



Foto: Unni Abrahamsen

Strategier for delt gjødsling til høsthvete, effekt på avling og kvalitet

Bernt Hoel og Hans Tandsæther
Bioforsk Øst Apelsvoll

Bioforsk Fokus blir utgitt av:

Bioforsk, Fredrik A Dahls vei 20, 1432 Ås
post@bioforsk.no

Ansvarlig redaktør: Forskningsdirektør Nils Vagstad

Fagredaktør denne utgaven: Forskningssjef Ragnar Eltun

Bioforsk Øst Apelsvoll, 2849 Kapp
apelsvoll@bioforsk.no

Bioforsk FOKUS
Vol 2 nr 10 2007
ISBN-13 nummer: 978-82-17-00229-1

Forsidefoto: Unni Abrahamsen, Bioforsk Øst Apelsvoll

Strategier for delt gjødsling til høsthvete, effekt på avling og kvalitet

BERNT HOEL OG HANS TANDSÆTHER
Bioforsk Øst Apelsvoll
bernt.hoel@bioforsk.no

Sammendrag

Forsøkene viste at en gangs delgjødsling til høsthvete er et meget interessant alternativ til det tradisjonelle opplegget med to ganger delgjødsling. Med dagens prisbetingelser gjelder denne konklusjonen i alle fall sorter med svak proteinkvalitet.

1. Innledning

Forskning har vist at det ikke er avgjørende med veldig høyt proteininnhold i hvetemelet for å lage bakevarer med ønsket kvalitet. Riktig proteinkvalitet er imidlertid meget viktig for bakeegenskapene. Proteinkvaliteten er i stor grad sortsavhengig, og har ingen nær sammenheng med proteininnholdet.

I leveringsbetingelsene, som gjelder for dyrkerne, deles hvetesortene inn i to hovedgrupper, en med sterk og en med svak proteinkvalitet. Videre er sortene med sterk proteinkvalitet inndelt i fire klasser. Dette gir grunnlag for å oppnå en stabil kvalitet innen klassene, slik at mølleindustrien kan sette sammen de riktige blandingene. Målet er å produsere et stabilt mel av de kvalitetene som bakeriene etterspør. Det ideelle er riktig variasjon mellom - og minst mulig variasjon innen kvalitetsklassene.

Foran kornsезongen 2004/05 ble det gjort relativt store endringer i proteinavregninga. Dette var justeringer for å tilpasse den norske mathveten til ny kunnskap og bakeindustrien sine ønsker. For hvetedyrkerne medførte endringene, kort fortalt, generelt mindre lønnsomhet i å oppnå veldig høyt proteininnhold. Dette gjelder spesielt i sorter med svak proteinkvalitet (for eksempel Mjølner) der man, basert på proteininnhold, bare har to alternative priser; fôrpris og matpris.

I høsthvete har det vært vanlig med to delgjødslinger, den første ved begynnende stråstrekning og den andre ved aksskyting. Dette kommer i tillegg til vårgjødslinga ved vekststart. Den første delgjødslinga gir som regel meget god avlingsrespons. Gjødslinga ved aksskyting gir klar økning i proteininnholdet, men også oftest en viss avlingsøkning. Gjeldende betingelser vedrørende

betaling etter proteininnhold, gjør det aktuelt med sortstilpassede gjødslingsstrategier.

Ei kornavling er bygd opp av ulike avlingskomponenter; antall aks (akstetthet), aksstørrelse (antall korn/aks) og enkeltkornvekt (eksempel: $600 \text{ aks/m}^2 * 25 \text{ korn/aks} * 0,043 \text{ g/korn} = 645 \text{ g/m}^2 \Rightarrow 645 \text{ kg/daa}$). Ulike kombinasjoner av de tre kan dermed gi samme avling. Det er et stort antall vekstfaktorer som påvirker disse komponentene i ulik grad, men nitrogen er en av de vekstfaktorene som gir størst avlingsrespons. I det følgende er det beskrevet hvordan nitrogentilgangen ved ulike vekststadier påvirker veksten.

