

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. Sesongen 2019 var preget av mye nedbør på forsommeren, og mye kjøligere temperaturer enn i 2018. Det var flere episoder med mye regn og større risiko for at noe N gikk tapt ved utvasking og avrenning.

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 effekt av (1) start- og delgjødsling på vekst og avling av bygg under forhold med flere intense nedbørs-episoder gjennom vekstsesongen, og å (2) studere ulike sorters behov for N-gjødsling.

Materiale og metoder

Våren 2019 ble det anlagt fem feltforsøk i serien «OPTIKORN – N-gjødsling til bygg». Fire av forsøkene ble plassert hos enheter i NLR (NLR Øst, Viken og Trøndelag), og et hos NIBIO (Apelsvoll) (tabell 1).

Tabell 1. Sted, jordart, sådato og høstedata for forsøkene

Felt	Sted	Jordart	Sådato	Høstedata
1	Øsaker	Mellomleire	29. april	26. august
2	Årnes	Siltig lettleire	5. mai	13. september
3	Sem	Silt	24. april	2. september
4	Apelsvoll	Lettleire	2. mai	28. august
5	Stjørdal	Siltig lettleire	20. mai	4. oktober

Forsøksplanen bestod av 11 ulike gjødslingsledd og ett ugjødsle ledd (tabell 2). Alle forsøksfelt hadde tre

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

Ledd	Vår		Kg N/daa 1. delgj. Z 21-23	2. delgj. Z 49	Total N-mengde	Gjødseltype	
	Radgj.	Startgj.				Vårgj.	Startgj.
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)

gjentak. Det ble gjødslet med 8, 12 eller 16 kg N/daa, der enten all gjødsla ble gitt på våren, eller delt opp i en eller to delgjødslinger. Delgjødslingen ble utført på buskingsstadiet (Zadoks 21-23) og 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 5 og 2 kan sammenlignes, ledd 6 og 7 og ledd 8 og 9. 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.

På Apelsvoll ble det i tillegg gjennomført et forsøk i serien «Byggsorter og N-gjødsling» hvor 6 ulike byggsorter ble testet med økende mengde nitrogen-tilførsel ved delgjødsling (tabell 3). Sortene som ble testet var Edel, Brage, Rødhette, Arild, Marigold og Thermus. Hele feltet ble gjødslet med 12 kg N i form av Yara Mila Fullgjødsel® 22-3-10 på våren, den 4. mai 2019. Alle sortene ble gjødslet i henhold til forsøksplan med Yara Bela® OPTI-NS 27-0-0 ved Zadoks 21-23, den 11. juni 2019. Feltet ble tresket 23. august 2019.

Tabell 3. Gjødslingsleddene i forsøket «Byggsorter og N-gjødsling»

Ledd	Kg N / daa		
	Vår	Z 21-23	Total-N
1	12	0	12
2	12	2	14
3	12	4	16
4	12	6	18
5	12	8	20

Resultater fra «OPTIKORN – N-gjødsling til bygg»

Avlingsnivået var høyt på fire av de fem feltene (tabell 4). Tabellen viser gjennomsnittlig avlingsnivå for ledd 2-12. Høyest avling ble det på feltet i Viken, med 732 kg korn/daa. Feltet i Trøndelag fikk også et høyt avlingsnivå, med 615 kg korn/daa. I verdiprøvingfeltene har avlingsnivået til Thermus ligget på 683 kg korn/daa i snitt for 2015–2017 (Åssveen *m.fl.* 2018). Det viser at avlingspotensialet i stor grad har blitt oppnådd på feltene i 2019, unntatt for feltet på Apelsvoll, som bare fikk litt over 300 kg korn/daa. Feltet på Apelsvoll ble tidlig preget av mye nedbør og perioder med tilnærmet vannmetning i jorda. Kornplantene på dette feltet klarte ikke å ta seg opp igjen etter en dårlig start på forsommeren.

Feltet i Trøndelag hadde høyest vanninnhold ved tresking. Feltet ble sådd seint, den 20. mai og tresket 4. oktober. Feltene på Østlandet ble tresket i slutten av august/begynnelsen av september, og var mer modent ved tresking.

Proteininnholdet på feltene lå på 10,7–11,7 % i gjennomsnitt for ledd 2-12. I verdiprøvinga har Thermus hatt et lavt proteininnhold. I gjennomsnitt for 2015–2017 har det ligget på 10,1 % (Åssveen *m.fl.* 2018). 2018-sesongen, med svært gode forhold for proteinoppbygging, var et unntak og proteininnholdet lå på 11,9–12,5 % på gjødslingsfeltene (Kristoffersen 2019). Det viser at det er mulig å øke proteininnholdet i Thermus under gode vekstbetingelser.

