

Nitrogengjødsling til høsthvete 2024 og middel av 5 år

Annbjørge Øverli Kristoffersen

NIBIO Korn og frøvekster

annbjorg.kristoffersen@nibio.no

Nitrogengjødslingsforsøk i høsthvete har i flere år gitt nyttig kunnskap om gjødslingsstrategier, og resultater fra det enkelte år er publisert i tidligere Jord- og Plantekulturbøker (bl.a. Kristoffersen 2022, 2023). I denne artikkelen presenteres resultatene fra sesongen 2024, samt middeltall for de fem siste årene.

Det var krevende forhold for etablering av høsthvete høsten 2023. Mye regn og våt jord gjorde at det ble sådd mindre høsthvete enn forventet. Vinteren kom tidlig i indre strøk, og mange åkre var dekket av snø mesteparten av vinteren. Lenger sør var det kortere perioder med snødekke, og en kunne frykte dannelse av islag ved tining av snøen. Det var også flere perioder med svært lave temperaturer, særlig rett på nyåret i januar. Likevel klarte det meste av høsthveten seg bra gjennom vinteren. I løpet av april 2024 ble det etablert sju gjødslingsfelt, med tre felt sør for Oslo, to på Romerike, ett i Vestfold og ett i Trøndelag.

Alle feltene ble målt med håndholdt N-sensor i mai og juni for å estimere N-opptaket underveis i vekstsesongen. Målingene dannet grunnlag for ukentlige oppdateringer av N-opptak og bestandsutvikling. Oppdateringene ble publisert online på Yara sine hjemmesider, samt i infoskriv fra NLR til bøndene, og gav en tett oppfølging av feltene frem til skyting. I denne artikkelen presenteres avlingsresultatene og kvalitetsparameterne fra forsøksserien. Målsetnin-

gen med prosjektet er riktig og tilpasset nitrogen-gjødsling sett i forhold til kornkvalitet, avling og miljø.

Prosjektet er blitt gjennomført i nært samarbeid med Norsk Landbruksrådgiving Østlandet (Østfold, Vestfold og Akershus) og Trøndelag, og finansiert av Yara Norge og gjennom kunnskapsutviklingsmidler fra Landbruks- og matdepartementet.

Materiale og metoder

Til sammen ble det gjennomført sju felt i forsøksserien «Høsthvete – N-gjødsling og N-sensormåling». Det var fem felt i Kuban, ett i Praktikk og ett i Informer (tabell 1). Forsøksfeltene ble anlagt i etablert åker våren 2024, og i tabell 1 står datoer for såing, gjødsling og høsting oppført, samt sort for hver av de sju feltene.

Forsøksplanen bestod av 11 ledd (tabell 2). Ledd 1 ble kun gjødslet med P og K for å få et mål på jordas evne til å frigjøre nitrogen. Ledd 2–11 ble gjødslet med 8 kg N/daa på våren. Ved begynnende strekking (Z 30) ble det gjødslet med 3–15 kg N/daa, fordelt på de 10 leddene. Ved begynnende skyting (Z 49) ble ledd 2–6 delgjødslet med 3 kg N/daa og ledd 7–10 med 6 kg N/daa. Til sammen ble det på ledd 2–10 tilført 14, 17, 20, 23, 26 eller 29 kg N/daa. Ledd 11 ble ved siste delgjødsling gjødslet etter anbefalinger beregnet ut fra målinger med håndholdt Yara N–

Tabell 1. Sted, sort, forgrøde og datoer for såing, gjødsling og høsting for sju felt i 2024

Sted	Sort	Sådato	Vårgjødsling	1. delgj.	2. delgj.	Høstedata
Halden	Kuban	10.09.23	18.04.24	07.05.24	10.06.24	05.08.24
Rygge	Praktikk	14.09.23	17.04.24	13.05.24	10.06.24	12.08.24
Vestby	Kuban	10.09.23	14.04.24	15.05.24	10.06.24	12.08.24
Årnes	Kuban		15.04.24	15.05.24	06.06.24	13.08.24
Vormsund	Kuban	11.09.23	18.04.24	15.05.24	06.06.24	13.08.24
Tønsberg	Kuban		18.04.24	13.05.24	05.06.24	13.08.24
Stjørdal	Informer	09.09.23	09.04.24	16.05.24	10.06.24	29.08.24

