

Nitrogengjødsling til bygg

Annbjørg Øverli Kristoffersen

NIBIO Korn og frøvekster

annbjorg.kristoffersen@nibio.no

Forsøksserien «OPTIKORN- N-gjødsling til bygg» ble anlagt for å utvide vår kunnskap om optimal nitrogengjødsling til bygg under ulike forhold. Serien inngår i prosjektet «OPTIKORN», der målet er å finne robuste agronomiske strategier i et fremtidig, mer ekstremt klima. Under våre forhold forventer vi økt nedbør totalt sett, og kraftigere regnskyll, med større risiko for utvasking av næringsstoff som resultat.

Sommeren 2018 var første året i forsøksserien. Det ble en sesong preget av tørke og høye temperaturer, der mulighetene for vanning av forsøksfeltene hadde mye å si for resultatene (Kristoffersen 2019). Sesongen 2019 var preget av mye nedbør på forsommeren, og betydelig kjøligere temperaturer enn i 2018. Det var flere perioder med mye regn og større risiko for at noe nitrogen gikk tapt ved utvasking og avrenning (Kristoffersen 2020). Både sesongen 2020 og 2021 var gode sesonger for korndyrking, med fine forhold på våren, relativt bra fordeling av nedbør gjennom sesongen, og fine innhøstingsforhold.

De senere år har det kommet flere nye, svært yterike sorter av bygg. Med de yterike sortene øker også behovet for nitrogen, og en strategi med delt gjødsling vil kunne være et både agronomisk og miljømessig bedre alternativ enn bare vårgjødsling.

Formålet med denne artikkelen er å dokumentere effekten ulike gjødslingsstrategier på vekst, avling og kvalitet til bygg. Forsøkene er gjennomført i samarbeid med NLR.

Materiale og metoder

Våren 2021 ble det anlagt fem felt i serien «OPTIKORN – N-gjødsling til bygg». Fire av feltene ble plassert hos enheter i NLR (NLR Øst, Viken og Trøndelag), og ett hos NIBIO (Apelsvoll) (tabell 1).

Forsøksplanen bestod av 11 ulike gjødslingsledd og ett ugjødsle ledd (tabell 2). Alle forsøksfelt hadde tre gjentak. Det ble gjødslet med 8, 12 eller 16 kg N/daa, der enten all gjødsle ble gitt på våren, eller delt opp i en eller to delgjødslinger. Delgjødslingene ble utført på buskingsstadiet (Zadoks 21-23) eller ved skyting (Zadoks 49).

For å teste om startgjødsel kan ha en positiv effekt på avling og kvalitet, ble det lagt til tre ledd med startgjødsel i forsøksplanen (ledd 5, 7 og 9). Med startgjødsel menes det å plassere noe N og P sammen med såfrøet, her 1 kg P/daa og 0,5 kg N/daa. Ledd 2 og 5, ledd 6 og 7 og ledd 8 og 9 kan sammenlignes parvis. Disse leddparene har blitt gjødslet med lik mengde N, men med eller uten startgjødsling.

Forsøkene ble sådd med forsøkskombisåmaskin. Byggsorten Thermus ble brukt på alle feltene. Plantevern og vekstregulering ble utført i tråd med feltvertens praksis.

Tabell 1. Sted, sådato, dato for første og andre delgjødsling og høstedata for forsøkene

Felt	Sted	Sådato	Første delgjødsling	Andre delgjødsling	Høstedata
1	Øsaker	28/4-21	31/5-21	21/6-21	16/8-21
2	Aurskog	30/4-21	10/6-21	23/6-21	20/8-21
3	Tønsberg	26/4-21	4/6-21	21/6-21	12/8-21
4	Apelsvoll	23/4-21	31/5-21	17/6-21	17/8-21
5	Stjørdal	10/5-21	3/6-21	18/6-21	7/9-21

Tabell 2. Oversikt over forsøksledd i forsøksserien «OPTIKORN – N-gjødsling til bygg»

Ledd	Vår Radgj.	Startgj.	1. delgj. Z 21-23 kg N/daa	2. delgj. Z 49	Total N	Vårgj.	Gjødseltype Startgj.	Delgj.
1	0				0			
2	8				8	Fullgj. 20-4-11		
3	12				12	Fullgj. 22-3-10		
4	16				16	Fullgj. 22-2-12		
5	7,5	0,5			8	Fullgj. 22-2-12	MAP12-23	
6	8		4		12	Fullgj. 20-4-11		Opti-NS 27(4)
7	7,5	0,5	4		12	Fullgj. 22-2-12	MAP12-23	Opti-NS 27(4)
8	8		8		16	Fullgj. 20-4-11		Opti-NS 27(4)
9	7,5	0,5	8		16	Fullgj. 22-2-12	MAP12-23	Opti-NS 27(4)
10	8		6	2	16	Fullgj. 20-4-11		Opti-NS 27(4)
11	10			6	16	Fullgj. 20-4-11		Opti-NS 27(4)
12	12			4	16	Fullgj. 20-4-11		Opti-NS 27(4)

