

Naaldverkleuringen bij enige Picea-soorten: oorzaken en bestrijding door bemesting*)

Needle discolourations of some Picea species: causes and control by fertilization

J. van den Burg

Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp" Wageningen

1 Samenvatting

In Picea-beplantingen (opstanden, kwekerijen, kerstsparcultures) kunnen storingen optreden in de minerale voedingsstoffenvoorziening in de vorm van zichtbare gebreksverschijnselen. Met behulp van naald- en grondonderzoek is de oorzaak meestal vast te stellen, waaruit de toe te passen bemesting kan worden afgeleid.

In deze publikatie wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste storingen in de minerale voeding, de wijze van diagnose in de praktijk en de uit de diagnose af te leiden bemesting. Een bemestingsvoorschrift is toegevoegd.

Zowel de diagnosemethodiek als het vaststellen van de bemesting kunnen door voorlichters, kwekers en telers worden uitgevoerd.

2 Inleiding

Nadat het onderzoek naar de bemestingsbehoefte van naaldhoutsoorten in grote lijnen was afgesloten en bemestingsvoorschriften waren verschenen (Van Goor 1967a, 1967b) is in een aantal Picea-beplantingen (fijnspar, sitkaspar, omoricaspar) verder onderzoek verricht naar de oorzaken van naaldverkleuringen, die samenhangen met de minerale voedingsstoffenvoorziening. De resultaten van deze onderzoeken zijn grotendeels vastgelegd in rapporten (Blok en Van den Burg 1972a, 1972b; Blok en Van den Burg 1977; Van den Burg 1978; Ten Cate-Van Elstrand 1973; Franke 1971), deels in een publikatie (Blok, Van den Burg en Van Goor 1977).

Uit dit latere onderzoek bleek dat meer aandacht moest worden besteed aan de magnesiumvoorziening van Picea-soorten, omdat naaldverkleuringen, die in een aantal gevallen deden denken aan kaliumgebrek, werden veroorzaakt door magnesiumgebrek: gebreksverschijnselen, veroorzaakt door kalium- of magnesiumgebrek gelijken in jonge beplan-

Summary see p. 230

tingen vrij veel op elkaar. Een ander probleem, dat mogelijk met het optreden van naaldverkleuringen verband hield, was het zgn. "fijnsparsterven" (Van Goor 1971; Kriek, Schoenfeld en Verwey 1976; Schmidt-Vogt 1977; Schoenfeld 1973). Hiervoor zouden klimatologische oorzaken verantwoordelijk kunnen zijn.

Naaldverkleuringen kunnen ook worden veroorzaakt door andere factoren, zoals insectenaantastingen, schimmelziekten, droogte en onjuiste toepassing van onkruidbestrijding. Voordat naaldverkleuringen bij Picea-soorten worden toegeschreven aan storingen in de minerale voedingsstoffenvoorziening moet vaststaan dat bovengenoemde factoren geen rol spelen.

In dit artikel wordt alleen ingegaan op die naaldverkleuringen die worden veroorzaakt door een onvoldoende voorziening met minerale voedingsstoffen (N, P, K, Mg, Fe, Mn). In de praktijk is het vaak moeilijk de oorzaken van naaldverkleuringen zonder meer vast te stellen. In de literatuur komen diverse beschrijvingen van naaldverkleuringen en hun oorzaken voor. Daarom wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste vormen van naaldverkleuringen en de factoren waardoor ze worden veroorzaakt. Verder wordt een beschrijving gegeven van de methode, die in de praktijk moet worden gevolgd om de oorzaak van de naaldverkleuringen vast te stellen. Tenslotte is in een voorschrift aangegeven welke naaldverkleuringen kunnen worden tegengegaan door bemesting.

De beschrijving en diagnose van naaldverkleuringen hebben hoofdzakelijk betrekking op fijnspar. De beschikbare gegevens van sitkaspar en omoricaspar zijn eveneens verwerkt. Waar niet expliciet over fijnspar wordt gesproken, kan er van worden uitgegaan dat de gegevens betrekking hebben op de drie genoemde Picea-soorten. Door het combineren van de diagnosemethodiek en het hierop berustende bemestingsvoorschrift kan door voorlichters, kwekers

*) Verschijnt tevens als Mededeling 179 van De Dorschkamp.

en telers zelf worden vastgesteld welke maatregelen in Picea-bepantingen met naaldverkleuringen kunnen worden getroffen.

3 Oorzaken van naaldverkleuringen

3.1 Naaldverkleuringen veroorzaakt door een onvoldoende of onevenwichtige minerale voedingsstoffenvoorziening

3.1.1 Stikstofgebrek Het symptoom van stikstofgebrek is het optreden van kleine lichtgroene tot gele naalden; de verkleuring van de naalden is gelijkmatig over de gehele naald en de gehele scheut. Dit symptoom is gemakkelijk van dat van kallium- en magneslumgebrek te onderscheiden, omdat bij deze laatste symptomen bepaalde gedeelten van naalden of scheuten verkleuren. Stikstofgebrek wordt veroorzaakt door:

- een gebrek aan beschikbare stikstof in de bodem,
- concurrentie door vooral grassen om de in de bodem gemineralliseerde stikstof, waardoor ondanks een voldoende stikstofaanbod de bomen te weinig stikstof kunnen opnemen,
- onvoldoende ontwatering.

