

A photograph of a field of young evergreen trees, likely spruce or fir, planted in rows. The background shows a sunset or sunrise with a sky filled with orange, yellow, and blue clouds. The trees are dark green and have small colored tags (blue, orange, pink) attached to their trunks.

Form-N: Et forsøg med kvælstofformerne **NITRAT & AMMONIUM**

Kvælstof findes på mange former, men foretrækker nordmannsgranjuletræer nitrat eller ammonium, eller er det en blanding af de to kvælstoffer, der er mest optimal? Måske er det en helt tredje form, der er bedst? Vi ved det faktisk ikke. Der er få forsøg, der kan vejlede os, og teorien peger tilmed i flere retninger. Ligesom sidste års undersøgelse om kvælstoffer peger denne undersøgelse på, at nitrat giver den største vækst og bedste farve. Undersøgelsen slår samtidig fast, at der skal flere forsøg til.

Af Lars Bo Pedersen, Rune Vesterager Rasmussen & Kenneth Klausen

Hvad siger teorien?

Kvælstof er en vigtig byggesten i aminosyrer, proteiner og klorofyl. Selvom det er vist, at visse planter kan optage aminosyrer (for eksempel glycin), så er optagelsen af nitrat (NO_3^-) og ammonium (NH_4^+) altdominerende, og ofte er det en blanding af de to former, der er fremherskende. Forholdet mellem ammonium og nitrat har stor betydning, ikke bare for planten, men også for jorden som voksemedie. Hver planteart har sit optimale ammonium/nitrat-forhold som yderligere varierer med temperatur og jorden, herunder navnlig dens surhed.

Sukker og ilt

Omsætningen af ammonium i planterne kræver langt mere ilt end omsætningen af nitrat. Ammonium er giftigt for planterne og omsættes derfor hurtigt i rødderne. Her reagerer denne kvælstofform med sukkerarter, som transporteres fra bladene, hvor sukkeret er dannet. Nitrat derimod omsættes også i roden, men transporteres primært direkte til bladene, hvor det omdannes til ammonium, som derefter reagerer med forskellige sukkerarter.

De fleste planters stofskifte vokser markant ved øget temperatur. Det gælder også for nordmannsgran. Det betyder, at sukkerforbruget øges markant om sommeren (Nåledrys nr. 56), som på sin side efterlader mindre sukker til omsætningen af ammonium. Samtidig falder opløseligheden af ilt drastisk ved øgede temperaturer, hvilket yderligere lægger pres på omsætningen af ammonium om sommeren.

Alt andet lige betyder dette, at man om sommeren bør anvende gødning med et lavt ammonium/nitrat-forhold, mens der i det tidlige forår bør sættes på et højere ammonium/nitrat-forhold. Ved lavere temperaturer er gødskning baseret på ammonium derfor det bedste valg, fordi ilt og sukkerstoffer her er mere tilgængelige.

Rt i rodzonen

Den elektriske balance skal opretholdes i planternes rødder. Derfor balanceres optagelsen af positivt ladede næringsstoffer af en frigivelse af positivt ladede stoffer. Det samme gælder for negativt ladede næringsstoffer.

Hvis planten derfor optager den positivt ladede ammonium afgiver planten en proton (H^+) til jordvæsken. Denne proton er en syre, som forsure jorden rundt omkring rødderne. På samme måde gælder det, at når planten optager den negativt ladede nitrat, afgiver den samtidig bikarbonat (HCO_3^-), som er en base. Dette får pH ($Rt = \text{pH} + 0,5$) til at stige i rodzonen. Af samme årsag er svovlsur ammoniak ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) forsurende, mens kalksalpeter ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) løfter jordens pH.

Samspelet med de øvrige næringsstoffer

Fordi ammonium er positivt ladet konkurrerer den med andre positive næringsstoffer (for eksempel kalcium – Ca^{2+} , magnesium – Mg^{2+} og kalium – K^+) i optagelsesprocessen. Er gødskningen ubalanceret med for stor en andel af ammonium, kan det derfor resultere i et mindsket optag af især magnesium (relateret til bare skuldre) og kalcium (måske relateret til røde nåle). Optagelsen af kalium påvirkes i mindre omfang. Forholdet mellem ammonium og nitrat har gennem sin påvirkning af surhedsgraden af jorden også betydning for opløseligheden og dermed tilgængeligheden af en række andre næringsstoffer. Typisk bliver mikronæringsstofferne mere tilgængelige ved lavt pH, mens makronæringsstofferne tilgængelighed øges, når pH øges.

