

Vezelhennep als papiergrondstof Teeltonderzoek 1990-1993

Fibre hemp as a raw material for paper
Agronomic research 1990-1993

dr. ing. H.M.G. van der Werf Msc.
ing. W.C.A. van Geel

verslag nr. 177
november 1994

PROEFSTATION
agv
D
LELYSTAD

Praktijkonderzoek voor de
Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt
Edelhertweg 1, 8219 PH Lelystad
Postbus 430, 8200 AK Lelystad

ISBN: 557164
ISBN serie 57053

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS

0000 0968 5849

INHOUD

SAMENVATTING	5
SUMMARY	7
1. INLEIDING	9
1.1 Geschiedenis van hennep	10
1.2 Botanie van hennep	11
1.3 Hennepstengels als papiergrondstof	12
1.4 Knelpunten bij de teelt van hennep	15
1.5 Onderzoeksmethoden	17
2. BOUWPLAN EN BODEM	20
3. BEMESTING	22
3.1 Stikstofbemesting	22
3.2 Fosfaat- en kalibemesting	26
4. ZAAIEN	27
4.1 Zaatijdstip	27
4.2 Plantgetal	30
4.3 Zaaimethode	32
5. ONKRUID- EN ZIEKTEBESTRIJDING, GROEIREGULATIE	34
5.1 Onkruidbestrijding	34
5.2 Schimmelziekten	35
5.3 Groeiregulatoren	39
6. CULTIVARS	45

7.	OPBRENGSTNIVEAU	51
7.1	Potentiële productie	51
7.2	Oogstmethode	52
7.3	Praktijkopbrengst	52
8.	SALDO, AFZET EN PERSPECTIEVEN	54
8.1	Gewassaldo	54
8.2	Verwerking en afzet	55
8.3	Perspectief	56
9.	LITERATUUR	58

SAMENVATTING

Vezelhennep (*Cannabis sativa* L.) kan een alternatief zijn voor hout als grondstof voor de productie van papierpulp. De invloed van de teeltwijze op de opbrengst en kwaliteit van vezelhennep in Nederland is onderzocht in het kader van een onderzoeksproject naar de haalbaarheid van vezelhennep als grondstof voor de papierindustrie.

Met de in het onderzoek gebruikte Hongaarse en Franse rassen bracht hennep op dalgrond in de Veenkoloniën circa 10 ton per ha aan stengeldrogestof op. Op kleigrond in de Betuwe bracht het gewas enkele tonnen meer op.

De toe te dienen bemesting hangt af van het opbrengstniveau. Bij een drogestofopbrengst tot ongeveer 13 ton per ha aan bovengronds materiaal lijkt een stikstofgift van 120 kg per ha N (exclusief de bodemvoorraad) voldoende. Per ton drogestof aan stengel moet ongeveer 15 kg K_2O en 4 kg P_2O_5 aan het gewas aangeboden worden.

Voorlopig lijkt het het beste te zaaien vanaf half april. Met name op dalgrond vergroot eerder zaaien de kans op schade door nachtvorst, zonder dat dit hogere opbrengsten mogelijk lijkt te maken. Een rijenafstand van 12,5 cm lijkt het beste, een rijenafstand van 25 cm is ook acceptabel. Een plantgetal van 90 per m^2 lijkt voorlopig een goede keuze voor vezelhennepgewassen in Nederland. Bij een zaadgewicht van 21 mg en een veldopkomst van 85% moet er dan ongeveer 22 kg per ha zaad gezaaid worden.

In het algemeen zijn herbiciden in vezelhennep niet nodig, omdat het gewas de onkruiden onderdrukt. Vooral op onkruidrijke gronden is het belangrijk dat het plantgetal voldoende hoog is, er tijdig (tweede helft april) gezaaid wordt en de rijenafstand niet te groot is.

In natte jaren kunnen de schimmels *Sclerotinia sclerotiorum* en *Botrytis cinerea* tot

opbrengstderving leiden. Preventief spuiten met fungiciden tegen deze schimmelziekten - wat alleen vroeg in het groeiseizoen mogelijk is - had alleen in een natte zomer een positief effect op de opbrengst en lijkt daarom voor de praktijk niet zinvol.

In tegenstelling tot resultaten in de literatuur bleek een bespuiting met auxine of gibberelline of een combinatie van beide middelen geen positief effect op de stengel- en bastopbrengst van hennep te hebben.

De stengelopbrengst van late rassen is hoger dan van rassen die vroeg bloeien. Mede als gevolg van hun latere bloeitijdstip lijken de Hongaarse rassen een hogere stengelopbrengst te hebben dan de Franse rassen. Het bastaandeel van de Hongaarse rassen (met name Kompolti Sárgaszárú en Kompolti Hyper Elite) is aanzienlijk hoger dan dat van de Franse rassen. Van de Hongaarse rassen is echter slechts weinig zaad beschikbaar en bovendien staan deze rassen nog niet op de Europese Rassenlijst, waardoor de EG-subsidie voor vezelgewassen niet ontvangen kan worden.

Een laatbloeiend hennep ras zou onder gunstige omstandigheden een stengelopbrengst van 17 à 18 ton per ha drogestof kunnen halen. Praktijkopbrengsten liggen op circa 10 ton per ha. Het saldo van een vezelhennepgewas (inclusief f 1700,- per ha subsidie) ligt wat hoger dan het saldo van wintertarwe. Het nagenoeg ontbreken van een verwerkende industrie vormt de belangrijkste hindernis voor de teelt van vezelhennep in de praktijk.

SUMMARY

Fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) may be an alternative to wood as a raw material for the production of paper pulp. The effect of cultural measures on the yield and quality of fibre hemp was investigated within a research programme into the feasibility of hemp as a new crop in the Netherlands.

The Hungarian and French cultivars which were used in this research yielded about 10 ton per ha of stem dry matter on a peaty sand soil in the north east of the Netherlands. On a river clay soil in the centre of the Netherlands stem yield was higher by several tons per ha.

The required fertilization depends on the yield level of the hemp crop. Up to a dry matter yield of about 13 ton per ha of above-ground dry matter an amount of 120 kg per ha of N (soil-N not included) seems sufficient. Per ton of stem dry matter about 15 kg K₂O and 4 kg P₂O₅ should be supplied to the crop.

So far it seems best to sow hemp from mid-April. Especially on peaty sand soils earlier sowing will increase the risk of frost damage to the crop, without allowing higher yields. A row width of 12.5 cm seems best, a row width of 25 cm is acceptable also. A plant density of 90 per m² seems optimal for fibre hemp crops in the Netherlands. At a seed weight of 21 mg and a field emergence of 85%, 22 kg per ha of seed should be sown.

In general herbicides are not needed in fibre hemp, because the crop suppresses weeds. Especially on weedy soils it is important that the plant density is sufficiently high, that sowing is timely (second half of April) and that row width is not too large.

In wet years the fungi *Sclerotinia sclerotiorum* and *Botrytis cinerea* can decrease crop yield. Early in the growing season fungicides were sprayed preventively to combat these fungal diseases. As these treatments turned out to improve yield in

wet summers only, such preventive applications of fungicides are not recommended.

Contrary to results in literature, we found that spraying of auxin or gibberellin or of a combination of these substances did not improve the stem yield or the bark yield of hemp crops.

The stem yield of late-flowering cultivars is higher than that of early-flowering cultivars. Partly as a result of their later flowering date Hungarian cultivars often have a higher stem yield than French cultivars. In Hungarian cultivars (particularly in Kompolti Sárgaszárú and Kompolti Hyper Elite) the proportion of bast in the stem is much higher than in French cultivars. However, the seed supply of the Hungarian cultivars is limited currently. In addition these cultivars are not on the EC-cultivar list, so the EC-subsidy for fibre crops can not be obtained.

In optimal growing conditions a late-flowering fibre hemp cultivar can yield 17 to 18 ton per ha of stem dry matter in The Netherlands. Currently, in average growing conditions, stem yields of about 10 ton per ha are obtained. The gross margin of a fibre hemp crop (including the Dfl 1700,- per ha EC-subsidy) is somewhat higher than the gross margin of a winter wheat crop. The absence of processing industries is the major obstacle to the development of fibre hemp growing in the Netherlands.

1. INLEIDING

Het identificeren en ontwikkelen van een 'nieuw' gewas, dat in de huidige krappe vruchtwisselingen opgenomen zou kunnen worden, zou een bijdrage kunnen leveren aan de oplossing van de problemen in de akkerbouw. Zo'n nieuw gewas zou rendabel moeten zijn en op een grote, liefst niet-voedselmarkt afgezet moeten kunnen worden. Een nieuw gewas zou bovendien weinig inzet van bestrijdingsmiddelen moeten vergen en de problemen met bodemziekten moeten verkleinen. In het begin van de jaren tachtig werd vezelhennepe, te telen voor de productie van stengels voor de papierindustrie, genoemd als een veelbelovend nieuw gewas (Du Bois, 1982). De opbrengst van hennepe zou hoog zijn en de teelt van het gewas zou de bodemstructuur verbeteren. Bovendien zou hennepe onkruid onderdrukken en vrijwel geen last van ziekten en plagen hebben. Gedurende de tachtiger jaren werd oriënterend onderzoek uitgevoerd naar de teelt, oogst en verpulping van vezelhennepe. De resultaten van dit onderzoek waren bemoedigend.

In januari 1990 is door de ministeries van Economische Zaken en van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en de provincies Drente en Groningen een onderzoeksprogramma gestart naar de haalbaarheid van vezelhennepe als akkerbouwgewas en als grondstof voor de papierindustrie. Binnen dit programma is door DLO-instituten, LUW-vakgroepen en het PAGV onderzoek verricht naar veredeling, bodempathogenen, teelttechniek, gewasfysiologie, oogsttechniek, conservering, verwerking tot pulp, afvalwaterzuivering en mogelijkheden op de markt van hennepe. Dit programma is eind 1993 afgesloten. Het teelttechnische onderzoek is door het PAGV uitgevoerd, het gewasfysiologische onderzoek door AB-DLO en de vakgroep Agronomie van de Landbouwuniversiteit. De resultaten van het gewasfysiologische onderzoek en van belangrijke delen van het teelttechnische onderzoek zijn uitgebreid verslagen door Van der Werf (1994). Een bondige samenvatting van de voor de praktijk relevante resultaten van het teelttechnische en gewasfysiologische onderzoek kan gevonden worden in Van der Werf et al. (1994).

In dit verslag wordt een uitgebreider overzicht gegeven van de resultaten van het op het PAGV uitgevoerde teeltonderzoek. Voor de volledigheid worden ook de resulta-

ten van het op AB-DLO en LUW uitgevoerde gewasfysiologische onderzoek weergegeven. Waar dit relevant is zullen ook uitkomsten van andere onderdelen van het onderzoeksprogramma kort worden weergegeven.

1.1 Geschiedenis van hennep

Hennep (*Cannabis sativa* L.) wordt verbouwd voor de productie van vezel, cannabinoïden of zaad. Hennep komt van oorsprong uit Centraal-Azië, maar is geteeld van de evenaar tot de poolcirkel. Het gebruik van hennep door de mens gaat al minstens 6000 jaar terug en hennep zou een van de oudste niet-voedsel gewassen kunnen zijn. Hennepbastvezel wordt al duizenden jaren gebruikt om touw, textiel en papier te maken. Cannabinoïden worden gebruikt voor medische doeleinden en als genotmiddel, het zaad wordt vooral gewaardeerd vanwege de olie die het bevat. Hennepolie wordt gebruikt als spijsolie en voor verf, zeep en als smeermiddel; het zaadschroot wordt gebruikt als veevoeder.

Van de zestiende tot de achttiende eeuw waren hennep en vlas de belangrijkste vezelgewassen in Rusland, Europa en Noord-Amerika. Als gevolg van de grootschalige teelt van katoen, jute en ander tropische vezelgewassen nam het wereldhennep-areaal af gedurende de negentiende eeuw. Deze afname ging door in de twintigste eeuw, als gevolg van de opkomst van de synthetische vezels en doordat de teelt van hennep in veel landen illegaal werd verklaard. Na de tweede wereldoorlog waren China, de Sovjet-Unie en Oost-Europa de belangrijkste teeltgebieden. In 1992 werd er 260.000 ha vezelhennep verbouwd in de wereld (FAO, 1993).

In Nederland bereikte de teelt van hennep een hoogtepunt in de zeventiende en achttiende eeuw, toen er een grote vraag was naar hennep voor de vervaardiging van touwen, zeilen en visnetten (Hoogendoorn, 1993). In de negentiende eeuw nam het areaal af; in 1870 was er nog 1483 ha, in 1915 nog maar 29 ha. Na de Tweede Wereldoorlog is er geen hennep meer verbouwd in Nederland, maar gedurende de Tweede Wereldoorlog beleefde het gewas een korte opleving en werd er gedurende enkele jaren circa 100 ha geteeld (De Jonge, 1944).

Gedurende de twintigste eeuw verdween vezelhennep vrijwel geheel uit Noordwest-

Europa. Alleen in Frankrijk hield het gewas nog net stand: het areaal nam af van 176.000 ha in 1840 tot 2000 ha in 1961 (Mathieu, 1980), in 1993 werd er 6000 ha geteeld. Het 'overleven' van vezelhennep in Frankrijk lijkt het gevolg te zijn van een tijdige verandering in de afzet van de bastvezels. In de jaren zestig stopte de textiel-industrie geleidelijk aan hennep te gebruiken, terwijl bepaalde papierindustrieën er toe over gingen hennep als grondstof te gebruiken.

1.2 Botanie van hennep

Cannabis sativa L. is een snelgroeiende eenjarige plant die behoort tot de cannabaceae-familie. Hennepzaailingen hebben twee ongesteelde kiemlobben, alle volgende bladeren zijn gesteelde. Beide bladeren van het eerste bladpaar bestaan uit een enkel smal elliptisch blaadje met gekartelde randen. Een blad van het tweede bladpaar bestaat uit drie getande blaadjes, een blad van het derde bladpaar uit vijf getande blaadjes. Dit gaat zo door tot bladeren die uit negen tot dertien blaadjes bestaan. In jonge hennepplanten zijn de bladeren tegenoverstaand, maar wanneer de bloei begint wordt de bladstand verspreid en neemt het aantal blaadjes per blad weer af.

De stengel van de hennepplant is min of meer gegroefd en hol. Bij een hoog plantgetal zijn de stengels vrijwel onvertakt. Afhankelijk van de cultivar en de groeiomstandigheden worden hennepplanten 1 tot 5 meter hoog.

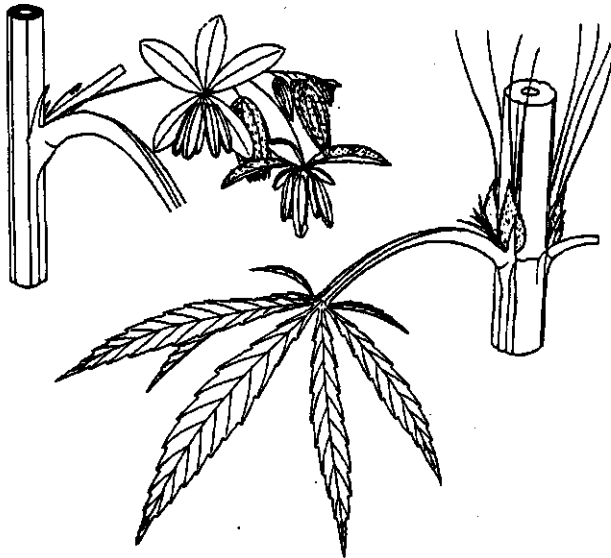
Hennep is een korte dagplant: de bloei wordt versneld door korte dagen en vertraagd door lange dagen. Hennep is tweehuizig: het gewas bestaat uit een mengsel van planten met alleen vrouwelijke bloemen en planten met alleen mannelijke bloemen. Er zijn echter ook eenhuizige cultivars gekweekt, die beide soorten bloemen dragen. In een tweehuizig gewas komen meestal ongeveer evenveel mannelijke en vrouwelijke planten voor, maar, afhankelijk van de cultivar en de groeiomstandigheden, kan het aantal vrouwelijke planten tot 50% groter zijn dan het aantal mannelijke planten. De bloeiwijze van de mannelijke planten is sterk vertakt, met weinig of geen bladeren; de bloeiwijze van de vrouwelijke planten is meer gedrongen, onvertakt en bladrijk. Mannelijke planten sterven snel nadat ze gebloeid hebben, vrouwelijke

planten leven 3 tot 5 weken langer dan mannelijke planten, totdat het zaad rijp is. De buitenkant van de vrouwelijke bloem wordt gevormd door een schutblad (bractee), dat het vruchtbeginsel omvat waaruit twee stijlen te voorschijn komen (figuur 1). Het schutblad is bedekt met gesteelde klieren die een hars afscheiden waarin cannabinoïden voorkomen.

Hennepzaad is eigenlijk een vrucht, die een enkel zaad bevat, omgeven door een harde schil. Het zaad is ellipsvormig, enigszins plat, en glad. Het zaad is licht bruin tot donker grijs, soms gespikkeld en bevat ongeveer 35% olie en 25% eiwit.

1.3 Hennepstengels als papiergrondstof

Het verbruik van papier in de wereld bedroeg in 1980 170 en in 1989 233 miljoen ton. Voor 1995 verwacht de FAO een verbruik van 275 miljoen ton. Ook binnen de Europese Gemeenschap stijgt de papierconsumptie gestaag en wordt bovendien .



Figuur 1. Delen van hennepstengels, links met mannelijke bloemen, rechts met vrouwelijke bloemen en een blad. Uit: R.C. Clarke, 1980. Marijuana Botany. And/Or Press, Berkeley, California, USA.

ruim de helft van de papiergrondstof geïmporteerd. Over de hele wereld gezien bestaat papier voor 70% van het drooggewicht uit verse grondstof, de rest is vooral oud papier en vulstoffen. Hergebruik van papier neemt toe. Voor het jaar 2010 wordt verwacht dat het aandeel verse grondstof in papier tot 55% zal zijn gedaald. Wanneer echter, zoals verwacht wordt, de vraag naar papier gestaag blijft groeien, zal er desondanks in 2010 een ernstig tekort aan grondstof voor papier zijn (Stafford, 1990).