Resultater 2021

Karakteristikk av enkeltfeltene

Tabell 3 viser gjennomsnittsverdier for fem felt sesongen 2021, og gir en karakteristikk av enkeltfeltene. Avlingsnivået var gjennomgående høyt på fire av feltene, mellom 600 – 800 kg korn/daa, og i underkant av 400 kg korn/daa på et av feltene. Feltene ble sådd i slutten av april på Østlandet og begynnelsen av mai i Trøndelag. Kornplantene ble delgjødset første gang i månedsskiftet mai/juni, og var da på buskingsstadiet. Andre delgjødsling ble gjennomført rundt St. Hans, ved begynnende skyting. Proteininnholdet på feltene lå på 9,4 -11,6 % i gjennomsnitt for ledd 2-12. Både hektolitervekta og tusenkornvekta var høy på samtlige felt, og betyr at det ble høstet store korn av Thermus på feltene.

Avlingsrespons for gjødselmengde og fordeling i sesong

Gjødslingsstrategier til bygg innbefatter både gjødselmengde og fordeling av gjødsla i

vekstsesongen. I forsøksplanen er det med ledd som både belyser totale nitrogenmengder, og ulik fordeling av denne gjødsla mellom vår og i sesong.

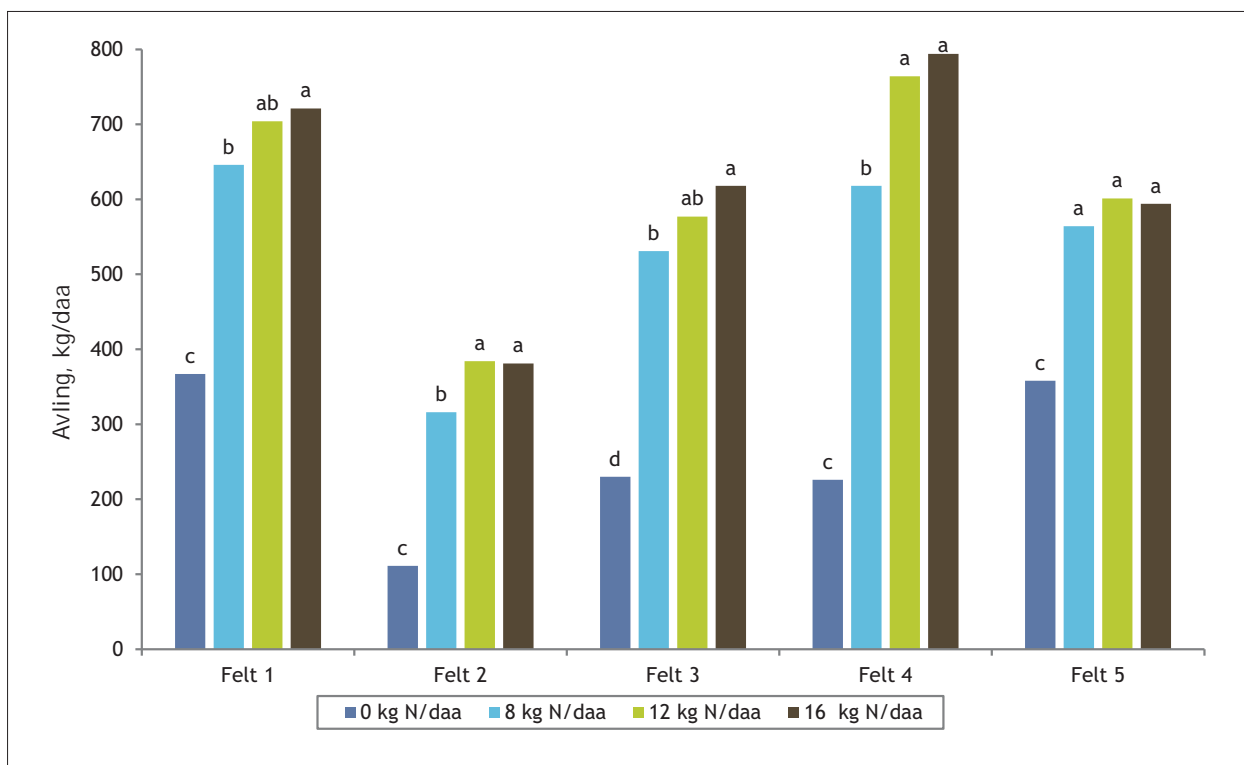
Gjødselmengder

Det ble gjødset med 8, 12 eller 16 kg N/daa på våren på ledd 2 - 4. Disse leddene fikk ingen delgjødsling seinere i sesongen. Det var også med et ledd som bare ble gjødset med P og K, og ikke N (ledd 1). Figur 1 viser avlingsnivået for gjødsling med 0-16 kg N/daa på våren på hvert enkeltfelt.

