger rett før siste delgjødsling. Det førte til en variasjon fra 0 til 7,6 kg N/daa, med et gjennomsnitt på 3,4 kg N/daa for ledd 12. På våren og ved første delgjødsling ble ledd 12 gjødslet med 8 + 9 kg N/daa, likt som ledd 4. I gjennomsnitt for alle feltene var det ikke noen forskjeller mellom ledd 4 og 12 på avlingsnivået eller for kvalitetsparametere (tabell 5).



Figur 2. Sammenheng mellom N-sensorverdi (estimert N-opptak, kg N/daa) ved avsluttende strekking/flaggbladutvikling og kornavling. Målinger på nullruter på 8 felt i 2017.

## Oppsummering

Årets sesong viste tydelig hvilke potensiale som ligger i høstveten. En utfordring med høye avlinger, er at det kan gå utover proteininnholdet i kornet. Dette krever enda mer presis fordeling av N gjennom vekstsesongen. Forsøksserien med ulike strategier for tildeling av N til høstveten viste at det er mulig å oppnå høye avlinger og høyt proteininnhold med en ganske balansert N-tilførsel. Det vil si at mesteparten av N ble tatt opp av kornplantene og lite ble igjen i jorda.

Generelt har høstveten behov for to gangers delgjødsling i tillegg til vårgjødsling. Vårgjødslingen kan gjerne holdes ganske moderat (8-10 kg N/daa), men nok til å sikre god vekst i plantene etter vinteren. Det reduserer risikoen for utvasking av nitrogen før plantene har tatt det opp, og det øker mulighetene til å tilpasse N-gjødselmengdene ut i vekstsesongen. Første delgjødsling er viktig for avlingsnivået, og bør skje før strekkingsperioden til kornplantene starter. Mengden må tilpasses avlingspotensialet. Andre delgjødsling bør gjennomføres rundt flaggbladutvikling/begynnende skyting. Denne gjødslingen er særlig viktig for proteinnivået i kornet, men vil også kunne påvirke avlingsnivået i positiv retning. Resultatene fra 2017 viste stor fleksibilitet i forhold til N-mengde ved siste delgjødsling, men at en utelatelse av denne gjødslingen vil ha betydning for proteininnholdet. Bruk av sensorer kan gi god informasjon i vurderingen av åkerens potensiale.

Gjødslingsnormene som ligger i Gjødslingshåndboka til NIBIO er under evaluering. Resultater fra de siste årene har vist at en tilnærming til de svenske normene for brødhvete (Jordbruksverket, Rekommandasjoner for gjødsling og kalkning 2017), kan passe bra også under norske forhold.

## Referanse

Hoel, B. & Uhlen A.K. Årsaker til lavt proteininnhold i høstveten. Jord- og Plantekultur 2016. NIBIO BOK 2 (1): 152-156.