

Fakultet for anvendt økologi, landbruksfag og biovitenskap

Nikolai Skjelbred Mortensen

Bacheloroppgave

Nitrogenopptak i høsthvete: Analysemetoder og effekt på plantetetthet, avling og proteininnhold

Nitrogen uptake in winter wheat: Analysing methods and effects on plant density,
yield and protein content

Landbruksteknikk

2020

1. Forord

Denne oppgaven markerer avslutningen av min bachelorgrad ved Høgskolen i Innlandet. Gode studiemuligheter i et sterkt fagmiljø innen jordbruk og et nært og bra samarbeid med landbruksnæringen har vært det som har gjort min tid ved HINN veldig bra.

Et stadig høyere fokus på utnytting av ressurser og å kunne sikre gevinst av innsatsmidler i norsk landbruk var det som lå til grunn for temaet i oppgaven. I tillegg vil jeg nevne det å ta i bruk nye teknologiske hjelpemidler for å oppnå bedre resultater og å se på i hvilke områder burde man gjøre en innsats for god agronomi. Jeg har gjennom arbeid med denne oppgaven tilegnet meg ny kunnskap om temaene og fått en dyp forståelse for utførelse av feltforsøk.

En stor takk rettes til:

- Bernt Hoel og Tove Sundgren fra Yara Norge for godt samarbeid med utforming av forsøk og oppfølging gjennom hele prosessen.
- Svein Solberg fra HINN for veiledning og gode tilbakemelding i skriveprosessen.
- Norsk Landbruksrådgiving Øst for godt samarbeid ved gjennomføring av forsøket.
- Norsk Institutt for Bioøkonomi for analyse av forsøksfelt.

Blæstad, 25. juni 2020

Nikolai Skjelbred Mortensen

Norsk sammendrag

Jordas evne til å frigjøre nitrogen til plantene kan variere stort mellom år og skifter, og også innen skifter. Riktig tilført nitrogen-mengde vil bidra til økonomisk lønnsomhet for bonden, og forhindre tap av nitrogen til vann og luft. Et forsøksstudie ble innledet i samarbeid med Yara Norge der formålet var å undersøke om bildeanalyser kan brukes for å beregne nitrogenbehovet for høstvetete på et tidlig utviklingsstadium. Det ble også utført forsøk for å se om nitrogengjødsling kunne påvirke plantetettheten gjennom vekstsesongen. Forsøkene ble gjennomført ved 5 forskjellige felt, Fredrikstad og Våler i Østfold og Ås, Algarheim og Vormsund i Akershus. Det ble utført registrering med bildeanalyse ukentlig fra planten var ved buskingsstadiet til begynnende aksskyting. Registeringer av planteantall ble utført 3 ganger: ved vekststart om våren, etter 1. delgjødsling og etter 2. delgjødsling.

Resultatene viser at bildeanalyse kan brukes for å estimere gjødselbehovet for nitrogen på et tidlig utviklingsstadium og er et nyttig verktøy for å kunne tildele riktig nitrogen-mengde til høstveteteplantene. For utvikling i planteantall var det ingen forskjell mellom felt som hadde fått ulik mengde nitrogen, som tyder på at under de gitte forhold er det andre forhold enn nitrogen som regulerer plantetettheten. Bonden vil kunne bruke bildeanalyse som et nyttig hjelpemiddel for å kunne tildele rett mengde nitrogen. Har man en god plantetetthet og næringstilgang om våren vil ikke ekstra tildeling av nitrogen ha stort utslag.

Engelsk sammendrag (abstract)

The soil's ability to release nitrogen to plants can vary between years and fields, and also within fields. Optimal nitrogen fertilization is important for farmers' economy and for preventing nitrogen losses to water and air. A research was initiated in a partnership with Yara Norway with the aim to examine if image analysis could be an efficient tool in estimating the nitrogen fertilization need for winter wheat at an early growth stage. It was also performed a study to see if different amount of nitrogen has an impact on plant density throughout the season. The research was done at 5 different locations, Fredrikstad and Våler in Østfold and Ås, Algarheim and Vormsund in Akerhus. It was conducted registrations with image analysis weekly from the plant was at tiller stage to the heading stage. Registration of plant density was conducted at 3 times: growing start, after second fertilization and after last fertilization.

The results showed that image analysis can be used to determine the nitrogen fertilization need for winter wheat at an early growth stage and that this is an efficient tool to add the correct amount of nitrogen to the plants. Regarding plant density, we found that different amounts of nitrogen had no impact, which indicates that under the given conditions other factors than nitrogen is important for regulating the plant density. Image analyse will be an efficient tool to estimate the amount of nitrogen needed. With a high density of winter wheat and good nutrient status at the start of the season, extra nitrogen fertilization for a higher density have no effect.

Innholdsfortegnelse

1. FORORD	3
NORSK SAMMENDRAG	4
ENGELSK SAMMENDRAG (ABSTRACT)	5
2. INNLEDNING	8
3. MATERIALE OG METODER	12
3.1 FORSØKOMRÅDE OG OPPSETT.....	12
3.2 MÅLING AV NITROGENOPPTAK.....	13
3.3 REGISTRERING AV PLANTEANTALL	14
3.4 STATISTISKE ANALYSER	15
4. RESULTAT	16
4.1 SAMMENLIGNING AV BILDEANALYSE OG YARA N-SENSOR®	16
4.2 PROTEININNHOLD.....	17
4.3 AVLINGSNIVÅ	18
4.4 SKUDDUTVIKLING	19
5. DISKUSJON	20
6. KONKLUSJON	22
7. BIBLIOGRAFI	23
8. VEDLEGG	25
8.1 JORDPRØVER VED FORSØKSFELT	25
8.2 ZADOKS SKALA	25
8.3 FORSØKSPLAN	26
8.4 VÆROVERSIKT	27

2. Innledning

Helsedirektoratet sier i sine kostholdsråd: «Korn og kornprodukter er den viktigste basismatvaren i verden og bidrar med omtrent halvparten av kostens energiinnhold på verdensbasis» (Helsedirektoratet, 2011). Kornprodukter inneholder også vitaminer og mineraler, samt kostfiber. Hvete står i dag for 20 % av kaloriinntaket til mer enn 4,5 milliarder av verdens befolkning (Vigani, Dillen, & Rodriguez Cerezo, 2013). På verdensbasis produseres årlig 700 millioner tonn hvete og de nyeste tallene for 2019 viste 766,4 millioner tonn hvete produsert (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020). EU er den største produsenten av hvete og Kina produserer nesten like mye. Nord-Amerika produserer også 86 millioner tonn. Det meste av det land produserer av hvete brukes til egen befolkning. Av den totale mengde hvete produsert i verden blir 15 % eksportert til andre land (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020).