Op wereldschaal bestond de verse grondstof in 1989 voor 92% uit hout en voor de rest uit eenjarige gewassen. Hout of plantestengels moet men verpulpen om er papier van te kunnen maken. Verpulpen is het losmaken van vezels uit planteweefsel door middel van een chemische en/of mechanische bewerking. De laatste jaren bestaat er een toenemende belangstelling voor het gebruik van eenjarige vezelgewassen als grondstof voor papierpulp. De stengels van deze gewassen kunnen gemakkelijker met milieuvriendelijke pulpprocessen verwerkt worden dan hout. Bovendien ligt de jaarlijkse vezelopbrengst enkele malen hoger dan die van bossen. Eenjarige vezelgewassen kunnen zodoende bijdragen aan het behoud van de nog resterende bossen en oerwouden (Keto, 1990).

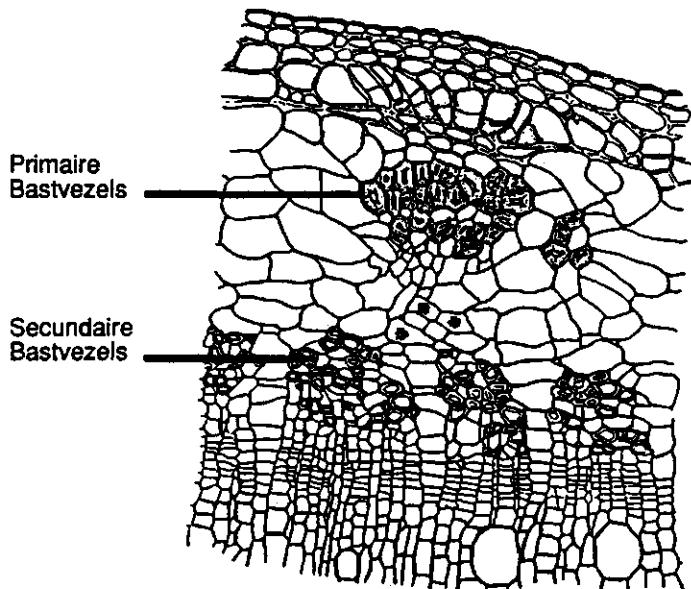
De vezellengte en het cellulose- en ligninegehalte zijn belangrijke eigenschappen voor papiergrondstoffen (tabel 1). Lange vezels zijn gewenst, want papier is sterker naarmate de vezels waar het van gemaakt is langer zijn. Vezellengten tussen 1 en 4 mm worden als optimaal beschouwd. Een hoog cellulosegehalte is aantrekkelijk, omdat in chemische pulpprocessen de niet-cellulose bestanddelen grotendeels verwijderd worden. Een laag ligninegehalte is van belang, want ligninehoudend papier is slecht houdbaar en de processen voor het verwijderen van lignine zijn milieuonvriendelijk. Wanneer het ligninegehalte van de grondstof laag is, kunnen relatief onschadelijke bleektechnieken gebruikt worden om de lignine te verwijderen. Hout is momenteel de meest gebruikte papiergrondstof en daarom worden hier de eigenschappen van hennepstengels met die van hout vergeleken.

Naaldhout heeft een vrij hoog cellulosegehalte, maar ook een hoog ligninegehalte; de vezels zijn van de juiste lengte (tabel 1). Loofhout heeft een lager cellulose- en ligninegehalte dan naaldhout; de vezels zijn aan de korte kant. Hennepstengels kunnen gescheiden worden in bast en kern (figuur 2). De bast is het weefsel aan de

Tabel 1. Chemische samenstelling en vezellengten van papiergrondstoffen.

grondstof	cellulose (in % van drooggewicht)	lignine	vezellengte (mm)
ideale grondstof	hoog	laag	1 - 4
naaldhout (<i>Picea</i>)	45 ¹⁾	29 ¹⁾	2,9 ²⁾
loofhout (<i>Betula</i>)	38 ¹⁾	20 ¹⁾	1,1 ²⁾
hennep bast	65	4	20 ³⁾ (primair) 2 ³⁾ (secundair)
hennep kern	35	21	0,5 ⁴⁾

¹⁾Rydholm, 1965; ²⁾Fengel & Wegener, 1984; ³⁾Hoffmann, 1957; ⁴⁾Heuser, 1927.



Figuur 2. Deel van een dwarsdoorsnede door een hennepstengel. Uit: B. C. Kundu, 1942. Indian Bot. Soc. J. 21: 93-128.

buitenkant van de stengel, dat de houtige kern omgeeft. De bast bevat primaire en secundaire bastvezels, de kern bevat houtvezels. Hennepbast heeft uitstekende eigenschappen, het bevat meer cellulose en minder lignine dan hout (tabel 1). De lengte van de primaire bastvezels is gemiddeld 20 mm. Om verstoppingen van de papiermachine te voorkomen dienen deze voor of tijdens het pulpen verkort te worden. De secundaire bastvezels zijn met hun 2 mm van de juiste lengte. Hennepkern heeft matige eigenschappen, de gehalten aan cellulose en lignine komen overeen met die van loofhout, maar de vezels zijn slechts 0,5 mm lang (tabel 1).

De marktwaarde van hennepbast is vier- tot tienmaal zo hoog als die van hennepkern (J.P. Mathieu, persoonlijke mededeling; Riddlestone et al., 1994). Het aandeel van de bast in de drogestof van de stengel is dan ook het belangrijkste kwaliteitscriterium van hennepstengels voor de productie van papier.

1.4 Knelpunten bij de teelt van hennep

In 1987, 1988 en 1989 zijn op het AB-DLO (dat toen CABO heette) door Meijer en Mathijssen veldproeven uitgevoerd met vezelhennep (Meijer en De Meijer, 1990). In deze proeven werden Franse hennepcultivars verbouwd volgens een teeltwijze zoals die algemeen gebruikelijk is in de huidige hennep-teeltgebieden. Uit die proeven kwam een aantal knelpunten naar voren die het uitgangspunt vormden voor het onderzoek naar de teelttechniek en gewasfysiologie van vezelhennep dat van 1990 tot en met 1993 op het PAGV, het AB-DLO en de vakgroep Agronomie van de LUW is uitgevoerd.

Op de eerste plaats viel in de bovengenoemde proeven op dat de periode waarover er een gesloten gewas aanwezig was, relatief kort was. Een verlenging van de groeiduur zou allicht tot een hogere opbrengst kunnen leiden. Vervolgens bleek in deze proeven dat de groeisnelheid van het gewas vrij laag was en tenslotte was ook de verdeling van drogestof in de plant niet optimaal, aangezien bij de oogst vaak een forse bloeiwijze aanwezig was.

In de literatuur wordt algemeen aanbevolen om hennep niet voor half april te zaaien (Heuser, 1927; De Jonge, 1944; Senchenko & Demkin, 1972; Mathieu, 1980) en dit is

dan ook niet gedaan in de proeven die door Meijer en Mathijssen van 1987 tot 1989 uitgevoerd zijn. Aangezien hennep echter goed groeit bij lage temperaturen lag het voor de hand te onderzoeken in hoeverre eerder zaaien tot een vroegere gewassluiting en daarmee een hogere opbrengst zou kunnen leiden. In 1990, 1991 en 1992 zijn door het PAGV op proefboerderij 't Kompas te Valthermond zaaitijdenproeven uitgevoerd om dit te onderzoeken. Fundamenteel onderzoek naar het effect van temperatuur op ontwikkeling en groei van hennep is in 1991 en 1992 uitgevoerd in het fytotron van de LUW-vakgroep Agronomie.

In Nederland bloeien de Franse hennepcultivars begin augustus, na de bloei neemt de groeisnelheid van de stengel sterk af en begin september wordt de maximale stengelopbrengst bereikt. Besloten werd te onderzoeken in hoeverre latere bloei tot een hogere stengelopbrengst zou leiden. In 1990 en 1991 zijn door AB-DLO op proefboerderij De Bouwing te Randwijk veldproeven uitgevoerd waarin werd onderzocht in hoeverre het kunstmatig verhinderen van de bloei tot een hogere stengelopbrengst leidt.

In de in Nederland geteelde hennepgewassen gingen veel planten dood in de loop van het groeiseizoen. Dit leidt tot verliezen aan drogestof en daarmee een lage groeisnelheid. Schimmelziekten (vooral *Botrytis cinerea* maar ook *Sclerotinia sclerotiorum*) leken een belangrijke oorzaak van het uitvallen van planten. Wanneer echter door middel van preventieve bespuitingen met fungiciden het optreden van deze ziekten vrijwel werd voorkomen, trad nog aanzienlijke sterfte van planten op, blijkbaar als gevolg van sterke concurrentie tussen de hennepplanten onderling. De problematiek rond het uitvallen van planten in de loop van het groeiseizoen is in een groot aantal proeven onderzocht. In 1991, 1992 en 1993 zijn door het PAGV op proefboerderij 't Kompas te Valthermond proeven uitgevoerd om te onderzoeken in hoeverre een- of tweemaal spuiten met een fungicide opbrengstderiving als gevolg van het optreden van schimmelziekten kan verminderen. In 1991 en 1992 werd op het proefbedrijf van het PAGV te Lelystad onderzocht in hoeverre stikstofbemesting, rijenafstand en het type zaaimachine van invloed zijn op de onderlinge concurrentie in een hennepgewas en op de opbrengst en kwaliteit van het gewas. De invloed van stikstofbemesting op de groei en opbrengst van hennepgewassen werd in 1992 en 1993 meer in detail onderzocht op het proefbedrijf van het PAGV te Lelystad. De

invloed van het plantgetal op de onderlinge concurrentie, opbrengst en kwaliteit van vezelhenneep werd in 1991 en 1992 op proefboerderij De Bouwing onderzocht door AB-DLO.

Het aandeel van de bast in de drogestof van de stengel is de belangrijkste kwaliteitsparameter voor hennepstengels, geteeld als grondstof voor papierpulp. In het onderzoek dat van 1987 tot en met 1989 op het AB-DLO werd uitgevoerd was het bastaandeel in de stengel niet bepaald. In bijna alle van de bovengenoemde proeven is het bastaandeel in de stengel wel bepaald. In de literatuur (bijvoorbeeld Aloni, 1985) wordt gemeld dat de stengelopbrengst en het vezelgehalte van bastvezelgewassen verhoogd kan worden door een bespuiting met gibberelline, auxine of een combinatie van deze beide stoffen. Het effect van deze groeiregulatoren op de stengelopbrengst en het bastaandeel is in 1992 en 1993 onderzocht op het PAGV te Lelystad.

1.5 Onderzoeksmethoden

De in dit verslag beschreven resultaten zijn afkomstig van proefvelden op verschillende locaties (tabel 2). Tenzij anders vermeld was de fosfaat- en kalibemesting gelijk aan de gift die in de betreffende situatie aan een hoog productief wintertarwegewas gegeven zou worden. De stikstofgift, het gehalte aan N-mineraal in de bodem en de zaai- en oogstdata van de verschillende proeven zijn weergegeven in tabel 2.

Tenzij anders vermeld werden in deze proeven de behandelingen op kleine (20-40 m²) veldjes uitgevoerd. De gewassen werden geoogst door de planten van een oppervlak van 1 of 2 m² vlakbij de grond af te knippen. Bij de bepaling van de opbrengst is onderscheid gemaakt in levende en dode planten. Dode planten hebben geen of misschien zelfs een negatieve waarde, omdat de aanwezigheid van deze planten vermoedelijk ten koste gaat van de kwaliteit van een partij geoogste henneep. De opbrengst aan stengel is bepaald door de stengel tot de top van blad en bloeiwijze te ontdoen (en dus niet door de bovenste meter van de plant af te knippen). De hier weergegeven opbrengsten zullen vermoedelijk hoger liggen dan de opbrengsten die met dezelfde cultivars onder vergelijkbare omstandigheden bij

Tabel 2. Overzicht van de veldproeven met hennep in de periode 1990-1993.

onderwerp	locatie	jaar	N kg per ha		datum	
			N-gift	N-bodem ¹⁾	zaai	oogst
zaaitijdstip	Valthermond	1990	100	16 (0-30 cm)	van maart	10 sept.
		1991	100	16 (0-30 cm)	tot mei	2 sept.
		1992	120	18 (0-30 cm)		10 sept.
fungiciden	Valthermond	1991	100	16 (0-30 cm)	25 april	4 sept.
		1992	120	18 (0-30 cm)	23 april	8 sept.
		1993	120	22 (0-30 cm)	26 april	9 sept.
N-bermesting,	Lelystad	1991	55/175	25 (0-60 cm)	18 april	9 sept.
		1992	30/150	51 (0-90 cm)	8 mei	7 sept.
rijenafstand en zaaimethode						
N-trappen	Lelystad	1992	van 0	51 (0-90 cm)	8 mei	1 sept.
		tot 200	14 (0-90 cm)	27	april 2	sept.
groei-regulatie	Lelystad	1992	100	51 (0-90 cm)	8 mei	30 aug.
		1993	14 (0-90 cm)	27	april 31	aug.
daglengte	Randwijk	1990	135	72	2 april	26 sept.
		1991	75	17	april 23	sept.
plantgetal	Randwijk	1991	140	70	20 april	16 sept.
		1992	90	24	april 14	sept.

1) Bemonsteringsdiepte is tussen haakjes weergegeven.

een praktijkteelt behaald zouden worden. Bij een praktijkooft zullen grotere verliezen optreden: de onderste 10 à 15 cm en de top van de stengel worden niet meegeooft en kleine en gelegerde planten worden ook niet geooft.

Het bastaandeel in de stengel is bepaald door de van bladeren en bloeiwijze ontdane en gedroogde stengels te braken met een vlasbraak en vervolgens de kernresten te verwijderen uit de bast. Meer details over de uitvoering van de proeven worden gegeven in Van der Werf (1994).

2. BOUWPLAN EN BODEM

Hennep lijkt een aantrekkelijk gewas in het bouwplan te zijn. In de literatuur wordt hennep een goede voorvrucht genoemd, omdat het gewas onkruiden onderdrukt en een goede structuur van de bouwvoor achterlaat (Heuser, 1927). Hennep is vrij zelfverdraagzaam. In Rusland en de Oekraïne wordt hennep soms 5 tot 10 jaar achter elkaar op hetzelfde perceel verbouwd. Deze teeltwijze gaat ten koste van de opbrengst, maar de opbrengstreductie blijft beperkt (tot ongeveer 20%).

Onderzoek door IPO-DLO (Kok et al., 1993) laat zien dat hennep een onderdrukkend effect heeft op de bodemschimmel *Verticillium dahliae* en het maiswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne chitwoodi*). Hennep onderdrukt ook het Noordelijk wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne hapla*), zei het in wat mindere mate. Bovendien is voor dit laatste aaltje door CPRO-DLO (Hennink et al., 1993) vrijwel volledige resistentie gevonden, waarmee vermoedelijk rassen ontwikkeld kunnen worden die resistent tegen dit aaltje zijn.

In de literatuur wordt gemeld dat hennep erg gevoelig is voor wateroverlast en het best groeit op losse, goed doorwortelbare bodems (Van der Werf, 1991). Hennep stelt hoge eisen aan de toestand van de bouwvoor; verdichtingen in de bouwvoor leiden snel tot geremde groei. Hennep oefent een gunstige invloed uit op de bodemstructuur. Heuser (1927) roemt de positieve invloed van hennep op de structuur van een veengrond met name in een rotatie met aardappel. Een bodem-pH van minstens 5 wordt aanbevolen.

Van 1987 tot en met 1993 zijn op drie locaties veldproeven uitgevoerd: Valthermond (dalgrond), Lelystad (zware zavel) en Randwijk (zware rivierklei). De gewassen werden over het algemeen in april gezaaid en in september of oktober geoogst. In de meeste proeven werden in juni, juli en augustus ongeveer om de twee weken preventieve bespuitingen met fungiciden uitgevoerd om schimmelziekten te voorkomen. In deze proeven zijn opbrengsten behaald tussen 8 en 19 ton per ha drogestof van levende planten; de stengelopbrengsten varieerden tussen 7 en 17 ton per ha. Gemiddeld lagen de drogestofopbrengsten het laagst op de dalgrond (7 tot 13 ton per ha stengel) en het hoogst op de rivierklei (11 tot 17 ton per ha stengel). Het

verschil in opbrengst tussen de proeven op dalgrond en die op rivierklei was voor een deel het gevolg van de latere cultivars en latere oogsttijdstippen op de rivierklei. Het grootste deel van het opbrengstverschil moet echter een andere oorzaak hebben. Factoren die de lagere opbrengst op de dalgrond in Valthermond zouden kunnen verklaren zijn: het klimaat (Randwijk is warmer), de bodemgezondheid (deze is mogelijk slechter op de dalgrond), de hoge zuurgraad van de bodem onder de bouwvoor en de vochtvoorziening (minder gunstig op de dalgrond).

3. BEMESTING

3.1 Stikstofbemesting

In vezelhenneep worden de hoogste stengelopbrengsten bereikt bij stikstofgiften tussen de 150 en 240 kg per ha N (Aukema & Friederich, 1957; Jaranowska, 1964; Rivoira & Marras, 1975; Marras & Spanu, 1979). Het bastvezelgehalte in de stengel neemt af naarmate de stikstofgift hoger is, zodat de hoogste bastvezelopbrengsten bereikt worden bij stikstofgiften tussen de 50 en 150 kg per ha (Aukema & Friederich, 1957; Jaranowska, 1964; Rivoira & Marras, 1975). De afname van het aantal levende planten tijdens het groeiseizoen is vaak groter naarmate de stikstofgift hoger is (Jaranowska, 1964; Rivoira & Marras, 1975; Marras & Spanu, 1979).

