



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Sådato og høstgjødsling til høsthvete

Betydning for plantenes frosttoleranse

NIBIO RAPPORT | VOL. 5 | NR. 103 | 2019



Anne Kari Bergjord Olsen, Annbjørg Øverli Kristoffersen
Divisjon for matproduksjon og samfunn, Avdeling korn og frøvekster

TITTEL/TITLE

Sådato og høstgjødsling til høsthvete. Betydning for plantenes frosttoleranse.

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Anne Kari Bergjord Olsen, Annbjørg Øverli Kristoffersen

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
17.09.2019	5/103/2019	Åpen	120010.12	18/01225
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02393-7	2464-1162	13		

OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

Landbruks- og matdepartementet, midler til kunnskapsutvikling, formidling og beredskap

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Anne Kari Bergjord Olsen

STIKKORD/KEYWORDS:

Høsthvete, sådato, gjødsling, frosttoleranse, overvintring

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Korn og frøvekster

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Økt dyrking av høstkorn er blitt pekt på som en av faktorene som kan bidra til økt norsk kornproduksjon. Forlenget vekstsesong og økt temperatur som følge av klimaendringer kan også bidra til å øke potensialet for norsk høsthvete-produksjon. Det er imidlertid behov for mer kunnskap om hvordan faktorer som såtid, gjødsling og vær- og vekstforhold om høsten påvirker plantenes etablering og overvintringsevne og hvordan anbefalte dyrkingsstrategier vil påvirkes av klimaendringer. Som en forstudie ble det høsten 2018 gjennomført et kasseforsøk for å undersøke hvordan en høstgjødsling med 3 kg N/daa, kombinert med to ulike såtidspunkt, påvirket plantenes vinterherding og frosttoleranse. Rapporten beskriver forsøket og diskuterer resultatene fra dette.

LAND/COUNTRY:

Norge

FYLKE/COUNTY:

Trøndelag

KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Steinkjer

STED/LOKALITET:

NIBIO Steinkjer

GODKJENT /APPROVED

Wendy Waalen

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Anne Kari Bergjord Olsen

NAVN/NAME

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Innhold

1 Innledning.....	4
2 Materialer og metode	5
3 Resultater og diskusjon	8
Litteratur	12

1 Innledning

Økt dyrking av høstkorn er blitt pekt på som en av faktorene som kan bidra til økt norsk kornproduksjon (Uhlen m.fl. 2017). Høsthvete har et høyere avlingspotensial enn vårhvete ettersom den starter veksten allerede om høsten og dermed også kommer tidligere i gang med veksten om våren enn vårhvete. Det høye avlingspotensialet bidrar til at høsthvete er en populær vekst blant korndyrkerne. I gjennomsnitt for årene 2001-2017 har arealet med høsthvete i Norge ligget på like under 231 000 daa (ssb.no). Økt temperatur og lenger vekstsesong som følge av klimaendringer (Hanssen-Bauer m.fl. 2015) kan bidra til å øke potensialet for dyrking av høsthvete ytterligere (Seehusen m.fl. 2016).

