

BITTERSALT

– et bidrag til bekæmpelse af bare skuldre i juletræer?



Resultater fra et forsøg på Løndal Skovbrug

Forsøget på Løndal Skovbrug i forgrunden. Forsøget blev anlagt sommeren 2015 i en kultur (Silkeborg Nordskov) plantet i august med Jiffy-planter.

Af Lars Bo Pedersen*), Rune Vesterager Asmussen*)
og Peter Rasmussen**)

*) Danske Juletræer **) Løndal Skovbrug

Bare skuldre er desværre blevet et for hyppigt sygdomsbillede. Årsagen skyldes mangel på magnesium. Klimafluktuationer kombineret med en uheldig sammensætning af jordens plantetilgængelige næringsstofpulje er formentlig nogle af de vigtigste bagvedliggende årsager. Desværre lader denne mangelsygdom sig ikke altid rette tilstrækkeligt hurtigt gennem jordforbedring med diverse magnesiumholdige produkter, hvorfor mange producenter har tyet til brug af forskellige

bladgødninger med magnesium. Denne artikel sætter fokus på brugen heraf på baggrund af en mindre erfaringsopsamling samt afprøvninger på Løndal Skovbrug.

Magnesium i planterne

Magnesium er et nødvendigt makronæringsstof, som har mange funktioner i træerne. Mest kendt er stoffets betydning for fotosyntesen, som byggestenen i klorofyl-molekylet i plantecellernes grønkorn, men magnesium har også stor betydning for rodoptagelsen af fosfor, regulering af cellernes pH, åndingen og som strukturelement i planternes cellevægge.

Magnesium er et mobilt næringsstof i træerne. Hvis der opstår mangel, kan og vil træet flytte magnesium til de steder hvor



Svag Stærk

Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	H ⁺
-----------------	------------------------------	----------------	------------------	------------------	-------------------	----------------

De stoffer, der er svagt bundet,
afgives lettere til jordvæsken.

Figur 1. Næringsstoffernes generelle bindingsstyrke til jordpartiklerne.

fordi det er stærkt bundet til jordens primære mineraler, som kun langsomt forvitrer. Den plantetilgængelige pulje (som kemisk bestemmes som magnesiumtallet – Mgt) består af 2) den udbyttelige pulje af magnesium, der er løst bundet til især lerpartiklernes overflade, og som står i ligevægt med 3) den lettilgængelige, men meget mindre pulje i jordvæsken, hvorfra rodoptagelsen foregår.

Magnesium er et metal med en positiv ladning som bindes middelstærkt til jordpartiklernes negative overflader – svagere end kalcium, aluminium og brint og stærkere end kalium og ammonium-kvælstof (figur 1). Hvor meget magnesium, der vil være bundet til jordpartiklerne, og hvor meget der vil findes i jordvæsken bestemmes af komplicerede ligevægte, der er afhængig af typen af lerpartikler og de udbyttelige næringsstoffer, fugtighedsforhold med mere.

Puljer og kredsløb

Det meste magnesium i (sunde) nordmannsgranjuletræerne er bundet i træernes nåle (45 %). Heraf udgør årsnålene, de et år gamle nåle og ældre nåle henholdsvis cirka 53 %, 30 % og 17 %. Resten er bundet i træernes grene (27 %), rødder (18 %) og stamme (9 %).

De absolutte tal i træerne varierer især med alderen på træerne, jordbunden og gødskningspraksis – og på arealbasis har plantetætheden og høststrategien naturligvis også stor betydning.

Typiske tal for indholdet af magnesium i biomassen på 7-10 år gamle træer er på 15-40 kg/ha med et optag svingende fra 2 til 6 gram per træ per år. Står der således 5.000 træer tilbage per hektar, svarer dette omtrent til et årligt optag på 20 kg Mg/ha. Heraf indbygges der cirka 9 kg Mg/ha/år i nålene. Den klart største pulje i dyrkningssystemet findes i jorden. Med et magnesiumtal på 6 indeholder jorden omtrent 150 kg tilgængeligt magnesium (1 enhed svarer til 25 kg/ha ned til 25 cm).

