

30.07.2015

Rapport Nitratprosjekt 2014

Utarbeide beslutningsverktøy for riktig
gjødsling til potet



Borghild Glorvigen (NLR), Siri Abrahamsen (NLR
Viken), Per J Møllerhagen (Bioforsk Apelsvoll)

Innholdsfortegnelse

TUSEN TAKK	2
Sammendrag.....	3
Bakgrunn.....	3
Materiale og metoder	4
Sorter	4
Konsumsorter: Asterix, Folva og Mandel	5
Pommes frites sorter: Innovator og Royal.....	5
Chippsort: Lady Claire	5
Seks nivåer nitrogen	5
Arbeid i forsøksfeltene	6
Vurdering av avling, størrelsesfordeling og kvalitet.....	6
Analyser i vekstsesongen.....	10
Bladstilmålinger med LAQUA-twin måleapparat.....	10
Bladstilkanalyser til Megalab (England).....	10
N-sensor.....	11
Statistikk	11
Resultater	11
Optimal N-gjødsling for hver av sortene	11
Asterix.....	12
Fakse	15
Folva	16
Mandel.....	17
Innovator	19
Royal	20
Lady Claire	22
Resultater for analyser i vekstsesongen.....	24
Diskusjon	24
Samarbeidspartnere, organisering og finansiering	25
Samarbeidspartnere	25
Organisering	26
Finansiering	26
Publikasjoner	27
Artikler og rapporter	27
Foredrag:	28
Kilder:.....	28

TUSEN TAKK

Tusen takk til alle medarbeidere som har deltatt i forsøksarbeidet: Robert Nybråten, Mads Tore Rødningsby og Per J Møllerhagen (Bioforsk Apelsvoll), Kjetil Mostue og Ole Morten Nyberg (Hedmark LR), Jon Olav Forbord og Ann-Elin Hunnestad (NLR Nord-Trøndelag), Anne-Karin Botnan og Torhild S. Mjøen (Oppdal LR), Hanne Homb, Eva Cecilie Gihle og Per Hammerstad (NLR Oppland), Elin Sikveland, Gunnar E Vatne, Arne Vagle og Kristian Seljestøl (NLR Rogaland), Maren Holthe og Joel Markestad (Romerike LR), Anne Marit Isachsen og Thor Holand (NLR Salten), Maria Mazur og Stine Lysen (Solør-Odal LR), Olaug Bach (NLR Sør-Trøndelag), Rune Karlsen, Ninni Christiansen og Tor Anton Guren (NLR Sørøst) og Siri Abrahamsen og Jørund Lothe (NLR Viken).

Tusen takk til alle forsøksvertene rundt omkring i Norges land. Ola Fuglår (Namdal), Olav Galtvik (Frosta), Karl Rædergård (Brekstad), Håvard Haugsbø (Namnå), Magnus Nordås (Bryne), Tormod Sandaker (Råde), Dag Fredrik Eftedal (Hedrum), Geir Olav Næss (Kvelde), Amund Sandholt (Minnesund), Bioforsk Apelsvoll (Kapp), Janne Mette Valberg (Frosta), Brandval Prestegard (Brandval), Ole M Nyberg (Rena), Thor Holand (Steigen), Stein Aasmund Ørstad (Oppdal) og Thor J Rogneby (Lena)

Tusen takk til alle ansatte hos varmttakere som har stått for kvalitetsvurderingene.

- Asterix. Hvebergsmoen v/Olav Moe
- Fakse. Bama Industri avd. Tore Skovli v/Lillian Ånestad
- Folva. Lågendalspakkeriet v/Else Jorund Mørk
- Innovator. Findus v/Svein Røren, Ann-Marie Petterson og Grete Gjesdal
- Lady Claire. Maarud v/Bjørn Østmoen
- Mandel. Totenpoteter v/Tone Sørums
- Royal. HOFF v/May Brit Jørgensen

Tusen takk til de FMLA som har vært med og finansiert prosjektet: FMLA Vestfold, FMLA Hedmark, FMLA Oppland, FMLA Sør-Trøndelag, FMLA Nord-Trøndelag og FMLA Nordland, Troms og Finmark.

Tusen takk til samarbeidspartnere i prosjektet:



Sammendrag

Målet med prosjektet er å finne normtall for nitratinnhold i bladstilken for ulike potetsorter ved ulike utviklingsstrinn. Det skal utvikles en optimalkurve for nitratinnholdet tilpasset bruksområde i sju ulike sorter.

I vekstsesongen 2014 ble det anlagt 19 forsøksfelt fordelt på 7 ulike sorter. I følgende sorter var det (antall forsøksfelt): Asterix (5), Fakse (2), Folva (1), Innovator (3), Lady Claire (4), Mandel (3) og Royal (2). Forsøkene lå fra Bryne i Rogaland til Steigen i Nordland.

Resultatene viser at det er store forskjeller mellom sorter i hvordan de klarer å nyttiggjøre seg ulike nitrogennivåer. Økende nitrogennivå fører til at tørrstoffinnholdet reduseres og at andelen grønne knoller øker. Andre kvalitetsegenskaper ser ikke ut til å være påvirket. Økt nitrogen gjødsling har gitt økende knollstørrelse for sortene Royal, Lady Claire, Asterix, Folva og Innovator, men i liten grad for Mandel. Knollstørrelse ble ikke undersøkt for Fakse. Økende nitrogenmengde har gitt liten eller ingen påvirkning på antall knoller. Måling av nitratinnholdet i plantesaft virker lovende, men målemetodene og måleresultatene viser seg å være sårbare for tørke, regn og ulike andre næringsmangler. Målinger utført i Fakse 46 dager etter spiring viser godt samsvar mellom målemetodene LAQUA-twin, N-sensor og NIR-analyse

En enkel oppsummering av resultatene for de ulike sortene etter et års utprøving viser at Asterix og Folva ser ut til å være middels N-krevende matpotetsorter. Fakse ser ut til å være en lite N-krevende matpotetsort. Mandel er en matpotetsort som ser ut til å være lite til middels krevende sort i forhold til behovet for nitrogen. Pommefritessorten Royal har i forsøkene vist seg å være middels til sterkt N-krevende sort. Sortene Innovator (pommefrites) og Lady Claire (chips) ser begge ut til å være nitrogenkrevende sorter. De ser også begge ut til å være mer utsatt for mangel på fosfor og sink enn de andre sortene som var med i forsøkene.

Bakgrunn

Ulike potetsorter har ulik vekstrytme og ulikt behov for nitrogen gjødsling tidlig i vekstsesongen. Potetplanter har størst behov for nitrogen fra ca. 40-90 dager etter spiring. I følge andre studier tas 64 % av nitrogenet opp i planta i løpet av 16 dager etter spiring (Joakim Ekelöf, 2013). Opptak i bladverket og i knollene varierer fra sort til sort. Det er viktig at næringsstoffene er tilgjengelig når planta trenger dem, fordi tidspunktet for gjødsling kan være avgjørende for både knolldanning, avlingsmengde og potetkvalitet. Mye nitrogen gitt tidlig i vekstfasen kan hemme knollansett.

Opptaket av nitrogen kan være veldig ulikt for forskjellige potetsorter. Det er potetsortens karakter (bestemt/ubestemt voksemåte) og sortens effektivitet i næringsopptaket (rotsystemets størrelse og plantas indre behov) som bestemmer hvor lenge potetplanta skal vokse. Dette avgjør også potetplantenes nitrogenbehov. Om en potetsort har bestemt eller ubestemt voksemåte avgjøres ut fra potetplantenes evne til å opprettholde bladveksten etter at første blomsten er synlig, noe som har stor innvirkning på gjødslingsbehovet (Dampney and Collins, 2009).

Tabell 1: Eksempler på inndeling av noen potetsorter som brukes på det norske markedet (Dampney and Collins, 2013).

Sort	Gruppe
Innovator	1
Lady Claire	2
Saturna og Kerrs Pink	3
Asterix	4

Potetsorters voksemåte kan deles inn i fire ulike grupper (se tabell 1, Dampney and Collins, 2013). Sorter i gruppe 1 regnes for å ha en bestemt voksemåte, mens sorter som hører til gruppe 4 har ubestemt voksemåte. Disse vil vokse lenge, og trenger en eller annen form for direkte tiltak før innhøsting for å slutte å vokse. Pågående forskning hos Cambridge University Farm i Storbritannia har vist at sorter i gruppe 3 og 4 krever mindre nitrogen enn sorter i gruppe 1 og 2. I tillegg er det slik at sorter i de

ulike gruppene viser forskjellige behov for gjødslingstidspunkt for å gi optimal vekst. Ulike sorter har også ulike krav til konsentrasjon av næringsstoffer i plantesafta for å kunne gi økonomisk optimal avling.

I Norge har vi en del erfaringsgrunnlag for hva vi tror er riktig gjødsling til ulike sorter ved dyrking på ulike jordarter. Dagens grunnlag baserer seg på resultater fra gjødslingsforsøk gjennom mange år og gjødslingsnormer, korreksjonstabeller utarbeidet av Bioforsk (nå NIBIO www.nibio.no) med supplement fra Nitrogenkalkulatoren (www.nibio.no). Litt for ofte treffer vi ikke riktig med N-mengden, noe som resulterer enten i dårlig avmodning på grunn av for sterk gjødsling, eller for tidlig avmodning på grunn av for lav gjødsling. For sterk gjødsling gir dårlig økonomi på grunn av dårlig skallkvalitet og dermed for høy utsortering, lavt tørrstoff og dårlig stekekvalitet. I jorda ligger det utnyttet nitrogen igjen om høsten, og det er brukt unødvendig store gjødselkostnader. For lite tilført næring utnytter ikke potetplantenes vekstpotensial og gir små knoller og lave avlinger.

I Sverige har Lyckebystärkelsen utført enkle forsøk hvor de har fastsatt optimal kurve for nitratinnhold i potetplanta ved ulike utviklingstrinn i noen av sine sorter. De har gjennom sesongen målt nitratinnhold i bladstilker ukentlig/hver 14.dag med en enkel nitratmåler (Horiba LAQUA-twin) i gjødslingsfelt med seks nitrogengjødslingsnivå. Disse målingene er sett i sammenheng med målinger på avling og kvalitet etter høsting. Ut fra målinger i felt og målinger på avling og kvalitet har de beregnet en kurve for hver sort som angir ønskelig nitratinnhold i planta til ulike utviklingstrinn (f.eks. med dager etter spiring som parameter). Ut fra denne sortstilpassede kurven kan en gjennom vekstsesongen gjøre nitratmåling i hvilken som helst annen åker med samme sort, og justere nitrogengjødslinga slik at en treffer det ønskede nivået. Nitratmålinger kan også være et ekstra hjelpemiddel for vurdering av riktig tilleggsgjødsling i nedbørrike vekstsesonger.

Noen enheter kjøpte i 2103 LAQUA-twin-målere, og har prøvd ut dette litt. Rådgiver Siri Abrahamsen i NLR Viken (Abrahamsen 2013) og NLR Nord-Trøndelag (ved rådgiver Jon Olav Forbord) prøvde utstyret på produksjonsareal for potet. Måleprosedyren fungerte fint og de målte verdiene stemte godt med utviklingen i åkrene. Vi mener derfor at slike målinger på en sikker måte kan hjelpe oss til å fastslå nitratinnhold i plantene ute i åkeren i dette prosjektet.

Hva kan man oppnå?

Potetdyrkeren kan få et ekstra hjelpemiddel i vekstsesongen for å avgjøre hva som er riktig nitrogengjødsling i den enkelte potetåker. Riktig gjødsling er den mengden som fører til optimal avling av god kvalitet tilpasset potetsortens bruksformål. Ved å bruke dette hjelpemiddelet sammen med et opplegg for delt N-gjødsling, kan en gjødsle etter behov og korrigere for effekten av varierende nedbør og andre forhold i vekstsesongen. Dette gir behovstilpasset gjødsling og en god miljøgevinst, samtidig som en får mindre avlingsvariasjon mellom år.

Materiale og metoder

Feltforsøkene er kjørt i samarbeid mellom Norsk landbruksrådgiving og Bioforsk. Feltene hadde samme forsøksplan. Av de totalt 19 forsøksfeltene hadde Bioforsk egen serie for ni av dem. Bioforsk veide opp gjødsel og foretok egen kvalitetsanalyse for disse ni feltene (markert med * i tabell 3).

Forsøksplanen er i sin helhet gjengitt i vedlegg 2. Hvis jorda i forsøksfeltene hadde lavere Ca-Al enn 40 skulle arealet gjødsles med 25 kg kalsiumnæring/daa før setting. Ingen av feltene ble gjødslet med husdyrgjødsel høsten 2013 eller våren 2014.

Sorter

Sju sorter ble valgt ut til forsøksfeltene. Sortene ble valgt ut fordi de representerer en stor markedsandel innen sitt bruksområde, og sortene er interessante i det norske markedet. Valget av sortene har skjedd i tett

samarbeid med bransjeaktørene. Sortene i forsøkene blir brukt til både konsum, skrelling, chips og pommes frites.

Konsumsorter: Asterix, Folva og Mandel

Asterix er en nederlandsk sort som har vært i produksjon i Norge i mange år. Sorten ble godkjent i 1998. Knollene har rødt skall, har rundoval form og er lysegule i kjøttet. Sorten er relativt fastkokende, og har mange anvendelsesområder. Den er største konsumsort på markedet og dyrkes både i sør og i nord. I engelske forsøk har sorten vist seg å ha langt lavere krav til nitrogenforsyning (4-6 kg N/daa på siltjord) enn det som er vanlig praksis i produksjon i Norge (10-12 kg N/daa).

Folva er en halvtidlig dansk sort som gir gode avlinger. Den har etablert seg på det norske markedet, og ble godkjent i 2000. Folva er en interessant sort særlig på grunn av skallkvaliteten. Knollene er rundovale, har hvitt skall og lysegul kjøttfarge. Den er fastkokende. Sorten benyttes til konsumpotet og skrelling. Den er blank og fin i skallet, og er interessant også til produksjon av småpotet.

Mandel er en god gammel landsort med ukjent opphav, og innehar andreplassen i volum i markedet. Den er kjent for sin gode matkvalitet. Mandel ble ført opp på norsk sortsliste i 1953. Knollene er lange og mandelformede med grunne grohull. Skallet er hvitt og kjøttfargen gul. Mandel er melen, og brukes i tillegg til vanlig konsum også noe til ferdigpotet, chips og småpotet.

Fakse er en dansk sort som brukes til skrelling, og kom på den norske sortslista i 2009. Den er en yterik sort med lavt tørrstoff. Knollene er ovale med en glatt og pen overflate. Skallet er hvitt, og kjøttet lysegult. Den er fastkokende. Produksjonen av sorten er økende, og vi ønsket vi å undersøke den litt nærmere.

Pommes frites sorter: Innovator og Royal

Innovator er en nederlandsk spesialsort til pommes frites, og ble godkjent i 2003. Knollene har et spesielt utseende med brun krakelert skall. Potetene er lange og har grunne grohull. Kjøttfargen er hvit. Innovator er den viktigste sorten hos Findus, og har vært med i N-forsøkene i England.