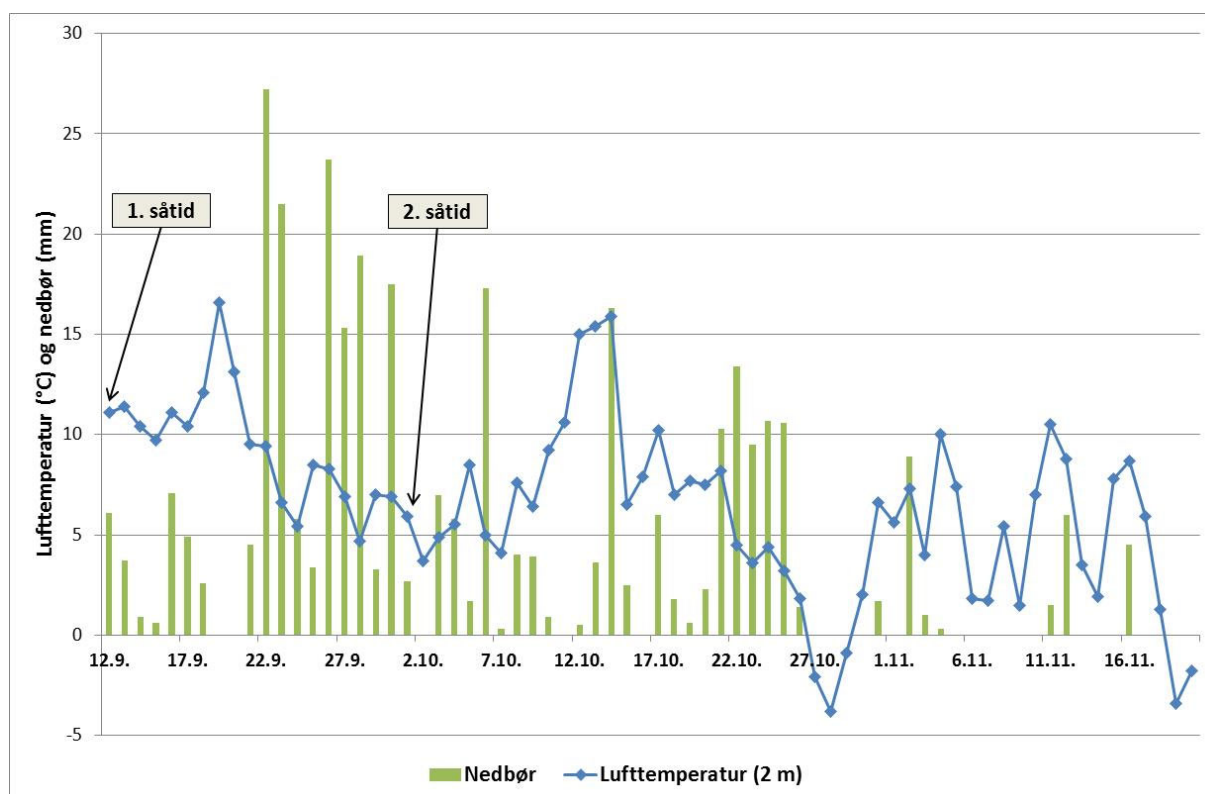
Plantenes vekstperiode om høsten er relativt kort og de har derfor ikke behov for så mye næring om høsten. Anbefaligene i forhold til høstgjødning har variert noe opp gjennom årene. Tidligere var det mest vanlig å anbefale en høstgjødning med ca. 3 kg N/daa. I dag regner en ofte med at høsthvete på jord med normalt god næringstilstand får den næringen den behøver før vinteren fra jordas reserver. På næringsfattig jord anbefales som tidligere en høstgjødning på ca. 3 kg N/daa i form av en fullgjødning med høyt innhold av P og K. Vi har imidlertid for liten kunnskap om hvordan såtidspunkt påvirker behovet for en høstgjødning. Høsthvete bør i følge dagens anbefalinger sås i perioden mellom 25. aug og 20. sept; tidligst i Trøndelag og de indre delene av Østlandet og senest i områdene rundt Oslofjorden. Værforholdene på sensommeren og tidlig høst har imidlertid stor innvirkning på reell såtid. I enkelte år blir høsten såpass regnfull at såinga forsinkes utover optimalt såtidspunkt. Dermed blir også plantenes vekstperiode om høsten forkortet. Prognoser fra fremtidige klimascenarier indikerer at dette er en situasjon som kan komme til å opptre oftere i årene framover (Hanssen-Bauer m.fl. 2015). Samtidig må en regne med at klimaendringer, gjennom økt temperatur, også vil påvirke fremtidige anbefalinger i forhold til såtid og gjødningbehov om høsten ved at vekstperioden om høsten forlenges.

Det er behov for mer kunnskap om hvordan en best kan tilpasse valg av såtidspunkt og gjødningsstrategi både til de rådende værforholdene i enkeltår og i møte med endrede klimaforhold. Som en forstudie ble det høsten 2018 gjennomført et kasseforsøk for å undersøke hvordan en høstgjødning, kombinert med to ulike såtidspunkt, påvirket plantenes vinterherding og frosttoleranse. Forsøket var støttet av Yara Norge AS, men hovedsakelig finansiert gjennom midler fra programmet Kunnskapsutvikling, formidling og beredskap ved Landbruks- og Matdepartementet.

2 Materialer og metode

I kasseforsøket ble det brukt jord fra et skifte ved NIBIO Kvithamar, Stjørdal som hadde ligget brakk, og følgelig ugjødslet, sommeren 2018. Det ble tatt ut en representativ jordprøve som ble sendt til analyse av næringsinnhold hos Eurofins. I tillegg ble en jordprøve frosset ned og senere analysert for innhold av mineralsk nitrogen ved NIBIO Apelsvoll.

