

# KALIGEBREK ALS OORZAAK VAN GELEPUNTZIEKTE VAN GROVEDEN (PINUS SYLVESTRIS) EN CORSICAANSE DEN (PINUS NIGRA VAR. CORSICANA)\*)

[424.7 : 114.264 P. sylv. P. nigra var. corsicana]

door

C. P. VAN GOOR

Door het toenemend gebruik van meer eisend en sneller groeiend naaldhout neemt de bosoppervlakte van de groveden en andere Pinus-soorten in Nederland af. Tevens heeft daarbij een verschuiving plaats in de kwaliteit van de gronden, die voor bebossing met genoemde soorten worden bestemd. Niettegenstaande de lage eisen, die Pinussoorten in het algemeen aan de voedingsstoffenhuishouding van de grond stellen, zal met de mogelijkheid van het optreden van voedingsziekten terdege rekening moeten worden gehouden. Een van de voedingsziekten, die veelvuldig op arme gronden voorkomt, is de zogenaamde gelepuntziekte.

De geringe overeenstemming, die in de literatuur valt te constateren met betrekking tot de gelepuntziekte, en de toenemende betekenis van deze ziekte in Nederland maakten een nader onderzoek naar de werkelijke oorzaak en de daaruit volgende therapie wenselijk.

## *Symptomen*

De uiterlijke symptomen van de gelepuntziekte bestaan uit een gele verkleuring van de naalden en een vermindering van de groei.

Deze verkleuring begint aan de naaldpunt, terwijl de voet steeds groen blijft en de overgang van groen naar geel vrij scherp is. In ernstige gevallen treedt aan de punt van de naald necrose op.

De verkleuring vertoont een zekere periodiciteit. Gedurende najaar en winter is zij het sterkst, terwijl in de meeste gevallen des zomers de bomen weer geheel of gedeeltelijk groen worden.

Ook heeft de leeftijd van de boom invloed op de symptomen. Bij oudere bomen treedt een verkleuring minder frequent op.

Op groeiplaatsen, waar gelepuntziekte heerst, worden steeds zowel groene als verkleurde bomen aangetroffen. Het valt daarbij op, dat de groei van de laatstgenoemde exemplaren minder is dan van de eerstgenoemde. In de literatuur is wel melding gemaakt van het voorkomen van de beschreven verkleuring, zonder dat groeivermindering valt waar te nemen (Stone). De oorzaak van de gelepuntziekte is dan een andere, waarover aanstonds.

De voedingsziekte, die hier beschreven wordt, is hoofdzakelijk beperkt tot Pinussoorten op arme gronden, zoals stuifzanden — vooral de humusarme —, heide podsolen in dekzand en silicaatarm fluvioglaciaal materiaal en sommige silicaatarme bosgronden. Op stuifzanden en heidepodsolen

\*) Verschijnt tevens in het Nederlandsch Boschbouwtijdschrift 28 (2) 1956 (21—31).

is de gelepuntziekte meestal spontaan. Op de iets betere gronden is zij vaak een gevolg van onoordeelkundige bemesting met kalk (Becker-Dillingen, Björkman). Ook andere houtsoorten dan Pinus kunnen door genoemde voedingsziekte aangetast zijn, zoals Picea en Larix. Bijna steeds is dit beperkt tot kwekerijen. Door voortdurende, volledige bemestingen is de pH van de grond zodanig verhoogd, dat bij de voedingsstoffenopname het ionenantagonisme tussen Ca, K en Mg een rol gaat spelen (Björkman).

#### *Methode van onderzoek*

Naaldmonsters zijn in gezonde en zieke 5- tot 10-jarige culturen in de winter 1953—1954 verzameld. Hierbij is de monsternamen beperkt tot de jongste, dus éénjarige, naalden in de bovenste takkransen (Leyton). Tevens zijn in dezelfde objecten grondmonsters genomen van de hoofdwortelhorizont van het bodemprofiel. In de winter 1954—1955 zijn waarnemingen verricht betreffende het verloop van het ziektebeeld en gegevens verzameld over de groei. De gebreksverschijnselen werden in die tijd sterk gecamoufleerd door een ernstige Lophodermiumaantasting.

In de grondmonsters zijn bepaald de pH  $H_2O$  en pH KCl met de glaselectrode, het humusgehalte door gloeiverlies, het stikstofgehalte volgens Kjeldahl-Lauro, het P-totaal met de molybdeenblauwmethode na destructie met  $HClO_4-H_2SO_4$ , het kaligehalte vlamfotometrisch na extractie met 0,1 N HCl en 5% HCl, het magnesiumgehalte door extractie met 1 N NaCl en het gehalte calcium door extractie met geconcentreerd  $HNO_3-HCl$ .

In de gedroogde en gemalen naaldmonsters is na destructie met sterk  $H_2SO_4$  en oxydatie met  $H_2O_2$ , stikstof volgens Kjeldahl, fosfaat volgens de molybdeenblauwmethode, kalium en calcium vlamfotometrisch en magnesium volgens de titaangeelmethode bepaald.