Van zichtbaar stikstofgebrek is sprake als het N-gehalte van de halfjarige naalden (% van de droge stof) 1,0% of minder bedraagt. De N-voorziening is optimaal als het stikstofgehalte 2,0% of meer bedraagt (Van Goor 1967a).

3.1.2 Fosforgebrek Een slechte fosforvoorziening komt bij Picea-soorten tot uiting in een donkere vaalgroene kleur van de naalden, die dan vaak met zwarte algen zijn bedekt. In ernstige gevallen verloopt de naaldkleur van bronsgroen naar bruinviolet en treden in de oudere naalden dode plekken op (necroses). Een sterk roodachtige verkleuring wordt ook wel waargenomen (Anonymus 1976). De bomen zien er ijl uit en de groei is slecht.

Zichtbaar fosforgebrek treedt op als het P-gehalte van halfjarige naalden kleiner is dan 0,10%. Gruppe und Seitz (1962) vonden voor omoricaspas een grenswaarde van 0,12% P. Omdat de voor de groei optimale N/P-verhouding in de naalden ca. 10-12 bedraagt is, afhankelijk van de N-voorziening, sprake van een optimale P-voorziening als het P-gehalte van halfjarige naalden 0,15 à 0,20% bedraagt.

3.1.3 Kaliumgebrek

3.1.3.1 Kalliumgebrek veroorzaakt door een slechte K-voorziening van de bodem

Picea-soorten vertonen kalliumgebrekssymptomen meestal het duidelijkst tegen het einde van de winter. De symptomen bestaan uit een gele verkleuring van de naaldtoppen van de halfjarige naalden of een volledige geelkleuring van de halfjarige naalden aan de uiteinden van de scheuten. Bij naalden met geelverkleurde toppen is de begrenzing met de groene naaldbasis niet scherp, dit in tegenstelling tot magneslumgebrek.

In jonge Picea-cultures en bij fijnspar in het kwekerijstadium kunnen deze symptomen ook wijzen op magneslumgebrek, hetgeen blijkt uit in Nederland uitgevoerd onderzoek en uit literatuurgegevens (Baule und Fricker 1967; Gruppe und Seitz 1962; Holstener-Jørgensen 1964; Ingestad 1960; Köster 1960; Laatsch und Zech 1967; Leaf 1968; Zech 1968). De grenswaarde voor het optreden van zichtbaar K-gebrek bij Picea-soorten bedraagt 0,40% K in halfjarige naalden (% van de droge stof). Het is echter mogelijk dat bij zeer goede stikstofvoorziening (N-gehalte van de halfjarige naalden $\geq 2,0\%$) zichtbaar K-gebrek reeds bij een wat hoger K-gehalte optreedt.

Meestal beperkt de literatuur zich tot opgaven over de K-gebreksgrens. Lévy (1968) vermeldt dat voor Pinus-soorten een N/K-verhouding van ca. 3,5 optimaal is. Zou dit ook voor Picea-soorten gelden, dan is een K-gehalte van ca. 0,6% als optimaal te beschouwen bij een voldoende N-voorziening.

Als extremere vormen van K-gebrek zijn door Zech (1968) beschreven:

- het "kwekerijsymptoom": vooral in de kroon van kleine fijnsparren zijn de punten van de jongste naalden geheel geel, hetgeen reeds in de herfst optreedt. Na de eerste vroege nachtvorst treden aan de naaldpunten roodachtige necrosen op. De oudere naalden zijn meestal groen, soms met gele punten. Dit symptoom treedt op als de N- en P-voorziening extreem goed zijn,
- het "hoogveensymptoom": de oudere naalden hebben gele punten of zijn vaalwit gekleurd met groenachtige vlekken. De naar het licht gekeerde zijde van de naalden is chlorotischer dan de onderzijde ervan. De jongste naaldjaargang is groen. Het symptoom treedt op in de vroege zomer, kan dan in intensiteit afnemen om in de herfst weer te verschijnen. Het is typerend voor fijnsparren met een slechte N- en P-voorziening.

Voor bovengenoemde situaties geldt eveneens dat K-gebrek optreedt als het K-gehalte van de halfjarige naalden 0,40% of minder bedraagt.

3.1.3.2 Kaliumgebrek, veroorzaakt door calcium-overmaat

Op kalkrijke gronden of op gronden die overmatig bekalkt zijn kan zoveel Ca worden opgenomen dat de K/Ca-verhouding van de naalden ongunstig wordt en K-gebreksverschijnselen reeds bij een K-gehalte van de naalden groter dan 0,40% gaan optreden. Deze situatie doet zich voor als de K/Ca-verhouding kleiner is dan 0,5 (Lévy 1968) of 0,6 (Themlitz 1958) à 1,0 (Zech 1968). Overigens kan op kalkrij-

groei van bomen (Van Goor 1967a). Daar tegenover staan echter waarnemingen in het buitenland die wijzen op het belang van de magnesiumvoorziening (Altherr und Evers 1975; Jover et Barnéoud 1979; Köster 1960; Seitz und Gruppe 1962). In onderstaand overzicht worden daarom behalve de grenzen van zichtbaar Mg-gebrek ook de grenswaarden voor optimale Mg-voorziening vermeld (Mg-gehalten van halfjarige naalden, % van de droge stof).

	grenswaarde voor zichtbaar Mg-gebrek	optimaal gehalte
fijnspar	0,05	0,12 à 0,14
omoricaspaspar	ca. 0,05	0,10
sitkaspar	0,07	niet precies bekend maar vermoedelijk 0,10 à 0,14

ke gronden ook K-gebrek optreden zonder dat van overmatige Ca-opname sprake is.