Til forsøket ble det brukt 19 kasser av størrelsen 64 x 40 x 11 (høyde) cm. Hver av kassene ble sådd med ca. 120 såkorn av sorten Ellvis (beiset), hvilket tilsvarende anbefalt såmengde for høsthvete på 450 planter/m². Såkornet ble fordelt i fire ca. 2 cm dype sårader. Halvparten av kassene var ugjødslet, mens den andre halvparten av kassene ble gitt 3 kg N/daa i form av Yara Mila Fullgjødsel® 18-3-15. Gjødsla ble fordelt i tre rader mellom såradene som var litt dypere enn såradene. Forsøket inkluderte to ulike såtidene; kassene til 1. og 2. såtid ble gjødslet og sådd henholdsvis 12.9. og 1.10. Ved tidspunktet for 2. såtid var plantene fra 1. såtid kommet på ettblad-stadiet. Alle kassene ble satt utendørs på bakken slik at de fikk naturlige vekst- og herdingsforhold (Figur 1). Oppnådd varmesum fra såing og fram til plantene ble tatt inn for test av frosttoleranse den 20.11 var henholdsvis 478 og 299 døgngrader for 1. og 2. såtid. Til sammenligning var gjennomsnittlig varmesum (2000-2017) ved Kvithamar for de to samme periodene på henholdsvis 463 og 265 døgngrader. Som figur 1 viser var det såpass mye nedbør denne høsten at det ikke var nødvendig med ekstra vanning. Huller i bunn av kassene sørget for at overflødig vann ble drenert ut.



Figur 1. Gjenomsnittlig lufttemperatur (2 m) og sum nedbør per dag ved Kvithamar klimastasjon, Stjørdal fra første såtidspunkt og fram til tidspunkt for frysetest høsten 2018. Data fra Landbruksmeteorologisk Tjeneste (LMT), <https://lmt.nibio.no>.

Den 20.11 ble planter fra begge de to såtidene (4 kasser/såtid) tatt inn og testet for frosttoleranse. Plantene ble da tatt opp av jorda, vasket rene for jord, kuttet til 3 cm topp og 2 cm rot, og deretter lagt i metallskåler (10 planter/skål) med et lag fuktig sand under og over plantene (Figur 2). Metallskålene ble plassert i programmerbare fryseskap der temperaturen ble senket med 2 °C/t ned til -3 °C. Temperaturen ble deretter holdt på -3 °C i 12 timer for å sikre jevn innfrysing, før den ble senket videre med 2 °C/t ned til -19 °C. Ved fem utvalgte temperaturer (-11, -13, -15, -17 og -19 °C) ble det tatt ut to gjentak (skåler) á 10 planter for hver av de fire gjødsel x såtid-kombinasjonene. Plantene ved gjentak 1 hadde aldri vokst i samme kasse som plantene ved gjentak 2. Skålene ble deretter satt til opptining ved 2 °C til neste dag, før plantene ble plantet i torv og satt i veksthus ved 18 °C. Etter tre uker i veksthus ble antall døde og levende planter ved de ulike temperaturene registrert. Basert på registrert % overlevelse ved de ulike temperaturene ble det beregnet en LT_{50} -temperatur, dvs. den temperaturen der 50 % av plantene dør. For å være sikker på at det ikke var andre forhold ved testen enn selve fryse-behandlingen som tok livet av plantene, var det også med en kontroll-behandling der plantene fikk samme behandling som beskrevet ovenfor, men deretter ble holdt ved 2 °C så lenge de andre plantene var i fryseskapet. Også kontroll-plantene ble plantet i torv og satt ved 18 °C i veksthus samtidig med plantene fra fryseskapet. Ved registreringen av døde og levende planter etter tre uker i veksthus var alle kontroll-planter levende. En GLM toveis variansanalyse ble gjennomført i SAS for å undersøke hvorvidt såtidspunkt og gjødsling hadde en statistisk signifikant innvirkning på plantenes LT_{50} .



Figur 2. Plantene til frysetesten ble kuttet til 2 cm rot og 3 cm topp og lagt i metallskåler med et lag fuktig sand under og over plantene før frysing. Ill.foto: Anne Kari Bergjord Olsen

Ei uke etter frysetesten ble de siste 11 kassene tatt inn, og plantene ble klippet ved jordoverflaten. Plantematerialet ble tørket ved 60 °C og veid for bestemmelse av TS-biomasse. Plantematerialet ble analysert for innhold av 12 ulike næringsstoff ved Yara Megalab™. Ved 1. såtid ble det analysert to prøver pr. gjødselbehandling, der plantemassen ved de ulike prøvene hadde sin opprinnelse fra hver sine kasser. Plantene fra 2. såtid var for små til at det ble nok plantemateriale til to prøver pr. gjødselbehandling, og det ble derfor kun analysert én prøve av gjødslede og én prøve av ugjødslede planter fra denne såtida. En GLM enveis variansanalyse ble gjennomført i SAS for å undersøke eventuelle forskjeller i innhold av de ulike næringsstoffene mellom gjødslede og ugjødslede planter fra