Tabet gennem udvaskning varierer ganske meget. Især jordbund, nedbør samt høst og gødningsstrategi spiller en betydelig rolle. Op i gennem 90'erne og 00'erne er det årlige tab af næringsstoffer blevet målt i forbindelse med talrige gødningsforsøg (uden anvendelse af kieserit og dolomitkalk og lignende). Her er spændet fra 3-30 kg Mg/ha/år med de fleste udvaskningstab centreret omkring 9-20 kg/ha.

Magnesium tilføres "gratis" via den atmosfæriske deposition. Denne afhænger især af afstanden til havet, men vil i Danmark typisk kun ligge på 2-4 kg Mg/ha/år – langt fra tilstrækkeligt til at forsyne en velvoksen juletræskultur.

Forvitring og mineralisering er andre processer, hvor magnesium frigøres til dyrkningssystemet, mens visse typer binding til jordens bestanddele fjerner magnesium fra den plantetilgængelige

manglen og behovet er størst. Magnesium indlejret som strukturelement er hårdere bundet end for eksempel magnesium i klorofylmolekylet. Hos træer, der lider af mangel på magnesium, udgør andelen af magnesium i nålene en betydelig større andel end hos sunde træer. Når de nye årsnåle er udvokset har et medium til stort juletræ i løbet af sommeren og efteråret øget sin nålebiomasse med over 100 %. Dette betyder naturligvis, at der stilles store krav i strækingsperioden til en passende tilgængelighed af alle de nødvendige næringsstoffer i jorden, også magnesium.

Magnesium i jorden

I jorden findes magnesium i tre forskellige puljer: 1) Det ikke-udbyttelige magnesium er ikke umiddelbart plantetilgængelig,



Massivt nåletab (bare skuldre) på de ældre grenkranse.



Rune Vesterager Asmussen (Danske Juletræer) og Peter Rasmussen (Løndal Skovbrug) diskuterer årsagen til de bare skuldre i forsøget.

pulje. Men fælles for disse processer er, at de er vanskelige at måle, dårligt kendte og formentlig små.

Der tilføres meget forskellige mængder magnesium med de forskellige gødningstyper. For hver 100 kg N/ha/år tilføres der for eksempel 18 kg Mg/ha med YaraMila 14-3-15 og 5 kg Mg/ha med YaraMila 21-3-10, mens der tilføres hele 33 kg Mg/ha med Triwi special og kun 4 kg Mg/ha med Binadan Skov. Nogle gødningstyper kalder derfor på, at der suppleres med en anden type magnesiumgødning.

På baggrund af disse tal kan der opstilles et forsimplet magnesium-kredsløb for en nær til helt hugstmoden juletræskultur, som hvert andet år tilføres cirka 150 kg kieserit (22,5 kg Mg) samt 950 kg 21-3-10 (200 kg N, 10 kg Mg):

Tilførsel (per år/ha)

Atmosfærisk deposition	3 kg
Kieserit	11 kg
Gødning	10 kg

I alt **24 kg**

Tab (per år/ha)

Udvaskning	14 kg
Optag	20 kg

I alt **35 kg**

Dette efterlader "en mangel" på cirka 10 kg Mg/ha/år i de sene vækstår – en mængde, som hvis træernes behov skal dækkes, skal komme fra mineralisering og forvitring eller gennem øget tilførsel af magnesium. Dette har mange dyrkere valgt gennem tilførsel af mere kieserit eller dolomitkalk, og hvor dette ikke har været tilstrækkeligt, via tilførsel af bittersalt.

