

# Presisjonsdelgjødsling i Grindstad timoteifrøeng ved bruk av CropSAT

John Ingar Øverland<sup>1</sup> & Lars T. Havstad<sup>2</sup>

<sup>1</sup>NLR Viken, <sup>2</sup>NIBIO Korn og frøvekster

john.ingar.overland@nlr.no

## Innledning

I timoteifrøeng anbefales det å dele nitrogengjødslingen om våren i frøårene med hoveddelen ved vekststart og en behovsprøvd del ved begynnende strekningsvekst (BBCH 31) (Havstad 2020). Siden 2003 har bruk av Yara N-tester vært anbefalt for vurdering av N-behovet ved delgjødsling i sorten 'Grindstad' (Havstad & Stanton 2003). Seinere forsøk har vist at Yara N-tester også kan brukes ved delgjødsling i 'Lidar' (Øverland & Havstad 2016). Yara N-testeren gjør en indirekte måling av nitrogeninnholdet i plantene ved å måle klorofyllinnholdet. Høy N-testerverdi angir høyt N-innhold, mens tilsvarende lavere N-testerverdier angir lavere N-innhold.

Til hjelp med delgjødslingen i kornproduksjonen har traktormonterte N-sensorer, hovedsakelig Yara N-sensor, vært i bruk i Norge siden 1999. N-Sensoren bestemmer nitrogenbehovet ved å måle det reflekterte lyset i forskjellige bølgelengder fra vegetasjonen, avhengig av plantens klorofyllinnhold og biomasse. En forutsetning for å kunne bestemme opp tatt N-mengde i plantene er at N-sensoren er kalibrert for veksten. Mens en traktormontert N-sensor er en relativt stor investering, har utviklingen og bruken av ny teknologi i landbruket gitt flere muligheten til å benytte variabel gjødsling. GPS-styring av traktormonterte redskaper kombinert med satellittbaserte biomassekart gir en rimeligere inngangsbillett til presisjonsgjødsling. Så langt har mye av utviklingen vært knyttet opp mot de arealmessige store vekstene som korn. Med bakgrunn i erfaringene med N-tester i timoteifrøeng er det ønskelig å se om satellittbaserte biomassekart kan kombineres med Yara N-tester og Yara N-sensor for variabel gjødsling i frøeng.

Det webbaserte systemet CropSAT (<https://cropsat.com/no/nn-no>) produserer biomassekart på grunnlag av satellittbilder, der kartet viser variasjon i biomasse med en oppløsning i felt ned til 10 m x 10 m. På grunnlag av biomassekartene kan CropSAT pro-

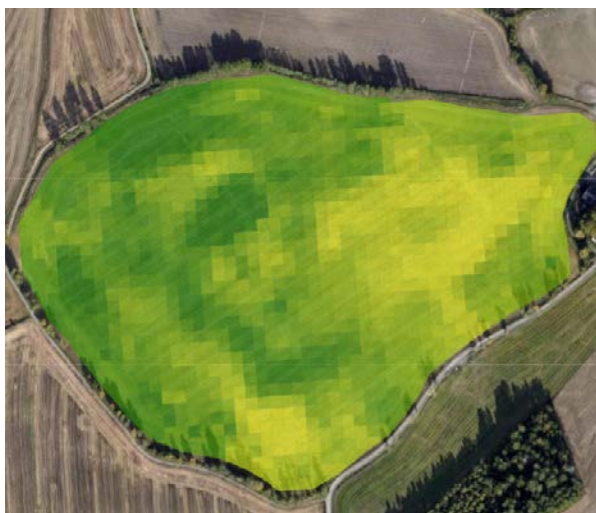
duere styrefiler til traktorsprederen for variabel gjødsling. Brukeren må selv velge hvilken gjødselmengde som skal tildeles på de forskjellige arealene. Grunnlaget for tildelingen kan være N-testermålinger som er gjort på områder med forskjellig biomasseindeks. CropSAT-nettsidene, som ble utviklet i Sverige, driftes i dag av Dataväxt og er tilgjengelig i en rekke land. I tillegg har Yara lansert sitt eget satellittbaserte system, Atfarm, som også kan lage styrefiler for variabel gjødsling i åker og eng. I Atfarm benyttes de samme algoritmer (modellberegninger) som Yara har i sin Yara N-sensor.