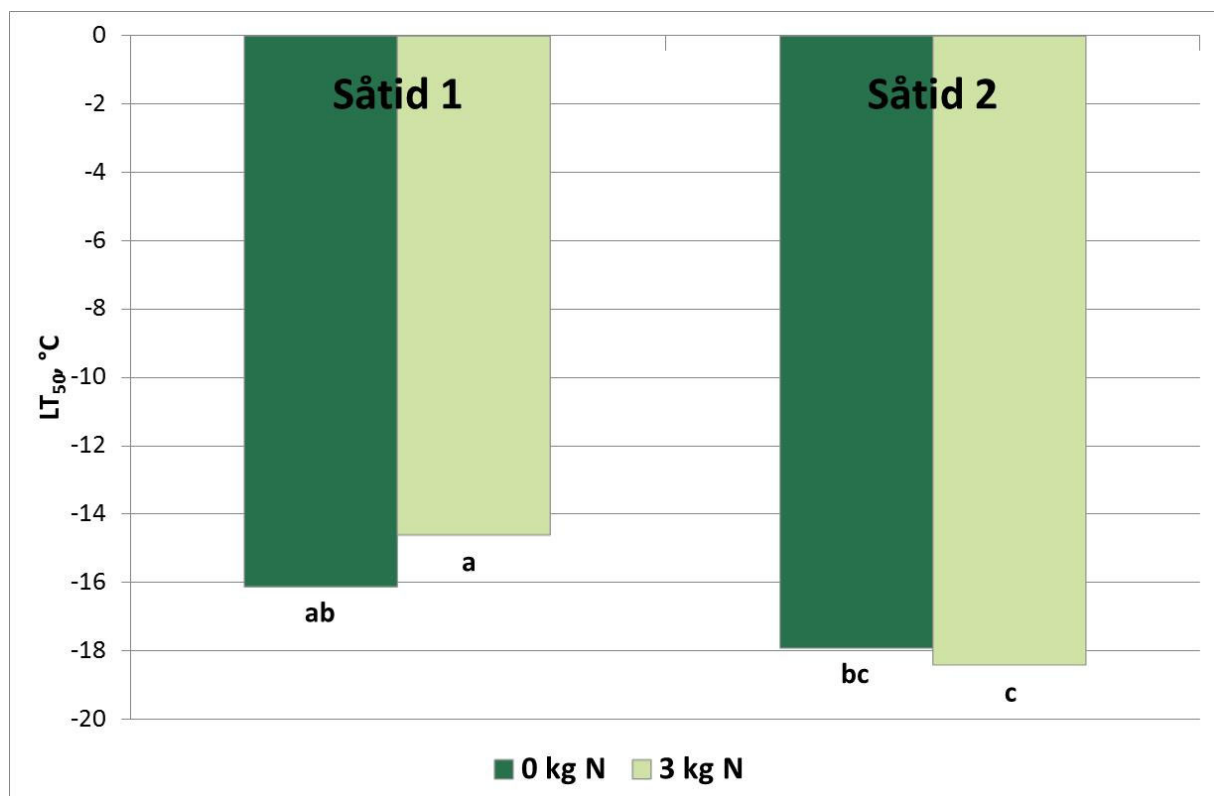
1. såtid. Ettersom det kun var analysert én prøve pr. gjødselbehandling fra 2. såtid, var det dessverre ikke mulig å gjøre en statistisk analyse verken av effekten av såtid eller effekten av gjødsling innenfor 2. såtid på plantenes næringsinnhold.

Resultatene fra frysetesten ble sammenlignet med simulerte LT_{50} -temperaturer fra modellen FROSTOL. FROSTOL simulerer den daglige utviklingen av frosttoleranse hos høstvetete fra såing og gjennom vinteren (Bergjord m.fl. 2008). Simuleringene var basert på daglige registreringer av jordtemperatur ved 5 cm dybde ved Kvithamar klimastasjon, Stjørdal (Landbruksmeteorologisk Tjeneste) og snødybde registrert ved Værnes klimastasjon, Stjørdal (Meteorologisk Institutt). For å kjøre modellen må man også legge inn en sortsspesifikk maksimalt oppnåelig LT_{50} -temperatur. Sorten Ellvis har som de fleste norske markedssortene av høstvetete god overvintringsevne og har i tidligere forsøk (Bergjord Olsen m.fl. 2017) fått estimert en maksimal frosttoleranse på -22 °C , som ble lagt inn modellen. Modellen ble kjørt med begge såtidene som utgangspunkt.

3 Resultater og diskusjon

Ved tidspunktet for frysetest var de gjødslede plantene fra 1. såtid på treblad-stadiet og hadde utviklet ett buskingsskudd, mens de ugjødslede plantene fra samme såtid hadde 2-3 blader og 0-1 buskingsskudd. Plantene fra 2. såtid, både gjødslede og ugjødslede, hadde 1-2 blader og ingen buskingsskudd ved tidspunktet for frysetesting.