Nitrogen (N) gitt ved vårgjødsling har positiv effekt på akstetthet og aksstørrelse. Ulemper ved å gi mye av nitrogenet tidlig, kan være for tette bestand (sterk busking), sterkere sjukdomsangrep, økt legderisiko, større utvaskingsfare, samt små muligheter for å tilpasse N-mengden til avlingsnivået. Gjødslinga skjer ved et tidspunkt da en vet veldig lite om årets avlingspotensial. Dersom vårgjødslinga med N kommer over et visst nivå vil den ha negativ effekt på enkeltkornvekta, fordi det dannes mange korn pr. arealenhet (stor akstetthet og - størrelse). Dette fører til sterk konkurranse mellom enkeltkorn om vekstfaktorene; lys, næring og vann. Dermed blir vekta av det enkelte korn oftest lavere enn om vårgjødslinga er mer moderat. Vårgjødsling innebærer dessuten at nitrogenet tilføres relativt lenge før enkelte av de kritiske vekstfasene for avlingsdannelse. En fordel med delgjødsling er at en kan korte ned tidsintervallene mellom tilførselstidspunktene og vekstfasene når kornplanta har stort N-behov. Resultatet er redusert risiko for nitrogentap til omgivelsene.

Nitrogen gitt før busking (BBCH 20) stimulerer til dannelse av flere sideskudd, minsker skuddødeligheten og øker aksstørrelsen. Men gjødslinga skjer så tidlig at det som er nevnt foran med hensyn til effekt på enkeltkornvekt, legderisiko, utvaskingsfare med mer fortsatt gjelder. Både skuddødelighet og småaksdødelighet, som nevnes seinere, er mekanismer for å sikre at bestandet ikke forsøker og føre flere korn fram til modning enn det som er realistisk på bakgrunn av de rådende vekstforholdene.

Begynnende stråstrekning (BBCH 30-31) er et kritisk stadium i avlingsdannelsen. Buskinga er fullført og kan ikke lenger påvirkes, men skuddødelighet og aksstørrelse påvirkes her. Med hensyn til enkeltkornvekta er det fortsatt lenge til kornmatingsperioden. I høsthvete utfører en ofte første delgjødsling ved begynnende stråstrekning. Bakgrunnen er blant annet at avlingsresponsen er veldig sterk, og at legderisikoen ikke øker i like stor grad som for N-gjødsling tidligere i vekstsesongen.

N-gjødsling i perioden fra begynnende stråstrekning og fram til flaggbladet er utviklet (BBCH 39) kan senke småaksdødeligheten. Etter at flaggbladet er utviklet er det, som tidligere nevnt, vekta på enkeltkorn som kan påvirkes i særlig grad.

I høsthvete har ei relativt sein delgjødsling vært standard strategi, det vil si N-gjødsling i tida omkring aksskyting (BBCH 49-60). Hensikten er primært å sikre høyt nok proteininnhold til å oppnå ønskede pristillegg. Men på grunn av økt enkeltkornvekt, og muligens stimulert blomstring, får en ofte en avlingsøkning også. Pristilleggene for høyt proteininnhold er imidlertid ikke like store lenger. Det medfører at denne seine delgjødslinga

ikke er like lønnsom som den var for noen år tilbake.

Med dette som bakgrunn, ble det våren 2004 satt i gang en forsøksserie der en ville undersøke om kun ei delgjødsling i stedet for to er en fordelaktig strategi i høstvetesorter med svak proteinkvalitet. En ville også prøve ulike tidspunkt for delgjødsling, samt undersøke effekten av å bruke Kalksalpeter™ sammenlignet med OPTI-KAS™ 27-0-0 (kalkammonsalpeter) som gjødseltype ved delgjødsling.

Undersøkelsene ble finansiert av Yara, Norgesfôr og Statens landbruksforvaltning.

