

CODEN: IBBRAH (12-84) 1-32 (1984)

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 12-84

BLADANALYSE ALS BASIS VAN HET BEMESTINGSADVIES VOOR APPEL EN PEER.

1. HOOFDLIJNEN VAN EEN WERKWIJZE

With a summary: Leaf analysis as a basis for fertilizer recommendations for apple and pear trees. 1. Outline of a procedure

door

P. DELVER, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid en Proefstation voor de
Fruitteelt, Wilhelminadorp

J. OELE, Proefstation voor de Fruitteelt, Wilhelminadorp

1984

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Postbus 30003,
9750 RA Haren (Gr.)

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 12-84 (1984) 32 pp.

INHOUD

1. Inleiding	3
2. Blad- en/of grondanalyse	6
2.1. Stikstof	7
2.2. Fosfaat	7
2.3. Kalium	8
2.4. Magnesium	8
2.5. Calcium	9
2.6. Spoorelementen	10
3. Correcties op de bladsamenstelling	11
3.1. Positie bemonsterd blad	11
3.2. Tijdstip van monstername	12
3.3. Leeftijd van de aanplant	13
3.4. Vruchtdracht	14
3.5. Weersinvloeden	15
4. Interpretatie van de bladanalyse	19
4.1. Invloed van soort, ras en onderstam	19
4.2. Verhoudingen	20
4.3. Bemestingsonderzoek als uitgangspunt	20
5. Het bemestingsadvies	22
5.1. Stikstof	22
5.2. Fosfaat	23
5.3. Kalium	23
5.4. Magnesium	23
5.5. Spoorelementen	24
5.6. Algemeen	24
6. De bladbemonstering en het vragenformulier	25
6.1. Basisgegevens	25
6.2. Gegevens over de dat jaar uitgevoerde bemesting (kg N, P ₂ O ₅ , K ₂ O en MgO per ha, en bladbespuitingen	25
6.3. Visuele beoordeling van de vochttoestand van de grond?	25
6.4. Weersgegevens, voornamelijk neerslag	25
6.5. Waargenomen afwijkingen	25
6.6. Monstername en beschrijving van het gewas	26
7. Verwachtingen	27
8. Samenvatting	28
9. Summary	30
10. Literatuur	32

1. INLEIDING

Bij het bodemvruchtbaarheidsonderzoek met fruitgewassen wordt in ons land al tientallen jaren op grote schaal gebruik gemaakt van de bladanalyse. Het laboratorium van het Proefstation voor de Fruitteelt onderzocht sedert ongeveer 1950 minstens 60.000 bladmonsters, naast een veel kleiner aantal andere gewasmonsters (bast, hout, wortels, vruchten). Een belangrijke reden is steeds geweest, dat in de studie over de invloed van bodemvruchtbaarheidsfactoren op het gewas de schakel van de plantvoeding niet mocht ontbreken. In talloze proefvelden zijn goede verbanden gevonden tussen de bladsamenstelling en gebreks- of overmaatsverschijnselen enerzijds en de bemestingsbehoefte anderzijds, nl. voor stikstof-, kalium- en magnesiumgehalten. Dit geldt - voorzover uit beperkte, deels buitenlandse gegevens kan worden afgeleid - ook voor enkele spoorelementen. Veel minder duidelijk, resp. afwezig, zijn de verbanden voor fosfaat- en calciumgehalten.

Ook tussen de bladsamenstelling, nl. de $(K+Mg)/Ca$ -verhouding en het optreden van stip en zacht tijdens de bewaring zijn verbanden gevonden. Deze zijn vanaf ongeveer 1965 vooral in de IJsselmeerpolders en in het rivierkleigebied gebruikt voor de voorspelling van de kans op stip en zacht en voor een pluk- en bewaaradvies. Voor dit doel wordt overigens de laatste jaren steeds meer gebruik gemaakt van vruchtanalyse.

Uit de aard der zaak is bij het fruitteeltkundig onderzoek in proefvelden en op proefplekken ook in ruime mate gebruik gemaakt van het chemisch grondonderzoek, ten dele om beide methoden te kunnen vergelijken, ten dele om de interpretatie van het grondonderzoek beter aan de bemestingseisen van fruitgewassen te kunnen aanpassen. Dat dit grondonderzoek in de praktijk van de fruitteelt al veel langer en op grotere schaal dan bladanalyse toepassing vindt, berust op een historisch gegroeide gewoonte. De succesvolle, op uitgebreide proefveldresultaten gebaseerde toepassing bij landbouwgewassen heeft ertoe geleid dat grondonderzoek ook in de fruitteelt werd geïntroduceerd. Voor de interpretatie van gehalten werd aanvankelijk uitgegaan van criteria voor landbouwgewassen. Mogelijkheden voor controle op de juistheid van de gegeven adviezen bestonden aanvankelijk niet, wat jarenlang geleid heeft tot overdreven kunstmestgebruik.

Inmiddels is uit het bemestingsonderzoek van de afgelopen 30 jaren gebleken, dat de mogelijkheden voor mineralenopname bij fruitgewassen gunstiger zijn dan bij landbouwgewassen. Dit heeft geleid tot bijstelling van de interpretatie-criteria en tot drastische vermindering van het kunstmestverbruik. Tot dit laatste heeft ook het inzicht bijgedragen dat overdreven kali- en stikstofbemesting tot (bewaar-)kwaliteitsverlies kan leiden. Demonstratief zijn de uit gegevens van het Landbouw Economisch Instituut berekende hoeveelheden kunstmest die per jaar per ha in de fruitteelt werden en worden verbruikt. Omstreeks 1963 was dit nog rond 200 kg N, 25 kg P_2O_5 en 140 kg K_2O . Een enquête door het Centraal Bureau voor de Statistiek en het LEI begin 1980 gaf voor de fruit- en boomteelt gezamenlijk (voornamelijk door de eerste bepaald) als uitkomst een verbruik van slechts 76 kg N, 19 kg P_2O_5 en 48 kg K_2O per ha per jaar.

Ondanks de bijstelling van de criteria is de analyse van chemische bodemvruchtbaarheid voor de bepaling van de mestbehoefte een te zwakke basis gebleven. Op de achtergrond hiervan zal in een volgend hoofdstuk nader worden ingegaan. Daarnaast heeft het bemestingsonderzoek tot de opvatting geleid dat bij vruchtbomen de bladsamenstelling, mits goed geïnterpreteerd, een juist inzicht geeft over de voedingstoestand van het gewas. Hierin komt zowel het niveau van de chemische bodemvruchtbaarheid als het complex van factoren dat de mineralenopname mede beïnvloedt tot uitdrukking. Dit zou kunnen leiden tot het opstellen van een goed bemestingsadvies, als daarbij tevens met een aantal bodem- en gewasomstandigheden rekening wordt gehouden.

Dat, ondanks de jarenlange ervaring bij het onderzoek, in de praktijk nog vrijwel geen gebruik van de bladanalyse voor het bemestingsadvies wordt gemaakt, ligt ongetwijfeld aan de onbekendheid van bedrijfsvoerlichters met de interpretatie. Onbegrepen variaties in de bladsamenstelling en het weinig constant zijn van de gehalten vormen een bron van twijfel en een rem op de toepassing. Een verder probleem is dan nog hoe de voedingstoestand van het gewas moet worden vertaald in een bemestingsadvies. Ook het alternatief van het chemisch grondonderzoek en de met het lage kunstmestverbruik in verband staande beperkte vraag naar bemestingsadviezen hebben de geringe belangstelling voor de bladanalyse in de hand gewerkt.