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

Ledd	Vår ¹ kg N/daa	1. delgj. beg. stråstr. ² kg N/daa	2. delgj. beg. skyting ² kg N/daa	Totalt tilført N ³ 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	8	6	6	20
8	8	9	6	23
9	8	12	6	26
10	8	15	6	29
11	8	9	Vurdering	18–22

¹Ledd 1: OPTI-PK 0-11-21, Ledd 2-11 og 9: YaraMila Fullgjødssel 22-3-10²YaraBela OPTI-NSTM 27-0-0 (4S)

³Eventuell gjødsling høsten 2023 er ikke tatt med i summering av totalt tilført N

sensor (0–4 kg N/daa). 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 24 ble plantenes N-opptak estimert ukentlig ut fra målinger med håndholdt N-sensor på samtlige felt, og på samtlige ruter.

Resultater 2024

Vurdering av enkeltfeltene

Mesteparten av mai måned var uten nedbør, og i siste halvdel av måneden var temperaturen høy. Flere felt ble noe preget av forsommertørken, som også gjenspeiles i avlingsnivået på enkeltfeltene (tabell 1). Avlingsnivået på nullrutene var helt midt, unntatt for feltet i Tønsberg, hvor det var svært høyt. Proteininnholdet ble svært høyt på samtlige felt, fra 12,9 til 17,1 % i gjennomsnitt for gjødslings-

leddene. Falltallet lå også langt over kravet på 200 på samtlige felt.

Effekter av gjødslingsbehandlinger

I tabell 4 er resultatene fra sju felt presentert. Gjennomsnittlig avlingsnivå lå på rundt 700 kg korn/daa. Det var små forskjeller mellom gjødslingsleddene, tross relativt store sprang i nitrogengjødsling og svært kraftig gjødsling på de øverste trinnene. Gjødsling med 14 kg N/daa gav signifikant lavere avling enn de kraftigste leddene, men både 17 og 20 kg N/daa gav samme avlingsnivå som leddene med sterkere gjødsling, og også med leddet gjødslet med 14 kg N/daa. Kornstørrelsen, målt som hektolitervekt og tusenkornvekt, var ikke påvirket av gjødslingstrinnene, hverken for nitrogenmengde eller ulik fordeling ved første og andre delgjødsling. Proteininnholdet var den parameteren som ble mest påvirket av gjødslingen. Proteininnholdet økte med økende

Tabell 3. Avling og kvalitet, gjennomsnittsverdier for leddene gjødslet med 17–29 kg N/daa, for hvert enkelt felt i 2024. Avling på ugjødsla ledd i parentes

Felt	Sort	Vann % v/høsting	Avling kg/daa	Protein %	HI-vekt kg	Tkv. g	Legde %	Falltall s
Halden	Kuban	16,9	842 (182)	13,1	82,2	50,6	0	361
Rygge	Praktik	14,6	534 (227)	15,8	79,6	39,4	0	360
Vestby	Kuban	16,9	726 (244)	14,3	79,7	41,2	0	383
Årnes	Kuban	16,8	622 (277)	15,9	81,0	49,9	0	438
Vormsund	Kuban	15,8	568 (219)	17,1	79,9	48,7	0	440
Tønsberg	Kuban	17,0	865 (582)	12,9	76,2	37,2	36,9	339
Stjørdal	Informer	15,7	775 (312)	14,6	78,8	48,7	0	364

Tabell 4. Hovedeffekter av elleve ulike gjødslingsledd på avling og kvalitet i høsthvete. Sammendrag for sju felt. Forklaring på leddene er gitt i tabell 2. Ulike bokstaver innen samme kolonne betyr signifikante forskjeller mellom ledd