2. Materiale og metoder

Denne forsøksserien ble gjennomført i vekstsesongene 2004-2006. Feltene var plassert på Østlandet og i Trøndelag. Totalt i forsøksperioden ble det gjennomført 18 godkjente felt. Forsøksringene, som stod for det praktiske feltarbeidet, ble oppfordret til å legge forsøksfeltene i jevne, gode bestand av høsthvete med svak proteinkvalitet. Det var en utfordring disse årene å finne gode forsøksarealer med svake sorter, derfor ble tre av feltene lagt i sorter med sterk proteinkvalitet, både i 2005 og 2006.

Det ble ikke satt noen krav om hvilke jordtyper feltene skulle plasseres på. Analyser og beregninger er utført ved Bioforsk Øst Apelsvoll.

N-mengde gitt ved vårgjødsling var lik innen det enkelte felt, men varierte noe fra felt til felt (8-11 kg N pr. daa). På de fleste feltene ble det brukt 21-4-10 ved vårgjødsling. Forsøksplanen omfatter åtte forsøksledd (tabell 1), alle forsøksledd ble tildelt totalt 8 kg N pr daa ved delgjødsling. Delgjødslinga ble utført med enten Kalksalpeter™ eller OPTI-KAS™ 27-0-0 (kalkammonsalpeter). I Kalksalpeter™ er nitrogenet nesten utelukkende i nitratform, mens det i kalkammonsalpeter er nitrat og ammonium, halvparten av hver. Delgjødslingstidspunktene var: BBCH 30-31 (begynnende stråstrekning), BBCH 32-33 (2-3 synlige leddknuter), BBCH 37-39 (flaggbladutvikling), BBCH 49 (begynnende aksskyting) og BBCH 60-65 (blomstring).

Tabell 1. Forsøksplan for delgjødslingsforsøk i høsthvete. Planen viser kg N pr. daa og gjødseltype gitt ved de ulike delgjødslingstidspunktene.

Forsøksledd	Delgjødsling BBCH 30-31	Delgjødsling BBCH 32-33	Delgjødsling BBCH 37-39	Delgjødsling BBCH 49	Delgjødsling BBCH 60-65
1	4 kg N i KSP			4 kg N i KSP	
2	4 kg N i KSP				4 kg N i KSP
3	8 kg N i KSP				
4		8 kg N i KSP			
5			8 kg N i KSP		
6	8 kg N i KAS				
7		8 kg N i KAS			
8			8 kg N i KAS		

KSP = Kalksalpeter™, KAS = kalkammonsalpeter (OPTI-KAS™ 27-0-0)

Tabell 2 viser lokalisering, høstvetesort, forgrøde og jordtype for de 18 feltene. De fleste feltene lå

på leirjord og hadde korn som forgrøde.

Tabell 2. Oversikt over noen feltopplysninger for feltene i forsøksserien, 2004-2006.

Felt nr - år	Sted	Sort	Forgrøde	Jordtype
1- 04	Østfold	Kosack	høstvete	Mellomleire
2-04	Buskerud	Mjølner	oljevekster	Mellomleire
3-04	Telemark	Mjølner	bygg	Siltig lettleire
4-04	Romerike	Mjølner	bygg	Mellomleire
5-04	Apelsvoll	Bjørke	havre	Siltig lettleire
6-05	Østfold	Mjølner	bygg	Mellomleire
7-05	Vestfold	Mjølner	hvete	Siltig lettleire
8-05	Buskerud	Mjølner	bygg	Leirjord
9-05	Hadeland	Portal	kløver	Lettleire
10-05	Stjørdal	Mjølner	bygg	Sandig silt
11-05	Innhherred	Bjørke	bygg	Siltig lettleire
12-05	Romerike	Bjørke	bygg	Mellomleire
13-06	Østfold	Mjølner	havre	Siltig lettleire
14-06	Buskerud	Mjølner	oljevekster	Lettleire
15-06	Hedmark	Magnifik	bygg	Sandig silt
16-06	Vestoppland	Olivin	oljevekster	Siltig mellomsand
17-06	Stjørdal	Mjølner	bygg	Siltig lettleire
18-06	Trøndelag	Bjørke	bygg	Siltig mellomsand

3. Resultater og diskusjon

3.1 Resultater 2004

Sammendraget for 2004 (tabell 3) viser at ei delgjødning utført tidlig (BBCH 30-33, begynnende stråstrekning til 3. leddknote synlig) med 8 kg N pr. daa ga bedre avlingsresultat, like god kvalitet samt

spart arbeid sammenlignet med to ganger delgjødning. Avlinga gikk tydelig ned dersom man ventet med delgjødning til flaggbladet var under utvikling (BBCH 37-39). Det var ikke sikre forskjeller mellom Kalksalpeter™ og OPTI-KAS™ 27-0-0 (kalkammonsalpeter) som gjødseltype for delgjødning.

