

# Tilleggsgjødsling til hvete, havre og bygg etter vannmetning

Wendy Waaen, Annbjørg Øverli Kristoffersen & Jan Tangsveen  
NIBIO Korn og frøvekster, Apelsvoll  
wendy.waaen@nibio.no

## Innledning

Klimaforandringer fører til mer nedbør gjennom vekstsesongen i Norge, og det er varslet en økning i antall dager med kraftig nedbør i de viktigste kornområdene (Hanssen-Bauer *et al.* 2015). I 2013 var nedbørmengden på Østlandet ca. det dobbelte av normalen i mai og juni, noe som resulterte i drukningskader, utvasking og stor avlingssvikt. Økt nedbør, en stadig tyngre maskinpark og dårlig dreneringstilstand mange steder, vil være alvorlige avlingsbegrensende faktorer for norsk kornproduksjon i fremtiden. Planterøttenes vekst og utvikling påvirkes blant annet av oksygenivået i jorda, og langvarige perioder med vannmetting og anaerobe forhold i rotsonen er svært uheldig. Ved forhold som forårsaker vannmettet jord, vil plantene ofte også lide av næringsmangel på grunn av at spesielt plantetilgjengelig nitrogen lett vaskes nedover og ut av jorda. For å kunne realisere potensialet for økt kornproduksjon, som følge av høyere temperatur og en lenger vekstsesong i fremtiden, vil optimal dyrkingsteknikk, som øker planters evne til å tåle høye nedbørmengder, være nødvendig. Tilleggsgjødsling i etterkant av en vannmetningsperiode kan være et tiltak for å erstatte nitrogen tapet og minske skadeomfanget.

I denne artikkelen omtales resultatene fra et feltforsøk gjennomført i 2014-2016. Effekten av tilleggsgjødsling etter en vannmetningsperiode ble undersøkt i bygg, havre og hvete. Det ble sett på avling og kvalitet av kornet.

## Materialer og metoder

I 2014 ble det på Apelsvoll anlagt et forsøk på lett-leire med bygg og hvete (tabell 1) for å undersøke responsen for tilleggsgjødsling etter en periode med vannmettet jord. Feltet ble grunnjødslet med 9,4 kg N/daa ved såing. Planterverntiltak ble gjort som

for resten av åkeren. Når hveten var på trebladstadiet og bygget på firebladstadiet, ble vannmetningsbehandlingen startet. Feltet ble vannet jevnt hver dag med pendelspredere i 12 dager og ca. 200 mm ble tilført i løpet av perioden. Ei uke etter at vanningen ble avsluttet, ble feltet tilleggsgjødslet med 0, 2 eller 4 kg N/daa. I 2014 var det ingen kontrollruter uten vannmetning. For å kunne beregne ca. avlingstap på grunn av vannmetningsbehandlingen, ble det brukt avlingsdata fra andre forsøk i bygg (tidlig og seint bygg - VIPS) og hvete (Vårhvetesorter - VIPS) fra Apelsvoll.

I 2015 ble et tilsvarende forsøk anlagt på Apelsvoll (tabell 1). Denne gangen ble også havre inkludert. I tillegg ble feltet utvidet med kontrollruter, som ikke ble vannet. Feltet ble grunnjødslet med 9,4 kg N/daa på våren. Vannmetningsbehandlingen ble startet på firebladstadiet for hvete og havre, og på fembladstadiet for bygg. Feltet ble vannet hver dag med pendelspredere i 15 dager, og ca. 400 mm ble tilført i løpet av perioden. Tilleggsgjødslingen ble utført 10 dager etter at vanningen ble avsluttet på de vannmettede rutene med 0, 2 eller 4 kg N/daa. Kontrollfeltet ble gjødslet med 2, 4 eller 1 kg N/daa til henholdsvis bygg, hvete og havre på samme dato som tilleggsgjødslingen ble gitt. To forskjellige såmengder (vanlig og 50 % økt) ble testet i både 2014 og 2015, men utslaget var lite og resultatene er dermed ikke omtalt her.