Norge har gått fra å produsere svært lite mathvete til å produsere 75% av den norske befolkningens forbruk i 2015 av hvete (Norske Felleskjøp, 2019). Norsk hvete blir produsert hovedsakelig på Østlandet, med Viken som største produksjonsområde med 66% (Landbruksdirektoratet, 2019).

Målsetningen for hvetedyrking i Norge er å øke selvforsyningsgraden. Et viktig tiltak er å få god nok kvalitet og hveten da kan brukes til mat. Dette kan være en utfordring i Norge som har et varierende klima som fører til stor variasjon i hveteavling og kvalitet. Det er flere parametere som må oppfylles for å få hvete godkjent for mat (*se tabell 1*) (Uhlen, 2001; Felleskjøpet Agri, 2019). Hvete som ikke når matkvalitet blir brukt til kraftfôrproduksjon til norske husdyr. Bonden får en lavere pris for hvete som går til denne produksjonen (Felleskjøpet Agri, 2019). Bonden ender da med et lavere dekningsbidrag og en lavere lønnsomhet siden man ofte legger inn samme mengde innsatsmidler i form av gjødsel og annen behandling som ved hvete som oppfyller mathvetekravene.

Utredninger fra Norges Miljø og Biovitenskapelige Universitet (NMBU) har vist at det ligger et potensiale til å øke kornavlingene i Norge med 25 % med forbedring i agronomiske vurderinger (Seehusen & Uhlen, 2020). Derimot viser statistikken at norsk kornareal har blitt redusert og avlingene har stagnert (Agrianalyse, 2020). Økte hveteavlinger vil kunne bidra til økt gevinst som kan investeres i jordforbedrende tiltak og teknologi som kan hjelpe for å øke avlingene ytterligere (Seehusen & Uhlen, 2020).

Tabell 1. Norske minimumskrav for mathvete hva gjelder proteininnhold, hektolitervekt (HL-vekt) og falltall (Felleskjøpet Agri, 2019).

Parameter	Minimumskrav
Proteininnhold	11,5 %
HL-vekt	78 kg
Falltall	< 200

Nitrogen er det viktigste næringsstoff for plantevekst. Det inngår i aminosyrer og er nødvendig for DNA i planten (Havlin, Tisdale, Nelson, & Beaton, 2013). Planten tar opp nitrogen i to former NH_4^+ (ammonium) og NO_3^- (nitrat) (Skøien, 2003). Tilføres nitrogenet i en annen form, som urea eller organisk nitrogen, må det skje en nitrifikasjon eller mineralisering til en av disse formene. I matjordlaget er nitrogen-innholdet i størrelsesorden 0.03-0.4% av den totale jordmassen (Skøien, 2003). Det aller meste, ofte rundt 95 % av nitrogenet er i organiske forbindelser som proteiner, aminosyrer og andre kompliserte forbindelser (Havlin, Tisdale, Nelson, & Beaton, 2013). Uten mineralisering er dette nitrogenet utilgjengelig for plantene.

Nitrogen til jord/plante-systemet kan komme inn på ulike måter. Dette kan skje gjennom biologisk nitrogenfiksering, ved hjelp av bakterier som lever i symbiose med planterøtter (Harun, 2020). Mange belgvekster får tilført nitrogen på denne måten (Hansen, de Boer, & Serikstad, 2013). Tilførsel skjer også gjennom tildeling av mineralgjødsel eller fra husdyr. En del av nitrogenet som blir tilført jorda blir bundet opp i det organiske materialet og noe går tapt (Skøien, 2003). Det skjer omdanning av nitrogen i jorda i forskjellige former. Mineralisering er prosessen der organisk nitrogen blir omgjort til uorganisk nitrogen. Den motsatte prosessen kalles immobilisering. Disse prosessene styres av mikroorganismer (Havlin, Tisdale, Nelson, & Beaton, 2013). Nitrifikasjon er også noe som kan skje. Da omdannes ammonium til nitrat (Havlin, Tisdale, Nelson, & Beaton, 2013).

Man har også prosesser som gjør at nitrogen forsvinner ut av jorda. Det kan skje gjennom opptak fra planter. Dette er denne type «tap» man ønsker av nitrogen fra jorda. Nitrogen kan forsvinne fra jorda gjennom fordamping av ammoniakk (NH_3). Det kan også lekke i form av nitrat (NO_3^-). Dette skjer av den grunn av at den er negativt ladet. De fleste jordkolloider er også negativt ladet, slik at nitrat ikke så lett kan bindes til jordkolloidene. Dermed kan nitrat

lett bli vasket ut. Dette gjelder særlig for lettere jord og ved overskudd av nedbør. Denitrifikasjon er den siste formen, det er en prosess der nitrat omdannes til nitritt, deretter nitrogenoksid som blir til nitrogendioksid (lystgass) eller ren nitrogengass som fordamper. Slike tap er størst i vannmettet jord med mye nitrat og lettomsattelig energi (Skøien, 2003) (Havlin, Tisdale, Nelson, & Beaton, 2013).

En viktig faktor for frigjøring og binding av nitrogen i jorda er C/N-forholdet man har. For å gi en netto frigjøring av nitrogen fra organisk materiale må forholdet mellom karbon og nitrogen i den organiske massen være under 25:1 (Havlin, Tisdale, Nelson, & Beaton, 2013). Mikroorganismer har da god nok tilgang på nitrogen til at de skjer en mineralisering der organisk nitrogen blir omdannet til plantetilgjengelig ammonium (Harun, 2020). Om forholdet mellom karbon og nitrogen er over 25:1 vil mikroorganismer begynne å ta av plantetilgjengelig nitrogen, også det vi har tilført som mineralgjødsel. Dette skjer fordi de da ikke finner nok nitrogen i det organiske materialet (Skøien, 2003). Dette kan i praksis skje ved nedmolding av store mengder halm eller ved tilførsel av husdyrgjødsel med store mengder flis eller halm.

Høsthvete er en hvetetype som er tilpasset å sås om høsten og overvintre som liten plante. Neste vår starter planten å vokse tidlig og tresking skjer om sensommeren eller tidlig høst. Avlingspotensialet og at det kan høstes tidligere enn vårhvete er noe av grunnen til at høstvetedyrkning har økt (Dieseth & Uhlen, 1998). Dette er en fordel for bønder som ønsker å få etablert en ny vekst på høsten mens det enda er lagelige forhold for god etablering og god overvintring. Såtidspunkt for høsthvete i Norge varierer mellom 1. september og 5. oktober (Waaen & Abrahamsen, 2018; Olsen & Kristoff, 2019). Dette tidspunktet bestemmes av geografisk plassering og forventet varmesum fra såing til innvintering (Waaen & Abrahamsen, 2018). Høsthvete er en vernaliserende plante. Det vil si at den trenger en kjølig periode med temperatur på 4-10 °C for å kunne utvikle en formerende del og gå over i en blomsterfase (Skaugen, 2009). De største problemene med høsthvete er at mange planter kan gå tapt grunnet overvintringsskader. Dette kan skje som følge av snømugg, særlig dersom det er en tett plantebestand og et langvarig snødekke, eller det kan skje som følge av frostsprengning. Næringsmangel kan også føre til økt overvintringstap (Waaen & Abrahamsen, 2018).