Royal er en halvseinsort sort for produksjon av pommes frites. Sorten ble godkjent 2013, og befinner seg i kategorien halvsein. Knollene er gule og ovale, og har middels dype grohull. Kjøttfargen er lys gul. Den gir meget bra farge og kvalitet på pommes frites. Koketyper er middels melen til melen. Sorten er under utprøving hos HOFF.

Chipssort: Lady Claire

Lady Claire er en halvsein spesialsort til chips. Den ble godkjent 2005 og har hvite, rundovale knoller med middels dype grohull. Kjøttfarge er lys gul. Chipskvaliteten er stabil og god. Lady Claire er i ferd med å overta en stor del av markedsandelen som Saturna har hatt. Saturna skal i løpet av få år fases ut av markedet på grunn av diskusjonene og undersøkelsene rundt innholdet av akrylamid. I mange tilfeller er det vanskelig å oppnå tilfredsstillende avlinger og god nok økonomi av ved produksjon av Lady Claire. Målet er at dette prosjektet ville gi oss en pekepinn om i hvilken retning vi bør gå.

Seks nivåer nitrogen

Potetsorter har forskjellige egenskaper. I prosjektet «Utarbeide beslutningsverktøy for riktig gjødsling til potet» har vi hatt forsøk i sju sorter. Potetsortene i dette prosjektet brukes til chips (Lady Claire), konsum (Asterix, Mandel og Folva), pommes frites (Innovator og Royal) eller til skrelling (Fakse). Det optimale nitrogennivået (N-nivå) er ulikt til de ulike sortene. For å finne det riktige N-nivået ble det anlagt forsøksfelt med seks N-nivåer fra 3 til 28 kg N/daa med intervall på 5 kg (3 – 8 – 13 – 18 – 23 – 28 kg N/daa).

Totalt ble det anlagt 19 forsøksfelt i 2014. 17 av feltene hadde 6 ulike nivåer av N, mens de to feltene i Namdalen kun hadde fire N-nivåer. Oversikt over de ulike feltene finnes i tabell 2.

Nitrogengjødsla ble fordelt med 75 % radgjødslet før setting og resterende 25 % strødd oppå raden 25 dager etter spiring. Nitrogen ble gitt som fullgjødsel NPK 12-4-18, eller som OptiKas 27-0-0. Fosforgjødsla ble gitt om våren som radgjødsel. Det ble gitt 5 kg/daa med fosforgjødsel til alle ledd, noe i form av fullgjødsel og resten som Opti P 0-20-0. Kaliumgjødsla ble fordelt med 70% radgjødslet før setting og resterende 30% strødd oppå drillen 25 dager etter spiring. Det ble gitt 22,5 kg K/ daa til alle ledd, med unntak av i ledd 1 hvor det ble gitt 18 kg/daa. Kalium ble gitt som fullgjødsel NPK 12-4-18 eller som Kaliumsulfat (41% K). Mengde kalsium (Ca) og magnesium (Mg) tilført de ulike leddene økte med økt mengde N fordi OptiKas inneholder både Ca og Mg. Detaljert gjødslingsplan finnes i tabell 3.

Tabell 2: Oversikt over ansvarlig enhet, sort, feltvert og lokalitet for feltene i 2014.

Felt nr	Enhet	Sort	Ansvarlig	Feltvert	Lokalitet
M14E 5 Asterix*	Bioforsk	Asterix	Per J Møllerhagen	Apelsvoll	Kapp
14N-19 Asterix	NLR Namdal	Asterix	Asbjørn Bjerkan	Ola Fuglår	Namdalen
14N-8 Asterix*	NLR Nord-Trøndelag	Asterix	Jon-Olav Forbord	Olav Galtvik	Frosta
14N-16 Asterix	NLR Sør-Trøndelag	Asterix	Olaug Bach	Karl Rædergård	Brekstad
14N-3 Asterix*	Solør-Odal LR	Asterix	Otto Sveen	Håvard Haugsbø	Namnå
14N-15 Fakse	NLR Rogaland	Fakse	Arne Vagle	Magnus Nordås	Bryne
14N-11 Fakse	NLR SørØst	Fakse	Tor Anton Guren	Tormod Sandaker	Råde
14N-10 Folva	NLR Viken	Folva	Siri Abrahamsen	Dag Fredrik Eftedal	Hedrum
14N-17 Innovator	NLR Namdal	Innovator	Asbjørn Bjerkan	Ola Fuglår	Namdalen
14N-1 Innovator*	NLR Viken	Innovator	Siri Abrahamsen	Geir Olav Næss	Kvelde
14N-2 Innovator*	Romerike LR	Innovator	Jan Stabbetorp	Amund Sandholt	Minnesund
PM14E 7 Lady Claire*	Bioforsk	Lady Claire	Per J Møllerhagen	Apelsvoll	Kapp
14N-9 Lady Claire*	NLR Nord-Trøndelag	Lady Claire	Jon-Olav Forbord	Janne Mette Valberg	Frosta
14N-12 Lady Claire	Solør-Odal LR	Lady Claire	Otto Sveen	Brandval Prestegard	Kongsvinger
14N-13 Mandel	Hedmark LR	Mandel	Ole Morten Nyberg	Ole M Nyberg	Rena
14N-18 Mandel	NLR Salten	Mandel	Anne Marit Isachsen	Thor Holand	Steigen
14N-14 Mandel	Oppdal LR	Mandel	Anne-Karin Botnan	Stein Aasmund Ørstad	Oppdal
PM14E 6 Royal*	Bioforsk	Royal	Per J Møllerhagen	Apelsvoll	Kapp
14N-4 Royal*	NLR Oppland	Royal	Eva Cecilie Gihle	Thor J Rogneby	Lena

* Felt som var med i en egen serie hos Bioforsk, i alt 9 av 19 felt.

Arbeid i forsøksfeltene

Det ble tatt ut jordprøve før feltet ble gjødslet og potetene satt. Det ble notert spiring på en skala fra 1 til 9 (1 = ingen synlige spirer, 2-3 = sprier i ferd med å bryte fram, 8-9 = plantene 10-15 cm høye).

Delgjødsling ble foretatt 25 dager etter spiring. Gjødsla ble strødd oppå drillen. Forsøksfeltene fikk ingen tilleggsgjødsel fra potetprodusenten, men verten holdt tørråten under kontroll med sitt ordinære sprøyteregime.

Ved tidspunkt for delgjødsling ble høsterutene (2 rader a 3 m) markert med pinner. Som hovedregel skulle det ikke tas ut plantemateriale for analysering på høsterutene. Ved første analyserunde var det imidlertid litt lite bladmasse på noen av sortene, slik at noe plantemateriale ble tatt fra høsterutene i første analyserunde.

Plantesaftmålinger med LAQUAtwin-måler ble det tatt ut ved delgjødsling og de neste tre ukene, deretter hver annen uke, totalt 6-7 ganger. Siste uttak var ca. 14 dager før forventet nedsviing. Det ble rutevis notert prosent friskt ris ved siste uttak. For uttak av bladskaff for prøver til Megalab ble det tatt ut prøver 1 og 3 uker etter delgjødsling.

Vurdering av avling, størrelsesfordeling og kvalitet

Feltene ble høstet av de lokale rådgivingsenhetene. Feltene ble størrelsessortert og vurdert for kvalitet en eller flere ganger, enten hos Bioforsk, samarbeidspartner eller den lokale enheten.

Tabell 3: Oversikt over gjødselmengder (i kg/daa) gitt de seks leddene med ulike N-nivåer.

3 kg N/ daa	kg/ daa	N	P	K	S	Ca	Mg	B
12-4-18 mikro	19	2,242	0,76	3,344	1,805	0,38	0,304	0,006
Kaliumsulfat 41 %	22	0	0	9,086	3,96	0,132	0,088	0
Opti P 0-20-0	21	0	4,2	0	0,252	3,57	0	0
OptiKas 27-0-0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2,242	4,96	12,43	6,017	4,082	0,392	0,006
OptiKas 27-0-0	3	0,81	0	0	0	0,15	0,07	0
Kalimagnesia	23	0	0	5,64	3,91	0	1,38	0
		3,05	4,96	18,07	9,927	4,232	1,844	0,006
8 kg N/ daa	kg/ daa	N	P	K	S	Ca	Mg	B
12-4-18 mikro	51	6,018	2,04	8,976	4,845	1,02	0,816	0,015
Kaliumsulfat 41 %	15	0	0	6,195	2,7	0,09	0,06	0
Opti P 0-20-0	15	0	3	0	0,18	2,55	0	0
OptiKas 27-0-0	0	0	0	0	0	0	0	0
		6,018	5,04	15,17	7,725	3,66	0,876	0,015
OptiKas 27-0-0	7,5	2,03	0	0	0	0,38	0,18	0
Kalimagnesia	30	0	0	7,35	5,1	0	1,8	0
		8,043	5,04	22,52	12,83	4,035	2,856	0,015
13 kg N/ daa	kg/ daa	N	P	K	S	Ca	Mg	B
12-4-18 mikro	51	6,018	2,04	8,976	4,845	1,02	0,816	0,015
Kaliumsulfat 41 %	15	0	0	6,195	2,7	0,09	0,06	0
Opti P 0-20-0	15	0	3	0	0,18	2,55	0	0
OptiKas 27-0-0	14	3,78	0	0	0	0,7	0,336	0
		9,798	5,04	15,17	7,725	4,36	1,212	0,015
OptiKas 27-0-0	12	3,24	0	0	0	0,6	0,29	0
Kalimagnesia	30	0	0	7,35	5,1	0	1,8	0
		13,04	5,04	22,52	12,83	4,96	3,3	0,015
18kg N/ daa	kg/ daa	N	P	K	S	Ca	Mg	B
12-4-18 mikro	51	6,018	2,04	8,976	4,845	1,02	0,816	0,015
Kaliumsulfat 41 %	15	0	0	6,195	2,7	0,09	0,06	0
Opti P 0-20-0	15	0	3	0	0,18	2,55	0	0
OptiKas 27-0-0	27	7,29	0	0	0	1,35	0,648	0
		13,31	5,04	15,17	7,725	5,01	1,524	0,015
OptiKas 27-0-0	17,5	4,73	0	0	0	0,88	0,42	0
Kalimagnesia	30	0	0	7,35	5,1	0	1,8	0
		18,03	5,04	22,52	12,83	5,885	3,744	0,015
23 kg N/ daa	kg/ daa	N	P	K	S	Ca	Mg	B
12-4-18 mikro	51	6,018	2,04	8,976	4,845	1,02	0,816	0,015
Kaliumsulfat 41 %	15	0	0	6,195	2,7	0,09	0,06	0
Opti P 0-20-0	15	0	3	0	0,18	2,55	0	0
OptiKas 27-0-0	41,5	11,21	0	0	0	2,075	0,996	0
		17,22	5,04	15,17	7,725	5,735	1,872	0,015
OptiKas 27-0-0	21,5	5,81	0	0	0	1,08	0,52	0
Kalimagnesia	30	0	0	7,35	5,1	0	1,8	0
		23,03	5,04	22,52	12,83	6,81	4,188	0,015
28 kg N/ daa ype	kg/ daa	N	P	K	S	Ca	Mg	B
12-4-18 mikro	51	6,018	2,04	8,976	4,845	1,02	0,816	0,015
Kaliumsulfat 41 %	15	0	0	6,195	2,7	0,09	0,06	0
Opti P 0-20-0	15	0	3	0	0,18	2,55	0	0
OptiKas 27-0-0	55,5	14,99	0	0	0	2,775	1,332	0
		21	5,04	15,17	7,725	6,435	2,208	0,015
OptiKas 27-0-0	26	7,02	0	0	0	1,3	0,62	0
Kalimagnesia	30	0	0	7,35	5,1	0	1,8	0
		28,02	5,04	22,52	12,83	7,735	4,632	0,015

På høsterutene ble det målt brutto avling ved høsting. Til kvalitetskontroll hos varemottaker ble det tatt ut ei prøve på 10 kg (5 kg fra hver av radene i høsteruta). Prøvene skulle lagres i minst en måned hos feltverten før kvalitetskontrollen ble foretatt. For noen av sortene ble det, etter noen måneders lagring, foretatt en kvalitetskontroll nummer to. Dette for å se om ulike nitrogennivåer påvirker lagringskvalitet og brukskvalitet etter lagring. Netto avling i salgbar størrelse ble beregnet på grunnlag av kvalitetsprøve og restavling fra rutene. Størrelsessorteringa brukt til de ulike sortene er beskrevet i tabell 4. Kvalitetsprøvene ble også sortert på størrelse, i tillegg til bedømming av kvalitet. Det ble telt knoller innen de ulike størrelsene, og ut fra dette regnet ut antall knoller per plante. Eventuell råte ble registrert.

Tabell 4: Størrelsessortering brukt på avlinga fra de ulike sortene i feltforsøkene.

Sort	Størrelse A	Størrelse B	Størrelse C	Størrelse D
Asterix	< 42 mm	42-65 mm	> 65 mm	-
Fakse	< 30 mm (32-33) -38 mm	38-55 mm	55-65 mm	> 65 mm
Folva	< 28 mm	28-38 mm (småpotet)	42-67 mm	> 67 mm
Innovator	< 60 mm	60-85 mm	85-120 mm	> 120 mm
Lady Claire	< 40 mm	40-70 mm	> 70 mm	-
Mandel*	< 30 g	30-150 g	> 150 g	-
Royal	< 42 mm	42-50 mm	50-60 mm	> 60 mm

* Vanlig sortering av Mandel er < 30 g, 30-100 g og 70-150 g.

Forsøksfeltene var geografisk plassert fra Bryne i Rogaland i sørvest til Steigen i Salten i Nordland. Naturlig nok var jordkvaliteter og vekstsesongen forskjellig i de ulike feltene. Informasjon om jorda i feltene er gjengitt i tabell 5, mens dyrkingsdata i forsøksfeltene er gjengitt i tabell 6.

Tabell 5: Informasjon om jordart, pH og næringsinnhold i forsøksfeltene.

Sort	Ansvarlig	Feltvert	Jordart	Leir- innhold	pH	P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	Glødetap
Asterix	Bioforsk Øst	Apelsvoll	9	2	5,7	9	20	11	120	5,1
Asterix	Namdal	Ola Fuglår	5	1	5,8	11	7	4	41	3,5
Asterix	NLR N-Tr.lag	Janne M Valberg	5	1	6,7	19	4	22	158	4,7
Asterix	NLR S-Tr.lag	Karl Ræderård	2	1	7,2	28	6	598	13500	9,6
Asterix	Solør-Odal LR	Håvard Haugsbø	7	1	6,3	8	9	7	74	3,7
Fakse	NLR Rogaland	Magnus Nordås	5	1	6,1	19	15	15	155	11,0
Fakse	NLR SørØst	Tormod Sandaker	7	2	5,8	13	13	10	63	3,1
Folva	NLR Viken	Dag Fr Eftedal	7	2	6	18	14	5	47	4,4
Innovator	Namdal	Ola Fuglår	5	1	5,7	11	7	3	37	3,8
Innovator	NLR Viken	Geir O Næss	7	2	5,9	12	14	4	52	5,3
Innovator	Romerike LR	Amund Sandholt	2	1	5,8	9	19	4	48	2,5
Lady Claire	Bioforsk Øst	Apelsvoll	9	2	5,7	9	20	11	120	5,1
Lady Claire	NLR N-Tr.lag	Olav Galtvik	5	1	6,8	8	3	13	133	4,5
Lady Claire	Solør-Odal LR	Prestegården	7	2	6	6	12	4	41	3,2
Mandel	Hedmark LR	Ole M Nyberg	6	1	5	7	5	2	22	2,6
Mandel	NLR Salten	Thor Holand	6	1	6,1	2	2	11	303	6,7
Mandel	Oppdal LR	Stein A Ørstad	2	1	5,5	10	10	8	53	3,1
Royal	Bioforsk Øst	Apelsvoll	9	2	5,7	9	20	11	120	5,1
Royal	Oppland	Thor J Rogneby	5	1	5,9	6	7	7	169	6

Tabell 6: Informasjon om datoer for setting, gjødsling, spiring, risdreping, vanning og høsting i forsøksfeltene.