3.1.4 Magnesiumgebrek Gebreksverschijnselen, veroorzaakt door een onvoldoende magnesiumvoorziening, treden bij Picea-soorten op in de vorm van verkleuringen aan de naaldpunten. Deze verkleuringen zijn hardgeel en zijn scherp begrensd met de nog groene naaldbasis. In wat oudere beplantingen zijn hoofdzakelijk de anderhalfjarige naalden verkleurd, maar in jonge beplantingen en in de kwekerij kunnen de halfjarige naalden verkleurd zijn. In ernstige gevallen is de naaldkleur vaak geel tot paarsachtig, terwijl de naalden gedeeltelijk necrotisch zijn. Het verschil tussen magnesium- en kaliumgebrek is dan zeer moeilijk vast te stellen (Ingestad 1960; Holstener-Jørgensen 1964; Leaf 1968) en alleen een onderzoek naar de Mg- en K-gehalten kan uitsluitsel geven omtrent de aard van het gebrek. Deze vorm van kalium- en magnesiumgebrek wordt vooral bij fijnspar en omoricaspaspar aangetroffen, minder vaak bij sitkaspar.

Het optreden van magnesiumgebrek wordt niet alleen veroorzaakt door een slechte Mg-voorziening vanuit de bodem, maar ook door een zeer goede stikstofvoorziening. Op gronden met een matige Mg-voorziening kan door N- en K-bemesting of door een zeer goede N-leverantie door de bodem Mg-gebrek worden geïnduceerd. Reemtsma (geciteerd naar Altherr und Evers 1975) vond dat van Mg-gebrek sprake was als de verhouding N/Mg (percentages) in de naalden groter was dan 17,5.

In de literatuur wordt meestal aangegeven dat de Mg-voorziening van ondergeschikt belang is voor de

3.1.5 Storingen in de minerale voedingsstoffenvoorziening, veroorzaakt door een ongunstige zuurgraad ("Kalkchlorose") Picea-soorten reageren vrij scherp op een afwijking van het voor hen geldende optimale pH-traject. Akkerman (1976) en Aenderkerk (1975) geven als optimale pH-KCl-waarde voor Picea-soorten 4,4 à 4,5, een pH-KCl-waarde hoger dan 6,0 wordt als te hoog beschouwd, terwijl het traject 5,1-6,0 niet meer als optimaal geldt. Gruppe und Seitz (1964) geven als optimaal pH-KCl-traject voor fijnspar en omoricaspaspar 4,0-6,2, bij hogere en lagere pH-KCl-waarden neemt de groei af, vooral van de omoricaspaspar. Van Goor (1967b) beschouwt een pH-KCl-waarde van 4,0 als optimaal voor fijnspar. Er is dus overeenstemming tussen de verschillende auteurs met betrekking tot de eisen die de fijnspar (en de omoricaspaspar) stellen aan de pH-KCl: deze mag in ieder geval niet hoger zijn dan 6,0. Indien dit wel het geval is, treden naaldverkleuringen op die worden veroorzaakt door ijzer- of mangaangebrek. Deze verschijnselen kunnen vaak gellijktijdig optreden (Zech 1968).

3.1.5.1 IJzergebrek

Dit gebrek komt voor op gronden met pH-KCl > 6,0, zowel op van nature kalkrijke gronden als op door overmatige bekalking zwak zuur tot neutraal reagerende gronden (Evers 1963; Schönhar 1958, 1960; Themlitz 1958; Zech 1968). IJzergebrek manifesteert zich bij de jongste naalden, die heldergeel tot witgeel zijn en begint reeds in de vroege zomer op te treden (Zech 1968).

Een probleem is dat geen bruikbare bemonsteringsmethode bestaat om ijzergebrek aan te tonen

door middel van een bepaling van het ijzergehalte van de naalden. Uit het onderzoek van Zech (1968) volgt, dat alleen in het begin van de vegetatieperiode (mei/juni) aan ijzergebrek lijdende fijnsparnaalden een lager ijzergehalte bezitten dan gezonde fijnsparnaalden, maar dat dit verschil in ijzergehalte in de loop van het groeiseizoen verdwijnt en in naaldmonsters, verzameld in het najaar, niet meer aantoonbaar is. Uit de gegevens van Zech volgt dat voor in het begin van het groeiseizoen verzamelde naalden de grenswaarde voor zichtbaar ijzergebrek 20 à 40 mg/kg bedraagt. Deze methode geldt echter onder voorbehoud omdat ze in Nederland niet is getoetst.