Det var veldig små forskjeller mellom gjentak i forhold til andel overlevende planter ved de ulike minimums-temperaturene i frysetesten (max standardavvik $\pm 0,05$). Ut i fra % overlevelse ved de ulike minimums-temperaturene ble det estimert en LT_{50} -temperatur for plantene fra de to såtidene og gjødsel-behandlingene (Figur 2). Ved 1. såtid ble LT_{50} estimert til $-14,6$ og $-16,1$ °C for henholdsvis gjødslede og ugjødslede planter. Plantene fra 2. såtid hadde en høyere grad av frosttoleranse enn plantene fra 1. såtid ($p < 0,01$) med en LT_{50} på henholdsvis $-18,4$ og $-17,9$ °C for gjødslede og ugjødslede planter. Det var ingen statistisk signifikant forskjell i LT_{50} mellom de to gjødslingsbehandlingene, men det var en samspillseffekt mellom såtid og gjødsling ($p < 0,05$). Plantene som fikk 3 kg N/daa ved såing hadde en dårligere frosttoleranse ved 1. såtid enn ved 2. såtid, mens det for plantene uten gjødsel ikke var noen signifikant forskjell i LT_{50} mellom de to såtidene (Figur 2).



Figur 2. Estimert LT_{50} (°C) for høsthvete sådd enten 12.9 (såtid 1) eller 1.10 (såtid 2), med eller uten tilførsel av 3 kg N/daa ved såing. LT_{50} -verdiene er basert på resultat fra frysetest utført den 20.11. Ulik bokstav under søylene indikerer statistisk sikker forskjell.

Simulert utvikling av LT_{50} i modellen FROSTOL gav en frosttoleranse på samme nivå som resultatene fra frysetesten, men i motsetning til resultatene fra frysetesten var det her ingen forskjell mellom de to såtidene. Modellen estimerte en LT_{50} på $-17,6$ °C for begge de to såtidene ved tidspunktet for frysetesten (20.11). Tidligere forsøk gir heller ingen klare svar i forhold til hvordan såtidspunkt og plantenes størrelse og utvikling ved innvintring påvirker graden av frosttoleranse. I et høsthvete-

forsøk med to ulike såtidene i Uppsala, Sverige viste resultatene fra en frysetest utført i november ingen forskjell i LT_{50} mellom såtidene (Bergjord Olsen m.fl. 2017). Heller ikke Bridger m.fl. (1996) fant noen effekt av utviklingsstadium på graden av LT_{50} . I andre studier har imidlertid sent sådde og små planter vært mindre frosttolerante enn større planter (Rizza m.fl. 1994; Crosatti m.fl. 2008). Andrews m.fl. (1997) fant i sin studie av sammenhengen mellom såtidspunkt og frosttoleranse at frosttoleransen ble redusert både ved et veldig høyt (tidlig sådd) og et veldig lavt (seint sådd) antall akkumulerte døgngrader fra såing til innvintring. Disse forskjellene mellom ulike studier indikerer noe av kompleksiteten bak plantenes vinterherding. Vær- og vekstforhold i det enkelte år er den faktoren som i størst grad påvirker plantenes utvikling av frosttoleranse, men hvordan og i hvor stor grad andre faktorer som plantenes størrelse og næringstilstand påvirker vinterherdingen er mer uklart.

Frysetesten gir kun et øyeblikksbilde av hvor lav temperatur plantene tåler der og da. For å overleve gjennom en lang vinter må imidlertid plantene også ha opparbeidet seg store nok næringsreserver. Seint sådde og små planter vil ha langt mindre næringsreserver enn større planter og vil dermed være dårligere rustet mot vinteren, til tross for at de kan oppnå samme grad av frosttoleranse som større planter. Flere studier har vist en sammenheng mellom såtidspunkt og/eller plantestørrelse ved innvintring og registrert overlevelse våren etter der seint sådde og små planter har gitt svakere vinteroverlevelse enn større planter sådd innenfor anbefalt såtidsperiode (Pittman & Andrews 1961; Fowler 1982; Hömmö & Pulli 1993). I vårt kasseforsøk rakk plantene fra 2. såtid kun å utvikle 1-2 blader før innvintring og hadde en gjennomsnittlig råvekt på 0,04 g/plante (overjordisk plantemateriale), uavhengig av om de var gjødslet eller ikke. Til sammenligning hadde gjødslede og ugjødslede planter fra 1. såtid en gjennomsnittlige råvekt på henholdsvis 0,15 og 0,12 g/plante. Plantene fra 1. såtid ville med andre ord hatt mye større næringsreserver å tære på gjennom vinteren, og dermed også hatt større muligheter for å overleve, enn plantene fra 2. såtid, selv om plantene fra 2. såtid hadde en noe høyere grad av frosttoleranse i frysetesten. Samtidig bør heller ikke plantene bli for store i løpet av høsten. Dersom plantedekket i løpet av høsten blir veldig tett, øker risikoen for sterke angrep av snømugg, hvilket også bidrar til redusert vinteroverlevelse. Veldig tidlige såtidspunkt øker også risikoen for angrep av fritfluer etter oppspiring. Dette er også aspekter som bør tas hensyn til ved valg av såtidspunkt og gjødslingsstrategi om høsten, men som vi ikke hadde anledning til å studere i dette forsøket.