I 2016 ble det på ny anlagt forsøk på Apelsvoll, men kun med bygg (tabell 1). Feltet ble grunnjødslet med 9,4 kg N/daa på våren. Vannmetningsbehandlingen ble startet på fembladstadiet, og varte i 15 dager. Ca. 600 mm ble tilført i løpet av perioden. Tilleggsgjødsling ble utført på de vannmettede rutene med 0, 2 eller 4 kg N/daa den 28. juni, ei uke etter at vanningen ble avsluttet. Kontrollfeltet ble ikke vannet, og ble gjødslet med 2 kg N/daa den 17. juni.

I 2015 og 2016 ble deler av feltet ugrasharvet ca. ei uke før vannmetningsbehandlingen. Effekten på plantevekst, avling- og kvalitetsrespons ble undersøkt på de harvede rutene, men resultatene er ikke omtalt her.

Klorofyllinnholdet i flaggbladet ble målt fire uker etter tidspunktet for tilleggsgjødsling med en klorofyllmåler (SPAD, Force A) alle tre årene. Avling og kvalitetsparametere som hektolitervekt, tusenkornvekt og prosent protein ble målt ved høsting.

## Resultater og diskusjon

Tabell 2 viser klorofyllinnholdet i flaggbladet. Resultatene viser en signifikant økning i klorofyllinnholdet

i flaggbladet hos alle artene for økende mengde tilleggsgjødsling. Klorofyllinnholdet i flaggbladet har stor betydning for energifangsten til plantene, og for det endelige avlingsnivået.

Figurene 1, 2 og 3 viser avlingsnivået for feltene i 2014, 2015 og 2016. Alle tre årene ble det høye avlinger på kontrolleddene uten vannmetning, fra i underkant av 600 kg korn/daa til over 800 kg korn/daa. Alle tre årene hadde en signifikant avlingsreduksjon på leddene som ble vannmettet og ikke tilleggsgjødslet, sammenlignet med kontrolleddene. For bygg var avlingsnedgangen på 168 kg/daa i middel for tre år. For hvete var nedgangen på 180 kg/daa i middel for to år, og for havre var nedgangen på 147 kg/daa for ett år.

Tabell 1. Opplysninger om feltene på Apelsvoll i 2014, 2015 og 2016

| År   | Sådato    | Art   | Sort        | Vekststadium/begynnende vannmetning | Dager m/vannmetting | Vannmengde mm | Dato for tilleggsgjø. |
|------|-----------|-------|-------------|-------------------------------------|---------------------|---------------|-----------------------|
| 2014 | 28. april | bygg  | Brage       | BBCH 14                             | 12                  | 200           | 12. juni              |
|      |           | hvete | Demonstrant | BBCH 13                             | 12                  | 200           | 12. juni              |
| 2015 | 20. april | bygg  | Brage       | BBCH 15                             | 15                  | 400           | 30. juni              |
|      |           | hvete | Demonstrant | BBCH 14                             | 15                  | 400           | 30. juni              |
|      |           | havre | Belinda     | BBCH 14                             | 15                  | 400           | 30. juni              |
| 2016 | 25. april | bygg  | Brage       | BBCH 15                             | 15                  | 600           | 28. juni              |

Tabell 2. Klorofyllinnhold i flaggbladet av bygg, hvete og havre 4 uker etter tilleggsgjødsling i 2014, 2015 og 2016

| Tilleggsgjødsling    | Klorofyll innhold, µg/cm <sup>2</sup> |        |        |
|----------------------|---------------------------------------|--------|--------|
|                      | 0 kg N                                | 2 kg N | 4 kg N |
| 2014                 |                                       |        |        |
| Bygg                 | 32,2                                  | 36,3   | 36,9   |
| Hvete                | 27,8                                  | 31,5   | 32,4   |
| 2015                 |                                       |        |        |
| Bygg                 | 31,2                                  | 38,8   | 43,2   |
| Hvete                | 33,2                                  | 39,9   | 46,1   |
| Havre                | 41,4                                  | 51,2   | 54,3   |
| 2016                 |                                       |        |        |
| Bygg                 | 20,2                                  | 27,7   | 35,3   |
| Middel <sup>1)</sup> | 31,0 c                                | 37,6 b | 41,4 a |