3.1.5.2 Mangaangebrek

Eveneens bij pH-KCl > 6,0 kan bij fijnspar en omoricaspas mangaangebrek optreden (Gruppe und Seltz 1964; Ingestad 1958; Kreutzer 1970; Zech 1968). Het onderscheid met ijzergebrek is niet steeds duidelijk, hoewel uit de beschrijvingen volgt dat mangaangebrek zich uit in lichtgroene verkleuringen van de jongste naalden. In het geval van niet te ernstig mangaangebrek is het verschijnsel vooral zichtbaar bij de jongste scheuten in het middelste en onderste gedeelte van de kroon. Zichtbare mangaangebreksverschijnselen treden vooral in de herfst en in de winter op, ijzergebreksverschijnselen reeds in het begin van de vegetatieperiode.

Van mangaangebrek is sprake als het Mn-gehalte van halfjarige naalden lager is dan 20 mg/kg (Ingestad 1958; Kreutzer 1970).

3.2 Naaldverkleuringen veroorzaakt door storingen in de minerale voedingsstoffenhuishouding, waarbij klimatologische factoren een rol spelen

Andere factoren die geelverkleuring van de naalden veroorzaken zijn de lichtintensiteit en dalende temperaturen in het najaar. De verklaringen van deze invloed lopen uiteen van directe relaties met de minerale voedingsstoffenvoorziening (Laatsch und Zech 1968; Zech, Koch und Franz 1971), via een meer passieve rol (Keller 1966) tot een overheersende invloed van het klimaat op de minerale voedingstoestand of verschillen als gevolg van herkomst uit diverse klimaatsgebieden (Gerhold 1959a, 1959b; Van Goor 1959, 1961; Schönnamgruber 1962; De Vries 1977).

Bepaalde gebreksverschijnselen (N-gebrek, K-gebrek, Mn-gebrek) kunnen in de winter door straling worden geïntensiveerd (Kreutzer 1970; Laatsch und Zech 1968; Zech 1968). In jonge beplantingen van fijnspar en omoricaspas in Nederland, die een

slechte K- of Mg-voorziening hebben is waargenomen dat de aan het licht blootgestelde naalden geleer zijn dan de naalden die minder worden belicht. De bruinverkleuring van naalden van omoricaspas wordt mogelijk veroorzaakt door grotere vorstgevoeligheid als de K- of Mg-voorziening matig tot slecht zijn (Baule 1975; Larsen 1976). De fijnspar vertoont aan het einde van de winter en in het vroege voorjaar soms hetzelfde verschijnsel, maar de factoren die hierop van invloed zijn zijn onvoldoende bekend.

In hoeverre bij de fijnspar in Nederland geelverkleuring in de winter optreedt bij herkomsten, die niet aan het Nederlandse klimaat zijn aangepast is niet bekend, evenmin als van een mogelijke relatie tot het zgn. fijnsparsterven (Van Goor 1971; Kriek, Schoenfeld en Verwey 1976; Schoenfeld 1973).

In de praktijk treden meestal naaldverkleuringen op, die door een of meer van de in 3.1 genoemde factoren worden veroorzaakt. Er zijn tot nu toe geen duidelijke aanwijzingen dat fijnspar in Nederland lijdt aan naaldverkleuringen, die het gevolg zijn van fysiologische storingen bij herkomsten die onvoldoende aan het Nederlandse klimaat zijn aangepast.

3.3 De leeftijd van de beplanting en het optreden van zichtbare gebreksverschijnselen

Uit de praktijk is bekend dat zichtbaar fosforgebrek zich zeer lang kan handhaven op gronden met een slechte P-voorziening. Kallum- en magnesiumgebrek treden vooral op jeugdige leeftijd op ("kinderlekten" in de Duitse literatuur) en verdwijnen langzamerhand, omdat de opname van deze elementen met de leeftijd toeneemt (Helmsdorf 1976). Stikstofgebrek manifesteert zich het duidelijkst in jonge Picea-cultures, in oudere cultures wordt het verschijnsel minder opvallend.

Het is verder mogelijk dat o.a. de K- en Mg-voorziening mede met de weersomstandigheden samenhangen. Dit verschijnsel, in combinatie met het veranderen van de K- en Mg-voorziening met de leeftijd kan wel eens tot andere bemestingseffecten leiden dan op grond van de diagnose van gebreksverschijnselen werd verwacht.

4 Het vaststellen van de aard van gebreksverschijnselen

4.1 Naaldonderzoek

Zichtbare gebreksverschijnselen kunnen een aanwijzing geven omtrent de aard van de storing in de minerale voedingsstoffenvoorziening. Omdat deze

verschijnselen echter niet altijd duidelijk zijn, is het meestal noodzakelijk een naaldanalyse uit te voeren.

Naaldmonsters moeten worden verzameld in het najaar (begin oktober-eind december*) van tenminste tien bomen. De halfjarige zijtscheuten van de bovenste takkransen worden afgeknipt en zo snel mogelijk naar een laboratorium gebracht, dat de analyses kan verrichten. Meestal kan worden volstaan met de bepaling van het N-, K- en Mg-gehalte. Als een onvoldoende P-voorziening wordt vermoed of er aanwijzingen zijn dat van een overmatige Ca-opname sprake is, dan kan men ook het P- en Ca-gehalte laten bepalen.