Behovet for tilført nitrogen i høsthvete kan variere stort på grunn av mange variabler som tidligere forklart. En viktig faktor som har betydning, er jordens frigjøring av nitrogen til plantene (Havlin, Tisdale, Nelson, & Beaton, 2013). Mineraliseringen kan variere fra år til år, fra skifte til skifte, og også innenfor et skifte (Skøien, 2003). Det pågår en utvikling av metoder som kan hjelpe gårdbrukere til å bedre vurdere behovet for nitrogen. Riktig tilført N-mengde vil bidra til økonomisk lønnsomhet for bonden, og forhindre tap av nitrogen til vann og luft (Havlin, Tisdale, Nelson, & Beaton, 2013). En fersk rapport fra Norsk institutt for bioøkonomi viser at man med bruk av presisjonsverktøy innen landbruket kan spare 380 tonn av nitratavrenning (Korsæth, Veidal, Asheim, & Lindgaard, 2019).

Det finnes mange metoder for nitrogenberegning. En av de er Yara N-sensor®, som beregner nitrogenbehovet gjennom en traktormontert sensor og program som kalkulerer behovet på et øyeblikk. Tove Sundgren (personlig kommunikasjon 26.03.2019) kunne fortelle at erfaringer gjort i Yara har vist at nitrogen tatt opp i høsthvete kan bestemmes gjennom bildeanalyse på tidlige utviklingsstadium, særlig ved å skille mellom grønn plantemasse og overflate uten plantedekke. En utfordring med denne metoden er at høsthvete ofte dekker jordoverflaten godt allerede tidlig på våren, og bruken av bilder til å bestemme nitrogenopptak og nitrogenbehov senere i sesongen er dermed begrenset. I nullruter er veksten så begrenset at selv ved utviklingsstadier 37-45 i Zadoks skala (ved strekningsvekst) er jorda fortsatt ikke fullstendig dekket av plantemasse. Yara Norge ønsker av den grunn å se om det er sammenheng mellom nitrogenopptak i nullruter bestemt i digitalbilder og nitrogenopptak bestemt med håndholdt Yara N-sensor®. Yara N-sensor® tar hensyn til både plantenes grønnfarge og biomassetetthet (Yara International ASA, 2019).

Gjennom samtaler med Bernt Hoel og Tove Sundgren i Yara Norge kom vi fram til at det var av interesse å se om bildeanalyse er en metode for å kunne anslå nitrogenbehovet når planten er på et tidlig vekststadium. En annen metode er telling av sideskudd av planter på våren for å kunne anslå behovet for nitrogen.

Vi kom fram til følgende hypoteser:

H1) Bildeanalyse gir sammenligningbare verdier som Yara N-sensor®

H2) Gjødsling har en effekt på plantetettheten.

3. Materiale og metoder

3.1 Forsøksområde og oppsett

Forsøksområdet var spredt på 5 gårder lokalisert i Sør-Øst-Norge. Disse lå i Fredrikstad og Våler i Østfold og Ås, Vormsund og Algarheim i Akershus. Alle felt unntatt Vormsund hadde hvetesorten KWS Ozon. Feltet på Vormsund var anlagt med hvetesorten Kuban. Alle forsøksfelt er administrert av Norsk Institutt for Bioøkonomi der de samarbeider med Yara Norge og Norsk Landbruksrådgiving. Yara Norge stilte med måleutstyr som undersøker nitrogeninnholdet i hvetepflanter ved bruk av håndholdt Yara N-Sensor®. Teknikere fra NLR som har blitt kurset i bruk av sensoren utførte målingene. Det ble tatt jordprøver av alle felt på våren. (se Vedlegg 8.1). Forsøksfeltene var randomiserte blokkforsøk. Dette er felt med 3 blokker og 11 gjødsledd i hver blokk. Alle gjødsledd er randomisert innenfor hver blokk. Det ble tildelt forskjellige mengder nitrogen i de 11 gjødsleddene. Disse feltene blir brukt som Nitrogen-prognosefelt, de ble da brukt som veileder for bønder for hvor mye nitrogen hvetepanter har tatt opp av nitrogen.

Tabell 2. Detaljert informasjon om sort, forgrøde og dato for såing, gjødslinger og høsting på de ulike forsøksfeltene.

Felt	Sted	Sort	Forgrøde	Så- dato (2018)	Vår- gjødsling (2019)	Første Delgj. (2019)	Andre Delgj. (2019)	Høste- dato (2019)
1.	Fredrikstad	KWS Ozon	Åkerbønne	31.08	12.04	29.04	11.06	26.08
2.	Våler i Østfold	KWS Ozon	Havre	02.09	08.04	29.04	11.06	21.08
3.	Ås	KWS Ozon	Åkerbønne	31.08	03.04	29.04	12.06	26.08
4.	Algarheim	KWS Ozon	Bygg	26.08	25.04	13.05	19.06	31.08
5.	Vormsund	Kuban	Bygg	29.08	29.04	13.05	19.06	27.08

Hele forsøksplanen besto av 11 ulike gjødsledd. Min del av arbeidet konsentrerte seg til kun tre av disse gjødsleddene; Ledd 1 med 0 kg N/daa, Ledd 2 med 14 kg N/daa og Ledd 6 med 26 kg N/daa. (For detaljer feltplan se vedlegg 8.3). Utvalget av gjødsledd ble gjort på bakgrunn av å kunne studere effekten av ulik mengde nitrogen hadde for utviklingen i planten.

Høsthvetesortene som er med i forsøket er KWS Ozon og Kuban. KWS Ozon er en tysk sort som er eid av KWS Lochow GmbH (Plantesortsnemnda, 2020). Den blir karakterisert som halvsen sort med høyt avlingspotensiale og god resistans mot gulrust og meldugg. Den har bra stråstyrke. Den har litt lavere proteininnhold enn sorter som Ellvis (Graminor, 2019). Kuban er en sort som ble godkjent i 2010 og foredlet i Sverige og eid av Syngenta Crop Protection AG (Plantesortsnemnda, 2020). Den karakteriseres som en halvsen sort, med høyt avlingspotensiale. Den har et relativt høyt proteininnhold. Den er god resistens mot gulrust og meldugg, men på grunn kort strå er den utsatt for smitte av Septoria (Graminor, 2019).