Ledd	Tot N kg N/daa	Avling kg/daa	Vann %	HI-vekt kg	Tkv. g	Protein %	Falltall s	Opptatt N kg/daa
1	0	292 c	15,1 c	78,4 b	42,4 b	10,3 g	356	4,1 e
2	14	656 b	15,8 b	79,8 a	45,8 a	13,0 f	373	12,0 d
3	17	679 ab	16,1 ab	79,9 a	45,2 a	13,7 e	382	13,0 cd
4	20	696 ab	16,1 ab	79,6 a	45,2 a	14,5 cd	393	14,2 bc
5	23	717 a	16,2 ab	79,5 a	45,1 a	14,9 bc	396	15,1 ab
6	26	720 a	16,4 a	79,6 a	44,9 a	15,4 ab	394	15,6 ab
7	20	689 b	16,3 ab	79,7 a	45,5 a	14,6 cd	395	14,1 bc
8	23	718 a	16,2 ab	79,8 a	45,3 a	15,1 bc	386	15,3 ab
9	26	732 a	16,4 a	79,5 a	45,0 a	15,4 ab	387	15,9 ab
10	29	729 a	16,2 ab	79,6 a	45,1 a	15,7 a	379	16,2 a
11	21	701 ab	16,3 a	79,3 a	44,7 a	14,2 de	380	14,1 bc
P %		<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	i.s.	<0,01

nitrogengjødsling. Ved å se på fordeling av gjødsla mellom første og andre delgjødsling, var det ingen forskjell på ledd 4 og 7, ledd 5 og 8, og ledd 6 og 9. Disse ledd-parene fikk samme mengde nitrogen, men hvor 3 kg N/daa av totalmengden enten ble gitt ved første delgjødsling, eller gitt ved andre delgjødsling. Resultatene viser altså at både 3 og 6 kg N/daa ved siste delgjødsling gav samme proteininnhold, når den totale N-mengden var lik.

Sammendrag av årene 2020–2024

I løpet av årene 2020 til 2024 har det blitt gjennomført 33 felt i forsøksserien. For å gruppere forsøkene, er det sett på gjennomsnittavling for det enkelte feltet, og gjort en gruppering om avlingen lå mellom 600–800 kg/daa, under 600 kg/daa eller over 800 kg/daa. Det var flest felt i gruppen med avling høyere enn 800 kg/daa og færrest i gruppen med avling under 600 kg/daa (tabell 5).

Tabell 5. Antall felt innen hver avlingsgruppe og år

År	<600 kg/daa	600–800 kg/daa	>800 kg/daa
2020	1	0	6
2021	0	4	3
2022	1	3	3
2023	1	2	2
2024	2	3	2

Respons for nitrogengjødsel ved ulike avlingsnivå

Av totalt 33 felt var det 5 felt som tilhørte gruppa med avlingsnivå under 600 (tabell 6). For disse fel-

tene lå avlingsnivået i gjennomsnitt på rundt 550 kg korn/daa. Det var signifikant avlingsøkning for 14 kg N/daa sammenlignet med ugjødsle ledd, men ingen avlingsrespons for sterkere nitrogengjødsling. Kornstørrelsen, målt som hl-vekt og tusenkornvekt var ikke påvirket av nitrogengjødsling ut over 14 kg N/daa. Proteininnholdet var gjennomgående høyt på alle gjødsla ledd. Det lå på 14 % for 14 kg N/daa og økte signifikant opp til 20 kg N/daa, og lå da på 15,7 %. På disse feltene ble det ikke registrert noe legde. Det var heller ingen forskjell i modning ved økende N-gjødsling, målt som vanninnhold i kornet ved tresking.

Det var 12 felt som tilhørte gruppen med avlingsnivå mellom 600–800 kg korn/daa. Avlingsnivået lå på rundt 700 kg/daa i gjennomsnitt, med signifikant respons for N-gjødsling fra 14 opp til 17 kg N/daa. Ytterligere tilførsel av nitrogen gav liten respons på avlingsnivået. Både hl-vekt og tusenkornvekt var lite påvirket av gjødslingsleddene, og viste ikke økning med økende nitrogengjødsling. Proteininnholdet var høyt også for denne gruppen, og lå på 12,3 % for 14 kg N/daa og økte signifikant helt opp til 26 kg N/daa, og lå da på 15,0 kg N/daa. I denne avlingsgruppen fikk 2 av 12 felt sein legde, og legdeprosenten økte med økende nitrogengjødsling på disse to feltene.

