

De invloed van stikstofgift en plantverdeling op zelfdunning, opbrengst en bastgehalte van vezelhennep

The effect of nitrogen fertilisation and spatial arrangement of plants on self-thinning, yield and bark content of fibre hemp

ing. W.C.A. van Geel, PAGV en ing. H.M.G. van der Werf MSc, CABO-DLO

Inleiding

In het kader van het Nationaal Hennep Onderzoek-programma van de ministeries van LNV en EZ wordt de haalbaarheid onderzocht van vezelhennep als grondstof voor de papierindustrie. De hennepstengels, die voor 30-35% uit bastweefsel en 65-70% uit houtweefsel bestaan, kunnen worden verwerkt tot papierpulp. Hennep (*Cannabis sativa* L.) is een éénjarig, dicotyl gewas. Voor de Nederlandse akkerbouw lijkt hennep aantrekkelijk omdat het het bouwplan verruimt, in principe op vrij grote schaal verbouwd kan worden en niet met andere binnenlandse akkerbouwgewassen concurreert.

In een gezamenlijk project met de LUW zoekt het PAGV naar de optimale teeltwijze van vezelhennep. De teelt is erop gericht een zo hoog mogelijke stengelopbrengst te behalen met een zo groot mogelijk bastaandeel. Het bastaandeel in de stengel is de belangrijkste maatstaf voor de kwaliteit, omdat de bast de stevigheid van het uiteindelijke papier positief beïnvloedt.

Het stengelaandeel van de plant en het bastaandeel in de stengel nemen toe naarmate de plantdichtheid hoger is (Van der Werf, 1991). Bij hoge standdichtheden treedt echter zelfdunning op: als gevolg van onderlinge concurrentie blijven er planten achter en gewicht en lengte en sterven uiteindelijk af voordat het gewas wordt geoogst. In hennepgewassen blijkt een hogere opbrengst samen te gaan met een (door zelfdunning onstane) lagere plantdichtheid bij de oogst (Weller, 1990). Zelfdunning is ongewenst omdat het verlies van reeds geproduceerde drogestof inhoudt en de dode planten een invalspoort voor ziekten kunnen vormen. Als er minder planten uitvallen, zou tevens minder zaai zaad nodig zijn en/of een hoger plantgetal bij de oogst bereikt kunnen worden (Van der Werf, 1991).

Uit henneproeven van CABO en LUW in 1987-1989 bleek dat meer zelfdunning optrad naarmate de

zaaidichtheid hoger was (Meijer et al., 1993). Het aantal levende planten varieerde van 86 tot 823 bij opkomst (afhankelijk van de zaaidichtheid) en van 38 tot 102 bij de eindoogst. De stengelopbrengst bij de eindoogst bleek niet afhankelijk te zijn van de zaaidichtheid. Aanbevolen werd verder onderzoek te doen naar de optimale plantdichtheid voor de Nederlandse groei-omstandigheden en naar teeltmaatregelen die bij een gegeven plantdichtheid mogelijk invloed hebben op de zelfdunning, zoals stikstofgift en rijenafstand.

Volgens Weller (1990) wordt de mate waarin zelfdunning in een gewas optreedt, beïnvloed door factoren als bodemvruchtbaarheid en plantverdeling. Dit betekent dat de maximale plantdichtheid die bij een bepaald opbrengstniveau bereikt kan worden, kan worden beïnvloed door stikstofbemesting en rijenafstand.

Een stikstofgift van 150 tot 240 kg N per ha geeft de hoogste stengelopbrengst in vezelhennep (Aukema en Friederich 1957, Jaranowska 1964, Rivoira en Marras 1975, Marras en Spanu 1979). Stikstof heeft echter een negatieve invloed op het bastgehalte in de stengel. Daardoor is de bastopbrengst het hoogst bij giften tussen de 50 en 150 kg per ha (Aukema en Friederich 1957, Jaranowska 1964, Rivoira en Marras 1975). De hoogte van de stikstofgift beïnvloedt de stengeldichtheid bij de oogst (Jaranowska 1964, Rivoira en Marras 1975, Marras en Spanu 1979).

Aukema en Friederich (1957), Jaranowska (1963), Van der Schaaf (1966) en Dempsey (1975) vonden dat een rijenafstand tussen de 8 en 16 cm de hoogste stengelopbrengst gaf in vezelhennep. Aukema en Friederich (1957) vonden ook dat het bastaandeel in de stengel iets hoger was bij 10 cm rijenafstand dan bij 20 cm. Jaranowska (1963) vergeleek rijenafstanden van 10, 15, 20, 25 en 30 cm en vond geen verschillen in bastgehalte en plantdichtheid bij de oogst. Het doel van onze proef was de invloed van stikstofgift en plantverdeling na te gaan op zelfdunning,

stengelopbrengst en bastaandeel van vezelhennep.

