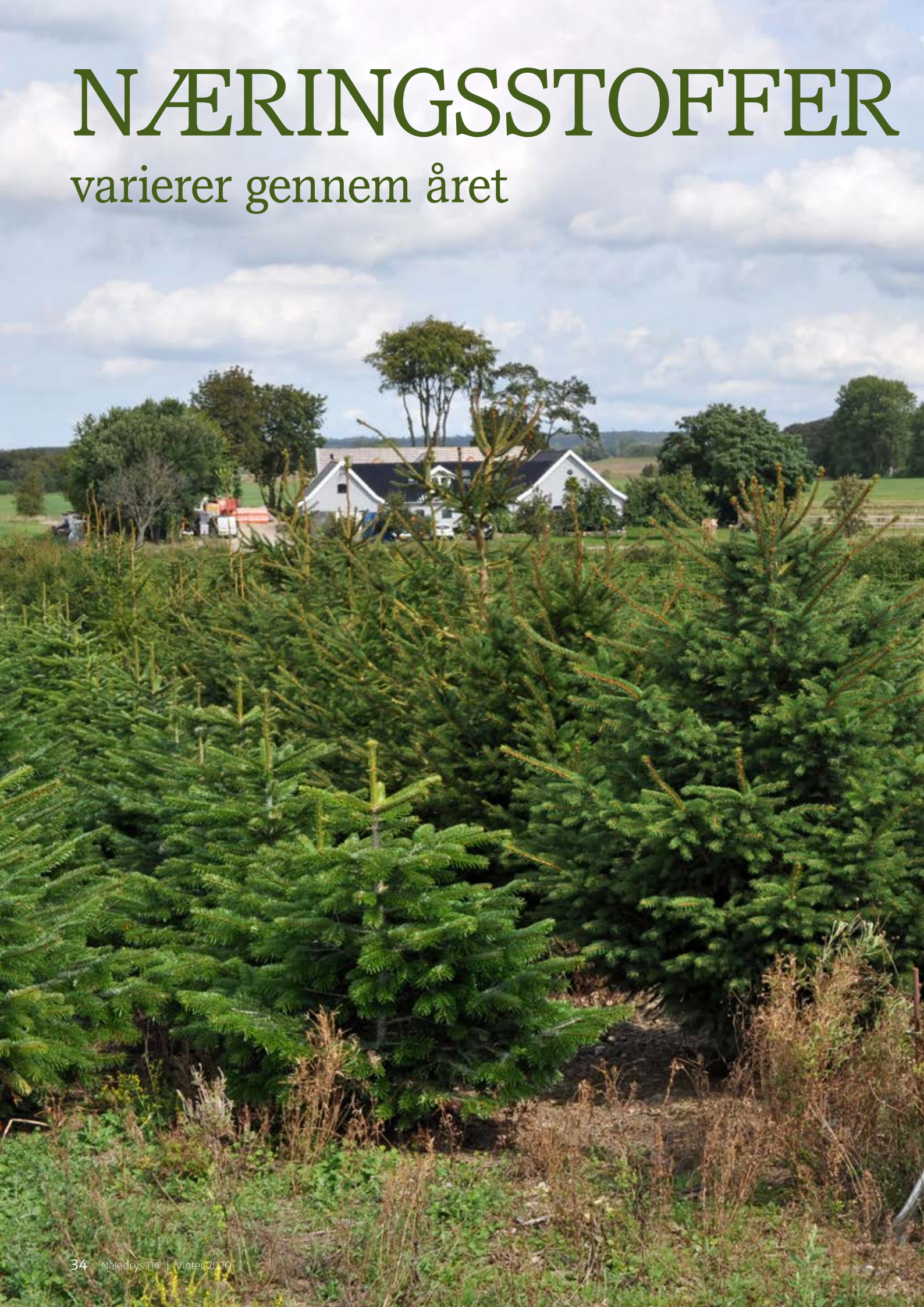
NÆRINGSSTOFFER

varierer gennem året



I NÅLENE

Forskningsprojekt undersøger, hvordan juletræer optager og fordeler næringsstoffer. Det har afgørende betydning for træernes udseende.

Det er fx normalt, at sensommergødske med N for at optimere grønfarvning af nålene. Men måske er det mikronærings-stoffer og ikke kvælstof i sig selv, som sikrer grønfarvning om efteråret.

Klimastation ved forsøgsarealet hos HC Juletræer i Uvelse, Nordsjælland.