I dette forsøket ønsket vi å undersøke om variabel delgjødsling av timoteifrøeng ut fra plantenes behov, basert på CropSAT-biomassevurderinger og N-tester målinger, kan gi bedre utnyttelse av den tilførte gjødsla sammenlignet med dagens praksis med lik delgjødsling (samme N-mengde) på hele arealet. Siden NLR har tilgang til en bærbar Yara N-sensor var det også ønskelig å prøve denne i forsøket. Feltarbeidet ble gjennomført av NLR Viken mens frørensing og analyser ble gjort hos NIBIO Landvik. Arbeidet støttes økonomisk av Norsk Frøavlslag.

## Metode

Prøvefeltet ble anlagt i ei førsteårseng av Grindstad timotei i Sandefjord. Arealet, som totalt var på 120 daa, ble grunngjødslert 27. mars med 5,7 kg N/daa i form av Flex 19-1-4, mens delgjødslingen, både med fast og variabel mengde i form av Opti-NS<sup>TM</sup> 27-0-0 (4S), ble utført 21. mai. Hele arealet, uansett delgjødslingsstrategi, ble vekstregulert med 265 ml Cycocel 750 den 26. mai og 33 ml Moddus M den 3. juni.

For å sammenligne delgjødsling med fast og variabel N-mengde ble timoteifrøenga delt i to deler, henholdsvis på 70 (A) og 50 daa (B) (bilde 3). I begge delene av frøenga var det områder med lav, middels og høy biomasseindeks. Disse områdene ble funnet og koordinatfestet ved å benytte CropSAT-kart fra



**Bilde 1.** CropSAT 7. mai 2020. De lyseste (gule) feltene viser arealer med lavest biomasseindeks og de mørkegrønne høyest biomasseindeks. Rutestørrelsen i feltet er 10 m x 10 m.

7. mai (bilde 1), som var siste tilgjengelige satellittbilde før delgjødslingsstidspunktet. Biomasseindeksen varierte fra 0,358 til 0,506.

Ved spredning av gjødsel med sentrifugalspreder overlappes det fra et kjørespor til det neste, og det er av den grunn viktig at tildelingsrutene er store nok slik at en unngår at gjødsel feilaktig blir spredd inn fra naborutene. For å oppnå store nok ruter ble CropSAT-kartet behandlet i GIS-programmet «QGIS» (<https://qgis.org/en/site/>) slik at de fem nivåene fra CropSAT ble delt inn i følgende tre nivåer: (1) Lav indeks: 0,358-0,407, (2) middels indeks: 0,407-0,457 og (3) høy indeks: 0,457-0,506 (bilde 2).

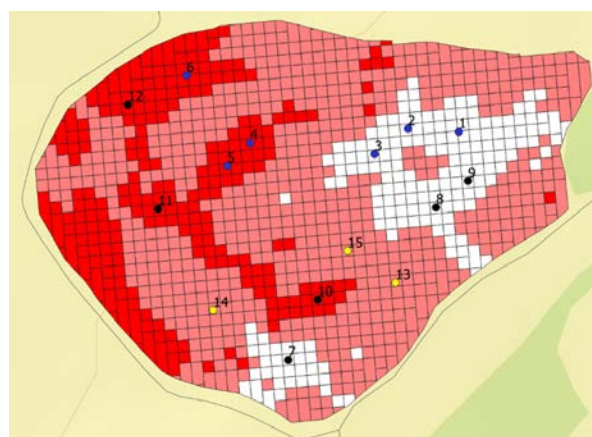
Ved delgjødslinga den 21. mai ble det på området med fast delgjødslingsnivå (A) benyttet en lik N-mengde på 3,5 kg N/daa uavhengig av biomasseindeks. Dette gjødslingsnivået ble fastsatt med basis i N-testermodellen (Havstad & Stanton 2003) og den gjennomsnittlige verdien av N-tester-målingene på rutene med middels indeks (2), som var 342. Siden gjødslingsnivået var likt på hele området førte det til at rutene med middels indeks (2) fikk «riktig» gjødsling i forhold til N-testerverdi, mens rutene med lav (1) og høy (3) indeks tilsvarende fikk henholdsvis for svak eller for sterk gjødsling.