Met behulp van de in 3.1 vermelde grenswaarden kan worden vastgesteld, van welk gebrek aan een minerale voedingsstof sprake is. Voor resultaten van naaldanalyses geldt dat normen voor beplantingen en kerstsparcultures ook voor fijnspaar in boomkwekerijen van toepassing zijn.

4.2 Grondonderzoek

Behalve naaldonderzoek kan ook grondonderzoek inzicht geven in de minerale voedingsstoffenvoorziening. De interpretatie van de gegevens van het grondonderzoek berust grotendeels op resultaten van bemestingsproeven in jonge fijnspaarbeplantingen en is ook bruikbaar voor kerstsparcultures. Voor fijnspaar in kwekerijen gelden enigszins andere normen, waarop hier niet wordt ingegaan. Verwezen kan worden naar de bemestingsvoorschriften op dit gebied (Aendekerk 1975a, 1975b; Akkerman 1976; Aldhous 1972; Anonymus 1976; Fiedler, Hoffman und Nebe 1973).

Grondmonsters worden verzameld door het nemen van 25 stekken van de laag 0-25 cm, regelmatig over het terrein verspreid. Zijn er aanwijzingen dat de bodem niet homogeen is (bijv. wegens verschillen in hoogteligging, vegetatie, ontwatering, bodemprofiel of slechts pleksgewijs optreden van gebreksverschijnselen) dan moet meer dan één grondmonster worden genomen. Analyse kan plaatsvinden op een voor grondonderzoek ingericht laboratorium. In het grondonderzoek zijn alleen de pH-KCl en het P-totaalcijfer van direct belang. De fijnspaar vraagt een vrij lage pH-KCl, de optimale waarde is ca. 4,0. Blijkt uit grondonderzoek dat de pH-KCl optimaal is, dan kan toch nog van groelstoornissen sprake zijn, omdat N, P, K, Mg of sporenelementen in het minimum kunnen verkeren. Indien de pH-KCl vermoedelijk te sterk van de optimale waarde afwijkt moet ook het

organische stofgehalte (humusgehalte) worden bepaald om te kunnen berekenen welke hoeveelheden meststoffen nodig zijn om de pH te veranderen.

De P-voorziening is onvoldoende als het P-totaalcijfer lager is dan 20 mg $P_2O_5/100$ g. Tussen 20 en 40 mg $P_2O_5/100$ g kan de P-voorziening te wensen overlaten, bij een P-totaalcijfer hoger dan 40 mg $P_2O_5/100$ g is dit niet meer het geval. De P-voorziening wordt overigens door het P-totaalcijfer niet exact, maar globaal aangegeven, waarbij de bodemgesteldheid een rol speelt (Van Goor 1967a): in holt-podzolgronden is reeds bij een lager P-totaalcijfer sprake van een voldoende voorziening dan in humuspodzolgronden.

5 Bemesting van kerstsparcultures

Als gebleken is dat gebreksverschijnselen optreden en deze niet door een onvoldoende ontwatering, onkruidgroei (grassen) of een te hoge pH worden veroorzaakt, kan door middel van bemesting de groelstoornis worden opgeheven.

5.1 Stikstofbemesting

Een bemesting met stikstof is noodzakelijk als de naalden licht van kleur zijn door een te laag stikstofgehalte. In het jaar van aanplant is dit meestal niet het geval, omdat de planten dan nog kunnen teren op de in de kwekerij opgebouwde stikstofvoorraad.

In kerstsparcultures is het van belang dat de groei niet te sterk wordt gestimuleerd en dat toch de naaldkleur goed is. Een late bemesting verdient daarom de voorkeur. De hoeveelheid bedraagt 60 tot 80 kg N/ha, afhankelijk van de mate van geelkleuring of de analyseresultaten van een naaldmonster.

Zodra de kleur van de naalden weer te licht wordt dient de stikstofbemesting te worden herhaald. De bemesting kan ook in twee gedeelten gedurende de zomer worden gegeven. Het beste tijdstip is midden juni, de toe te passen meststof is kalkammonsalpeter of in geval van door een te hoge pH veroorzaakte naaldchlorose zwavelzure ammoniak.

In jonge beplantingen en in kwekerijen kan bij stikstofgebrek worden bemest met 100 kg N/ha in mel.

Men dient erop bedacht te zijn dat stikstofbemesting het optreden van andere gebreksverschijnselen kan bevorderen. Indien uit naaldanalyse blijkt dat niet alleen de N-, maar ook de K- en Mg-voorziening matig zijn, moet aan de voorziening met deze elementen aandacht worden besteed. Verder is het in gebieden waar kopergebrek optreedt, niet uitgeslo-

*) Deze periode is niet geschikt om de Ijzervoorziening vast te stellen.

ten dat door N-bemesting Cu-gebrek wordt geïnduceerd. De fljnspar is hiervoor minder gevoelig dan de stlkaspar. (NB: Cu-gebrek veroorzaakt vooral krommingen van de top- en zijscheuten, naaldverkleuringen treden niet op of zijn welng opvallend).