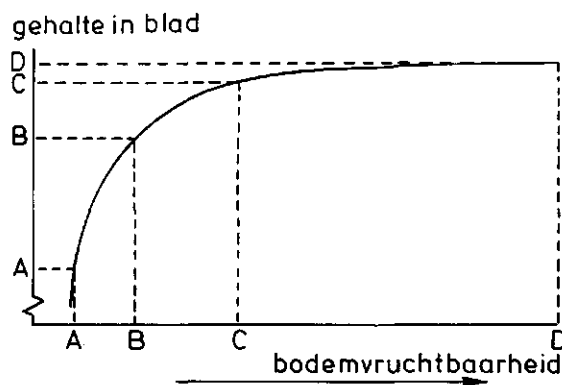
In 1981 is project IB 353 aangediend. Doel is de ervaringen te Wilhelminadorp en elders met bladanalyse samen te vatten in een systeem dat een zo nauwkeurig mogelijke beoordeling van de voedingstoestand van appel en peer onder gemiddelde omstandigheden mogelijk maakt. Daarop wordt een bemestingsadvies uitgebracht dat ook rekening houdt met gewas- en bodemomstandigheden. Het zal nodig zijn op de gevonden bladsamenstelling correcties aan te brengen voor storende, variaties veroorzakende invloeden, nl. van tijdstip van monstername, eventueel afwijkend type bemonsterd blad, vruchtdracht, weersfactoren of bodemvochttoestand, en leeftijd van de aanplant. Bij de interpretatie dient met ras/onderstamverschillen rekening te worden gehouden. In dit rapport zal met een enkel voorbeeld op de genoemde correcties en de verdere werkwijze worden ingegaan. In vervolgrapporten zal het beschikbare analysemateriaal worden verwerkt, zodat verantwoorde voorstellen voor correcties kunnen worden gedaan en bv. per fruitras gehaltenormen kunnen worden aangegeven. Het is de bedoeling dat bij de bladmonstername zodanige aanvullende gegevens worden verzameld dat de correcties, de interpretatie van gehalten (verhoudingen) en het bemestingsadvies mechanisch kunnen worden uitgevoerd. In de nabije toekomst zal geen persoonlijke ervaring of tijd meer beschikbaar zijn om dit werk "met de hand" uit te voeren.

2. BLAD- EN/OF GRONDANALYSE

Voor een bemestingsadvies op basis van de voedingstoestand van het gewas is bekendheid met enkele bodemeigenschappen onontbeerlijk. Informatie over granulaire samenstelling, pH, humus- en koolzure-kalkgehalte kan daarbij zeer nuttig zijn. Als zodanig staat de zin van grondonderzoek buiten twijfel. De bezwaren gelden echter de bepalingen van de chemische bodemvruchtbaarheid, waarvoor verbanden met de gewassamenstelling of mestbehoefte in het algemeen teleurstellend zijn gebleken. De verklaring daarvoor ligt in de in boomgaarden sterk variërende en van akkerbouwgewassen afwijkende omstandigheden voor opname van mineralen. Dit zijn bv. de overjarigheid en de opslag van mineralenreserves in houtige delen, opnameactiviteit in een groot deel van het jaar, bewortelingsdiepte, heterogene verdeling van wortels, voedingsstoffen en bodemvocht in de bewortelde grond, afwezigheid van grondbewerking en het weer in omloop komen van voedingsstoffen uit gemaaid gras. De voorkeur voor gewasanalyse berust ook op de omstandigheid dat in de fruitteelt bewust op minimale bemesting, net genoeg om risico's van tekorten te ontlopen, wordt aangestuurd. Bij een lage bodemvruchtbaarheid spelen factoren zoals opneembaarheid, vochttoestand of bodemstructuur een grote rol en deze komen in de gehalten in de grond niet, en in het blad wel tot uitdrukking.

Figuur 1 toont een op veel gewassen toepasbaar verband, dat demonstreert dat bij het handhaven van de bodemvruchtbaarheid op een hoog niveau (C-D; kenmerkend voor veel situaties in land- en tuinbouw) grote verschillen in gehalten in de grond nauwelijks in de gehalten in het blad tot uitdrukking komen. Ook op het produktieniveau hebben ze vrijwel geen invloed, maar ze kunnen wel aanleiding zijn tot het geven van verschillende bemestingsadviezen. Naarmate op een lager bodemvruchtbaarheidsniveau wordt aangestuurd (B-C), wordt het onderscheidingsvermogen bij de bladanalyse groter, bij het grondonderzoek kleiner. Dit is kenmerkend voor de fruitteelt. Het risico van produktieverlies (A-B) wordt daarbij zorgvuldig afgewogen tegen de winst aan (bewaar-)kwaliteit.

Op de vele pro's en contra's die over beide methoden zijn op te merken, is in een vroegere publikatie al ingegaan (Delver, 1975). We volstaan



Figuur 1. Geschematiseerd verband tussen gehalten van een voedingsstof in de grond en in het blad.

Figure 1. Schematic presentation of the relation between nutrient content of the soil and of the leaf.

met een korte samenvatting van bevindingen in proefveld- en proefplekken-onderzoek.

2.1. Stikstof

In eigen bemestingsonderzoek zijn verbanden nagegaan tussen oplosbare stikstof (nitraat + ammonium) in de bewortelde laag in nawinter en voorjaar en het gehalte in bladeren in de zomer. Goede correlaties traden alleen op bij volveldse ondergroei met gras en hoeveelheden in de grond lager dan 80 kg N per ha (Delver, 1973). Grasboomgaarden komen echter bijna niet meer voor en in de met herbiciden behandelde, niet-bewerkte boomstroken wordt meestal meer dan de genoemde hoeveelheid stikstof aangetroffen. Verslaglegging over recent onderzoek naar de betekenis van de "N-mineraal"-methode voor fruitaanplantingen (tot bewortelingsdiepte, in zwart gehouden boomstroken) is afgerond. Pas op zeer laag niveau (< 50 kg N per ha, eind februari in de laag 0-80 cm) werden duidelijke verbanden tussen N-mineraal en N-gehalten in het blad gevonden.

2.2. Fosfaat

Voorbeelden uit Nederlands onderzoek, van verbanden tussen fosfaatgehalten in de bovengrond op diverse wijzen bepaald, en P-gehalten in het blad

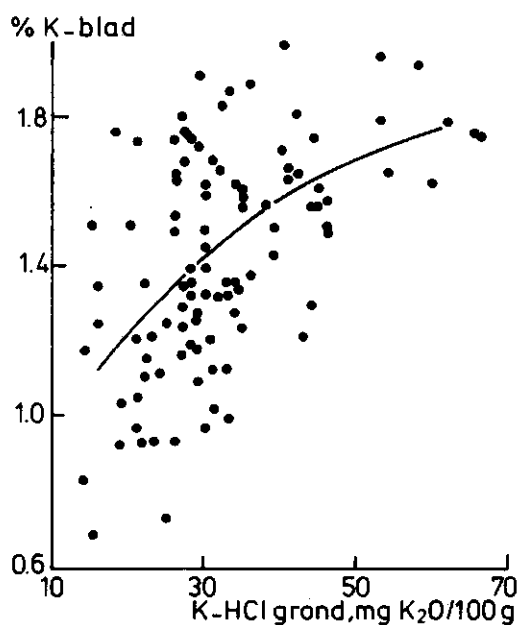
zijn ons niet bekend. Lage gehalten in het blad, die volgens literatuurgegevens op P-tekort wijzen, worden zelden of nooit aangetroffen. Blijkbaar zijn de fosfaatvoorraad en de omstandigheden voor opneembaarheid doorgaans zo gunstig, dat tekorten in het gewas tot de zeldzaamheden behoren. Aan het mobiel houden van fosfaat door het mulchen van gemaaid gras wordt in dit verband betekenis toegekend. Variaties in P-gehalten in het blad komen wel voor. Ze staan in verband met gewaseigenschappen (vruchtdracht, Cox's ziekte, rasverschillen) en vooral met de stikstof-toestand van het blad. P en N in bladeren zijn duidelijk negatief gecorreleerd en een hoog P-gehalte kan een eventuele veronderstelling van N-tekort bevestigen.