3.2 Måling av nitrogenopptak

Data til dette forsøket ble samlet på to ulike metoder (Yara N sensor og billedanalyse, se detaljert omtale nedenfor). Det ble gjort vurdering av værforhold før registrering da man ønsket jevne forhold under hele registreringer. Det kunne ikke være nedbør ved registrering, det ville gi feil verdier for dråper på blad vil sende feil refleksjon. Varierende sollys er en ulempe ved registrering som kan gi feil verdier. Selve registreringen startet fra rute 1 i første blokk til rute 15 i 3. blokk. Det ble tatt 4 bilder av hver rute.

Yara N-Sensor®

Yara N-Sensor er en optisk sensor som bestemmer nitrogenopptak i planter ved å måle reflektert lys i spesifikke bølgelengder fra vegetasjonen. Lysrefleksjonen måles i bølgelengder som er spesifikke for klorofyll og plantenes biomasse. Sammen med informasjon om plantart og utviklingsstadium beregnes et N-opptak i kg/ha (Yara International ASA, 2019).

Bildeanalyse

Innsamling av bilder til denne billedanalysen ble gjennomført på samme dager som målinger med håndholdt N-sensor ble gjennomført. Dette for å kunne sammenligne data under så like forhold som mulig ved måling. Bilder av ruter ble tatt rett over rutene med en høyde over bakken på 150 cm. Det ble gjennomført i samme rekkefølge som ved N-Sensor registrering, der man startet ved rute 1 i første gjentak og til siste rute i tredje gjentak. Det ble gjennomført av Nikolai Skjelbred Mortensen og Tove Sundgren fra Yara Norge.

Registrering med Yara N-Sensor® og bildeanalyse ble gjort ved vekststadier Z31, Z32, Z37, Z39, Z41 og Z45. (Se vedlegg 8.2 for Zadoks-skale)

3.3 Registrering av planteantall

Innsamling av data til skuddtelling ble gjennomført ved å merke opp 50 cm av to rader innen en forsøksrute (se Figur 2). Merketete rader ble plassert slik at skuddtelling kunne gjennomføres flere ganger gjennom sesong uten å skade forsøksruter ved telling. Antall planter innen oppmerket område ble telt manuelt og notert for hver rute.

Det ble gjort registreringer av skudd tre ganger over vekstsesongen ved feltene i Østfold og Ås og 2 ganger ved Vormsund og Algarheim. Første registrering ble gjort ved vekststart på våren 2019. Da var hveteplanten på vekststadiet Z29 på Zadoks skala. Plantene har da fått 9 sideskudd eller flere. 2. registrering ble gjort ved strekning på Z32, hveteplanten har da fått 2 ledd knuter og er i strekningsfasen. Ledd 2 og Ledd 6 hadde da fått tildelt henholdsvis 3 og 11 kg N/daa siden 1. registrering (se tabell 2). Siste registrering ble gjort etter aksestryking som er ved Z50. Akset er da mulig å se. Begge ledd hadde da fått 3 kg N/daa (se Vedlegg 3).



Figur 1 Oppmåling av område for skuddregistrering 5. april, felt 3 ved Ås.

3.4 Statistiske analyser

Dataverktøy brukt i denne oppgaven var Excel fra Microsoft.

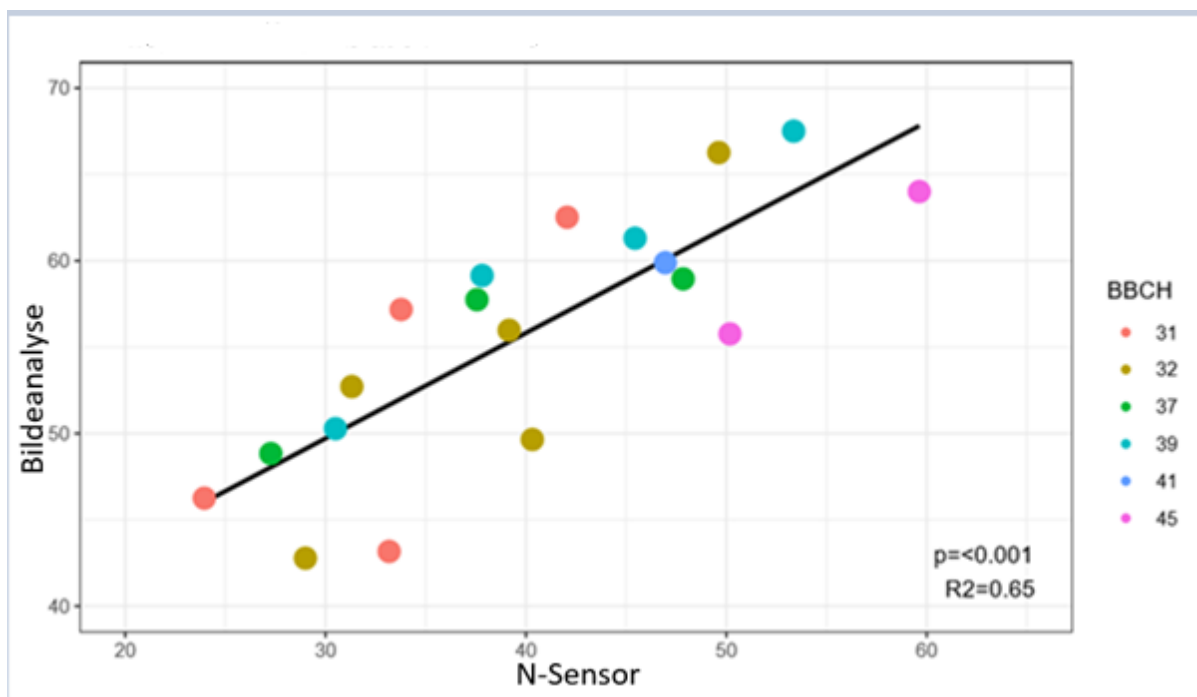
Det ble kjørt en regresjonsanalyse for å sammenligne resultatene fra bildeanalyse og Yara N-Sensor®. Stigningstall signifikant forskjellig fra 0. Punktene i figur består av snitt av resultatene fra de forskjellige feltene ved ulike vekststadier med 3 ruter som grunnlag for hvert punkt. For å finne ut om gjødselmengde hadde innvirkning på proteininnholdet ble enveis-ANOVA brukt. P-verdi under 0,05 ble regnet som signifikant. Figuren består av gjennomsnitt av tre gjødselledd med 15 ruter bak hver søyle. Det ble brukt T-test mellom gjødselledd for å se om mengde gjødsel på avling målt i kg/daa. P-verdi under 0,05 ble regnet som signifikant. Ved utvikling i plantetetthet ble det kjørt gjennomsnitt mellom gjødselleddene for å se utviklingen.