På området med variabel gjødsling (B) ble N-gjødsla tildelt ut fra N-testermodellen, i henhold til de målte N-tester verdiene, slik at arealer med lav indeks fikk sterkest N-gjødsling og arealer med høy indeks fikk svakest N-gjødsling. Gjødselmengden varierte av den

grunn fra 2,5 til 5,5 kg N/daa, i gjennomsnitt 3,7 kg N/daa for hele området.

I utgangspunktet var det, både ved fast og variabel delgjødsling, tenkt å utføre registreringer på tre målepunkter for hvert av de tre indeks-nivåene, dvs. totalt 18 målepunkter (2 delgjødslingsstrategier x 3 indeks-nivåer x 3 målepunkter). Men siden gjødslingsnivået på rutene med middels indeks (2), både ved fast og variabel delgjødsling, skulle gjødsles likt (3,5 kg/daa) iht. til N-testermålinger, ble det valgt at disse skulle være felles for begge delgjødslingsstrategiene (bilde 2). Antall målepunkter/småruter ble dermed redusert til 15 stk.

På hvert av de 15 målepunktene ble det like før delgjødsling (20. mai) utført målinger både med Yara N-tester og Yara N-sensor. I tillegg ble tørrstoffavlingen bestemt på et areal på 0,25 m<sup>2</sup>. Prøver av tørrstoffavlingene ble senere NIR-analysert for N-innhold (%) hos Ofotlab, og ut fra disse målingene ble det beregnet opptatt nitrogenmengde/daa. Ved frøhøsting (23. juli) ble det klippet ca. 100 frøtopper for bestemmelse av vekt og lengde pr. frøtopp, og det ble frøhøstet ei rute på 1 m<sup>2</sup> for avlingskontroll. Etter frørensing ble tusenfrøvekta av det rensa frøet bestemt for hver kontrollrute.



**Bilde 2.** CropSAT-bilde forenklet i GIS-programmet QGIS hvor hvite felter har lavest biomasseindeks (1), rosa felter middels biomasseindeks (2) og røde felter høyest biomasseindeks (3). Tallene angir de koordinatfestede punktene hvor det ble gjort måling med N-tester, N-sensor, tørrstoffavling ved BBCH 31 og senere frøavlingskontroll. Svarte punkter ligger i områder med fast gjødsling (A), blå i punkter med variabel gjødsling (B), mens gule punkter tilsvarer områder med middels biomasseindeks og middels gjødsling (dvs. felles punkter for de to gjødslingsstrategiene).

## Resultater og diskusjon

### Status ved delgjødsling

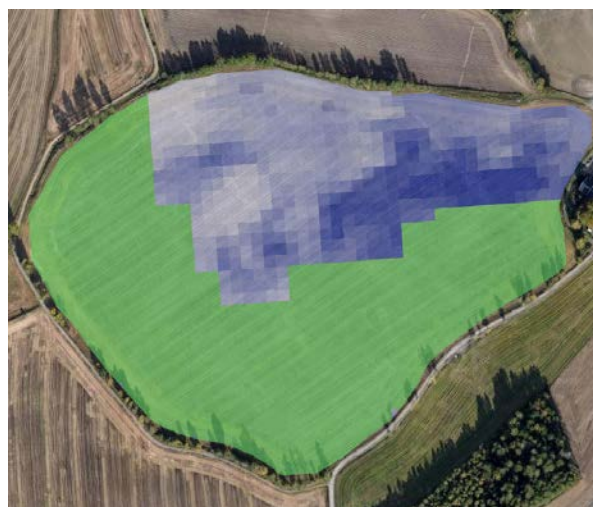
Ved delgjødsling var CropSAT-indeks 1 og 3 noe lavere på rutene med fast (A) enn med variabel gjødsling (B), noe som gav seg utslag i lavere N-tester-verdier og mindre produsert plantemasse på disse rutene (ledd A1 vs. B1 og ledd A3 vs. B3). Verdiene for rutene med middels CropSAT-indeks (2) ble som ønsket liggende mellom verdiene for lav og høy indeks både ved fast (A2) og variabel (B2) gjødsling (tabell 1).