Forsøgstræerne hos HC Juletræer nær Uvelse i Nordsjælland markeret med etikette i rækken vist med gul pil (14. maj 2018).

BJARKE VEIERSKOV, LEKTOR EMERITUS, KØBENHAVNS UNIVERSITET, INSTITUT FOR PLANTE OG MILJØVIDENSKAB

Formålet med kommerciel plantedyrkning er at optimere udbyttet. Det kræver, at vi forstår og kan påvirke planterne vækst og udvikling. I landbrug og skovbrug er der sammenhæng mellem gødskning, vanding og udbytte. Denne viden er grundlaget for juletræsdyrkningen, men her skal yderligere nogle vækstparametre optimeres. De vigtigste er regulering af topskudsstrækningen og efterårsfarvning af nålene. Desværre er vores viden om, hvorledes vi kan styre disse processer i juletræerne, yderst begrænset.

Vi ved meget om, hvordan juletræerne skal gødskes. Men nogle fysiologiske skader, fx 'bare skuldre' og 'røde nåle', skyldes en uønsket fordeling af magnesium og kalcium i nålene. For at løse det, må vi forstå planternes evne til at optage og fordele næringsstoffer. I 2018 og 2019 har Forskningsenheden under Danske Juletræer finansieret projekter, som giver detaljeret viden om, hvad der sker med næringsstofferne i planterne.

Forsøgene blev udført hos HC juletræer i Uvelse (Nordsjælland). Gødningsstrategien for planterne er beskrevet i Nåledrys 111 sammen med de observerede sammenhænge mellem kvælstof (N), kalium (K), kalcium (Ca) og Magnesium (Mg) og 'bare skuldre' i det ene projekt.

Denne artikel beskriver forsøget, hvor vi analyserede for samtlige næringsstoffer, klorofylniveauet (den grønne farve i nålene) samt proteinniveauet (udtrykker den generelle sundhedstilstand) fra midt april 2019 til januar

2020. Der blev udtaget nåleprøver fra sunde træer og træer med 'bare skuldre' i 2018. Alle prøver blev udtaget på, hvad der efter udspring var 2. grenkrans.

Flowet af næringsstoffer fra rod til top

Roden optager næringsstoffer fra vandet i jorden, hvorefter de fordeles i planten. Transporten af næringsstofferne foregår i vedkarrene (xylemet), og generelt siger man, at flowet af vand og næringsstoffer forløber uden forhindringer. Normalt ser vi en sammenhæng mellem næringsstoffer tilført til jorden og akkumulering af næringsstofferne i blade og nåle.

Ved at benytte isotoper af næringsstofferne, kan man følge deres vandring fra rod til top. Lidt overraskende viser sådanne forsøg, at mange næringsstoffer bliver bundet til cellevæggene i rodens vedkar Dette er en løs binding mellem positivt ladede næringssalte og en negativ ladet cellevæg. Når nye næringssalte kommer til, bliver nogle at de tidligere bundne næringssalte frigivet. De kan så enten fortsætte flowet i vedkarrene eller blive flyttet vandret ud til barken. I nåletræer er der mange marvstråler, som fungerer som vandrette lednings-strenge. Gennem dem sker der en stor udveksling mellem vedkarrene og det omgivende væv. Derfor kan en stor del af de tilførte næringsstoffer blive aflejret i barken og understøtte tykkelsesvæksten.

Flowet af næringssalte i vedkarrene fra rod til top er således ikke bare en inaktiv transport opad.