Hektolitervekta lå på 66,9–68,0 kg og det er litt lavere enn det som er målt i verdiprøvingfeltene, med 68,9 kg (Åssveen *m.fl.* 2018). Tusenkornvekta var høy, fra 47,8 – 53,8 g, og viser at det var store, velfylte korn på feltene.

Tabell 4. Gjennomsnitt av ledd 2-12 (ugjødsla ledd er ikke med) for felt 1-5 sesongen 2019

Felt	Sted	Avling kg/daa	Vann % v/høst.	Protein %	HL-v. kg	Tkv. g
1	Øsaker	517	19,1	11,4	67,6	52,2
2	Årnes	638	25,4	11,7	68,0	52,6
3	Sem	732	18,0	10,7	66,9	53,1
4	Apelsvoll	323	21,7	10,7	67,9	47,8
5	Stjørdal	615	27,4	10,7	67,2	53,8

Gjødsling

Alt nitrogen gitt på våren

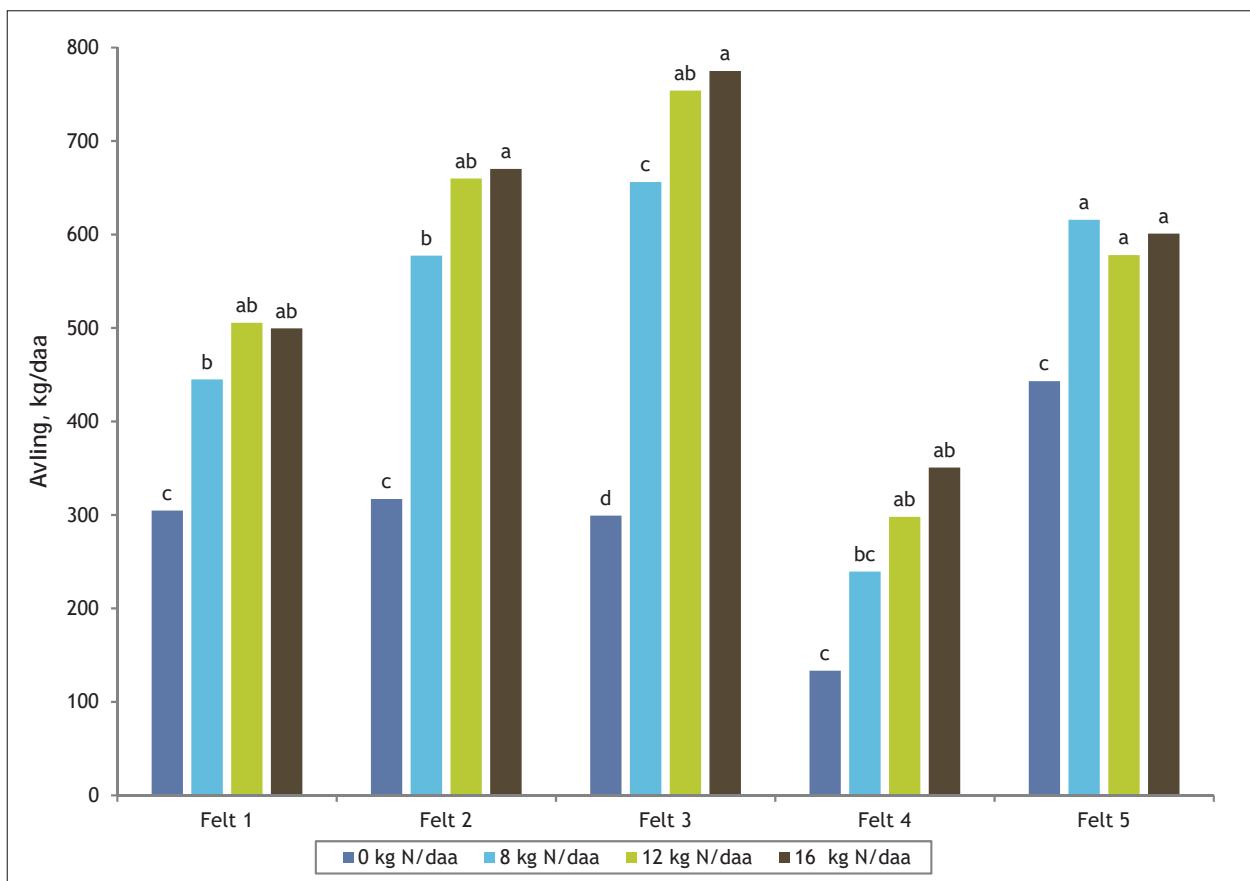
Det ble gjødslet med 8, 12 eller 16 kg N/daa på våren (ledd 2-4), samt et ledd som bare ble gjødslet med P og K, og ikke N (ledd 1). Figur 1 viser avlingsnivået for gjødsling med 0–16 kg N/daa på våren på alle feltene. Leddet uten N-gjødsling viste at jorda bidro med mye N. På felt 1–3 ble det høstet 300 kg korn/daa på ugjødsle ledd. På felt 4 ble det bare 150 kg korn/daa på ugjødsle ledd, mens det på felt 5 ble høstet 440 kg korn/daa.