1) verdier med forskjellige bokstaver er signifikant forskjellige (Tukey, P=0,05)

Alle tre kornartene reagerte positivt på tilleggsjødsling etter vannmetningsperioden. Nitrogenmengden ved tilleggsjødsling var av mindre betydning. For bygget som ble utsatt for vannmetning, var det en avlingsøkning på 61 kg korn/daa i gjennomsnitt for tre år ved tilleggsjødsling med N i forhold til ingen tilleggsjødsling. For hveten var avlingsøkningen for tilleggsjødsling på 75 kg korn/daa i gjennomsnitt for to år. For havre, som bare var med i 2015, var avlingsøkningen for tilleggsjødsling på 60 kg korn/daa.

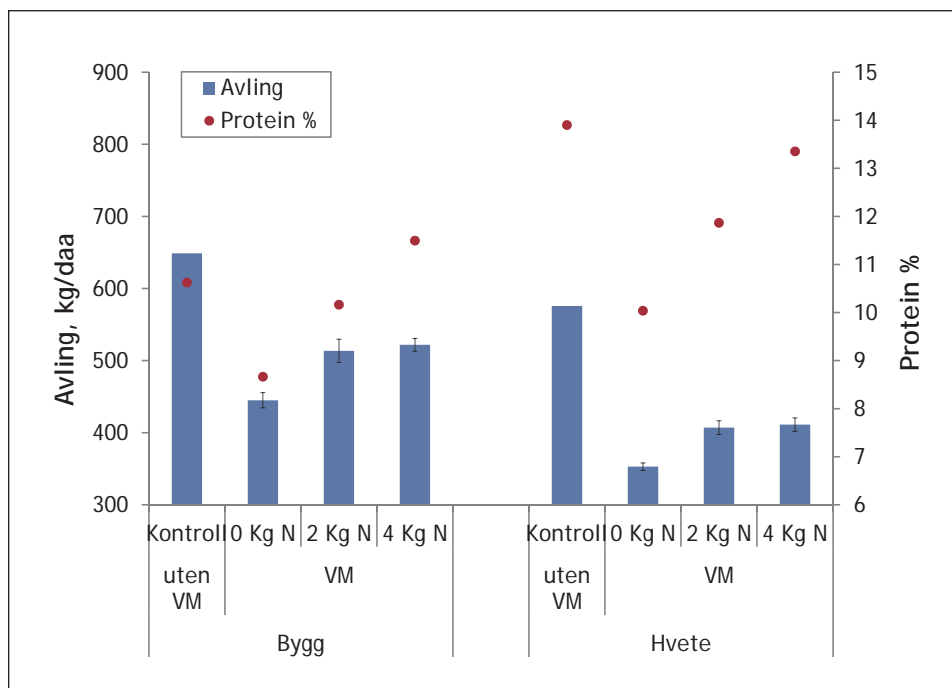
Hvis en ser på hvert år for seg, var det negative utslaget for vannmetning mindre i 2015 sammenlignet med 2014 og 2016. Middelttemperaturen i april og mai var lavere i 2015 enn i 2014 og 2016. Lavere temperaturer er tidligere rapportert til å redusere skadeomfanget av en vannmetningsperiode, som følge av saktere planteutvikling og mindre behov for oksygen (Setter and Belford 1990). Det kan ha vært medvirkende til mindre skadeomfang av vannmetning i 2015.

Figurene 1-3 viser også proteininnholdet i kornet (%). Økende mengde tilleggsjødsling etter en vannmetningsperiode ga en signifikant økning i prosent protein i bygg, hvete og havre i alle tre årene. Økende mengde tilleggsjødsling ga også en økning i hektolitervekt i bygg og hvete, men ikke i havre (tabell 3).