Makro- og mikronæringsstoffernes forskellige roller

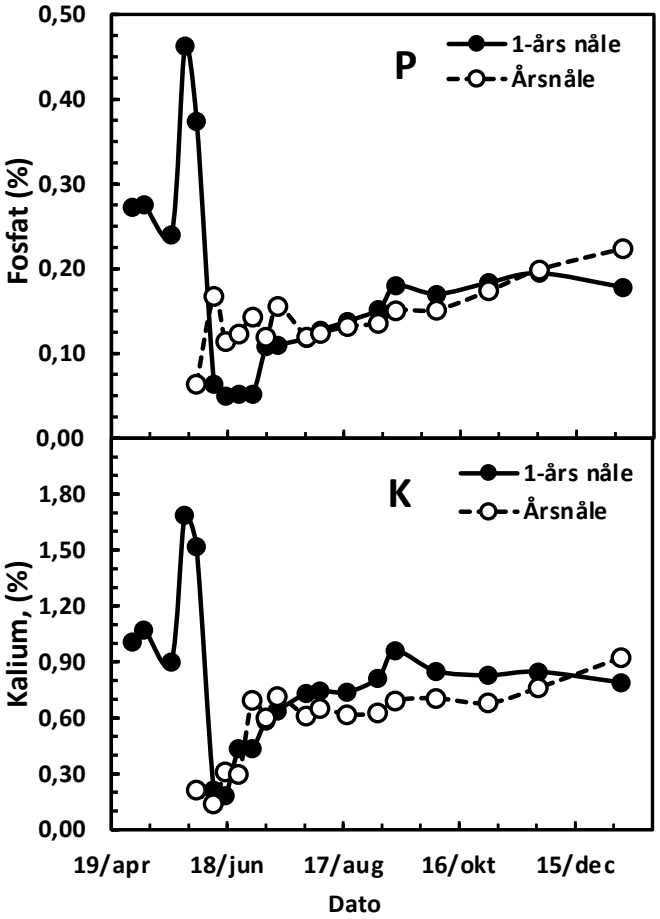
Makronæringsstofferne kvælstof (N), fosfor (P) og svovl (S) er de vigtigste for planten. Sammen med fotosyntesens sukker, opbygger de alle strukturerne i planten. Her indgår alle enzymerne i cellerne, der varetager alle stofskifteprocesserne. For at disse enzymer kan fungere, skal de have adgang til mikronæringsstofferne. Mikronæringsstoffernes vigtigste funktion er at aktivere enzymerne i cellerne, så de biologiske livsprocesser kan forløbe normalt.

Magnesium (Mg) og kalcium (Ca) regnes normalt som makronæringsstoffer, selvom deres funktion i cellerne er sammenlignelig med de andre mikronæringsstoffer. Magnesium er altafgørende for aktivering og grønfarvning af klorofylet.

Kalcium har en dobbeltrolle i cellerne. Inde i cellen styrer uhyre lave koncentrationer stofskifteprocesserne meget præcist, hvorimod større koncentrationer af kalcium virker som lim i cellevæggen.

Nåleprøver viser overraskende variationer gennem året

Næringsstofanalyser tages normalt en eller få gange gennem året for at belyse planternes sundhedstilstand. Hvis man derimod er interesseret i at forstå flowet af næringsstoffer for at styre plantevæksten, skal der udtages prøver meget ofte.



Figur 1. Ændringer i niveauet af fosfat (øverst) og kalium (nederst) i 1-års- og årsnåle fra midt april til start januar. Prøverne er udtaget på 1. grankrans.

I dette forsøg blev der udtaget nåleprøver 1 gang om ugen fra midt i april til august, og derefter hver 3. uge resten af året. Resultater viste variationer, som ikke er set før i næringsstofkoncentrationerne.

Denne artikel viser data for udvalgte næringsstoffer, som er repræsentative for observationerne.

Figur 1 viser fosfor- og kaliumændringerne i 1-års nåle og årsnåle. Lige inden knopbrydning fordobles koncentrationen af fosfat (P) og kalium (K) i de gamle nåle. Det er en kortvarig opkoncentrering, for under knopbrydning falder niveauet (igen) til omkring 20% af niveauet fra midt i april. Dette lave niveau holdes et par uger, hvorefter der sker en hurtig genopfyldning af 1-års nålene. Samtidig opfyldes de nye nåle. Næringsstofniveauet udvikler sig identisk i 1-års nåle og nye nåle.

Denne ophobning af et næringsstof lige før udspring, et efterfølgende dramatisk fald og endelig en langsom opfyldning, blev registreret for alle de analyserede næringsstoffer.

Vi kan konkludere, at dette er en strategi som planten har udviklet for at sikre, at det skud, der er i knoppen, og som indeholder hele årets vækst i komprimeret

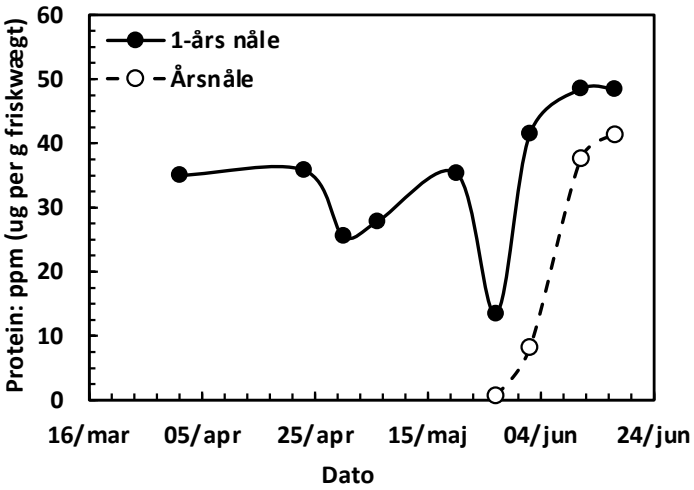
Træ med udtalt forekomst af "røde nåle", der kædes sammen med Ca-mangel.

tilstand, lige fra starten får leveret de næringssalte, der skal til for at understøtte væksten. Om disse ophobede næringsstoffer kommer fra nyoptag i roden eller er remobiliseret fra andre steder i planten, fremgår ikke af forsøgene.