#### *Oorzaak*

Reeds in 1904 is de gelepuntziekte door Möller beschreven en onderzocht. Magnesiumgebrek wordt als oorzaak genoemd. Latere onderzoeken wijzen echter op kaligebrek als de werkelijke oorzaak. Ook mangaan overmaat is als zodanig aangevoerd. Op grond van bemestingsproeven meent Becker-Dillingen te kunnen aannemen, dat magnesiumgebrek de belangrijkste rol speelt. Zijn proeven zijn echter uitgevoerd met kaliumhoudende magnesiummeststoffen en kunnen dus niet als bewijs gelden. In Zweden blijkt gelepuntziekte in Picea samen te gaan met kaligebrek als gevolg van overbemestingen met kalkhoudende meststoffen in kwekerijen. Eenzelfde ervaring heeft men in Nederland met de Japanse lariks in kwekerijen met te hoge pH. Bladanalyses wijzen op een gebrek aan kalium, dat door verlaging van de pH weer voldoende wordt opgeheven. In Amerika hebben vooral Heiberg en Stone c.s. zich bezig gehouden met gelepuntziekte in Pinussoorten. Krachtig herstel werd steeds verkregen door kalibemesting. Stone bereikte echter in bepaalde gevallen verbetering met magnesiumbemesting. Men meent het verschil in symptomen en reactie te kunnen vaststellen tussen kali- en magnesiumgebrek. Bij kaligebrek is de groei van zieke exemplaren minder dan van de gezonde, hetgeen niet het geval is bij magnesiumgebrek. De reactie op een bemesting is snel bij kali- en langzaam bij magnesiumgebrek. Dit

laatste kan tot enkele jaren na de toediening met magnesium duren.

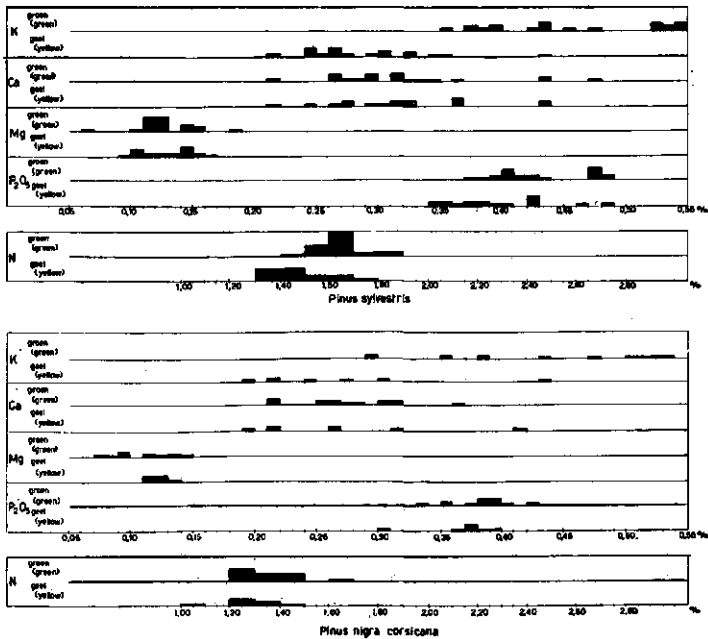
De samenstelling van de naalden is voor het vaststellen van de beperkende factor van belang. In tabel 1 zijn gemiddelde gehalten aan stikstof, kalium, calcium, magnesium en fosfaat gegeven in gewichtsprocenten van de droge stof. (De volledige analyseresultaten zijn in tabel 4 weergegeven.)

Tabel 1  
(Table 1)

Percentage van droge stof (of dry matter)	n <sup>1)</sup>	N	K	Ca	Mg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Pinus sylvestris geel (yellow) . . . . .	17	1,50	0,29	0,33	0,14	0,40
groen (green) . . . . .	20	1,66	0,47	0,32	0,13	0,44
Pinus nigra corsicana geel (yellow) . . . . .	7	1,20	0,27	0,27	0,13	0,37
groen (green) . . . . .	12	1,35	0,43	0,28	0,11	0,39

De gemiddelde gehalten aan voedingsstoffen van éénjarige naalden.  
(The average nutrient content of current needles).

<sup>1)</sup> Aantal monsters (number of samples).



Figuur 1

De spreiding van het gehalte aan voedingsstoffen in de naalden.  
(The variation of nutrient content in the needles).

Uit deze gegevens blijkt, dat de onderzochte gelepuntziekte niet veroorzaakt wordt door Mg-gebrek, maar door K-gebrek. Magnesium komt in voldoende mate in de naalden voor en ook de spreiding is zeer gering. Dit geldt tevens voor calcium en fosfaat. Tussen de stikstofgehalten bestaan enige verschillen, doch deze factor is hier geenszins in het minimum. De spreiding is groot en de symptomen van stikstofgebrek zijn anders dan die van kali- of magnesiumgebrek. In figuur 1 is de spreiding van de gehalten van de verschillende voedingsstoffen weergegeven. De kritieke grens van het kaligehalte in de naalden ligt bij de groveden op ongeveer 0,35% en voor Corsicaanse den op ongeveer 0,30%.

Het mag evenwel bekend worden geacht, dat niet altijd het absolute gehalte van één bepaalde voedingsstof tot een gebreksziekte behoeft te leiden, doch dat ook de onderlinge verhouding van de verschillende voedingsstoffen een rol speelt. Zo hebben de bovengenoemde resultaten alleen betrekking op Pinusaanplantingen op „normale” gronden. Hieronder worden verstaan gronden, die een volledige profielontwikkeling bezitten en waarvan de voedingstoestand niet door bemesting of anderszins sterk is beïnvloed. Er mag dan worden aangenomen, dat de opname van voedingsstoffen door *Pinus spec.* uit deze gronden min of meer evenwichtig is, hetgeen overigens uit de gegevens blijkt. Is het echter met de voedingsopname zo gesteld, dat niet één, maar meer voedingsstoffen niet optimaal beschikbaar zijn, dan kan een gebreksverschijnsel reeds optreden bij een gehalte, dat boven het kritische is gelegen. Een voorbeeld hiervan is het optreden van gelepuntziekte in Corsicaanse den op stuifzanden, die rijk aan kali zijn. Zie tabel 2.