På felt 2 og 4 var det signifikant avlingsøkning fra 8 til 12 kg N/daa. For de tre andre feltene var avlingsøkningen fra 8 til 12 kg N/daa ikke signifikant, men det var stort sett en tydelig tendens til en avlingsøkning. Det var ingen signifikant avlingsøkning å øke gjødselmengden fra 12 til 16 kg N/daa, og heller ingen entydig tendens til høyere avling ved 16 kg N/daa sammenlignet med 12 kg N/daa. Dette gjaldt både for felt med relativt lavt avlingsnivå (rundt 400 kg/daa) til felt med svært høyt avlingsnivå (rundt 800 kg/daa).

Tabell 3. Gjennomsnittsavling og -kornkvalitet av alle ledd, unntatt ugjødsla, for felt 1-5 sesongen 2021

Felt	Sted	Avling kg/daa	Vann % v/høst.	Protein %	HI-v. kg	Tkv. g
1	Øsaker	705	19,8	10,2	68,2	49,7
2	Aurskog	375	17,4	10,9	70,5	48,8
3	Tønsberg	579	15,9	11,4	70,9	49,9
4	Apelsvoll	792	20,4	9,4	71,6	49,9
5	Stjørdal	590	18,3	11,6	69,5	50,8



Figur 1. Avling (kg korn/daa) for ledd som ble gjødslet med 0, 8, 12 eller 16 kg N/daa på våren, for felt 1-5. Ulike bokstaver innen hvert felt betyr signifikante forskjeller innen feltet.

Leddene uten N-gjødsling viste jordas bidrag med nitrogen. På felt 1 og 5 ble det høstet i overkant av 350 kg korn/daa på ugjødsle ledd. På felt 3 og 4 ble det høstet 230 kg korn/daa. Laveste N-leveranse var på felt 2, der avlingsnivået på ugjødsle ledd var på ca. 100 kg korn/daa.

Fordeling av gjødselmengder om våren og i sesong

I figur 2 er det presentert gjennomsnittlige avlingstall for alle fem feltene, der kombinasjoner av vår + delgjødsling er sammenlignet med å gi alt nitrogenet på våren. Delgjødslingen ble gjennomført på buskingsstadiet (Zadoks 21-23), samt ved begynnende skyting (Zadoks 49-51).

Ved gjødsling med totalt 12 kg N/daa ble «alt på våren» sammenlignet med 8+4 kg N/daa (vår + busking). Ved gjødsling med totalt 16 kg N/daa ble 5 ulike kombinasjoner sammenlignet. De tre alternativene hvor noe nitrogen ble tildelt ved skyting, var hensikten å undersøke hvor mye sein delgjødsling påvirket proteininnholdet i kornet.

Resultatene viser at det ble signifikant lik avling ved å gi noe N på våren og deretter gi en delgjødsling,

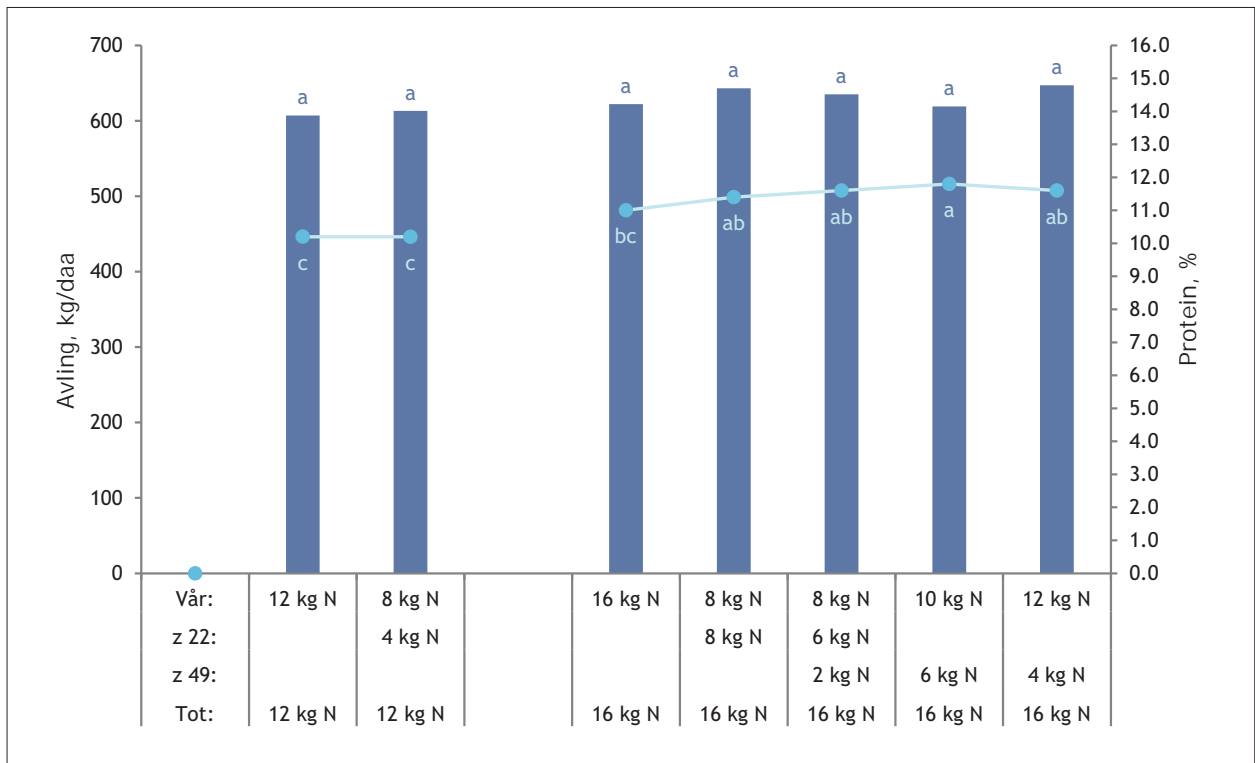
sammenlignet med å gi alt N på våren. Dette resultatet gjaldt om det ble gitt 12 eller 16 kg N/daa totalt.