Tidligere studier har vist at utsatt såing også kan påvirke potensielt avlingsnivå selv om plantene overlever vinteren. I en norsk forsøksserie med ulike såtidene og såmengder fra 2014-2016 fant Waalen & Abrahamsen (2017) at antall skudd/m², både høst og vår, ble mer og mer redusert dess lenger såtidspunktet ble utsatt utover høsten. Kornplantene har imidlertid stor evne til å kompensere for et lavt antall skudd ved å øke antall korn/aks og/eller kornstørrelsen, og det var derfor først ved de seineste såtidene, der oppnådd varmesum fra såing fram til 1. desember var lavere enn 450 døgngrader (hovedsakelig såtidene fra slutten av september og seinere), en fant at avlingsmengden ble redusert. Det var ingen effekt av såtid på graden av overvintring i denne forsøksserien. Plantene fra 1. og 2. såtid i kasseforsøket ville oppnådd henholdsvis 502 og 323 døgngrader fra såing fram til 1.12. Ut fra resultatene til Waalen & Abrahamsen (2017) er det dermed rimelig å anta at plantene fra 2. såtid ville gitt lavere avling enn de fra 1. såtid om de hadde fått stå fram til modning, selv om en ikke hadde fått overvintringsskader.

Resultatene fra bladanalysen viste liten forskjell i innhold av ulike næringsstoff både mellom gjødslede og ugjødslede planter og mellom planter fra de to ulike såtidene (Tabell 1). Innholdet av næringsstoff lå stort sett over den oppgitte normen fra Aasen (1997), uavhengig av såtid og gjødselbehandling. Ved 1. såtid var det ikke statistisk sikker forskjell mellom gjødslede og ugjødslede planter for noen av de 12 ulike næringsstoffene. For 2. såtid var det ikke mulig å gjennomføre en statistisk analyse ettersom det kun var nok plantemateriale til å analysere én prøve per behandling.

Bladanalysene fra kasseforsøket kan indikere at N-gjødsling ikke er nødvendig verken ved normale eller seine såtidspunkt for å sikre plantene et tilfredsstillende N-innhold om høsten, men ettersom

disse analysene kun er basert på dette ene forsøket er det ikke mulig å trekke noen sikre konklusjoner. Hoel & Tandsæther (2003) og Bakkegard m.fl. (2003) fant i sine forsøksreier fra henholdsvis 1998-2002 og 2000-2002 en liten, positiv avlingseffekt av å gi 3 kg N/daa om høsten selv om graden av vinteroverlevelse var upåvirket. For å unngå at plantene prioriterer vekst og utvikling på bekostning av vinterherding, ønsker en imidlertid ikke at plantene får for stor N-tilgang om høsten. Ser man på tidligere gjennomførte studier finner man imidlertid både studier som konkluderer med redusert frosttoleranse som følge av for høy eller for lav N-tilgang (Tyler m.fl. 1981), og studier som ikke finner noen sammenheng mellom N-tilgang og grad av frosttoleranse (Gusta m.fl. 1999). Frysetesten som ble gjennomført i dette forsøket gav heller ingen klare konklusjoner i forhold til effekt av N-gjødsling på plantenes frosttoleranse. Samlet sett var det ingen statistisk signifikant forskjell mellom gjødslede og ugjødslede planter, men samspillseffekten mellom gjødsling og såtid indikerer likevel at en høstgjødsling bidrar til å redusere frosttoleransen når høstveten sås innenfor anbefalt såtid. Ved den litt seine 2. såtida hadde ikke gjødslingen noen innvirkning på oppnådd frosttoleranse. Kornplantene starter ikke næringsopptaket før på toblad-stadiet, og de senest sådde plantene, som kun hadde 1-2 blader ved tidspunktet for frysetesting, hadde dermed ikke rukket å nyttiggjøre seg noe gjødsel på det tidspunktet. Det er derfor ikke uventet at vi ikke ser noen effekt av gjødsling på LT_{50} ved 2. såtid.