Tabel 2  
(Table 2)

Percentage van droge stof of dry matter	N	K	Ca	Mg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Mn
zieke Corsicaanse den ( <i>yellow corsican pine</i> )						
no 1518 . . . . .	1,41	0,62	0,17	0,09	0,37	0,005
no 1519 . . . . .	1,32	0,46	0,16	0,09	0,34	0,016
no 1520 . . . . .	1,08	0,46	0,17	0,06	0,28	0,019
no 1521 . . . . .	1,58	0,62	0,17	0,08	0,39	0,007
no 1523 . . . . .	1,48	0,54	0,16	0,08	0,39	0,006
no 1525 . . . . .	1,97	0,63	0,19	0,10	0,24	0,012
gezonde Corsicaanse den ( <i>healthy corsican pine</i> )						
no 1522 . . . . .	1,57	0,70	0,18	0,09	0,39	0,024
no 1524 . . . . .	1,49	0,74	0,22	0,12	0,39	0,033

De gehalten aan voedingsstoffen in naalden van Corsicaanse den op kalkrijk stuifzand.  
(The amount of nutrient content in needles of Corsican pine on inland dune soil rich in potassium).

Hoewel in de gegevens in tabel 2 de grote verschillen in mangaangehalte opvallen, is deze voedingsstof niet beslissend voor het ziektebeeld. Op andere groeiplaatsen varieert dit gehalte voor gezonde bomen tussen 0,013 en 0,039%. De gehalten aan magnesium, stikstof en fosfaat vertonen geen verschillen tussen de zieke en gezonde bomen. Wel is het

magnesiumgehalte veel lager dan in tabel 1. Dit geldt ook voor het calciumgehalte. Het kaligehalte van de zieke Corsicaanse dennen is lager dan dat van de gezonde op de betreffende groeiplaats, doch ligt over het geheel genomen hoger dan dat van gezonde bomen op de „normale” gronden.

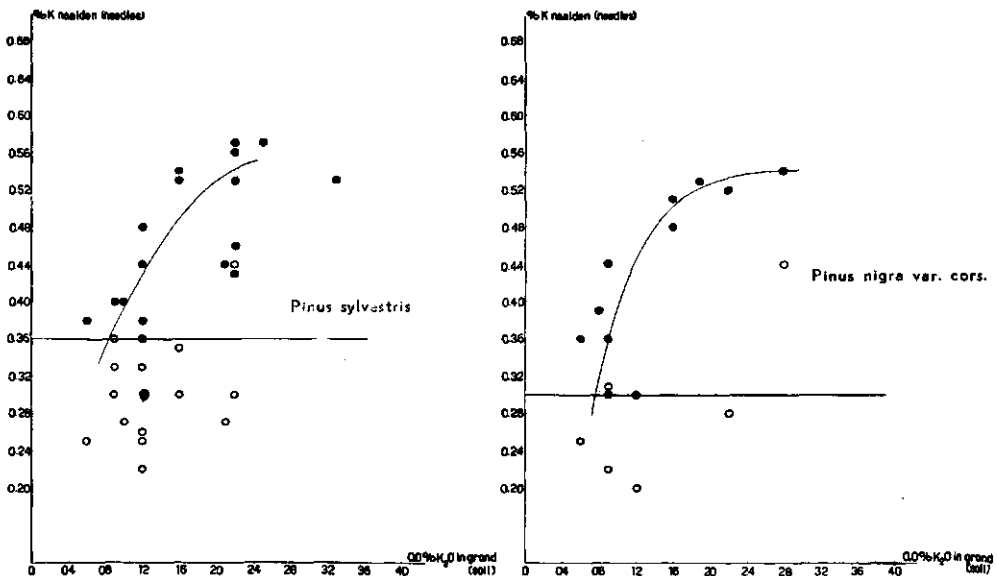
Gezien de reactie op een kalibemesting, die hier bij wijze van oriënterende proef werd uitgevoerd, en de symptomen van het ziektebeeld, is van kaligebrek sprake, ondanks hoge kaligehalten in de plant. De onderlinge verhouding van de voedingsstoffen blijkt in dit geval van meer belang te zijn.

#### *De opname van voedingsstoffen en de samenstelling van de grond*

Het is van praktisch belang te kunnen voorspellen, of op een bepaalde groeiplaats de kans groot is, dat gelepuntziekte zal optreden. Met de toepassing en aard van eventuele bemestingen kan daarmee dan rekening worden gehouden.

In dit verband is het noodzakelijk de samenhang tussen gehalte aan voedingsstoffen in de grond en opname door de plant te kennen. In de genomen grondmonsters zijn daartoe de gehalten aan  $K_2O$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $N$  en  $P_2O_5$  bepaald. De grote moeilijkheid was de extractiemethode. Reeds eerder is gebleken, dat bomen in staat zijn moeilijk oplosbare voedingsstoffen op te nemen. Zo geeft het P-totaal een betere indruk voor de fosfaatvoorziening in de bosbouw dan het in citroenzuur oplosbare fosfaat.

Het kaligehalte in de grond is bepaald door extractie met 0,1 N HCl



Figuur 2

Het verband tussen het kaligehalte in de naalden en het kaligehalte in de grond, oplosbaar in 5% HCl. De volle punten behoren tot de groene, de open tot de gele naalden. (The relation between content of potassium in needles and soil, soluble in 5% HCl.

The full black spots belong to green, the circles to yellow needles).

en 5% HCl. In de overzichtstabellen kan men vaststellen, dat er praktisch geen variatie bestaat in het 0,1 N HCl oplosbare kali. Deze variatie is groter bij het kaligehalte oplosbaar in 5% HCl, het K-totaal.

In figuur 2 is het K-totaal van de grond uitgezet tegen het kaligehalte van de naalden, gesplitst naar gele en groene, zowel voor groveden als Corsicaanse den. Duidelijk blijkt, dat er een nauw verband bestaat tussen de beide grootheden voor de groene naalden. Dit zou erop wijzen, dat evenals bij het fosfaat, de boom ook moeilijk oplosbare kaliverbindingen voor de voeding opneembaar kan maken.