Sort	Ansvarlig	Sett dato	Vårgjødsling	Spiring	Delgjødsling	Risdreping, metode	Risdreping, dato	Høsting	Forgrøde	Værstasjon	Vanning
Asterix	Bioforsk Øst	15.mai	05.mai	11.jun	03.jul	Reglone/knus	30/8, 6/9	16.sep		Apelsvoll	ja
Asterix	Namdal	29.mai	29.mai	25.jun	16.jul	Reglone	08.sep	24.sep		Skogmo	nei
Asterix	NLR N-Trøndelag	14.mai	08.mai	06.jun	02.jul	Naturlig visning		30.sep	Kål	Frosta	
Asterix	NLR S-Trøndelag	21.mai	21.mai		15.jul					Rissa/ Brekstad	nei
Asterix	Solør-Odal LR	26.mai	26.mai	17.jun	18.jul	Knusing/Regl	05.sep	18.sep		Åsnes	Ja
Fakse	NLR Rogaland	23.mai	19.mai	13.jun	08.jul	Reglone	31.aug	16.sep		Særheim	nei
Fakse	NLR SørØst	21.mai	23.mai	08.jun	03.jul	Reglone	15/8, 22/8	11.sep		Rygge	ja
Folva	NLR Viken	24.mai	24.mai	10.jun	02.jul	Reglone	18/8, 22/8	11.sep	Korn	Tjølling	ja
Innovator	Namdal	29.mai	29.mai	25.jun	16.jul	Reglone	08.sep	25.sep		Skogmo	nei
Innovator	NLR Viken	05.mai	05.mai	02.jun	26.jun	Nei		15.sep	Løk	Kvelde	Ja
Innovator	Romerike LR	16. mai	16.mai	04.jun	27.jun	Nei		20.sep		Årnes/Minnesund (Yr)	Ja
Lady Claire	Bioforsk Øst	15.mai	05.mai	11.jun	03.jul	Reglone/knus	30/8, 6/9	16.sep		Apelsvoll	ja
Lady Claire	NLR N-Trøndelag	19. mai	19.mai	06.jun	02.jul	Naturlig visning		01.okt		Frosta	
Lady Claire	Solør-Odal LR	28.mai	26.mai	20.jun	16.jul	Reglone	11.sep	30.sep		Roverud	nei
Mandel	Hedmark LR	03.jun	03.jun	23.jun	30.jun	Reglone	3/9, 6/9	15.sep		Rena	ja
Mandel	NLR Salten	20.mai	20.mai	18.jun	12.jul	Nei	Nei	08.sep		Grådusan (flypl, Steigen), Skrova (Vågan)	nei
Mandel	Oppdal LR	28.mai	28.mai	20.jun	16.jul	Reglone	02.sep	12.sep		Oppdal	
Royal	Bioforsk Øst	15.mai	05.mai	04.jun	30.jun	Reglone/knus	30/8, 6/9	18.sep		Apelsvoll	ja
Royal	Oppland	04.mai	13.mai	03.jun	26.jun	Nei		16.sep		Apelsvoll	

Analysar i vekstsesongen

Det ble tatt ut jordprøver i feltet før forsøksarbeidet startet opp. Planteanalyser ble hovedsakelig utført på samme dag i feltene gjennom sesongen. For å få sammenliknbare måleresultater er det viktig at uttakene av bladstilkene utføres til samme tid på dagen hver gang det måles. Plantene bør dessuten ikke ha andre næringsmangler som kan påvirke nitrogenomsetningen i plana, eller kan påvirke fargen på planene (N-sensor). I rapporten benyttes i hovedsak bladstilk som begrep, men bladskaft eller petiole betyr det samme.



Bilde 1: Uttaket av bladstilker skjer på siste utviklede blad, dvs. 3. eller 4. blad sett ovenfra (klippet fra et foredrag av Joakim Ekelöv, SLU).

Bladstilmålinger med LAQUA-twin måleapparat

I alle felt ble det målt innhold av nitrat og kalium. Måling av nitratnivå i de forsøksruter med ulike N-nivåer var hovedoppgavet i undersøkelsene. Målinger av kalium (K) ble utført parallellt med N-målingene for å teste måleutstyret for K, for å se på nivå i de ulike feltene og for å vurdere om N-gjødslinga påvirket kaliuminnholdet i plantene. Resultatene av dette omtales i liten grad.

Det ble plukket ut 20 bladstilker per rute. Best resultater oppnås om plantene er i vannbalanse (skal helst ikke være vannet siste døgn før uttak), og når uttaket gjøres før kl. 11 om dagen. Bladstilkene ble lagt i plastpose i kjølebag i felt. Deretter ble bladstilkene klippet i mindre biter, det ble presset ut saft, og tatt målinger av safta så snart som mulig etter plukking.

Første uttak ble gjort ved delgjødsling (25 dager etter spiring). Deretter ble det tatt ut prøver ukentlig de neste tre ukene, for så å ta ut prøver annen hver uke fram til ca. 14 dager før forventet nedsviing. Det ble tatt ut 6-7 prøver i løpet av sesongen. Det ble notert friskt ris ved siste uttak.

Bilde 2 og 3: Øverst er det bilde av LAQUAtwin nitratmåler. Nederst er det bilde av oppklippede bladstilker tilpasset ei hvitløkspresse. Foto: Siri Abrahamsen.



Bladstilkanalyser til Megalab (England)

For fullstendig næringsanalyse ble det sendt prøver fra alle felt til Megalab i England. Det ble tatt ut 30 bladstilker per rute av sist utvikla blad 1 og 3 uker etter delgjødsling. Materialet ble nedtørket før måling. Næringsinnhold ble målt på tørrstoffbasis med NIR-analyse (NIR = near infrared), der lys i spekteret 760-2500 nm benyttes (rett over synlig bølgelengde).

Formålet med analysen var å A) få en fullstendig oversikt over næringsinnholdet i plantene, slik at eventuelle mangler kunne rettes opp på et tidlig stadium. B) kunne vurdere Megalab-analysene sammen med nitrat-analysene.

N-sensor

I fire av feltene ble biomasse målt med håndholdt N-sensor. N-Sensoren måler reflektert lys fra vegetasjonen i forskjellige bølgelengder som er spesifikke for klorofyll og plantenes biomasse. Indirekte måles klorofyllets grønnfarge og den totale miomassen (www.yara.no). N-sensor ble brukt ved noen måletidspunkt i feltet med Fakse i Østfold, og i de tre feltene på Apelsvoll (Asterix, Lady Claire og Royal).

Statistikk

Det er kjørt variansanalyser for avling, kvalitet og økonomisk resultat (brutto og netto). Disse statistiske beregningene er gjort av Siri Abrahamsen (NLR Viken). I tillegg er det kjørt regresjonsanalyser for å finne fram til den optimale nitratkurven for hver enkelt sort. Disse beregningene, sammen med sammenlikning av metodene, er gjort av Gustav Portz ved Research Center Yara International, Hanninghof.

Resultater

Detaljerte resultater for nitratmålinger med LAQUAtwin (= LQ), Megalab-analyser, kvalitetsvurdering, beregning av økonomiske gevinst med mer, er vist for de enkelte sortene i de ulike forsøksfeltene i vedlegg 1 (foredraget «N-kalibrering til potetsorter», av rådgiver Siri Abrahamsen, NLR Viken). Alle kurver for økonomisk resultat er basert på nettoverdi¹ av netto avling.

Det er her ikke hensyntatt nitratnivå i bladstilken ca. 14 dager før høsting. Et nitratnivå i bladstilkene på rundt 1000 ppm er trolig riktig for å oppnå god avmodning av plantene før høsting (pers, med. Joakim Ekelöf). Dette er noe vi tror vil ha betydning for anvendelsen av potetene, og har derfor kommentert dette for hvert av feltene og lagt det inn i som grunnlag for anbefalingene.

Optimal N-gjødsling for hver av sortene

Optimal N-mengde. Resultatene nedenfor og i vedlegg 1 viser hva som er beregnet optimal N-mengde i ulike felt med samme sort med utgangspunkt i antatt økonomisk resultat. Beregningene vist i figurene 1, 4-6, 8-10 nedenfor viser at variasjonen i nettoverdi (inntekter) med 78 og 99 prosents sikkerhet kan forklares med ulike N-mengder. Dette kan lese ut fra R²-verdiene i de nevnte figurene. Feltnummer i disse figurene er forklart i tabell 3. I noen av feltene viser resultatene fra tørrstoffanalyser hos Megalab at plantene har sinkmangel. Sink påvirker nitrogenomsetningen i planta, og sinkmangel kan gi nedsatt proteindannelse og virker også på dannelsen av stivelse (Åsen, 1986).

Nettoverdien er beregnet ut fra andel salgbar avling med de kvalitetsvurderingene som gjelder for sorten i det enkelte felt. For konsumsortene (Asterix, Folva og Mandel) er det gjort en teoretisk beregnet sortering ned til 8 feilenheter. Pris på de ulike størrelsessorteringene (størrelse i mm eller vekt) og kvaliteten (inkludert stekefarge for chips- og pommes frites sorter) verdsettes forskjellig hos de ulike varemottakerne. De ulike beregningsmodellene eller prisene er satt inn i økonomikalkylene i samarbeid med de ulike samarbeidspartnerne (Maarud for Saturna og Lady Claire, Findus for Innovator, BAMA Industrier for Fakse, og HOFF for Royal). I nettoberegningen er deretter gjødselkostnadene trukket fra.

¹ nettoverdi = beregnet verdi for potetpartiet basert på kvalitetsvurdering og antall kg salgbar avling. Gjødselkostnadene er trukket fra. For konsumpotet er det gjort en kalkulering på sortering ned til 8 feilenheter. Prisen for over- og understørrelse og utsortert vare i salgbar størrelse varierer fra sort til sort.

Modne knoller. Det er viktig at potetknollen har nådd et modningsnivå med et sterkt skall som godt kan tåle maskinell høsting og gir god lagringskvalitet. Et slikt modningsnivå kan stadfestes ved å måle nitrogeninnholdet i planta. Basert på erfaringer fra målinger med LAQUA-twinmålere i potet sesongene 2012-2014 mener vi at dette nivået er der hvor resultater fra LQ-målingen ligger på maks 1000-2000 ppm ca. 14 dager før høsting.

Asterix

Det ble gjennomført fem felt i Asterix. Tabell 7 gir oversikt over vekstforholdene for fire av Asterixfeltene.

Tabell 7: Oversikt over jord, temperatur og nedbør i de fire feltene som er vist i figur 1 for Asterix.

Felt med Asterix	Bioforsk Apelsvoll	Solør-Odal	Nord-Trøndelag	Namdal
Feltnummer i figur	Field 5	Field 3	Field 8	Field 19
Jordart, type	Lettleire	Sandig silt	Siltig mellomsand	Siltig mellomsand
Jordart, klasse	9	7	5	5
Ant kg N/daa, nettoverdi ¹	i.s.*	23,7 (p% 0,2)	i.s.*	Ingen stoppverdi, men signifikant (P% 0,1)
Nitratnivå ved siste LQ-måling: <2000ppm	Opptil 18 kg N	Ingen< 2000 Ca 3000: opptil 13 kgN	Opptil 8 kg N	Opptil 13 kg N
Anbefalt mengde N, i kg/daa				
Klimastasjon	Apelsvoll	Roverud	Frosta	Skogmo
Vekstdøgn, (antall fra setting til høsting)	125	116	140	116
Døgngrader ²	1901,9	1729,6	2076,8	1693,8
Nedbør i mm	277,6	244	304,1	231,4
Lufttemperatur, gjennomsnitt C	15,3	15	14,9	14,4
Jordtemperatur, gjennomsnitt C	16,1	-	12,6	14

*i.s. = ikke signifikant, P-verdi 1%.

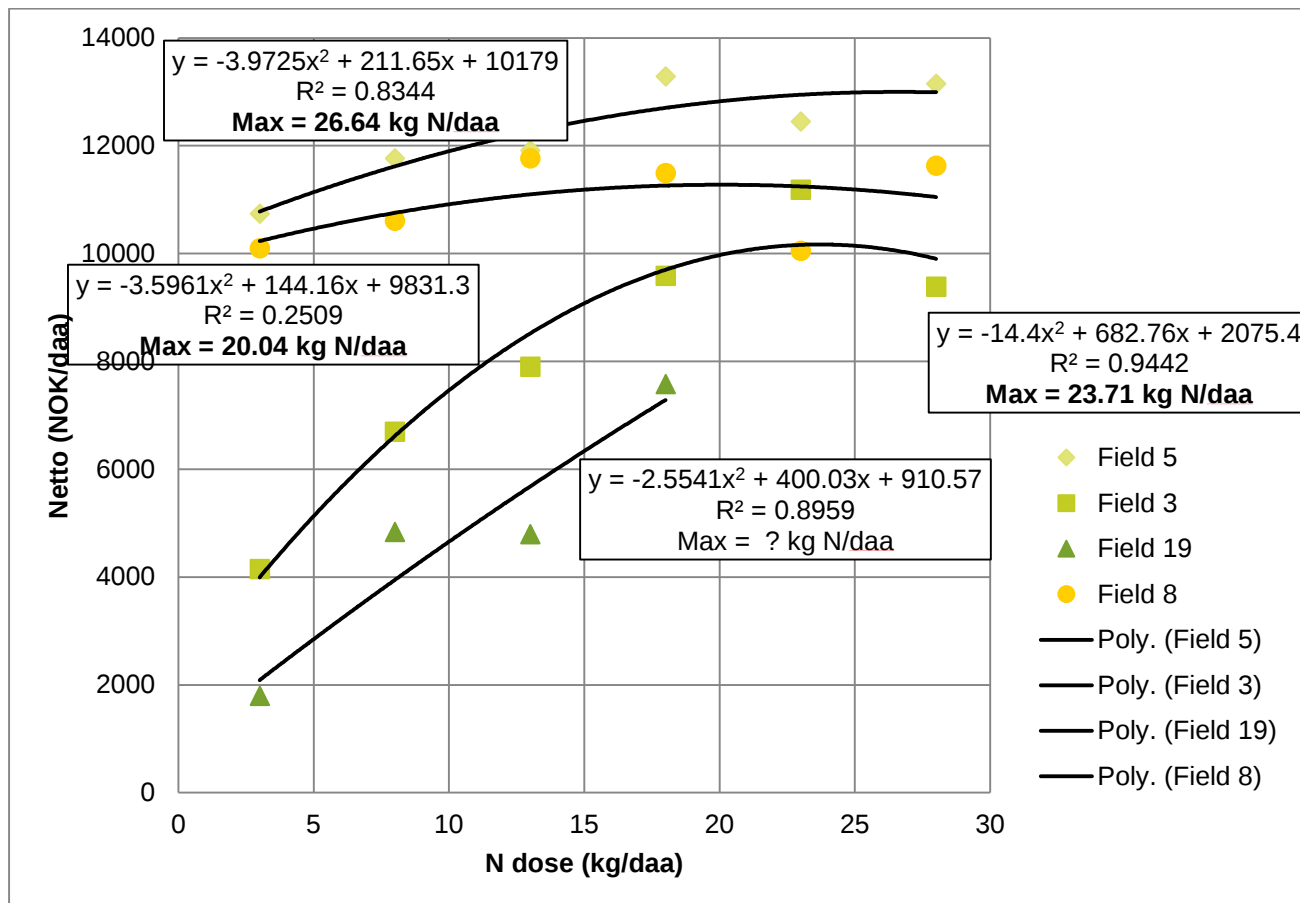
I **Asterixfeltet i Nord-Trøndelag** var det for salgbar avling ikke signifikante utslag ved å øke tilført nitrogen fra 3 til 28 kg N/daa. Det var stor forskjell i modenhet hos potetplantene. Plantene som hadde fått 3 kg N/daa var mest modne, mens plantene som hadde fått 13 kg N/daa eller mer var mye mer umodne 14 dager før høsting. Modenhet er registrert som andel friskt ris 14 dager før høsting (se vedlegg 1, foredrag av S. Abrahamsen). Det var ingen forskjeller i potetkvaliteten mellom de ulike N-mengdene. Ser man på resultatene i vedlegg 1 kan det antydes at optimal N-mengde vil ligge i mellom 8 og 13 kg N/daa, da nitratkonsentrasjonen fortsatt er for høy på 13 kg N/daa. Bladstilkanalysene hos Megalab viste for lave sinkverdier ved uttak 2 (25 dager + 3 uker etter spiring = 46 dager etter spiring) mens svoveltallene var gjennomgående lave ved begge uttak (1 og 3 uker etter spiring).