Tabell 1. Innhold av ulike næringsstoff i bladprøver av Elvis høstvetete fra to ulike såtider, med og uten gjødsling, tatt ut 26.nov 2018, samt normalt innhold av næringsstoff i skudd av vårhete ved begynnende strekking, kuttet 5-8 cm over bakken (Aasen 1997).

	1. såtid		2. såtid		Norm
	3 kg N/daa	Ugjødslet	3 kg N/daa	Ugjødslet	
Nitrogen (%)	4,58	4,47	4,90	4,31	4,0 - 5,5
Fosfor (%)	0,55	0,50	0,60	0,62	0,35 - 0,60
Kalium (%)	4,04	3,79	3,47	3,27	3,3 - 4,5
Kalsium (%)	0,55	0,57	0,45	0,50	0,4 - 1,0
Magnesium (%)	0,16	0,16	0,18	0,19	0,20 - 0,35
Svovel (%)	0,41	0,37	0,43	0,41	0,2 - 0,5
Bor (ppm)	4,1	3,9	3,5	3,4	6 - 12
Kobber (ppm)	7,7	7,0	8,2	8,0	7 - 15
Jern (ppm)	925	876	682	680	50 - 250
Mangan (ppm)	87,5	64,5	54,8	47,5	40 - 150
Molybden (ppm)	1,58	1,84	0,97	1,48	0,10 - 0,30
Sink (ppm)	24,4	23,2	32,8	33,2	25 - 70

Dersom en skal gjødsle ved såing, har en tradisjonelt anbefalt å bruke en fullgjødsel med høyt P- og K-innhold med tanke på at K og P har en positiv innvirkning på henholdsvis frosttoleranse og nydannelse av skudd og røtter om våren (Aasen 1997). Hoel & Tandsæther (2003) fant imidlertid i sin forsøksreier fra 1998-2002 ingen effekt av P- og K-gjødsling om høsten på graden av vinteroverlevelse og ingen effekt av K og en svak, usikker effekt av P på avlingsnivå. I en forsøksreier med startgjødsling (NP 12-23) til høstvetete fra 2000-2002 ble det heller ikke funnet noen effekt av gjødselbehandling på vinteroverlevelse og ingen statistisk sikker effekt av startgjødsling på avlingsnivå (Bakkegard m.fl.

2003). Manglende utslag for P-gjødsling i de to forsøksseriene kan nok i stor grad forklares ved at alle forsøksfeltene lå på jord med middels til god P-tilstand (Kristoffersen & Øgaard 2019). For jordareal med lavere P-innhold har vi et langt mindre kunnskapsgrunnlag å basere gjødslingsanbefalingene på. Også for kasseforsøket indikerer jordanalysene at P-innholdet var tilfredsstillende (Tabell 2). Det samme gjaldt innholdet av K, Mg og Ca. Glødetapet på 7,7 % ligger innenfor det området der en sier at det ikke er behov for korrigerende av planlagt N-gjødsling, med andre ord verken veldig høyt eller veldig lavt. Jordas innhold av lett plante-tilgjengelig, mineralsk N var imidlertid lavt, med 93 µg NO₃-N og 209 µg NH₄-N/100 g tørr jord. Det tilsvarer ca 0,8 kg N/daa.

Dette forsøket må anses som et forprosjekt der antall ulike behandlinger som kunne inkluderes var begrenset. I forhold til spørsmålet om hvorvidt en bør høstgjødse høstveten eller ikke er det flere faktorer som bør tas hensyn til enn de vi har fått undersøkt her. Forskjeller i forhold til jordas næringsinnhold er allerede nevnt, men også valg av forgrøde og behandling av halm og planterester etter forgrøden vil påvirke behovet for høstgjødning. De strategivalg en gjør både i forhold til jordarbeiding, såtid og høstgjødning vil også ha betydning for risiko for tap av jord og næringsstoff til vann og luft. Dette er også et aspekt som bør inkluderes i seinere studier. Til tross for et begrenset forsøksopplegg så har forsøket gitt nyttige resultater og erfaringer. Samtidig understreker det også kompleksiteten og behovet for mer kunnskap i forhold til hvordan såtidspunkt, gjødsling og vær- og vekstforhold om høsten påvirker plante-etablering, frosttoleranse og vinteroverlevelse. Kanskje bør anbefalingene i forhold til såtid og gjødslingsstrategi endres som følge av klimaendringene? Dersom vi klarer å sikre god etablering og overvintring av høstvetete-åkeren, har vi også lagt et godt grunnlag med tanke på oppnåelig avlingsmengde og kan på den måten bidra til økt norsk kornproduksjon.

