

Nitrogengjødsling til tørke- og varmemestret bygg

Annbjørg Øverli Kristoffersen
NIBIO Korn og frøvekster
annbjorg.kristoffersen@nibio.no

Forsøksserien «Nitrogengjødsling til bygg» ble anlagt for å utvide vår kunnskap om optimal nitrogengjødsling til bygg under ulike forhold. Serien inngår i det nystartede 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 utvasking av næringsstoff som resultat.

Sommeren 2018 ble alt annet enn fuktig. Tvert om ble det svært tørt både i mai og juli. Dessuten var det mye varmere enn normalt. På Apelsvoll var middeltemperaturen seks grader over normalen både i mai og juli mens det var to grader over normalen i juni. Utpå forsommeren ble det en del spørsmål om ekstra nitrogen kunne sette fart i veksten, men det ble stort sett konkludert med at siden vann var den store mangelvaren, var det liten grunn til å gi noe ekstra nitrogen. Dette blir belyst i resultatene.

De som kunne, valgte nok å vanne kornet sommeren 2018. Dette sikret vanntilgang og vi forventet en mer tydelig effekt av økt gjødselmengde opp mot anbefalt norm. Dette belyses i forsøk på Apelsvoll, som ble vannet hele 5 ganger i løpet av vekstsesongen.

De senere årene 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 ren vårgjødsling.

Formålet med forsøkene i år er å dokumentere:

- 1) effekt av start- og delgjødsling på vekst og avling av bygg under forhold med tørke/varmemestress,
- 2) hvordan vanning påvirker gjødsleffekten under slike forhold og
- 3) om ulike sorter av bygg responderer forskjellig på gjødsling under varme forhold.

Tabell 1. Oversikt over forsøksledd i forsøksserien «OPTIKORN - N-gjødsling til bygg»

| Ledd | Gjødselmengde kg N/daa | | | | Total | Gjødseltype | | |
|------|------------------------|----------|----------------------|-------------------|-------|-----------------|----------|---------------|
| | Radgj. | Startgj. | 1. delgj. Z 21-23 | 2. delgj. Z 49 | | Vårgj. | 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 | | 2 | 2 | 12 | 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) |

Materiale og metoder

Våren 2018 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). På Apelsvoll ble det også anlagt et tilsvarende forsøk ved siden av som ble vannet.

Forsøkene ble sådd med forsøkskombisåmaskin. Byggsorten Thermus ble brukt på alle feltene. Forsøksplanen bestod av 11 ulike gjødslingsledd og ett ugjødsle ledd (tabell 1). Det forsøksfeltet på Apelsvoll som ble optimalt vannet bestod av ledd 2 - 9. Alle feltene hadde tre gjentak. Det ble gjødslet med 8, 12 eller 16 kg N/daa, der enten all gjødsle ble gitt om våren, eller delt opp i en eller to delgjødslinger. Vårgjødslingen ble enten gitt kun i form av en fullgjødsel, eller i kombinasjon med startgjødsel. Delgjødslingen ble utført på buskingsstadiet (Zadoks 21-23) og ved skyting (Zadoks 49). Plantevern og vekstregulering ble utført i tråd med feltvertens praksis.

Det vannede feltet på Apelsvoll ble vannet 5 ganger med totalt 130 mm vann.

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. Sortene som ble testet var Tiril, Brage, Rødhette, Arild, Marigold og Thermus. Hele feltet ble grunnjødslet med 12 kg N i form av Yara Mila® Fullgjødsel® 20-4-11 før såing. Alle sortene ble gjødslet i henhold til forsøksplan med Yara Bela® OPTI-NS 27-0-0 ved Zadoks 21-23 (tabell 2). Feltet ble vannet fem ganger gjennom vekstsesongen med rundt 100 mm vann.

Tabell 2. 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»

Feltene var i ulik grad preget av tørken sommeren 2018. Gjennomsnittlig avlingsnivå for alle gjødslingsbehandlingene for fem felt lå på 384 kg korn/daa,