Det var signifikant avlingsøkning fra 8 til 12 kg N/daa for felt 3. For de andre feltene var avlingsøkningen fra 8 til 12 kg N/daa ikke signifikant, men det var 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.

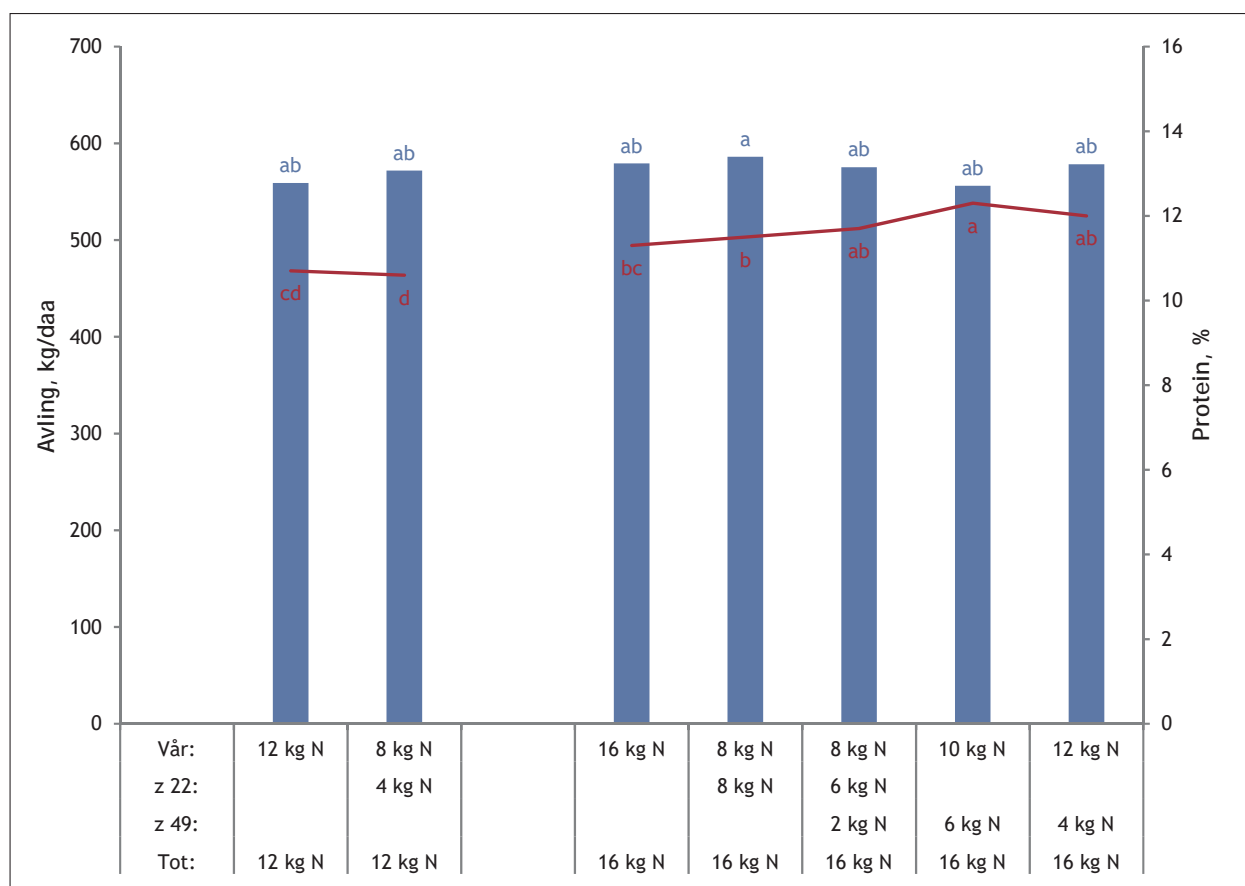
Nitrogen gitt på våren og som delgjødsling