In 1991 en 1992 werd op het PAGV in Lelystad de invloed van twee stikstofniveaus, drie rijenafstanden en twee typen zaaimachine onderzocht voor de cultivar Kompolti Hybrid TC. De resultaten met betrekking tot het effect van rijenafstand en zaaimachine worden in hoofdstuk 4 besproken. De stikstofniveaus waren 80 en 200 kg per ha N (kunstmeststikstof + bodemvoorraad). In deze proeven werden in juni, juli en augustus preventief bespuitingen met fungiciden uitgevoerd; in beide jaren kwamen er vrijwel geen door schimmel aangetaste planten voor.

Bij het stikstofniveau van 200 kg per ha was de begingroei vlotter en groeide het gewas langer door dan bij 80 kg per ha N: van 18 augustus tot 8 september nam de opbrengst bij 200 kg per ha N nog toe, terwijl er bij 80 kg per ha N een geringe afname was (tabel 3). Bij het hoge stikstofniveau was de concurrentie om licht aanzienlijk feller, waardoor er beduidend meer planten afstierven (tabel 3). Dit resulteerde in een groter drooggewicht van de dode planten bij de eind oogst (tabel 4). Het stikstofniveau had geen invloed op de bastopbrengst; het bastaandeel was bij 200 kg per ha N lager dan bij 80 kg per ha N (tabel 4).

We kunnen concluderen dat in deze proeven een stikstofniveau van 80 kg per ha onvoldoende was, aangezien het gewas in de tweede helft van augustus niet meer groeide. Het stikstofniveau van 200 kg per ha was mogelijk te hoog, maar bij gebrek aan tussenliggende stikstoftrappen valt daar weinig over te zeggen. Duidelijk is zeker

Tabel 3. Lichtonderschepping, aantal levende planten, bovengrondse drogestofopbrengst en stengelaandeel van hennep bij 80 en 200 kg per ha N (gemiddelden van drie rijenafstanden in 1991 en 1992) op het PAGV.

parameter	stik- stof- gift	oogstdatum				
		4 juni	23 juni	21 juli	18 aug.	8 sept.
lichtonder- schepping (%)	80 N	66,7 a ¹⁾	97,1 b	97,8 b	99,0 b	95,3 b
	200 N	67,3 a	98,0 a	99,4 a	99,2 a	96,6 a
levende planten per m ²	80 N	147 a	149 a	139 a	139 a	130 a
	200 N	147 a	150 a	130 b	110 b	94 b
bovengrondse droge stof (ton/ha)	80 N	0,82 b	3,54 b	7,77 b	11,95 a	11,77 b
	200 N	0,87 a	4,15 a	8,52 a	12,24 a	13,02 a
stengel- aandeel (%)	80 N	29 a	65 a	84 a	88 a	88 a
	200 N	30 a	63 b	82 a	86 b	87 a

¹⁾ Verschil in lettercode binnen een kolom duidt op een significant verschil tussen 80 en 200 N voor de betreffende variabele ($p \leq 0,05$).

Tabel 4. Stengelopbrengst van levende planten, bast- en houtopbrengst, bastaandeel in de stengel en opbrengst aan dode planten bij de eind oogst bij 80 en 200 kg per ha N (gemiddelden van drie rijenafstanden in 1991 en 1992) op het PAGV. De opbrengstcijfers betreffen ton drogestof per ha.

stikstof- gift	stengel- opbrengst	bast- opbr.	hout- opbr.	bast- aandeel	dode planten
80 N	10,35 b	3,65 a	6,63 b	35,6% a	0,77 b
200 N	11,30 a	3,83 a	7,47 a	34,0% b	1,07 a

dat het uitgangspantgetal van bijna 150 per m² te hoog was bij een stikstofniveau van 200 kg per ha, aangezien de concurrentie tussen de planten zo fel was dat er bij de oogst nog slechts 92 levende planten per m² over waren. De kwestie van het optimale plantgetal in vezelhennep wordt uitvoerig besproken in hoofdstuk 4.

In 1992 en 1993 werd op het PAGV een stikstoftrappenproef uitgevoerd met de cultivars Kompolti en Kompolti Hybrid TC. Een uitgebreider verslag van deze proef zal najaar 1994 verschijnen in het PAGV-Jaarboek 1993/1994. De resultaten met betrekking tot de cultivars worden in hoofdstuk 6 besproken. De stikstofgiften waren 0, 40, 80, 120, 160 en 200 kg per ha, de bodemvoorraad in de laag 0-90 cm bedroeg 51 kg per ha in 1992 en 14 kg per ha in 1993. Aangezien er, ondanks dit verschil in stikstofvoorraad in de bodem, voor de opbrengstparameters geen interactie was tussen stikstofgift en jaar, zijn alle gegevens hier als gemiddelden voor de beide jaren weergegeven. In deze proeven werden geen bespuitingen met fungiciden uitgevoerd, in 1992 was er weinig aantasting door schimmelziekten, in 1993 was er een forse aantasting door *Sclerotinia sclerotiorum* maar vooral door *Botrytis cinerea*. Op de gevolgen van deze schimmelziekten wordt ingegaan in hoofdstuk 5.

Het gemiddelde plantgetal kort na opkomst bedroeg 131 per m², bij de oogst in september was het aantal levende planten kleiner (tabel 5). Het aantal levende planten bij de oogst was kleiner naarmate de stikstofgift hoger was. De totale bovengrondse drogestofopbrengst (levende + dode planten) daarentegen was groter naarmate de stikstofgift hoger was (tabel 5). Aangezien het drogestofgewicht van dode planten alleen bij de laagste stikstofgift significant kleiner was dan bij de overige stikstofgiften was ook de drogestofopbrengst van levende planten groter naarmate de stikstofgift hoger was. Het aandeel van de stengel in de bovengrondse drogestof van de levende planten was bij 160 en vooral 200 kg per ha N lager dan bij de lagere stikstofgiften. Als gevolg hiervan nam de stengelopbrengst slechts tot en met de gift van 120 kg per ha toe met de stikstofbemesting (tabel 5). Ook het aandeel van de bast in de drogestof van de stengel was bij 160 en met name 200 kg per ha N lager dan bij de overige stikstofgiften (0 kg per ha N daargelaten), zodat ook de bastopbrengst slechts tot en met de gift van 120 kg per ha toenam met de stikstofbemesting.

Tabel 5. Invloed van de stikstofgift op het aantal levende planten bij de oogst, de totale bovengrondse drogestofopbrengst, de opbrengst aan dode planten, de opbrengst aan levende planten, het stengelaandeel in de drogestof, de stengelopbrengst aan levende planten, het bastaandeel en de bastopbrengst. Gemiddelden van de cultivars Kompolti en Kompolti Hybrid TC en van 1992 en 1993 op het PAGV.

parameter	stikstofgift (kg per ha N)						LSD (p = 0,05)
	0	40	80	120	160	200	
levende planten per m ² bij de oogst	111	89	75	72	53	52	10
drogestof dode + levende planten (ton per ha)	10,6	11,8	12,2	13,2	13,4	14,5	1,2
drogestof dode planten (ton per ha)	1,4	2,0	2,5	1,9	2,5	2,4	0,5
drogestof levende planten (ton per ha)	9,2	9,8	9,7	11,3	10,9	12,1	1,3
stengelaandeel in drogestof levende planten (%)	87,1	88,3	87,4	87,8	86,7	85,0	0,6
drogestof stengel (ton per ha)	8,1	8,7	8,5	9,9	9,5	10,3	1,2
bastaandeel in de stengel (%)	33,2	35,4	35,9	35,9	34,0	33,1	2,7
drogestof bast (ton per ha)	2,7	3,1	3,0	3,5	3,2	3,4	0,5

De uitkomsten van deze proef komen redelijk overeen met literatuurrezultaten over de invloed van stikstofbemesting op de opbrengst van vezelhennepe. Aangezien deze proef slechts op één locatie gedurende twee jaar werd uitgevoerd, kunnen de

uitkomsten niet meer dan een eerste indicatie geven ten aanzien van de optimale stikstofbemesting voor vezelhennep in Nederland. De proef zou nog enkele jaren op meerdere locaties herhaald moeten worden om beter uitsluitel te verkrijgen over de optimale gift, rekening houdend met de bodemvoorraad na de winter. Voorlopig lijkt in de praktijk een gift van 120 kg per ha N, exclusief de bodemvoorraad, vereist bij een drogestofopbrengst van 13 ton per ha bovengronds materiaal. Ook in deze proef blijken de plantgetallen vooral bij de hogere stikstofgiften veel te hoog te zijn geweest, gezien de grote aantallen planten die dood gingen in de loop van het groeiseizoen, ook wanneer weinig schimmelziekten voorkwamen. Op de rol van het plantgetal wordt in hoofdstuk 4 uitvoerig ingegaan.

3.2 Fosfaat- en kalibemesting

Bemestingsadviezen voor akkerbouwgewassen worden gewoonlijk geformuleerd op basis van een groot aantal bemestingsproeven. Voor fosfaat en kali hangen de geadviseerde hoeveelheden dan, behalve van het betreffende gewas, af van de bemestingstoestand van de grond en de vruchtopvolging waarin het gewas voorkomt. Om voor hennep een dergelijk advies op te stellen zijn geen gegevens beschikbaar. Wel kan een bemestingsadvies geformuleerd worden op basis van de onttrekking door het gewas. Op basis van literatuurgegevens (Van der Werf, 1991) wordt de onttrekking per ton drogestof aan stengel geschat op 15 kg K_2O en 4 kg P_2O_5 . Hierbij wordt ervan uitgegaan dat het blad op het land achterblijft. Voor K_2O en P_2O_5 kan bij de bemesting uitgegaan worden van de op grond van de verwachte opbrengst geschatte onttrekking. Bij een opbrengstverwachting van 10 ton per ha aan stengel moet er dan 150 kg per ha K_2O en 40 kg per ha P_2O_5 toegediend worden.

4. ZAAIEN

4.1 Zaaitijdstip

Alhoewel hennep goed groeit bij lage temperaturen, wordt in het algemeen aanbevolen het gewas niet voor half april te zaaien (Heuser, 1927; De Jonge 1944; Senchenko & Demkin, 1972; Mathieu, 1980). In 1990, 1991 en 1992 zijn op proefboerderij 't Kompas te Valthermond zaaitijdenproeven uitgevoerd. In deze proeven werden de cultivars Fédrina 74, Kompolti Hybrid TC en Kompolti Sárgaszárú gezaaid op drie of vier zaaitijdstippen tussen half maart en begin mei (in 1991 zelfs 22 mei). De datum waarop 50% van de planten was opgekomen werd vastgesteld. Na opkomst werden de gewassen gedund op een plantgetal van 64 per m². In de periode tussen opkomst en het bereiken van een gesloten gewas werd wekelijks het percentage licht dat door het gewas werd onderschept, vastgesteld. In juni, juli en augustus werden bespuitingen met fungiciden uitgevoerd en begin september werd de opbrengst bepaald.

In elk van de drie jaren en voor alle drie cultivars bleek eenzelfde temperatuursom (450-500 °Cd, bij een basistemperatuur van 0 °C) vereist te zijn van zaai totdat een gesloten gewas bereikt werd (Van der Werf, 1994). Het bloeitijdstip werd niet beïnvloed door het zaaitijdstip. Het effect van het zaaitijdstip op de periode van zaai tot opkomst en op de periode van opkomst totdat een gesloten gewas (90% onderschepping van het inkomende zonlicht) bereikt werd, is voor een jaar met gemiddelde temperaturen weergegeven in tabel 6. Bij zaai op 15 april wordt op 1 juni een gesloten gewas bereikt. Wanneer er 30 dagen eerder wordt gezaaid, op 16 maart, verlopen de opkomst en de begingroei trager, maar wordt toch 12 dagen eerder een gesloten gewas bereikt. Wanneer er op 15 mei in plaats van 15 april gezaaid wordt, verlopen de opkomst en de begingroei sneller, maar sluit het gewas 19 dagen later dan bij zaai op 15 april.

Onder optimale omstandigheden (geen ziekten, geen gebrek aan vocht of mineralen) is de opbrengst van een gewas evenredig aan de hoeveelheid licht die in de loop van het groeiseizoen opgevangen is. In deze zaaitijdenproeven hebben de vroeg

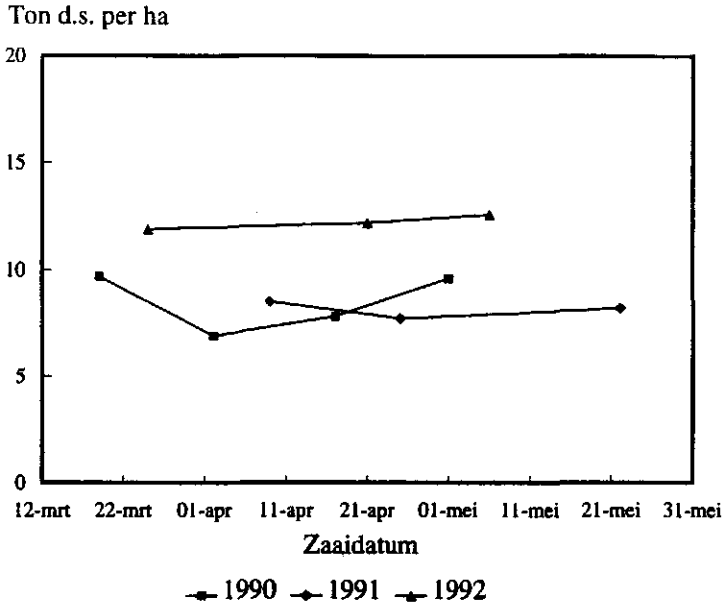
Tabel 6. Het effect van het zaaitijdstip op de duur van de periode van zaai tot opkomst en van opkomst tot 90% lichtonderschepping door het gewas. Berekend op basis van gemiddelde temperaturen (1960-1990) en de resultaten van zaaitijdenproeven in 1990, 1991 en 1992 in Valthermond.

zaaidatum	duur van periode (dagen)		datum van 90% lichtonderschepping
	zaai tot opkomst	opkomst tot 90% lichtonderschepping	
16 maart	16	49	20 mei
31 maart	13	42	25 mei
15 april	11	36	1 juni
30 april	8	32	9 juni
15 mei	7	29	20 juni

gezaaide hennepgewassen meer licht onderschept dan de laatgezaaide omdat ze eerder gesloten waren. In geen van de drie jaren en voor geen van de drie cultivars leidde vroeger zaaien echter tot een hogere stengelopbrengst (figuur 3). Ook het aandeel van de bast in de drogestof van de stengel werd niet beïnvloed door het zaaitijdstip. Alleen in 1990 was er een significant effect van zaaitijdstip op de stengelopbrengst: de op 2 en 17 april gezaaide gewassen waren beschadigd door nachtvorst en brachten minder op dan de op 19 maart en 1 mei gezaaide gewassen (figuur 3). De cultivars verschilden wel significant in stengelopbrengst en bastaandeel; dit komt aan de orde in hoofdstuk 6.

De reden voor het ontbreken van een positief effect van vroeg zaaien op de stengelopbrengst is niet duidelijk. Mogelijk was in deze proeven niet de hoeveelheid licht die onderschept werd, maar een andere factor (pH van de ondergrond, vochtvoorziening?) beperkend voor de opbrengst. Ook zouden de lage temperaturen waaraan het gewas bij vroeg zaaien wordt blootgesteld een stress kunnen vormen, die de groeisnelheid van het gewas later in het seizoen nadelig beïnvloedt. Hoe dan ook, op basis van deze in de Veenkoloniën uitgevoerde proeven kan niet geconcludeerd worden dat het zinvol is vroeg te zaaien.

Het zaaitijdenonderzoek heeft inzicht opgeleverd in de nachtvorstgevoeligheid van hennep. Gebleken is dat hennep schade oploopt wanneer de temperatuur daalt tot



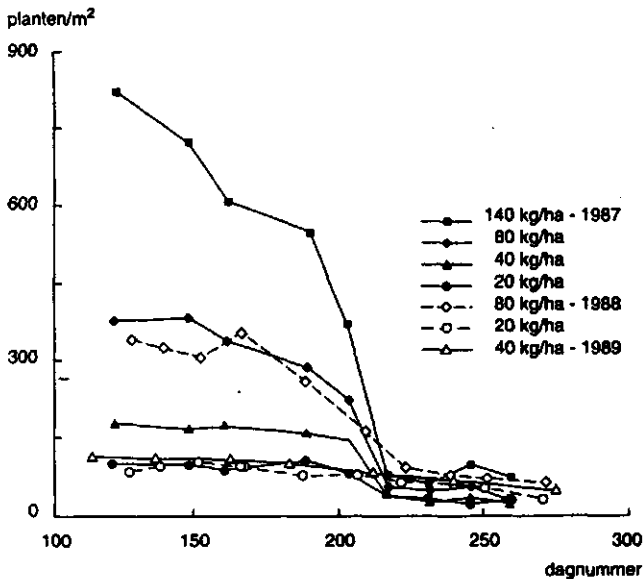
Figuur 3. Het effect van het zaaitijdstip op de drogestofopbrengst aan stengel (ton/ha) van vezelhennep te Valthermond, geoogst begin september in 1990, 1991 en 1992. Gegevens zijn gemiddelden van de cultivars Fédrina 74, Kompolti Hybrid TC en Kompolti Sárgeaszárú.

-6 °C of lager. In 1990 traden dergelijke temperaturen eind mei op. Het op 19 maart gezaaide hennepgewas was op dat moment het hoogst en had de meeste massa. De vorst beschadigde dit gewas nauwelijks. De op 2 en 17 april gezaaide hennepgewassen hadden minder bovengrondse massa gevormd en werden ernstig beschadigd; van sommige planten was de bovenste helft dood. De op 1 mei gezaaide hennep verkeerde bij het optreden van de vorst in het kiemplantstadium en onderzond geen enkele schade.