Vækst og makronæringsstoffer

Hvad kan forklare denne første ophobning og den efterfølgende hurtige tømning i 1-årsnålene? Måske den exceptionelle høje strækningshastighed i nye skud lige efter knopbrydning. Væksthastigheder på over 1 cm om dagen kan kun skyldes, at cellerne pustes op med vand. For at cellerne kan optage dette vand, skal de have et meget højt indhold af opløst stof.

Ikke kun næringssalte bliver eksporteret fra 1-års nålene. Figur 2 viser, at lige ved knopbrydning falder



Figur 2. Proteinindholdet i 1-års- og årsnåle fra start april til midt juni. Prøverne er udtaget på 1. grankrans.

også niveauet af proteiner kraftigt. Det betyder, at også aminosyrer og sukker eksporteres ud af 1-årsnålene til de nye årsnåle som har brug for aminosyrer og kulstof til at opbygge proteiner og enzymer.

Ved knopbrydning sker denne 'eksplosionsvækst' først ved skudbasis, hvorefter den klinger af i takt med det optagne vand fortynder opløsningen af næringssalte m.m. Dette er formodentlig også årsagen til, at vi i basis af topskuddet har fundet, at nåleafstanden er lille, men at længden på cellerne i stænglen er meget stor. I slutningen af juni er effekten af dette næringsstof-kick forsvundet, og niveauet af næringsstoffer bliver mere stabilt resten af året.

Mikronæringsstofferne

Vi ser samme fluktuationer i koncentrationen af mikronæringsstoffer som for makronæringsstofferne i Figur 1. Der er dog vigtige forskelle:

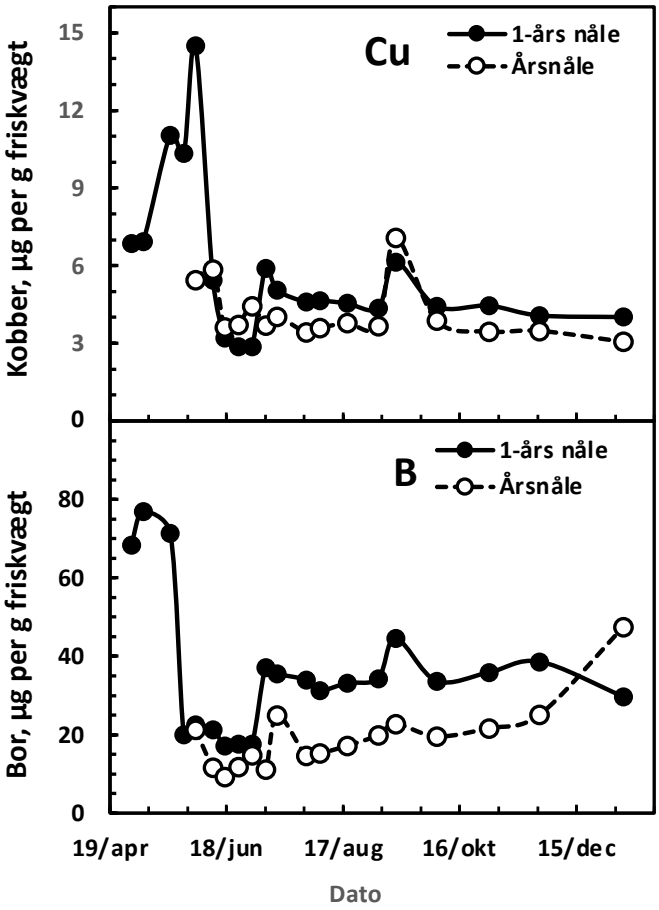
For de mobile mikronæringsstoffer som fx kobber (Cu), er forløbet meget identisk med de viste for fosfat og kalium (Figur 3 øverste del). Men for de immobile mikronæringsstoffer som bor (B) (Figur 3 nederste del) er det først sidst på året, at koncentrationen af bor i de nye nåle kommer op på højde med 1-års-nålene (Figur 3 nederst). Denne forskel er et yderligere tegn på, at en del af de næringsstoffer, der transporteres ud i de nye nåle, er blevet remobiliseret fra 1-års nålene.