5.2 Fosforbemesting

Een bemesting met 80-100 kg P_2O_5 /ha in een kerstsparcultuur verdient aanbeveling als het P-totaalcijfer lager is dan 40 mg P_2O_5 /100 g. Voor kwekerijen gelden andere normen (zie de literatuur bij 4). De bemesting kan zowel bij aanleg als in een reeds bestaande beplanting worden toegediend. Met een eenmalige bemesting kan de fosforvoorziening voor de gehele periode van de cultuur op peil worden gehouden:

Tijdstip: winter en vroege voorjaar

Meststof: bij lage pH-waarden slakkenmeel, bij pH-KCl-waarden > 4,0 superfosfaat.

5.3 Kaliumbemesting

Een kallumbemesting van 80-100 kg K_2O /ha is noodzakelijk als kaliumgebreksverschijnselen optreden. Het gebruik van een magnesiumhoudende kaliummeststof (patentkali) verdient de voorkeur in verband met het mogelijk induceren van magnesiumgebrek. In het geval dat in de cultuur ook de Mg-voorziening matig tot slecht is, is behalve een K-bemesting ook een Mg-bemesting noodzakelijk.

Het kan noodzakelijk zijn de kallumbemesting te herhalen omdat na een kaliumbemesting de kaliumgebrekssymptomen niet steeds volledig verdwijnen, o.a. als tegelijkertijd met een stlkstofmeststof is bemest.

Tijdstip: winter en vroege voorjaar.

Meststof: patentkali (het gebruik van chloorhoudende kalliummeststoffen is niet aan te bevelen).

5.4 Magnesiumbemesting

Als magnesiumgebrek optreedt is een magnesiumbemesting in kerstsparcultures noodzakelijk omdat weliswaar de groei van de planten niet steeds toeneemt maar wel de conditie wordt verbeterd. Soms – maar lang niet altijd – zijn magnesiumgebrekssymptomen gecombineerd met kaliumgebrekssymptomen en kan worden volstaan met een bemesting met een magnesiumhoudende kalliummeststof (zie

5.3). Is alleen van magnesiumgebrek sprake dan moet met een magnesiummeststof worden bemest.

Tijdstip: voorjaar

Meststof: kieseriet (100 kg/ha).

Magnesiumgebrek kan worden geïnduceerd door een overvloedige N- of K-voorziening.

5.5 pH-correcties

Voor kerstsparcultures, die slechts enige jaren op een terrein worden geteeld, kan het zin hebben de pH door bekalking te verhogen indien de uitgangspH te laag is. Het verdient echter aanbeveling de pH-KCl niet verder te verhogen dan tot 4,0. In cultures die bedoeld zijn voor het volbrengen van een gehele omloop moet bekalking worden ontraden.

Als de pH-KCl te hoog is, kan men proberen deze door bemesting met zwavelzure ammoniak omlaag te brengen (Knol 1970). Blijkt dat de door de te hoge pH veroorzaakte chlorose niet door deze bemesting verdwijnt dan kan een bemesting met zwavel worden uitgevoerd, die groot genoeg is om de pH-KCl terug te brengen tot 4,0.

Informatie over de benodigde hoeveelheden kalk en zwavel kunnen worden verkregen uit een grondmonsteranalyse. Bepaling van het organische stofgehalte is dan noodzakelijk. Dit dient wel te worden aangevraagd bij het laboratorium dat de analyses verricht.

Een andere mogelijkheid om de pH te laten dalen is toepassing van 100-300 m³ tulturf of turfmolm/ha (Akkerman 1976).

Literatuur

- Aendekerker, Th. G. L. 1975. Bemesting en bemestingsnormen voor boomkwekerijgewassen op veengrond en humusrijke klei- en zandgronden. Groen 1975/11: 357-359.
- Akkerman, A. J. J. 1976. Bemesting en bemestingsnormen voor boomkwekerijgewassen op zandgrond en dalgrond. Groen 1976/7: 226-227.
- Aldhous, J. R. 1972. Nursery practice. Forestry Commission Bulletin nr. 43.
- Altherr, E., und F. H. Evers. 1975. Magnesium-Düngungseffekt in einem Fichtenbestand des Buntsandstein-Odenwaldes. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 146 (12): 217-225.
- Anonymus. 1976. Düngung in der Forstwirtschaft. Forstpflanzen Forstsamen: Zentralblatt für Forstpflanzen und Forstkulturen 16 (3): 62-65.
- Baule, H. 1975. Wie wirkt sich die Düngung auf die Widerstandskraft der Waldbäume aus. Forstpflanzen-Forstsamen, Zentralblatt für Forstpflanzen und Forstkulturen 15 (4): 2-12.
- Baule, H. und C. Fricker. 1967. Die Düngung von Waldbäumen. Bayerischer Landwirtschaftsverlag, München.