Årsager

Der kan være flere årsager til magnesiummangel. Fysisk set kan der være for lidt tilgængeligt magnesium. Det kan skyldes et naturligt lille indhold i jorden, og en for lille tilførsel med gødningen i forhold til træernes behov, men nedbøren kan også udvaske en stor del af den plantetilgængelige pulje af magnesium. Jorde, som er sure og sandede, er specielt udsatte, fordi den naturlige tilgængelige pulje er lav her. Omvendt kan ekstrem tørke også forskyde ligevægten mellem jordens og jordvæskens magnesiumpuljer, så magnesium fra jordvæsken udbyttes med for eksempel kalium på jordpartiklerne. Udtømning gennem udvaskning og forbrug magnesium i de øvre jordlag kan før træernes rødder når dybere jordlag også fremprovokere mangel på magnesium i de tidlige vækstår.

Endelig og mere almindeligvis kan der være tale om relativ (induceret) mangel. I takt med at jorden forsures (Rt falder) mindskes tilgængeligheden af magnesium på grund af ringere opløselighed, men også på grund af en øget konkurrence fra mangan og aluminium. Endeligt konkurrerer og reducerer

navnlig kalium, calcium og ammonium-kvælstof rodoptagelsen og transporten af magnesium fra rødder til nålene.

Erfaringsopsamling

Danske Juletræer annoncerede i Korte Meddelelser nr. 590 og 591 efter erfaringer med brug af magnesiumbladgødninger fordi de hidtidige tilbagemeldinger vekslede meget, og fordi vi ønskede at opnå et solidt grundlag for etablering af sikre afprøvninger i løbet af vækståret 2016. Erfaringsopsamlingen bekræftede, at variationen i brugen er stor. Desværre har vi kun fået 18 svar.

Der er klart flest, der bruger enten Epso Top (Bittersalt) eller Epso Microtop, men produkter som Magnesiumsupport fra Interfiller A/S, Flex gødning og YaraVita Magtrac fra Yara, Bio-mangan og BioCrop Opti fra Bionutria er også meldt ind på listen over anvendte produkter. Produkterne er umiddelbart svære at sammenligne, da formuleringerne er forskellige, og fordi de findes på både fast eller flydende form.

Udbringningen varierer også overordentligt meget fra kun at foregå én gang i april/maj til flere gange (op til fire gange) hen over sommeren helt hen til september. Flere starter allerede i maj, og mange anvender deres produkt én eller flere gange i strækningsperioden i juni.

Det er typisk, at Epso Top og Epso Microtop gerne blandes sammen med andre produkter, for eksempel bladgødninger med mangan, sprøjtesvovl og insektmidler. Der er dog flere der angiver, at de slet ikke sammenblander. Yara Magtrac angives at blive sammenblandet med to andre Yara-produkter; YaraVita Kombiphos (indeholder fosfor (især), magnesium, mangan og zink) og Actisil (calcium, klor og stabiliserende kiseltsyre, der forstærker planternes cellevægge). Danske Juletræer anbefaler generelt kun at sammenblende ud fra leverandørens anbefalinger. Næsten alle anvender både bladgødninger og kieserit.

Epso Top og Epso Micro Top indeholder henholdsvis 9,6 % og 9 % magnesium. Disse produkter blandes i mængder fra 3 til 18 kg med 300 til 800 liter vand men med en klar tendens til, at store produktmængder blandes i store mængder vand. Den endelige koncentration af handelsvaren i blandingen varierer fra 0,6 % til 3,8 %, altså med en faktor 6,5. Sammenholdes mængderne med antallet af tilførsler ligger den gennemsnitlige totale udbringning af magnesium på 2,5 kg/ha, men variationen er stor (0,3 kg-7,2 kg).

I landbruget anbefales brugen af EPSO MicroTop som forebyggende sprøjtning i en 5 % opløsning (Anon. 2015) i en dosering med 5-25 kg handelsvare per ha svarende til 0,25-2,5 kg ren magnesium i en til tre tilførsler. Ved konstateret mangel anbefales der dobbelt dosering (50 kg handelsvare per ha) (Jensen et al. 2014).