2.3. *Kalium*

Verreweg de beste correlaties zijn gevonden voor kaligehalten in blad en grond, binnen een bepaalde groep gronden. Voor een hondertal in 1973 in Zuidwest-Nederland onderzochte proefplekken met aanplantingen Cox's Orange Pippin appels op M.9 op zeelei met gehalten aan afslibbare delen tussen ca. 15 en 40%, werd een lineaire correlatiecoëfficiënt berekend van $r = +0,53^{***}$ (Figuur 2, Pouwer 1978). Het valt op dat vooral bij lage gehalten in de grond nauwelijks valt te voorspellen of het gehalte in het blad laag, dan wel hoog zal uitvallen. Een beperkt onderzoek met hetzelfde ras naar de samenhang tussen K-gehalten in het blad en de ernst van K-gebrekssymptomen (9 gevallen) gaf een zeer goede correlatie, nl. $r = -0,82^{**}$. In andere proefplekonderzoekingen zijn tussen K in grond en blad geen betere correlatiecoëfficiënten gevonden dan de genoemde (o.a. Van der Boon, 1973; zeelei, rivierklei, zand). Vooral op zandgrond waren ze zeer laag. Bij lage gehalten in de grond waren de K-gehalten in het blad daar al hoog. Juist de kalibemesting vraagt om nauwkeurige inschatting van de behoefte.

2.4. *Magnesium*

Correlaties tussen gehalten in grond en blad zijn voor magnesium belangrijk zwakker dan voor kalium, voornamelijk doordat het gehalte aan magnesium in blad sterk ongunstig wordt beïnvloed door de kaliopname. De



Figuur 2. Verband tussen het K-gehalte in blad van Cox's Orange Pippin op M.9 en het K-HCL-cijfer in de 0-20 cm laag in boomstroken op zeelei.

Figure 2. Relation between K content of the leaves of Cox's Orange Pippin on M.9 and the K-HCl value in tree strips on marine clay soils (0-20 cm layer).

negatieve correlatie met het K-gehalte in het blad (K-Mg-antagonisme) is veel sterker dan de positieve correlatie met het magnesiumgehalte in de grond. Magnesiumgebreksverschijnselen zijn sterker met de K/Mg-verhouding gecorreleerd dan met het Mg-gehalte in het blad, in het laatste geval dan negatief.

2.5. Calcium

Het aangehaalde onderzoek van Van der Boon (1973) gaf verder voor calciumgehalten nog teleurstellenderresultaten. Op rivierklei kon geen enkel verband met calcium in de grond of andere bodemfactoren worden aangetoond. Op zandgrond en zeelei hadden naast calcium ook het humus- en zoutgehalte enige invloed op calcium in het blad, maar ook hier bleek de beoordeling van een combinatie van calcium-bepalende bodemfactoren nauwelijks een mogelijkheid te bieden het calciumgehalte in de bladeren te voorspellen. Dit gehalte heeft overigens alleen enige waarde voor de voorspelling van de stipgevoeligheid (K + Mg)/Ca-verhouding in blad).

2.6. Spoorelementen

Sedert de overgang van grondbewerking naar herbicidegebruik zónder bewerking op de boomstroken is het optreden van Mn- en Fe-gebrek in de fruitteelt sterk afgenomen. Kopergebrek komt soms voor. De relaties tussen gebreksverschijnselen en gehalten in blad en grond aan spoor-elementen zijn wegens het geringe belang weinig onderzocht. De indruk bestaat dat voor kortlotblad de relatie tussen mangaangehalten en mangaangebrekssymptomen vrij goed is.

Uit het voorgaande kan de conclusie worden getrokken dat voor het kwalitatief inschatten van de bemestings*behoefte* aan bladanalyse de voorkeur moet worden gegeven. *Hoe* er bemest moet worden (vroeg of laat; veel of weinig; voorraadbemesting of jaarlijkse giften; continuering; kunstmestvorm) hangt mede af van bodemkenmerken zoals vochtleverend vermogen, bewortelingsdiepte, zwaarte, doorlatendheid, humusgehalte en zuurgraad. Grondonderzoek kan hierover belangrijke basis-informatie verschaffen, vooral als ook diepere bodemlagen worden onderzocht en bij voorkeur vóór het inplanten, omdat de bladanalyse van jonge aanplantingen bv. nog weinig zegt over de latere kalibehoefte.

3. CORRECTIES OP DE BLADSAMENSTELLING

Een groot bezwaar voor de interpretatie van bladanalysecijfers is dat allerlei factoren het verband tussen het bladgehalte aan een bepaald element en het aanbod ervan uit de grond beïnvloeden. Er wordt niet zonder meer inzicht verkregen in de voedingstoestand van de boom, laat staan in de gemiddelde voedingstoestand over een langere periode. Voorgesteld wordt deze invloeden zo verantwoord mogelijk door correcties af te zwakken. Daarbij moet ervoor worden gewaakt dat de bladsamenstelling door opeenstapeling van correcties niet wordt over-gecorrigeerd. Het is gewenst op het analyseverslag zowel de samenstelling vóór als ná de correcties weer te geven. In het volgende wordt slechts globaal, aan de hand van voorbeelden, aangegeven over welke correcties het gaat. In vervolgrapporten wordt uit het beschikbare analysemateriaal berekend hoe de correcties moeten worden uitgevoerd.

3.1. Positie bemonsterd blad

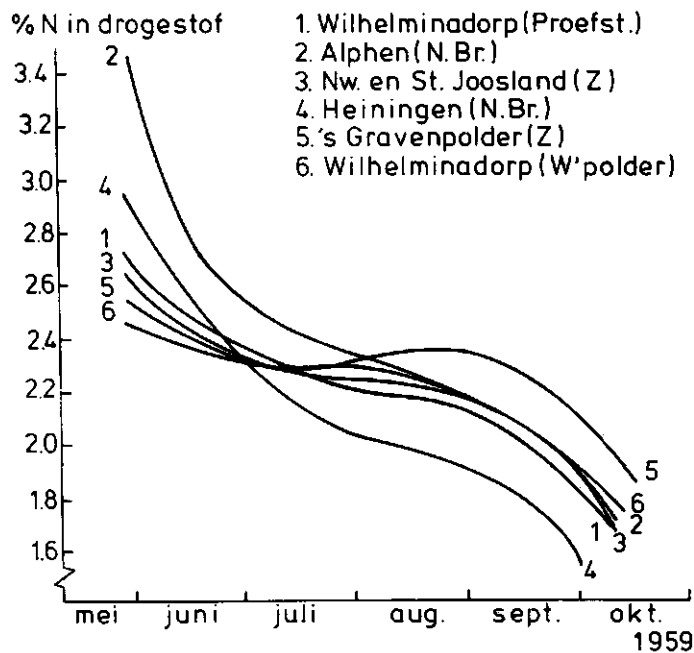
In ons land wordt al gedurende 35 jaar tussen eind juli en medio augustus het derde tot vijfde blad vanaf de basis van langloten bemonsterd. In sommige landen wordt blad midden op deze scheuten (mid-shoot leaves) verzameld. Omdat de Nederlandse ervaring met de interpretatie zeer overwegend betrekking heeft op het derde tot vijfde blad en dit de voedingstoestand van de boom goed lijkt weer te geven, is er geen reden deze bemonsteringswijze te veranderen. Bovendien is dit blad op het aan te bevelen bemonsteringstijdstip fysiologisch rijper dan hoger geplaatst blad, waardoor de samenstelling bij eventueel vroegere bemonstering slechts weinig verandert. Er is te Wilhelminadorp onderzoek gedaan naar systematische verschillen, omdat het soms gewenst is buitenlandse en Nederlandse normen te kunnen vergelijken. De verschillen zijn voor de meeste hoofdvoedingselementen klein. Zo heeft midden-scheutblad iets hogere N- en K-gehalten, iets lagere Mg, maar wel veel lagere Ca-gehalten.