Tabell 3. Avling og kvalitet ved ulike delgjødningsstrategier til høstvete. Fem felt på Østlandet, 2004.

Ledd	Kg N pr daa og gjødseltype gitt ved ulike vekststadier (BBCH)				Vann %	Avling Kg pr daa	Rel. avling	Hl-vekt	1000-kv	Protein	N-opptak Kg pr daa
	30-31	32-33	37-39	49 60-65							
1	4 KSP			4 KSP	22,0	796	100	81,8	44,4	12,6	14,6
2	4 KSP			4 KSP	21,8	796	100	81,7	43,9	12,9	15,1
3	8 KSP				21,7	811	102	81,0	44,3	12,1	14,4
4		8 KSP			21,9	820	103	81,1	43,7	12,4	15,3
5			8 KSP		22,0	759	95	81,5	43,8	13,2	14,9
6	8 KAS				21,9	802	101	81,2	43,3	12,1	14,7
7		8 KAS			21,9	812	102	81,1	43,4	12,3	14,7
8			8 KAS		22,2	773	97	81,6	46,9	13,0	15,0
			P %		i.s	0,6		2,1	(11,3)	<0,01	i.s
			LSD- 5%			31		0,5		0,4	

KSP = Kalksalpeter™, KAS = kalkammonsalpeter (OPTI-KAS™ 27-0-0)

3.2 Resultater 2005

Sammendraget i 2005 viste ingen statistisk sikre avlingsforskjeller (tabell 4). Det vil si at heller ikke i 2005 var det noen gevinst for å utføre to delgjødninger. Ei delgjødning med 8 kg N pr. daa ga like godt eller bedre avlingsresultat, like god kvalitet samt spart arbeid. En forskjell fra 2004 var at en ikke hadde tydelig avlingsnedgang for å

utsette delgjødninga til flaggbladutvikling. Begge år har det vært en tendens til avlingsøkning for å utsette delgjødninga fra BBCH 30-31 til BBCH 32-33, tydeligst i 2005. Nitrogen tilført seint medførte noe økt tusenkornvekt, dette stemmer i forhold til at kornvekta er en faktor som påvirkes seinere i vekstsesongen enn de andre avlingskomponentene. Heller ikke dette året var det sikre forskjeller mellom Kalksalpeter™ og OPTI-KAS™ 27-0-0

(kalkammonsalpeter) som gjødseltype for delgjødsling.

Tabell 4. Avling og kvalitet ved ulike delgjødslingsstrategier til høsthvete. Fem felt på Østlandet og to felt i Midt-Norge, totalt sju felt, 2005.

Ledd	Kg N pr daa og gjødseltype gitt ved ulike vekststadier (BBCH).					Vann %	Avling Kg pr daa	Rel. avling	Hl-vekt	1000-kv	Protein	N-opptak Kg pr daa
	30-31	32-33	37-39	49	60-65							
1	4 KSP			4 KSP		20,7	805	100	80,0	42,6	12,3	14,5
2	4 KSP				4 KSP	20,4	798	99	80,2	44,2	12,3	14,5
3	8 KSP					20,9	793	99	79,1	42,1	12,1	14,4
4		8 KSP				20,8	824	102	79,6	42,0	12,2	14,9
5				8 KSP		20,2	800	99	79,9	42,9	12,2	14,4
6	8 KAS					20,9	788	98	79,3	41,5	12,1	14,1
7		8 KAS				20,6	810	101	79,2	41,9	12,1	14,2
8			8 KAS			20,2	822	102	80,2	44,1	12,1	14,6
				P %		i.s	(7,6)		(7,1)	4,8	i.s	i.s
				LSD- 5%						1,9		