Proteininnholdet ved de ulike gjødslingsstrategier er også vist i figur 2. Leddene som fikk 16 kg N/daa totalt hadde rundt 1 % enhet høyere proteininnhold sammenlignet med leddene som fikk 12 kg N/daa totalt.

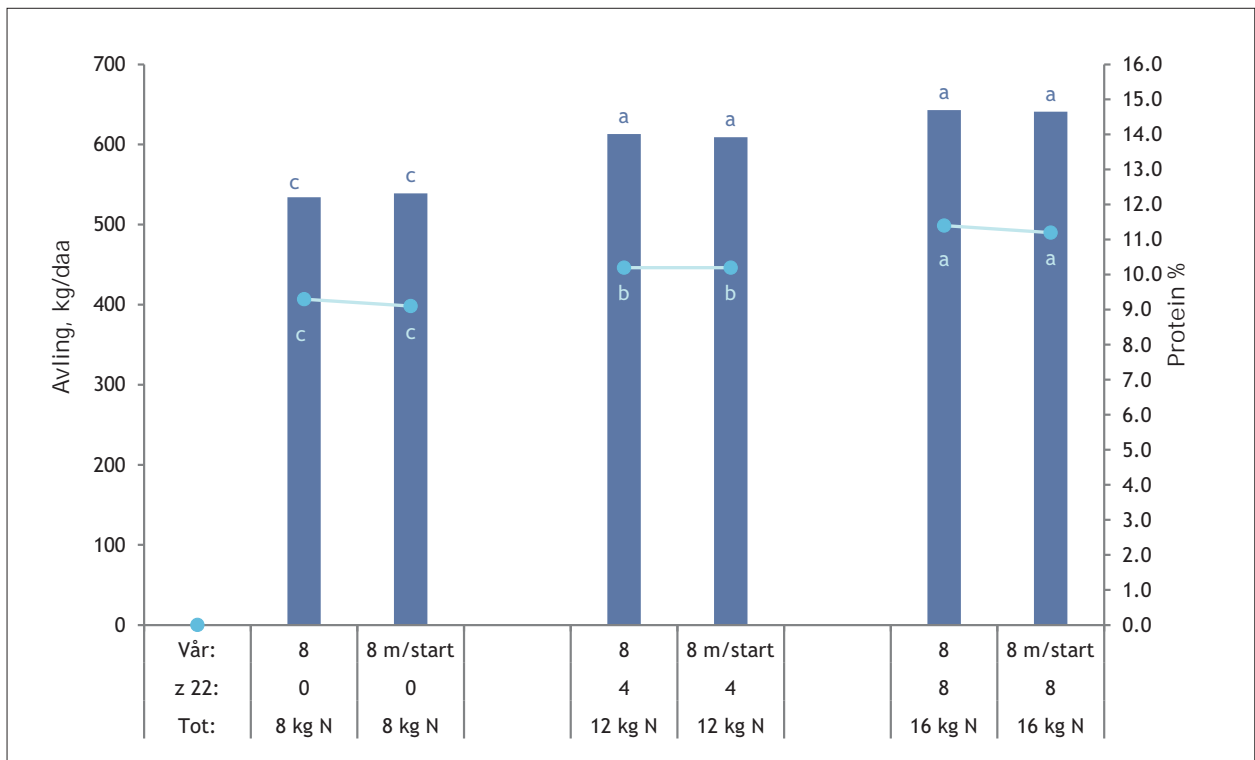
Ved gjødsling med totalt 12 kg N/daa var det ingen forskjell på proteininnholdet om alt N ble gitt på våren, eller fordelt på vår- og delgjødsling. Ved gjødsling med 16 kg N/daa var det litt høyere proteininnhold der det ble gjødslet med 10 kg N/daa på våren og 6 kg N/daa ved begynnende skyting (Zadoks 49), men forskjellen var ikke signifikant sammenlignet med svakere N-gjødsling ved skyting.