Wel van betekenis is het verschil in samenstelling tussen basis-langloten en kortlot-blad. Als er vrijwel geen scheutgroei is, of bij het opsporen

van bv. marginale kali- of mangaanvoeding, waarvan de gebrekssymptomen zich het eerst in kortloten manifesteren, kan het nodig zijn kortlot-blad te bemonsteren. De samenstelling daarvan moet naar veronderstelde samenstelling van het langlot-blad kunnen worden vertaald. Ook over dit verschil is onderzoek gedaan. Kortlot-blad heeft lagere K- en hogere Mg- en Ca-gehalten en bij vroege bemonstering ook iets hogere N-gehalten.

3.2. Tijdstip van monstername

Het moet mogelijk zijn ook bij aanzienlijk vroegere of latere bemonstering dan de voor te stellen periode rond 1 augustus, de beoordeling van de bladsamenstelling langs mechanische weg te doen uitvoeren. In verscheidene onderzoeken werd gedurende het groeiseizoen herhaald bemonsterd en daarbij zijn systematische veranderingen in gehalten geconstateerd. Figuur 3 geeft een voorbeeld van stikstofgehalten in het extreem droge jaar 1959. Het valt op dat de daling niet overal dezelfde is. Naast



Figuur 3. Verandering van het stikstofgehalte in langlot-bladeren van Golden Delicious gedurende 1959, vastgesteld door herhaalde bemonstering in diverse proefvelden.

Figure 3. Changes in the N content of extension-shoot leaves of Golden Delicious apple trees in the course of 1959, determined by repeated sampling of various experimental fields.

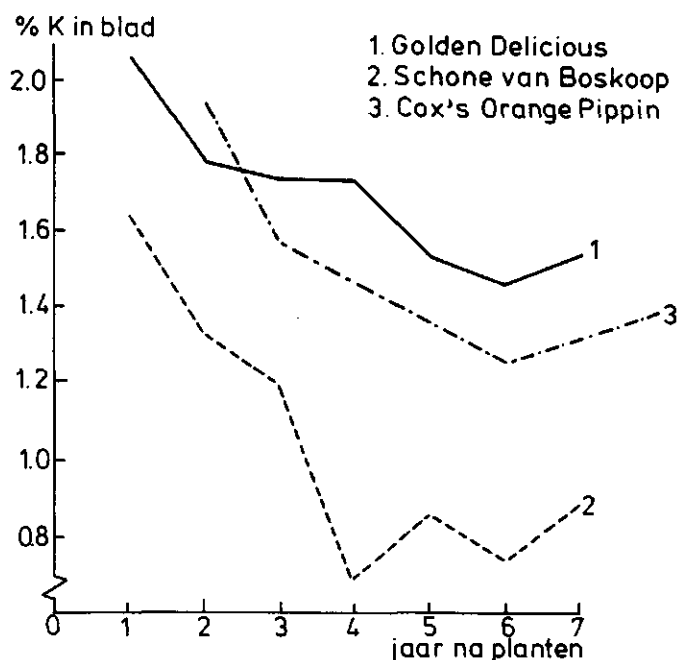
fysiologische factoren (veroudering) kunnen toenemende droogte, concurrentie door ondergroei, etc. mede van invloed zijn. Ook voor fosfaat (afname) en calcium (toename) zijn duidelijke gehalteveranderingen in de tijd waargenomen. Voor kalium en magnesium zijn ze veel kleiner, maar ook bij kalium kan bv. tijdens het seizoen toenemende droogte invloed hebben op het verloop van het gehalte.

Bij afwijkende bemonsteringsperioden zullen correcties naar verwachte samenstelling rond 1 augustus moeten worden uitgevoerd met de bedoeling uitsluitend de invloed van de ouderdom van het blad te elimineren.

Voor invloeden die uit de vochtvoorziening kunnen worden verklaard, worden andere correcties voorgesteld.

3.3. Leeftijd van de aanplant

Enkele malen is geconstateerd dat K-gehalten in het blad van zeer jonge aanplantingen veel hoger uitvallen dan in latere jaren. Figuur 4 geeft enkele voorbeelden. Curve 1 heeft betrekking op Golden Delicious geplant in het voorjaar van 1964 (grasstrookenteelt). Curve 2 is afkomstig van een droogtegevoelig perceel beplant met Schone van Boskoop, voorjaar 1972 (Wilhelminadorp perceel 22; enkele rijensysteem 395 x 205 cm, brede boomstrook; 70 - 280 kg N/ha). In beide gevallen werd de aanplant in achtereenvolgende jaren bemonsterd, zodat jaarinvloeden (droogte) en vrucht-drachtverschillen een rol zullen hebben gespeeld. Curve 3 heeft betrekking op Cox's Orange Pippin in een rassenproef te Wilhelminadorp. Kleine groepen bomen van verschillende leeftijd, alle goed-dragend, zijn in één jaar (1982) bemonsterd. Hier is dus geen belangrijke invloed van jaar- of vrucht-drachtverschillen. Als gevolg van het K-Mg-antagonisme vertonen Mg-gehalten in de eerste jaren een stijgende tendens. N-, P- en Ca-gehalten worden in de beginjaren vrijwel niet door de leeftijd beïnvloed. Hoewel bladmonsters van jonge bomen zelden worden aangeboden, moet een beoordelings-systeem toch zo worden geprogrammeerd, dat de kalivoorziening bij 1-4-jarige aanplantingen niet overdreven gunstig wordt voorgesteld. In een geval als curve 2 traden in de volwassen aanplant lichte symptomen van kaligebrek op. In een voor leeftijd gecorrigeerde bladsamenstelling had het te lage niveau van de kalivoorziening al in een vroeg stadium kunnen worden signaleerd.



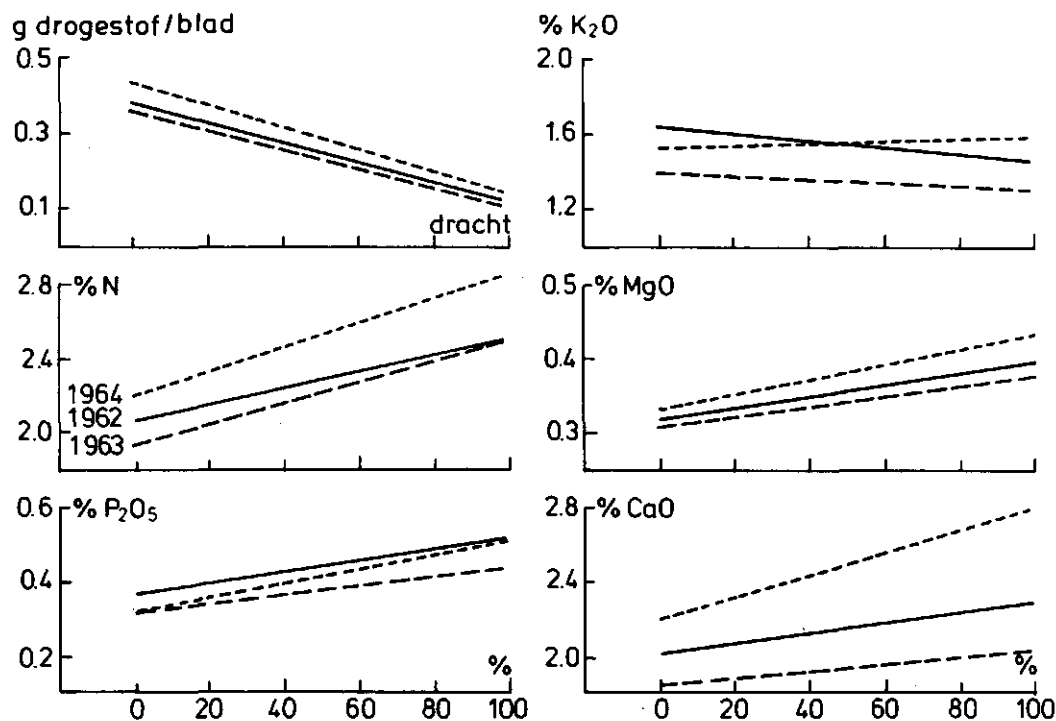
Figuur 4. Invloed van de leeftijd van appelaanplantingen op K-gehalten in langlot-bladeren.

Figure 4. Effect of the age of apple plantations on the K contents of extension-shoot leaves.