En parallel til disse observationer findes blandt andet i æbletræer, hvor det er bladene nærmest det voksende æble, som forsyner æblet med næringsstoffer, og her er Ca-mangel også et problem, i lighed med de nye skud på nordmannsgran som udvikler røde nåle.

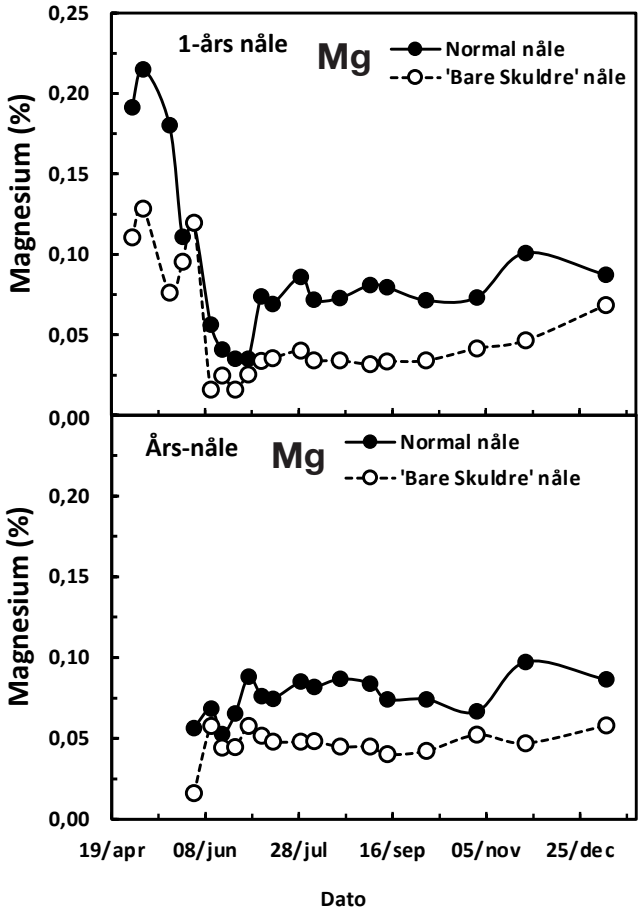
Magnesium og 'bare skuldre'

En vigtig del af undersøgelserne var at belyse Mg-forholdene i træer, der udviklede 'bare skuldre'. I disse træer var ændringerne gennem året identisk med kontrolplanterne for alle næringsstoffer på nær Mg. Det kan således konkluderes, at alene Mg kan relateres til 'bare skuldre'. Forskellen i Mg-koncentrationerne mellem kontrolplanterne og planter, der udviklede bare skuldre, var markant gennem hele året i både 1-års nålene og i årsnålene (Figur 4).

Selvom ændringerne i Mg-koncentrationerne gennem året er ens i 1-års nålene på planter med 'bare skuldre' og kontrolplanter, ligger Mg-koncentrationerne konstant



Figur 3. Ændringer i niveauet af kobber (øverst) og bor (nederst) i 1-års- og årsnåle fra midt april til start januar. Prøverne er udtaget på 2. grenkrans.



Figur 4. Ændringer i niveauet af magnesium i 1-års- (øverst) og årsnåle (nederst) fra midt april til start januar. Prøverne er udtaget fra normale planter (fyldte symboler) eller planter der udviklede bare skuldre (åbne symboler). Prøverne er udtaget på 1. grenkrans.

på det halve i de planter, der fik bare skuldre. Dette gælder både ved opkoncentreringen før knopbrydning og i perioden lige efter knopbrydning, hvor koncentrationen når et minimum. Genopfyldning af 1-års nåle sker ikke i planter, der udvikler 'bare skuldre'.

Dette billede ses også i de nye nåle, hvor det kun er i begyndelse af skudvæksten, at de to typer planter har samme Mg-koncentration. Herefter ligger koncentrationen konstant lavere i planter med 'bare skuldre'.
Det må derfor konkluderes, at planter, der kan udvikle 'bare skuldre', ikke kan akkumulere magnesium i samme grad som de raske kontrolplanter. Det kan også konkluderes, at niveauet i de nye årsnåle er højt nok til, at 'bare skuldre'-planterne ser normale ud på årsskuddene. Der er således ikke mangel i årsnålene, men der er ikke tilstrækkeligt overskud af Mg til, at de kan være depot for næste års nyvækst.