Voor gele naalden is bovengenoemd verband niet aanwezig. Uit de gegevens blijkt, dat, hoewel kaligebrek het meest frequent optreedt op gronden met laag kaligehalte, gelepuntziekte ook bij hogere gehalten kan optreden. Kaligebrek behoeft dus geen direct gevolg te zijn van een tekort aan deze voedingsstof in de grond, doch de oorzaak kan geheel liggen op het terrein van de ionenopname, die tijdelijk — bijvoorbeeld door kalkbemesting — kan zijn gestoord. Eveneens is, zoals eerder werd opgemerkt, het gehalte van andere op te nemen voedingsstoffen van belang. Zo bevatten de kalirijke stuifzanden op de Noord-Veluwe, waar ook gelepuntziekte zeer veel voorkomt, gemiddeld 0,016 tot 0,022% K<sub>2</sub>O oplosbaar in 5% HCl. Het gehalte aan MgO is praktisch nihil, terwijl CaO oplosbaar in koningswater zelfs niet kan worden aangetoond. In tegenstelling tot stuifzanden met normaal laag K-gehalte zijn deze gronden buiten de verwerking van de gegevens gehouden.

Door een benaderde grafische vereffening van de puntenzwermen in figuur 2 komt tot uiting, dat bij een K-totaal van de grond van ongeveer 0,010% voor groveden en bij dat van omstreeks 0,006% voor de Corsicaanse den de kans op gelepuntziekte zeer groot wordt. Overigens zijn dat uitermate lage gehalten. Bij een K-totaal van de grond tussen 0,006 en 0,012 is de frequentie van kaligebrek hoog.

Deze gegevens stemmen goed overeen met de ervaring, dat de Corsicaanse den minder gevoelig is voor kaligebrek dan de groveden.

Het magnesiumgehalte van de grond is bepaald door extractie met 1 N NaCl, dit betreft dus het gehalte aan uitwisselbaar magnesium. Een sterkere extractie is niet toegepast, omdat de spreiding in Mg-gehalten in de naalden zeer gering is. De variatie in uitwisselbaar MgO in de grond is evenwel betrekkelijk groot. Het is moeilijk een bepaald verband tussen de magnesiumgehalten van de grond en de naalden te zien. Wel is duidelijk, dat er geen verschil bestaat tussen groene en gele naalden.

Hetzelfde geldt voor het calciumgehalte. Tussen het gehalte aan calcium in de naalden en de pH van de grond bestaat geen enkel waarneembaar verband. Ook is dit zo voor het calcium in de grond, dat oplosbaar is in koningswater.

Het fosfaatgehalte van de naalden ligt ongeveer op eenzelfde niveau hetgeen wil zeggen, dat de fosfaatvoorziening van de dennen door de grond voldoende is. Door de fosfaatgehalten van de grond met de fosfaatgehalten van de naalden te vergelijken, blijkt, dat de eisen, die in dit verband aan de grond worden gesteld, zeer laag zijn. Reeds bij een P-totaal van de grond van 10 mg per 100 gr. is de behoefte van de beide Pinussoorten volledig gedekt.

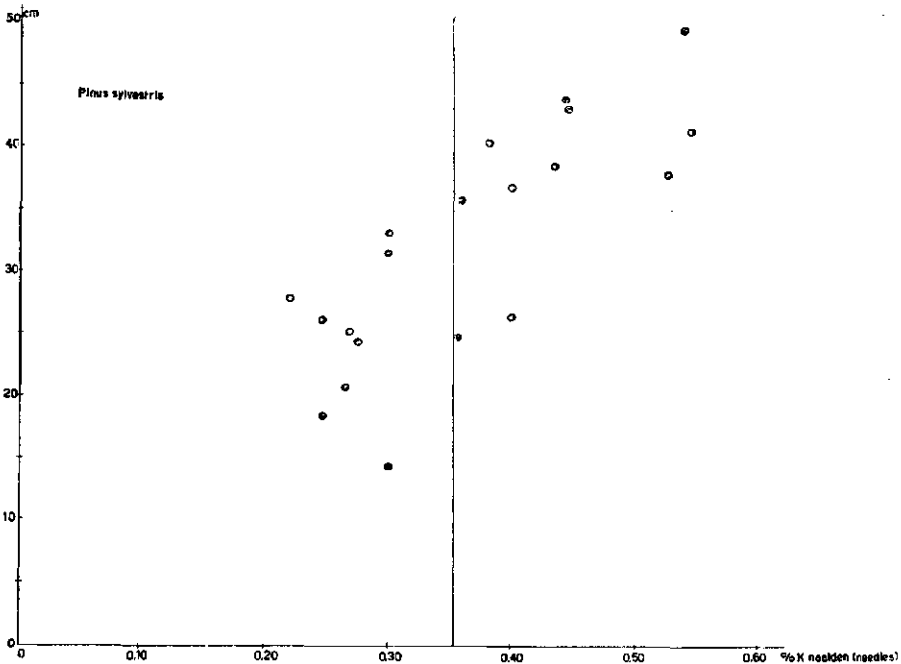
De stikstofhuishouding van bosgronden is moeilijk met behulp van

een bepaalde analysemethode te karakteriseren. De in water oplosbare en uitwisselbare stikstof in de vorm van ammoniak en nitraat is gering en bovendien aan zulke grote schommelingen onderhevig, dat een bepalingsmethode voor deze stikstofvorm geen kans op resultaat heeft. Mogelijk zijn het stikstofgehalte van de humus, de totale hoeveelheid stikstof van de grond en de zuurgraad van meer betekenis. Het aantal waarnemingen is echter te gering om een duidelijk inzicht in de samenhang van deze grootheden te verkrijgen. De tendens is evenwel aanwezig, dat met de toename van de totale hoeveelheid stikstof van de grond bij de hier onderzochte bodemtypen, het stikstofgehalte in de groene naalden eveneens toeneemt. De uitzonderingen zijn echter talrijk.