3.4. Vruchtdracht

In een onregelmatig dragende aanplant bestaan tussen individueel bemonsterde, slecht en goed dragende bomen grote verschillen in bladsamenstelling (figuur 5, aanplant te Lewedorp (Z)). In de praktijk worden monsters van verschillend dragende bomen gemengd verzameld. Extremen (geen dracht, overdreven zware dracht) komen weinig voor. Wel hebben slecht dragende bomen groot blad en relatief veel invloed op het totale monster. In veel veldproeven waar jaarlijks werd bemonsterd, konden jaarverschillen in bladsamenstelling grotendeels uit de vruchtdracht worden verklaard. Het is noodzakelijk bladanalyses naar een uniforme, voor het betreffende ras of fruitsoort "normaal goede" vruchtdracht te corrigeren. Dit maakt waarneming van de dracht van de bemonsterde bomen door de monsternemer noodzakelijk. De mate van correctie kan niet zonder meer uit figuur 5 worden afgeleid, omdat hierbij op bijzondere wijze werd bemonsterd. Nader onderzoek van beschikbaar analysemateriaal of aanvullend

Laxton's superb M IX 1962-1964



Figuur 5. Vruchtdracht en bladsamenstelling in een beurtjarige, volwassen appelaanplant Laxton's Superb in drie jaren.

Figure 5. Cropping and leaf composition of a biennially bearing, mature apple orchard (Laxton's Superb) in three years.

bladonderzoek lijkt gewenst. Correctie voor afwijkende vruchtdracht behoort tot de belangrijkste ingrepen. Deze moet zorgvuldig worden uitgevoerd.

3.5. Weersinvloeden

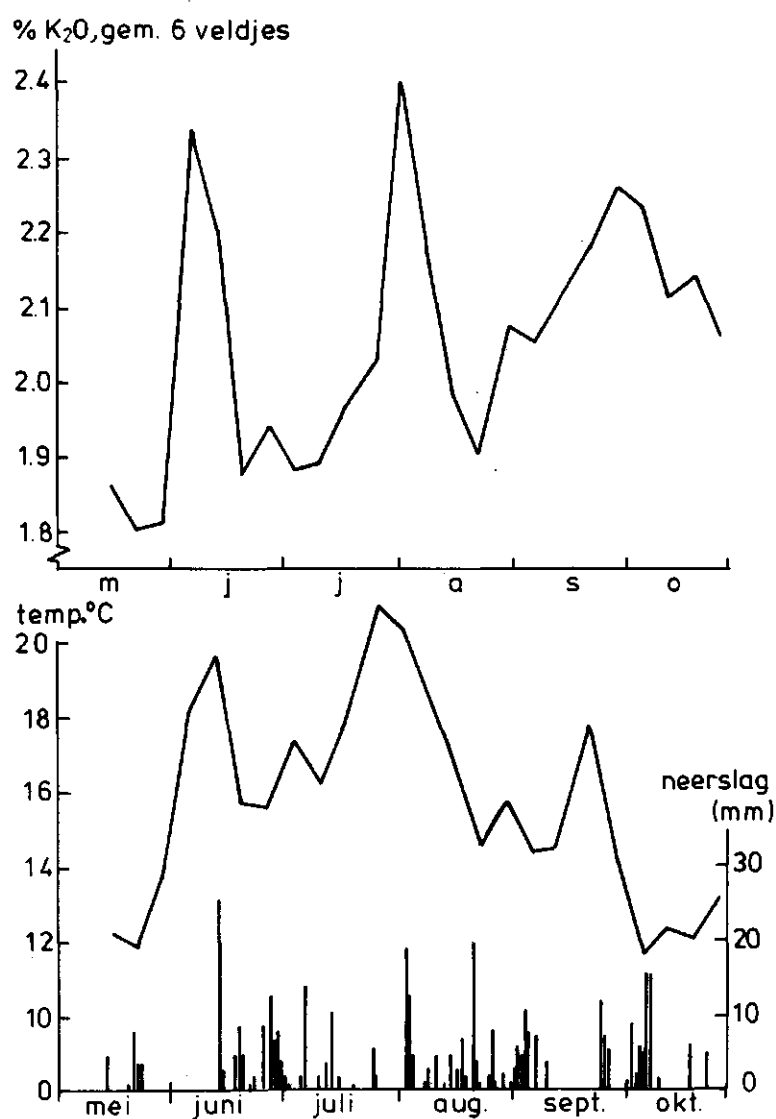
Als bezwaar tegen de bladanalyse wordt vaak aangevoerd dat de analyse-uitkomst afhankelijk is van het moment waarop, of het jaar waarin, de monsternamen plaatsvindt. Het wekt de indruk dat de voedingstoestand, op deze wijze bepaald, niet reproduceerbaar en daarom niet interpreteerbaar is. In werkelijkheid is de voedingstoestand van een gewas in de tijd soms inderdaad sterk veranderlijk als gevolg van veranderende opnameomstandigheden.

Neerslagverdeling, bodemvochttoestand en temperatuur hebben hierop invloed. Merkbaar is dit vooral bij de kali- en stikstofvoeding. Doel van de bladanalyse is echter niet de toevallige voedingstoestand op het moment van monsternamen aan te geven, maar hieruit een wat algemener beeld af te leiden voor gemiddelde omstandigheden. Hierop zou het bemestingsadvies moeten worden afgestemd. Correcties voor "gemiddelde weersomstandigheden" lijken zinvol, maar uiterst moeilijk. Afgezien van de noodzaak daarvoor weersgegevens te verzamelen of/en een indruk van de bodemvochttoestand te verkrijgen, zal de invloed van het weer niet overal gelijk zijn. Meer dan een oppervlakkige correctie voor bv. "natte" of "droge" voorjaren zal niet zijn te geven.

Als oplossing is wel voorgesteld (o.a. buitenlandse literatuur) per jaar uit vele verrichte analyses een gemiddeld gehalte te berekenen en de afwijking van een individueel geval daarvan als "laag" of "hoog" te interpreteren. Tegen deze werkwijze bestaan ook bezwaren. Niet altijd zullen voldoende analyseresultaten van vergelijkbare bodem-gewasomstandigheden (op tijd) beschikbaar zijn. Bovendien is deze interpretatie minder gericht op een beoordeling van de werkelijke voedingstoestand van het gewas. Tenslotte zal voor een bepaalde aanplant de afwijking van de gemiddelde bladsamenstelling niet elk jaar dezelfde zijn.

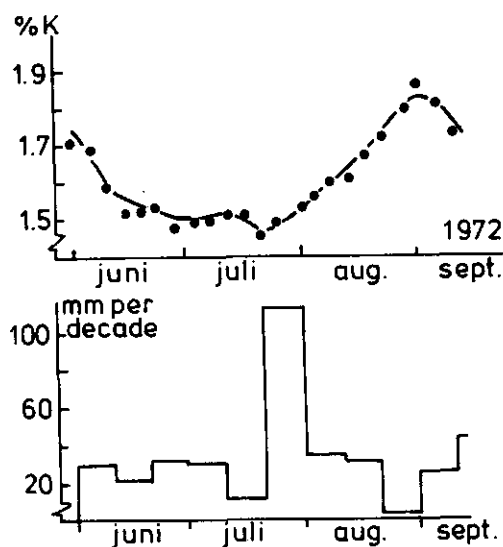
Figuur 6 geeft als voorbeeld een gemiddelde van 6 veldjes met verschillende bodembehandelingen en stikstofbemesting, nl. volvelds gras, pas gescheurd gras, en met de frees zwart gehouden grond. De mate waarin de kaligehalten fluctueerden was sterk verschillend: bij gras en gescheurd gras was de invloed van de neerslagverdeling sterker dan bij mechanisch al jaren lang zwart gehouden grond. De indruk bestaat dat tijdens warm (droog) weer na een flinke regenperiode de kaligehalten stijgen en dat het effect van zware neerslag pas na enkele weken maximaal merkbaar is. Ook figuur 7 demonstreert het effect van regen op kaligehalten. Figuur 8 geeft tenslotte een voorbeeld van de samenhang tussen neerslag gedurende twee maanden vóór de monsternamen en het stikstofgehalte: na een droog voorjaar kunnen - op droogtegevoelige grond - de gehalten relatief laag uitvallen.