Tabell 3. Sammenheng av fem forsøk med ulik gjødsling til bygg i 2018. Ulike bokstaver betyr signifikante forskjeller

| Ledd | Gjødselmengde kg N/daa | | | | Tot N | Avling kg/daa | Vann % v/høst. | Tkv. % | Hl-v. kg | Protein % |
|------|------------------------|----------|-----------|-----------|-------|---------------|----------------|--------|----------|-----------|
| | Vår | | 1. delgj. | 2. delgj. | | | | | | |
| | Radgj. | Startgj. | Z 21-23 | Z 49 | | | | | | |
| 1 | 0 | | | | 0 | 238 b | 17,1 a | 44,1 | 68,5 | 8,8 e |
| 2 | 8 | | | | 8 | 362 a | 16,2 b | 43,3 | 68,6 | 10,7 cd |
| 5 | 7,5 | 0,5 | | | 8 | 352 a | 16,1 b | 42,6 | 68,2 | 10,5 d |
| 3 | 12 | | | | 12 | 369 a | 16,0 b | 42,1 | 68,1 | 11,9 ab |
| 6 | 8 | | 4 | | 12 | 383 a | 16,4 ab | 42,1 | 68,2 | 11,7 ab |
| 7 | 7,5 | 0,5 | 4 | | 12 | 384 a | 16,5 ab | 41,9 | 68,2 | 11,6 bc |
| 10 | 8 | | 2 | 2 | 12 | 374 a | 16,4 ab | 41,7 | 68,3 | 12,5 ab |
| 4 | 16 | | | | 16 | 393 a | 16,4 ab | 42,9 | 68,4 | 12,3 ab |
| 8 | 8 | | 8 | | 16 | 416 a | 16,8 ab | 42,1 | 68,5 | 12,2 ab |
| 9 | 7,5 | 0,5 | 8 | | 16 | 387 a | 16,6 ab | 41,5 | 68,1 | 12,6 a |
| 11 | 10 | | | 6 | 16 | 391 a | 16,2 b | 43,4 | 69,0 | 11,9 ab |
| 12 | 12 | | | 4 | 16 | 411 a | 16,3 ab | 43,2 | 68,6 | 12,0 ab |
| P % | | | | | | <0,001 | 0,003 | i.s. | i.s. | <0,001 |

Tabell 4. Resultater fra ett felt i Thermus med ulik gjødsling, Feltet er vannet 5 ganger i løpet av sesongen, Ulike bokstaver betyr signifikante forskjeller

| Ledd | Gjødselmengde kg N/daa | | | | Tot N | Avling kg/daa | Vann % v/høst. | Tkv. % | Hl-v. kg | Protein % |
|------|------------------------|----------------------|----------------------|------|-------|------------------|-------------------|-----------|-------------|--------------|
| | Vår Radgj. | 1. delgj. Startgj | 2. delgj. Z 21-23 | Z 49 | | | | | | |
| 2 | 8 | | | | 8 | 654 b | 19,1 | 49,8 | 69,4 | 8,2 d |
| 5 | 7,5 | 0,5 | | | 8 | 659 b | 19,2 | 48,5 | 69,1 | 8,2 d |
| 3 | 12 | | | | 12 | 775 a | 19,1 | 48,9 | 69,8 | 9,1 c |
| 6 | 8 | | 4 | | 12 | 722 ab | 19,3 | 47,3 | 68,8 | 9,6 bc |
| 7 | 7,5 | 0,5 | 4 | | 12 | 730 ab | 19,4 | 47,4 | 69,7 | 9,4 c |
| 4 | 16 | | | | 16 | 788 a | 19,1 | 48,4 | 70,3 | 10,1 ab |
| 8 | 8 | | 8 | | 16 | 773 a | 19,5 | 47,0 | 69,9 | 10,7 a |
| 9 | 7,5 | 0,5 | 8 | | 16 | 787 a | 19,3 | 47,0 | 70,0 | 10,2 ab |
| P % | | | | | | <0,001 | i.s. | i.s. | i.s. | <0,001 |

med et gjennomsnittlig proteininnhold på 11,8 %. To-rads sorten Thermus, som ble brukt i feltene, ble godkjent i 2016, og er en svært yterik sort. I verdiprøvinga har avlingsnivået ligget på 683 kg korn/daa i snitt for 2015-2017 (Åssveen *m.fl.* 2018). Det vil si at avlingspotensialet på ingen måte ble oppnådd denne sesongen.

Responser for gjødsling var lav (tabell 3), Det var en avlingsøkning på ca. 150 kg korn/daa mellom ugjødsle ledd og gjennomsnittlig avlingsnivå for gjødslingsbehandlingene. Utover det var det ingen signifikante avlingsforskjeller mellom gjødslingsleddene. Det vil si at det var liten forskjell i avling i forhold til om det ble brukt startgjødsling på våren eller ikke, og om gjødsle ble delt opp eller alt ble gitt på våren. Det var heller ingen sikre forskjeller på hektolitervekt eller på tusenkornvekt mellom de ulike gjødslingsleddene.