Concluderend lijkt het voorlopig weinig zinvol eerder dan half april te zaaien. Met name op dalgrond vergroot dit de kans op schade door nachtvorst, zonder dat het hogere opbrengsten mogelijk lijkt te maken. Nader onderzoek op klei- en zandgrond zal moeten leren in hoeverre vroeg zaaien op deze gronden tot opbrengstverhoging leidt.

4.2 Plantgetal

De in de literatuur aanbevolen zaaizaadhoeveelheid voor vezelhennep ligt tussen de 40 en 150 kg per ha. Dit komt overeen met ongeveer 200 tot 750 planten per m² kort na opkomst (Dempsey, 1975). Een toename van het plantgetal van 80 tot 400 per m² heeft vrijwel geen effect op de stengelopbrengst. De kwaliteit van de stengel (het bastaandeel) neemt echter wel toe naarmate het plantgetal hoger is. Uit het onderzoek dat is uitgevoerd door Meijer en Mathijssen (AB-DLO) van 1987 tot en met 1989 is gebleken dat in de in Nederland verbouwde hennepgewassen minder planten overleven tot de eind oogst dan beschreven wordt voor hennepgewassen verbouwd in andere landen in Europa (figuur 4). Een nadere analyse van de resultaten van Meijer en Mathijssen en van de uitkomsten van plantgetalproeven die in 1991 en 1992 in Randwijk zijn uitgevoerd, heeft geleerd dat deze verschillen in aantallen overlevende planten voornamelijk het gevolg zijn van verschillen in opbrengstniveau. Bij hoge plantdichtheden zoals die in hennep nagestreefd worden, kan de concurrentie tussen de planten zo fel zijn, dat een deel van de planten sterk achterblijft in



Figuur 4. Het verloop van het aantal levende hennepplanten gedurende het groeiseizoen voor gewassen van verschillende zaaidichtheden in 1987, 1988 en 1989, cultivar Fédrina 74.

groei en uiteindelijk afsterft. Dit verschijnsel is onder andere bekend vanuit de bosbouw en wordt zelfdunning genoemd (Westoby, 1984). Zelfdunning is ongewenst, aangezien planten die in de loop van het groeiseizoen doodgaan niet geoogst worden. Gebleken is dat het maximaal mogelijke aantal levende planten per oppervlakte-eenheid kleiner is naarmate het gemiddelde plantgewicht groter is. Met andere woorden (en extreem gesteld): op een hectare passen minder 100 jaar oude eiken dan radijsjes van zes weken.

In hennep ligt het maximaal mogelijke aantal levende planten bij een bovengrondse drogestofopbrengst van 10 ton per ha op circa 460 per m² en bij 15 ton per ha op circa 120 per m². In veel van de traditionele hennepgebieden in Europa worden opbrengsten van 8 tot 10 ton per ha gehaald, in Nederland hebben we, dankzij een wat latere bloei en een vermoedelijk betere vochtvoorziening, opbrengsten van 10 tot meer dan 15 ton per ha behaald. Als gevolg van de hogere opbrengsten zal de maximaal mogelijke plantdichtheid in Nederland lager liggen.

In 1991 en 1992 is de cultivar Kompolti Hybrid TC verbouwd bij 10, 30, 90 en 270 planten per m² op proefboerderij De Bouwing in Randwijk. In de loop van het groeiseizoen werden regelmatig bespuitingen tegen schimmels uitgevoerd, *Botrytis* en *Sclerotinia* kwamen in deze proeven nauwelijks voor. Bij het plantgetal 90 per m² werd half september de hoogste stengelopbrengst van levende planten behaald.

Tabel 7. Het effect van plantgetal op de opbrengst en het bastaandeel in de stengel van vezelhen-
nep. Gemiddelde gegevens van 16 september 1991 en 14 september 1992 voor de cultivar
Kompolti Hybrid TC.

parameter	dichtheid bij opkomst (planten/m ²)			
	10	30	90	270
	10	29	72	111
bovengrondse drogestof (ton/ha)	13,8	17,4	17,5	15,1
stengel drogestof (ton/ha)	10,8	14,5	15,1	12,9
bast in drogestof stengel (%)	32,8	33,8	35,7	35,0

Ook het aandeel van de bast in de drogestof van de stengel was bij dit plantgetal het hoogst (tabel 7). Bij het plantgetal 270 per m² trad veel zelfdunning op en was de stengelopbrengst aanzienlijk lager dan bij 90 per m². Een plantgetal van 90 per m² lijkt voorlopig een goede keuze voor vezelhennepgewassen in Nederland. Bij een zaadgewicht van 21 mg en een veldopkomst van 85% moet er dan circa 22 kg zaad per ha gezaaid worden. Nieuw plantgetalonderzoek met een wat nauwere reeks van plantgetallen zal een nauwkeuriger bepaling van het optimale plantgetal mogelijk maken.

4.3 Zaaimethode

In vezelhennepe worden de hoogste stengelopbrengsten bereikt bij rijenafstanden tussen de 8 en 20 cm (Marquart, 1919; Aukema & Friederich, 1957; Jaranowska, 1963; Van der Schaaf, 1966; Dempsey, 1975). In de literatuur wordt aanbevolen om hennep op een diepte van 4 tot 5 cm te zaaien (Heuser, 1927; Spaldon & Laskos, 1964; Senchenko & Timonin, 1978). Zaadontsmetting wordt aanbevolen, tegen kiemen bodemschimmels en vogelvraat.

In 1991 en 1992 is op het PAGV het effect van het type zaaimachine en de rijenafstand op de stengelopbrengst onderzocht bij de cultivar Kompolti Hybrid TC (tabel 8). In deze proeven had precisiezaai ten opzichte van gewone rijenzaai, bijvoorbeeld met een nokkenradzaaimachine, geen effect op zelfdunning, stengel- en bastopbrengst en bastgehalte. Aanvankelijk was de drogestofproductie bij een nauwere rijenafstand hoger, maar later in het groeiseizoen verdween dit verschil (tabel 8). Wel gingen er bij een rijenafstand van 50 cm wat meer planten dood als gevolg van felle competitie tussen de planten. In het voorjaar was het gewas eerder gesloten naarmate de rijenafstand nauwer was, zodat verwacht mag worden dat de onkruidonderdrukkende werking van het gewas beter is naarmate de rijenafstand nauwer is. In 1991, 1992 en 1993 is in Valthermond bij twee rijenafstanden (12,5 en 25 cm) de invloed van bespuitingen met fungiciden op de opbrengst van vezelhennepe onderzocht. In deze proeven had de rijenafstand eveneens geen effect op opbrengst en

Tabel 8. Lichtonderschepping, aantal levende planten, bovengrondse drogestofopbrengst en stengelopbrengst van hennep bij 12½, 25 en 50 cm rijenafstand (gemiddelde van twee stikstofgiften in 1991 en 1992) op het PAGV.

parameter	rijen- afstand (cm)	oogstdatum				
		4 juni	23 juni	21 juli	18 aug.	8 sept.
lichtonder- schepping (%)	12½	75,8 a ¹⁾	98,2 a	99,1 a	99,1 a	96,3 a
	25	66,5 b	97,4 a	98,8 a	99,1 a	96,1 a
	50	50,3 c	96,7 b	97,3 b	99,1 a	94,9 b
aantal levende planten per m ²	12½	147 a	148 a	133 a	124 a	111 a
	25	147 a	150 a	135 a	127 a	116 ab
	50	145 a	149 a	136 a	121 a	104 b
boven- grondse droge stof (ton/ha)	12½	0,97 a	4,08 a	8,30 a	12,31 a	12,19 a
	25	0,80 b	3,72 b	8,10 a	12,18 a	12,71 a
	50	0,69 c	3,63 b	7,94 a	11,50 a	12,15 a
stengel- opbrengst (ton d.s./ha)	12½	0,29 a	2,63 a	6,91 a	10,69 a	10,70 a
	25	0,23 b	2,38 b	6,75 a	10,61 a	11,03 a
	50	0,23 b	2,26 c	6,62 a	9,94 a	10,66 a

¹⁾ Verschil in lettercode binnen een kolom duidt op een significant effect van rijenafstand ($p \leq 0,05$) op de betreffende parameter.

kwaliteit. De uitkomsten met betrekking tot de fungiciden worden besproken in hoofdstuk 5.

De conclusie luidt dat hennep met een gewone rijenzaaimachine kan worden gezaaid op een rijenafstand van 12,5 of 25 cm.

5. ONKRUID- EN ZIEKTEBESTRIJDING, GROEIREGULATIE

5.1 Onkruidbestrijding

In de literatuur wordt aangegeven dat in het algemeen in vezelhennep geen onkruidbestrijding nodig is, omdat het gewas dankzij de snelle groei en het hoge plantgetal de onkruiden verstikt (Heuser, 1927; Tarasov, 1975). Lotz et al. (1991) stelden vast dat hennep de groei en vemenigvuldiging van het meerjarige onkruid knolcyperus (*Cyperus esculentus*) veel beter onderdrukte dan andere gewassen zoals mais of wintergerst.

Onze ervaringen bevestigen de sterke onkruidonderdrukkende werking van hennep. In de plantgetalproeven, die op rivierklei in Randwijk werden uitgevoerd, was het bij 10 en 30 planten per m² nodig om onkruid met de hand te verwijderen, bij 90 en 270 planten per m² werd het onkruid door het gewas onderdrukt. Ook in de op zeeklei (PAGV) uitgevoerde proeven werd het onkruid door het gewas onderdrukt. In de op dalgrond uitgevoerde zaaitijdenproeven vormde het onkruid soms wel een probleem. Dit komt vermoedelijk omdat deze gronden erg onkruidrijk zijn en het plantgetal in deze proeven relatief laag (64 per m²) was. Met name in de in mei gezaaide gewassen was het soms nodig om onkruid met de hand te verwijderen. In de meeste gevallen zal het gewas de onkruiden effectief kunnen onderdrukken. Vooral op onkruidrijke gronden zoals in de Veenkoloniën is het belangrijk dat het plantgetal voldoende hoog is, er niet te laat gezaaid wordt en de rijenafstand niet te groot is (beter 12,5 dan 25 cm).

Uit de literatuur is bekend dat een aantal herbiciden toegepast kunnen worden in vezelhennep. In noodgevallen zou een herbicidetoepassing nuttig kunnen zijn. Op dit moment zijn er geen herbiciden toegelaten in hennep.

5.2 Schimmelziekten

In de huidige teeltgebieden wordt hennep als een vrijwel ziektevrij gewas beschouwd. Dat dit in Nederland anders ligt bleek in 1987, toen met de Franse eenhuizige cultivars Fédora 19 en Fédrina 74 een veldproef in de Flevopolder werd uitgevoerd. In dat natte jaar richtten de schimmels *Sclerotinia sclerotiorum* en vooral *Botrytis cinerea* grote schade aan in de hennepgewassen en werden stengelopbrengsten van slechts 8 ton drogestof per ha behaald (Meijer & De Meijer, 1990). In 1988 en 1989 werden op proefboerderij De Bouwing veldproeven uitgevoerd met de cultivar Fédrina 74. In deze proeven werden preventief regelmatig bespuitingen met fungiciden uitgevoerd om problemen met schimmels te voorkomen en werden stengelopbrengsten van 11 à 12 ton per ha behaald. In de meeste van de proeven die in dit verslag worden gerapporteerd, zijn op dezelfde wijze preventieve bespuitingen uitgevoerd. De cultivar die het meest in de proeven gebruikt is (Kompolti Hybrid TC) lijkt wat gevoeliger voor *Botrytis* te zijn dan de andere cultivars. Er is gekozen voor preventief spuiten met fungiciden omdat het optreden van schimmels het moeilijk zou maken om het effect van andere factoren nauwkeurig te meten. Verondersteld is dat de veredelaars op den duur voor cultivars zullen zorgen die minder van *Botrytis* te duchten hebben. Het gevolg van deze werkwijze is dat slechts in beperkte mate bekend is welke opbrengsten behaald worden zonder dit preventieve gebruik van fungiciden.

Aantasting door *Botrytis cinerea* vindt vooral plaats op de stengel. Eerst ontstaat een grauw schimmelpluis, dat meestal op of vlakbij een stengelknoop een manchet rond de stengel vormt. De schimmel tast het stengelweefsel aan, waarna de plant boven de aantasting verlept, vaak knakt en uiteindelijk afsterft. Van *Botrytis* is bekend dat deze schimmel vooral optreedt onder koude en natte omstandigheden. In de vier jaren van dit henneproject sloeg *Botrytis* inderdaad hevig toe in de koele en natte zomers van 1990 en 1993. Aantasting door *Botrytis* werd waargenomen vanaf eind juni. In de warme en droge zomers van 1991 en 1992 was de aantasting gering. *Sclerotinia sclerotiorum* werd veel minder waargenomen dan *Botrytis*. Deze schimmel vormt een wit manchet van schimmelpluis om de stengel met daarin de kenmerkende, zwarte "rattekeutels".

In de in hoofdstuk 3 besproken stikstoftrappenproef die in 1992 en 1993 werd uitgevoerd op het PAGV in Lelystad vonden geen bespuitingen met fungiciden plaats. In 1992 was er in deze proef weinig aantasting door schimmelziekten, in 1993 was er een forse aantasting door *Sclerotinia sclerotiorum* maar vooral door *Botrytis cinerea*.

In tabel 9 zijn enkele belangrijke gewasparameters voor deze beide jaren weergegeven. Kort na opkomst van het gewas was het plantgetal 149 per m² in 1992 en 114 per m² in 1993, bij de oogst in september was de totale bovengrondse drogestofopbrengst 13,8 ton per ha in 1992 en 11,4 ton per ha in 1993 (tabel 9). In hoofdstuk 4 is

Tabel 9. Opbrengst parameters van de stikstoftrappenproef (zie tabel 5) in een jaar met weinig aantasting door *Botrytis cinerea* en *Sclerotinia sclerotiorum* (1992) en in een jaar met veel aantasting door deze schimmelziekten (1993). Gemiddelden van twee rassen en zes stikstoftrappen.

parameter	jaar	
	1992	1993
levende planten per m ² mei	149	114
september	96	55
drogestof dode + levende planten (ton per ha)	13,8	11,4
drogestof dode planten (ton/ha)	1,1	3,9
drogestof levende planten (ton/ha)	12,7	8,3
drogestof gewicht (g) per dode plant	20,7	52,5

uiteengezet dat als gevolg van felle concurrentie tussen de planten er zelfdunning optreedt in een hennepgewas, hetgeen er toe leidt dat het maximaal mogelijke aantal levende planten lager is naarmate het opbrengstniveau hoger is. Het aantal nog levende planten per m² bij de oogst was 96 in 1992 en 55 in 1993. Indien de plantsterfte alleen veroorzaakt was door zelfdunning had het aantal overlevende planten in 1993 hoger moeten zijn dan in 1992, omdat de opbrengst in 1993 lager was dan in 1992. Blijkbaar was de ernstige aantasting door schimmelziekten in 1993 een belangrijke oorzaak van plantsterfte. Het aantal planten per m² dat stierf tijdens het groeiseizoen bedroeg 53 in 1992 en 59 in 1993; het dooggewicht van de dode

drogestof was echter in 1993 bijna driemaal zo hoog als in 1992. Dit verschil in het gemiddelde gewicht van een dode plant tussen de beide jaren zal voor een deel zijn oorzaak vinden in het verschil in uitgangsplantgetal tussen 1992 (149 per m²) en 1993 (114 per m²) tijdens het groeiseizoen, maar suggereert ook dat de planten die doodgaan als gevolg van schimmelziekten zwaarder zijn dan de planten die sterven als gevolg van zelfdunning. Het verschil tussen de beide jaren in het gewicht van de dode planten (2 ton per ha) geeft in ieder geval een indicatie van de aanzienlijke schade die een forse schimmelaantasting in een hennepgewas kan veroorzaken.

Aangezien dode planten in een hennepgewas grotendeels gelegerd zijn, zal een aanzienlijk deel van het dode materiaal bij machinale oogst in de praktijk niet geoogst worden. De aanwezigheid van dood materiaal in het geoogste produkt is vermoedelijk ongewenst, aangezien de door schimmels aangetaste vezels van deze planten ten koste van de pulpqualiteit gaan.

In 1991, 1992 en 1993 werd in een proef op proefboerderij 't Kompas te Valthermond met de cultivar Kompolti Hybrid TC onderzocht of preventief spuiten met het middel vinchlozolin + uitvloeier (in de praktijk niet toegelaten in hennep) de aantasting door bovengenoemde schimmels kon verminderen. De volgende spuitregimes werden met elkaar vergeleken:

- niet spuiten;
- één keer spuiten: bij ongeveer 50% grondbedekking door het gewas;
- twee keer spuiten: bij ongeveer 50% grondbedekking door het gewas + 10 dagen daarna.

Vaker spuiten, bijvoorbeeld om de twee à drie weken, zou in de praktijk met een normale veldspuit niet uitvoerbaar zijn vanwege de grote hoogte van het gewas, hoogstwaarschijnlijk economisch niet rendabel en voor het milieu niet verantwoord. Deze mogelijkheid is in deze proef dan ook niet onderzocht. In tegenstelling tot de overige in dit verslag besproken proeven, waarin de behandelingen werden uitgevoerd op brutovelden met een oppervlakte van 20-40 m², waren in deze proeven de brutovelden groter: 225 m². Er werd gewerkt met relatief grote brutovelden om de kans op randeffecten (verspreiding van schimmelziekten vanuit onbehandelde naar behandelde velden) te verkleinen. In de loop van het groeiseizoen zijn geen tellingen

ten aanzien van de ziekteaantasting verricht. De opbrengst werd bepaald op een oppervlak van 2 m², middenin het brutoveld.

