

# Årsaker til lavt proteininnhold i høsthvete

Bernt Hoel<sup>1</sup> & Anne Kjersti Uhlen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>NIBIO Korn og frøvekster, Apelsvoll, <sup>2</sup>NMBU, Institutt for plantevitenskap  
bernt.hoel@nibio.no

## Bakgrunn

Fra årtusenskiftet og fram til og med 2009 var proteininnholdet i norsk mathvete på et relativt høyt og stabilt nivå. Det årlige gjennomsnittet lå mellom 12 og 13 % protein i høsthvete og mellom 13 og 13,5 % i vårhvete. I årene fra 2010 til 2013 var imidlertid proteininnholdet i den norske hveten betydelig lavere. Foran vekstsesongen 2014 besluttet kornhandlere og matmelindustrien å øke minstekravet til protein i mathvete fra 9,8 % til 11,3 %. Riktig kvalitet gjør det mulig å benytte en høy andel norsk hvete i melblandingene. Jo dårligere tilgangen på norsk hvete med riktig kvalitet er, jo mer må mølle- og bakebransjen kompensere med import av høykvalitetshvete for å sikre rett kvalitet på melblandingene.

For å håndtere det nye proteinkravet fra 2014 ble gjødslingsanbefalingene justert i retning av å gi en større andel av nitrogengjødsla noe seinere i vekstsesongen enn det som før var anbefalt. Likevel har det både i 2014 og 2015 vært lavt proteininnhold i norskdyrket høsthvete. Viktige spørsmål er da hvorfor, og kan dette forebygges med tanke på kommende vekstsesonger.

## Hvorfor lavt proteininnhold - og hva kan gjøres

I denne artikkelen er det beskrevet ulike faktorer som påvirker proteininnholdet i høsthvete. Det er så vurdert i hvilken grad disse faktorene kan forklare lavt proteininnhold i de siste vekstsesongene. Vurderingene viser at både 2014 og 2015 har vært vekstsesonger som kjennetegnes av forhold som bidrar til lavt proteininnhold. På bakgrunn av dette er det ingen overraskelse at mange har mottatt analysebevis som har vist lavere proteininnhold enn ønskelig.

Med bakgrunn i disse årsakene diskuteres også noen aktuelle tiltak for å forebygge lignende situasjoner

framover. I denne sammenheng er det nødvendig å understreke at i noen vekstsesonger, som 2015, der mange av faktorene som bidrar til lavt proteininnhold inntreffer i samme sesong, vil det være vanskelig å oppnå dagens proteingrense for matkvalitet i høsthvete.

### 1. Dyrking av sorter som gir høy avling

Sorter som er høyt ytende med hensyn til avling har ofte et relativt lavt proteininnhold. Det kan være flere årsaker til dette. En høyt ytende sort vil normalt bygge opp et plantebestand som ansetter mange korn/kvadratmeter, og vil forbruke mye nitrogen i perioden før blomstring til dette. Dette resulterer normalt i høy proteinavling (kg protein/daa), men lav proteinkonsentrasjon. Den seine delgjødslinga kan i slike tilfeller være effektivt for å øke proteinkonsentrasjonen samtidig som avlinga opprettholdes. Høsthvete har et klart høyere avlingspotensial enn vårhvete. Vi erfarer at høsthvete har betydelig lavere proteininnhold enn vårhvete, og at det er vanskeligere å oppnå høye proteininnhold i høsthvete selv ved høye N-gjødslingsnivå.

Ved sterk seleksjon for avling i planteforedlingen kan man favorisere sorter som gir stor avling og lavt proteininnhold. Naturlig nok er høy avling et helt sentralt mål i kornforedlingen og et viktig kriterium for å velge ut sorter som skal dyrkes i praksis. Dermed har vi et sortssortiment bestående av typisk «høy-avlingsorter». Dette har vært sånn hele tiden og er ikke spesielt knyttet til de siste årene, men like fullt er det en del av forklaringen.