Ud over formuleringen af den enkelte bladgødning påvirker koncentrationen også bladoptagelsespotentialet, men også risikoen for svidning. Der har ikke været rapporteret om nogen svidninger.

Den gennemsnitlige dosering med bladgødskning på cirka 2,5 kg Mg/ha er langt fra tilstrækkelig til at dække behovet på omtrent 7-8 kg Mg/ha i de nye årnsåle hos 7-10 årige træer –



Dragone AZ 2 Tågesprøjter for juletræer

Tågesprøjter fra én af Europa's førende fabrikker i specialsprøjter:

Trailersprøjter fra 1.000 l - 5.000 l

Liftsprøjter fra 400 l - 1.200 l

Rækkevidde: Op til 60 m vandret og op til 35 m lodret

Pumpe med stor ydelse og tryk

Fås med drejbar flextud eller ståltud m.m. galvaniseret ramme

NYHED liftsprøjte fås nu med netto tankindhold på 1260 Ltr.

NYHED fra SKMAS,
gødningsspreder til
juletræer, spreder til
en eller begge sider, fås
som 1100L 1800L 2500L
Kan leveres med kran.



**Dragone Klippere
og Knusere ,et
stærkt produkt,
som bruges i
skoven og til
naturpleje,
Ring for
demo eller
tilbud.**

Ring for yderligere information tlf. 74 75 12 05

Skærbæk Maskinforretning

v/Bent Sørensen · Aabenråvej 17 · 6780 Skærbæk · Tlf. 74 75 12 05 · Fax 74 75 05 55

www.skmas.dk · info@skmas.dk

CVR-nr. 1573 7905 · Bank: Sydbank · Reg. 7971 konto nr. 200191-0



Tabel 1. Jordbundstal fra forsøget på Løndal Skovbrug.

Rt	Pt	Kt	Mgt
5,0	1,4	6,8	5,3

Jordbunden i forsøget på Løndal. Øverst ses en homogen mørkebrun jordbearbejdet horisont rig på organisk stof underlagt en mineralisk horisont med udældninger af jern øverst. Oprindeligt har jordbunden været en næringsfattig podzol.

også taget i betragtning af at en anseelig del af sprøjtevæsken ikke rammer selve årsnålene, men passerer gennem trækronen enten som direkte gennemdryp eller ved en efterfølgende udvaskning af nedbøren. Der er ingen tvivl om, at rodoptaget er afgørende for langt den største optagelse af magnesium, og at bladgødninger kun kan anvendes som supplement til de traditionelle gødninger.

Forsøg på Løndal Skovbrug

Virkningen af bladgødskning har været afprøvet af Peter Rasmussen på Løndal Skovbrug, blandt andet med henblik på svidningsrisiko. Forsøgsresultaterne er opgjort af Danske Juletræer den 12. oktober 2015. Der er i et rækkeforsøg etableret behandlinger med to produkter, Metalosate og Epso Top i hver fire forskellige koncentrationer (0,5 %, 1 %, 2 %, 4 %) foruden en kontrolbehandling. Metalosate er et bladgødskningsprodukt med et indhold af aminosyrechelateret magnesium på 6,5 %. I forsøget blev der anvendt rygssprøjte, og der blev sprøjtet grundigt på over- og undersiden af grenene til afdryp. Der er blevet sprøjtet i alt tre gange: 12. juni (solrigt, 19°C), 13. juli (sol/skyer, 14°C) og 31. juli (sol, skyer 15°C).

1 En chelat er et stabilt organisk stof hvortil et metal er bundet med flere separate bindinger.

Tabel 2. Bevokningskarakteristik. Behandlingernes gennemsnitlige højde samt træernes topskuds- og nålelængde var statistisk set ens. Kun årsnålenes farve i behandlingen med Epso Top 4 % (4,50) adskilte sig statistisk sikkert fra de øvrige behandlinger.