Startgjødsling

I figur 3 presenteres gjennomsnittlige avlingstall og proteininnhold i korn for alle fem feltene, der det er valgt ut ledd der samme mengde total N sammenlignes, og hvor det er brukt startgjødsel eller ikke. Resultatene viste at det ikke var utslag for startgjødsling, og det gjaldt for alle tre N-nivåene (8, 12, 16) der N ble fordelt som enten 8+0, 8+4 eller



Figur 2. Avling (kg korn/daa) og protein-% for ledd som fikk 12 og 16 kg N/daa, der enten alt N ble gitt på våren, eller fordelt på vår- og delgjødsling (Z 22 og Z 49). Gjennomsnitt for fem felt i 2021. Ulike bokstaver betyr signifikante forskjeller.



Figur 3. Avling (kg korn/daa) og protein % for ledd som fikk 8, 12 eller 16 kg N/daa, med eller uten startgjødsel. Gjennomsnitt for fem felt i 2021. Ulike bokstaver betyr signifikante forskjeller.

8+8 kg N/daa (vår + delgjødsling). Proteininnholdet ble heller ikke påvirket av startgjødsling. Dette ble heller ikke observert i forsøk tidligere, og var ikke en ventet effekt av startgjødsling.

Resultater 2018-2021

I løpet av 4-årsperioden har avlingsnivået på feltene variert både mellom år og sted. Det er interessant å se om responsen for N-gjødsel endrer seg med avlingsnivået på feltet. Tabell 4 viser antall felt gruppert etter tre avlingsnivåer; under 400 kg/daa, mellom 400-600 kg/daa eller over 600 kg/daa.

Tabell 4. Antall felt gruppert etter tre avlingsnivå, fordelt på år og totalt for 4-årsperioden

	Avling		
	< 400 kg/daa	400-600 kg/daa	> 600 kg/daa
2018	3	2	
2019	1	1	3
2020		1	4
2021	1	1	3
Ant. felt i hver gr.	5	5	10

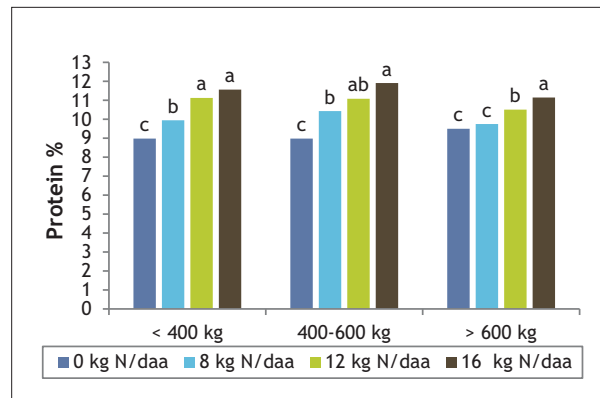
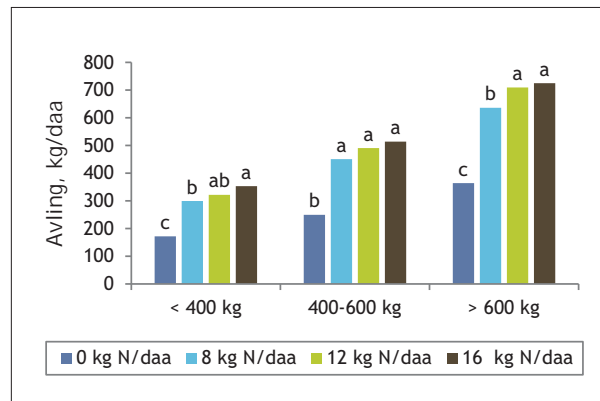
Av totalt 20 felt, hadde 5 felt lavere avling enn 400 kg/daa, 5 felt hadde avling mellom 400-600 kg/daa og 10 felt hadde avling over 600 kg/daa. Det bekrefter at Thermus generelt er en yterik sort, men at det også kan være forhold som gjør at avlingsnivået ikke blir like bra.

Respons for økende gjødselmengder

Figur 4 viser responsen for økende N-gjødsel innen hver gruppering. For alle tre gruppene var det signifikant avlingsøkning fra ugjødsla opp til 8 kg N/daa. I gruppen med avling over 600 kg/daa var det signifikant økning opp til 12 kg N/daa. Det var ikke signifikant økning i avling ved å øke fra 12 til 16 kg N/daa for noen av gruppene.