Asterixfeltet på Apelsvoll viste ingen signifikante forskjeller i salgbar avling for ulike mengder N, men det var tydelige forskjeller i avling over 65 mm. Det var ikke sikreforskjeller i kvaliteten mellom de ulike N-mengdene, men det var en tendens til at knollvekta økte med stigende mengde N, og tørrstoffet gikk ned med 1 prosent ved å øke N-mengden fra 3 til 28 kg/N. I følge figur 1 er det ingen sammenheng mellom tilført mengde N og nettoverdi ($R^2= 0,25$). På Apelsvoll var nitratinnholdet i bladstilkene kommet godt under 2000 ppm ved siste måling ved 18 kg N/daa. Næringsanalysene viste lave verdier for både magnesium og svovel på begge analysetidspunktene hos Megalab. Dette til tross for at Mg-AL-tallet var 11.

Asterixfeltet i Solør hadde signifikante utslag av ulik N-mengde for de ulike knollstørrelsene. Antall kg i størrelsesklassen <42mm ble redusert med øktende antall kg N/daa, mens avlinga økte i størrelsene 42-65 mm og >65 mm. Knollvekta økte med økende N-mengder (p-verdi 2,4%). Tørrstoffet gikk ned fra 23,2 til 21,5 % da N- mengden økte fra 3 til 28 kg/daa. Mengde grønne knoller økte med økende mengde nitrogen. Resultatene i tabell 7 viser at optimal N-mengde ligger rundt 23,7 kg N/daa. I Solør kom ikke nitratinnholdet i

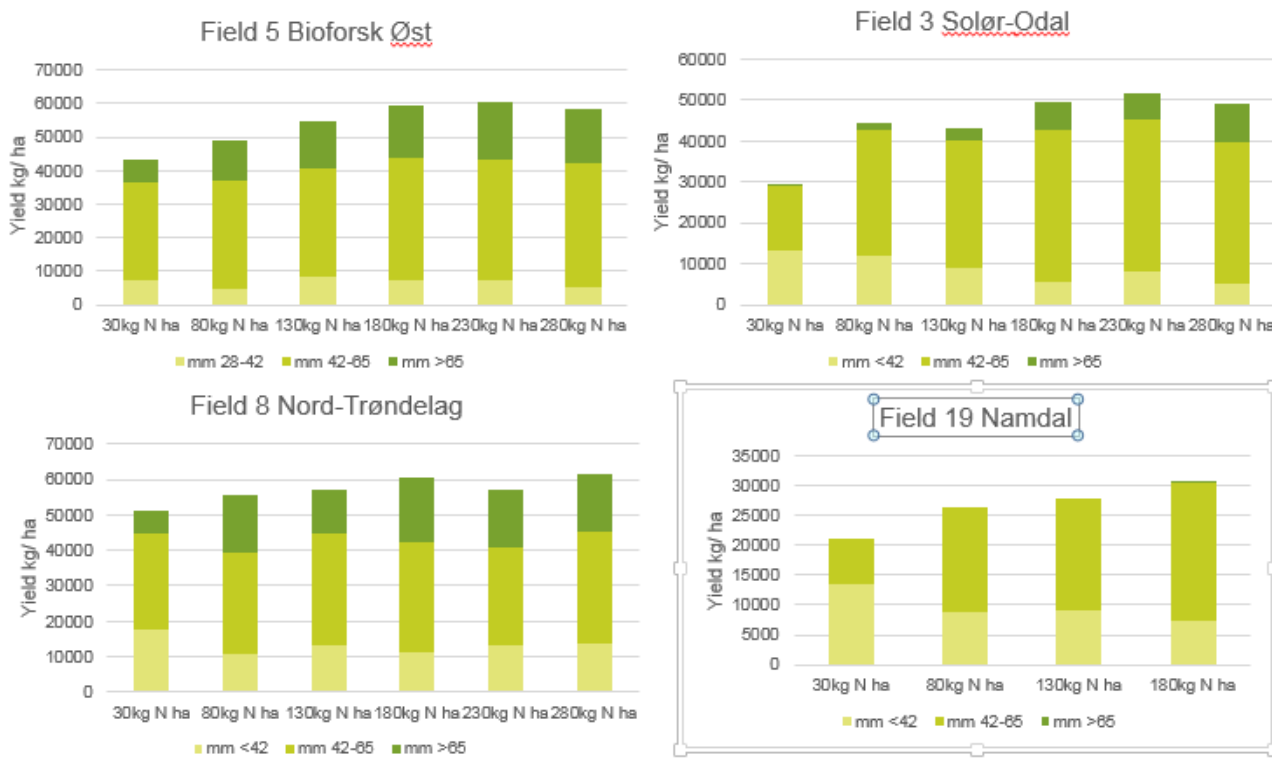
² Døgngrader = gjennomsnittstemperatur/døgn, summert opp for perioden med aktuelle vekstdøgn.

bladstilkene under 2000 ppm ved siste måling for noen av gjødsleddene men nitratverdiene lå rundt 3000 ppm så lenge N-mengden var lavere enn 13 kg N/daa. Megalabanalysene viste gjennomgående lave sinkverdier ved begge uttak og lave svovelverdier ved første uttak. I tillegg var det lave Ca-verdier ved første uttak ved de to laveste gjødslingsleddene (minst mengde kalsium). Det var også verdier under grenseverdien for magnesium og mangan.



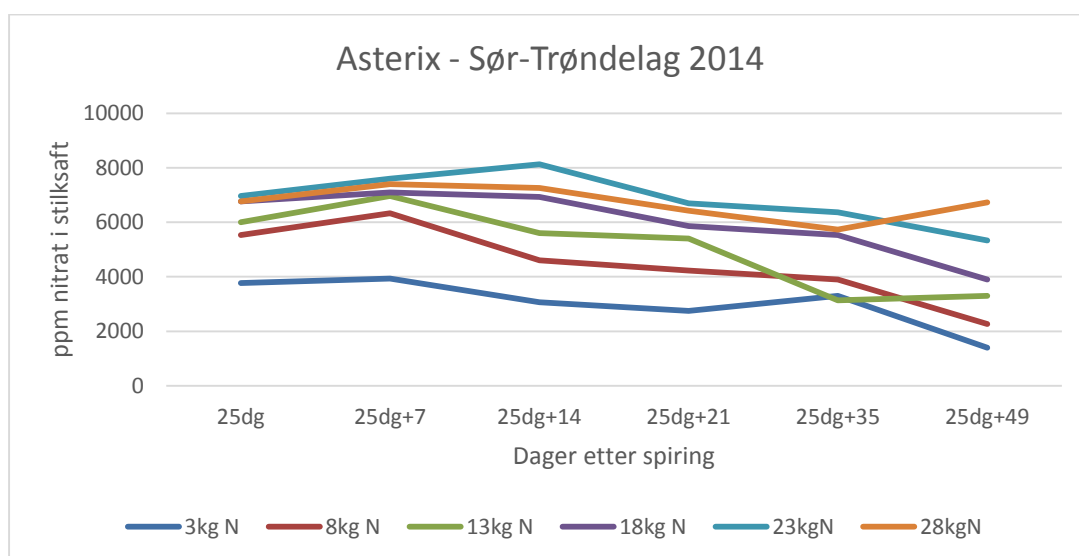
Figur 1: Optimal mengde N/daa for fire felt i Asterix basert beregninger av økonomisk resultat for nettoverdi¹ er regnet ut for de fire feltene (Field 3 = Solør-Odal, Field 5 = Bioforsk Apelsvoll, Field 8 = Nord-Trøndelag og Field 19 = Namdal).

Asterixfeltet i Namdal hadde bare fire gjødslingsmengder (3 – 8- 13 – 18 kg N/daa), og tanken var å vurdere avlinga som settepoteter. Feltet ble ikke vannet, og feltet hadde vekstavslutning som til konsumpotet. Plantene viste lave svoveltall ved begge uttak til Megalab, og lave fosforverdier ved første uttak. Knollvekta økte i takt med økt mengde nitrogen (P-verdi 3,7), mens tørrstoffet sank signifikant fra 21 til 18,8 prosent da N-mengden økte fra 3 til 18 kg N/daa. Det var tydelige utslag i økt avling i salgbar størrelse og for brutto avling opp til 18 kg, mens andelen små knoller gikk ned. Siste LQ-måling viste at alle gjødslingsleddene hadde under 3000 ppm ved siste måling. Gjødsling opp til 13 kg N/daa ga LQ-verdier lavere enn 2000 ppm ved siste måling.



Figur 2: Avlinger i fire forsøksfelt med Asterix i størrelsene <42 mm, 42-65 mm (salgbar størrelse) og > 65 mm.

Asterixfeltet i Sør-Trøndelag. Det er ikke beregnet resultater for Asterixfeltet i Sør-Trøndelag. Feltet hadde kjøreskader på en tredjedel av rutene, og led en del av vannmangel. LQ-målingene er vist i figur 3, og viser at nitratnivået kom ned på et akseptabelt nivå ved ei gjødsling med opptil 13 kg N/daa. Nitratinnholdet er trolig påvirket av næringsmangler i feltet. Det var manganmangel i feltet som ikke ble behandlet, og pH var på 7,2. Verdiene for Mg og Ca var svært høye.



Figur 3: LQ-målinger (LQ = LAQUAtwin-måler) i Asterix-feltet i Sør-Trøndelag.

Som man ser av salgbar størrelse (42-65 mm) i figur 2 responderer Asterix relativt lite på økte mengde N. Det var størst forskjell i feltene i Namdal og Solør-Odal, hvor det var signifikant økning i salgbar størrelse opp til et visst N-nivå, mens det i alle felt er god respons på brutto avling med økt mengde nitrogen. Resultatene som viser økende andel store knoller med økt N er viktig for Asterix til produksjon av pommes frites.

Resultater for optimal N-mengde basert på nettoverdien av avlinga (figur 1) viser at beregnet optimal N-mengde varierer mellom 20 kg N/daa (felt 8, Nord-Trøndelag) og 26,6 kg N/daa (felt 5, Apelsvoll). Det er kun Asterixfeltet i Solør som viser signifikante forskjeller i nettoverdi basert på ulike N-mengder.

Asterix er en sort med såkalt «ubestemt voksemåte», noe som skulle tilsi relativt lavt behov for nitrogen. I fire av de fem feltforsøkene i Asterix sommeren 2014 viser resultatene at gjødsling fra 8 til 18 kg N/daa i de ulike feltene gir tilfredsstillende avmodning. I 2014 ga sterk N-gjødsling overraskende lite negativ effekt på varekvaliteten, og gjødsling med 13-18 kg N/daa i de ulike feltene hadde trolig vært det økonomisk mest lønnsomme dette året.

Fakse

Det ble gjennomført to felt i Fakse Tabell 8 gir oversikt over vekstforholdene for feltene.

Tabell 8: Oversikt over jord, temperatur og nedbør i de fire feltene i Fakse.

Felt med Fakse	Sørøst	Rogaland
Feltnummer i figur	Field 11	Field 15
Jordart, type	Sandig silt	Siltig mellomsand
Jordart, klasse	7	5
Ant kg N/daa, nettoverdi	i.s.	i.s.
Nitrat-nivå < 2000 ppm	Opptil 8 kg N	Opptil 13 kg N
Klimastasjon	Tomb	Særheim
Vekstdøgn, antall	114	117
Døgngrader	1899	1734
Nedbør i mm	360,8	490,8
Lufttemperatur, gjennomsnitt C	16,8	14,9
Jordtemperatur, gjennomsnitt C	-	17,3

*i.s. = ikke signifikant, P-verdi 1%.

Faksefeltet i Rogaland viste ingen klare forskjeller i avling ved ulike N-mengder, men en tendens til forskjeller i avling i størrelsen 55-65 mm. I gjennomsnitt for de to kvalitetsvurderingene (november 2014 og mars 2015) gikk tørrstoffet ned fra 23,7 til 21,9 ved å gå fra 3 kg N/daa til 28 kg N/daa (P-verdi 0,2). Nedgangen var størst fra 3 til 8/13 kg N (23,7 til 22,4%). Da N-mengde økte fra 13 til 18 kg N/daa ble tørrstoffet redusert fra 22,4 til 21,9%. Nitratinnholdet i bladstilkene kom ned i 2000 ppm eller lavere ved siste måling med opptil 13 kg N/da, og lå godt under 2000 ppm for 3 kg N/daa. Bladstilkanalysene hos Megalab viste gjennomgående lave svovelverdier i begge uttak (se vedlegg 1). I tillegg var det lave mangantall ved andre uttak.

Resultatene i **Faksefeltet i Sørøst** viste ingen signifikante forskjeller mellom de ulike N-gjødslingsnivåene, verken for salgbar avling (38-55 mm) eller for de andre størrelsene. Mengde friskt ris viste at plantene var mer umodne med økt mengde N. Nitratinnholdet i bladstilkene nærmet seg 2000 ppm ved 8 kg N/daa ved siste måling, og lå godt under 2000 ppm for 3 kg N/daa. Det var ingen signifikant forskjell i nettoverdi i kr/daa for de ulike N-gjødslingene i Fakse-feltet i Østfold. Bladstilkanalysene hos Megalab viste lave svovelverdier i begge uttak til Megalab.