Ook gehalten aan Mg, P en Ca worden door weersomstandigheden beïnvloed, maar voorbeelden daarvan zijn nog niet uitgewerkt. Uit verscheidene proefvelden met jaarlijkse bladanalyse en uit praktijkmonsters (Laboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek, Oosterbeek; zie ook Pouwer 1956) is nog veel informatie over de invloed van weersfactoren te halen. Het



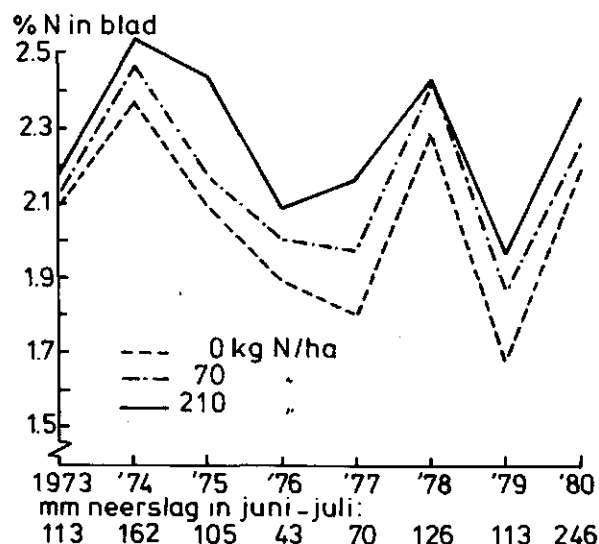
Figuur 6. Kaliegehalten van kortlot-blad van Lombarts Calville appels en weersomstandigheden in 1963 in een proefveld te Wilhelminadorp.
 Figure 6. Potassium contents of spur leaves of Lombarts Calville apple trees and weather conditions in 1963 in an experimental field at Wilhelminadorp.

zal moeilijk zijn hieruit een verantwoord correctiesysteem af te leiden. Vast staat dat het van grote betekenis is het element van toevalligheid, al is het slechts ten dele, uit de bladanalyse weg te halen.



Figuur 7. Kaligehalten in kortlot-blad van de appel Cox's Orange Pippin op M.9 in een aanplant met grasstroken in de Wilhelminapolder, benevens neerslagverdeling (perceel "Egypte").

Figure 7. Potassium contents of spur leaves of Cox's Orange Pippin apple trees on M.9 in a grass-strip orchard in the Wilhelminapolder. Precipitation is also shown.



Figuur 8. Stikstofgehalten in langlot-blad van Schone van Boskoop op M.9 te Wilhelminadorp en neerslag in de twee maanden vóór de monstername. Proef over plantdichtheid en stikstofbehoefte.

Figure 8. Nitrogen contents in extension shoot leaves of Schone van Boskoop apple trees on M.9 at Wilhelminadorp and precipitation during the two months before sampling. Trial on planting density and nitrogen requirement.

4. INTERPRETATIE VAN DE BLADANALYSE

Nadat op de oorspronkelijke analyseuitkomst de onder hoofdstuk 3 genoemde correcties zijn uitgevoerd naar een bladsamenstelling die een op 1 augustus bemonsterd, volgroeid, goed dragend gewas onder gemiddelde weersomstandigheden zou hebben, moeten de gehalten of verhoudingen worden geïnterpreteerd en ingedeeld in een vrij groot aantal klassen, bv. 1 = extreem laag, 2 = zeer laag, 3 = laag, 4 = normaal, 5 = hoog, 6 = zeer hoog en 7 = extreem hoog. Bij deze sterk gedifferentieerde indeling moet rekening worden gehouden met rasverschillen in samenstelling, wellicht ook met de invloed van de onderstam. De indeling dient mede te worden gebaseerd op gegevens van het bemestingsonderzoek.

4.1. *Invloed van soort, ras en onderstam*

Tallose malen is gebleken dat niet alleen fruitsoorten, maar ook -rassen onderling systematische verschillen in bladsamenstelling vertonen, die voldoende groot zijn om in de beoordeling te worden betrokken. Zo wordt een stikstofgehalte van 2,60% van Cox's Orange Pippin als voldoende voor optimale produktiviteit bevonden, terwijl voor Golden Delicious 2,40% en voor Schone van Boskoop 2,30% N wordt aangehouden. Ook voor andere gehalten bestaan rasverschillen (o.a. P, K en Mg). Het laboratorium van de bodemkundige afdeling van het Proefstation voor de Fruitteelt heeft in 1964-1965 op uitgebreide schaal onderzoek uitgevoerd naar systematische rasverschillen in bladsamenstelling bij appel en peer. Op proeftuinen en in praktijkaanplantingen, waar op één perceel bij gelijke bemesting en bodembehandeling twee of meer rassen op dezelfde onderstam stonden, werden van bomen met gelijke vruchtdracht monsters geanalyseerd. De gegevens over rasverschillen zijn slechts gedeeltelijk gepubliceerd (o.a. Delver, 1975). Ook in latere jaren is hernieuwde aandacht geschonken aan systematische verschillen in bladsamenstelling onder invloed van ras en onderstam.

Uit vroeger onderzoek is gebleken dat ook de onderstam invloed heeft op de bladsamenstelling. Bekend zijn de relatief hoge K- en lage Mg-gehalten

van appels op onderstam M.4, waarmee overigens ook een groot kaliopnemend vermogen en gevoeligheid voor magnesiumgebrek samen gaan. De laatste jaren is ook analysemateriaal verzameld van appelbomen op M.9, M.26 en M.27 en van peren op kwee A en C om onder vergelijkbare omstandigheden ook voor deze onderstammen een invloed op de bladsamenstelling na te gaan.

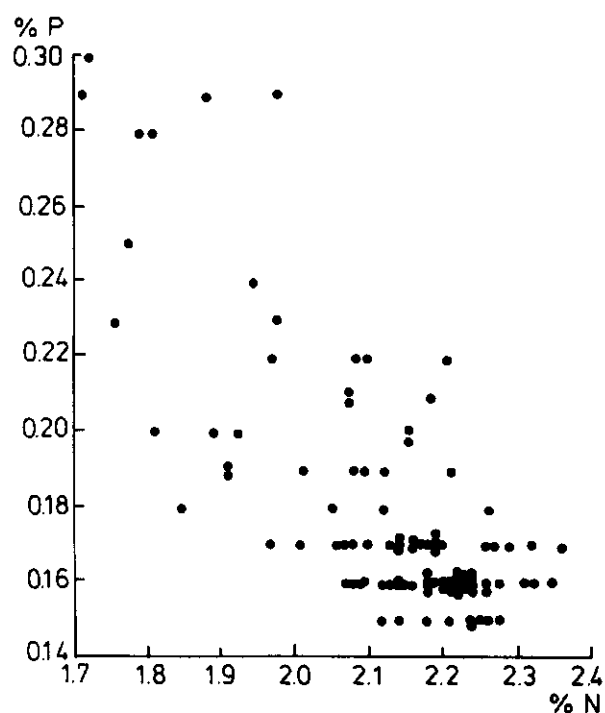
De vraag rijst in hoeverre rasverschillen in samenstelling consequent aanleiding moeten zijn tot het opstellen van verschillende beoordelingsnormen. Voor stikstof lijkt dit zeker het geval te zijn (Delver, 1975), voor kali bestaat twijfel: een ras als Schone van Boskoop heeft relatief lage kaligehalten in het blad, maar vertoont ook eerder gebreksverschijnselen dan andere appelrassen. Hetzelfde geldt voor kortlot-blad, waarin de symptomen van kaligebrek eerder zichtbaar worden dan in langlot-blad. Het appelras Lombarts Calville heeft lagere magnesiumgehalten, maar ook eerder magnesiumgebrek dan andere rassen.