Proteininnholdet i Thermus responderte på økt N-gjødsling i alle tre avlingsgruppene. Det var signifikant økning i proteininnholdet fra 8 til 12 kg N/daa i alle tre gruppene, og også for 16 kg N/daa i gruppen med høyest avlingsnivå.

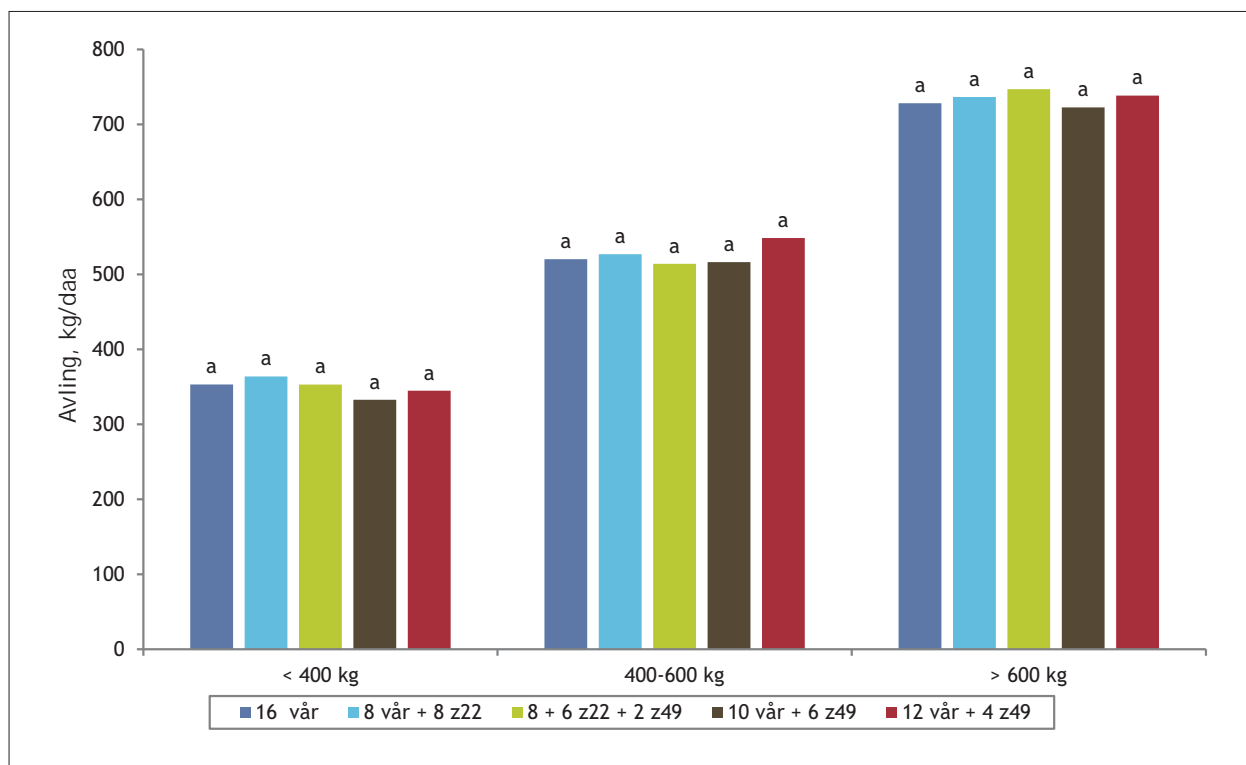
Fordeling av gjødselmengde om våren og i sesong
Figur 5 viser responsen for ulik fordeling av 16 kg N/daa mellom å gi alt om våren eller fordelt på vår og en eller to delgjødslinger. Feltene er gruppert etter avlingsnivå. Innen hvert avlingsnivå er det helt lik