Træhøjde (cm)	Topplængde (cm)	Nålelængde (mm)	Nålefarve på årsnåle*)
62,4	23,8	24,0	4,2

*) Nålenes farve scores på en skala fra 0-7 hvor 0 = misfarvet rød, 1 = gul, 4 = gennemsnitlig grøn og 6 er mørkegrøn.

I forsøget blev træernes højde, topskud og nålelængde målt ligesom nålefarven på årsnålene blev scoret på en skala fra 0 til 7. Både nåletab og nålefarve blev også scoret på de ældre et-årsnåle på en skala fra 0-2 (0= ingen tab af nåle/farve, 1= lidt tab af nåle/farve, 2=betydeligt tab af nåle/farve). Desuden blev der udtaget én jordprøve og nåleprøver fra tre udvalgte behandlinger (kontrol, Epso Top 4 %, Metalosate 4 %) fra både årsnåle og et-årsnåle.

Jordprøven (tabel 1) bekræftede, at kulturen var sat på en udpræget sandjord med et lavt Rt. Analysen viste også et beskedent indhold af magnesium og i særdeleshed af fosfor og kalium.

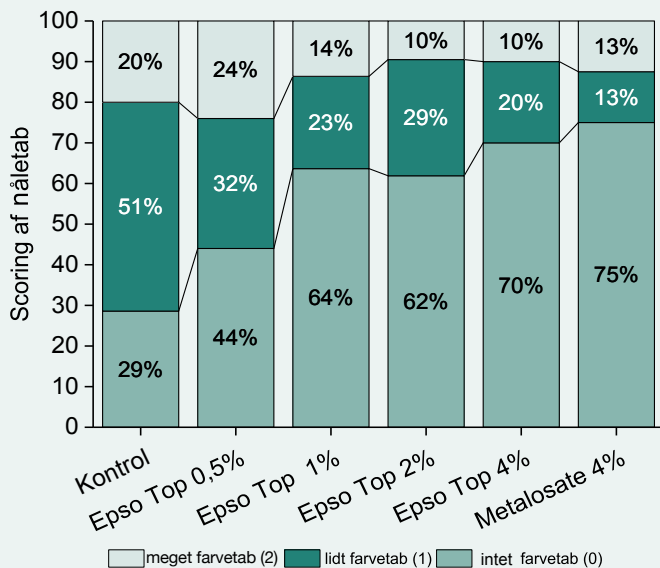
Kulturen fremstod hen over sommeren og ved forsøgsopgørelsen ved første øjekast relativt ensartet (tabel 2) uden slående forskelle mellem behandlingerne – og altid uden svidninger fra brugen af bladgødningerne. Kulturen var hårdt ramt af bare skuldre. Selve forsøgsopgørelsen viste, at næsten 60 % af træerne havde nåletab, som følge af magnesiummangel).

En nærmere gennemgang af forsøget viste imidlertid, at stigende koncentration af magnesium i sprøjtevæsken gav faldende nåletab. Bedst var Epso Top 4 % og Metalosate, men selv en koncentration på 0,5 % gav mindre nåletab sammenlignet med den ubehandlede kontrolbehandling (figur 2).

Opgørelsen af farven på årsnålene fra 2015 viste tydeligt en sikker bedre farve (mere mørkegrøn) i behandlingen med bittersalt 4 %. Ingen af de andre behandlinger skilte sig ud fra kontrolbehandlingen.