Det finnes sorter som gir høyere proteininnhold samtidig som avlingsnivået opprettholdes, og flere såkalte høy-protein gener er identifisert. Slike gener er trolig knyttet til egenskaper som gir et mer effektivt opptak av N, og/eller som utnytter opptatt N på en mer effektiv måte i planta. Det mest kjente av disse er

det såkalte *Gpc-1* genet i hvete som kan øke proteininnholdet med rundt 0,5 %-enheter. Dette høyprotein-genet er knyttet til en raskere og mer fullstendig overføring av N fra stengel og blad til kornet i siste del av kornfyllingsfasen. Det er for tiden økende forskningsaktivitet for å identifisere gener som kan gi en mer effektiv utnyttelse av næringsstoffene. Kornforedling er tidkrevende, men på sikt vil en kunne få en positiv effekt av å utnytte slike gener og samtidig vektlegge proteininnhold sterkere som egenskap i kornforedlingen. Det ideelle er selvfølgelig sorter som både gir høy avling og høyt proteininnhold og også har gode kvalitets- og dyrkingsegenskaper forøvrig. I praksis er det imidlertid sjelden eller aldri at slike perfekte sorter kan utvikles. Dersom det er ønskelig med dyrking av avlingsunderlegne sorter, fordi de har spesielle kvalitetsegenskaper, så må dette i tilfelle løses gjennom en pris som motiverer til dyrking.

Det er variasjoner i proteinnivå mellom sortene som har vært med i verdiprøvingen de seinere årene. Sorten Skagen for eksempel ligger noe over de andre i proteininnhold, men konkurrerer likevel godt avlingsmessig med andre høsthvetesorter.

## 2. Generelt store avlinger

Ved høye avlingsnivå er proteininnholdet som regel lavt. Foreløpige tall tyder på at gjennomsnittlig dekaravling for høst- og vårhvete i 2015 blir på cirka 580 kg/daa. Dette slår alle tidligere rekorder med god margin. 2014 var også blant de bedre hveteårene i historien, bare slått av 1993 og 2015. Statistikken skiller ikke mellom høst- og vårhvete, men både i 2014 og 2015 rapporterte mange dyrkere om høsthveteavlinger på mer enn 1000 kg/daa.

Ved høye avlingsnivå er som nevnt den normale situasjonen at proteininnholdet blir lavere. Derfor er det som forventet at proteinnivået har vært lavt disse to siste årene. Sånn sett ga for eksempel sesongene 2011 og 2012 et mer unormalt resultat, da både avlings- og proteinnivået var moderat til lavt.

## 3. Gjødsling som stimulerer avling mer enn protein

Gjødslingsstrategiene i korndyrkinga er først og fremst utarbeidet med tanke på å sikre en god utnyttelse av avlingspotensialet. Pr. i dag er det kun i

mathvete at prisen til dyrkeren differensieres etter proteininnholdet. Dette for å stimulere til at det produseres norsk hvete med en kvalitet som gjør den egnet for bakeindustrien.

Da betaling etter proteininnhold i hvete ble innført i 1989, ble gjødslingsstrategiene endret umiddelbart. Delt N-gjødsling ble standard gjødslingsstrategi. Og etter hvert i høsthvete ble strategien vårgjødsling ved vekststart med en bredt sammensatt gjødseltype, supplert med to delgjødslinger med N-gjødsel, den første i strekningsfasen og den andre ved aksskyting. Hensikten var å øke proteininnholdet gjennom å gi en del av nitrogengjødsel seint i vekstsesongen. Gjødslinga ved aksskyting ble ofte kalt proteingjødsling.

Foran sesongen 2004 ble prisene justert i retning lavere bonus for høye proteininnhold. Foranledningen til dette var ny kunnskap og erkjennelsen av at sortenes glutenkvalitet også er viktig for bakekvaliteten. Bakeforsøkene som lå til grunn ble utført kun i vårhvete, og med moderate til høye proteininnhold. På bakgrunn av disse resultatene fant man det hensiktsmessig å motivere sterkere gjennom pris til dyrking av sorter med sterkere glutenkvalitet, samtidig som pris-motivasjonen for å oppnå svært høye proteininnhold ble dempet. For å tilpasse gjødslingsstrategiene til den nye prisingen, ble det da anbefalt justeringer for i større grad å stimulere avling på bekostning av protein. Forsøk i høsthvete viste at ei delgjødsling utført i perioden stråstrekning til aksskyting ga like bra økonomisk resultat som opplegget med to delgjødslinger, og dette innebar sparte kostnader og arbeid.

Da proteingrensa så ble økt foran 2014- sesongen, ble anbefalingen igjen to delgjødslinger i høsthvete. De to siste sesongene har imidlertid vist at det, i alle fall i enkelte sesonger, kan være behov for ytterligere endringer i gjødslingspraksisen.