Resultatene fra forsøkene i 2014 viser at Fakse ikke evner å utnytte de høyeste nitrogenmengdene på samme måte som f.eks. Innovator og Lady Claire. Fakse ser ut til å være en sort som krever lite nitrogen, og kan derfor like gjerne kan tilføres 3 kg N/daa som over 20 kg N/daa for å oppnå et godt resultat både for avling, kvalitet og økonomi. Fakse til sous vide høstes på et fysiologisk tidlig utviklingstrinn, før naturlig

modning inntreffer. Resultatene er nokså like i de to forsøksfeltene i Rogaland og i Østfold. Optimal knollstørrelse for Fakse er en størst mulig andel i størrelsen 38-55 mm. Det var ingen vesentlige forskjeller mellom de to kvalitetsprøvene vurdert i henholdsvis november 2014 og april 2015 for noen av de to feltene. Sett i forhold til oppnådd modning målt som nitratverdi i bladstilken burde optimalt gjødslingsnivå vært henholdsvis 8 og 13 kg N i feltene i Østfold og Rogaland. Sorten er ikke med i forsøk i 2015, men vil være med i videre i delgjødslingsforsøk i 2016, og i etterprøvingsfelt hos produsenter i 2017.

Folva

Det var et felt med Folva til konsum i 2014. I tabell 9 er det oversikt over vekstforholdene i Folvafeltet i 2014.

Folvafeltet i Vestfold viste signifikante forskjeller i salgbar avling (42-65 mm) og i bruttoavling. I figur 5 ser vi at 96% av forskjellene på nettoverdien av avlinga kan forklares med økt N-gjødsling ($R^2=0,96$).

Tørrstoffprosenten ble ikke påvirket av økte N-mengder.

Tabell 9: Oversikt over jord, temperatur og nedbør i Folvafeltet.

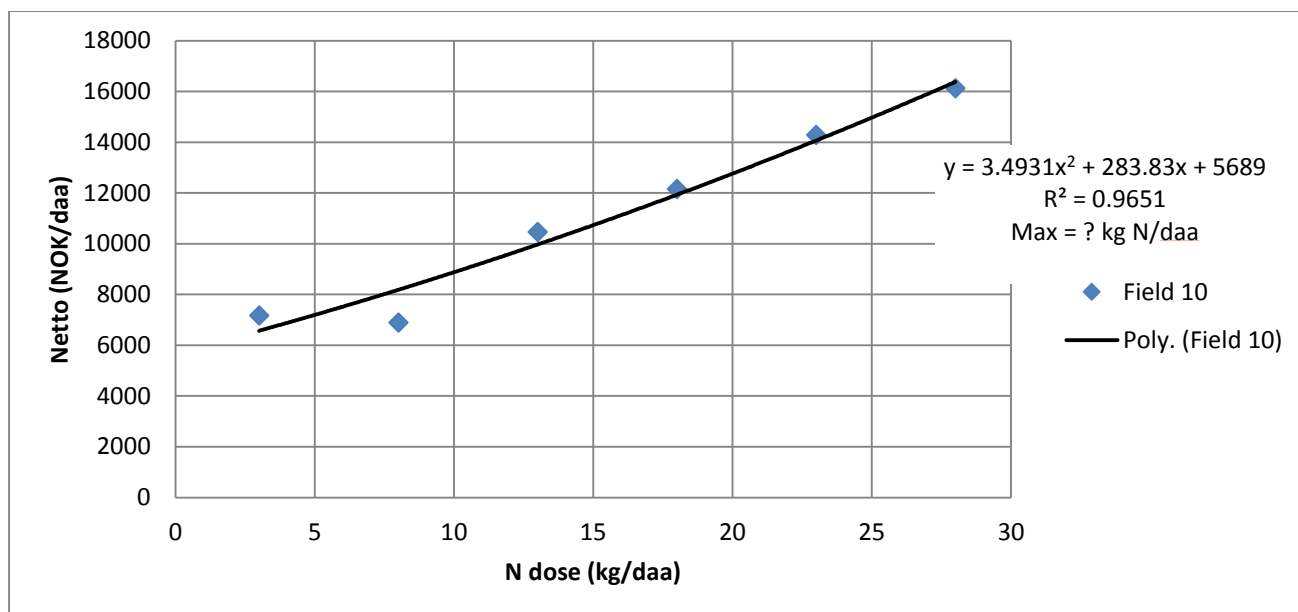
Felt i Folva	Viken
Feltnummer i figur	Field 10
Jordart, type	Sandig silt
Jordart, klasse	7
Ant kg N/daa, nettoverdi	Ingen stoppverdi
Nitrat-nivå < 2000 ppm	Opptil 8 kg N/daa
Klimastasjon	Tjølling
Vekstdøgn, antall	111
Døgngrader*	1796,6
Nedbør i mm	372,6
Lufttemperatur, gjennomsnitt C	16,3
Jordtemperatur, gjennomsnitt C	-

Modningsparameteren prosent friskt ris 14 dager før høsting viste dårligere modning på riset med økt mengde N/daa (vedlegg, side 9). Knollvekta økte med økende mengde N opp til 13 kg N/daa.

Kvalitetsvurdering av Folva viste en tydelig nedgang i innholdet av rust med økte N-mengder/daa.

Jordanalysene viste en Ca-Al-verdi på 47 i feltet. Dette er lavt, og feltet burde vært behandlet med kalsiumnæring før setting. I forsøket har leddet som fikk 3 kg N/daa fått 4,2 kg Ca/daa, mens det leddet som fikk 28 kg N/daa hadde fått 7,7 kg Ca/daa. Næringsanalysene fra Megalab viste lave verdier for magnesium, sink og for svovel i begge uttak (se vedlegg 1, side 7). I tillegg var det lave kalsiumtall ved første uttak. Feltet ble behandlet for disse manglene rett etter 2. uttak.

Resultatene for Folva ser vises i figur 4, og viser at nettoverdien av avlinga øker opptil høyeste gjødslingsnivå. Da gjødsling med 28 kg N/daa gir høyeste nettoverdi i feltet, gir ikke beregningen noen optimalverdi, og det ser ut som om økt gjødsling utover dette nivået vil kunne øke utbyttet ytterligere.



Figur 4: Optimal mengde N/daa for feltet i Folva basert beregninger av økonomisk resultat for nettoverdi er regnet ut for det ene feltet (Field 10).

Nitratinnholdet i bladstilkene kom ned i 2000 ppm eller lavere ved siste måling ved opptil 8 kg N/da, mens det for gjødsling med 18 og 13 kg N/daa lå på henholdsvis i underkant av 4000 ppm og i underkant av 5000 ppm. Figuren på side 10 i vedlegg 1 viser at optimal N-mengde trolig ligger mellom 8 og 13 kg N/daa når man tar nitratinnhold i bladstilkene utover i sesongen i betraktning. Det ser derfor ikke ut til at økt mengde N utover 13 kg N/daa er hensiktsmessig.

Mandel

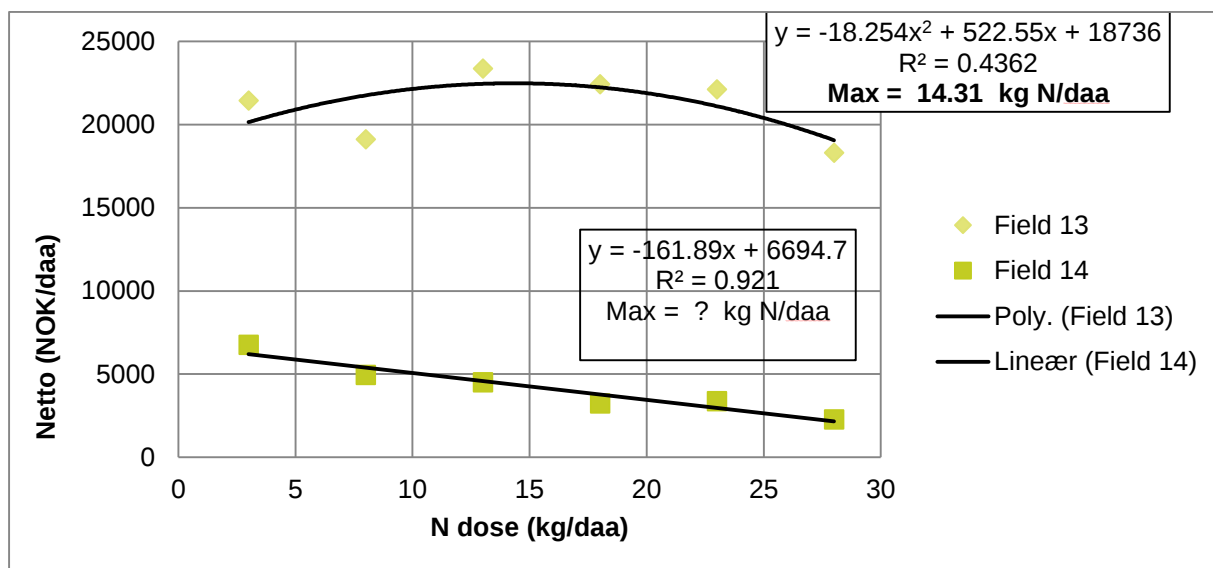
Mandel er en forholdsvis sein sort og dyrkes i områder som er utsatt for frost både tidlig om sommeren og tidlig på høsten, og på mange andre lokaliteter. Umodne knoller gir dårlig skallkvalitet, og fysiologisk blåfarging kan være et problem når plantene blir stresset før de har nådd modning. Anbefalt gjødsling til Mandel er 6-10 kg N/daa er basert på jordart og erfaringer gjennom mange år.

Det ble anlagt tre felt i 2014, men bare resultatene fra et av feltene gjengis i sin helhet. Resultatene for feltene i Salten og Oppdal omtales kun med nitratverdiene under resultater nedenfor. I tabell 10 er det en oversikt over vokseforholdene i Mandelfeltene i 2014.

Tabell 10: Oversikt over jord, temperatur og nedbør i de tre feltene som er vist i figur 5 for Mandel.

Felt i Mandel	Hedmark	Oppdal	Salten
Feltnummer i figur	Field 13	Field 14	Field 18
Jordart, klasse	6	2	6
Jordart, type	Siltig finsand	Mellomsand	Siltig finsand
Ant kg N/daa, nettoverdi	i.s.*	Ikke beregnet	Ikke beregnet
Nitrat-nivå < 2000 ppm	Opptil 18 kg	Alle ledd > 4000 ppm	Opptil 13 kg N (18 kg N/daa - 2467 ppm)
Klimastasjon	Rena	Oppdal	Skrova fyr
Vekstdøgn, antall	105	105	111
Døgngrader*	1562,3	1381,7	1594
Nedbør i mm	347	324,4	90,4
Lufttemperatur, gjennomsnitt C	15	12,9	12,96
Jordtemperatur, gjennomsnitt C	-	-	-

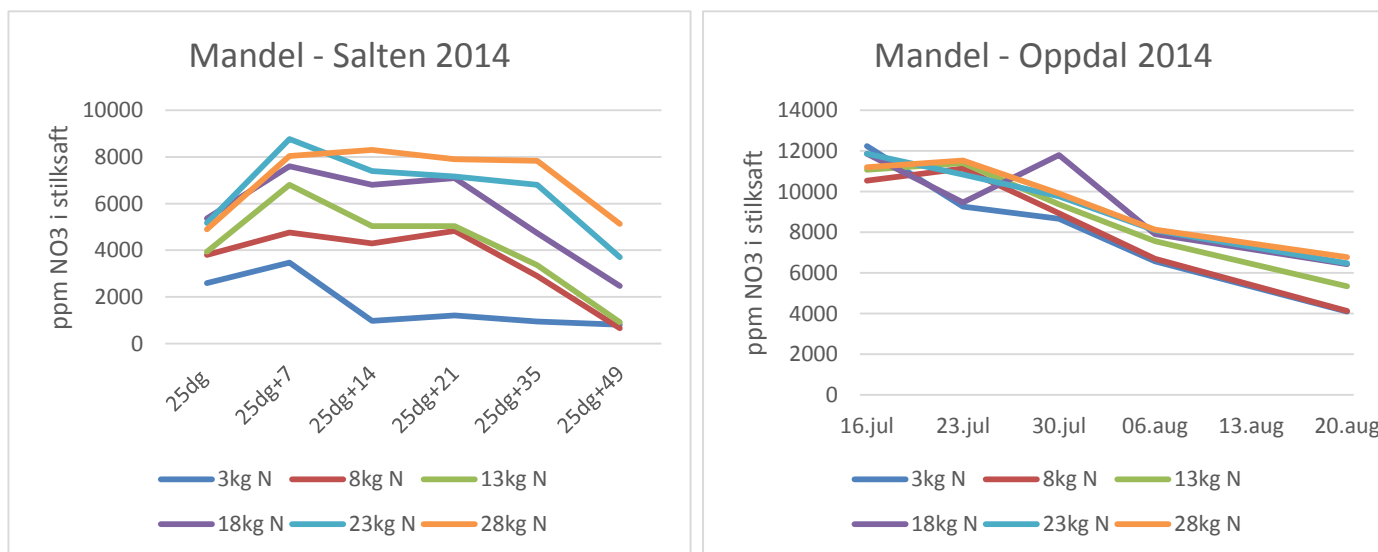
*i.s. = ikke signifikant, P-verdi 1%.



Figur 5: Optimal mengde N/daa for to felt i Mandel basert beregninger av økonomisk resultat for nettoverdi¹ for feltene (Field 13 = Hedmark, Field 14 = Oppdal).

I Mandelfeltet på Rena i Hedmark viste avlingstallene en økning for knoller over 150 g ved økt mengde N. Det var ikke signifikante forskjeller mellom gjødsleddene for totalavling. Andelen friskt ris økte signifikant fra 20% til 82%, mens det var en klar reduksjon i tørrstoffinnholdet fra 25% til 21%, med økte N-mengder fra 3 kg til 28 kg N/daa. Det var ingen signifikante forskjeller i kvaliteten mellom de ulike gjødslingsleddene. Nitratinnholdet i bladstilken kom under 2000 ppm for gjødsling opp til 18 kg N/daa, og lå på ca. 3000 ppm 14 dager før høsting for gjødsling med 23 kg N/daa. Optimalt N-nivå som gir nettoverdi til bonden for dette feltet er beregnet til 14,3 kg N/daa (se figur 5). Jordprøveanalysene viste lav pH (5), og lave Ca-AL- (22) og Mg-AL-tall (2). Resultatene fra Megalab-analysene viste lave verdier for både Ca, Mg og S ved begge uttak.

Av ulike årsaker ble det for Mandelfeltene i Oppdal og i Salten ikke gjort økonomiske beregninger (forklaring under). Nitratmålingene i vekstsesongen ble imidlertid utført som planlagt, og er gjengitt i figur 6 nedenfor.



Figur 6: LQ-målinger (LQ = LAQUAtwin-måler) i Mandelfeltene i Salten og Oppdal.

Mandelfeltet i Salten. Figur 6 viser at for feltet i Salten kom nitratinnholdet godt ned mot 1000 ppm for gjødsleddene 3-13 kg N/daa, mens det nærmet seg 2000 ppm for gjødsling med 18 kg N/daa.