4. Resultat

4.1 Sammenligning av Bildeanalyse og Yara N-Sensor®

Vi ønsket her å se om det var sammenlignbare resultat mellom Bildeanalyse og Yara N-Sensor®. Figur 2 viser en sammenligning av analysemetodene. Data er fra ruter som har fått 0 kg nitrogen, fra alle forsøksfelt, men ved forskjellige vekststadium, her vist med forskjellige farger og hvor tallet refererer til Zadoks skala. Verdiene er oppgitt i antall kg nitrogen pr. hektar. Tanken bak denne sammenligningen er å finne ut om bildeanalyse kan brukes som et verktøy for beregning av nitrogenbehovet i høstvetepplanten. Her sammenlignet med Yara N-sensor® som man vet gir gode estimat for nitrogenopptak.

Vi fant en signifikant positiv korrelasjon mellom Bildeanalyse og Yara N-Sensor®. (stigningstall \pm 2SE: $0,939 \pm 0,286$; $R_2=0,65$; $p<0,001$).

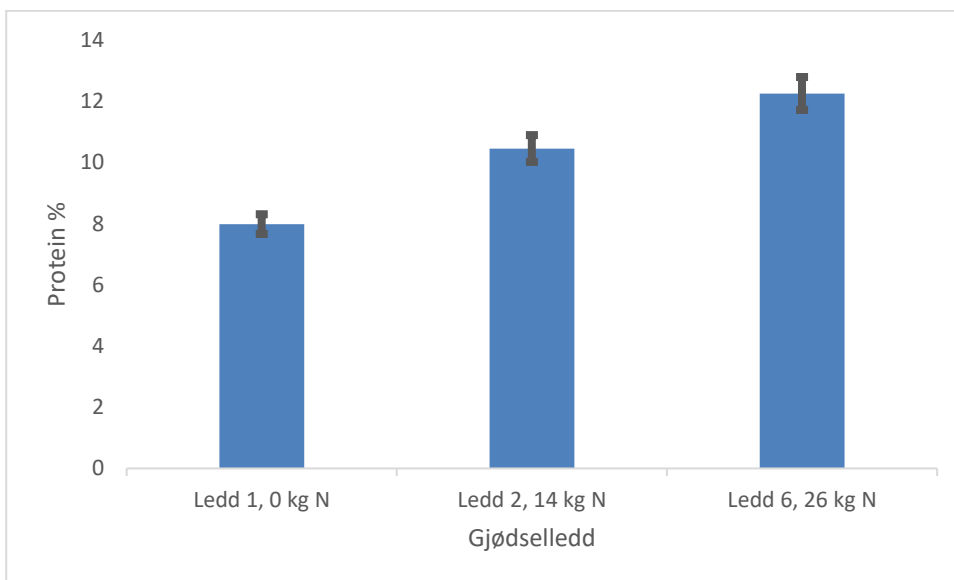


Figur 2 Sammenheng mellom bildeanalyse og sensor for måling av nitrogenopptak. Verdier er nevnt i kg pr. hektar.

4.2 Proteininnhold

Figur 3 viser proteininnholdet i hveten fra de forskjellige gjødselleddene. Data er samlet fra alle forsøksfelt. Figuren viser gjennomsnittet for 15 gjentak. Vi ønsket å se effekten av mengde nitrogen tildelt hadde på proteininnholdet i hveteplantene. Ledd 2 og Ledd 6 fikk ulik mengde nitrogen ved 1. delgjødsling. Ledd 2 fikk 3 kg N/daa og Ledd 6 fikk 15 kg N/daa. Ledd 1 fikk 0 kg N/daa. Kornmottaker stiller krav til et proteininnhold på 11,5% for at hveten skal oppnå matkvalitet.

Det var en signifikant effekt av gjødsel ($F_{1,28}=26,94$, $p<0,001$) på proteininnhold.

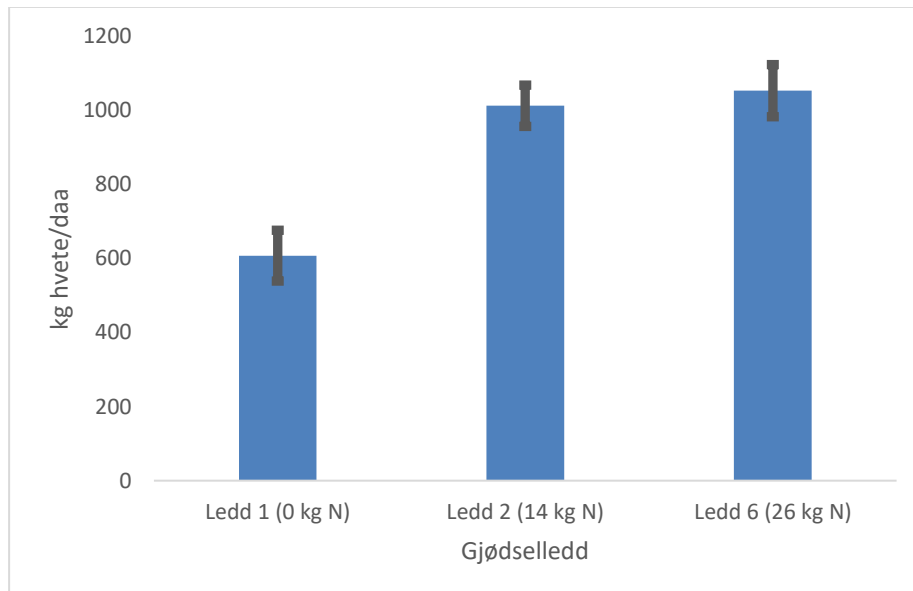


Figur 3 Gjennomsnittlig $\pm 2SE$ Proteininnhold i høsthvete med forskjellig mengde nitrogen

4.3 Avlingsnivå

Figur 4 viser mengde hvete de forskjellige gjødselleddene produserte målt i kilo pr. dekar. De var tildelt ulike mengder nitrogen (i kg/daa) i vekstsesongen: Ledd 1 fikk 0 kg N, Ledd 2 fikk 14 kg N og Ledd 6 fikk 26 kg N. Vi ønsket å se om mengde nitrogen hadde innvirkning på avlingsmengden. Ledd 2 og 6 fikk nitrogengjødsling fordelt på tre ganger, der de på 2. gjødsling fikk ulik mengde med 3 kg/daa for Ledd 2 og 15 kg/daa for Ledd 6.