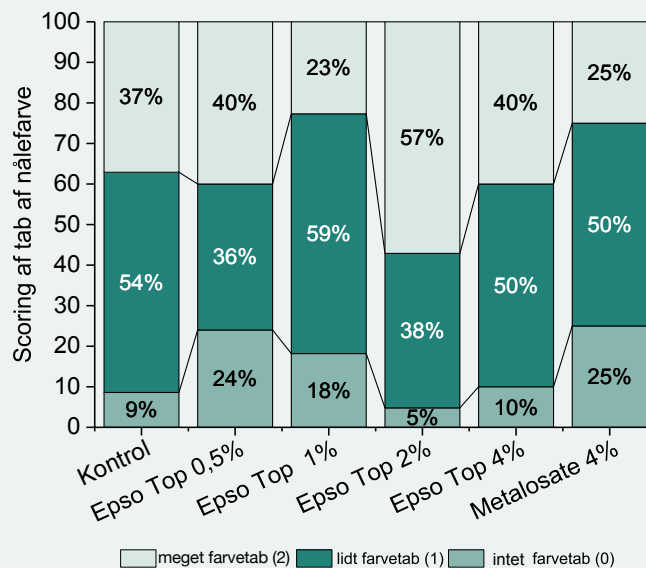
En opgørelse af misfarvningen eller farvetabet på de ældre nåle fra 2014, der stadig sad tilbage, viste ingen forskelle imellem behandlingerne. I den henseende bør det bemærkes, at denne nålepulje i princippet består af den raskere andel af den oprindelige pulje, da det må formodes, at det er de mest svækkede nåle, der er tabt. Man kan derfor forvente en stor andel af misfarvede fastsiddende nåle netop hos de behandlinger, der udviste beskedent nåletab.

Nåleprøverne (tabel 3) dokumenterede, at de mobile næringsstoffer (kvælstof, magnesium, kalium og fosfor) alle findes i de højeste koncentrationer i årsnålene. Meget tyder således på, at træerne ikke bare flytter magnesium, men også fosfor og kalium fra de ældre til de yngre nåle helt i overensstemmelse med de beskedne jordtal for disse næringsstoffer. Flytningen af disse næringsstoffer forårsager kun mangel på magnesium, som i de ældre nåle ligger langt under de anbefalede værdier. Bortset



Figur 2. Nåletab i udvalgte behandlinger med Epso Top og Metalosate. Behandling med Bittersalt 4 % og Metalosate 4 % gav statistisk set et mindre nåletab end de øvrige behandlinger. Behandling med Bittersalt 1 og 2 % gav statistisk set ens resultat og ringere nåletab end Bittersalt 0,5 % og kontrolbehandlingen. De to sidstnævnte behandlinger gav statistisk set ens resultat.

fra denne dybe mangel på magnesium, så peger nåleanalyserne generelt på en rimelig tilgængelighed af de fleste næringsstoffer. Navnlig kvælstofstatus er meget høj helt i overensstemmelse med nålenes høje farveværdier.



Figur 3. Tab af nålefarve på de ældre nåle fra 2014 i udvalgte behandlinger med Epso Top og Metalosate. Der var ingen statistisk sikker forskel mellem behandlingerne.

Analyse- og indsamlingsusikkerheden taget i betragtning er der dog ikke forskel imellem behandlingerne, hverken på årsnålene (2015) eller et-årsnålene (2014) – men der flyttes knapt 40 % af de ældres pulje af magnesium.

FORT SIRIO 4 x 4 TIL JULETRÆER



Importør:

Sønderup Maskinhandel A/S . Hjedebakvej 464 . 9541 Suldrup . tlf: 98 65 32 55
www.jutrak.dk . www.facebook.com/FORTSIRIO . e-mail: mail@fbdk.dk

Tabel 3. Nålekemi fra tre udvalgte behandlings årsnåle (2015) og et-årsnåle (2014).

	Kontrol		Bittersalt 4 %		Metalosate 4 %		Anbefaling
	Årsnåle	Et-årsnåle	Årsnåle	Et-årsnåle	Årsnåle	Et-årsnåle	
Tørstof (%)	50,0	61,2	56,1	55,6	61,8	53,8	-
N (%)	2,1	1,8	2,03	1,73	1,76	1,96	≥1,4
P (%)	0,20	0,16	0,20	0,15	0,20	0,15	0,14 - 0,22
K (%)	0,88	0,65	0,91	0,60	0,98	0,71	0,5 - 1,00
Mg (%)	0,057	0,038	0,058	0,033	0,063	0,041	0,06 - 0,14
Ca (%)	0,42	0,78	0,42	0,73	0,41	0,83	0,3 - 1,0
S (%)	0,14	0,15	0,14	0,14	0,14	0,15	0,10 - 0,15
Fe (mg/kg)	57	86	53	73	55	85	45 - 200
Mn (mg/kg)	570	1400	290	790	280	880	50 - 2500
Zn (mg/kg)	38	58	39	58	43	64	20 - 50
Cu (mg/kg)	2,4	20	2,8	16	5	18	3 - 12
B (mg/kg)	15	22	13	22	17	14	16 - 32