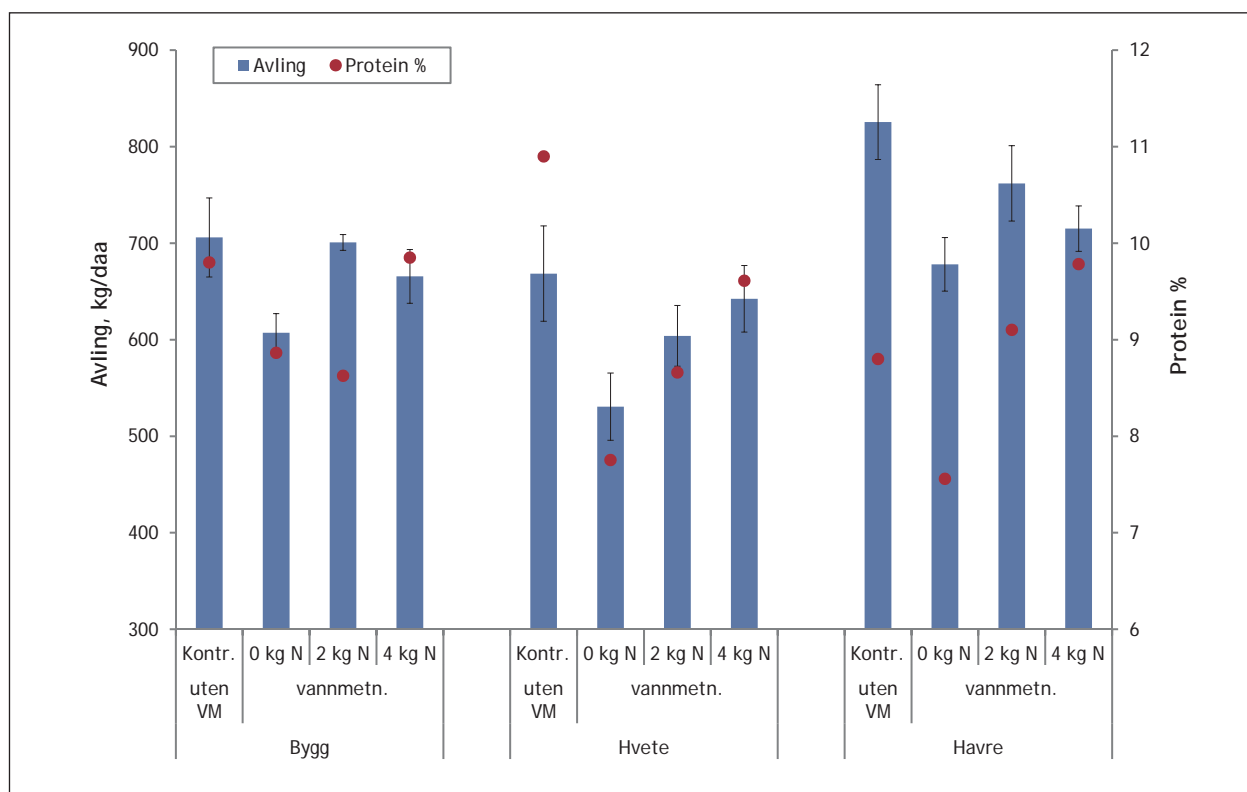
## Konklusjoner

I dette forsøket var det en trend for størst avlingstap i hvete, og minst i havre etter en vannmetningsperiode. Resultater fra tre felt på Apelsvoll viser at tilleggsjødsling etter en vannmetningsperiode kan redusere skadeomfanget i bygg og hvete gjennom mindre avlingstap, økt proteininnhold og en høyere hektolitervekt. Effekten av tilleggsjødsling i havre ble testet bare i et år, og resultatene er mer usikre.