Samenvattend kan worden aangenomen, dat het kaligehalte van de grond, oplosbaar in 5% zoutzuur min of meer een aanwijzing kan zijn voor de kans op het ontstaan van gelepuntziekte. Wat de overige voedingsstoffen betreft is de behoefte zo laag, dat de mogelijkheid van gebreksverschijnselen gering is.

Praktisch zal het evenwel niet doenlijk en ook niet nodig zijn bij het normaal praktijkonderzoek van bosgrondmonsters een K-totaalbepaling in te lassen. De lage K-totaalgehalten zijn aan bepaalde zeer arme bodemtypen gebonden, zodat dit bodemtype waarschijnlijk een eenvoudiger criterium is. Nader onderzoek in deze richting is nog nodig.

Bovendien kan men de therapie in verband met de snelle uitspoeling van kalimestoffen eerst na het aanslaan van de cultuur toepassen. De kleur en de stand van het gewas zijn dan de meest betrouwbare indicatoren van de bemestingsbehoefte.



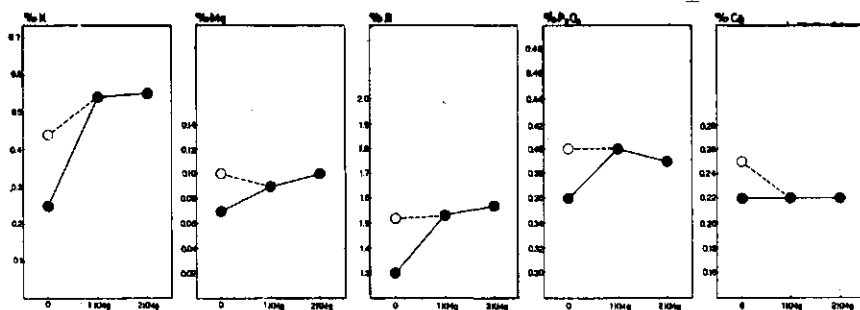
Figuur 3

Het verband tusschen het kaligehalte in de naalden en de lengte van de jaarscheut. (The relation between potassium content in the needles and length of the current shoot).

### Therapie

In figuur 3 is de gemiddelde lengte van de jaarscheut van een tiental bomen per proefperk uitgezet tegenover het kaligehalte van de naalden. Tussen beide grootheden bestaat een nauw verband. De groei van de bomen met minder dan 0,35% K in de naalden is aanzienlijk minder dan van die met meer kali. Dit betekent, dat verbetering van de kalivoeding zeker economisch verantwoord zal kunnen zijn.

In een jonge grovedennencultuur van ongeveer 5 jaar te Loenen op de Veluwe — geplant op een droog en arm heidepodsol — die ernstig van gelepuntziekte had te lijden, is in samenwerking met het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek te Wageningen in 1952 een proef opgezet. Hierbij werd aan een aantal planten  $K_2SO_4$  en  $MgSO_4$  toegediend in hoeveelheden van 250 en 500 gram per plant en per meststof, zowel afzonderlijk als gemengd. De reactie van de planten was onmiddellijk; de groei is verbeterd, de kleur en ook de samenstelling van de naalden, zoals uit figuur 4 blijkt. Het gehalte aan kalium is sterk gestegen



Figuur 4

De gehalten aan voedingsstoffen in de naalden van groveden te Loenen, onbemest — de open punt behoort tot groene bomen — en bemest met enkele en dubbele hoeveelheid  $K_2SO_4$  en  $MgSO_4$ .

(The nutrient content of needles of Scots pine at Loenen, not fertilised — the open circle belongs to green trees — and fertilized with  $K_2SO_4$  and  $MgSO_4$  in two quantities).

— zelfs ten opzichte van de groene onbemeste bomen — en ligt ver boven het kritieke niveau. Het magnesiumgehalte onderging ten opzichte van de groene onbemeste bomen geen verandering, wel het calciumgehalte, dat als gevolg van ionen-antagonisme iets daalde. Het stikstofgehalte bij de zieke exemplaren is, evenals het magnesiumgehalte, verbeterd; dit geldt ook voor fosfaat. Het fosfaatgehalte daalt echter weer iets bij de dubbele hoeveelheid meststof. Op grond van deze bladanalyse kan men aannemen, dat een bemesting van  $K_2SO_4$  en  $MgSO_4$  in staat is een cultuur te doen herstellen van gelepuntziekte. Uiteraard zijn deze hoeveelheden alleen van wetenschappelijk en niet van praktisch belang.

De reactie, wat betreft de groei, is belangrijk. Omtrent de duur van de reactie is niet veel bekend. Op grond van vroegere proefnemingen, die helaas niet zijn voortgezet en waarvan de gegevens zijn verloren geraakt, zou dit zeker meer dan tien jaren zijn, waarbij dan behalve houtteeltkundige voordelen ook eerder vooropbrengsten worden verkregen.

In de boswachterij Nunspeet van het Staatsbosbeheer is eveneens een



proef ter bestrijding van de gelepuntziekte opgezet in Corsicaanse den. De grond van dit proefveld is een uitgestoven laagte in stuifzand.

Er is bemest met 25 kg kieseriet per ha, zowel alleen als in combinatie met 100 kg zwavelzure kali per ha. Ook is een bemesting gegeven van 150 kg patentkali per ha. Deze reeks is nog eens herhaald met toevoeging van 500 kg slakkenmeel per ha. Alles is breedwerpig toegediend in het voorjaar van 1954. In tabel 3 is de reactie, wat betreft de gezondheidstoestand, een jaar na de toediening weergegeven.