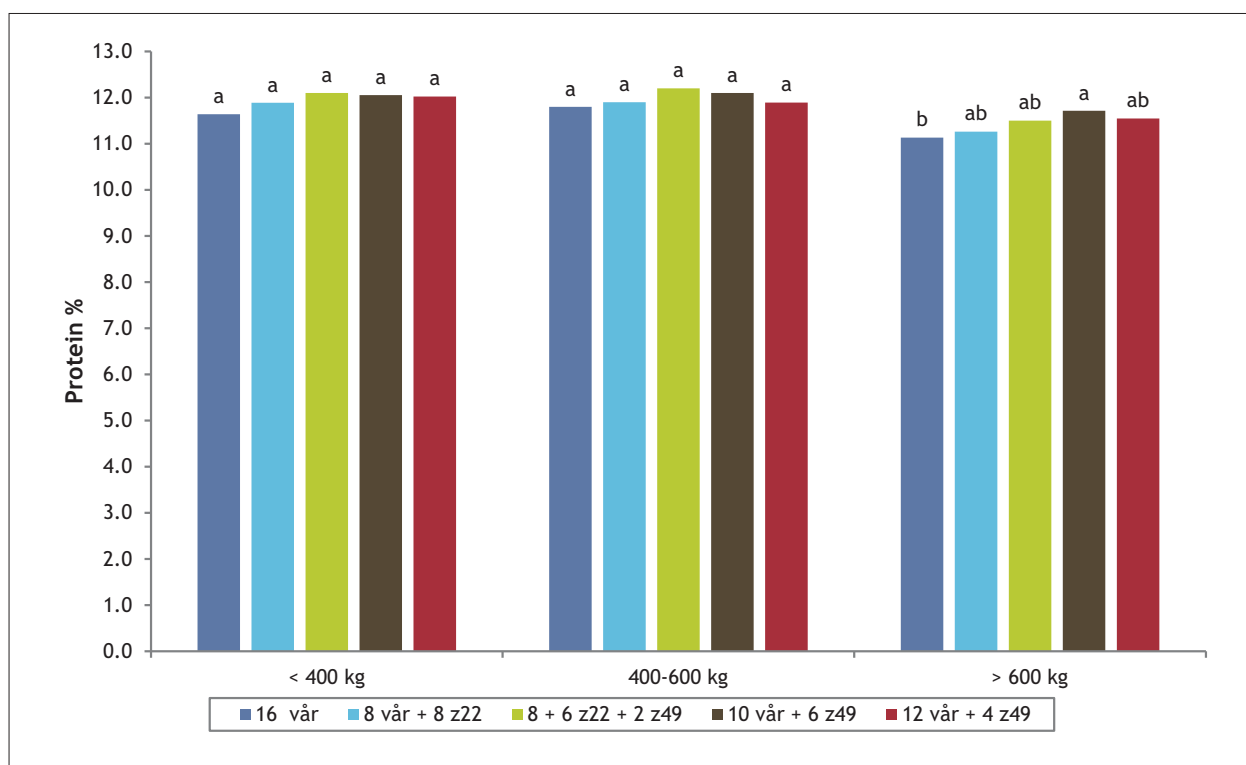
Figur 4. a) Avling (kg korn/daa) og b) proteininnhold (%) for ledd som ble gjødslet med 0, 8, 12 eller 16 kg N/daa på våren, der feltene er gruppert etter avlingsnivå. Statistikk er kjørt innen avlingsgruppe (under 400, mellom 400-600, over 600), og ulike bokstaver innen gruppa betyr signifikante forskjeller mellom gjødslingsleddene.

avlingsrespons for 16 kg N/daa uansett hvordan nitrogenmengden fordeles. Det har verken vært en avlingsøkende eller -reduserende effekt å fordele nitrogenmengden på ulike vis.

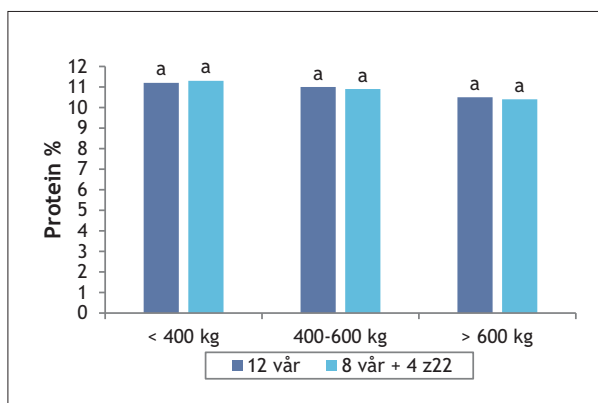
Proteininnhold var overraskende lite påvirket av ulike gjødslingsstrategier, både ved totalt 12 og 16 kg N/daa (figur 6 og 7). Ved totalt 12 kg N/daa var det ingen forskjell i noen av avlingsgruppene om gjødsla ble gitt på våren eller fordelt på våren og ved busking. Ved total 16 kg N/daa var det med ledd som ble seint delgjødset, nettopp med hensikt å se hvor mye proteininnholdet kunne påvirkes av sein delgjødsling. I avlingsgruppene < 400 kg og 400-600 kg var det ingen signifikante forskjeller i proteininnholdet. I avlingsgruppen > 600 kg var det signifikant forskjell mellom å gi alt N på våren, og kombinasjonen 10 kg N/daa på våren og 6 kg N/daa ved skyting. Proteininnholdet økte fra 11,1 % til 11,7 % for disse to behandlingene.



Figur 5. Avling (kg korn/daa) for ledd som fikk 16 kg N/daa, der enten alt N ble gitt på våren, eller fordelt på vår- og delgjødning, gruppert etter avlingsnivå. Statistikk er kjørt innen avlingsgruppe (under 400, mellom 400-600, over 600), og ulike bokstaver innen gruppa betyr signifikante forskjeller mellom gjødslingsleddene.