Vi fant ingen signifikant forskjell mellom Ledd 2 og Ledd 6 ($t_{28} = -0,9$, $p = 0,372$). Vi fant signifikans mellom Ledd 1 og Ledd 2 ($t_{28} = -9,1$, $p < 0,001$), Vi fant signifikant forskjell mellom Ledd 1 og Ledd 6 ($t_{28} = -9$, $p < 0,001$).

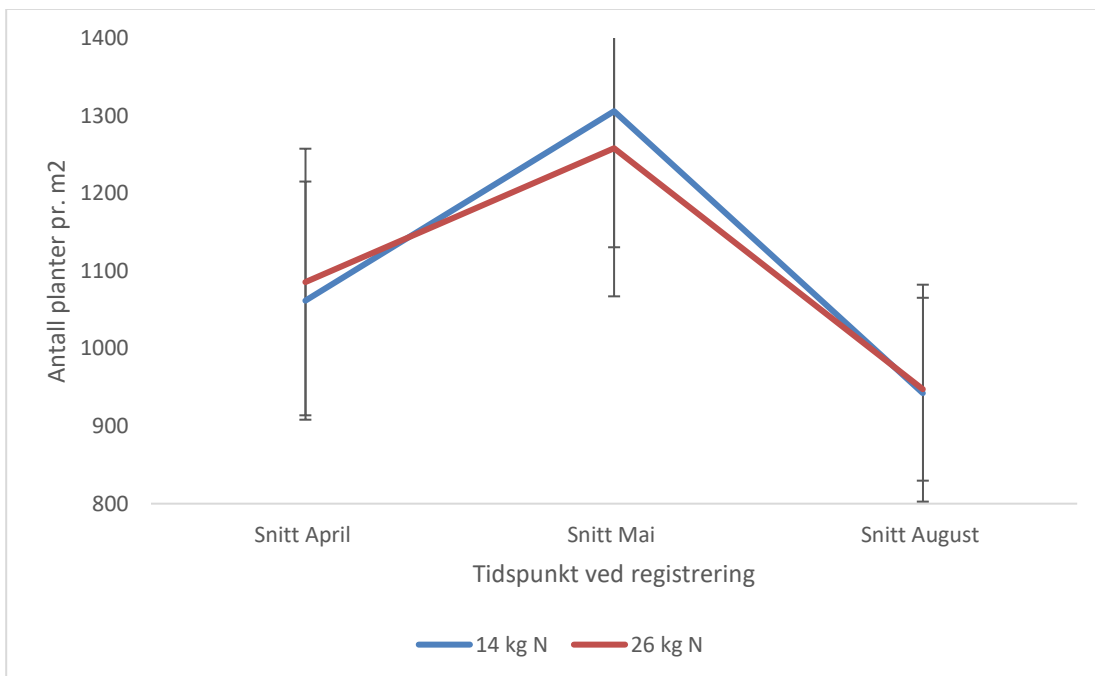


Figur 4 Gjennomsnittlig $\pm 2SE$ kg hvete pr. dekar.

4.4 Skuddutvikling

Figur 5 viser den gjennomsnittlige utvikling i hvetepanter pr. m² i ulike gjødselledd ved 3 tidspunkt i vekstsesongen. Det ble gjort registrering ved vekststart ved stadiet Z29 (bladstadiet), Z32 (strekingsstadiet) og etter Z59 (aksskyting). Vi ønsket å se hvordan antall planter utviklet seg ved ulik mengde nitrogentildeling. Det var gitt 14 kg N/daa og 26 kg N/daa gjennom vekstsesong fordelt på 3 tidspunkt. Linjene i figuren er gjennomsnitt av totalt 9 gjentak bak hver linje. Antall planter pr. m² ble 942 for Ledd 2 og 947 for Ledd 6 ved siste registrering.

Vi fant en gjennomsnittlig reduksjon i antall planter på Ledd 2 = 27,8 % og Ledd 6 = 24,7 %.



Figur 5 Gjennomsnittlig ($\pm 2SE$) skuddantall pr. m², April var planter i Z29, Mai i Z32 og August Z59.

5. Diskusjon

I denne oppgaven er det sett på om bildeanalyse var en god måte for å kunne beregne tildeling av nitrogen til høsthvete. Resultatene viser at bildeanalysemetoden kan brukes for å kalkulere tildeling av nitrogen. Det vi kan trekke ut av resultatet med bildeanalysemetoden er at sikkerheten svekkes med økning i bladverk. Dette var som forventet, noe som gjør bildeanalyse til et godt verktøy for å kunne beregne behov ved første delgjødning ved begynnende strekking. Resultatene viser da at bildeanalyse kan være et godt hjelpemiddel for å bestemme riktig tildeling for å sikre et godt resultat. Dette kan da være et enkelt og billigere alternativ om man ikke kan forsvare en investering av mer komplekse og kostbare analyseverktøy

En annen del av det som er blitt sett på er hvordan skuddantall utviklet seg gjennom vekstsesongen sett i sammenheng med mengde nitrogengjødsel. Resultatene viser at plantene havner på omtrent det samme antallet per kvadratmeter uavhengig av nitrogennivået. Det kommer tydelig fram at plantene har tetthet som styres av andre faktorer enn gjødselmengde. Ved å studere tallmaterialet kan man se at enkelte forsøksruter i samme gjødsselfelt ender på samme plantetetthet (antall skudd pr. m²) selv der det kunne være en differanse på 600 planter pr. m² ved første registrering. Dette viser at høstveteplantene har en god evne til å øke skuddantallet i løpet av våren. Det samme kan vi se senere i vekstsesongen, der noen felt var oppe i 1600 skudd pr. m² før aksskyting og reduserte ned til 1200 pr. m² etter aksskyting. God næringstilgang og spesielt nitrogen er viktig som nevnt av (Dieseth & Uhlen, 1998). Ifølge mine resultater derimot, ser det ut at dette ikke har en nevneverdig effekt. En sannsynlig årsak er rest-nitrogenet i jorda. Det var lave avlingsnivå i 2018, og som vedlegg 4 viser var det lite nedbør i 2018. Det kan da ligge mye ubrukt nitrogen i bakken som plantene kunne tatt opp. På grunn av de spesielle forholdene bør dette undersøkes nærmere, men i disse resultatene var plantetetthet ikke påvirket av nitrogengjødslingen.

En faktor for lønnsomhet i hveteproduksjon er at innholdet av protein er høyt nok for omsetning som mathvete. Resultatene i forsøket viser at gjødselmengde er viktig for å kunne oppnå proteinkravet. Dette er svært viktig for en sort som KWS Ozon, som ble brukt i 4 av 5 felt i dette forsøket, og som er en sort som ofte ikke gir et like høyt innhold av protein som andre sorter som Kuban og Ellvis (Waaen & Abrahamsen, 2018). Med god tilgang på nitrogen havner proteininnholdet så vidt over grensen på 11,5% ved den største mengden tildelt

nitrogen. Bruk av metoder som bildeanalyse vil være med å sikre at man oppnår et høyt nok proteininnhold.