Det var ingen avlingsforskjeller om alt N ble gitt på våren eller om det ble delt opp i vårgjødsling og delgjødsling. I figur 2 er det vist gjennomsnittstall for alle fem feltene. Det ble i forsøksplanen valgt en lav N-mengde på våren, på 8 kg N/daa. Delgjødslingen ble gjennomført på buskingsstadiet (Zadoks 21-23). I 2019-sesongen gav det lik avling å gi 8 kg N/daa på våren, og deretter gi en delgjødsling, sammenlignet med å gi alt N på våren. Dette resultatet gikk igjen på samtlige enkeltfelt.

Proteininnholdet ved ulike gjødslingsstrategier er vist i figur 2. Ved gjødsling med 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. Leddene som fikk 16 kg N totalt hadde høyere proteininnhold sammenlignet med leddene som fikk 12 kg N totalt.



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.



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. Gjennomsnitt for fem felt i 2019. Ulike bokstaver betyr signifikante forskjeller.

Startgjødsling

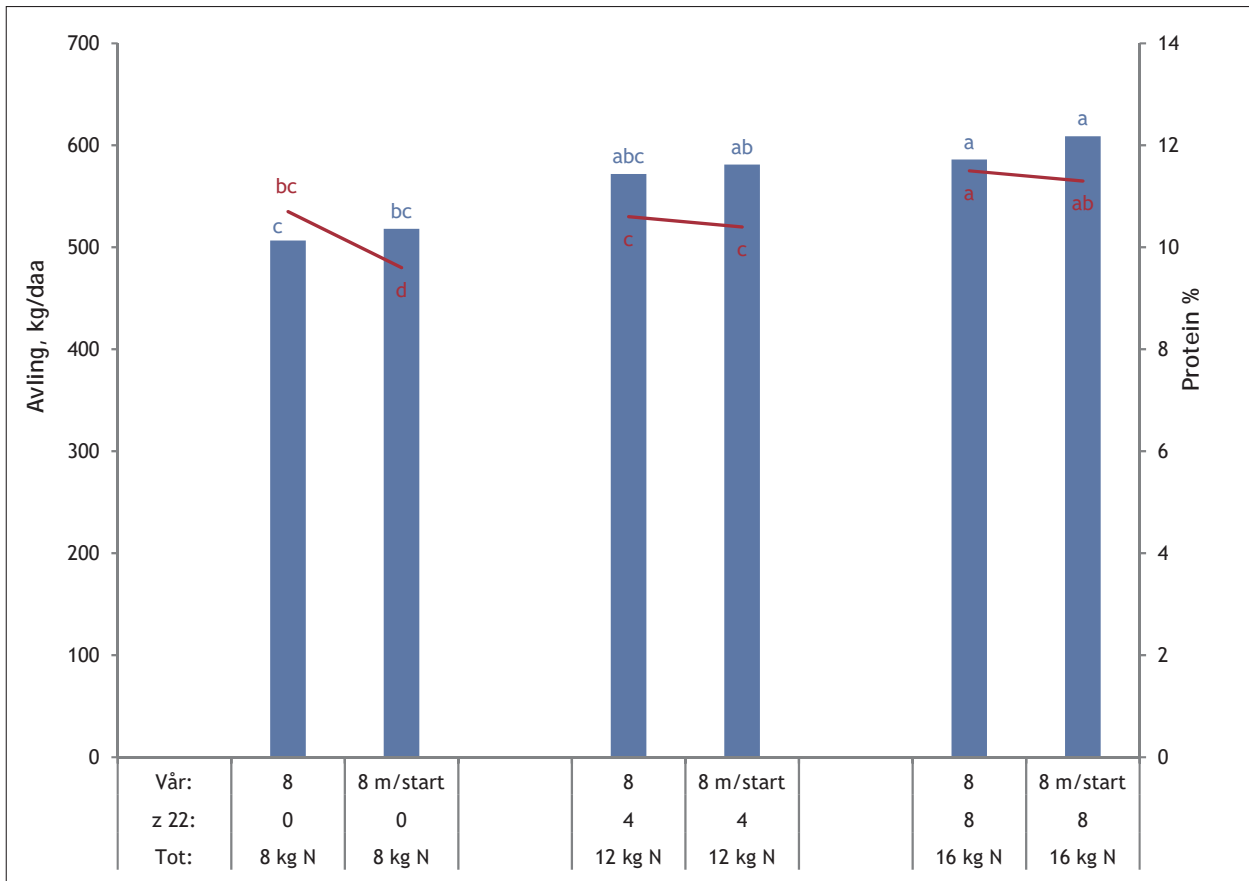
På flere av feltene ble det i vekstsesongen observert mer frodige ruter der det var gjødslet med startgjødsling sammenlignet med rutene uten startgjødsling. Det var derfor en forventning om bedre avlingsnivå på ledd gjødslet med startgjødsling. Resultatene viste at det ikke var utslag for startgjødsling. I figur 3 vises sammendrag av avlingsnivået med og uten startgjødsling for alle fem feltene. Manglende effekt av startgjødsling på avlingsnivået gjaldt for alle tre N-nivåene (8, 12, 16) der N ble fordelt som enten 8+0, 8+4 eller 8+8 kg N/daa (vår + delgjødsling).