I dette forsøket ble plantene vannmettet mellom fire- og fembladstadiet i 12 til 15 dager. Jorda på Apelsvoll har en god infiltrasjonsevne, og vannmetningsforholdene var dermed ikke veldig ekstreme. Tilførsel av nitrogen for å begrense avlings- og kvalitets-tapet har vært fornuftig med hensyn til økonomi og miljøhensyn. Skadeomfanget er avhengig av sort, utviklingsstadiet ved vannmetning, varighet og intensitet av vannmetning og temperatur. Det er dermed behov for utvikling av veiledningsmateriale som kan gi informasjon om når tilleggsjødsling er anbefalt, og når skadene er for store til å repareres.



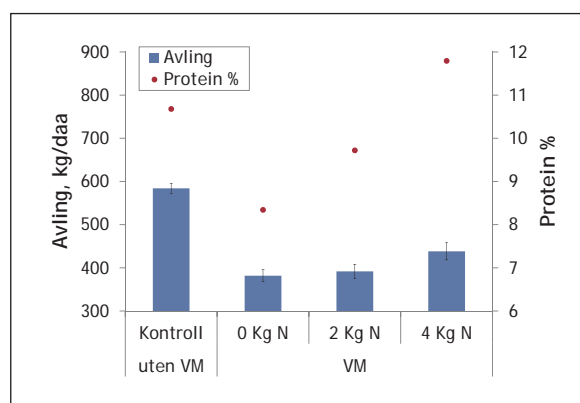
Figur 1. Avling (kg pr. daa) og prosent protein av bygg og hvete ved tre forskjellige tilleggsjødslingsbehandlinger etter en vannmetningsperiode (VM) og i et kontrollfelt uten vannmetning i 2014 på Apelsvoll. Standardfeilen er oppgitt i feilfeltene.



Figur 2. Avling (kg pr. daa) og prosent protein av bygg, hvete og havre ved tre forskjellige tilleggsjødslingsbehandlinger etter en vannmetningsperiode (VM) og i et kontrollfelt uten vannmetning i 2015 på Apelsvoll. Standardfeilen er oppgitt i feilfeltene.

Tabell 3. Effekten av tilleggsjødsling etter en vannmetningsperiode på hektolitervekt til bygg, hvete og havre i 2014, 2015 og 2016

| Tilleggsjødsling           | Hektolitervekt kg |      |      |
|----------------------------|-------------------|------|------|
|                            | 2014              | 2015 | 2016 |
| <b>Bygg (Brage)</b>        |                   |      |      |
| 0 kg N                     | 68,4              | 70,0 | 70,0 |
| 2 kg N                     | 70,5              | 71,7 | 70,4 |
| 4 kg N                     | 72,0              | 72,4 | 71,2 |
| <b>Hvete (Demonstrant)</b> |                   |      |      |
| 0 kg N                     | 82,7              | 81,4 |      |
| 2 kg N                     | 83,7              | 82,4 |      |
| 4 kg N                     | 84,4              | 83,3 |      |
| <b>Havre (Belinda)</b>     |                   |      |      |
| 0 kg N                     |                   | 57,7 |      |
| 2 kg N                     |                   | 57,7 |      |
| 4 kg N                     |                   | 57,5 |      |



Figur 3. Avling (kg pr. daa) og prosent protein av bygg ved tre forskjellige tilleggsjødslingsbehandlinger etter en vannmetningsperiode (VM) og i et kontrollfelt uten vannmetning i 2016 på Apelsvoll. Standardfeilen er oppgitt i feilfeltene.

## Referanser

Hanssen-Bauer, I., Førland, E. J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer, S., Nesje, A., Nilsen, J. E. Ø., Sandven, S., Sandø, A. B., Sorteberg, A. & Ådlandsvik, B. (2015). Klima i Norge 2100. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. In NCCS report, Vol. 2/2015 Oslo.

Setter, T. & Belford, R. (1990). Waterlogging: How it reduces plant growth and how plants can overcome its effects. *Journal of Agriculture-Western Australia* 31: 51-55.