Gemiddeld over de drie proefjaren bedroeg het plantgetal kort na opkomst 100 per m². Het aantal planten dat nog leefde bij de oogst in september bedroeg 56 per m² wanneer geen bespuiting was uitgevoerd en 62 per m² na een- of tweemaal preventief spuiten (tabel 10). De drogestofopbrengst aan levende planten bedroeg 11,5 ton

Tabel 10. Invloed van bespuiting met een fungicide op het aantal levende planten bij de oogst, de totale drogestofopbrengst en de stengelopbrengst van levende planten en de drogestofopbrengst van dode planten. Gemiddelden van 1991, 1992 en 1993.

parameter	0 x spuiten	1 x spuiten	2 x spuiten	LSD
levende planten per m ² bij de oogst	56	62	62	5
drogestofopbrengst levende planten (ton per ha)	11,5	11,9	11,8	n.s.
stengelopbrengst van levende planten (ton d.s. per ha)	10,0	10,2	10,2	n.s.
drogestofopbrengst van dode planten (ton per ha)	0,89	0,66	0,60	0,11

per ha wanneer geen bespuiting was uitgevoerd, 11,9 ton per ha na eenmaal spuiten en 11,8 ton per ha na tweemaal spuiten. Deze verschillen waren echter niet significant. De stengelopbrengst van levende planten vertoonde soortgelijke, eveneens niet-significante verschillen: 10,0 ton per ha zonder bespuitingen en 10,2 ton per ha na één- of tweemaal spuiten (tabel 10). Het drogestofgewicht van dode planten was na één- of tweemaal spuiten kleiner dan wanneer er geen bespuitingen uit waren gevoerd. Dit verschil was klein (0,2 à 0,3 ton per ha), maar wel significant. Wanneer naar de drie proefjaren afzonderlijk wordt gekeken, had preventief spuiten alleen in 1993 een significant effect op de drogestofopbrengst aan levende planten (tabel 11). Opmerkelijk was in 1993 dat de opbrengstverhoging na één keer spuiten (1,1 ton per ha) groter was dan na twee keer spuiten (0,5 ton per ha). Mogelijk

waren twee bespuitingen met het gebruikte middel + uitvloeier wat te agressief voor het gewas, waardoor enige groeiremming optrad. Het drogestofgewicht van dode planten bedroeg 0,8 ton per ha voor het onbehandelde gewas en 0,4 ton per ha na een- of tweemaal spuiten.

Tabel 11. Invloed van bespuiting met een fungicide op de totale drogestofopbrengst en stengelopbrengst van levende planten en op de drogestofopbrengst van dode planten. Gegevens van 1993.

parameter	0 x spuiten	1 x spuiten	2 x spuiten	LSD
drogestofopbrengst levende planten (ton per ha)	11,2	12,3	11,7	0,4
stengelopbrengst (ton d.s. per ha)	9,9	10,8	10,4	0,3
drogestofopbrengst van dode planten (ton per ha)	0,81	0,35	0,44	0,08

Voor de praktijk lijkt preventief spuiten tegen de schimmelziekten *Botrytis* en *Sclerotinia* niet zinvol, alleen in erg natte zomers mag een positief effect op de opbrengst worden verwacht. Omdat dergelijke zomers niet zo vaak voorkomen, zal een preventieve bespuiting in de meeste jaren geen effect hebben en het gewassaldo verlagen. Aangezien er rasverschillen lijken te bestaan in vatbaarheid voor *Botrytis*, kunnen er mogelijk door veredeling rassen beschikbaar komen die minder vatbaar zijn voor deze schimmelziekte.

5.3 Groeiregulatoren

Bespuiting van hennep met gibberelline heeft geleid tot een verhoging van de stengelopbrengst en het bastvezelgehalte (Milewa, 1968; Khryanin, 1971) en tot vergroting van de lengte en diameter van de bastvezelcellen (Atal, 1961; Stant, 1961; Stant, 1963). Volgens Aloni (1985) geeft spuiten met een combinatie van auxine en gibberelline een beter effect dan een behandeling met gibberelline alleen.

In 1992 en 1993 is op het PAGV met de cultivar Kompolti onderzocht of bespuitingen

met auxine en gibberelline op een veldgewas hennep de stengel- en bastopbrengst inderdaad verhogen. Om een beter inzicht te krijgen in de werking van gibberelline in de hennepplant werd ook een bespuiting met het anti-gibberelline triapenthenol uitgevoerd. Overigens is geen van deze middelen in de praktijk toegelaten in hennep. De volgende behandelingen werden vergeleken:

onbehandeld	:	1992: 400 l/ha water;
	:	1993: geen bespuiting;
auxine laag	:	2,0 g 1-naftylazijnzuur (auxine) in 400 l/ha water;
auxine hoog	:	4,0 g 1-naftylazijnzuur (auxine) in 400 l/ha water;
gibberelline laag	:	20 g GA3 (gibberelline) in 400 l/ha water;
gibberelline hoog	:	40 g GA3 (gibberelline) in 400 l/ha water;
aux. + gibb. laag	:	2,0 g 1-naftylazijnzuur + 20 g GA3 in 400 l/ha water;
aux. + gibb. hoog	:	4,0 g 1-naftylazijnzuur + 40 g GA3 in 400 l/ha water;
triapenthenol laag	:	1 kg triapenthenol in 400 l/ha water;
triapenthenol hoog	:	2 kg triapenthenol in 400 l/ha water.

De bespuiting met triapenthenol werd eenmaal uitgevoerd, bij 50% grondbedekking. Alle andere bespuitingen werden driemaal uitgevoerd, de eerste keer bij 50% grondbedekking en vervolgens na één en twee weken. In deze proeven werden in juni en juli preventief bespuitingen met fungiciden uitgevoerd. De resultaten zijn weergegeven in tabel 12. Voor veel van de gewasparameters was er een significant interactie-effect tussen behandeling en proefjaar en daarom zijn de resultaten voor 1992 en 1993 afzonderlijk vermeld.

Het plantgetal kort na opkomst bedroeg 90 per m² in 1992 en 100 per m² in 1993. Bij de oogst in september leefden er bij het onbehandelde object nog 78 planten per m² in 1992 en 55 planten per m² in 1993 (tabel 12). In 1992 leidde bespuiting met de hoge concentratie auxine tot een groter aantal levende planten bij de eindoogst. Toepassing van gibberelline, auxine + gibberelline en triapenthenol verlaagde het aantal levende planten bij de eindoogst (tabel 12). In 1993 trad, ondanks de preventieve bespuitingen met fungiciden, veel *Botrytis*-aantasting op, wat ongetwijfeld mede een oorzaak was van het lage aantal overlevende planten. Alleen de hoge concentratie triapenthenol had in 1993 een significant effect op het aantal overlevende planten bij de eindoogst: bij dit object waren 71 levende planten per m² aanwezig,

Tabel 12. Invloed van behandeling met groeiregulatoren in een lage en een hoge concentratie op plantlengte, aantal levende en dode planten bij de oogst en opbrengst hiervan, stengelopbrengst en -aandeel en bastopbrengst en -aandeel van vezelhenep in 1992 en 1993.

parameter	jaar	onbehandeld		auxine		gibberelline		aux. + gibb.		triantenol		LSD	
		laag	hoog	laag	hoog	laag	hoog	laag	hoog	laag	hoog	middel-	middel-
													onbehandeld
levende planten	1992	78	84	88	88	64	29	55	43	64	68	10	9
per m ² bij de oogst	1993	55	52	52	52	60	49	51	60	58	71	10	9
drogestofopbrengst	1992	0,8	1,2	0,4	0,4	3,8	6,6	3,6	4,5	1,4	0,5	1)	1)
dode planten (ton per ha)	1993	2,6	2,6	3,4	3,4	1,8	3,1	2,3	3,0	0,8	0,6	1)	1)
plantlengte bij	1992	215	230	212	212	225	246	211	227	151	149	30	26
oogst (cm)	1993	220	227	238	238	238	225	230	238	196	158	30	26
drogestofopbrengst	1992	15,1	15,5	16,2	16,2	12,2	7,0	10,1	8,2	9,0	9,5	1,8	1,5
levende planten (ton per ha)	1993	9,9	9,5	9,8	9,8	9,8	8,8	9,2	9,1	11,4	10,1	1,8	1,5
stengelaandeel (%)	1992	87,1	87,6	87,0	87,0	85,0	88,1	86,4	88,0	71,7	70,0	2)	2)
	1993	88,7	86,7	86,8	86,8	87,7	87,3	87,3	86,1	81,3	76,1	2)	2)
stengelopbrengst	1992	13,1	13,5	14,1	14,1	10,4	6,2	8,7	7,2	6,4	6,7	1,6	1,4
(ton d.s. per ha)	1993	8,8	8,2	8,5	8,5	8,7	7,7	8,0	7,9	9,3	7,7	1,6	1,4
baastaandeel (%)	1992	37,1	37,6	37,6	37,6	39,8	41,4	40,1	40,4	27,0	26,5	3)	3)
	1993	37,6	36,0	36,8	36,8	35,8	31,1	35,4	36,9	31,7	30,6	3)	3)
bastopbrengst	1992	4,9	5,1	5,3	5,3	4,1	2,6	3,5	2,9	1,8	1,7	4)	4)
(ton per ha)	1993	3,3	3,0	3,1	3,1	2,9	2,4	2,9	2,9	3,0	2,1	4)	4)

Noten bij tabel 12.

- 1) Er was geen significant interactie-effect tussen jaar, middel en concentratie. Wel was er een significant interactie-effect tussen jaar en middel. Voor de vergelijking (gemiddeld voor de hoge en lage concentratie) van zowel de middelen onderling als van middel met onbehandeld geldt een LSD van 1,0. Ook was er een significant interactie-effect tussen middel en concentratie. Voor de vergelijking (gemiddeld voor beide jaren) van de middelen onderling geldt een LSD van 1,0 en voor de vergelijking van middel met onbehandeld geldt een LSD van 0,9.
- 2) Er was geen significant interactie-effect tussen jaar, middel en concentratie. Wel was er een significant interactie-effect tussen jaar en middel. Voor de vergelijking (gemiddeld voor de hoge en lage concentratie) van zowel de middelen onderling als van middel met onbehandeld geldt een LSD van 1,8%. Ook was er een significant interactie-effect tussen middel en concentratie. Voor de vergelijking (gemiddeld voor beide jaren) van de middelen onderling geldt een LSD van 1,8% en voor de vergelijking van middel met onbehandeld geldt een LSD van 1,6%.
- 3) Er was geen significant interactie-effect tussen jaar, middel en concentratie. Wel was er een significant interactie-effect tussen jaar en middel. Voor de vergelijking (gemiddeld voor de hoge en lage concentratie) van zowel de middelen onderling als van middel met onbehandeld geldt een LSD van 2,9%
- 4) Er was geen significant interactie-effect tussen jaar, middel en concentratie. Wel was er een significant interactie-effect tussen jaar en middel. Voor de vergelijking (gemiddeld voor de hoge en lage concentratie) van zowel de middelen onderling als van middel met onbehandeld geldt een LSD van 0,6. Ook was er een significant interactie-effect tussen middel en concentratie. Voor de vergelijking (gemiddeld voor beide jaren) van de middelen onderling geldt een LSD van 0,6 en voor de vergelijking van middel met onbehandeld geldt een LSD van 0,5.

terwijl bij de andere objecten het aantal tussen de 49 en 60 per m² lag. De grote verschillen tussen de behandelingen en de jaren in het aantal planten dat nog leeft bij de eind oogst, wordt weerspiegeld in het drooggewicht van de dode planten. In 1992 was er veel dode drogestof bij de objecten gibberelline en auxine + gibberelline. In 1993 was er bij alle objecten twee tot drie ton per ha drogestof van dode planten aanwezig, behalve na een bespuiting met triapenthenol (tabel 12).

In beide jaren leidde de bespuiting met triapenthenol tot aanzienlijk kortere planten bij de eind oogst (tabel 12). Bij de eind oogst waren de met gibberelline bespoten planten langer dan de onbehandelde. Het verschil was echter alleen voor de hoge dosering in 1992 significant.

In 1992 had de bespuiting met auxine geen significant effect op de bovengrondse

drogestofopbrengst aan levende planten en veroorzaakten alle andere behandelingen een verlaging van de drogestofopbrengst met drie tot acht ton per ha. Met name de hoge dosering gibberelline leidde tot een erg lage opbrengst (tabel 12). In 1993 verhoogde de lage dosering triapenthenol de drogestofopbrengst aan levende planten met 1,5 ton per ha. Geen van de andere behandelingen had een significant effect op de opbrengst.

Het effect van auxine, gibberelline, en auxine + gibberelline op de stengelopbrengst van levende planten kwam sterk overeen met het effect van deze behandelingen op de bovengrondse drogestofopbrengst aan levende planten, aangezien het aandeel van de stengel in de bovengrondse drogestof niet significant beïnvloed werd (tabel 12). De bespuiting met triapenthenol leidde tot een aanzienlijke verlaging van het aandeel van de stengel in de bovengrondse drogestof.

In 1992 verhoogde de bespuiting met gibberelline of met auxine + gibberelline het aandeel van de bast in de drogestof van de stengel van 37 naar ruim 40%, bespuiting met triapenthenol verlaagde het bastaandeel naar 27% (tabel 12). In 1993 verlaagde gibberelline het bastaandeel, terwijl auxine + gibberelline geen significant effect op het bastaandeel had. Toepassing van triapenthenol verlaagde het bastaandeel, zei het wat minder dan in 1992. De bastopbrengst tenslotte, werd in geen van beide jaren door geen van alle behandelingen significant verhoogd.

De uitkomsten van deze proef komen slechts gedeeltelijk overeen met literatuurrezultaten over de invloed van groeiregulatoren op de opbrengst van vezelhennep. Toepassing van auxine had in deze proef in geen van beide jaren een significant effect op de opbrengstparameters. In tegenstelling tot resultaten uit de literatuur, leidde toepassing van gibberelline in deze proeven niet tot een verhoging van de stengelopbrengst, maar in één van beide jaren zelfs tot het uitvallen van een groot aantal planten en daarmee tot een lagere opbrengst. De in de literatuur beschreven verhoging van het bastaandeel werd in één jaar vastgesteld, maar in het tweede jaar was het bastaandeel na toepassing van gibberelline juist lager. Het door Aloni (1985) gerapporteerde positieve effect van een gecombineerde toepassing van auxine + gibberelline trad in onze proeven niet op. Het effect van deze gecombineerde toepassing kwam eerder overeen met de som van de effecten van auxine en gibberelline. Toepassing van triapenthenol leidde in beide jaren tot kortere planten, een lager

stengelaandeel en een lager aandeel van de bast in de drogestof van de stengel. Het effect op de bovengrondse drogestofopbrengst was in 1992 sterk negatief en in 1993 licht positief. De relatief geringe hoeveelheid drogestof van dode planten in 1993 suggereert dat toepassing van triapenthenol tot minder schade door schimmelziekten heeft geleid.

Aangezien deze proef slechts op één locatie gedurende twee jaar werd uitgevoerd, kunnen de uitkomsten niet meer dan een eerste indicatie geven ten aanzien van de effecten van groeiregulatoren op vezelhenep in Nederland. Aangezien de behandelingen geen of vooral negatieve resultaten hadden, kan voorlopig met deze eerste indicatie volstaan worden. Bespuiting van vezelhenep met groeiregulatoren lijkt niet zinvol.

6. CULTIVARS

De afgelopen jaren is ervaring opgedaan met een Franse cultivar, meerdere Hongaarse cultivars en met een Japans landras in vier veldproeven. De Hongaarse cultivar Kompolti Hybrid TC kwam in elk van de vier proeven voor en vormt zodoende een referentie waarmee de andere cultivars zullen worden vergeleken. De overige cultivars kwamen in één of meer van de proeven voor. Fédrina 74 is een eenhuizige Franse cultivar die begin augustus bloeit, Kompolti, Kompolti Sárgaszárú en Kompolti Hyper Elite zijn tweehuizige Hongaarse cultivars die in de tweede helft van augustus bloeien. Het Japanse landras Kozuhara zairai is tweehuizig en bloeit in de tweede helft van september. Meer informatie ten aanzien van deze rassen is te vinden in de Meijer & Van Soest (1992). Preventieve bespuitingen met fungiciden in de loop van het groeiseizoen zijn uitgevoerd in drie van vier hier beschreven proeven. Alleen in de in 1992 en 1993 op het PAGV uitgevoerde stikstoftrappenproef met de cultivars Kompolti Hybrid TC en Kompolti heeft geen schimmelbestrijding plaatsgevonden.

In de zaaitijdenproef op Veenkoloniale dalgrond werden de cultivars Fédrina 74, Kompolti Hybrid TC en Kompolti Sárgaszárú gezaaid op drie of vier zaaitijdstippen in maart, april en mei van 1990, 1991 en 1992 (zie hoofdstuk 4). In de loop van het groeiseizoen werden regelmatig bespuitingen tegen schimmels uitgevoerd; *Botrytis cinerea* en *Sclerotinia sclerotiorum* kwamen in deze proeven nauwelijks voor.

De datum waarop 50% van de planten bloeide, werd nauwelijks beïnvloed door het zaaitijdstip of jaar. Fédrina 74 bloeide op 8 augustus, Kompolti Hybrid TC op 22 en Kompolti Sárgaszárú op 24 augustus (tabel 13). De drie cultivars verschilden niet in het aantal levende planten bij de oogst. De gemiddelde bovengrondse drogestofopbrengst van Fédrina 74 was ruim één ton per ha hoger dan die van de Hongaarse cultivars Kompolti Hybrid TC en Kompolti Sárgaszárú (tabel 13). Het aandeel van het blad en vooral de bloeiwijze in de bovengrondse drogestof was echter hoger voor Fédrina 74 dan voor de twee andere cultivars, waardoor de stengelopbrengsten van de drie cultivars niet verschilden. Het aandeel van de bast in de stengel bedroeg

28,3 % in Fédrina 74, 33,3 % in Kompolti Hybrid TC en 40,6 % in Kompolti Sárgaszárú, hetgeen resulteerde in overeenkomstige verschillen in bastopbrengst (tabel 13).