Det ble ikke funnet signifikant forskjell mellom gjødselledd Ledd 2 og Ledd 6 i avling. Det var en differanse på 12 kg N/daa tildelt mellom disse leddene, så det var overraskende at det ikke ble statistisk sikre forskjeller i avling. Men man kan se av resultatene at null-ruten i forsøket hadde en gjennomsnittsavling på 600 kg/daa, noe som er uvanlig høyt. Dette tyder på at det var mye rest-nitrogen i bakken som var blir mineralisert og kunne tas opp av plantene. Som nevnt kan dette forklares med lavt avlingsnivå i 2018, og at det var lite nedbør i 2018 (se Vedlegg 4). Bruk av metoder som bildeanalyse vil være med å sikre at man oppnår et høyt nok proteininnhold. Ved gode forhold med høy grad av mineralisering fra jorden vil man med bildeanalyse unngå for sterk tildeling av nitrogen.

6. Konklusjon

Studiet viser at bildeanalyse er et verktøy som kan brukes til å estimere nitrogenbehovet til høsthveteplanten ved første delgjødsling når planten nærmer seg strekningsstadiet. Det er tydelig at høsthveteplanten har en ønsket plantetetthet og i våre forsøk viste plantetettheten seg å være uavhengig av nitrogen. Dette kan bero på vekstsesong året i forveien, som sannsynligvis ga mye restmengder av nitrogen i jorda og dermed maskerte effekten av gjødslingen på plantetetthet.

7. Bibliografi

- Agrianalyse. (2020). *Korn og konjunktur 2020*. Oslo: Agrianalyse.
- Dieseth, J. A., & Uhlen, A. K. (1998). *Kornkonpendium*. Ås: Landbruksforlaget.
- Felleskjøpet Agri. (2019). Kornguiden sesongen 2019/20. *Kornguiden sesongen 2019/20*, 8-9.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). *FAO Cereal Supply and Demand Brief*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Graminor. (2019, Januar 1). *Graminor.no*. Hentet fra Graminor.no: <http://graminor.no/sorter/korn/hosthvete/kwsozon/>
- Hansen, S., de Boer, A., & Serikstad, G. (2013). *Biologisk nitrogenbinding – belgvekster som kilde til nitrogen*. Ås: Bioforsk.
- Harun, D. (2020, April 1). Nitrogen and Sulfar. Murfreesboro, Tennessee , USA.
- Havlin, J., Tisdale, S., Nelson, W., & Beaton, J. (2013). *Soil Fertility and Fertilizers*. Pearson Education.
- Helsedirektoratet. (2011). *Kostråd for å fremme folkehelsen og forebygge kroniske sykdommer: metodologi og vitenskapelig kunnskapsgrunnlag*. Oslo: Helsedirektoratet.
- Korsæth, A., Veidal, A., Asheim, L., & Lindgaard, H. J. (2019). *Utbredelse og potensiell økonomisk og miljømessig nytteverdi med presisjonsjordbruk i Norge*. Ås: Nibio.
- Landbruksdirektoratet . (2019). *Produksjon og omsetning av økologiske landbruksvarer*. . Oslo: Landbruksdirektoratet.
- Norske Felleskjøp. (2019). *Prognose for tilgang av norsk korn for sesongen 2019/2020*. Lillestrøm: Norske Felleskjøp.
- Olsen, A. B., & Kristoff, A. Ø. (2019). *Sådato og høstgjødsling til høsthvete*. Steinkjær: Nibio.
- Plantesortsnemnda. (2020). *NORSK OFFISIELL SORTSLISTE*. Brumunddal : Mattilsynet.

- Seehusen, T., & Uhlen, A. (2020). *Analyses of Yield Gaps for the production of wheat and barley in Norway - Potential to increase*. Ås: Nibio.
- Skaugen, R. (2009). *Planteanatomi og plantefysiologi*. Steinkjær: Høgskolen i Nord-Trøndelag.
- Skøien, S. (2003). *Jordlære*. Oslo: GAN Forlag.
- Uhlen, A. K. (2001). *Kornkompendium del 3*. Ås: Landbruksbokhandelen.
- Vigani, M., Dillen, K., & Rodriguez Cerezo, E. (2013). *Proceedings of a workshop on «wheat productivity in the EU: determinants and challenges for food security and for climate change*. Brussel: EU.
- Waaen, W., & Abrahamsen, U. (2018). Såtid og såmengde i høstkorn - betydning av varmesum etter etablering om høsten. I E. Strand, *Jord og plantekultur 2018* (ss. 123-129). Ås: NIBIO.
- Yara International ASA. (2019, Januar 1). *yara.no*. Hentet fra Yara.no: <https://www.yara.no/gjoedsel/hjelpemidler-og-service/n-sensor/>

8. Vedlegg

8.1 Jordprøver ved forsøksfelt

Felt	Dato for uttak av prøve	Volumvekt Kg/l	pH	P-AL mg/100g	K-AL mg/100g	Mg-AL mg/100g	Ca-AL mg/100g	Na-AL mg/100g	Glødetap %TS
Fredrikstad	12.apr	1,2	6,5	13	17	34	200	3,2	5,4
Våler	08.apr	1,1	6,6	5	18	36	200	2,2	6,2
Ås	03.apr	1,1	6,5	9,9	13	18	140	2	7
Algarheim		1,1	6,1	5,2	12	12	68	< 1.75	4,7
Vormsund	10.apr	0,98	6,2	14	13	18	150	1,8	5,8