Proteininnholdet var lavest på ugjødsle ledd, litt høyere der det ble gitt 8 kg N/daa totalt, og høyest ved 12 og 16 kg N/daa. Det var imidlertid ingen signifikante forskjeller mellom ledd gjødslet med 12 eller 16 kg N/daa (tabell 3). Verken en tidlig eller sein delgjødsling påvirket proteininnholdet. Bruk av startgjødsel om våren gav heller ikke noe utslag på proteininnholdet i kornet. I verdiprøvinga har Thermus hatt et lavt proteininnhold, 10,1 % i gjennomsnitt for 2015-2017. I dette forsøket ble protein-

innholdet høyere på gjødsle ledd; fra 10,7 til 12,5 %. Det har helt klart en sammenheng med det lave avlingsnivået som en fikk i 2018.

Effekt av vanning sommeren 2018

Ved siden av hovedfeltet på Apelsvoll, ble det anlagt ytterligere ett felt, med noen færre gjødslingsbehandlingene. Gjennomsnittlig avlingsnivå på dette feltet ble på 736 kg korn/daa, det vil si en forskjell på 255 kg korn/daa dersom en sammenligner de gjødsle leddene med tilsvarende ledd i nabofeltet som ikke ble vannet.

Det var avlingsøkning med økende mengde total-N opp til 16 kg N/daa, men forskjellen mellom 12 og 16 kg N/daa var ikke signifikant (tabell 4). Det var ingen forskjell i avlingsnivået i forhold til om all gjødsle ble tilført på våren eller delt opp i vårgjødsling og tidlig delgjødsling. Det var heller ingen utslag for startgjødsling på avlingsnivået, verken ved totalt 8, 12 eller 16 kg N/daa.

Tusenkorvekt og hektolitervekt ble lite påvirket av gjødslingsbehandlingene. Proteininnholdet ble høyest ved gjødsling med 16 kg N/daa, og lå i gjennomsnitt for ledd 3, 7 og 8 på 10,3 %. Det er på samme nivå som det sorten Thermus har oppnådd i verdiprøvingfelt for årene 2015-2017. Det var liten forskjell i proteininnhold i forhold til om all gjødsle ble gitt på

Tabell 6. Resultater fra 1 felt med byggsorter og gjødsling 2018, Ulike bokstaver betyr signifikante forskjeller

| | Kornavl. kg/daa | Vann % v/høst | Protein % | HI-vekt kg | T-kv. g |
|-----------------|--------------------|------------------|--------------|---------------|------------|
| Sort | | | | | |
| Tiril | 464 d | 14,3 c | 14,4 a | 65,3 d | 35,7 c |
| Brage | 518 c | 14,3 c | 13,7 b | 67,8 c | 35,0 c |
| Rødhette | 521 c | 14,5 c | 12,6 cd | 67,7 c | 37,0 b |
| Arild | 596 ab | 15,5 b | 13,5 b | 73,2 a | 45,4 a |
| Marigold | 560 b | 15,5 b | 13,0 c | 70,2 b | 45,2 a |
| Thermus | 611 a | 16,3 a | 12,4 d | 71,8 ab | 45,4 a |
| P % | <0,01 | <0,01 | <0,1 | <0,01 | <0,01 |
| Kg N/daa | | | | | |
| 12 | 487 | 14,9 | 12,5 b | 69,9 | 41,2 |
| 12+2 | 551 | 15,4 | 12,8 ab | 69,2 | 40,6 |
| 12+4 | 549 | 15,2 | 13,1 ab | 68,4 | 40,0 |
| 12+6 | 533 | 14,9 | 14,0 a | 69,1 | 40,2 |
| 12+8 | 607 | 14,9 | 13,9 a | 70,0 | 41,2 |
| P % | i.s. | i.s. | 2.3 | i.s. | i.s. |

våren eller fordelt på vårgjødsling og delgjødsling. Det tyder på at det er vanskelig å få økt proteininnholdet i Thermus når det tas høye avlinger.

Det er nylig utarbeidet en kalkulator for beregning av økonomisk optimal N-gjødsling hvor det blant annet tas hensyn til kornpris og pris på gjødsel. Kalkulatoren publiseres rett på nyåret i 2019, og ligger på nettsiden <http://optimaln.nibio.no/>. Den kan også søkes opp gjennom NIBIO sine hjemmesider. Kalkulatoren beregnet, med dagens priser på korn og gjødsel, at optimal N-mengde til 800 kg bygg/daa lå på 15,6 kg N/daa. I feltforsøket med vanning ble det oppnådd rundt 730 kg korn/daa med et gjødslingsnivå på 16 kg N/daa. Det vil si at det er bra samsvar mellom kalkulatorens beregning av optimalt N-nivå ved et høyt avlingsnivå, og hva som ble målt i feltet.