KSP = Kalksalpeter™, KAS = kalkammonsalpeter (OPTI-KAS™ 27-0-0)

3.3 Resultater 2006

Som i 2005, var det heller ikke signifikante avlingsforskjeller i sammendraget for 2006 (tabell 5). Det var tendens til avlingsøkning for å bruke ei delgjødsling à 8 kg N/daa, sammenlignet med to ganger 4 kg N/daa. Det var en antydning til avlingsnedgang ved å utsette delgjødslinga fra BBCH 32-33 til BBCH 37-39, men langt fra så

tydelig som i 2004, da det var sikker avlingsnedgang for en slik utsettelse. Proteininnholdet økte signifikant med utsatt delgjødsling fra BBCH 30-31 (begynnende stråstreking) til BBCH 37-39 (flaggbladutvikling). For de andre registrerte kvalitetsparameterne, var det ingen sikre forskjeller mellom forsøksleddene i 2006.

Tabell 5. Avling og kvalitet ved ulike delgjødslingsstrategier til høsthvete. Fire felt på Østlandet og to felt i Midt-Norge, totalt seks felt, 2006.

Ledd	Kg N pr daa og gjødseltype gitt ved ulike vekststadier (BBCH).					Vann %	Avling Kg pr daa	Rel. avling	Hl-vekt	1000-kv	Protein	N-opptak Kg pr daa
	30-31	32-33	37-39	49	60-65							
1	4 KSP			4 KSP		19,3	652	100	79,7	43,9	13,6	13,2
2	4 KSP				4 KSP	19,6	666	102	80,0	44,0	13,5	13,5
3	8 KSP					19,1	689	106	80,1	43,8	13,3	13,2
4		8 KSP				19,2	686	105	79,9	44,4	13,4	13,7
5				8 KSP		19,3	669	103	80,4	44,2	13,7	13,3
6	8 KAS					19,2	666	102	79,8	43,2	13,0	12,9
7		8 KAS				19,4	680	104	80,2	43,9	13,4	13,4
8			8 KAS			19,2	671	103	80,6	46,1	13,5	13,6
				P %		i.s	11,5		i.s	i.s	0,1	i.s
				LSD- 5%							0,3	

KSP = Kalksalpeter™, KAS = kalkammonsalpeter (OPTI-KAS™ 27-0-0)

3.4 Sammendrag 2004 - 2006

Forsøkene disse tre årene tyder på at en gangs delgjødsling til høsthvete med svak proteinkvalitet er mer lønnsomt enn to ganger delgjødsling (tabell 6). Videre kan man være ganske fleksibel med hensyn til valg av tildelingstidspunkt omkring utviklingsstadiene BBCH 30-33 (begynnende stråstreking til 3. leddknode synlig). Nedbørsforholdene har betydning for responsen på delgjødsling. Sjø om forsøkene viser god respons på delgjødsling ved BBCH 32-33 vil det i praksis, i alle fall der en ikke kan vanne, være aktuelt å delgjødsla i forkant av at 3. leddknode er synlig. Dette for å øke

mulighetene for at nitrogenet er tilgjengelig ved de vekststadier der responsen er størst.

Det var ingen sikre forskjeller mellom gjødslingsstrategiene med hensyn til vannprosent i kornet ved høsting, tidligheten ble med andre ord ikke påvirket. Ved en gangs delgjødsling med 8 kg N pr daa, ga sein tildeling noe høyere proteininnhold enn det tidlig tildeling gjorde. To ganger delgjødsling ga litt høyere proteininnhold enn en gangs delgjødsling, dersom denne ene tildeling ble utført ved begynnende stråstreking. To ganger delgjødsling ga ikke høyere proteininnhold enn det kun ei delgjødsling gjorde,

dersom denne ble gitt ved BBCH 32-33 eller seinere.