Hieruit blijkt, dat alle gebruikte meststoffen, ook die zonder kalium, tot een verbetering leiden, al zijn de bemestingen, waarin kalium, magnesium en slakkenmeel (calcium, fosfaat, magnesium, mangaan en andere sporenelementen) gezamenlijk voorkomen het meest effectief. Vermoedelijk komt dit, door dat deze stuifzanden extreem arm zijn aan alle voedingsstoffen met uitzondering van kalium. Verhoging van het gehalte aan die voedingsstoffen, welke ontbreken, heeft een verbetering van de onderlinge verhouding, waarin opname plaats vindt, tot gevolg. Het kaligebrek kan daardoor worden opgeheven. (Zie tabel 2).

Tabel 3  
(Table 3)

Veldje (plot)	bemesting in kg/ha (fertilization in kg/ha)	gezond (healthy)		ziek (deficient)		gestorven (dead)	
		abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.
1	blanco (not fertilized) . . . . .	41	30%	83	61%	12	9%
2	500 kg slakkenmeel (basic slag) . . . . .	106	75%	29	20%	7	5%
3	100 kg K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 25 kg MgSO <sub>4</sub> + 25 kg slam. (basic slag) . . . . .	130	94%	4	3%	4	3%
4	100 kg K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 25 kg MgSO <sub>4</sub> . . . . .	132	90%	11	8%	3	2%
7	25 kg MgSO <sub>4</sub> + 500 kg slam (basic slag) . . . . .	126	85%	16	11%	6	4%
8	25 kg MgSO <sub>4</sub> . . . . .	93	69%	37	28%	4	3%
9	150 kg patentkali <sup>1)</sup> . . . . .	97	68%	36	25%	10	7%
10	150 kg patentkali <sup>1)</sup> + 500 kg slam (basic slag) . . . . .	132	91%	6	4%	7	5%

<sup>1)</sup> Ongeveer 25% K<sub>2</sub>O en ongeveer 10% MgO.

Aantal en percentage van gezonde, zieke en gestorven bomen in het bemestingsproefveld te Nunspeet.

(Number and percentage of healthy, yellow and dead trees in the fertilization plot at Nunspeet).

Ofschoon het onderzoek naar de juiste hoeveelheid en soort van meststof op de verschillende gronden nog niet is afgesloten, kunnen, ter bestrijding van gelepuntziekte, in normale bebouwingen bemestingen van 100 kg zwavelzure kali en 25 kg kieseriet per ha, of van 100 kg kalizout 40 of 60% of van 100 kg patentkali, in extreme gevallen in combinatie met 250 à 500 kg slakkenmeel per ha, zeker worden geadviseerd. Deze dienen dan te worden gegeven in het voorjaar in het begin van het groeiseizoen.

### Samenvatting

1. Gelepuntziekte in groveden en Corsicaanse den, gepaard gaande aan een verminderde groei, is een symptoom van kaligebrek.
2. De kritieke grens van het kaligehalte voor éénjarige naalden is voor groveden ongeveer 0,35% en voor Corsicaanse den ongeveer 0,30%, uitgedrukt in gewichtsprocenten van de droge stof. Alleen onder abnormale omstandigheden, waarbij de opname van andere voedingsstoffen niet voldoende is, kunnen bij hogere kaligehalten in de naalden reeds verschijnselen van kaligebrek optreden.
3. Het kaligehalte van de grond oplosbaar in 0,1 N HCl is niet bruikbaar als maatstaf voor de hoeveelheid kali, die voor de boomsoorten bereikbaar is. Het gehalte oplosbaar in 5% HCl, het zogenaamde K-totaal, is hiervoor een betere maat.  
De opname van kali is echter ook afhankelijk van andere factoren, zodat alleen bij een normale ionenverhouding in de grond, dit K-totaal aanwijzingen kan geven omtrent de kans op het optreden van kaligebrek.
4. Aangezien er een vrij nauw verband bestaat tussen de verschillende bodemtypen en K-totaal, is het bodemtype een eenvoudiger criterium voor de kalivoorraad.
5. De therapie bestaat uit een kalibemesting in het voorjaar. Combinatie met een magnesiumbemesting, dus bijvoorbeeld 100 kg zwavelzure kali of kalizout 40 of 60% of patentkali en 25 kg kieseriet per ha, kan het effect mogelijk vergroten. In ernstige gevallen is een extra toevoeging van 500 kg slakkenmeel aan te bevelen.

### S u m m a r y

*Potassium deficiency as a cause of yellow tip disease in Scots pine (Pinus sylvestris) and Corsican pine (Pinus nigra var. corsicana)*

Yellow tip disease of *Pinus* species is seen frequently in young plantations on poor heath podsols developed in cover sands, fluvioglacial sands and inland sand dunes. The cause of this disease mostly is a deficiency of potassium. See table 1. The critical level of potassium in the current needles — sampled in autumn at the top of the trees — amounts to  $\pm 0.35\%$  of the dry matter for Scots and  $\pm 0.30\%$  for Corsican pine. Under certain conditions where there is a deficiency of other nutrients, yellow tip disease can occur at higher potassium contents. This is the case on inland dune soils, rich in potassium and very poor in other nutrients. See table 2. Manganese does not show any important influence. Increase of the amount of nutrients except potassium will already result in an improvement of the stand on these soils. There is a good correlation between the length of current shoots and the potassium content of needles as is shown in fig. 3.

To be able to give a prognosis, it is necessary to know the relation between the nutrient content of the soils and that of the needles. It seems to be profitable to use strong extractants for analyzing the soil. It is of no use to extract the soil with 0,1 N HCl as the variation of the values of potassium content, obtained by that is very small. The potassium content, obtained by extraction of soil with 5% HCl is more reliable and

correlated well with the potassium content of the green needles. See fig. 2. The critical level of the potassium content of soil is at about 0,006 till 0,012%  $K_2O$ , soluble in 5% HCl. This is only the case on the poorest soils. The soil type therefore is a useful criterium for the possible occurrence of yellow tip in *Pinus spec.* The therapy of yellow tip disease consists of fertilization with potassium fertilizers. Potassiumsulphate is preferable above potassiumchloride. In serious cases a combination with basic slag and magnesium sulphate may be worthwhile. See table 3.