Træets energibalance

Træets energibalance peger i retning af nitrat. Nitrat transporteres og lagres i træerne uden at skulle omdannes først, og omdannelsen er primært baseret på "gratis" solenergi. Ammonium har en omkostningsfuld omsætning i roden med et større forbrug af sukkerstoffer og ilt.

Planternes tilpasning

Planter der især vokser, hvor jordens pH er neutralt til alkalisk, er typisk tilpasset nitraternæring, mens planter, der primært vokser, hvor jordbunden er sur, overvejende er tilpasset ammoniumernæring. Langt de fleste planter er dog tilpasset til at vokse bedst ved en blanding af de to former. Samtidig er det velkendt, at pionertræarter, som bedst gror i skovrydninger og lignende, generelt foretrækker nitrat, som er den kvælstofform, der under danske forhold er mest hyppig sådanne steder. Klimakstræarter, der primært er hjemmehørende i den boreale zone, er derimod tilpasset vækst på sure podzoljorde, hvor ammonium er den altovervejende mineralske kvælstofform.

Rødgranen er tilpasset en ernæring, hvor ammonium er vigtigst. Omvendt har undersøgelser vist, at frasergran gror bedst, hvor kvælstofindholdet er fra 75 til 100 % nitrat. Spørgsmålet er blot, hvordan nordmannsgranen er tilpasset? Vi ved det ikke. Vores jordbundsprøver fra Georgien peger på, at Rt ligger mellem 4,9 og 6,3.

◀ Målerholdet på natarbejde med indsamling af de sidste nåleanalyser hos juletræproducent Jørgen Rasmussen ved Otterup.

Tabel 1. Kulturernes nøgletal.

	Gisselfeld	Otterup
Alder	Plantet efterår 2009	Plantet forår 2009
Planteafstand (m)	1,1 x 1,1	1,1 X 1,1
Proveniens	Ambrolauri Tlugi	Ambrolauri Tlugi
Gødningspraksis forud for forsøget	2015: Marts: 200 kg Kiserit/ha April: 700 kg NPK 19-3-6/ha September: 250 kg NPK 19-3-6/ha 2016: Marts: Kiserit 200 kg/ha	2015: April: 400 kg Kiserit/ha 400 kg NS 27-4/ha August: 200 kg NS 27-4/ha
Vækst- og formregulering	Alle træer er formreguleret i 2014/2015. Vækstreguleret med tang i 2-3 år	Træer er formreguleret og nippet med opfølgende bredderegulering. Topskudsregulering med Topstar

Tabel 2. Jordtal i forsøgene på Gisselfeld og Otterup.

Lokalitet	Rt	Pt	Kt	Mgt
Gisselfeld	5,3	2,8	11	4,7
Otterup	5,8	6,7	12	11

Forsøget

I 2015 udførte vi et mindre gødningsforsøg på Gisselfeld i forbindelse med et større forsøg med droner. Resultaterne herfra pegede i retning af nitrat som den foretrukne kvælstofform på Gisselfelds næringsrige jorder, men vi blev samtidig klar over, at der skulle nye og mange flere forsøg til, før man kunne generalisere. Derfor annoncerede vi i det tidlige forår i 2016 i Korte Meddelelser efter forsøgsværter. Der var desværre en begrænset interesse, og blandt de få, der havde givet tilsagn, opstod der flere uheld, der gjorde, at vi kun stod med to forsøgslokaliteter. Undersøgelserne på disse lokaliteter er forløbet perfekt, men vi vil gerne have flere supplerende forsøgsdeltagere i fremtiden – gerne hvis jord er mager.

De to forsøg er anlagt i nærsalgsklare kulturer på Gisselfeld Kloster mellem Næstved og Køge af Jan Olsen og i Ølund tæt på Otterup og Odense fjord af juletræsproducent Jørgen Rasmussen. Kulturerne er begge plantet i 2009 på 1,1 * 1,1 m (tabel 1).