Gruppen med avling over 800 kg/daa var den største, med hele 16 felt. Det var signifikant avlingsøkning for 20 kg N/daa, men liten avlingsrespons for mer nitrogengjødsling. Kornstørrelsen var ikke påvirket av nitrogengjødsling på disse feltene. Ved

Tabell 6. Sammendrag av felt fra perioden 2020 til 2024, gruppert etter avlingsnivå < 600, mellom 600–800 og > 800 kg/daa, n = antall felt innen hver gruppe. Forklaring på leddene er gitt i tabell 2. Ulike bokstaver betyr signifikante forskjeller mellom ledd innen avlingsgruppe

Ledd	Tot-N kg/daa	Vann% v/høst	Avling kg/daa	Rel. avl*	HI-vekt kg	1000-kv. g	Protein %	Legde %
Avling < 600 kg/daa (n=5)								
1	0	16,6 b	214 b	40	79,6 b	42,7 b	10,5 g	0
2	14	18,0 a	497 a	93	81,3 a	46,9 a	14,0 f	0
3	17	18,6 a	516 a	97	81,3 a	46,8 a	14,9 de	0
4	20	18,3 a	532 a	100	81,2 a	46,6 a	15,3 cde	0
5	23	18,2 a	546 a	103	81,4 a	47,0 a	15,6 bcd	0
6	26	18,8 a	547 a	103	81,2 a	46,9 a	16,2 ab	0
7	20	18,5 a	506 a	95	81,2 a	47,0 a	15,7 abc	0
8	23	18,7 a	535 a	101	80,9 a	47,0 a	16,1 a	0
9	26	18,8 a	533 a	100	81,2 a	47,7 a	16,4 a	0
10	29	18,2 a	539 a	101	81,5 a	47,4 a	16,4 a	0
P %		<0,01	<0,01		<0,01	<0,01	<0,01	0
Avling mellom 600–800 kg/daa (n=12, legde: n=2)								
1	0	17,8 b	282 d	40	79,8 c	42,9 b	9,8 h	0 b
2	14	18,5 a	630 c	89	80,9 b	45,8 a	12,3 g	0 b
3	17	18,6 a	680 b	96	81,0 ab	45,4 a	13,1 f	2 b
4	20	18,9 a	706 ab	100	81,2 ab	45,7 a	13,9 e	7 ab
5	23	18,9 a	718 ab	102	81,2 ab	45,4 a	14,4 cd	22 ab
6	26	19,0 a	723 ab	102	81,2 ab	45,6 a	14,9 bc	18 ab
7	20	18,7 a	690 b	98	81,5 a	46,3 a	14,1 de	2 b
8	23	18,8 a	717 ab	102	81,4 ab	46,2 a	14,7 bcd	5 ab
9	26	19,0 a	724 ab	102	81,1 ab	45,7 a	15,0 ab	12 ab
10	29	18,9 a	737 a	104	81,2 ab	45,5 a	15,4 a	33 a
P %		<0,01	<0,01		<0,01	<0,01	<0,01	0,05
Avling > 800 kg/daa (n=16, legde: n=6)								
1	0	15,6 de	427 e	46	80,0 b	45,9 b	9,4 h	0 c
2	14	15,9 bcd	853 d	92	82,1 a	47,9 a	11,5 g	18 b
3	17	16,0 abc	903 c	97	82,4 a	47,7 a	12,1 f	18 b
4	20	16,1 ab	928 abc	100	82,2 a	47,6 a	12,8 e	23 ab
5	23	16,2 ab	937 abc	101	82,2 a	47,0 ab	13,2 cd	27 ab
6	26	16,4 a	947 ab	102	82,3 a	47,0 ab	13,4 bc	40 a
7	20	16,0 abc	915 bc	99	82,5 a	48,1 a	13,1 de	18 b
8	23	16,3 ab	939 abc	101	82,5 a	47,8 a	13,3 bcd	21 b
9	26	16,4 ab	944 ab	102	82,4 a	47,6 a	13,6 ab	29 ab
10	29	16,3 ab	957 a	103	82,3 a	47,3 a	13,8 a	35 ab
P %		<0,01	<0,01		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