Vekstsesongen 2014 var en svært tørr måned i området Bodø-Salten. Temperaturen for juni var lav, mens den var rekordhøy i juli. Tørre forhold medførte et høyt stressnivå for plantene. Feltet var så sterkt angrepet

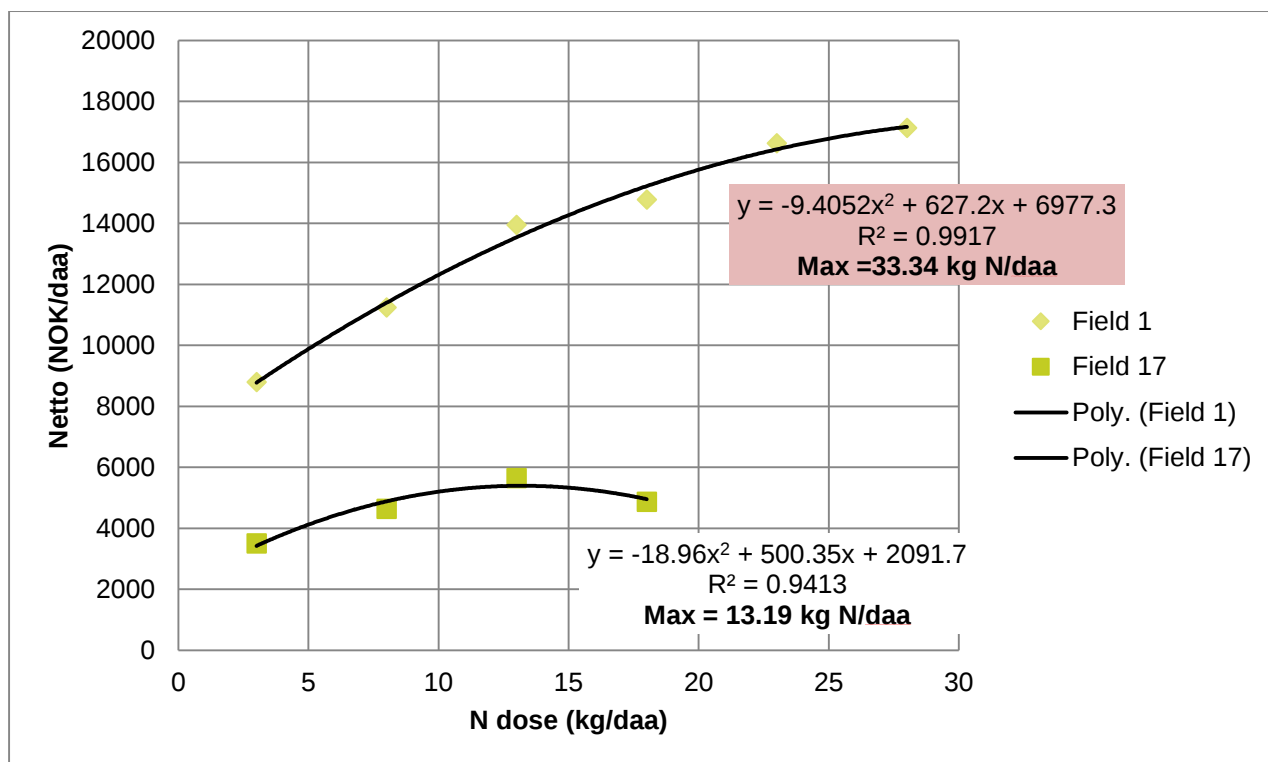
av svartskurv at det overskygget alt annet av resultater. Avlinga i feltet var ikke i salgbar klasse på grunn av svartskurvskader, og det er derfor ikke gjort noe økonomiske beregninger for feltet.

Mandelfeltet i Oppdal ble sterkt forsinket av tidlig frost og traner som forsynte seg av settepotetene. Feltet må anses som tidlig modent, noe som gjenspeiler seg i høye nitratverdier gjengitt i figur 6.

Innovator

Det ble gjennomført tre felt i Innovator. I tabell 11 er det oversikt over noen av vekstforholdene for de ulike feltene i Innovator. Det er ingen oversikt over nedbørsmengde eller gjennomsnittlig jordtemperatur for klimastasjonen på Årnes.

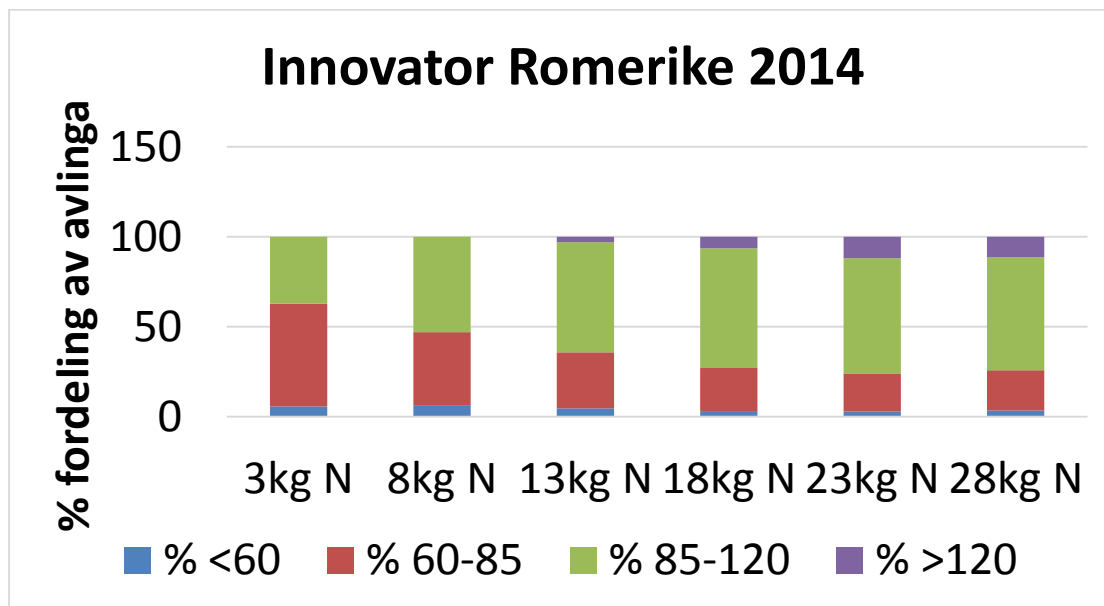
Innovatorfeltet i Vestfold signifikant reduksjon av avlingene i knollstørrelsene <60 mm og 60-85 mm, og en like tydelig økning av de to største avlingsstørrelsene 85-120 mm og >120 mm. Tørrstoffprosenten ble redusert fra 24,9% (3 kg N/daa) til 22,5% (28 kg N/daa) (se plansje 62 i vedlegg 1). Modninga avtok og knollvekta økte signifikant med økende mengde N. Stekefargen ble ikke påvirket av økende N-mengder. Kvalitetsvurderinga vist en tendens til økt mengde grønne knoller og sprekking med økt mengde N. Nitratinnholdet i bladstilken kom under 2000 ppm for gjødsling opp til 23 kg N/daa. Med ei gjødsling på 28 kg N/daa kom nitratinnholdet ned mot 2000 ppm 14 dager før høsting. Optimalt N-nivå er beregnet til 33,3 kg N/daa (vist i figur 7). Første uttak til Megalab (se vedlegg 1, side 60) viste lave verdier for magnesium, svovel og fosfor. Det var også lave magnesiumverdier for de tre laveste N-mengdene i uttak 2. Mellom de to uttakene ble det oppdaget sinkmangel i feltet, og hele åkeren ble behandlet med zintrac.



Figur 7: Optimal mengde N/daa for fire felt i Innovator basert beregninger av økonomisk resultat for nettoverdi¹ er regnet ut for de to feltene (Field 1 = Viken, Field 17 = Namdal).

I Innovatorfeltet på Romerike var det en tendens til reduksjon i fraksjonene <60 mm og 85-120 mm, mens det var nokså klar nedgang (P-verdi 0,3) i størrelsen 60-85 mm, og en tilsvarende klar økning for knoller > 120 mm. Som i feltet i Vestfold reduseres mengde friskt ris og knollvekta øker signifikant med økt mengde N/daa. Tørrstoffet reduseres fra 24,6% ved 3 kg N/daa til 21,9% for 28 kg N/daa. Det er en tendens til økt mengde grønne knoller, og en tilsvarende tendens til minkende innhold av rust med økt mengde N/daa (lave verdier). Stekefarge påvirkes ikke av økt mengde N. Ved begge uttak til analyser hos Megalab viste petiolene lave verdier for både kalsium og magnesium. I tillegg var det noe lave svovelverdier for de høyeste N-

leddene ved første uttak. Med lave AL-verdier for Ca og Mg, henholdsvis 48 og 4 burde feltet vært tilført begge næringsstoff på våren. Figur 8 viser den prosentvise størrelsesfordelingen av avlinga i feltet.



Figur 8: Resultater fra feltet med Innovator på Romerike. De ulike knollstørrelsene er stablet oppå hverandre, og angitt i prosent av totalvekta for prøva. Hver søyle representerer en gjødslingsmengde.

Innovatorfeltet i Namdal viste signifikant økning i avling med økt mengde N. Tørrstoffet ble redusert fra 24,4% til 22,2% ved å øke mengde tilført N fra 3 til 18 kg N/daa. Nitratinholdet i bladstilken kom til rundt 2000 ppm for gjødsling opp til 13 kg N/daa. Feltet ble ikke vannet. Det var lave verdier ved uttak av petioler til Megalab for sink, svovel og fosfor i begge uttak, i tillegg til lave magnesiumverdier i første uttak.

Innovatorfeltene i Vestfold og på Romerike var jevne og fine hele sesongen, og feltene ble vannet etter behov gjennom sesongen. Ved høsting av feltet på Romerike ble det dessverre ikke utført avlingsmålinger. Det er derfor ingen beregning av optimumsverdi for dette feltet i figur 7. Begge disse feltene modnet naturlig før høsting, og fikk ingen risbehandling. Alt arbeid i feltet ble utført som til konsumpotet, og ikke som settepotet.

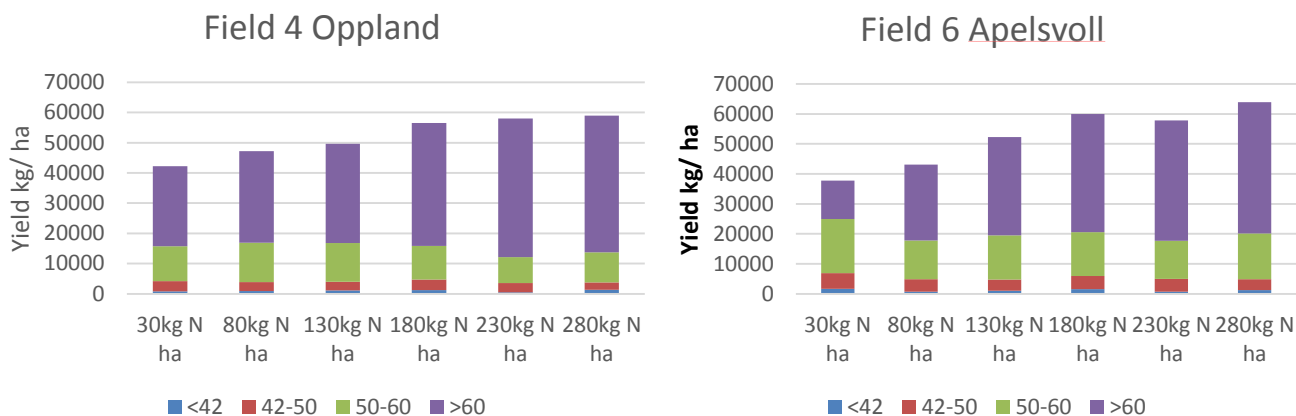
Royal

I Royal ble det gjennomført to feltforsøk. Tabell 12 gir en oversikt over vekstforholdene for de to feltene.

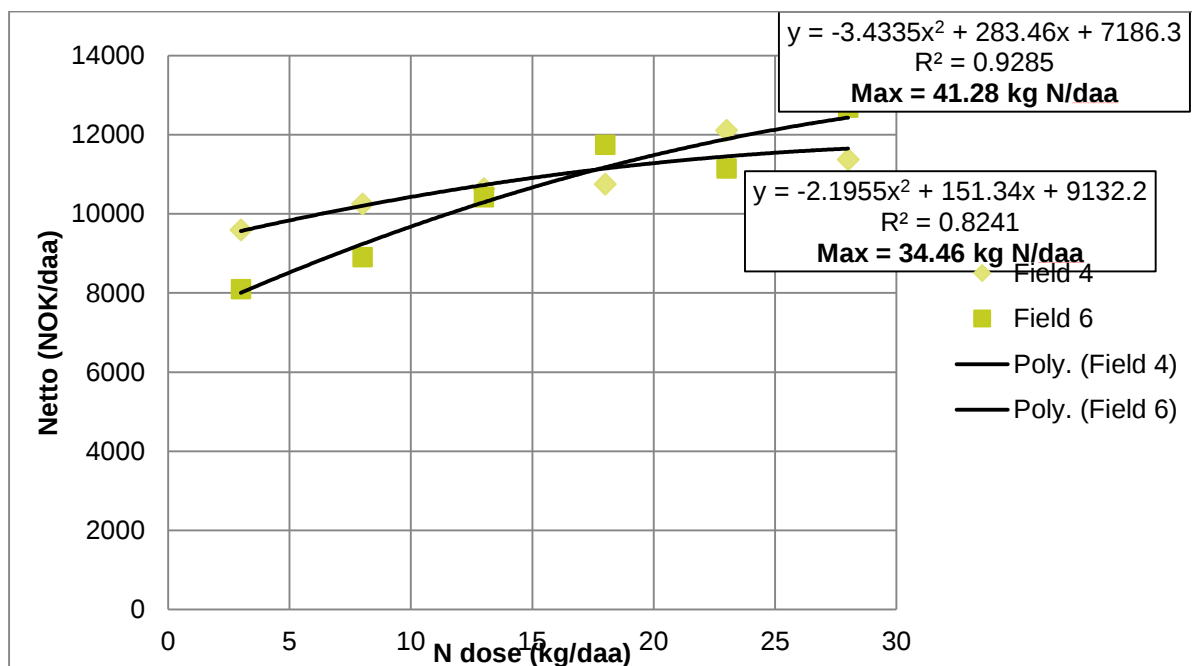
Tabell 12: Oversikt over jord, temperatur og nedbør i de to feltene som er vist i figur 9 og 10 for Royal.

Felt med Royal	Bioforsk	Oppland
Feltnummer i figur	Field 6	Field 4
Jordart, type	Lettleire	Siltig mellomsand
Jordart, klasse	9	5
Ant kg N/daa, nettoverdi	41,3	34,5
Nitrat-nivå < 2000 ppm	Opptil 28 kg N	Opptil 23 kg N
Klimastasjon	Apelsvoll	Apelsvoll
Vekstdøgn, antall	127	131
Døgngrader	1924,0	1963,8
Nedbør i mm	277,6	311,5
Lufttemperatur, gjennomsnitt C	15,3	14,5
Jordtemperatur, gjennomsnitt C	16,1	15,4

Royalfeltet i Oppland viste at knollstørrelsen >60 mm økte signifikant med økt tilgang på nitrogen opp til 23 kg N. Det ble signifikant mindre modne planter, beskrevet med mengde friskt ris da N-gjødslinga økte fra 3 kg N/daa (33% friskt ris) til 28 kg N/daa (97% friskt ris). Knollvekta gikk opp fra 191 (3 kg N) til 229 g/knoll (28 kg N). Tørrstoffet ble signifikant redusert fra 26,1 til 23,7 ($P\% 1,1$), mens stivelsen gikk tilsvarende ned fra 18,9 til 16,4% ($P\% 1,0$) fra høyeste til laveste gjødselnivå. Nitratinholdet i bladstilken kom under 2000 ppm for gjødsling opp til 23 kg N/daa. Med ei gjødsling på 28 kg N/daa var nitratinholdet på vel 5000 ppm 14 dager før høsting. Optimalt N-nivå som gir nettoverdi til bonden er beregnet til 34,5 kg N/daa (se figur 9). Ved begge uttak av petioler for analyser hos Megalab var det lave verdier for svovel, og det var lave magnesiumverdier i andre uttak.