Jorden i Otterup har udviklet sig på hævet havbund, mens jorden på Gisselfeld er en typisk næringsrig morænejord fra sidste istid. Begge forsøgslokaliteter repræsenterer således lærde jord-

bundstyper, som ligner hinanden en hel del. Otterup-lokaliteten fremstår dog en smule mere næringsrig med et højere Rt, Pt og Mgt samt en bedre balance mellem Kt og Mgt.

Der blev etableret seks behandlinger (inklusiv en ubehandlet kontrol) med forskellige kombinationer af NPK-21-3-10, kalksalpeter (Ca(NO₃)₂) og svovlsur ammoniak ((NH₄)₂SO₄) (tabel 3). Forsøgene på Otterup og Gisselfeld blev forårgødsket henholdsvis den 5. og 9. maj og farvegødsket henholdsvis den 21. august og 12. september. Begge forsøg blev håndgødsket.

Behandlingerne blev udlagt i felter bestående af 50 - 80 træer, som hver især blev målt individuelt (Gisselfeld 17. oktober, Otterup 2. november). Der blev målt og scoret følgende: Træernes totalhøjde, topskuddets længde, antal knopper i topskuddet, længden af årsnåle og scoring af nålefarve på årsnålene i anden grenkrans (0 - 7; 0 = rød nål og 7 = meget mørkegrøn nål) samt misfarvning (0 - 4; 0 = ingen misfarvning og 4 = misfarvning af hele nålen) og af nåletab (0 - 5, 0 = ingen nåletab og 5 = 80 - 100 % nåletab) på ældre nåle.

Der blev desuden udtaget årsnåle fra anden grenkrans på samtlige træer som behandlingsvis blev puljet til en samleprøve per behandling.

Resultater

Efterårets målinger af juletræer efterlod et indtryk af kun små forskelle mellem behandlingerne og kulturerne på de to lokaliteter (tabel 4).

Tabel 3. Gødskningen i forsøgsbehandlingerne.

Behandlingsnummer	Behandling	Dosering (kg N/ha)		
		Forår	Efterår	Total
1	Kontrol	0	0	0
2	Kalksalpeter	100	50	150
3	Svovlsur ammoniak	100	50	150
4	NPK	100	50	150
5	Forår: Kalksalpeter Efterår: Svovlsur ammoniak	100	50	150
6	Forår: Svovlsur ammoniak Efterår: Kalksalpeter	100	50	150

Tabel 4. behandlingsresultater, vækst og nålefarve. KS = kalksalpeter, SA = svovlsur ammoniak, NPK = NPK 21-3-10. Behandlingerne fremgår af tabel 3. Gisselfeld

Behandling	Forår	Efterår	Totalhøjde (cm)	Topskuds-længde (cm)	Top/Total (%)	Nålelængde (mm)	Nålefarve
1 (kontrol)	-	-	178,6	31,7	18,1	32,3	3,1
2	KS	KS	203,3	36,5	18,0	34,4	4,7
3	SA	SA	168,8	31,0	18,6	31,2	4,5
4	NPK	NPK	187,4	37,0	19,9	34,5	4,5
5	KS	SA	196,5	37,2	19,3	34,8	4,7
6	SA	KS	173,8	35,2	21,1	33,5	4,4
Gennemsnit	-	-	184,1	34,7	19,2	33,4	4,3

Otterup

Behandling	Forår	Efterår	Totalhøjde (cm)	Topskuds-længde (cm)	Top/Total (%)	Nålelængde (mm)	Nålefarve
1 (kontrol)	-	-	171,6	35,6	20,6	32,1	4,4
2	KS	KS	165,1	34,0	20,6	31,4	5,0
3	SA	SA	168,8	34,8	20,5	31,8	4,9
4	NPK	NPK	170,9	36,6	21,5	30,9	4,9
5	KS	SA	177,0	37,1	21,0	32,3	5,1
6	SA	KS	174,2	37,2	21,3	31,9	4,6
Gennemsnit	-	-	171,2	35,8	20,9	31,7	4,8

Den ene tredjedel af målerholdet (Lars Bo Pedersen) på Gisselfeld, hvor forsøget blev opgjort den 17. oktober 2016.