Tabel 13. De opbrengst van drie hennepcultivars op proefboerderij 't Kompas te Valthermond. De gegevens zijn gemiddelden van meerdere zaaitijden en jaren: 19 maart, 2 en 17 april en 1 mei in 1990; 20 maart, 9 en 25 april en 22 mei in 1991; 25 maart, 21 april en 6 mei in 1992. De gewassen zijn kort na opkomst gedund op een plantgetal van 64 per m². De oogst vond plaats op 10 september in 1990 en 1992 en op 2 september in 1991.

parameter	cultivar			LSD (0,05)
	Fédrina 74 ¹⁾	K.Hybrid TC	K. Sárgaszárú	
bloeidatum ²⁾	8 aug.	22 aug.	24 aug.	1,8 (dagen)
levende planten per m ² bij de oogst	46	45	47	NS
drogestof levende planten (ton per ha)	11,8	11,2	10,8	0,6
drogestof bloeiwijze (ton per ha)	1,1	0,4	0,4	0,2
drogestof blad (ton per ha)	1,3	1,1	1,0	0,1
drogestof stengel (ton per ha)	9,4	9,7	9,4	NS
bast in stengel (%)	28,3	33,3	40,6	0,9
drogestof bast (ton per ha)	2,7	3,3	3,8	0,2

¹⁾ In 1992 werd het sterk op Fédrina 74 lijkende ras Futura 77 gebruikt.

²⁾ Gebaseerd op de gegevens van 1990 en 1991.

In 1990 en 1991 werd op een zware rivierklei op proefboerderij De Bouwing het effect van het verhinderen van de bloei door middel van een kunstmatige langedagbehandeling onderzocht bij de cultivars Fédrina 74 en Kompolti Hybrid TC. In de loop van het groeiseizoen werden regelmatig bespuitingen tegen schimmels uitgevoerd; *Botrytis cinerea* en *Sclerotinia sclerotiorum* kwamen in deze proeven nauwelijks voor.

Bij de normale daglengte was eind september de bovengrondse drogestofopbrengst aan levende planten van Fédrina 74 12,9 ton per ha, die van Kompolti Hybrid TC was 1,7 ton per ha hoger (tabel 14). Aangezien het stengelaandeel van Fédrina 74 lager was dan dat van Kompolti Hybrid TC was de stengelopbrengst van Kompolti Hybrid TC 2,5 ton per ha hoger dan die van Fédrina 74. Ook het bastaan-

deel van Fédrina 74 was laag, waardoor de bastopbrengst van Kompolti Hybrid TC ruim 50% hoger was dan die van Fédrina 74 (tabel 14). Het grotendeels verhinderen van de bloei door middel van een kunstmatige verlenging van de dag leidde voor beide rassen tot een verhoging van de stengelopbrengst met 2,7 ton per ha. Bij Fédrina 74 ging deze hogere opbrengst gepaard met een wat lager bastaandeel, bij Kompolti Hybrid TC was dit niet het geval.

Tabel 14. De opbrengst van twee hennepcultivars bij normale daglengte en bij kunstmatig verlengde dag, waardoor de bloei verhinderd werd. De gewassen zijn gezaaid op 2 april 1990 en 17 april 1991 op proefboerderij De Bouwing te Randwijk en kort na opkomst gedund op een plantgetal van 90 per m². De gewassen zijn geoogst op 26 september 1990 en 23 september 1991. De resultaten zijn gemiddelden van beide jaren.

parameter	normale dag- lengte		daglengte 24 uur		LSD (p=0,05)
	Fédrina 74	Kompolti Hybrid TC	Fédrina 74	Kompolti Hybrid TC	
	drogestof opbrengst (ton per ha)				
hele plant	12,9	14,6	15,1	17,4	1,7
stengel	10,7	13,2	13,4	15,9	1,4
bast	3,3	4,6	4,0	5,7	0,5
% bast in de stengel	31,3	34,9	29,7	35,7	1,6

In 1991 en 1992 werden op een zware rivierklei op proefboerderij De Bouwing de cultivars Kompolti Hybrid TC, Kompolti Hyper Elite en Kozuhara zairai verbouwd bij 90 planten per m². In de loop van het groeiseizoen werden regelmatig bespuitingen tegen schimmels uitgevoerd; *Botrytis* en *Sclerotinia* kwamen in deze proeven nauwelijks voor.

Half september verschilden de drie cultivars niet voor de totale bovengrondse drogestofopbrengst aan levende planten, noch voor de stengelopbrengst (tabel 15). Het bastaandeel van Kompolti Hyper Elite bedroeg 40,2%, dat van Kompolti Hybrid TC 35,7% en dat van Kozuhara zairai 21%, wat resulteerde in overeenkomstige verschillen in bastopbrengst. Bij de oogst die half oktober plaatsvond, was de opbrengst van de beide Kompolti cultivars, die al grotendeels dood waren, afgenomen.

De stengelopbrengst van het late ras Kozuhara zairai was nog met 1,2 ton per ha toegenomen, maar de bastopbrengst bleef lager dan die van de Kompolti-cultivars.

Tabel 15. De opbrengst van drie hennepcultivars op proefboerderij De Bouwing te Randwijk. De gewassen zijn gezaaid op 20 april 1991 en 24 april 1992. De resultaten zijn gemiddelden van beide jaren. De gewassen zijn kort na opkomst gedund op een plantgetal van 90 per m², voor Kozuhara zairai bedroeg het plantgetal in 1992 65 per m².

	cultivar			LSD (P=0,05)
	Kompolti Hyper Elite	Kompolti Hybrid TC	Kozuhara zairai	
oogst 15 september				
drogestofopbrengst (ton per ha)				
hele plant	17,5	17,5	18,4	NS
stengel	15,2	15,1	15,4	NS
bast	6,1	5,4	3,2	0,2
% bast in de stengel	40,2	35,7	21,0	1,3
oogst 13 oktober				
drogestofopbrengst (ton per ha)				
hele plant	16,3	16,0	19,4	1,8
stengel	14,8	14,3	16,6	1,8

In 1992 en 1993 werd op het PAGV op lichte zeelei een stikstoftrappenproef uitgevoerd met de cultivars Kompolti Hybrid TC en Kompolti. De resultaten met betrekking tot het effect van stikstof zijn al in hoofdstuk 3 besproken. Hier zullen de resultaten van de beide cultivars weergegeven worden. Daarvoor zijn de gemiddelde gegevens van de stikstoftrappen 120, 160 en 200 kg per ha gebruikt. In deze proeven werden geen bespuitingen met fungiciden uitgevoerd. In 1992 was er weinig aantasting door schimmelziekten, in 1993 was er een forse aantasting door *Sclerotinia sclerotiorum* maar vooral door *Botrytis cinerea*. Op de gevolgen van deze schimmelziekten is al ingegaan in hoofdstuk 5.

Het gemiddelde plantgetal kort na opkomst bedroeg 130 per m² voor Kompolti Hybrid TC en 135 per m² voor Kompolti. Bij de oogst in september was het aantal

levende planten 57 per m² voor Kompolti Hybrid TC en 61 per m² voor Kompolti (tabel 16). De bovengrondse drogestofopbrengst van levende planten bedroeg 11,1 ton per ha voor Kompolti Hybrid TC en 11,8 ton per ha voor Kompolti. Dit verschil was niet significant. Ook voor de stengelopbrengst van levende planten en voor de opbrengst aan dode planten verschilden de twee cultivars niet significant. Het aandeel van de stengel in de bovengrondse drogestof van de levende planten was 86,9% voor Kompolti Hybrid TC en 86,1% voor Kompolti. Het aandeel van de bast in de drogestof van de stengel was 33,2% voor Kompolti Hybrid TC en 35,2% voor Kompolti. De bastopbrengst was 3,2 ton per ha voor Kompolti Hybrid TC en 3,6 ton per ha voor Kompolti.

Tabel 16. De opbrengst van twee hennepcultivars op de PAGV-proefboerderij in Lelystad. De gegevens zijn gemiddelden van de stikstoftrappen 120, 160 en 200 kg N per ha in 1992 en 1993.

parameter	cultivar		LSD (P=0,05)
	Kompolti Hybrid TC	Kompolti	
levende planten per m ²			
kort na opkomst	130	135	NS
bij de oogst	57	61	NS
drogestof levende planten (ton per ha)	11,1	11,8	NS
drogestof dode planten (ton per ha)	2,3	2,2	NS
stengelaandeel in levende planten (%)	86,9	86,1	0,6
drogestof stengel (ton per ha)	9,6	10,2	NS
bastaandeel in de stengel (%)	33,2	35,2	1,6
drogestof bast (ton per ha)	3,2	3,6	0,3

Uit de vier hierboven beschreven proeven komen duidelijke verschillen tussen de cultivars naar voren. In de op dalgrond in de Veenkoloniën uitgevoerde proef bleek de stengelopbrengst van het Franse ras Fédrina 74 gelijk aan die van het Hongaarse ras Kompolti Hybrid TC, in de op rivierklei in de Betuwe uitgevoerde proef lag de stengelopbrengst van Kompolti Hybrid TC fors hoger. De oorzaak van dit verschil is niet duidelijk. In beide proeven echter was het bastaandeel van Kompolti Hybrid TC hoger dan dat van Fédrina 74. Op grond van deze gegevens lijkt Kompolti Hybrid

TC te verkiezen boven Fédrina 74. De cultivars Kompolti Sárgaszárú en Kompolti Hyper Elite blijken wat betreft de stengelopbrengst vergelijkbaar met Kompolti Hybrid TC te zijn. Beide rassen hebben echter een fors hoger bastaandeel dan Kompolti Hybrid TC en lijken van de tot nu toe onderzochte cultivars de beste keus te zijn wat betreft opbrengst en kwaliteit van de stengel. De cultivar Kompolti bleek een hoger bastaandeel te hebben dan Kompolti Hybrid TC, maar niet zo hoog als dat van Kompolti Sárgaszárú en Kompolti Hyper Elite.

Aangezien vrijwel alle hier beschreven vergelijkingen hebben plaatsgevonden bij een regelmatige toepassing van fungiciden is het mogelijk dat de rasverhoudingen anders liggen in een situatie waarin deze middelen niet worden gebruikt. Bij toekomstige proeven lijkt het dan ook aan te bevelen de toepassing van fungiciden achterwege te laten.

Concluderend lijkt het ras Fédrina 74 voorlopig de minst geschikte kandidaat voor teelt in de praktijk. Andere Franse cultivars zoals Fédora 19 en Futura 77 lijken sterk op Fédrina 74 en zullen vermoedelijk weinig beter zijn. Kompolti Sárgaszárú en Kompolti Hyper Elite lijken momenteel de meest interessante cultivars om in Nederland te verbouwen als grondstof voor papier. Van deze rassen is vermoedelijk slechts weinig zaad beschikbaar in Hongarije en het zal waarschijnlijk enige jaren kosten voordat de Hongaren grote hoeveelheden zaad kunnen leveren. De Hongaarse cultivars staan nog niet op de Europese rassenlijst, hetgeen inhoudt dat bij gebruik van deze cultivars de EG-subsidie voor vezelgewassen niet ontvangen kan worden. Wanneer overgegaan zou worden tot grootschalige teelt (honderden of duizenden hectaren) van vezelhennep in Nederland lijkt het verstandig om meerdere cultivars waaronder ook de Franse (Fédrina 74, Futura 77) te gebruiken om de hier besproken cultivars ook onder praktijkomstandigheden te leren kennen.

Het kunstmatig verhinderen van de bloei blijkt tot een aanzienlijk hogere stengelopbrengst te leiden. Het zeer laat bloeiende Japanse ras blijkt ook meer op te brengen dan de een maand eerder bloeiende Hongaarse rassen. Voor een toepassing in de praktijk lijkt dit ras minder geschikt, gezien het lage bastaandeel. Het zal echter duidelijk zijn dat later bloeiende cultivars tot hogere stengelopbrengsten in staat zullen zijn. Ook is aangetoond dat dergelijke hoge opbrengsten niet ten koste van het bastaandeel in de stengel hoeven te gaan.

7. OPBRENGSTNIVEAU

7.1 Potentiële productie

Uit veldproeven die in 1990, 1991 en 1992 zijn uitgevoerd te Valthermond en Randwijk (zie hoofdstuk 4) is gebleken dat bij tijdige zaai (half april), normale weersomstandigheden en een plantgetal van circa 65 of 90 per m² een hennepgewas op 10 juni gesloten is. Onder goede groeiomstandigheden (voldoende vocht en meststoffen, geen ziekten) zijn voor hennepgewassen tussen gewassluiting en de bloei groeisnelheden van circa 180 kg per ha drogestof per dag gemeten (Van der Werf, 1994). Wanneer er half september geoogst wordt, betekent dat een periode van ongeveer 100 dagen waarover er een gesloten gewas aanwezig is. Dit houdt in dat, voor een laat hennepras dat pas na half september zou bloeien, de drogestoftoename tussen 10 juni en 18 september $0,18 \times 100 = 18$ ton per ha drogestof zou kunnen bedragen. Op het moment van sluiten van het gewas is er ongeveer 2 ton per ha drogestof aanwezig, de potentiële opbrengst komt daarmee op circa 20 ton per ha. Aangezien een niet-bloeiend gewas 2 à 3 ton drogestof aan blad bevat, komt dat overeen met een stengelopbrengst van 17 à 18 ton per ha.

De momenteel beschikbare hennepcultivars bloeien in augustus. Vanaf de bloei neemt de groeisnelheid van het gewas af en wordt bovendien een toenemend aandeel van de assimilaten gebruikt voor de groei van zaden, zodat de opbrengst aan stengel vrijwel niet meer toeneemt. Het door middel van een kunstmatig verlengde dag verhinderen van de bloei verhoogde de stengelopbrengst van een Franse en een Hongaarse cultivar met gemiddeld 2,5 ton per ha (hoofdstuk 6). Een Japanse cultivar die half oktober bloeide, bracht circa 1,5 ton per ha meer stengeldrogestof op dan een Hongaarse cultivar die een maand eerder bloeide (hoofdstuk 6). Het kweken van laat bloeiende cultivars lijkt dan ook een veelbelovende methode om tot hogere hennepopbrengsten te komen. Zeer laat (eind september) bloeiende cultivars zullen vermoedelijk ongeveer 2 ton per ha meer stengel opbrengen dan de momenteel beschikbare cultivars.

Vezelhennepcultivars verschillen sterk in het aandeel van de bast in de drogestof van

de stengel. Dit bastaandeel bedroeg circa 21% in de Japanse cultivar, 30% in de Franse cultivar Fédrina 74, 36% in de Hongaarse cultivar Kompolti Hybrid TC en maar liefst 41% in de Hongaarse cultivars Kompolti Sárgaszárú en Kompolti Hyper Elite (hoofdstuk 6). Het bastaandeel was niet van invloed op de stengelopbrengst, zodat het dus mogelijk zal zijn om in een nieuw ras laatheid (hoge stengelopbrengst) en een hoog bastaandeel te combineren.

7.2 Oogstmethode

In de huidige teeltgebieden (Frankrijk, Oost-Europa) wordt hennep op het land gemaaid en in het zwad gedroogd. Dit zou in Nederland ook kunnen, maar dan zou, om voldoende droging te krijgen, voor september geoogst moeten worden (Huisman & De Maeyer 1993b). Dit zou echter tot een kort groeiseizoen en daarmee een lage stengelopbrengst leiden. Om bedrijfszeker oogsten in september mogelijk te maken, is door LUW-Agrotechniek en IMAG-DLO de mogelijkheid van maaihakselen gevolgd door inkuilen onderzocht. Dit blijkt goed mogelijk, mits het blad van te voren door middel van toppen verwijderd wordt en bij het inkuilen een toevoegmiddel wordt gebruikt (Huisman & de Maeyer, 1993a; Huisman & De Maeyer 1993b).

7.3 Praktijkopbrengst

Het inschatten van een met de huidige cultivars haalbare praktijkopbrengst is niet eenvoudig. Van 1987 tot en met 1993 zijn op drie locaties veldproeven uitgevoerd: Valthermond (dalgrond), Lelystad (zware zavel) en Randwijk (zware rivierklei). De drogestofopbrengsten aan stengel varieerden, Valthermond: 7-13 ton per ha, Lelystad: 8-14 ton per ha en Randwijk: 11-17 ton per ha. De mogelijke oorzaken van deze verschillen zijn in hoofdstuk 2 besproken. De mediaan (waarde in het midden van het traject) van de stengelopbrengst zou voor elk van de drie locaties gebruikt kunnen worden als een schatting van de op die locatie haalbare waarde. Aangezien proefveldopbrengsten altijd hoger liggen dan praktijkopbrengsten (planten worden

bij de grond afgeknijpt, weinig verliezen, geen wendakkers) schatten we de praktijk-opbrengst op 85% van een proefveldopbrengst. Een schatting van het opbrengstniveau in de praktijk zou dan berekend kunnen worden als:

$$[(10 + 11 + 14)/3] \times 0,85 = 10 \text{ t/ha.}$$

Uiteraard is dit niet meer dan een schatting en zal pas echt duidelijk worden wat hennep in de praktijk kan presteren wanneer er op meerdere plaatsen praktijkgewassen geteeld worden, die ook met praktijkmachines geoogst worden.

8. SALDO, AFZET EN PERSPECTIEVEN

8.1 Gewassaldo

In Nederland heeft de afgelopen decennia geen teelt van vezelhennepe plaatsgevonden. Aangezien er geen verwerkende industrie aanwezig is, is er ook geen marktprijs

Tabel 17. Voorlopige saldoberekening per ha vezelhennepe in guldens.

omschrijving	hoeveelheid (kg)	prijs	bedrag	
opbrengsten				
hoofdprodukt	10.000	180	1800	
subsidie			1700	
totaal (A)			3500	
kosten Eigen Mechanisatie				
zaaizaad	20	8,00	160	
bemesting: N	125	1,07	133,75	
	P ₂ O ₅	46	0,86	39,56
	K ₂ O	172,5	0,56	96,60
verzekering en rente			45	
inkuilen			682	
totaal (B)			1157	
saldo E.M. (A-B)			2343	
kosten loonwerk				
borsteltoppen			75	
maaihakselen			400	
veldtransport			200	
totaal (C)			675	
saldo (A-B-C)			1668	

bekend. Van Berlo et al. (1993) hebben een saldoberekening opgesteld, die hier enigszins gewijzigd is overgenomen.