8.2 Zadoks skala

Utviklingsstadier for korn

Desimalskala for vekstutvikling i korn - BBCH skala/Zadoks skala

Kode	Beskrivelse	Kode	Beskrivelse
0 Spiring		5 Skyting (hovedskudd)	
00	Tørt frø	51	Begynnende skyting. Første småaks så vidt synlig
01	Begynnende svelling av frø	53	30 % av akset har skutt
03	Frøsvellingen avsluttet	55	50 % av akset har skutt
05	Frørøtter kommer frem fra frøet	57	70 % av akset har skutt
07	Koleoptilen kommer frem fra frøet	59	Aksskytingen fullstendig
09	Spiring, kimblad bryter gjennom jordoverflaten. 1. blad synlig i koleoptilen	6 Blomstring (hovedskudd)	
1 Bladutvikling (hovedskudd)		61	Begynnende blomstring
10	Første blad brutt frem fra koleoptilen	65	Full blomstringen, halvparten av småaksene har blomstret
11	Første blad helt utfoldet	69	Blomstringen ferdig
12	Andre blad helt utfoldet	7 Frø/kjerne utvikling	
13	Tredje blad helt utfoldet	71	Frøkapen er vannmoden, de første kjernene har nådd halv størrelse
19	Ni eller flere blad helt utfoldet	73	Tidlig melkestadium
	Buskingen begynner oftes etter stadie 13	75	Midt melkestadium, alle kjerner full størrelse, grønne
2 Busking, utvikling av sideskudd		77	Sent melkestadium
20	Begynnende utvikling av sideskudd	8 Modning	
21	Første sideskudd synlig	83	Tidlig deigstadium
22	Andre sideskudd synlig	85	Mykt deigstadium, avtrykk av en fingernekl i kjernen forsvinner igjen
23	Tredje sideskudd synlig	87	Gulmodent, avtrykk av fingernekl i kjernen forsvinner ikke
29	Ni eller flere sideskudd synlig	89	Fullmodent. Kjernene er harde og er veldig vanskelige å dele
3 Strekking (hovedskudd)		9 Visning	
30	Begynnende strekking av hovedskudd	92	Avmodning. Frøkapen er hard
31	Første leddknote synlig og kan kjennes 1 cm over vekstpunktet	93	Kjernene løsner frivillig fra akset
32	Andre leddknote synlig, minst 2 cm over første leddknote	97	Hele planten avmodnet, strå knekker og blad faller av
33	Tredje leddknote synlig, minst 2 cm over forrige leddknote		
34	Fjerde leddknote synlig, minst 2 cm over forrige leddknote		
37	Spissen av flaggbladet så vidt synlig (sammenrullet)		
39	Flaggbladet helt ute, bladørene synlige		
4 Aks- eller toppdannelse			
41	Flaggbladslira strekker seg		
44	Holken sveller		
47	Flaggbladslira åpner seg		
49	Første snerp synlig		

8.3 Forsøksplan

Forsøksplan 2019

	Type gjødsel	N, kg/daa	Type gjødsel	N, kg/daa	Type gjødsel	N, kg/daa	Tot N
	Vårgjødsling		Delgj. 1, Stadium 30-31		Delgj. 2, Stadium 49-55		
1	Opti-PK	0		0		0	0
2	Fgj 20-4-11	8	NS 27-0-0 (4)	3	NS 27-0-0 (4)	3	14
3	Fgj 20-4-11	8	NS 27-0-0 (4)	6	NS 27-0-0 (4)	3	17
4	Fgj 20-4-11	8	NS 27-0-0 (4)	9	NS 27-0-0 (4)	3	20
5	Fgj 20-4-11	8	NS 27-0-0 (4)	12	NS 27-0-0 (4)	3	23
6	Fgj 20-4-11	8	NS 27-0-0 (4)	15	NS 27-0-0 (4)	3	26
7	Fgj 20-4-11	8	NS 27-0-0 (4)	6	NS 27-0-0 (4)	6	20
8	Fgj 20-4-11	8	NS 27-0-0 (4)	9	NS 27-0-0 (4)	6	23
9	Fgj 20-4-11	8	NS 27-0-0 (4)	12	NS 27-0-0 (4)	6	26
10	Fgj 20-4-11	8	NS 27-0-0 (4)	15	NS 27-0-0 (4)	6	29
11	Fgj 20-4-11	8	NS 27-0-0 (4)	9	NS 27-0-0 (4)	Vurdering	8+9+?

Rute	Rk1.	Rk2.	Rk3.
1	Vern (101)	Vern (201)	Vern (301)
2	3 (102)	4 (202)	9 (302)
3	5 (103)	8 (203)	Vern (303)
4	11 (104)	2 (204)	1 (304)
5	10 (105)	9 (205)	Vern (305)
6	6 (106)	3 (206)	4 (306)
7	2 (107)	6 (207)	5 (307)
8	4 (108)	11 (208)	2 (308)
9	9 (109)	Vern (209)	7 (309)
10	Vern (110)	1 (210)	6 (310)
11	1 (111)	Vern (211)	10 (311)
12	Vern (112)	7 (212)	3 (312)
13	8 (113)	10 (213)	11 (313)
14	7 (114)	5 (214)	8 (314)
15	Vern (115)	Vern (215)	Vern (315)

8.4 Væroversikt

Gjennomsnittstemperatur og mengde nedbør for 2018

Måned	Temperatur gj.snitt	Normal	Avvik	Nedbør totalt mm	Normal mm
<u>Januar 2018</u>	-2,3°	-4,8°	2,5°	87,7	49,0
<u>Februar 2018</u>	-4,7°	-4,8°	0,1°	56,7	35,0
<u>Mars 2018</u>	-3,5°	-0,7°	2,8°	23,2	48,0
<u>April 2018</u>	5,2°	4,1°	1,1°	30,3	39,0
<u>Mai 2018</u>	15,1°	10,3°	4,8°	34,2	60,0
<u>Juni 2018</u>	17,0°	14,8°	2,2°	85,8	68,0
<u>Juli 2018</u>	20,5°	16,1°	4,4°	29,4	81,0
<u>August 2018</u>	15,5°	14,9°	0,6°	55,4	83,0
<u>September 2018</u>	12,2°	10,6°	1,6°	128,8	90,0
<u>Oktober 2018</u>	6,8°	6,2°	0,6°	44,3	100,0
<u>November 2018</u>	3,0°	0,4°	2,6°	134,0	79,0
<u>Desember 2018</u>	-1,8°	-3,4°	1,6°	84,8	53,0

Gjennomsnittstemperatur og mengde nedbør for 2019

Måned	Temperatur gj.snitt	Normal	Avvik	Nedbør totalt mm	Normal mm
<u>Januar 2019</u>	-4,2°	-4,8°	0,6°	25,6	49,0
<u>Februar 2019</u>	0,2°	-4,8°	5,0°	97,4	35,0
<u>Mars 2019</u>	1,8°	-0,7°	2,5°	83,7	48,0
<u>April 2019</u>	7,7°	4,1°	3,6°	19,3	39,0
<u>Mai 2019</u>	9,7°	10,3°	0,6°	111,1	60,0
<u>Juni 2019</u>	14,5°	14,8°	0,3°	126,3	68,0
<u>Juli 2019</u>	17,0°	16,1°	0,9°	52,2	81,0
<u>August 2019</u>	16,2°	14,9°	1,3°	101,2	83,0
<u>September 2019</u>	11,0°	10,6°	0,4°	184,3	90,0
<u>Oktober 2019</u>	5,0°	6,2°	1,2°	128,2	100,0
<u>November 2019</u>	0,2°	0,4°	0,2°	133,5	79,0
<u>Desember 2019</u>	0,0°	-3,4°	3,4°	70,5	53,0