#### L i t e r a t u r

1. Becker-Dillingen, J.: Die Ernährung des Waldes, 1939.
  2. Björkman, E.: Om granens gulspetssjuka i plantskolor.  
Sv. Skogsvårdsföreningentidskrift 51 (3), 1953, 211—229).
  3. Heiberg, S. O. en D. P. White: Potassium deficiency of reforested Pine and Spruce stands in Northern New York.  
Proc. Soil Sc. Soc. of Amer. 15, 1951 (369—376).
  4. Leyton, L. en K. A. Armsen: Mineral composition of the foliage in relation to the growth of Scots pine.  
Forest Science 1 (3), 1955 (210—218).
  5. Leyton, L.: Mineral nutrient relationships of forest trees.  
For. Abstr. 9, 1946 (399—408).
  6. Möller, A.: Karenzerscheinungen bei der Kiefer.  
Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen 36, 1904 (745—756).
  7. Nemeč, A.: Zur Kenntnis der Kali- und Magnesia Mangelerscheinungen bei Sämlingen und Kulturen der Kiefer.  
Forstw. Centralblatt 64, 1942 (160—166).
  8. Stone Jr, E. L.: Magnesium deficiency of some Northeastern Pines.  
Soil Science Proc. 17 (3), 1953 (297—300).
  9. Tamm, C. O.: Mera om granens gulspetssjuka.  
Sv. Skogsvårdsföreningentidskrift 51 (4), 1953 (1—7).
-





1546	1774	(heath podsol)	4.54	3.78	3.34	15	0.050	0.003	0.012	7	168	0.25	0.28	0.15	1.314	0.35	—
1548	1774	"	4.54	3.78	3.34	15	0.050	0.003	0.012	7	168	0.33	0.30	0.15	1.301	0.36	—
1551	1776	"	4.31	3.66	4.87	29	0.117	0.004	0.006	24	728	0.25	0.44	0.16	1.367	0.38	18.1
1553	1777	"	5.20	4.29	3.86	22	0.068	0.003	0.012	19	336	0.26	0.32	0.16	1.400	0.39	21.2
1555	1778	"	5.39	4.42	3.40	22	0.046	0.004	0.012	17	308	0.22	0.22	0.11	1.390	0.35	28.1
1556		"									308	0.26	0.32	0.14	1.479	0.37	—
1558		"									308	0.27	0.37	0.13	1.699	0.43	—
1566	1783	"	4.41	3.68	5.88	17	0.106	0.004	0.009	19	896	0.36	0.37	0.15	1.631	0.49	—
1567	1783	"	4.41	3.68	5.88	17	0.106	0.004	0.009	19	896	0.33	0.25	0.15	1.566	0.43	—
1569	1783	"	4.41	3.68	5.88	17	0.106	0.004	0.009	19	896	0.30	0.28	0.17	1.467	0.38	—
1572	1785	"	4.81	3.79	3.95	12	0.065	0.003	0.012	25	616	0.25	0.31	0.12	1.453	0.43	13.8
		"									616	0.25	0.31	0.12	1.453	0.43	25.9
CORSIKANSE DEN (groen) (Corsican pine, green)																	
1534	1796	vette podsol (heath podsol)	4.91	4.10	4.44	21	0.072	0.002	0.016	7	280	0.51	0.27	0.10	1.405	0.39	—
1535	1792	"	4.69	3.95	5.33	32	0.094	0.004	0.022	5	226	0.52	0.26	0.08	1.459	0.36	—
1542	1799	zwak lemige bruine bosgrond (brown podsol)	5.00	4.12	3.47	26	0.059	0.003	0.019	10	448	0.53	0.27	0.10	1.240	0.38	—
1561	1781	droog heidepodsol (heath podsol)	4.16	3.32	5.51	18	0.076	0.004	0.006	9	56	0.36	0.22	0.14	1.407	0.39	—
1563	1784	stuifzand (inland dune soil)	5.02	4.20	2.30	19	0.035	0.003	0.012	5	308	0.30	0.22	0.14	1.282	0.35	—
1565	1783	droog heidepodsol (heath podsol)	4.41	3.68	5.88	17	0.106	0.004	0.009	19	896	0.30	0.29	0.13	1.344	0.40	—
1570	1783	stuifzand "	4.41	3.68	5.88	17	0.106	0.004	0.009	19	896	0.36	0.37	0.15	1.300	0.36	—
1574	1780	stuifzand (inland dune soil)	5.10	4.24	1.39	16	0.028	0.003	0.009	7	—	0.44	0.22	0.12	1.286	0.40	—
1577	1772	"	5.28	4.30	1.31	9	0.021	0.004	0.028	10	420	0.54	0.26	0.12	1.280	0.43	—
1578	1782	droog heidepodsol "	5.29	4.10	1.38	12	0.025	0.003	0.012	9	504	0.39	0.28	0.10	1.205	0.40	—
1581	1779	droog heidepodsol (heath podsol)	4.14	3.50	4.68	19	0.083	0.003	0.008	8	168	0.39	0.32	0.09	1.366	0.39	—
1582	1773	vette heidepodsol (heath podsol)	4.40	3.46	6.12	21	0.093	0.003	0.016	17	1036	0.48	0.32	0.09	1.643	0.41	—
CORSIKANSE DEN (geel) (Corsican pine, yellow)																	
1536	1792	vette podsol (heath podsol)	4.69	3.95	5.33	32	0.094	0.004	0.022	5	226	0.28	0.42	0.13	1.449	0.38	—
1560	1781	droog heidepodsol (heath podsol)	4.16	3.32	5.51	18	0.076	0.004	0.006	9	56	0.25	0.27	0.13	1.352	0.38	—
1562	1784	stuifzand (inland dune soil)	5.02	4.20	2.30	19	0.035	0.003	0.012	5	308	0.20	0.27	0.14	1.014	0.31	—
1564	1783	droog heidepodsol (heath podsol)	4.41	3.68	5.88	17	0.106	0.004	0.009	19	896	0.22	0.22	0.12	1.262	0.37	—
1571	1783	stuifzand "	4.41	3.68	5.88	17	0.106	0.004	0.009	19	896	0.22	0.32	0.12	1.204	0.40	—
1575	1780	stuifzand (inland dune soil)	5.10	4.24	1.39	16	0.028	0.003	0.009	7	—	0.31	0.20	0.12	1.334	0.39	—
1576	1772	"	5.28	4.30	1.31	9	0.021	0.004	0.028	10	420	0.44	0.22	0.13	1.238	0.38	—