Opptaksmønsteret for nitrogen hos høsthvete er sånn at opptaket er lavt de første ukene etter vekststart om våren, for så å øke betraktelig omkring begynnende stråstrekning. Gjødslingspraksis har vært å tildele hovedgjødslinga på våren når plantene har startet veksten og jorda er tørr nok for kjøring. Et aktuelt tiltak kan være å justere ned N-mengden ved vårgjødslinga, slik at den andre gjødslinga blir hovedgjødslinga. Hensikten vil da være å stimulere til høyere protein gjennom å forskyve tildelingen av nitrogen fra tidlige til seinere stadier. I tillegg kan man øke N-

effektiviteten gjennom at man i mindre grad «lagrer» unødig mye N i jorda i flere uker før plantene trenger det. Å korte ned tida mellom gjødselstildeling og planteopptak, slik at tida som nitrogenet er eksponert for tap til omgivelsene reduseres kan minske risikoen for uønsket tap til omgivelsene. Det er i liten grad prøvd i forsøk hvor mye man kan begrense N-gjødslinga ved vekststart uten å risikere avlingstap som følge av N-mangel, så dette må undersøkes nærmere. Her vil plantenes kondisjon etter vinteren også være av betydning.

#### 4. For svak gjødsling i forhold til avlingsnivå og næringsbehov

Gjødselbehovet beregnes ved gjødslingsplanlegging. Forventet avling er en avgjørende variabel i denne sammenheng. Dyrkerne vet av erfaring hva som er realistisk avlingspotensial på det enkelte skiftet, og planlegger ut ifra det. Videre er det viktig med en dynamisk tilnærming på den måten at man tilpasser den reelle gjødslingen til forholdene den enkelte sesong. Ved delgjødslingstidspunktene har man betydelig bedre forutsetninger for å vurdere avlingsutsiktene enn det man har før vekstsesongen, og da kan gjødselmengdene ved delgjødsling tilpasses de aktuelle forholdene.

Men selv langt inne i vekstsesongen er det vanskelig å anslå sannsynlig avlingsnivå. En må basere seg på hvordan åkeren framstår ved vurderingstidspunktet, samt at resten av vekstsesongen vil ha relativt normale vekstforhold. De to siste vekstsesongene, og særlig i 2015, ble vekstforholdene særdeles gunstige i kornfyllingsfasen med kjølig vær, gode fuktighetsforhold og lite sjukdomspress. Dermed ble avlingene i høstvetete i mange tilfeller flere hundre kg/daa høyere enn man kunne forvente ut fra vurderingene på forsommeren. Derfor må man regne med at N-gjødslingen i en del tilfeller ble for forsiktig til å oppnå tilstrekkelig proteinnivå. På den annen side kan man ikke gardere seg mot slike situasjoner gjennom overdreven optimisme, en slik tilnærming vil medføre for mange vekstsesonger med unødig sterk gjødsling, og dermed uheldige økonomiske og miljømessige konsekvenser. Ved slike høye avlingsnivå har plantene et stort næringsbehov, også av andre plantenæringsstoffer enn nitrogen. Det er derfor sannsynlig at det kan ha vært tilfeller med ubalanse og mangler av andre næringsstoff. Det er lite kunnskap om dette, og om det kan være en årsak til at proteinnholdet blir lavere.

Det har i mange år blitt arbeidet med hjelpemidler for å bidra til riktig N-gjødsling. En metode som har blitt testet i høstvetete de seinere årene er bruk av håndholdt N-sensor. Med grunnlag i målinger av plantebestandets tetthet og farge estimerer N-sensoren plantenes N-opptak. Ved å utføre gjentatte målinger på forsommeren kan man følge plantenes N-opptaksmønster, og skaffe nyttig informasjon som grunnlag for gjødslingsanbefalinger. En utfordring for alle aktuelle verktøy er imidlertid situasjoner der vekstforholdene mot slutten av sesongen bidrar til et avlingsnivå som avviker mye fra hva en normalt kunne forvente.

#### 5. Mye nedbør i aktuell vekstsesong

Ved store nedbørmengder over relativt korte perioder tapes nitrogen til omgivelsene, både på grunn av utvasking fra rotsonen og tap til luft. Flere av de seinere vekstsesongene har hatt kraftige nedbørsperioder på forsommeren, og det har vært store lokale variasjoner i nedbørmengder. I denne sammenheng er også jordtypen avgjørende for hvor mye næring som går tapt. Lett jord er betydelig mer utsatt for utvasking enn det tyngre jord er. Det er også et viktig spørsmål om nitrogen vaskes ut bare fra matjordsjiktet (0-25 cm) eller om det vaskes ut av hele rotsonen (>60 cm).