Figur 9: Sorteringsresultater for to Royalfelt på Lena (Oppland) og på Kapp (Apelsvoll) i Oppland.



Figur 10: Optimal mengde N/daa for to felt i Royal basert beregninger av økonomisk resultat for nettoverdi¹ er regnet ut for de tre feltene (Field 4 = Oppland, Field 6 = Bioforsk Apelsvoll).

Royalfeltet på Apelsvoll viste samme resultater som Oppland-feltet, med økt knollstørrelse med økt tilgang på nitrogen i 50-60 mm og >60 mm ($P\%$ henholdsvis 0,7 og 0,1). Gjennomsnittlig knollvekt økte med økt mengde nitrogen, fra 127 (3 kg N) til 181 g/knoll (28 kg N). Tørrstoffet ble signifikant redusert fra 25,6 til 23,4, mens stivelsen gikk tilsvarende ned fra 18,4 til 16,2% fra høyeste til laveste gjødsling, nokså likt med

Oppland-feltet. Andelen friskt ris økte med økende mengde N (fra 28% med 3 kg N til 85% med 28 kg N). Nitratinnholdet i bladstilken kom under 2000 ppm for gjødsling opp til 23 kg N/daa, og ned mot 2000 ppm 14 dager før høsting med 28 kg N/daa. Optimalt N-nivå som gir nettoverdi til bonden er beregnet til 41,3 kg N/daa (se figur 10). Megalabanalysene viste lave verdier for magnesium og svovel ved begge uttakstidspunkt, noe som er litt overraskende med Mg-AL-tall på 11.

Til pottes frites ønsker man store poteter. Royal er en nokså ny sort for utprøving hos HOFF i Norge. Problemer med stivelsesrester i rensing av overflødig vann gjør at denne sorten tas ut av disse prøvingene. Sesongen 2015 vil sorten erstattes med Peik i feltforsøket. Feltene lå ikke langt fra hverandre geografisk, og forholdene var ganske like, men det er nokså stor forskjell på jordartene. Dyrkingshistoriene er også nokså ulike, ettersom Opplandfeltet har grisemøkk i vekstskiftet sitt. I figur 9 vises sorteringsresultatene for de to feltene.

Lady Claire

Det ble gjennomført tre felt med Lady Claire. I tabell 13 er det oversikt over noen av vekstforholdene for de ulike feltene, mens en i figur 11 ser regresjonsberegningene for optimalt gjødslingsnivå for de tre feltene.

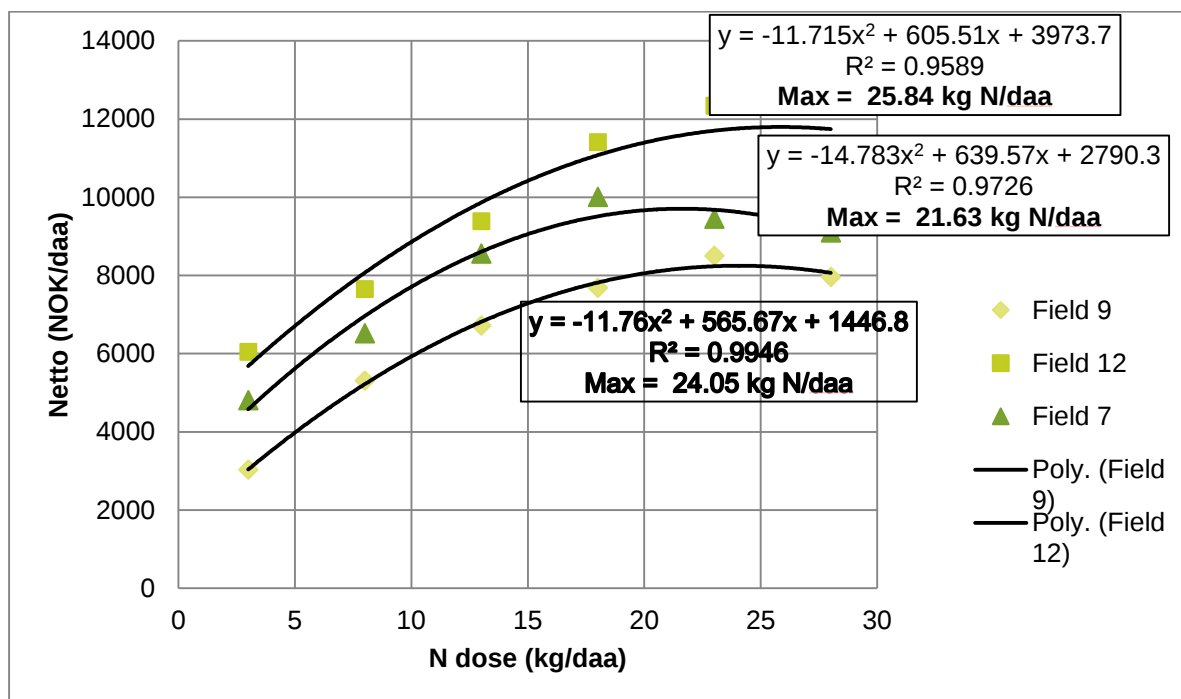
I feltet med Lady Claire i Nord-Trøndelag ga økt mengde nitrogen økende salgbar (P -% 0,4) og brutto avling (P -% 0,2). Andelen friskt ris 14 dager før høsting økte ved økte N-mengder. Friskt ris 14 dager før høsting er brukt som en indikator på hvor modne plantene er. I dette feltet var det kun 30% friskt ris med 23 kg N. Tørrstoffet gikk ned fra 27,2% med tre kg N/daa til 24,3% med 28 kg N/daa, noe som ikke betyr noe for produktkvaliteten. Resultatene er vist i vedlegg 1, foredrag av Siri Abrahamsen. Det var en klar tendens til økt knollvekt med økt N-gjødsling, da knollvekta økte fra 43 g/knoll med 3 kg N til 61 gram ved 28 kg N/daa (P -% 3,4). Leddet med høyeste N-gjødsling på 28 kg N/daa viste en svak tendens til mer misform. Ellers var det ingen forskjeller i kvaliteten mellom de ulike N-mengdene. Ser man på resultatene i vedlegg 1 kan det antydes at optimal N-mengde vil ligge mellom 18 og 23 kg N/daa, da nitratkonsentrasjonen nærmer seg 3000 ppm med 23 kg N/daa. Resultatene fra petioleanalysene hos Megalab viste gjennomgående lave sink-, svovel- og fosfortall ved begge uttak (henholdsvis 1 og 3 uker etter spiring).

Tabell 13: Oversikt over jord, temperatur og nedbør i de tre feltene i figur 11 for Lady Claire.

Felt i Lady Claire	Bioforsk	Nord-Trøndelag	Solør-Odal
Feltnummer i figur	Field 7	Field 9	Field 12
Jordart, klasse	9	5	7
Jordart, type	Lettleire	Siltig mellomsand	Sandig silt
Ant kg N/daa, nettoverdi	21,6	24,1	25,8
Nitrat-nivå < 2000 ppm	Opptil 8 kg N	Opptil rundt 18 kg N	Opptil 23 kg N
Klimastasjon	Apelsvoll	Frosta	Roverud
Vekstdøgn, antall	125	136	124
Døgngrader*	1901,9	2036,6	1810,5
Nedbør i mm	277,6	291,1	255
Lufttemperatur, gjennomsnitt C	15,3	15,1	14,5
Jordtemperatur, gjennomsnitt C	16,1	12,8	-

Lady Claire-feltet på Apelsvoll viste en klar økning i antall kg/daa av salgbar størrelse og for brutto avling opp til 18 kg N/daa. Det var en økning i knollvekt opp til 18 kg N/daa. Tørrstoffet ble klart redusert med økt mengde nitrogen, fra 28% ved 3 kg N/daa til 23,8% med 28 kg N/daa. Andelen friskt ris økte fra 10% med 3 kg N/daa til 52% med 28 kg N/daa. Det var ingen forskjeller i kvaliteten forøvrig mellom de ulike N-mengdene. I figur 8 ser optimal N-mengde ut til å ligge rundt 18 kg N/daa, mens beregningene viser ca. 24 kg N/daa. Siste måling på Apelsvoll ble gjort 28 dager før høsting. På Apelsvoll hadde nitratinnholdet i bladstilkene kommet godt under 2000 ppm ved siste måling bare for leddene 3 og 8 kg N/daa. Resultatene fra Megalabanalysene viste gjennomgående lave verdier av både svovel og fosfor ved begge uttak. Det var også

lave verdier av magnesium ved første uttak for alle gjødsledd, og for de tre laveste gjødsleddene ved uttak 2. Med Mg-AL-verdi på 11 på jordprøvene er dette et litt uventet resultat.



Figur 11: Optimal mengde N/daa for tre felt i Lady Claire basert på beregninger av økonomisk resultat for nettoverdi¹ er regnet ut for de tre feltene (Field 7 = Bioforsk Apelsvoll, Field 9 = Nord-Trøndelag, Field 12 = Solør-Odal).

Lady Claire-feltet i Solør viste sikre utslag for N-gjødsling for antall kg/daa for salgbar størrelse, da avlingene i størrelsen 40-70 mm økte helt opp til 23 kg N/daa. I dette feltet var det ingen forskjeller i modning med ulike N-mengder 14 dager før høsting, noe som tyder på at høstinga nok kunne vært utsatt noe. Det var sikre utslag for økt knollvekt med økt mengde nitrogen (P -% 0,1). Antall knoller per plante ble lavere ved den minste gjødslinga, da 3 kg N ga 10 knoller per plante, mens de øvrige N-mengdene ga 13-15 knoller per plante. Tørrstoffet gikk ned fra 24,9 ved 3 kg N/daa til 22,1% med 28 kg N/daa, noe som er for lavt for å klare optimal chipskvalitet. Det var ingen sikre utslag i kvaliteten forøvrig. Det var en svak tendens til at det ble mer grønne knoller med økt gjødselmengde og avling (P -% 17,1). Feltet ble ikke vannet, og verdiene for nitratmålingene var noe ujevne i sesongen. Resultatene i figur 11 viser optimal N-mengde på 25,8 kg N/daa. Dette resultatet stemmer godt med at de N-mengdene som gir et nitratnivå i bladstilken ned mot 2000 ppm 14 dager rundt høsting ligger mellom 23 og 28 kg. Megalabanalysene viste gjennomgående lave verdier av både sink, svovel, og fosfor ved begge uttak. Det var også lave verdier av magnesium ved første uttak, noe som stemmer godt med Mg-AL-verdi på 4. I uttak to til Megalab har Mg-tallene rettet seg opp for de høye gjødselmengdene.

I feltene med Lady Claire er det gjort vanlige kvalitetsvurderinger, i tillegg til stekefarge. Det kan se ut som sorten er utsatt for mangel på særlig fosfor og sink. Måling av sukkerinnhold har startet opp for feltene i 2014. Vi vet for lite om dette foreløpig, og vil komme tilbake til resultater fra suktermåling når resultatene gjøres opp etter sesongen 2015. For chipspotet er det viktig å ha et tørrstoffinnhold som gir god chipskvalitet. Ønsket er at tørrstoffinnholdet ligger over 22,5%. Blir tørrstoffinnholdet for høyt vil det forringe produktkvaliteten på chipsen. Optimal N-mengde basert på nettoverdi lå mellom 21,6 og 25,8 kg N/daa for de tre ulike feltene. Dette er dobbelt så mye nitrogen som dagens gjeldende anbefaling for sorten på 10-12 kg N/daa. Vi er spent på hva resultatene fra sesongen 2015 viser.

Resultater for analyser i vekstsesongen

Tre metoder ble benyttet for å måle nitrogeninnholdet i plantene. De tre ulike metodene LQ, NIR og N-sensor er beskrevet kapittelet «Analyser i vekstsesongen» og måler henholdsvis nitratkonsentrasjonen i plantesafta i ppm, N-innholdet i prosent av tørrstoffet, og som mengde klorofyll/biomasse. I utgangspunktet er rådgiverne på utkikk etter en rask målemetode i felt som kan hjelpe oss med å gi gode og riktige råd om eventuelt behov og mengde nitrogen gitt som tilleggsgjødsling. LAQUA-twin er et lite og hendig instrument som er rimelig i innkjøp og enkelt i bruk.

Ved sammenlikning av metodene på samme måletidspunkt viser resultatene veldig god korrelasjon mellom de seks nitrogennivåene med alle tre metodene ved måling i Fakse 46 dager etter spiring, vist på side 103 i vedlegg 1. I dette feltet er korrelasjonen mellom metodene N-sensor og LQ 0,85, mellom N-sensor og NIR-analyse (Megalab) 0,91 og mellom LQ og NIR-analysen 0,91. Dette indikerer at LQ-metoden er sikker i bruk på dette stadiet, og kan være et godt hjelpemiddel ute i felt.

Vekstsesongen 2015 vil det bli gjort flere sammenliknbare analyser hele sesongen. I tillegg vil N-tester tas i bruk for ytterligere å sammenlikne de ulike testmetodene.

Diskusjon

Vi ønsket å teste ut gjødselmengder fra et underoptimalt til overoptimalt nivå. Året 2014 ga god avmodning selv ved sterkere gjødsling. Ser vi på avlingskurvene for enkelte sorter i 2014 ser det ut til at vi kunne testet ut enda sterkere gjødsling. Dette gjelder særlig for sortene Innovator, Royal og Lady Claire.

I tillegg til å se på avling i salgbar størrelse for de ulike sortene, er det også vurdert modning (friskt ris 14 dager før høsting), knollvekt, prosent tørrstoff, ulike kvalitetsparametere, stekefarge (for industrisortene) og nitratinnholdet i bladstilken 14 dager før høsting. Forsker Joakim Ekelöv (SLU, Sverige, pers. med.) har erfart at for å oppnå god avmodning av plantene før høsting er det viktig at nitratnivået i bladstilkene kommer ned på et nivå på rundt 1000 ppm ved høsting. I vurderingene er det tatt utgangspunkt i at et det er ønskelig med et nitratinnhold i bladstilken på ned mot 2000 ppm 14 dager før høsting.

Det ble testet ut sju ulike sorter. Tidligere undersøkelser gjennom mange år har vist at de forskjellige sortene har ulike krav til gjødsling. For noen sorter, særlig industrisorter, har vi ikke tidligere klart å oppnå ønsket avlingsnivå.

Resultatene viser oss at vi kan dele inn de sju sortene i ulike klasser når det gjelder krav til mengde nitrogen. Ved å sammenstille avlings- og kvalitetsundersøkelsene med modningsfaktorene «friskt ris 14 dager før høsting» og «innholdet av nitrat i bladstilken i ppm 14 dager før høsting» kan vi si noe om hva som ser ut til å være optimal mengde N for de ulike sortene.