Voor de saldoberekening (tabel 17) is uitgegaan van een drogestofopbrengst van 10 ton per ha stengel met een bastaandeel van 35%. Er wordt gerekend met een henneprijis van f 180,- per ton drogestof. Deze prijs is gebaseerd op de prijs van hout. Indien de teler een cultivar gebruikt die op de Europese rassenlijst staat kan hij een subsidie van f 1700,- ontvangen.

De belangrijkste kostenposten zijn zaaizaad, kunstmest, oogst (toppen, hakselen en transport) en inkuilen (plastic, aanrijden, toevoegmiddel en rente). Bij gebruik van dierlijke mest zouden de bemestingskosten aanzienlijk verlaagd kunnen worden. Ook het inzetten van eigen mechanisatie voor veldtransport zou tot een hoger saldo kunnen leiden.

Het hier berekende saldo voor hennep is hoger dan dat van wintertarwe op zand- en dalgrond. Op basis van de hier gehanteerde uitgangspunten zou hennep een interessant gewas kunnen zijn. Het saldo is wel volledig afhankelijk van de subsidie, wat met name een onzekere factor vormt bij het aangaan van investeringen in een verwerkende industrie.

8.2 Verwerking en afzet

Hennepstengels kunnen verwerkt worden tot een reeks van pulpen, laagwaardige zowel als hoogwaardige (Van Berlo, 1993). Aangezien papierfabrieken niet geneigd zijn om een grondstof te gebruiken die twee extreem verschillende typen vezels bevat, lijkt het het best om de stengels voor het verpulpen in bast en kern te scheiden. Scheiden van het gehakselde materiaal in bast en kern nadat het uit de kuil is gehaald lijkt technisch goed mogelijk (Huisman en De Maeyer, 1993b). Mechanische verpulping is aantrekkelijker dan chemische, omdat mechanische processen op een kleinere schaal economische rendabel kunnen zijn dan chemische processen (Van Berlo, 1993). Bovendien zijn mechanische pulpprocessen meer flexibel, omdat ze zowel de hele stengel als de bast- en kernfractie afzonderlijk adequaat kunnen ontsluiten. Op grond van het onderzoek dat de afgelopen jaren op het ATO-DLO is

verricht, lijkt een mechanisch pulpproces met een alkalische voorontsluiting de beste optie voor een te bouwen kleine hennepulpfabriek (Van Berlo, 1993).

Technisch lijkt de verwerking van hennepstengels tot diverse pulpen geen probleem. Economisch echter is de situatie op dit moment weinig rooskleurig, aangezien de wereldmarktprijzen van pulp momenteel zeer laag zijn. Daardoor zijn op dit moment investeringen in de pulpindustrie in het algemeen weinig interessant. Voor een hennepulpfabriek komt daar nog eens bij dat de technologie voor scheiden en verpulpen op laboratoriumschaal werkt, maar op praktijkschaal nog getest en toegepast moet worden. Bovendien vormt de sterke afhankelijkheid van de teeltsubsidie een extra handicap.

8.3 Perspectief

Hennep is een gewas dat in Nederland vermoedelijk zonder al te veel problemen in de praktijk geteeld, geoogst en bewaard kan worden. Voor de akkerbouw is het een aantrekkelijk gewas omdat het goed in de vruchtwisseling past en weinig problemen lijkt te geven met onkruiden, ziekten en plagen. Gebruik van pesticiden lijkt niet nodig in dit gewas.

Het grote probleem is dat in Nederland de industrie momenteel als gevolg van de zeer lage pulpprijzen niet geïnteresseerd is om te investeren in een pulpfabriek voor hennep. Dat vezelhennep echter wel degelijk mogelijkheden biedt, blijkt uit het feit dat in 1993 het areaal hennep in Frankrijk 6000 ha bedroeg, hetgeen 50% meer is dan in 1992. In Frankrijk bestaat echter al jaren een verwerkende industrie voor hennep. Overigens ziet de Franse Nationale Federatie van Hennep Producenten (FNPC) perspectief in nieuwe afzetmogelijkheden voor hennep, onder andere in de textielsector en in de vezelplatenindustrie.

In Engeland werd in 1993 voor het eerst sinds tientallen jaren weer hennep (600 ha) verbouwd. De firma Hemcore, die contracten afsluit met telers voor de verbouw van hennep, voorziet een oppervlakte van 1200 ha voor 1994 (Cooksley, 1993). Hemcore heeft een vrij eenvoudige verwerkingsfabriek opgezet waarin droge stengels in bast en kern gescheiden worden. De kern wordt verwerkt tot strooisel voor paarden en

de bast wordt afgezet in de Engelse papierindustrie. Daarnaast onderzoekt men afzetmogelijkheden voor de bastvezel in de textielsector.

In Nederland worden drugshennepcultivars momenteel op grote schaal in kassen geteeld voor de produktie van zaad (legaal) en genotsmiddelen (illegaal). Mogelijk kunnen wij van de ontwikkelingen in Engeland en Frankrijk lering trekken en kan vezelhennep ook in Nederland voor de akkerbouw een interessante nieuwe mogelijkheid zijn.

9. LITERATUUR

- Aloni, R., 1985. Plant growth method and composition. United States of America Patent no. 4,507,144.
- Atal, C.K., 1961. Effect of gibberellin on the fibres of hemp. *Economic Botany* 15: 133.
- Aukema, J.J. en J.C. Friederich, 1957. Verslag van de proeven met hennep in de jaren 1952-1956. Nederlands Vlas Instituut, Wageningen. Rapport 33, 25 p.
- Berlo, J.M. van, 1993. Papier uit hennep van Nederlandse grond, mogelijkheden en onmogelijkheden. Eindrapport december 1993, ATO-DLO, Wageningen.
- Berlo, J.M. van, M. van Onna, P.C. Struik, H.M.G. van der Werf, W. Huisman en E.A.A de Maeyer, 1993. Uitgangspunten bij de saldoberekening van hennep teelt en de vergelijking met concurrerende gewassen. In: J.M. van Berlo (editor) Papier uit hennep van Nederlandse grond, mogelijkheden en onmogelijkheden. Eindrapport december 1993: 152-159, ATO-DLO, Wageningen.
- Cooksley, J., 1993. Hemp acreage will expand after first year's succes. *Arable Farming*, November 1993.
- Dempsey, J.M., 1975. Hemp. In: *Fiber crops*. University of Florida Press, Gainesville, USA, 46-89.
- Du Bois, W.F., 1982. Hennep als grondstof voor de papierindustrie. *Bedrijfsontwikkeling* 13: 851-856.
- FAO, 1993. *FAO Yearbook, Production 1992*, Vol. 46, FAO Statistics series No. 112. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome.

- Fengel, D. en G. Wegener, 1984. Wood. Chemistry, ultra structure and reactions. De Gruyter, Berlin.
- Hennink, S., E.P.M. de Meijer, L.J.M. van Soest en H.M.G. van der Werf, 1993. Ras-senperspectief van hennep t. a. v. opbrengst, produktkwaliteit en EG-subsidies. In: J.M. van Berlo (editor) Papier uit hennep van Nederlandse grond, mogelijkheden en onmogelijkheden. Eindrapport december 1993: 108-120, ATO-DLO, Wageningen.
- Heuser, O., 1927. Hanf und Hartfaser. Julius Springer Verlag, Berlin. 156 pp.
- Hoffmann, W., 1957. Hanf, Cannabis sativa. Handbuch der Pflanzenzüchtung. Deel 5: 204-263. Paul Parey, Berlin, Hamburg.
- Hoogendoorn, H., 1993. Hennepteelt in de gouden eeuw. Onderzoeksberichten NWO 7: 2, Den Haag.
- Huisman, W. en E.A.A. de Maeyer, 1993a. Mechanisatie bij de teelt van hennep voor de vezelproductie. In: J.M. van Berlo (editor) Papier uit hennep van Nederlandse grond, mogelijkheden en onmogelijkheden. Eindrapport december 1993: 121-130, ATO-DLO, Wageningen.
- Huisman, W. en E.A.A. de Maeyer, 1993b. Conservering en opslag van vezelhen-nep. In: J M van Berlo (editor) Papier uit hennep van Nederlandse grond, mogelijk-heden en onmogelijkheden. Eindrapport december 1993: 131-141, ATO-DLO, Wageningen.
- Jaranowska, B., 1963. Het effect van zaaizaadhoeveelheid en rijenafstand op de opbrengst en kwaliteit van eenhuizige hennep [in het Pools]. Jaarboek Inst. Przem. Wlok. Lyk., Poznan, Polen.
- Jaranowska, B., 1964. Het effect van stikstoftrappen en zaaizaadhoeveelheden op

de opbrengst van eenhuizige en tweehuizige hennep (in het Pools). Jaarboek Inst. Przem. Wlok. Lyk., Poznan, Polen.

- Jonge, L.J.A. de, 1944. Hennepteelt in Nederland. Veenman en zonen, Wageningen, 29 pp.
- Keto, A., 1990. The environmental implications of the use of kenaf as an alternative to wood pulp for paper. In: M.U.F. Kirschbaum (editor), Development of a kenaf industry in Australia. Bureau of Rural Resources, Proceedings No. 9, Canberra: 37-43.
- Khryanin, V.N., 1971. Use of gibberellin and gibrelate in hemp. Soviet Plant Physiology 18 (3): 541-543.
- Kok, C.J., G.C.M. Coenen, P.W.Th. Maas, M. Gerlagh en G. Dijkstra, 1993. Effect van hennep op bodempathogenen. In: J M van Berlo (editor) Papier uit hennep van Nederlandse grond, mogelijkheden en onmogelijkheden. Eindrapport december 1993: 99-107, ATO-DLO, Wageningen.
- Lotz, L.A.P., R.M.W. Groeneveld, B. Habekotte en H. van Oene, 1991. Reduction of growth and reproduction of *Cyperus esculentus* by specific crops. Weed Research 31: 153-160.
- Marquart, B., 1919. Der Hanfbau. Paul Parey Verlag, Berlin. 123 pp.
- Marras, G.F. en A. Spanu, 1979. Aspecten van de teelt van hennep voor cellulose. Zaaidichtheid en stikstofgebruik [in het Italiaans]. Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari, XXVII.
- Mathieu, J.P., 1980. Chanvre. Techniques Agricoles 5: 1-10.
- Meijer, W.J.M. en E.P.M. de Meijer, 1990. Wordt het wat met hennep? Landbouw-

- kundig Tijdschrift 102: 26-28.
- Meijer, E.P.M. de en L.J.M. van Soest, 1992. The CPRO Cannabis germplasm collection. *Euphytica* 62: 187-200.
 - Milewa, D., 1968. Untersuchung über den Einfluss des Gibberellins auf das Wachstum, die Katalasenaktiviteit und den Ertrag beim Hanf [in het Russisch]. *Wissenschaftliche Arbeiten* 17 (1): 221-226.
 - Riddlestone, S., P. Desai, M. Evans en A. Skyring, 1994. Bioregional Fibres, the potential for a sustainable regional paperand textile industry based on flax and hemp. Bioregional Development Group, Carshalton, Surrey, UK.
 - Rivoira, G. en G.F. Marras, 1975. Gebruik van water en stikstof van hennep voor cellulose [in het Italiaans]. *Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari*, XXIII.
 - Rydholm, S.A., 1965. *Pulping processes*. Interscience publishing, New York.
 - Schaaf, A. van der, 1966. De kwantitatieve en kwalitatieve invloed van enkele teeltomstandigheden op hennep (*Cannabis sativa* L.). *Fibra* 11: 1-8.
 - Senchenko, G.I. en A.P. Demkin, 1972. Methoden voor het verhogen van de opbrengst en kwaliteit van hennep [in het Russisch]. *Journal of Farm Mechanization Science, Moscow*, 9: 52-59.
 - Senchenko, G.I. en M.A. Timonin, 1978. Hennep [in het Russisch]. *Kolos, Moskou*, 285 p.
 - Spaldon, E. en J. Laskos, 1964. De teelttechnische basis voor hoge opbrengsten van hennep aan vezel en zaad [in het Tsjechisch]. *Rostlinna Vyroba* 10: 181-198.
 - Stafford, B., 1990. *Worldwide fibre supply in the context of the demand for pulp*

- and paper over the next two decades. In: M.U.F. Kirschbaum (editor), Development of a kenaf industry in Australia. Bureau of Rural Resources, Proceedings No. 9, Canberra: 3-10.
- Stant, M.Y., 1961. The Effect of gibberellic acid on fibre-cell length. *Annals of Botany* 25 (100): 453-462.
 - Stant, M.Y., 1963. The effect of gibberellic acid on cell width and the cell wall of some phloem fibres. *Annals of Botany* 27 (105): 185-190.
 - Tarasov, A.V., 1975. De opbrengst van hennep en van andere gewassen in verschillende teeltsystemen [in het Russisch]. In: Biologie, teelt en primaire verwerking van hennep en kenaf. Wetenschappelijk onderzoeksinstituut voor bastvezelgewassen van de Soviet Unie, Glukhov, 38: 83-88.
 - Werf, H.M.G. van der, 1991. Agronomy and crop physiology of fibre hemp. A literature review. CABO Report 142.
 - Werf, H.M.G. van der, 1994. Crop physiology of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). Proefschrift landbouwuniversiteit Wageningen, 153 p.
 - Werf, H.M.G. van der, W.C.A. van Geel en M. Wijnhuizen, 1994. Vezelhennep, een opsteker voor de akkerbouw? Pagina's 69-78 in: B.A. ten Hag, A. Darwinkel en G.E.L. Borm (editors) Agrificatie en 'nieuwe' gewassen voor de akkerbouw. Themaboekje nr. 17, PAGV, Lelystad, 109 p.
 - Westoby, M., 1984. The self-thinning rule. *Advances in Ecological Research* 14: 167-225.

Nog verkrijgbare PAGV-uitgaven ¹

Verslagen

178. Onderzoek naar effectieve chemische bestrijding van bladvlekkenziekte en koprot en naar voorspelling van koprot in uien. Ir. C.L.M. de Visser, ing. L. Hoekstra en D. Hoek, augustus 1994	f	15,-
177. Vezelhennep als papiergrondstof; teeltonderzoek 1990-1993. Dr.ir. H.M.G. van der Werf en ing. W.C.A. van Geel, september 1994	f	15,-
176. Bedrijfs-Systemen Onderzoek Vredepeel - Invulling gewijzigde voortzetting vanaf 1993. Ing. B.M.A. Kroonen-Backbier, ir. Y. Hofmeester en ir. F. Wijnands, september 1994	f	15,-
175. Inhoudelijke beschrijving van de teeltbegeleidingssystemen BETA, CERA en KOBAS. Ir. W.A. Dekkers en ing. A. Grunefeld, augustus 1994	f	20,-
174. Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven in het Noordelijk kleigebied. Drs. A.T. Krikke en ing. A. Bos, augustus 1994	f	35,-
173. Opbrengst, rendement en kwaliteit van winterarwe bij extensiever telen. Dr.ir. A. Darwinkel, juli 1994	f	15,-
172. Breken van storende lagen in zavelgronden in de Noordoostpolder, A.H.J. Rops, ing. C.A.M. Schouten, G.A. van Soesbergen en ing. J. Alblas, juli 1994	f	15,-
171. Chemische bestrijding van valse meeldauw (<i>Bremia lactucae</i>) in sla. Ing. R. Meier, mei 1994	f	15,-
170. Zaadkwaliteit en veldopkomst van witlof. Ir. G. van Kruistum, ing. J.J. Neuvel en ir. W. van den Berg, mei 1994	f	15,-
169. Optimalisatie van de teelt en afzet van kwaliteitsrogge voor de maalindustrie. Ing. S. Postma, april 1994	f	15,-
168. Onderzoek naar vermindering van de stikstofbemesting door toepassing van <i>Rhizobium phaseoli</i> bij stamslaboon <i>Phaseolus vulgaris</i> L. Ing. J.J. Neuvel, ing. H.W.G. Froot, ing. S. Postma en ir. M.A.A. Evers, maart 1994	f	15,-
167. Onderzoek naar de mogelijkheden van stikstofrijntoediening bij suikerbieten. M.A. van der Beek en P. Wilting, maart 1994	f	15,-
166. De invloed van het weer op de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen. Ing. E. Bouma en prof. dr. ir. L. Wartena, januari 1994	f	15,-
165. Mens- en milieuvriendelijke treksystemen voor witlof: een verkenning van mogelijkheden. Ing. E.A. van Os, ir. C.F.G. Kramer, ir. G. van Kruistum, ing. F.X.C. Looijesteijn, dr. H.H.E. Oude Vrielink, januari 1994	f	15,-
164. Zekerheid van de veldopkomst bij peen. Ing. J.A. Schoneveld, december 1993	f	15,-
163. De waardplantgeschiktheid van groenbemestingsgewassen voor het Noordelijk wortelknobbelaaltje. Ir. J.G. Lamers en ing. Js. Roosjen, december 1993	f	15,-
162. Herfstbehandeling van Engels raaigras bestemd voor de eerste en tweede zaadoogst, en van veldbeemd en roodzwenk bestemd voor de tweede en latere zaadoogst op kleigronden. Ir. G.E.L. Borm, december 1993	f	20,-
161. Bestrijding van het gerstevergelingsvirus in granen. Ing. R.D. Timmer, november 1993	f	15,-
160. Rhizomanie-onderzoek 1990-1993. Ir. L.W. Ebberts, november 1993	f	15,-
159. Onderzoek naar een systeem voor geleide bestrijding van bladvlekkenziekte in zaauien. Ir. C.L.M. de Visser, september 1993	f	25,-
158. Biospectron, een systeem van mineraalvoorziening voor winterarwe		

¹Een volledig overzicht van de PAGV-uitgaven wordt op uw aanvraag graag toegezonden.