4.2. Verhoudingen

Tussen kalium-, magnesium-, stikstof- en fosfaatgehalten treden duidelijke antagonismen op. De verhoudingen kunnen soms bruikbare informatie geven. Een hoge P/N-verhouding wijst eerder op stikstofgebrek dan op een goede fosfaattoestand (figuur 9). Een hoog kaligehalte kan het gevolg zijn van stikstoftekort. Voor de kans op magnesiumgebrek is de K/Mg-verhouding meer maatgevend dan een laag Mg-gehalte. Het verdient aanbeveling deze verhoudingen op het analyserapport te vermelden en bij de interpretatie te betrekken.

4.3. Bemestingsonderzoek als uitgangspunt

In ons land is vrij veel bemestingsonderzoek met fruitgewassen uitgevoerd waarbij ook bladanalyse werd toegepast. Bij de indeling van gehalten in klassen van laag tot hoog dient rekening te worden gehouden met de bevindingen in deze proeven. Over stikstof- en kaligehalten en gewasreacties op bemesting bestaat veel ervaring. Wat minder proeven zijn uitgevoerd over de magnesiumbehoefte, al kan de bladsamenstelling waarbij magnesiumgebrek zal optreden vrij nauwkeurig worden aangegeven. Voor fosfaatgehalten kan wel ongeveer worden aangegeven bij welk niveau geen,



Figuur 9. Verband tussen stikstof- en fosfaatgehalten in langlot-blad van Schone van Boskoop in het tweede groeijaar in een proefveld te Wilhelminadorp bij bemestingen tussen 0 en 280 kg N per ha.

Figure 9. Relation between N and P contents of extension shoot leaves of Schone van Boskoop apple trees in the second year of growth on an experimental field at Wilhelminadorp. N-fertilizer rates between 0 and 280 kg N per ha.

maar niet bij welk niveau wél positieve gewasreacties op bemesting zijn te verwachten. De interpretatie moet hierbij op zeer schaarse literatuurgegevens worden gebaseerd.

5. HET BEMESTINGSADVIES

De beoordeling van gehalten en verhoudingen naar niveau-klassen lijkt nog vrij goed uitvoerbaar. De vertaling naar een bemestingsadvies is een apart probleem, dat op het eerste gezicht ook moeilijkheden geeft bij mechanische verwerking. Vast staat dat rekening dient te worden gehouden met enkele gewas- en bodemomstandigheden en dat daarover de nodige informatie moet worden aangedragen.

5.1. Stikstof

Bij het bemestingsonderzoek zijn diverse omstandigheden van invloed gebleken op de stikstofbehoefte (zie o.a. Delver, 1978). Aanleiding tot het adviseren van hoge giften (± 100 kg N per ha of meer) zijn:

- * veel ondergroei, bv. volvelds gras of smalle boomstroken,
- * ondiepe beworteling en droogtegevoelige grond,
- * een hoog produktieniveau, zware vruchtdracht, matige scheutgroei, hoge beplantingsdichtheid.

Een veel lagere stikstofbehoefte (± 50 kg N per ha of minder) bestaat bij:

- * veel onbegroeide grond onder de bomen (bv. geheel zwart),
- * diepe beworteling, goede gelijkmatige vochttoestand van de grond,
- * een jong gewas (plaatselijke bemesting), lage produktie door wijd plantverband, lage vruchtdracht; sterke groei door goede vochtvoorziening of onderstam,
- * op zandgrond: diep humeuze bewortelde laag,
- * het mulchen van gras op de boomstrook.

Dergelijke omstandigheden kunnen wellicht het best door de fruitteler zelf worden beoordeeld. Bij een te laag stikstofgehalte in het blad kunnen bij tijdige bemonstering enerzijds nog een of meer ureumbespuitingen, mogelijk zelfs nog een late overbemesting worden geadviseerd. Anderzijds zal naar de oorzaak van het te lage gehalte moeten worden gezocht (te weinig bemest; droogte in het voorjaar of sterke uitspoeling kort na de bemesting door overvloedige regen; invloed van een concurrerende ondergroei, etc.).

Bij een te hoog stikstofgehalte in het blad zal op de mogelijkheid van lagere mestgiftten kunnen worden gewezen, als aan de bovenvermelde criteria van lage stikstofbehoefte wordt voldaan

5.2. Fosfaat

In het zeldzame geval dat het fosfaatgehalte te laag uitvalt, zal een bemesting, het mulchen van gras op de boomstrook of eventueel zelfs een bladbespuiting kunnen worden geadviseerd. Een hoog gehalte in het blad te zamen met een wat laag lijkend stikstofgehalte kan een bevestiging vormen van licht stikstofgebrek. Dit soort situaties zal zich vrij vaak kunnen voordoen.

5.3. Kalium

De zwaarte van de grond is van doorslaggevende betekenis voor het vaststellen van de bemesting. De mate waarin een laag kaligehalte in het blad afwijkt van de gewenste norm bepaalt uiteraard mede de hoogte van de te adviseren bemesting, maar het advies dient ook aan te geven over hoeveel jaar de gift moet worden gecontinueerd. Op een lichte zavelgrond zal een ietwat laag kaligehalte al na 1-2 jaar bemesten gecorrigeerd kunnen zijn, op een zware rivierkleigrond kan het jaren van herhaald zwaar mesten duren voor het gewenste peil bereikt is. Bij een laag gehalte in het blad zal in geval van kleigrond ook op de mogelijkheid van structuurgebreken moeten worden gewezen, of op wateroverlast en wortelbeschadiging. Op lichte grondsoorten kunnen gehalten die ondanks correctie voor een droog voorjaar nog laag uitvallen ook op droogtegevoeligheid of ondiepe beworteling wijzen. Vooral bij lage kaligehalten op zware grondsoorten dient geadviseerd te worden de bladanalyse na enkele jaren te herhalen.

5.4. Magnesium

In gevallen van hoge kaligehalten en hoge K/Mg-verhoudingen zullen bij duidelijk optreden van magnesiumgebrekssymptomen bladbespuitingen met bitterzout (magnesiumsulfaat) moeten worden uitgevoerd. Verder moet de kalibemesting achterwege worden gelaten en met kieseriet worden bemest. In grensgevallen verdient magnesammon als stikstofmeststof aanbeveling.

5.5. *Spoorelementen*

Het is voorlopig niet de bedoeling de bladanalyse (facultatief) uit te breiden met de bepaling van spoorelementen. Hoewel voor mangaangebrek bij peren een goede samenhang met gehalten in het blad (kortlot) is aangetoond, ontbreekt inzicht over andere spoorelementen (Fe, Cu, B). Wel zou bij waarneming van gebrekssymptomen tijdens de bemonstering een aantekening op het waarnemingsformulier moeten worden gemaakt. Hieraan zou in het analyserapport een advies kunnen worden verbonden.

5.6. *Algemeen*

Het valt te overwegen in het analyserapport naast de oorspronkelijke en gecorrigeerde bladsamenstelling, de evaluatie daarvan en het bemestingsadvies, algemeen aanvullende informatie te verstrekken over bemesting, bv. in de zin van de onder 5.1. gemaakte opmerkingen, tijdstip van (N-)bemesting, plaatselijke bemesting, mestsoorten, bladbespuitingen e.d., voor zover voor fruitaanplantingen van belang.

6. DE BLADBEMONSTERING EN HET VRAGENFORMULIER

Na het voorafgaande is het duidelijk dat toepassing van de bladanalyse volgens de voorgestelde werkwijze niet uitvoerbaar is als bij de monstername niet een aantal gegevens in code wordt verzameld. In grote lijnen gaat het om de volgende waarnemingen.

6.1. Basisgegevens

Naast de naam en het adres van de fruitteiler en de aanduiding en ligging van het perceel worden in code vermeld:

- * appel/pereras en onderstam,
- * leeftijd (x^e groeijaar),
- * plantdichtheid,
- * systeem van bodembehandeling (grasstrook, onkruidbestrijding, etc.),
- * aanduiding grondsoort,
- * aanduiding bewortelingsdiepte,
- * aanduiding droogtegevoeligheid.