- Blok, H. en J. van den Burg. 1972a. Bemesting en minerale voeding van naaldhout op jonge mariene gronden. Intern Rapport "De Dorschkamp" nr. 27.
- Blok, H. en J. van den Burg. 1972b. Minerale voeding van sitkaspar en omoricaspas (een samenvatting van proefveldresultaten). Intern Rapport "De Dorschkamp" Wageningen, nr. 28.
- Blok, H., en J. van den Burg. 1977. Kalium- en magnesiumgebreksverschijnselen in cultures van fijnspar en omoricaspas (Onderzoek in de periode 1966-1975). Rapport "De Dorschkamp" Wageningen, nr. 123.
- Blok, H., J. van den Burg en C. P. van Goor, 1977. Bemesting en minerale voeding van naaldhout op jonge, zandige mariene gronden. Nederlands Bosbouw Tijdschrift 49 (10): 281-294; Mededeling "De Dorschkamp" Wageningen, nr. 167.
- Burg, J. van den. 1978. Resultaten van in 1977 uitgevoerde incidenteel grond-, blad- en naaldonderzoek in een aantal beplantingen. Rapport "De Dorschkamp" Wageningen, nr. 166.
- Cate-Van Elstrand, M. ten. 1973. Mogelijkheden en moeilijkheden van *Picea omorica* in Nederland. Doctoraalscriptie Landbouwhogeschool, Wageningen.
- Evers, F. H. 1963. Neue Erkenntnisse zur Chlorosebekämpfung durch Düngungsmassnahmen. Allgemeine Forstzeitschrift 18 (32/33): 499-500.
- Fiedler, H. J., F. Hoffmann und W. Nebel. 1973. Forstliche Pflanzenernährung und Düngung. Fischer, Stuttgart.
- Franke, H. J. 1971. Een gebreksverschijnsel bij de fijnspar. Practicumverslag Landbouwhogeschool, afdeling Bodemkunde en Bemestingsleer.
- Gerhold, H. D. 1958a. Seasonal discoloration of Scots pine in relation to micro climatic factors. Forest Science 5 (4): 333-343.
- Gerhold, H. D. 1959b. Seasonal variation of chloroplast pigments and nutrient elements in the needles of geographic races of Scots pine. Silvae Genetica 8 (4): 113-123.
- Goor, C. P. van 1959. Iets over de kalivoorziening van de jonge douglasaanplanten. Kall 40: 377-382.
- Goor, C. P. van. 1961. Kaligebreks symptomen bij groveden. Kall 50: 317-321.
- Goor, C. P. van. 1967a. Bemestingsvoorschrift voor naaldhoutculturen, 2e dr. Korte Mededeling "De Dorschkamp" Wageningen, nr. 56.
- Goor, C. P. van 1967a. Bemesting van kerstsparen. Bericht "De Dorschkamp", nr. 52.
- Goor, C. P. van. 1971. Sterfte bij fijnspar (*Picea excelsa*) in Nederland. Nederlands Bosbouw Tijdschrift 43 (6): 138-140. Bericht "De Dorschkamp", nr. 79.
- Gruppe, W., und P. Seitz. 1962. Untersuchungen über die Nährstoffversorgung von Baumschulgehölzen. I. Mangelerscheinungen in Gefässversuchen und in Baumschulen. Die Gartenbauwissenschaft 27 (9): 247-268.
- Gruppe, W., und P. Seitz. 1964. Untersuchungen über die Nährstoffversorgung von Baumschulgehölzen. IV. Ergebnisse von Erhebungsuntersuchungen in holstelnischen Baumschulen. Die Gartenbauwissenschaft 29 (11): 289-312.
- Helmsdorf, D. 1976. Zur Kalium-Düngebedürftigkeit von Kiefernbestockungen unterschiedlichen Alters auf Sandböden. Beiträge für die Forstwirtschaft 10 (4): 205-209.
- Holstener-Jørgensen, H. 1964. Kalium- og Magnesiummangelsymptomer i gødningsforsøg i jyske rødgrankulturer. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, Beretning for forstlige Forsøgscommission, Bind 29 (1): 1-23.
- Ingestad, T. 1958. Studies on manganese deficiency in a forest stand. Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut 48 (4): 1-20.
- Ingestad, T. 1960. Några laktagelser av magnesiumbrist hos gran i skogsplanteskolor. Statens Skogsforskningsinstitut, Uppsatser Nr. 78.
- Jover, J., et, Cl. Barnéoud. 1979. Carence magnésienne sur *Epicéa commun*. AFOCEL, Rapport Annuel 1978: 443-466.
- Keller, Th. 1966. Versuche zur Bekämpfung der winterlichen Nadelverfärbungen an den Triebenden der Fichte im Forstpflanzengarten. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 117 (10): 706-719.
- Knoi, J. 1970. pH-verlaging en zwavelzure ammoniak. De Boer 18 (1): 5-6.
- Köster, P. 1960. Wird das Omorika-Sterben durch Magnesiummangel verursacht? Deutsche Baumschule 12 (10): 247-251.
- Kreutzer, K. 1970. Manganmangel der Fichte (*Picea abies* Karst.) in Süd-Deutschland. Forstwissenschaftliches Zentralblatt 89: 275-299.
- Kriek, W., P. H. Schoenfeld en J. A. Verwey. 1976. Morfologische kenmerken en selectie van fijnspar (*Picea abies* (L.) Karst.) in Nederland. Rapport "De Dorschkamp", nr. 86.
- Laatsch, W. und W. Zech. 1967. Die Bedeutung der Beschattung für unzureichend ernährte Nadelbäume. Annales de Edofologia y Agrobiologica XXVI: 691-702.
- Larsen, J. B. 1976. Frostresistenz der Douglasie. Dissertatie Göttingen.
- Leaf, A. L. 1968. K, Mg, and S deficiencies in forest trees. Forest fertilization, theory and practice: 88-123; Tennessee Valley Authority.
- Lévy, G. 1968. Utilisation pratique de l'analyse foliaire dans l'étude de nutrition d'essences forestières. Revue Forestière Française 20 (4): 249-263.
- Schmidt-Vogt, H. 1977. Die Fichte, Band I. Parey, Hamburg en Berlijn.
- Schoenfeld, P. H. 1973. Fijnsparsterfte in Drente. Rapport "De Dorschkamp", nr. 33.
- Schönhar, S. 1958. Eisenmangel-Chlorose an Forstpflanzen. Allgemeine Forstzeitschrift 13 (10): 149-151.
- Schönhar, S. 1960. Chlorose an Kiefern auf Kalkstandorten. Allgemeine Forstzeitschrift 15 (27): 385.
- Schönnamsgruber, H. 1962. Kali-Mangelercheinungen bei Kiefern in Holland. Allgemeine Forstzeitschrift 17 (27): 402-403.
- Seitz, P. und W. Gruppe. 1962. Untersuchungen über die Nährstoffversorgung von Baumschulgehölzen II. Ergebnisse von Stickstoff- und Magnesium-Felddüngungsversuche. Die Gartenbauwissenschaft 27 (9): 447-452.
- Stone, E. L., Jr. 1953. Magnesium deficiency of some Northeastern pines. Proceedings Soil Science Society of America 17 (3): 297-300.
- Themiltz, R. 1958. Ein Beitrag zur Düngung in forstlichen Pflanzgarten-Beobachtungen zum Kall-Kalk-Antagonismus bei jungen Nadelholzpflanzen. Kall-Briefe Fachgebiet 6, 1. Folge.
- Vries, S. M. G. de. 1977. Verkleuringsverschijnselen in de rustperiode bij groveden. Rapport "De Dorschkamp" Wageningen, nr. 101.
- Will, G. M. 1961. Magnesium deficiency in pine seedlings growing in pumice soil. New Zealand Forest Service, Forest Research Institute, Technical Paper, nr. 31.