Ved en forventet avling på rundt 400 kg korn/daa, beregnet kalkulatoren at et økonomisk optimalt N-nivå lå på 11,8 kg N/daa. Forsøkene med tørke oppnådde i underkant av 400 kg korn/daa, og det var ikke signifikant avlingsøkning utover 8 kg N/daa. Det vil si at det var bra samsvar mellom beregningene til

kalkulatoren og hva som ble oppnådd i felt også ved lavere avlingsnivåer.

Resultater fra «Byggsorter og N-gjødsling» 2018

Det var store og sikre avlingsforskjeller mellom sortene (tabell 6). To-rads sortene Arild, Marigold og Thermus oppnådde høyest avling, med et avlingsnivå på 560-611 kg/daa. Deretter kom seks-rads sortene Brage og Rødhette, og nederst Tiril med en avling på 464 kg/daa. Feltet ble vannet 5 ganger gjennom den vegetative perioden, og det er en viktig årsak til det relativt høye avlingsnivået på dette feltet. Vanninnholdet i kornet ved høsting gjenspeilet sortenes forskjeller i tidlighet, der Thermus ble den seineste sorten og seks-radssortene de tidligste. Det var også tydelige forskjeller mellom to-rads og seks-rads sortene i hektolitervekt og tusenkornvekt, med større og mer velfylte korn hos to-radssortene.

Proteininnholdet i kornet var omvendt proporsjonal med avlingsmengde, slik at de mest yterike sortene

fikk lavest- og sorten Tiril det høyeste proteininnholdet. Proteininnholdet var generelt svært høyt, mellom 12,4-14,4 % for de ulike byggsortene. Dette ligger langt over det som er oppnådd i verdiprøving for disse sortene de tre siste årene, Da har proteininnholdet ligget mellom 10-11 % (Åssveen *m.fl.* 2018).

Det var ikke signifikante avlingsutslag for gjødsling (tabell 6), men en tydelig tendens til høyere avlingsnivå der det ble delgjødset sammenlignet med leddet som bare fikk 12 kg N/daa på våren. Vanninnholdet ved modning var ikke påvirket av ulik delgjødsling, og det var heller ikke hektolitervekta eller tusenkornvekta.

Delgjødsling økte proteininnholdet, men det var ikke signifikante forskjeller om det ble gitt 2 eller 8 kg N/daa ved delgjødsling. Det var ingen samspill mellom sort og gjødsling. Det vil si at alle sortene responderte tilnærmet likt ved de ulike gjødslingsbehandlingene i dette feltet (data ikke vist).

Oppsummering

Delt gjødsling gav i disse forsøkene lik avling sammenlignet med sammen totale nitrogenmengde gitt om våren. Værforholdene sesongen 2018 gav ingen bekymring for å tape nitrogenet til luft eller vann. Bekymringen lå heller i at det var så tørt at røttene ikke klarte å ta opp og nyttiggjøre seg den tilførte gjødsla. Ved å ikke gi alt nitrogenet på våren, er det muligheter for å holde igjen på nitrogengjødslinga som er planlagt å gi som en delgjødsling. På åkre uten muligheter for vanning ble det utover sesongen svært tydelig at oppnådd avling ikke kom til å bli like høy som var forventet om våren. De som hadde planlagt delgjødsling kunne dermed redusere gjødselkostnadene sine denne sesongen ved å kutte ut delgjødslinga. En av fordelene ved delgjødslingsstrategier er nettopp denne muligheten til å justere mengde N ut i fra åkerens tilstand og de rådende vær- og vekstforhold.

Referanser

Kristoffersen, A.Ø., Bakkegard, M. & Hoel, B., 2004. Startgjødsling til korn - oppsummering av 6 år med forsøk, I: Bakkegard, M. (red). Jord- og Plantekultur 2004. 01:138-147.

Olsen, A.K.B., & Hoel, B. Gjødslingsmetoder og strategier til bygg. Jord- og Plantekultur 2017. NIBIO BOK 3(1): 124-127.

Åssveen, M., Tangsveen, J., & Weiseth, L. 2018. Sorter og sortsprøving 2017. Jord- og Plantekultur 2018. NIBIO BOK 4(1): 28-67.