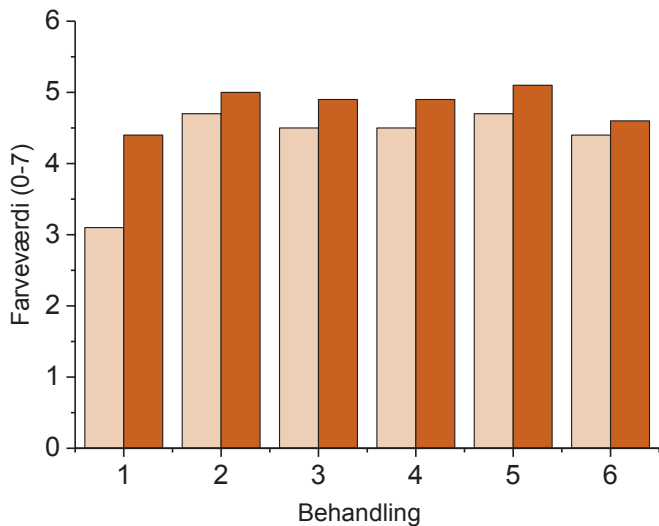
FOX MOTORI RYGSPRØJTER
Batteri drevne - til udbringning af:

- Ukrudts- & insektmidler
- Topskudsregulering af juletræer
- Omrøring i tanken
- Op til 8 timer på en opladning

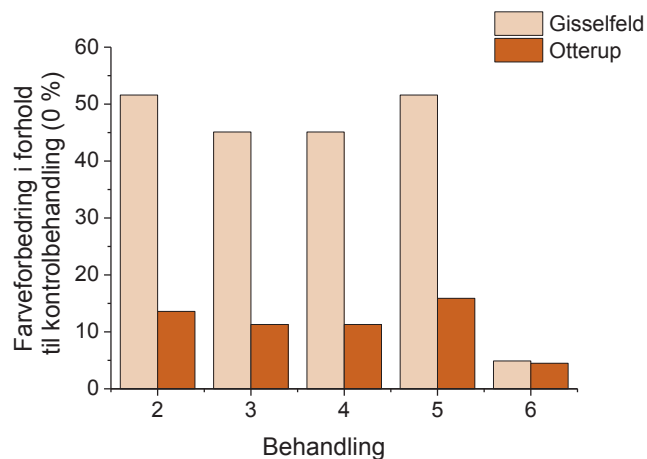
(Pris fra: 1695,- ex. moms)

K.S. Jeppesen Tlf/Fax: 86 99 55 21 Bil: 40 52 55 21
www.ks-jeppesen.dk





Figur 1. Farveværdier på Gisselfeld og Otterup. Behandlinger er detaljeret beskrevet i tabel 3.



Figur 2. Relativ forbedring af nålefarven i behandlingerne i forhold til kontrolbehandling på de to lokaliteter. Behandlinger fremgår i detaljer af tabel 3.