Beregninger av N-opptaket i kornet viste en tendens til at litt mindre N ble ført bort med kornet der delgjødsla ble utført tidlig (BBCH 30-31) sammenlignet med andre strategier. Ei delgjødsla utført ved BBCH 32-33 eller ved 37-39 ga like høyt eller høyere N-opptak i kornet enn det en fikk ved to ganger delgjødsla. Tre av de 18 feltene hadde legde, men en fant ikke sikre forskjeller i legdeprosent mellom gjødslingsstrategiene (data ikke vist).

Bruk av Kalksalpeter™ eller OPTI-KAS™ 27-0-0 (kalkammonsalpeter) som gjødseltype, medførte ingen sikre avlingsforskjeller i totalsammendraget. Det var imidlertid en tendens til større avling for Kalksalpeter™ ved BBCH 30-31 og BBCH 32-33. Ved flaggbladutvikling var det derimot en tendens til at OPTI-KAS™ 27-0-0 ga bedre avling enn Kalksalpeter™. Dette henger sammen med at kalkammonsalpeter, som gjødseltype ved dette vekststadiet, ga høyere tusenkornvekt. En forklaring kan være at ammonium virker noe seinere enn nitrat og dermed i sterkere grad har stimulert kornmatningen.

Tabell 6. Avling og kvalitet ved ulike delgjødslingsstrategier til høsthvete. Sammendrag som inkluderer 18 felt totalt, Østlandet (14 felt) og i Midt-Norge (fire felt), 2004-2006.

Ledd	Kg N pr daa og gjødseltype gitt ved ulike vekststadier (BBCH).					Vann %	Avling Kg pr daa	Rel. avling	Hl-vekt	1000-kv	Prot -ein	N-opptak Kg pr daa	*Avlingsverdi, brutto kr pr daa
	30-31	32-33	37-39	49	60-65								
1	4 KSP			4 KSP		20,6	751	100	80,4	43,6	12,8	14,1	1592
2	4 KSP				4 KSP	20,5	753	100	80,5	44,0	12,8	14,3	1596
3	8 KSP					20,5	763	102	80,0	43,3	12,5	14,0	1618
4		8 KSP				20,6	777	103	80,1	43,3	12,7	14,6	1647
5			8 KSP			20,4	745	99	80,5	43,6	13,0	14,1	1579
6	8 KAS					20,6	751	100	80,0	42,6	12,4	13,9	1592
7		8 KAS				20,6	767	102	80,1	43,0	12,6	14,1	1626
8			8 KAS			20,4	758	101	80,7	45,5	12,8	14,4	1607
				P %		i.s	1,1		0,2	0,03	0,11	1,4	
				LSD- 5%			18		0,4	1,2	0,3	0,4	

KSP = Kalksalpeter™, KAS = kalkammonsalpeter (OPTI-KAS™ 27-0-0)

* Avlingsverdi brutto = Denne er beregnet ut fra målpris for mathvete sesongen 2006/07, og det er brukt betingelsene som gjelder for hvete med svak proteinkvalitet. Det er ikke trukket fra kostnader. Prisforholdet mellom Kalksalpeter™ og OPTI-KAS™ 27-0-0 vil variere noe.

To ganger delgjødsla gir som nevnt mer arbeid og ingen meravling i disse forsøkene. En fordel med en sånn strategi, som innebærer siste gjødsla ved aksskyting, er at man kan gjøre en siste justering av gjødslingsmengden på et seint vekststadium. Da vil en ha et bedre grunnlag, enn det en har tidligere i vekstsesongen, for å vurdere avlingspotensialet. Ved to delgjødslinger var det ingen entydige forskjeller i avling og kvalitet om siste delgjødsla ble utført ved begynnende aksskyting eller ved blomstring.

Oppsummert viste forsøkene at en gangs delgjødsla til høsthvete er et meget interessant alternativ til det tradisjonelle opplegget med to ganger delgjødsla. Med dagens prisbetingelser gjelder denne konklusjonen i alle fall sorter med svak proteinkvalitet.

Takk til

Forfatteren takker forsøksringene for deres arbeid med feltene, forsøkteknisk personale ved Apelsvoll for arbeidet med kornanalyser og Norgesfôr, Yara og Statens landbruksforvaltning for finansiering.