Proteininnholdet ble ikke påvirket av startgjødsling (figur 3), ved sammenligning av samme mengde total N, men med og uten startgjødsling på våren. Dette ble heller ikke observert i forsøk tidligere, og var ikke en ventet effekt av startgjødsling.

Diskusjon

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 felt 3, som nærmet seg en avling på 800 kg korn/daa, utnyttet særlig mer enn 12 kg N/daa tilført som gjødsling. I tillegg viste nullrutene at jorda bidrog med N gjennom sommeren, som kommer som et tillegg til tilført N som gjødsling. Resultatene tyder på at Thermus er en N-effektiv sort, som klarer å utnytte N-gjødslingen effektivt.

Første delgjødsling ble utført i kornets buskingsfase (Zadoks 21-23). Fordeling av N mellom vår- og delgjødsling hadde ingen signifikant innvirkning på avlingsnivået. Dette samsvarer med tidligere undersøkelser med delt gjødsling til bygg (Bergjord Olsen & Hoel 2017; Hoel & Tandsæther 2006). Resultatene til Bergjord Olsen & Hoel (2017) viste også at 8 kg N/daa kan være tilstrekkelig på våren når neste gjødsling skjer allerede på buskingsstadiet. Det betyr at i denne sesongen var det ingen risiko for avlingsnedgang ved å gjødsle svakt på våren. Derimot gav en



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 2019. Ulike bokstaver betyr signifikante forskjeller.

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 av plantene har startet opptak av gjødsel.

I begynnelsen av 2000-tallet ble det gjennomført en rekke forsøk med startgjødsling til korn (Kristoffersen *m.fl.* 2004). Resultatene gav grunnlag for å anbefale startgjødsling til bygg, hovedsakelig på siltjord og jord hvor en kunne anta dårlig rotutvikling tidlig i sesongen. Årets resultater viste ikke effekt av startgjødsel, selv om det på flere av feltene ble observert frodigere ruter med startgjødsel i vekstsesongen.

Resultater fra «Byggsorter og N-gjødsling» 2019

Resultatene er fra ett felt, plassert på Apelsvoll. Forsøket er ikke testet under andre jord- og værforhold. Ingen av de målte parameterne viste noe samspill mellom sort og gjødsling. Det vil si at alle sortene

responderte tilnærmet likt ved de ulike gjødslingsbehandlingene i dette feltet, og data for samspill er ikke vist.

Sortsforskjeller

Resultatene fra forsøket viste at det var signifikante avlingsforskjeller mellom sortene (tabell 5). Thermus oppnådde høyest avling, med 626 kg korn/daa. Marigold, Arild, Rødhette og Edel oppnådde alle rundt 500 kg korn/daa. Lavest avling fikk Brage med 438 kg/daa. Brage var den tidligste sorten, etterfulgt av Edel og Arild. Seinest var Rødhette og Thermus. Det var små forskjeller i proteininnholdet mellom sortene, som varierte fra 10,0–10,7 %. Dette nivået samsvarer med nivået oppnådd i verdiprøvingen av bygg (Åssveen *m.fl.* 2018).

Arild hadde høyest hektolitervekt og Rødhette den laveste hektolitervekta. Den varierte fra 66,2 til 71,9 kg. Tusenkornvekta var lavest hos seks-radssortene, med Brage nederst med 35,0 g. To-radssortene hadde som forventet større og mer velfylte korn, med Thermus øverst, med en tusenkornvekt på 48,8 g.