Beskyt dine træer og optimer dit udbytte



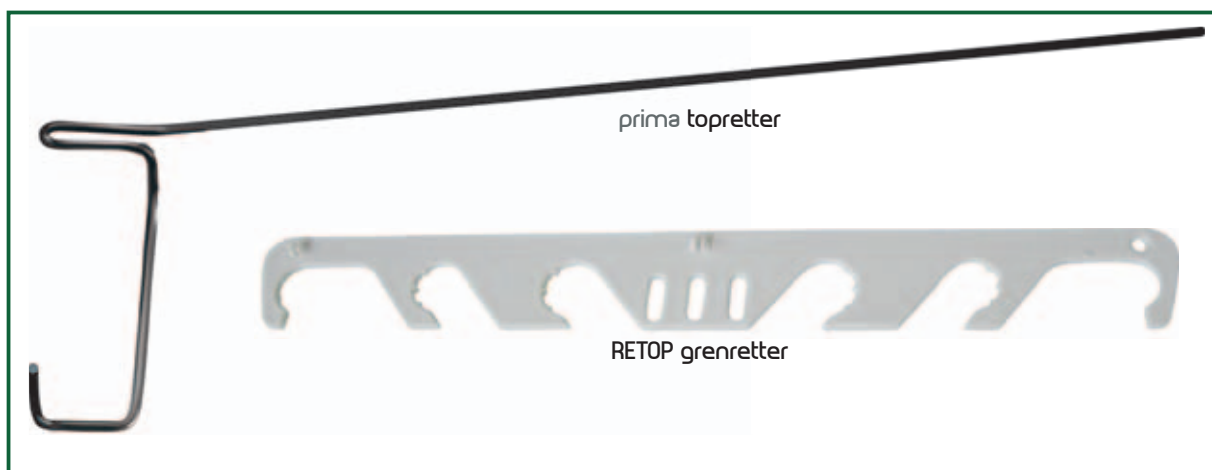
prima standardklemme



prima klemme



prima topstjerne



prima topretter

RETOP grenretter



Ring til Søren på 2426 2226 og få et tilbud

Tabel 5. Nålekemi (årsnåle) på Gisselfeld og Otterup.

Gisselfeld

Behandling	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Tørstof
1	1,4	0,18	1,1	0,54	0,09	0,11	52	400	23	2,5	19	43,8
2	1,8	0,19	1,2	0,53	0,08	0,14	48	620	25	2,6	18	44,1
3	1,8	0,18	1,1	0,51	0,09	0,14	51	700	28	3,2	20	49,0
4	1,7	0,18	1,0	0,45	0,08	0,13	53	630	24	2,8	18	44,6
5	1,8	0,19	1,2	0,57	0,09	0,14	51	440	26	2,8	17	43,8
6	1,8	0,17	1,0	0,52	0,08	0,13	44	460	27	2,4	15	41,7
Gennemsnit	1,7	0,18	1,1	0,52	0,08	0,13	50	542	26	2,7	18	44,5

Otterup

Behandling	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Tørstof
1	1,5	0,20	1,2	0,50	0,10	0,12	45	350	32	2,1	23	54,5
2	1,8	0,19	1,1	0,49	0,09	0,13	49	330	35	2,0	19	50,1
3	1,8	0,20	1,1	0,52	0,10	0,14	53	340	46	2,6	21	51,3
4	1,7	0,18	1,3	0,50	0,09	0,13	48	380	32	1,5	20	48,3
5	1,8	0,20	1,2	0,51	0,10	0,13	66	330	40	3,0	19	51,9
6	1,7	0,19	1,2	0,51	0,10	0,13	60	360	36	5,4	22	48,6
Gennemsnit	1,7	0,19	1,2	0,51	0,10	0,13	54	348	37	2,8	21	50,8

De to kulturer havde statistisk set ens toplængde til trods for, at træhøjden var forskellig. Der var imidlertid ingen forskel på behandlingerne på de to lokaliteter bortset fra, at behandlingen med kalksalpeter på Gisselfeld havde højere træer end behandlingen med svovlsur ammoniak. Der var ingen forskel på topskudslængden imellem behandlingerne på Otterup-lokaliteten, men på Gisselfeld var længden statistisk set kortest i kontrolbehandlingen og i behandlingen med svovlsur ammoniak.

Topskudslængden er naturligvis påvirket af træets vækstkraft. Dermed bliver topskudslængden også påvirket af træets alder. For at reducere indflydelsen heraf, blev topskudslængden sat i forhold til træets højde. En sådan beregning viste også, at der ikke var forskel mellem behandlingerne. Topskudslængden er meget påvirket af den udførte topskudsregulering.

Der var ingen statistiske sikre forskelle i nålelængden imellem lokaliteterne og behandlingerne bortset fra, at behandlingen med svovlsur ammoniak på Gisselfeld havde en kortere nålelængde end de øvrige behandlinger.

Nålefarven var statistisk set en anelse bedre på Otterup end på Gisselfeld. På begge lokaliteter faldt kontrolbehandlingen ud med markant dårligst farve samtidig med, at de bedste behandlinger var behandling 2 og 5 med gødskning med kalksalpeter om foråret (figur 1). Den lidt bedre jord på Otterup reagerede med klart mindre farveforbedring i behandlingerne i forhold til kontrolbehandlingen (figur 2), men på begge lokaliteter var det klart behandling 6, svovlsur ammoniak om foråret og kalksalpeter om efteråret, der gav den ringeste forøgelse i forhold til kontrolbehandlingen.