N-sensoren er enda ikke kalibrert for timoteifrøeng, og siden det ble benyttet samme modell som for gras til slått ved første høsting, er det naturlig at det var noe avvik mellom N-opptaket/daa, basert på tørrstoffavlingene og planteanalysen, og N-opptaket som ble målt med N-sensoren (tabell 1). Resultatene viser imidlertid at N-sensoren fanget opp de samme variasjonene en fikk ved å analysere timoteiplantenes N-innhold, dvs. lavest N-opptak ved lavest indeksverdi og høyest opptak ved høyest indeksverdi, uansett delgjødslingsstrategi.

Målingene gjort ved delgjødsling (tabell 1) viste altså at et satellittbasert biomassekart som CropSAT klarer å fange opp variasjonene i timoteifrøenga. Både N-testerverdier, tørrstoffavlinger og N-sensormålinger samsvarer godt med nivået på indeksverdiene på arealet. Imidlertid forteller ikke et biomassekart om

årsaken til variasjonen på arealet, som kan skyldes forskjell i gjødselopptak, plantetetthet, tørkeskade, sjukdomsangrep etc. Vi kan derfor ikke erstatte en vurdering ute i marken med et bilde tatt fra satellitt, men det kan være en god hjelp for å finne områder som bør undersøkes nærmere, før en tar beslutning om hvilken gjødselmengde som skal benyttes.

I frøenga hvor prøvingen ble gjennomført utviklet det seg noe legde i et område med høy biomasse. Trolig kunne kartet også vært benyttet til å variere dosen med vekstreguleringsmiddel, slik at legda kunne vært unngått.



Bilde 3. Kartet viser tildeling fra CropSAT der det grønne området har fast tildeling med 3,5 kg N/daa mens det blå området har variabel gjødsling med tildeling fra 2,5 til 5,5 kg N/daa.

**Tabell 1.** Målte verdier ved delgjødsling for CropSAT-indeks, Yara N-tester, tørrstoffmengde (kg N/daa), N-innhold i tørrstoff og opptatt N/daa målt med Yara N-sensor<sup>1</sup>

Delgjødslingsstrategi	Gj.snittlig CropSAT indeks	Gj.snittlig N-tester-verdi	Plantemasse kg ts/daa	Kg N/daa i tørrstoff	% N i tørrstoffprøven	Målt opptatt N med Yara N-sensor, kg/daa
<b>Fast gjødselevelvå (A)</b>						
1. Lav indeks	0,373	298	160	2,17	1,36	1,80
2. Middels indeks <sup>2</sup>	0,429	347	264	3,72	1,41	2,81
3. Høy indeks	0,471	348	336	4,39	1,30	2,61
Middel	0,424	331	253	3,43	1,36	2,41
<b>Variabelt gjødselevelvå (B)</b>						
1. Lav indeks	0,393	342	247	3,41	1,38	2,44
2. Middels indeks <sup>2</sup>	0,429	347	264	3,72	1,41	2,81
3. Høy indeks	0,493	374	423	6,2	1,47	4,27
Middel	0,438	354	311	4,44	1,42	3,17

<sup>1</sup> Siden dette var en avlingskontroll, ikke et forsøksfelt, er det ikke utført variansanalyse. <sup>2</sup>Felles verdier for begge gjødslingsstrategiene

## Frøavling og avlingskomponenter

Ved høsting 23. juli ble de lengste frøtoppene, men den laveste frøavlingen, høstet på rutene med høy indeks og variabel gjødsling (B3), og ruter med middels indeks (A2/B2). Den lave frøavlingen skyldes nok at det var 50-80 % legde på B3-rutene med høyest biomasseindeks (data ikke vist), mens det ikke var legde andre steder i frøenga. I tillegg var enga klart mindre moden (grønnere frøfarge) ved høsting, slik at matingen av frøet ikke var ferdig, noe som nok bidro til den lave tusenfrøvekt (tabell 2).