Et nyttig verktøy i denne sammenheng er tjenesten «Nitrogenstatus» (<http://lmt.bioforsk.no/agromet-base/ncalc/>) på NIBIO sine hjemmesider. Her kan man legge inn forutsetningene på sitt eget skifte med hensyn til vekst, jordtype, gjødsling, avlingsnivå og hente data fra nærmeste klimastasjon. Tjenesten beregner så hvor mye N som fortsatt er tilgjengelig, og ser dette i sammenheng med forventet behov framover. På grunnlag av dette gis en anbefaling vedrørende behov for tilleggsgjødsling eller ikke for å dekke plantenes N-behov. Dette er et viktig hjelpemiddel for å tilpasse slik at man kompenserer der det er behov, og unngår unødvendig gjødsling der det ikke er behov for påfyll av N.

Fuktige forhold innebærer også fare for denitrifikasjon som gjør at N tapes til luft. Tjenesten «Nitrogenstatus» estimerer foreløpig ikke tap til luft, men de kan være betydelige. Det er behov for mer kunnskap om størrelsen på slike tap ved ulike forutsetninger.

## 6. Grønn varighet, kjølig og lang kornfylling

Grunnlaget for god avling og riktig proteininnhold legges i første del av vekstsesongen, men forholdene i kornfyllingsfasen, etter aksskyting, er helt avgjørende for sluttresultatet. Dersom et godt grunnlag er lagt, vil en lang kornfyllingsfase med nok fuktighet og lite sjukdomspress som regel gi høye avlinger. I 2015 var forholdene i hele vekstsesongen nærmest optimale i kornområdene. Den lange kornfyllingsfasen bidro sterkt til at det ble et rekordår samlet sett for norsk kornproduksjon.

Forsøk i klimakammer har vist at lavere temperaturer gir lang kornfyllingsfase, som bidrar til store korn med lavere proteininnhold og høyere innhold av stivelse enn det man får etter en kornfyllingsfase med høyere temperatur. Innlagring av stivelse og protein er i stor grad uavhengige prosesser som styres av ulike faktorer, men alle detaljene er ennå ikke helt forstått. Kildene for proteinsyntesen i kornet er aminosyrer dannet fra N som er tatt opp før blomstring og lagret i blad og stengel, og fra N som tas opp gjennom selve kornfyllingsperioden. Tilgangen på N har stor betydning for hvor mye protein som syntetiseres og innlagres. Stivelse er hovedkomponenten i kornet, og syntetiseres fra assimilater dannet ved fotosyntese i grønne plantedeler (i stor grad flaggbladet) gjennom kornfyllingsfasen.

Under gode forhold synes stivelsesyntesen å foregå lengre fram mot modning enn det som er tilfellet for proteinsyntesen. Vi erfarer ofte at forhold som korter ned kornfyllingsperioden, som tørkestress eller sterke sykdomsangrep, fører til et høyere proteininnhold. Motsatt kan forhold som forlenger kornfyllingsfasen eller gir gode forhold for fotosyntese i siste del av kornfyllingen gi høy innlagring av stivelse som vil virke fortynnende på proteininnholdet. Slike forhold hadde vi i kornfyllingsperioden i 2015. Lave temperaturer sammen med relativt lite sykdomsangrep gjorde at bladverket holdt seg grønt og kunne produsere lenge.

I 2014 gikk modningen betydelig raskere på grunn av en meget varm periode i overgangen juli/august. I slike tilfeller vil danningen av stivelse normalt stanse opp tidligere og proteininnholdet dermed bli høyere. I høsthvete i 2014 ble avlingene likevel høye og proteininnholdet lavt. Årsaken var antagelig at denne varme perioden kom for seint til å gi såkalt tvangsmodning.

## 7. Moldinnhold og ensidige kornomløp

Innholdet av organisk materiale kan gi viktige bidrag til plantenes næringsforsyning. Organisk materiale omdannes og N mineraliseres, det vil si at organiske forbindelser brytes ned og plantetilgjengelig nitrogen i form av ammonium og nitrat frigjøres. Undersøkelser viser at det har vært et synkende innhold av organisk materiale i kornområdene. Ensidige kornomløp og mildere klima er blant årsakene til det. Forhold som bidrar til oppbygging av moldinnholdet er blant annet vekstskifter med eng, bruk av husdyrgjødsel eller andre typer organisk gjødsel, samt høye avlinger som har stor rotmasse og gir mye planterester. Bruk av belgvekster vil ofte ha gunstig virkning på proteininnholdet året etter.

Har man lavt moldinnhold, blir gjødselbehovet større. Dette tar gjødslingsplanene hensyn til. Ved moldinnhold mellom 4,5 og 12 % er det ingen korreksjon av N-norm, men under 4,5 % anbefales en gradvis økning av N-gjødslinga med synkende moldinnhold. Endringer i moldinnhold skjer langsomt. Jordprøver gir svar på hva som er riktig moldklasse som forutsetning i gjødslingsplanlegginga.