De undersøkte konsumsortene reagerer forskjellig på de ulike N-nivåene. **Fakse** er en skrellesort som i forsøkene har vist seg å være lite krevende når det gjelder tilgang på nitrogen. Økt mengde N har ikke gitt signifikante utslag på avling i de to feltene i Østfold og Rogaland. Anbefalt mengde N til Fakse ser ut til å ligge rundt 8 kg N/daa. **Mandel** ser også ut til å være lite nitrogenkrevende. Resultatene i det ene feltet ga ikke signifikante utslag i salgbar størrelse for økt mengde N, og er for lite å bygge konklusjoner på. Resultater tyder imidlertid på at optimal N-mengde kan ligge rundt 13 kg N. I vekstsesongen 2015 blir Mandel undersøkt i to nye felt. **Folva** ser ut til være en middels N-krevende konsumsort. Det var signifikante utslag på salgbar avling (42-65 mm). Avlingene økte mye fra 8 til 13 kg N/daa, men økte ytterligere fra 23 til 28 kg N/daa. Det er også et felt i Folva i 2015. **Asterix** ser ut til å være en middels N-krevende sort.

Pommes frites-sortene Innovator og Royal ble undersøkt i 2014. For disse sortene kunne høyeste N-mengde nok vært enda høyere. **Royal** ser ut til å være en middels til sterk N-krevende sort, og har i begge feltene et N-optimum på rundt 23 kg N/daa. **Innovator** krever mye N for å oppnå gode avlinger og store knoller, og har et beregnet N-optimum på vel 33 kg N/daa. Tar man i tillegg hensyn til nitratinnholdet 14 dager før høsting vil optimum fortsatt ligge på omtrent samme nivå.

Chipssorten **Lady Claire** har vært til utprøving og produksjon hos produsenter av poteter til Maarud og Orkla siden henholdsvis 2010 og 2006. Det har av og til vært krevende å oppnå tilfredsstillende avlinger med god lønnsomhet. I den engelske rapporten av Dampney og Collins (2013) er Lady Claire plassert i gruppe 2, og betraktes derfor som en sort med nokså bestemt voksemåte og altså som N-krevende. Forsøkene i 2014 har vist at Lady Claire krever høy mengde N, og har gitt best resultater fra ca. 21,6 kg til opp i 25,8 kg N/daa. Disse gjødselmengdene har gitt fra 3,4 til vel 5 tonn potet/daa. Krittisk punkt for Lady Claire og de høye N-mengdene er chipsfarge. Undersøkelsene fortsetter i 2015.

NIR-analysene på Megalab har avdekket næringsmangler i åkre som vi ikke ser mangelsymptomer i. Analysene har også gitt oss indikasjoner på at sortene Innovator og Lady Claire kan være mer utsatt for mangel på fosfor og sink enn de andre sortene. Resultatene av bladstilkanalysene hos Megalab har gitt oss noe kjennskap om sammenhengen mellom opptaket av ulike næringsstoffer i potetplantene. På dette fagområdet har vi som arbeider med potet mye å lære, og det er behov for at undersøke dette nærmere framover.

Feltene har ligget på ulike jordarter, noe som kan være grunnlag for ulike gjødslingsstrategier. Med de resultatene som foreligger er ikke grunnlaget stort nok til å si noe om dette.

Rådgivere er alltid på utkikk etter raske og pålitelige målemetoder i felt som kan bidra til å gi gode og riktige råd om eventuelt behov og mengde nitrogen gitt som tilleggsgjødsling. De ulike analysemetodene krever optimale forhold for å kunne gi gode og presise nok resultater. For å sammenlikne verdier fra samme felt på ulike tidspunkt er det viktig at målinger utføres på samme tidspunkt på dagen. Analysene må alltid utføres på siste fullt utvikla blad. Viktige moment for å oppnå pålitelige analyseverdier er god vannstatus i plantene, uttak av plantemateriale på formiddagen, at det er minst en dag siden det regnet eller ble vannet, og at det ikke er andre næringsforstyrrelser i plantematerialet. Disse momentene legger noen begrensninger på bruken av særlig LAQUA-twin-metoden. På den annen side er LAQUA-twin er et lite og hendig instrument som er relativt rimelig i innkjøp og enkelt i bruk.

Ved sammenlikning av metodene på samme måletidspunkt viste resultatene god korrelasjon mellom de seks nitrogennivåene med alle tre metodene ved måling i Fakse 46 dager etter spiring. Vekstsesongene 2015-2016 vil det bli gjort flere sammenliknbare analyser hele sesongen. I tillegg til de tre metodene som er brukt i dette prosjektet vil N-tester også tas i bruk for å sammenlikne de ulike testmetodene.

Prosjektet videreføres i perioden 2015-2017 med midler fra Klima- og miljøprogrammet hos Landbruksdirektoratet. I dette prosjektet er målet å «**Utvikle et beslutningsverktøy for optimal gjødsling for potet med hensyn på avling, kvalitet og miljøeffekter**». For å nå dette målet skal NLR i samarbeid med Bioforsk, Yara og flere aktører i potetbransjen satt seg følgende delmål: *1. Utarbeide normtall for nitratinnhold i bladstilk for potetsorter ved ulike utviklingstrinn. 2. Avdekke riktig fordeling og tidspunkt for delgjødsling for de ulike sortene og 3. Ta i bruk nye normtall i gjødslingsrådgiving hos produsenter i vekstsesongen 2016-2017.*

Resultatene fra dette prosjektet i 2014, og de de neste to årene (2015-2016) vil bli evaluert hos potetprodusenter gjennom et registreringsverktøy i 2017. Aktuelle gjødslinger evalueres i forhold til kvalitet, optimal vekst og eventuelt næringsoverskudd. Evalueringen vil trekke inn det aktuelle klimaet og jordforhold, og dermed vekstbetingelsene den gitte sesongen.

Samarbeidspartnere, organisering og finansiering

Samarbeidspartnere

Feltforsøkene er utført av lokale enheter i Norsk Landbruksrådgiving (NLR) og av Bioforsk Apelsvoll. Lokale enheter i NLR som har hatt forsøksfelt i 2014 har gått inn med 30% egenandel. Disse enhetene har hatt forsøksfelt: NLR Rogaland, NLR Viken, NLR Sørøst, Romerike LR, Solør-Odal LR, Hedmark LR, NLR Oppland,

Oppdal LR, NLR Sør-Trøndelag, NLR Nord-Trøndelag, NLR Namdal og NLR Salten. Se oversikt over forsøksfeltene i tabell 2.

Samarbeidspartnere i prosjektet er viktige aktører innen videreforedling og distribusjon av poteter. Disse har i 2014 vært Findus, BAMA, Maarud, Orkla (tidligere KiMs), HOFF, Totenpoteter, Fjellmandel og Produksjonspakkeriet i Trøndelag.

Yara v/Bjørn Tor Svoldal og Bioforsk Apelsvoll v/Per J Møllerhagen er viktige samarbeidspartnere og diskusjonspartnere fra prosjektets start og hele veien. Begge har vært med i prosjektgruppa.

NLR har diskusjoner om utarbeiding av beslutningsverktøy for riktig gjødsling i potet på nordisk nivå med danske og svenske rådgivere gjennom henholdsvis Videntcenteret i Danmark, og Hushållningssällskapet Skaraborg og Lyckebystärkselsen i Sverige.

Organisering

Ei prosjektgruppa har bestått av Bjørn Tor Svoldal (Yara), Per J Møllerhagen (Bioforsk Apelsvoll), Siri Abrahamsen (NLR Viken) og Jon Olav Forbord (NLR Nord-Trøndelag). Prosjektgruppa har hatt flere møter hvor det er tatt avgjørelser om hvordan ulike spørsmål i prosjektet skal løses. Prosjektleder har vært fagkoordinator i potet Borghild Glorvigen.

Finansiering

Finansieringen kom på plass utover våren og sommeren 2014. Bransjepartnerne har gitt viktige økonomiske bidrag til prosjektet, og har stått for kvalitetsvurdering av avlingene etter retningslinjer lik det de gjør i sin pakking og produksjon i sine anlegg.

I tillegg til positive varemottakere ble flere Fylkesmannens Landbruksavdeling (FMLA) med på å finansiere deler av arbeidet i feltforsøkene. Mange av de lokale rådgivingsenhetene har fått støtte til feltforsøkene i fylkene Vestfold, Hedmark, Oppland, Sør-Trøndelag, Nord-Trøndelag, Nordland, Troms og Finmark.

Norsk Landbruksrådgiving bidro med prosjektledelse og sentrale midler fra potten NLR Grøntsatsing. Bioforsk bidro med en feltgodtgjørelse til tre av feltene (Innovatorfelt hos Viken og på Romerike og feltet med Lady Claire i Nord-Trøndelag), i tillegg til eget arbeid i tre forsøksfelt på Apelsvoll.

Yara har betalt for analysene hos Megalab. De økonomiske bidragene fra de ulike FMLA, Bioforsk, Yara og samarbeidspartene i bransjen er spesifisert i tabell 14. Her er det også en oversikt over egeninnsatsen i prosjektet fra alle partene som har tatt del i arbeidet. I kolonnen egenandel inngår arbeid med kvalitetsvurderinger, arbeid med forsøksfeltene og prosjektledelse, eller betaling av faktura for analysekostnader (Yara).

Kostnadene med forsøkene er skissert i tabell 15. Feltkostnaden ble beregnet til kr 65.000 per felt med en timepris på kr 620. Dette innebærer uttak av jordprøve, anlegg av felt, gjødsling og setting, delgjødsling, uttak av planteanalyse til Megalab, målinger med LAQUA-twin gjennom sesongen, høsting og sortering av avlinga. I tillegg kommer administrativt arbeid som å gjøre avtaler med feltverter, oppveining av gjødsel, føring av arbeidstimer, innrapportering av registreringer, sending av prøver etc. Vertens arbeid med feltet (hypping, tørråtesprøytinger, risdreping) er ikke tatt med i kostnadsoversikten.

Kvalitetsvurdering av et felt er beregnet med 13,5 timer a kr 600. Dette inkluderer vask, kvalitetsvurdering og sortering av ei 10 kg prøve per rute for 18 ruter per felt (unntak: to felt i Namdalen hadde 12 ruter per felt). Kvalitetsarbeidet er satt opp som egenandel i tabell 14.

Tabell 14: Oversikt over finansieringen av prosjektet. Kolonnen «Støtte» angir kroneverdier som går inn i prosjektet. «Egenandel» er eget arbeid, som hver partner selv finansierer.

Partner	SUM	Egenandel	Støtte (i kroner)
FMLA*	398 500	-	398 500
Vestfold	39 000		
Hedmark (2 felt)	65 000		
Oppland	40 000		
Sør-Trøndelag (2 felt)	96 500		
Nord-Trøndelag (4 felt)	118 000		
Nordland	40 000		
Bioforsk¹	70 700	10 700	60 000
Yara²	99 000	99 000	-
BAMA	130 200	70 200	60 000
Findus	56 200	16 200	40 000
Fjellmandel	10 000	-	10 000
HOFF	56 200	16 200	40 000
Maarud	64 300	24 300	40 000
KiMs	40 000	-	40 000
Totenpoteter	28 100	8 100	20 000
Grøntmidler, NLR	100 000	-	100 000
Feltarbeid	360 750	360 750	-
Prosjektledelse	48 000	48 000	-
SUM	1 461 950	653 450	808 500

* Følgende lokale enheter i NLR har mottatt støtte fra FMLA: Viken, Oppland, Hedmark, Salten, Solør-Odal, Oppdal, Sør-Trøndelag, Nord-Trøndelag og Namdal. Det er gitt støtte i fra FMLA i størrelsesorden kr 32.500-47.500.

¹ Bioforsk støtter 3 av feltene med feltgodtgjørelse på kr 20.000 + analyser og beregninger på 6 av feltene.

² Yaras utgifter er for analysene til Megalab. I denne summen er det beregnet 2 analyseuttak på hver av de 18 rutene i 19 av feltene (unntak – 12 ruter per felt i NLR Namdal).

Tabell 15: Kostnader i prosjektet. Totalt var det 19 forsøksfelt.

Kostnadssted	Pris per felt	Antall felt	Sum felt
Forsøksarbeid	65 000	17	1 105 000
	34 125	2	68 250
Kvalitetsvurdering	8 100	17	137 700
	5 400	2	10 800
Statistiske beregninger	-	-	80 000
Settepoteter og gjødsel			12 200
Prosjektledelse			48 000
SUM			1 461 950

Publikasjoner

Artikler og rapporter

Abrahamsen Siri, 2015. [Høydepunkt fra Potet 2015](#). Grønt i Fokus nr 1/mars2015, side 25.

Bontan Anne Karin, 2015. Oppdal Landbruksrådgiving, 2015. [Feltforsøk – Utarbeide beslutningsverktøy for riktig gjødsling i potet 2014](#). Rapport til FMLA Sør-Trøndelag.

Glorvigen Borghild, 2014. [Rett mengde nitrogen tilpasset år og potetsort, www.yara.no](#).

Landbruksdirektoratet, 2015. [Utarbeide beslutningsverktøy for riktig gjødsling i potet](#), prosjekttomtale.

Hansen Bo, 2014. [Hver potetsort med eget N-regime](#). Bedre Gardsdrift, Nyheter oktober 2014.

Foredrag:

Abrahamsen Siri, 2015. [Nitratmåling i blad – metode for å treffe riktig N-gjødsling?](#), Fagforum Potet.

Abrahamsen Siri, 2015. N-kalibrering til ulike potetsorter. Prosjektmøte Nofima (Ås) 14/4/2015.

Glorvigen Borghild, 2015. Bakgrunn og økonomi i prosjektet. Prosjektmøte Nofima (Ås) 14/4/2015.

Møllerhagen Per, 2015. Målemetoder som benyttes i prosjektet. Prosjektmøte Nofima (Ås) 14/4/2015.

Kilder:

Abrahamsen Siri, 2013. [Nitratmålinger i blad i potet for å tilpasse N-gjødslinga i 2013](#). Rapport NLR Viken.

Dampney Peter and Gary Collins, 2013. [Crop Nutrition for Potatoes](#), Potato Council.

Ekelöf Joakim og Tora Råberg, 2011. Växtnäringens inflytande på skörd och kvalitet i potatis. En litteraturstudie.

Møllerhagen Per, Mads T Rødningsby og Robert Nybråten, 2009-2014. Sorter og sortsprøving i potet. Bioforsk FOKUS (flere utgaver).

Yara N-sensor: <http://www.yara.no/gjodsel/Tools-and-Services/n-sensor/>.

Åsen Ivar, 1986. Mangelsjukdomar og andre ernæringsforstyringer hos kulturplanter. Landbruksforlaget 1986.

Forfattere:

Borghild Glorvigen, Norsk Landbruksrådgiving. E-post: borghild.glorvigen@nlr.no, mobil: +47 948 67 585

Siri Abrahamsen, NLR Viken. E-post: siri.abrahamsen@nlr.no, mobil: +47 948 40 250

Per Møllerhagen, Bioforsk Apelsvoll. E-post: per.mollerhagen@nibio.no, mobil: + 47 404 84 168