Avlingskontroll på så små ruter som 1 m<sup>2</sup> som ble benyttet på prøvearealet gir store muligheter for variasjoner som skyldes andre årsaker enn behandlingene som prøves. Siden frøavlingen på de ulike kontrollrutene varierte helt fra 64 til 180 kg/daa, må en nok være litt varsom i tolkningen av resultatene. Med tanke på frøtopplengde, vekt av frøtopp og tusenfrøvekt, som alle var blant de største på ledd A2/B2 (middels indeks), kan det se ut som N-tester-målingene traff godt med hensyn til å velge passende delgjødslingsmengde (3,5 kg/daa) (tabell 2).

For å få mer sikre resultater fra slike storskalaforsøk bør en nok i det videre arbeidet heller basere seg på å utføre sammenligninger av fast og variabel gjødsling innenfor faste storruiter som kan høstes separat, slik at enn kan få en bedre avlingsbestemmelse. Storruene må da plasseres slik at variasjonen i jordforhold etc. mellom de ulike behandlingene blir minst mulig.

I dette forsøket var et slikt opplegg for omfattende til at det lot seg gjennomføre.

## Konklusjon

Satellittbaserte biomassekart klarer å fange opp variasjoner i plantebestandet og kan, i kombinasjon med N-tester, være til god hjelp ved vurdering av delgjødslingsbehovet i timoteifrøeng.

I arbeidet videre er det behov for å utføre nye forsøk med variabel gjødsling til timoteifrøeng. Yara N-sensor bør da inkluderes i forsøkene. Det er også aktuelt å starte opp tilsvarende forsøk i flere av de andre grasfrøartene.

## Referanser

Havstad, L.T. 2020. Dyrkingsveiledning mai 2020. Frøavl av timotei. <https://nibio.no/tema/mat/korn-og-frovekster/froavl>

Havstad, L.T., Stanton, P. 2003. Bruk av Hydro N-tester som hjelpemiddel ved delgjødsling i frøeng av Grindstad timotei. Jord- og plantekultur 2003. Planteforsk Grønn forskning 1-2003: 179-183.

Havstad, L.T., Aamlid, T.S., Susort, Å. & Steensohn, A.A. 2001. Ulike mengder nitrogen ved vekststart og begynnende strekningsvekst ved frøavl av timotei. Jord- og plantekultur 2001. Planteforsk Grønn forskning 1-2001: 239-245.

Øverland, J.I. & Havstad, L.T. 2016. Gjødsling av frøeng av Lidar timotei. Jord- og plantekultur 2020. NIBIO BOK 2 (1): 190-193.

**Tabell 2.** Registreringer ved høsting, frøtopplengde, vekt av frøtopper, tusenfrøvekt og frøavling målt i 1 m<sup>2</sup> høsterute<sup>1</sup>

Delgjødslingsstrategi (kg N/daa)	Gjennomsnittlig frøtopplengde, mm	Vekt, mg/frøtopp	Tusenfrøvekt (mg), korrigert for 12 % vann	Frøavling (kg/daa), 100 % renhet, 12 % vann
<b>Fast gjødselnivå (A)</b>				
1. Lav indeks	57,3	322	514	106,0
2. Middels indeks <sup>2</sup>	63,2	398	462	101,9
3. Høy indeks	55,9	306	434	121,8
Middel	58,8	342	470	110
<b>Variabelt gjødselnivå (B)</b>				
1. Lav indeks	55,6	317	506	121,5
2. Middels indeks <sup>2</sup>	63,2	398	462	101,9
3. Høy indeks	63,6	325	398	86,3
Middel	60,8	347	455	103

<sup>1</sup> Siden dette var en avlingskontroll, ikke et forsøksfelt, er det ikke utført variansanalyse