- Zech, W. 1968. Kalkhaltige Böden als Nährsubstrat für Kiefernen; Ökologische Studien in Süddeutschland. Dissertation München.
- Zech, W., W. Koch und F. Franz. 1971. Nettoassimilation und Transpiration von Kiefernäzweigen in Abhängigkeit von Kalliumversorgung und Lichtintensität. Kall-Briefe Fachgebiet 6, 1. Folge.

Summary

Picea species (Norway spruce, Sitka spruce, Omorica spruce) in forest nurseries, Christmas tree plantations and young stands often show mineral nutrient deficiency symptoms, which may not be harmful but may influence negatively outer appearance. Because many data about interpretation of soil and foliar analysis are already available but not adequately summarized for practical purposes, results of trials established in the last twenty-five years have been compiled, and completed with data taken from literature.

If nutrient status of Picea species in the above-mentioned plantations is not restricted by poor drainage or weed competition, and if no attacks by fungi or insects are apparent, soil chemical analysis can in many cases be restricted to determination of pH-KCl and total P₂O₅ in the topsoil (0-25 cm). The pH-KCl optimum for Picea species is ca. 4.0 in nurseries; a range of 4.0-4.5 can be accepted but at higher pH values growth often decreases. The minimum value of total P₂O₅ (mg/100 g soil) is 40, in nurseries growth may be increased at higher values but in stands and Christmas tree plantations it is not necessary to fertilize to obtain a higher total P₂O₅ level in the soil. Determination of available N, K and Mg in soil is not recommended for stands and Christmas tree plantations. In practice, needle analysis gives more useful information.

Needle analysis of Picea species is performed on half year old needles taken from side shoots in the upper part of the tree, between early October and late December.

Minimum nutrient concentrations, required for moderate growth and healthy appearance are: N 1.0% (optimum: 2.0%); P 0.10% (optimum 0.15-0.20%); K 0.4% (optimum presumably 0.6%); Mg 0.05-0.07% (optimum 0.10-0.14%); Mn 20 mg/kg.

High nitrogen status may affect negatively P, K and Mg status at concentrations of these elements higher than the above-mentioned threshold levels. Therefore, important additional criteria for an adequate nutrient status of Picea species are: N/P 10-12; N/K ≤ 3.5; N/Mg ≤ 17.5. If for some season Ca uptake of Picea species is relatively high, K/Ca ratio in needles must exceed 0.5 to 1.0.

Use of visual deficiency symptoms may be helpful, but it is emphasized that in most cases needle analysis must be carried out because deficiency symptoms caused by some nutrients, like K, Mg and Mn are very much alike in young Picea trees. This is especially important for Mg, the role of which is sometimes underestimated as far as needle colour and frost hardness is concerned.

No useful guidelines for assessment of Fe status can as yet be given.

Although no sufficient information is available of impact of climate on nutrition and outer appearance of Picea species, it is not thought likely that needle discolourations are caused by genetic factors only, which is the case for Scots pine. However, it is well known that daylight may increase yellowing of Norway spruce and Omorica spruce with poor N, K, Mg of Mn status (and presumably also Fe status).

In addition, a review of fertilization measures in young stands and Christmas tree plantations is given.

The subject of fertilization in forest nurseries is not covered but interpretation of results of needle analysis for stands and Christmas tree plantations can also be applied for nurseries.