Relative ændringer i næringsstofferne

Hvis man går ud fra, at koncentrationen af næringsstofferne i 1-års nåle efter 1. august er det retvisende optimale niveau, kan man udregne, hvor stor en andel (%) af denne koncentration, som årsnålene har opnået på de

Tidlige symptomer på Mg-mangel er gule skudspidser på ældre skud.

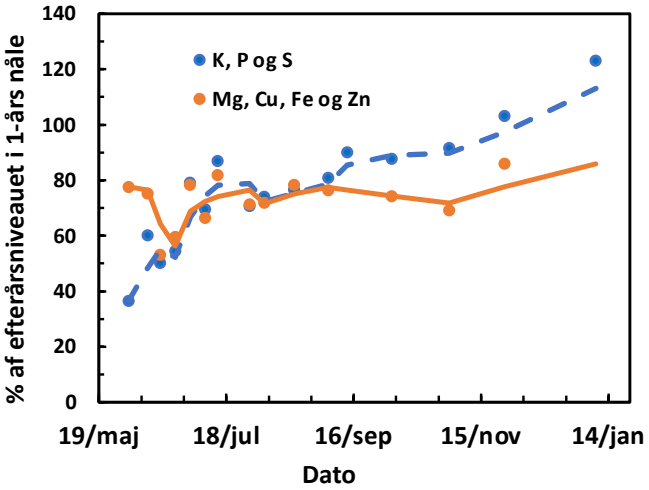
datoer, hvor der er udtaget prøver. Dette er vist i Figur 5. Her har vi lavet gennemsnit for værdierne for makronæringsstofferne (K, P og Svovl (S), den blå streg) og de mobile næringsstoffer (Mg, kobber (Cu), jern (Fe), og zink (Zn), den orange streg).

Koncentrationen af mikronæringsstofferne i nye nåle stiger hurtigt til 80 % af det optimale og bliver på dette niveau resten af året. Men makronæringsstofferne når den optimale koncentration ved udgangen af oktober. Vi ved, at mikronæringsstoffer er essentielle for udviklingen af planternes fotosyntesesystem, og dermed også grønfavningen i efteråret, så utilstrækkelig grønfarvning gennem sensommeren kan hænge sammen med et ikke-optimalt forhold mellem makro- og mikronæringsstoffer.

Efterårsfarvning af årsskud

Det er normalt at sensommergødske med N for at optimere grønfarvningen af nålene. Spørgsmålet er, om det er N i sig selv, der farver nålene. Vi ved, at N transporteres uden restriktioner fra rod til top, og at N er nødvendigt for at opbygge proteinerne i cellerne. Den nuværende hypotese bygger derfor på, at det tilførte N udbygger fotosynteseapparatet, og derved bliver nålene grønnere.

En alternativ forklaring er, at det negativt ladede nitrat trækker mikronæringsstofferne på cellevæggen i vedkarrene med sig op til toppen. Når det tilførte N kommer ud til nålene, medtages samtidig de nødvendige mikronæringsstoffer (Figur 5). Hvis koncentrationen af bundne mikronæringsstoffer er lav i vedkarrene, vil meget kvælstof sikre, at en ekstra stor andel af mikronæringsstofferne følger med op. Disse mikronæringsstoffer sikrer den fuldstændige aktivering af de enzymer, som er en



Figur 5. Niveauet af makro- (blå) og mikronæringsstoffer (orange) i årsnåle gennem året som % af det niveau, de enkelte næringsstoffer opnår i 1-årsnåle (gennemsnit af deres niveau fra 1. august til 31. december.

del af grønfavningen. Hvad så med den tilførte N? Måske bliver den bare deponeret, så den kan sikre ekstra stor vækst i både skud og stammetykkelse det følgende år.

Hvis denne hypotese holder, skal der nytænkes for at udvikle en anderledes gødningsstrategi.

Det er dog vigtigt at understrege, at de her fremlagte resultater er baseret på et enkelt års nåleanalyser, og at der mangler analyser i perioden frem til midt april. Hvis hypotesens holdbarhed skal undersøges, vil det kræve yderligere analyser.

”Det er altid gratis at ringe til os for en uforpligtende drøftelse af netop din problemstilling”

tvc.

www.tvc.dk • Tlf. + 45 7011 0800

ADVOKATFIRMA