Figur 7. Proteininnhold (%) for ledd som fikk 16 kg N/daa, der enten alt N ble gitt på våren, eller fordelt på vår- og delgjødning, gruppert etter avlingsnivå. Statistikk er kjørt innen avlingsgruppe (under 400, mellom 400-600, over 600), og ulike bokstaver innen gruppa betyr signifikante forskjeller mellom gjødslingsleddene.



Figur 6. Proteininnhold (%) for ledd som fikk 12 kg N/daa, der enten alt N ble gitt på våren, eller fordelt på vår- og delgjødning, gruppert etter avlingsnivå. Statistikk er kjørt innen avlingsgruppe (under 400, mellom 400-600, over 600), og ulike bokstaver innen gruppa betyr signifikante forskjeller mellom gjødslingsleddene.

Diskusjon

Avlingsnivået til Thermus i verdiprøvingfeltene har ligget på 627 kg/daa i snitt for de tre siste årene (Russenes *m.fl.* 2022). I denne serien hadde 10 av feltene et avlingsnivå over 600 kg/daa, 5 av feltene mellom 400 - 600 kg/daa og 5 felt under 400 kg/daa, og spiller derfor godt nivået som er oppnådd i verdiprøvingfeltene. Thermus fremstår som en yterik og robust sort også i denne forsøksserien.

Gjødslingsnormen til 600 kg bygg/daa ligger på 12,7 kg N/daa og for 800 kg korn/daa på 16 kg N/daa. Det stemmer godt overens med N-responsen i feltene, da det ikke var sikre avlingsutslag over 12 kg N/daa. Selv ikke avlingsgruppa >600 kg, som i snitt hadde et avlingsnivå på 700 kg korn/daa, har utnyttet særlig mer enn 12 kg N/daa. Det tyder på at Thermus er en N-effektiv sort.

Resultatene viser også at Thermus er svært robust når det gjelder avlingsnivå og fordeling av nitrogenet i vekstsesongen. Som figur 5 viser, ble avlingsnivået svært lite påvirket av når nitrogenet ble tildelt. Det gjaldt for felt som oppnådde relativt lav avling og felt med et høyt avlingsnivå. Det var altså ingen risiko ved å gjødsle svakt på våren. Derimot gav en slik strategi mulighet for å tilpasse N-gjødslingen i større grad til de rådende vekstforholdene. Risikoen for å tape N til luft og vann ble også redusert der det kun ble gitt 8 kg N/daa på våren. Fra såing til 2-bladstadiet er kornplantene selvforsynt med næring, slik at hele denne perioden ligger gjødsla urørt, uten at plantene har startet opptak av gjødsla.

I forsøksplanen ble det lagt inn flere ledd for å undersøke mulighetene for å øke proteininnholdet i bygg. Per i dag betales det ikke for protein i bygg, men med et større fokus på proteininnholdet i bygg, både til fôr og mat, er det interessant å vite hvordan bygget responderer på delt gjødning.

I verdiprøvingfeltene har man oppnådd 11,1 % proteininnhold i Thermus i snitt for de tre siste årene (Russenes *m.fl.* 2022). I denne serien så man en økning i proteininnholdet med økende N-mengder. Proteininnholdet lå mellom 10,5-11 for 12 kg N/daa og 11-12 % for 16 kg N/daa (figur 4b). Delt gjødning påvirket ikke proteininnholdet tilsvarende i denne serien (figur 6 og 7). I enkelte felt ble det registrert etterrenninger ved den seine delgjødning, som kan være en uheldig bieffekt av å tilføre nitrogen seint i sesongen. Å utvikle en gjødslingsstrategi med fokus på proteininnholdet i bygg, tilsvarende man har i hvete, bør undersøkes nærmere i nye forsøksserier før det lages en anbefaling på dette. Det bør også sees på flere sorter, da det kan være andre sorter enn Thermus som er mer sensitive for N-gjødsling koblet til proteinoppbygging.

Oppsummering

Thermus er en yterik byggsort som utnytter tilført nitrogen effektivt. Delt gjødning gav i disse forsøkene lik avling sammenlignet med sammen totale nitrogenmengde gitt om våren. Værforholdene gjennom forsøksperioden har variert. En moderat vårgjødsling og deretter en planlagt delgjødning gir større fleksibilitet til å tilpasse N-mengdene, og til at mindre N er tilgjengelig for tap på forsommeren, uten at det går på bekostning av avlingsnivået.

Referanser

- Kristoffersen, A.Ø. 2019. Nitrogengjødsling til tørke- og varmemestret bygg. *Jord- og Plantekultur* 2021. NIBIO BOK 1(15): 126-131.
- Kristoffersen, A.Ø. 2020. Nitrogengjødsling til bygg. *Jord- og Plantekultur* 2020. NIBIO BOK 6(1): 120-125.
- Lundby, A.M., Abrahamsen, U., Strand, E. & Russenes, A.L. 2022. Sorter og sortsprøving 2021. *Jord- og Plantekultur* 2022. NIBIO BOK 8(1): 28-65.