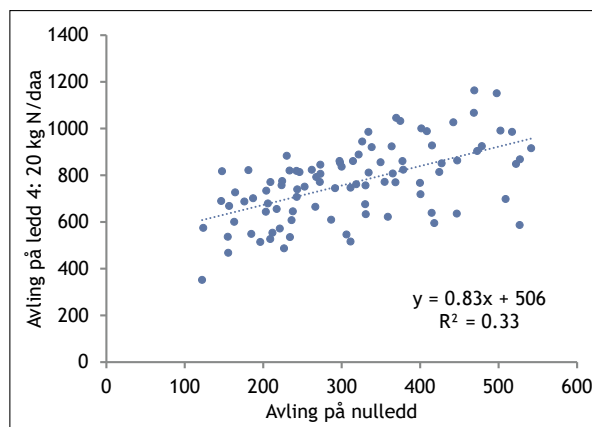
*Ledd 4 er satt til 100 %

høyt avlingsnivå forventer en ofte et lavere proteininnhold. Ved gjødsling med 14 kg N/daa lå proteininnholdet akkurat på 11,5 % som er kravet til mat-hvete. Ved økning i gjødsling, økte proteininnholdet helt opp til 26 kg N/daa. Ved dette gjødslingsnivået var proteininnholdet på 13,6 %. Det var noe lavere enn proteininnholdet for de lavere avlingsgrupperin-gene, men fortsatt betydelig høyt. I denne gruppen med det høyeste avlingsnivået hadde 6 av feltene registret legde, og også her økte legdeprosenten med økende nitrogengjødsling.

Det er interessant å se om det er en sammenheng mellom avling på nullrute og det totale avlingsnivået. Figur 1 viste en svak positiv sammenheng mellom avling på nullrute og avling ved gjødsling med 20 kg N/daa ($R^2 = 0,33$). Regresjonslinja viser at for hver 100 kg høyere avling på nullruta, økte avlingsnivået på gjødsle ledd med 80 kg. Figuren viser også at det var stor variasjonsbredde, slik at avling på nullrute gav stort spenn i hvilken avling som ble oppnådd på leddet gjødslet med 20 kg N/daa.

Oppsummering

Resultatene fra fem år med forsøk viste at avlingsnivået i høsthvete i Norge har vært høyt på halvpar-ten av feltene, og middels høyt på 12 av felt. Det var bare seks felt som hadde avling under 600 kg korn/daa. Proteininnholdet har også vært høyt på feltene, selv på feltene med høyt avlingsnivå. Ved sterkere gjødsling enn norm har som regel proteininnholdet blitt høyere enn det bransjen etterspør for høst-hveten (Uhlen m.fl. 2024). Generelt er første del-gjødsling viktig for avlingsnivået, og bør skje før strekkingsperioden til kornplantene starter. Særlig hvis vårgjødslingen gjennomføres tidlig, kan første delgjødsling gjennomføres allerede på buskingssta-diet. Kornplantene går da inn i en stor vekstperiode, behovet for næring som regel er ganske stort, og det er viktig at plantene får tak i gjødsel i denne perio-den. Mengden må tilpasses avlingspotensialet, og jordas bidrag med nitrogen. Både vårgjødsling og



Figur 1. Avling (kg/daa) på nullrute på x-aksen og tilsvarende avling på ledd gjødslet med 20 kg N/daa på y-aksen for 33 felt. Hvert punkt representerer ett felt og ett gjentak.

første delgjødsling påvirker risikoen for legde i høst-hveten, slik at mye nitrogen over plantenes behov er unødvendig, kostbart og uheldig for klima og miljøet.

Andre delgjødsling bør gjennomføres rundt flagg-bladutvikling/begynnende skyting, men trenger ikke være veldig kraftig. Det er små forskjeller i resulta-tene om det er tilført 3 eller 6 kg N/daa ved siste del-gjødsling. Ved værprognoser som tilsier en kom-mende periode med tørre forhold, bør siste delgjødsling gjøres tidligere enn planlagt, for å være sikker på at nitrogenet blir tatt opp og utnyttet til proteinoppbygging i kornet.

Referanse

Kristoffersen, A.Ø. 2022. Respons for nitrogengjødsling til høsthvete 2021. Jord- og plantekultur 2022. NIBIO BOK 8(2): 117–120.

Kristoffersen, A.Ø. 2023. Respons for nitrogengjødsling til høsthvete 2022. Jord- og plantekultur 2023. NIBIO BOK 9(1): 140–143.

Uhlen, A.K., Koga, S. & Dønnum, A. 2024. Markedstilpasset norsk matheteproduksjon: Tilpasninger i klasseinndelin-gen for å øke utnyttelsen av norsk mathvete. Fagrapport. NMBU. ISBN: 978–82–575–2191–2