TABEL 4. OVERZICHT ANALYSE RESULTATEN. (*Compendium of results of analysis*)

No. naaldmonster (sample of needles)	No. grondmonster (soil sample)	bodentype (soil type)	Samenstelling van de grond (composition of the soil)										Samenstelling van de naalden in % (composition of the needles in %)					lengte jaarscheut (length of last year shoot) in cm
			pH	H <sub>2</sub> O	KCl	org. st. (org. m.) %	P-tot. mg/100 gr.	N-tot. %	K in % 0,1N HCl	MgO %	CaO %	K	Ca	Mg	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
1526	1802	lemigje bruine bosgrond (brown podsol)	GROVEDDEN (green) (Scots pine, green)										0,56	0,29	0,13	1,681	0,48	—
1527	1802	"	4,40	3,97	6,39	28	0,106	0,004	0,022	10	84	0,57	0,30	0,13	1,669	0,41	—	
1529	1800	"	4,72	4,07	3,95	41	0,070	0,002	0,016	5	—	0,54	0,30	0,07	1,837	0,48	41,7	
1531	1798	"	4,01	3,40	8,25	26	0,100	0,003	0,016	19	168	0,53	0,35	0,12	1,685	0,41	37,2	
1533	1793	vette heidepodsol (heath podsol)	5,15	4,20	6,97	35	0,093	0,004	0,021	8	532	0,44	0,32	0,12	1,656	0,43	38,7	
1537	1792	"	4,69	3,95	5,33	32	0,094	0,004	0,022	5	224	0,43	0,37	0,13	1,658	0,39	—	
1539	1795	zwak lemigje bruine bosgrond (brown podsol)	6,21	5,31	2,97	21	0,056	0,003	0,022	12	4396	0,53	0,44	0,12	1,785	0,48	49,0	
1541	1797	"	5,90	5,59	3,42	25	0,053	0,002	0,025	17	5124	0,57	0,27	0,12	1,443	0,43	—	
1543	1800a	droog heidepodsol (heath podsol)	4,61	3,81	5,74	33	0,086	0,002	0,010	10	140	0,40	0,27	0,11	1,700	0,40	36,8	
1545	1800b	lemigje bruine bosgrond (brown podsol)	5,50	4,41	1,60	58	0,034	0,002	0,031	6	84	0,53	0,33	0,13	1,625	0,40	—	
1547	1774	droog heidepodsol (heath podsol)	4,54	3,78	3,34	15	0,050	0,003	0,012	7	168	0,38	0,27	0,12	1,572	0,48	—	
1549	1774	"	4,54	3,78	3,34	15	0,050	0,003	0,012	7	168	0,48	0,30	0,16	1,591	0,41	—	
1550	1776	"	4,31	3,66	4,87	29	0,117	0,004	0,006	24	728	0,38	0,27	0,15	1,573	0,44	40,0	
1552	1777	"	5,20	4,29	3,86	22	0,068	0,003	0,012	19	336	0,36	0,32	0,16	1,559	0,40	35,1	
1554	1778	"	5,39	4,42	3,40	22	0,046	0,004	0,012	17	308	0,44	0,22	0,12	1,640	0,38	43,8	
1557	1557	"										0,39	0,28	0,13	1,696	0,42	—	
1559	1559	"										0,54	0,44	0,15	1,650	0,42	—	
1568	1783	"	4,41	3,68	5,88	17	0,106	0,004	0,009	19	896	0,40	0,33	0,19	1,629	0,48	25,3	
1573	1785	"	4,81	3,79	3,95	12	0,065	0,003	0,012	25	616	0,44	0,32	0,13	1,679	0,49	42,8	
1579	1775	vette podsol (heath podsol)	4,89	3,88	8,70	23	0,151	0,003	0,022	53	3724	0,46	0,48	0,15	1,810	0,49	—	
1528	1800	lemigje bruine bosgrond (brown podsol)	GROVEDDEN (geel) (Scots pine, yellow)										0,30	0,27	0,11	1,478	0,41	33,4
1530	1798	zwak lemigje bruine bosgrond (brown podsol)	4,72	4,07	3,95	41	0,070	0,002	0,016	5	—	0,30	0,27	0,11	1,478	0,41	—	
1532	1793	vette heidepodsol (heath podsol)	4,01	3,40	8,25	26	0,100	0,003	0,016	19	168	0,35	0,33	0,11	1,619	0,43	24,7	
1538	1792	"	5,15	4,20	6,97	35	0,093	0,004	0,021	8	532	0,27	0,37	0,10	1,524	0,39	24,3	
1540	1795	zwak lemigje bruine bosgrond	4,69	3,95	5,33	32	0,094	0,004	0,022	5	224	0,44	0,44	0,13	1,790	0,47	—	
			6,21	5,31	2,97	21	0,056	0,003	0,022	12	4396	0,30	0,37	0,14	1,443	0,36	31,0	