6.2. Gegevens over de dat jaar uitgevoerde bemesting (kg N, P₂O₅, K₂O en MgO per ha) en bladbespuitingen

6.3. Visuele beoordeling van de vochttoestand van de grond? (code)

6.4. Weersgegevens, voornamelijk neerslag

De verwerking hiervan, van belang voor de correctie van voornamelijk K- en N-gehalten, dient nog bestudeerd te worden. Vermoedelijk moeten neerslaggegevens per regio centraal door het onderzoeklaboratorium worden verzameld.

6.5. Waargenomen afwijkingen

Deze betreffen het gewas (gebrekssymptomen, bladstand).

6.6. Monstername en beschrijving van het gewas

Van iedere x^e boom (bv. 10^e , 20^e) in 4 rijen, verspreid gekozen over de aanplant, wordt van totaal 20 bomen één basisblad van 4 scheuten verzameld (80 bl/monster). Gelijktijdig wordt van elke bemonsterde boom een schatting gemaakt van de vruchtdracht (aantal vruchten, betrokken op het kroonvolume) in een schaal van 0-10. Voor de hele aanplant wordt tevens een schatting van de scheutproductie en van het eventueel door-groeien van de scheuten gemaakt, in een schaal van 0-10.

7. VERWACHTINGEN

De werkwijze geschetst in de hoofdstukken 3 en 4 zal hopelijk leiden tot een beter "persoons"- en "omstandigheden"-neutraal oordeel over de voedingstoestand van het gewas. Minstens even belangrijk is de vertaling naar een genuanceerd bemestingsadvies dat op de plaatselijke gewas- en bodemomstandigheden is afgestemd. Verwacht wordt dat na toetsing en aanpassing van het systeem uiteindelijk een redelijk trefzeker bemestingsadvies voor de appel- en pereteelt kan worden gegeven.

8. SAMENVATTING

De bladanalyse geeft bij vruchtbomen een goede indruk van de voedings-toestand van het gewas op het moment van monstername. Voor stikstof, kalium, magnesium en enkele spoorelementen correleren de gehalten goed met de mestbehoefte en met gebreksverschijnselen, zoals over een 35-jarige periode in talrijke veld-, pot- en praktijkonderzoekingen is aangetoond. Voor fosfaat zijn onder Nederlandse omstandigheden geen lage gehalten aangetroffen die op behoefte aan bemesting wijzen.

Gebleken is dat de bladanalyse náást de chemische rijkdom van de grond ook de invloed van fysische bodemvruchtbaarheidsfactoren weerspiegelt, zoals de vochtvoorziening, de aëratie en de bewortelingsdiepte. Dit zijn factoren die in het chemische grondonderzoek niet tot uitdrukking komen, maar die op de opname van mineralen grote invloed hebben.

Gemeend wordt dat de bladanalyse zich daarom goed leent als basis voor een bemestingsadvies, mits aan een aantal voorwaarden wordt voldaan.

Voor een juiste interpretatie van de voedingstoestand van de boom moeten op de gevonden gehalten correcties worden uitgevoerd voor factoren die met de voeding weinig te maken hebben, maar die de gehalten wel mede beïnvloeden. Dit zijn: aard van het bemonsterde blad (bv. spur leaves; in Nederland is de beoordeling gebaseerd op het 3^e-5^e blad vanaf de basis van scheuten); tijdstip van monstername afwijkend van 1 augustus; vruchtdracht en fruitras.

Daarnaast moet de invloed van toevallig extreem werkende weersomstandigheden op de gehalten worden afgezwakt. Na een lange droge periode zijn kaligehalten bv. laag, na regelmatig verdeelde regenval hoog. Door correctie hiervoor wordt bereikt dat onder gemiddelde weersomstandigheden de te verwachten gehalten worden verkregen.

Het rapport toont met voorbeelden aan om welke correcties het in grote lijnen gaat. In vervolgrapporten zullen gegevens van vroeger onderzoek worden bewerkt, zodat nadere richtlijnen voor de diverse correcties kunnen worden opgesteld. Verwacht wordt dat de beoordeling van de voedingstoestand hierdoor aan waarde wint.

De interpretatie van de voedingstoestand van het gewas moet echter in een bemestingsadvies of in de wenselijkheid van plaatselijk onderzoek naar de bodemfysische toestand worden vertaald. Hierbij zal gebruik worden gemaakt van omvangrijk bemestingsonderzoek dat in de afgelopen 35 jaar werd uitgevoerd. Voor de vaststelling van mestgiften zal o.a. rekening moeten worden gehouden met grondsoort en teeltomstandigheden zoals fruitras en plantdichtheid. Ook deze bemestingsadvisering zal in een vervolgrapport worden besproken.

9. SUMMARY

In fruit trees, leaf analysis gives a good impression of the nutrient status of the trees at the time of sampling. The contents of nitrogen, potassium, magnesium and a number of trace elements correlate well with fertilizer requirement and with deficiency symptoms, as has been demonstrated in numerous field and pot trials as well as on-farm research over a period of 35 years. For phosphorus, no low contents have been found under Dutch conditions that would indicate a need for fertilizer application.

It has been found that leaf analysis reflects not only chemical soil fertility, but also the effect of physical soil fertility factors, e.g. moisture supply, aeration, and rooting depth. These factors are not reflected in chemical soil analysis, but greatly affect uptake of minerals.

Therefore, leaf analysis is considered to be a suitable basis for fertilizer recommendations, provided that a number of conditions is satisfied.

To correctly interpret the nutrient status of the tree, the measured contents must be corrected for factors that have little to do with nutrition, but which do affect nutrient content. The factors are: type of leaf sampled (e.g. spur leaves; in the Netherlands, assessment is based on the 3rd-5th leaf from the base of shoots); time of sampling in so far as it departs from 1 August; fruit load and cultivar.

In addition, the effect of accidentally extreme weather conditions on the mineral contents should be reduced. For instance, potassium contents are low after a prolonged dry period, but high after evenly distributed rainfall. Correction for this will ensure that contents are obtained that may be expected under average weather conditions.

The report demonstrates with examples which corrections are essentially involved. In supplementary reports data from earlier investigations will be analyzed so that further guidelines for the different correction factors can be drawn up. It is expected that this will give added value to the assessment of the nutrient status.

However, the interpretation of the tree's nutrient status has to be translated into fertilizer recommendations or into the need for in-situ investigation of the soil physical condition. To that end the results of extensive fertilization research, conducted during the last 35 years, will be used. To establish rates of fertilizer application, soil type and cultural conditions (e.g. cultivar and spacing) will have to be taken into account. Also fertilizer recommendations of this nature will be discussed in a supplementary report.

10. LITERATUUR

- Boon, J. van der, 1973. Het verband tussen bladsamenstelling en grondanalysecijfers bij de appel. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 15-73, 40 pp.
- Delver, P., 1973. Stikstofvoeding, bodembehandeling en stikstofbemesting bij vruchtbomen (appel, peer). Versl. Landbk. Onderzoekingen 790, 187 pp.
- Delver, P., 1975. Toepassingsmogelijkheden van bladanalyse in de fruitteelt. Bedrijfsontwikkeling 6: 751-760.
- Delver, P., 1978. Veranderingen in de stikstofbemesting I en II. De Fruitteelt 68: 284-287 en 324-327.
- Pouwer, A., 1956. De invloed van de regenval op de kaliopname van vruchtbomen. Mededelingen Dir. Tuinb. 19: 291-297.
- Pouwer, A., 1978. Relatie tussen chemische samenstelling van het blad, stand van het gewas en bodemfactoren bij Cox's Orange Pippin en Golden Delicious op M.9 in het fruitgebied van Zuidwest Nederland. Rapport Consulentenschap in Algemene Dienst voor de Fruitteelt, Wilhelminadorp 1978: 53 pp.