Ligesom på fotoet fra den dag, hvor forsøget på Gisselfeld blev opgjort, er resultaterne ikke helt klare.





Vi tilbyder
et bredt sortiment af
kvalitetsplanter til:

**Juletræer
Pyntegrønt**

- i mange provenienser
- flere aldre & størrelser
- dækrod
- barrod

planteskole.dk
7361 Ejstrupholm • Tlf.: 75 77 25 52
info@planteskole.dk • www.planteskole.dk

Vi tilbyder også maskinplantning med GPS

Med hensyn til misfarvninger og nåletab var der ingen forskel mellem de to lokaliteter; – kun behandlingen med kalksalpeter på Gisselfeld havde statistisk set værre misfarvning og større nåletab end de øvrige behandlinger, om end forskellen var lille. Lignende forhold gjorde sig også gældende på Otterup-lokaliteten, men her var forskellen ikke statistisk sikker.

Nålekemi

Den temmelig ens nålekemi på de to lokaliteter pegede på meget sunde kulturer, men understregede også den sparsomme variation i kvalitetsdata på lokaliteterne og behandlingerne imellem. Mest markant var kontrolbehandlingernes lavere

kvælstofkoncentration på begge lokaliteter. Behandlingerne havde en kvælstofkoncentration tæt på 1,8 %, som er noget nær den optimale koncentration i nålene. Den generelt svagt bedre nålefarve på Otterup skal nok ses på baggrund af lidt bedre tal for indholdet af magnesium i nålene.

Konklusion

Kombinationen af et godt vækstår og optimale kvælstofdoser førte på de to næringsrige lokaliteter kun til beskedne behandlingsforskelle. Undersøgelserne i 2016 peger i retning af, at bevoksninger, der fik behandlinger, hvor kalksalpeter – nitrat – blev givet i foråret, fik en lidt større vækst, men også en bedre nålefarve og større nålelængde. Noget kunne således tyde på, at den større kvælstoftilgængelighed, som kalksalpeter har i forhold til svovlsur ammoniak, har haft større betydning i foråret 2016 på disse to lokaliteter.

Der er dog ingen tvivl om, at lerede jordbundstyper har en træe "reaktion", fordi en større andel af kvælstof fra forrige års sæson overvintrer som (ammonium) bundet til jordens lerpartikler. Det vil sige, at behandlingerne ikke bare er afhængige af gødsningen i 2016, men også af gødsningen i 2015. Det må derfor antages, at hvis forsøget gentages over flere år, vil behandlingsforskellene blive stadig tydeligere. Det er derfor intentionen at fortsætte undersøgelserne gerne suppleret med forsøg på andre lokaliteter. Hvis tilvæksten kan styres, står det således 1–0 til nitrat over ammonium, men kampen er langt fra spillet færdig. Har du løst til at være forsøgsvært i år, så kontakt gerne Lars på 2673 4266. ■

Egedal Juletræsmaskiner

Juletræs- maskine type E9H

med svingarms-
klipper



Gødnings- spreader type Airflow

Airflow er til
gødning
af juletræ- og
pyntegrønts-
kulturer.
Hydraulisk styret.



Portal Traktor type X-MAS

X-MAS, 2-rækket
eller 3-rækket.
Velegnet til pleje
og vedligehold-
else af
juletræer og lign.



Juletræs- maskine type E2H med sprøjtestyr

90-130 cm rækkeaf-
stand fjederbelas-
tede sprøjteskærme.
Pumpe m. oliemotor
50 liter beholder.



Plantemaskine type K

K er med kraftige
rulleskær og
planteskær, stor
kapacitet,
god og
komfortabel
arbejdsstilling.



Portal Traktor type X-MAS

Med front-
monteret klipper
med svingarm.



STORT
TILBEHØRSPROGRAM

Hent brochurer
og videoer
på
www.egedal.dk

Egedal
MASKINFABRIK A/S

Torvegade 39
DK-7160 Tørring
Telefon +45 75 80 20 22
Telefax +45 75 80 20 33
e-mail: Info@egedal.dk
www.egedal.dk

Egedal kan tilbyde et alsidigt maskinprogram der dækker alle behov for rationel og moderne planteproduktion!