Årsagen

Det er formodentligt en kombination af tre til fem forhold, som er årsag til den akutte mangel på magnesium i forsøget: 1) Rt er for lav. Dette er ensbetydende med en forringet tilgængelighed af magnesium og/eller induceret mangel forårsaget af mangan og aluminium. 2) Induceret mangel fremmet af ubalance i forhold til kalium i jorden, 3) induceret mangel fremmet af for stor tilgængelighed af ammonium-kvælstof, navnlig i skudstrækningsperioden, 4) øget tilgængelighed af kvælstof i strækningsperioden giver forøget vækst som på sin side fører til en ubalanceret tilgang af andre næringsstoffer, herunder magnesium og 5) mobilisering af giftigt aluminium. Det er vanskeligt at sige noget om den indbyrdes styrke af disse stressforhold, og forhold som klima og høj nedbør kan også spille ind.



Misfarvede 1. årsnåle. Årsagen skyldes at magnesium flyttes fra de ældre til de yngre nåle når tilgængeligheden i jorden ikke er tilstrækkelig. De hårdest ramte nåle er allerede tabt, mens de mindre hårdt ramt endnu sidder tilbage.

Konklusion

Forsøget peger på, at både Epso Top og Metalosate ikke giver svidninger i koncentration på op til 4 %, og at produkterne virker dæmpende på magnesiummangel/bare skuldre – bedst i en koncentration på 4 %. Nåletabet bliver klart mindre med stigende koncentration op til 4 % i sprøjtevæsken. Virkningen på farvetabet på et-årsnålene er vanskelig at tolke, fordi der på opgørelsestidspunktet allerede var tabt en betragtelig mængde nåle.

Selvom Rt ikke er alvorligt lavt, bør dette på sigt hæves. Da det er en skovjordlokalitet, vil der være risiko for mobilisering af større mængder kvælstof fra den stimulerede nedbrydning af organisk materiale, hvis der tilføres for meget kalk. Den anvendte kalktyper bør være enten dolomitmalk eller magnesiummalk, formentlig omkring 2-4 tons per ha under forudsætning af der anvendes en kaliholdig gødning som NPK 23-3-10 eller lignende. Kalitallet er til den lavere side, så der er behov for, at det hæves en smule. Der bør ikke tilføres for store mængder kvælstof forud for vækstperioden, da det er sandsynligt, at høj tilgængelighed af kvælstof og måske særligt ammonium er en betydende stressfaktor. Ventes der med at kalke, kan der forsøgsvis afprøves med en kombination af kalksalpeter, patentkali og kiserit, idet kalksalpeteren har en svag alkalisk effekt (Rt øges) på jordbunden.

Litteratur

Anon.: DLG planteværn 2015, Dansk Landbrugs Grovvarereselskab, 592 sider.

Jensen, J.E., Jensen, P.K., Jørgensen, L.N., Nielsen, G.C., Nielsen, S.F. Paaske & K., Petersen, P.H.: Vejledning i planteværn 2014. Videncentret for landbrug. Landbrugsforlaget, 475 sider.

Christensen, C.J., Ingerslev, M., Pedersen, L.B. og Nielsen, U.B. (2001): Gødningsrespons hos nordmannsgranprovenienserne Ambrolauri og Langesø afd. 6, Pyntegrøntserien, 17, 64 sider, Skov & Landskab. ■