## 8. Kald forsommer, lite og forsinket mineralisering

Hvor mye N som frigjøres fra reservene i jorda og dermed kan bidra til plantenes næringsforsyning avhenger som nevnt i punktet foran av moldinnholdet i jorda. I tillegg vil dette bidraget variere fra år til år, både med hensyn til mengde plantetilgjengelig N og når det frigjøres, avhengig av faktorer som temperatur og fuktighet. I mange år hadde vi prosjektet N-prognoser, der man hver vår tok ut jordprøver i de viktigste jordbruksområdene. Jordprøvene ble analysert for ammonium og nitrat, og statusen det aktuelle året ble sammenlignet med et normalnivå, definert som gjennomsnittet av tidligere år. Prosjektet ble avsluttet for noen år tilbake, argumentet var først og fremst at opplegget var kostnadskrevende, men også svakheten ved at metoden kun gir et øyeblikksbilde av situasjonen.

Både i 2014 og 2015 var forsommeren kjølig i hveteområdene, særlig i 2015 da hele vekstsesongen var kjølig. Det er grunn til å anta at bidraget av plantetilgjengelig N fra jorda var moderat i disse årene. Men om dette hadde noen stor innvirkning på proteinsituasjonen er usikkert. En forsinket mineralisering vil

kunne bidra positivt på proteininnholdet dersom frigjøringen skjer til seine vekststadier, der N-opptaket stimulerer proteinoppbyggingen.

### 9. Mye nedbør i foregående vekstsesonger

Etter høsting vil det være varierende mengder rest-nitrogen i jorda, nitrogen som plantene ikke har tatt opp. Dersom dette ikke går tapt til omgivelsene før plantene i den påfølgende sesongen tar det opp, så har dette betydning for næringsforsyningen. Både 2014 og 2015 etterfulgte vekstsesonger med mye nedbør. Dermed var det sannsynligvis begrenset med rest-nitrogen tilgjengelig. For høstvetete vil dessuten denne type rest-nitrogen i størst grad være et bidrag til næringsforsyningen etter såingen og etableringen om høsten. Det er derfor ikke sannsynlig at slike variasjoner i noen særlig grad påvirker proteinnivået.

### 10. Store avlinger i foregående vekstsesonger

Store avlinger gir ved tilpasset gjødsling god N-utnyttelse. Og i slike tilfeller vil det være lite rest-nitrogen som kan nyttes til etterfølgende vekst. 2015 kom etter et år med høye avlinger, så dette er ytterligere et forhold som tilsier lavt bidrag utover gjødsel-N i denne vekstsesongen. Uansett, av samme årsaker som omtalt under foregående punkt, er det lite sannsynlig at ulike mengder av denne type rest-nitrogen har særlig betydning for proteininnholdet.

## Oppsummering

Vær og vekstforhold er hovedårsaken til lavt proteininnhold i høstvetete de siste årene. Når mange av de viktigste faktorer som bidrar til lavt proteininnhold inntreffer i samme sesong er det vanskelig å oppnå dagens proteingrense for matkvalitet i høstvetete. Likevel er det nødvendig og nyttig å finne tiltak som kan bedre situasjonen ved lignende vekstsesonger i framtida.

Med dagens prising vil sorter som naturlig gir høyere proteininnhold kun være interessante dersom de i tillegg henger med avlingsmessig. Skal avlingsunderlegne sorter få et dyrkingsomfang som betyr noe, må dette løses gjennom en pris som motiverer til dyrking. På lengre sikt vil en kunne ha sorter med høyere, naturlig proteinnivå som følge av økt utnytting av høyprotein-gener og sterkere seleksjon for proteininnhold i kornforedlinga.

Gjødsling og proteininnhold i høstvetete handler først og fremst om nitrogen, hvor mye og når det tildeles. N-normen gir anbefaling om mengde N tilpasset et forventet avlingsnivå. Det foreligger ikke dokumentasjon pr. nå som tyder på at N-normen bør endres. Utfordringen er heller å tilpasse gjødslinga underveis i vekstsesongen til avlingsnivåer som avviker fra forventningene, samt å kompensere riktig med tilleggs-gjødsling for eventuelle N-tap. Her er det behov for videreutvikling av eksisterende og etablering av nye beslutningsstøtteverktøy.

Avslutningsvis må det presiseres at uansett kommer vi ikke nærmere enn å gjøre et mest mulig riktig tiltak basert på den informasjonen som det er mulig å ha ved gjødslingstidspunktet. Det vil alltid være situasjoner der man, med fasit i hånd, etter tresking kan si at gjødslinga og/eller annen dyrkingsteknikk burde vært annerledes.