	Dr. ir. A. Darwinkel en A. Bramsvik, juli 1993	f	15,-
157.	The infomation model for crop protection in arable farming.		
	Ir. A.J. Scheepens, april 1993	f	15,-
156.	Perspectieven van de teelt van brouwergerst buiten het Zuidwestelijk kleigebied.		
	Ing. R.D. Timmer, april 1993	f	15,-
155.	Productie- en kwaliteitsverloop bij snijmais. Ing. D. van der Schans,		
	ing. H.M.G. van der Werf MSc en ir. W. van den Berg, april 1993	f	15,-
154.	Gebruik van insectengas op vollegrondsgroentegewassen. A. Ester e.a., febr. 1993	f	15,-
153.	Arbeidsprestatie bij de oogst van ijsbergsla en bloemkool; een verkennende studie.		
	Ing. C.I Dekker en ing. B.J. van der Sluis, februari 1993	f	15,-
152.	Informatiemodel "gewasgroei en -ontwikkeling". Ir. P.W.J. Raven, ing. W. Stol,		
	dr.ir. H. van Keulen, ing. R.F.I. van Himste, dr. M.A. van Oijen en ir. H. Marring		
	maart 1993	f	15,-
151.	Invloed van varkensdrijmest op het nitraatgehalte van groenten. Ir. H.H.H. Titulaer,		
	december 1992	f	10,-
150.	Planning van de optimale sortering bij peen.		
	Ing. J.A. Schoneveld, december 1992	f	10,-
149.	Najaarstoediening van dierlijke mest op kleigronden. Ir. H. Hengsdijk, november 1992	f	10,-
148.	Effecten van wintergewassen op de uitspoeling van stikstof bij de teelt van snijmais.		
	Ir. J. Schröder, L. ten Holte, ir. W. van Dijk, ing. W.J. de Groot, ing. W.A. de Boer		
	en ir. E.J. Jansen, november 1992	f	10,-
147.	Koolvliegbestrijding met behulp van zaadcoating met insecticiden in bloem- en		
	spruitkool. A. Ester, november 1992	f	10,-
146.	Bedrijfsystemenonderzoek Borgerswold. Invulling gewijzigde voortzetting vanaf 1991.		
	Ing. J. Boerma en ir. Y. Hofmeester, november 1992	f	10,-
145.	Voorjaarstoediening van dunne dierlijke mest op kleigronden. ing. G.J.M. van Dongen		
	en ing. J. Alblas, oktober 1992	f	10,-
144.	Innovatiebedrijven geïntegreerde akkerbouw/opzet en eerste resultaten.		
	Ir. F.G. Wijnands, ing. S.R.M. Janssens, ing. P. v. Asperen en ing. K.B. v. Bon,		
	okt. 1992	f	10,-
143.	Teeltfrequentie-effecten bij erwten, veldbonen, bruine bonen, snijmais, vlas en		
	zaaiuien. Ing. Th. Huiskamp en ir. J.G. Lamers, oktober 1992	f	10,-
142.	Bestudering van het groeiverloop van zaaiuien en bouw van een groeimodel.		
	Ir. C.L.M. de Visser, juni 1992	f	25,-
141.	Analyse van het gebruik en de acceptatie van teeltbegeleidingssystemen in de		
	praktijk. Ing. A. Grunefeld en ir. W.A. Dekkers, februari 1992	f	10,-
140.	De invloed van pootgoedbehandeling op het aantal stengels en knollen bij		
	aardappelen. Ir. C.B. Bus, april 1992	f	10,-
139.	De invloed van de intensiteit van het bouwplan op pootaardappelen, suikerbieten en		
	wintertarwe (vruchtwisselingsproefveld) FH82). Ing. H.W.G. Floot, ir. J.G. Lamers		
	en ir. W. van den Berg, januari 1992	f	10,-
138.	Jaarverslag 1989 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, januari 1992	f	10,-
137.	Vergelijking van het bewaren van fijne peen op het veld, onder stro en in de natte		
	koeling. Ing. J.A. Schoneveld, december 1991	f	10,-
136.	Kwantitatieve aspecten van de verdelingsnauwkeurigheid van meststoffen.		
	Ing. D.T. Baumann, december 1991.	f	10,-
135.	Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven op Trichodorus-		
	gevoelige grond. Ing. A. Bos en drs. A.T. Krikke, december 1991	f	10,-
134.	Het verloop van weggroten van moederknollen bij pootaardappelen.		
	Ing. J.K. Ridder en ir. C.B. Bus, december 1991.	f	10,-
133.	Information modelling for arable farming. Integrale vertaling van verslag 67		
	(Het globale informatiemodel Open Teelten), oktober 1991	f	10,-

132.	Groei, ontwikkeling en opbrengst van witte kool in relatie tot het tijdstip van planten. Dr.ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moel, september 1991	f	10,-
131.	Teeltaspecten van wintergerst voor opbrengst en kwaliteit. Dr. ir. A. Darwinkel, september 1991.	f	10,-
130.	Landbouwtechnische -,economische, bedrijfskundige - en milieu - aspecten bij het toedienen en direct inwerken van dierlijke organische mest in de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt. Ing. G.J. van Dongen, september 1991	f	10,-
129.	Bepaling van de informatiebehoeften van agrarische ondernemers. Ir. P.W.J. Raven, ing. H. Drenth, ing. S.R.M. Janssens en drs. A.T. Krikke	f	10,-
128.	Effect van de hoogte en een deling van de stikstofbemesting op de opbrengst en kwaliteit van zomergerst. Ing. R.D. Timmer, J.G.N. Wander en ir. I.D.C. Duijnhouwer, december 1991.	f	10,-
127.	Rendabiliteit van verminderde bodembelasting. Ing. S.R.M. Janssens, juli 1991.	f	10,-
125.	Onderzoek naar groeistofschade bij witlof (<i>Cichorium intybus</i> L. var. <i>foliosum</i>) in de seizoenen 1986/1987 t/m 1988/1989. Ir. G. van Krustum en ing. C. van der Wel, mei 1991	f	10,-
122.	De bepaling van de opbrengst van een perceel snijmaïs bij de oogst. Ing. H.M.G. van der Werf MSc, ir W. van den Berg en ing. A.J. Muller, april 1991	f	10,-
120.	Biotoets voetziekten in erwten. Ir. R.J. Oyarzun, maart 1991	f	10,-
119.	Inventarisatie van ziekten en plagen in veldbeemdgras. Ir. G.H. Horeman, december 1990	f	10,-
118.	Graszaadstengelgalmuggen in veldbeemdgras. Ir. G.H. Horeman, december 1990	f	10,-
116.	Bladrandkeverbestrijding door middel van zaadcoating bij veldbonen. A. Ester, december 1990	f	10,-
115.	Rhizomanie-onderzoek 1987-1989. Ir. Y. Hofmeester, december 1990	f	10,-
114.	Onderzoek naar het effect van systematische nematiciden bij koolgewassen. C. de Moel, december 1990	f	10,-
113.	Populatie-ontwikkeling van het bietecysteaaaltje in de optredende schade bij continu teelt van suikerbieten in combinatie met grondontsmetting. Ir. J.G. Lamers, december 1990	f	10,-
112.	Schietgevoeligheid van knolselderij. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, december 1990	f	10,-
111.	Teelt van bakwaardig tarwe in Nederland. Dr. ir. A. Darwinkel, december 1990	f	10,-
110.	Voorvruchteffecten bij inpassing van vollegrondsgroente in een akkerbouwrotatie. Ing. Th. Huiskamp, december 1990	f	10,-
109.	(Stikstof)bemesting van witte kool. Ir. H.H.H. Titulaer, december 1990	f	10,-
108.	Optimale plantgetal van snijmaïs en van korrelmaïs. Ir. J.J. Schröder, juli 1990	f	10,-
107.	Langdurige bewaring van krotten in een geventileerde kuil en in een mechanisch gekoelde cel in seizoen 1986/1987, 1987/1988 en 1988/1989. Ing. M.H. Zwart- Roodzant, juli 1990	f	10,-
106.	Stikstofdeling bij snijmaïs. Ir. J. Schröder, juli 1990	f	10,-
105.	Jaarverslag 1988 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, juni 1990	f	10,-
104.	Het effect van een grondbehandeling met pencycuron (Moncereen) tegen <i>Rhizoctonia</i> op de opbrengst van zetmeelaardappelen. Ing. J.K. Ridder, juni 1990	f	10,-
103.	Minerale olie, insecticiden en bladluisdruk bij de teelt van pootaardappelen in relatie tot de verspreiding van het aardappelvirus y^N . Ir. C.B. Bus, mei 1990	f	10,-
102.	Stikstofbemesting bij spruitkool. Ing. J.J. Neuvel, mei 1990	f	10,-
101.	Teeltsystemen parthenocarpe augurken. J.T.K. Poll, ing. F.M.L. Kanters, ir. C.F.G. Kramer en ing. J. Jeurissen, mei 1990	f	10,-
100.	Teeltvervroeging bij suikerbieten. Dr.ir. A.L. Smit, mei 1990	f	10,-
99.	Aardpeer een potentieel nieuw gewas - teeltonderzoek 1986-1989. Ing. H. Morrenhof en ir. C. Bus, mei 1990	f	10,-
98.	Zuiveringslib in de akkerbouw. Ing. A. de Jong, april 1990	f	10,-

97. Epipré-adviesmodel. Ing. H. Drenth en ing. W. Stol, maart 1990	f	10,-
96. De teelt van Bintje fritesaardappelen op lössgrond. Ing. P.M.T.M. Geelen, januari 1990	f	10,-
95. Stikstofbemesting van peen. Dr. ir. J.H.G.Slangen, ir. H.H.H. Titulear, ir. H. Niers en dr.ir. J. van der Boon, januari 1990	f	10,-

Publikaties

71. Werkplan 1994, februari 1994	f	15,-
70a. Jaarboek 1992/1993 akkerbouw, oktober 1993	f	30,-
70b. Jaarboek 1992/1993 vollegrondsgroenteteelt, oktober 1993	f	20,-
69. Kwantitatieve informatie 1993-1994, september 1993	f	30,-
68. Planning van de vervangingsinvestering van een machine of werktuig. Ir. H.B. Schoorlemmer en drs. A.T. Krikke, augustus 1993	f	20,-
67. 28 jaar De Schreef, april 1993	f	40,-
62. Verspreiding van onkruiden en planteziekten met dierlijke mest - een risico-analyse Ir. A.G. Elema en dr. ir. Scheepens, augustus 1992	f	15,-
59. Bedrijfshygiëne in de praktijk. Ir. Y. Hofmeester	f	15,-
50. Geïntegreerde akkerbouw naar de praktijk, maart 1990. Dr. P. Vereijken en ir. F.G. Wijnands	f	15,-

Themaboekjes

17. Themadag onderzoek agrificatie en 'nieuwe' gewassen	f	35,-
16. Themadag aardappelen	f	25,-
15. Duurzame onkruidbestrijding, november 1993	f	25,-
14. Bedrijfssystemen voor een Akkerbouw met toekomst, december 1992	f	25,-
13. Gewasbescherming vollegrondsgroenten, november 1992	f	15,-
12. Bodemgebonden plagen en ziekten van aardappelen, november 1991.	f	15,-
11. Bewaring van vollegrondsgroenten, december 1990	f	15,-
10. Benutting dierlijke mest in de akkerbouw, maart 1990	f	15,-

Teelthandleidingen

64. Teelt van suikerbieten, september 1994	f	30,-
63. Teelt van sla, augustus 1994	f	40,-
62. Teelt van bleekselderij, maart 1994	f	25,-
61. Teelt van haver, februari 1994	f	20,-
60. Teelt van karwij, januari 1994	f	15,-
59. Teelt van dille, januari 1994	f	15,-
58. Teelt van maïs, december 1993	f	25,-
57. Teelt van consumptie-aardappelen, november 1993	f	30,-
56. Teelt van prei, oktober 1993	f	30,-
55. Teelt van knolvenkel, augustus 1993	f	25,-
54. Teelt van broccoli, juli 1993	f	30,-
53. Teelt van suikermaïs, juli 1993	f	25,-
52. Teelt van zaauijen, juni 1993	f	30,-
51. Teelt van bloemkool, april 1993	f	35,-
50. Teelt van Digitalis lanata, februari 1993	f	10,-
49. Teelt van thijm, februari 1993	f	10,-
48. Teelt van doperwten, december 1992	f	15,-
47. Teelt van groene asperges, november 1992	f	15,-

46. Teelt van peterselie en bladselderij, oktober 1992	f	10,-
45. Teelt van zomergerst, juni 1992	f	20,-
44. Teelt van rammenas, april 1992	f	15,-
43. Teelt van boerenkool, maart 1992	f	15,-
42. Teelt van witte asperge, december 1991	f	15,-
41. Teelt van winterrogge, december 1991	f	10,-
40. Teelt van radicchio, november 1991	f	10,-
39. Teelt van plantuien, november 1991	f	15,-
38. Teelt van spinazie, november 1991	f	15,-
37. Teelt van schorseneren, oktober 1991	f	15,-
36. Teelt van peen, juni 1991	f	20,-
35. Teelt van triticale, april 1991	f	10,-
34. Teelt van vlas, april 1991	f	15,-
33. Teelt van tuinbonen, maart 1991	f	15,-
32. Teelt van rabarber, februari 1991	f	15,-
31. Teelt van spruitkool, november 1990	f	15,-
30. Teelt van knolselderij, november 1990	f	15,-
29. Teelt van augurken, november 1990	f	15,-
28. Teelt van droge erwtten, maart 1989	f	15,-
27. Stamslabonen, november 1988	f	15,-
26. Graszaad, oktober 1988	f	15,-
25. Luzerne, september 1988	f	15,-
24. Kroten, juli 1988	f	15,-
23. Wintertarwe, september 1987	f	15,-
22. Andijvie, augustus 1987	f	10,-
21. Suikerbieten, december 1986	f	15,-
19. Sla, oktober 1985	f	10,-
17. Sluitkool, mei 1985	f	10,-
15. Bestrijding van onkruiden in suikerbieten (incl. de gids "Akker-onkruiden en hun kiemplanten f 15,-"), maart 1985	f	12,50
13. Voederbieten, april 1983	f	10,-
12. Witlof, augustus 1989	f	20,-

Korte teeltbeschrijvingen

8. Chinese kool, november 1989	f	10,-
1. Teunisbloemen, maart 1986	f	5,-

Niet opgenomen in de reeks

- Bouwboek (inhoud + ringband; voor het bijhouden van uiteenlopende bedrijfs- administratie), januari 1988	f	35,-
- Phoma bij aardappelen. Ing. A. Schepers en ir. C.D. van Loon, maart 1988	f	5,-

losse bestellingen

U kunt losse exemplaren bestellen door het per titel vermelde bedrag over te maken op postgirorekening nr. 22.49.700 van het PAGV, Lelystad, met vermelding van de uitgave(n) die u wilt ontvangen. Als u vanuit het buitenland bestelt, wordt u verzocht (in totaal) f 15,- extra over te maken.

PAGV-jaarabonnementsen

U kunt kiezen uit de volgende abonnementsen:

- **akkerbouw-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte akkerbouw- en algemene informatie
- **akkerbouw-totaal:**
bevat naast de op de praktijk gerichte informatie ook gedetailleerde onderzoekinformatie m.b.t. akkerbouw
- **vollegroondsgroente-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte vollegroondsgroente- en algemene informatie
- **vollegroondsgroente-totaal:**
bevat naast de op de praktijk gerichte informatie ook gedetailleerde onderzoekinformatie m.b.t. de vollegroondsgroenteteelt
- **totaal-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte informatie, zowel voor de akkerbouw als voor de vollegroondsgroenteteelt
- **totaal-verslagen:**
bevat indirect wel praktijkgerichte informatie, maar bestaat in principe uit gedetailleerde onderzoekinformatie, zowel voor de akkerbouw als voor de vollegroondsgroenteteelt
- **totaal-PAGV:**
bevat alle PAGV-uitgaven.

Onderstaand schema laat zien welke PAGV-uitgaven u ontvangt bij een bepaald pakket-abonnement:

	akkerbouw-praktijk	akkerbouw-totaal	vollegroondsgro.-praktijk	vollegroondsgro.-totaal	totaal-praktijk	totaal-verslagen	totaal-PAGV
Werkplan	x	x	x	x	x	x	x
Jaarverslag	x	x	x	x	x	x	x
Jaarboek	x	x	x	x	x		x
Kwantitatieve informatie	x	x	x	x	x		x
publicaties akkerbouw	x	x			x		x
publicaties vollegroondsgroenteteelt			x	x	x		x
publicaties algemeen	x	x	x	x	x		x
teelthandleidingen akkerbouw	x	x			x		x
teelthandl. vollegroondsgroenteteelt			x	x	x		x
verslagen akkerbouw		x				x	x
verslagen vollegroondsgroenteteelt				x		x	x
verslagen algemeen		x		x		x	x
prijs per jaar	f100,-	f175,-	f75,-	f125,-	f150,-	f100,-	f250,-

U wordt pakket-abonnee door het per abonnement vermelde bedrag over te maken op postgirorekeningnummer 22.49.700 van het PAGV te Lelystad, met vermelding van het betreffende abonnement. U ontvangt dan zonder verdere kosten alle betreffende uitgaven in het betreffende kalenderjaar.

- **Bestel-abonnement (f25,-).** Deze bestaat uit een Nieuwsbrief die ieder kwartaal verschijnt en melding maakt van nieuwe PAGV-uitgaven. Deze kunt u vervolgens (met korting) bestellen. Als bestel-abonnee ontvangt u bovendien het jaarverslag.
- **Rassen Bulletin-abonnement (f25,-).** Deze bestaat uit de Rassen Bulletins voor de Akkerbouw (inclusief de grassen voor grasvelden en gazons).

N.B. Uw abonnement wordt automatisch verlengd voor een volgend jaar. Wijziging/opzegging van het abonnement is schriftelijk mogelijk tot 1 november van het abonnementsjaar.