Tabell 2. Næringsinnhold og pH i jord brukt i kasseforsøket høsten 2018.

pH	P-AL ¹	K-AL ¹	Mg-AL ¹	Ca-AL ¹	Na-AL ¹	Glødetap ³	Syrel. K ¹	SO ₄ -S ²
6,1	7,3	9,5	13	230	3,2	7,7	150	1,1

¹ mg/100 g jord, ² mg/kg jord, ³ % tørrvekt

Litteratur

- Andrews, C.J., Pomeroy, M.K., Seaman, W.L., Butler, G., Bonn, P.C. & Hoekstra, G. 1997. Relationships between planting date, winter survival and stress tolerances of soft white winter wheat in eastern Ontario. *Canadian Journal of Plant Science* 77: 507-513.
- Bakkegard, M., Bergjord, A.K., Hoel, B., Tandsæther, H. & Weiseth, L. 2003. Startgjødsling til korn. *Planteforsk Grønn Forskning* 1-2003: 78-83.
- Bergjord, A.K., Bonesmo, H. & Skjelvåg, A.O. 2008. Modelling the course of frost tolerance in winter wheat. 1. Model development. *European Journal of Agronomy* 28: 321-330.
- Bergjord Olsen, A.K., Persson, T., de Wit, A., Nkurunziza, L., Sindhøj, E. & Eckersten, H. 2017. Estimating winter survival of winter wheat by simulations of plant frost tolerance. *Journal of Agronomy and Crop Science* 204: 62-73.
- Bridger, G. M., Falk, D. E., McKersie, B. D., & Smith, D. L. 1996. Crown freezing tolerance and field winter survival of winter cereals in eastern Canada. *Crop Science*: 36, 150–157.
- Crosatti, C., Pagani, D., Cattivelli, L., Stanca, A. M., & Rizza, F. 2008. Effects of growth stage and hardening conditions on the association between frost resistance and the expression of the cold-induced protein COR14b in barley. *Environmental and Experimental Botany*: 62, 93–100.
- Fowler, D. B. 1982. Date of seeding, fall growth, and winter survival of winter wheat and rye. *Agronomy Journal* 74: 1060–1063.
- Gusta, L.V., O'Connor, B.J. & Lafond, G.L. 1999. Phosphorus and nitrogen effects on the freezing tolerance of Norstar winter wheat. *Canadian Journal of Plant Science* 79: 191-195.
- 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 2015. KSS rapport 2/2015.
- Hoel, B. & Tandsæther, H. 2003. Høst- og vårgjødsling med P og K til høstkorn. *Planteforsk Grønn Forskning* 1-2003: 83-85.
- Hömmö, L. M., & Pulli, S. 1993. Winterhardiness of some winter wheat (*Triticum aestivum*), rye (*Secale cereale*), triticale (*x Triticosecale*) and winter barley (*Hordeum vulgare*) cultivars tested at six locations in Finland. *Agricultural Science in Finland* 2: 311–327.
- Kristoffersen, A.Ø. & Øgaard, A.F. 2019. Fosforgjødsling bestemt av P-AL. *NIBIO BOK* 5(1): 131-135.
- Pittman, U. J., & Andrews, J. E. 1961. Effect of date of seeding on winter survival, yield, and bushel weight of winter wheat grown in southern Alberta. *Canadian Journal of Plant Science* 41: 71–80.
- Rizza, F., Crosatti, C., Stanca, A. M., & Cattivelli, L. 1994. Studies for assessing the influence of hardening on cold tolerance of barley genotypes. *Euphytica* 75: 131–138.
- Seehusen, T., Waalen, W., Hoel, B., Uhlen, A.K., Persson, T. & Strand, E. 2016. Endret klima- effekter og behov for tilpasninger i norsk kornproduksjon. *NIBIO BOK* 2 (1): 14-17.
- Tyler, N.J., Gusta, L.V. & Fowler, D.B. 1981. The influence of nitrogen, phosphorus and potassium on the cold acclimation of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Canadian Journal of Plant Science* 61: 879-885.
- Uhlen, A.K., Børresen, T., Kværnø, S., Krogstad, T., Waalen, W., Strand, E., Bleken, M.A.,; Seehusen, T., Deelstra, J., Sundgren, T., Lillemo, M., Riley, H., Abrahamsen, U. & Øygarden, L. 2017. Økt kornproduksjon gjennom forbedret agronomisk praksis. En vurdering av agronomiske tiltak som kan bidra til avlingsøkninger i kornproduksjonen. *NIBIO Rapport* 3 (87), 47 s.

Waaen, W. & Abrahamsen, U. 2017. Såtid og såmengde i høstvetete – betydning av varmesum etter etablering om høsten. NIBIO BOK 4 (1): 123-129.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.