Proefopzet en -uitvoering

In de proef werden de volgende behandelingen aangelegd:

- Stikstofgift:
 1. 80 kg per ha minus bodemvoorraad (80 N)
 2. 200 kg per ha minus bodemvoorraad (200 N)
- Plantverdeling:
 - 1a. 12½ cm rijenafstand conventionele zaai (conv 12½)
 - 1b. 12½ cm rijenafstand precisiezaai (prec 12½)
 - 2a. 25 cm rijenafstand conventionele zaai (conv 25)
 - 2b. 25 cm rijenafstand, geüniformeerd gewas (unif 25)
 3. 50 cm rijenafstand conventionele zaai (conv 50)

De proef is ingezaaid met het Hongaarse ras Kompolti Hybrid TC. De Hongaarse rassen hebben een hoog bastgehalte (De Meijer et al., 1990). Voor prec 12½ werd een precisiezaaimachine gebruikt, voor de

overige plantverdelingen een nokkenradzaaimachine. Met precisiezaai wordt een regelmatigere verdeling van de planten in de rij verkregen en een regelmatigere zaaidiepte, resulterend in een uniformer gewas bij opkomst.

In 1991 werden alle hennepveldjes in het kiemplantstadium gedund tot 160 planten per m² en in 1992, vanwege een onvoldoende veldopkomst van het gewas, tot 132 planten per m². De veldjes van unif 25 werden ruim twee keer zo dicht gezaaid als de andere veldjes. Bij het dunnen werden hier alle korte en dunne planten verwijderd om een zo homogeen mogelijk gewas te verkrijgen. Verondersteld werd dat juist de kleinere exemplaren in het heterogeen hennepgewas de concurrentiestrijd zouden verliezen en dat daarom maatregelen die leiden tot kleinere verschillen in plantgrootte, het optreden van zelfdunning zouden doen afnemen. De overige veldjes werden non-selectief gedund.

De proef werd aangelegd als volledig gewarde blokkenproef in twee herhalingen op het PAGV op een zware zavelgrond (29% slib, 2,3% organische stof).

Proefgegevens

	1991	1992
voorvrucht	wintertarwe	wintertarwe
zaaidatum	18 april	8 mei
50% opkomst	5 mei	14 mei
datum N-bemesting	25 april	18 mei
dunnen:		
- aantal planten	160	132
- datum	21 mei	26 mei
onkruidbestrijding	niet	niet
ziektebestrijding	in juni, juli en augustus is in beide jaren om de 14 dagen gespoten met afwisselend 1 kg chloorthalonil/vinchlozolin per ha en 1 liter carbendazim/iprodion per ha ter voorkoming van <i>Botrytis cinerea</i>	
oogstdata	5 juni	2 juni
	24 juni	22 juni
	22 juli	20 juli
	19 aug.	17 aug.
	9 sept.	7 sept.
		gem. plantlengte
		19 cm
		89 cm
		159 cm
		200 cm
		213 cm

Het groeiseizoen 1991 was van gemiddelde temperatuur. Mei en juni waren echter kouder dan gemid-

deld, terwijl juli erg warm was en augustus warmer dan gemiddeld. Het groeiseizoen 1992 was uitzon-

Tabel 122. Aantal levende hennepplanten per m² bij twee stikstofniveaus en drie rijenafstanden (gemiddelde voor 1991 en 1992).

N-gift	rijenafst.	oogst 1	oogst 2	oogst 3	oogst 4	oogst 5
80 N	12½ cm	147	149	137	139	131
	25 cm	147	149	140	140	130
	50 cm	145	147	143	136	127
200 N	12½ cm	147	148	129	108	92
	25 cm	147	151	131	115	103
	50 cm	146	151	129	105	82

derlijk warm.

In de loop van het groeiseizoen werd uit elk veldje vijf keer met de hand een vierkante meter geoogst. Eerst werden de dode planten geteld en verwijderd. Daarna werden alle levende planten één cm boven de grond afgeknippt en vers gewogen. Ook werd uit elk oogstveldje een monster van 10 planten apart gewogen. Deze planten werden vervolgens gescheiden in stengel, levend blad, dood blad en bloeiwijze, inclusief zaad. Het oppervlak van het levend blad werd gemeten, waarna de verschillende plantedelen gedurende 48 uur werden gedroogd bij een temperatuur van 105°C. Daarna werd het drooggewicht vastgesteld. Met behulp van de uitkomsten konden drogestofopbrengst, drogestofgehalte, stengelaandeel en bebladeringsindex worden berekend.

Bij de eindoogst werd ook het drooggewicht van de dode planten vastgesteld. Voorts werden na de eindoogst de stengels van de 10-plantmonsters na het drogen gescheiden in bast en hout met behulp van een vlasbraakmachine. In de bast achtergebleven houtsnippers werden met de hand verwijderd. Na drogen en terugwegen kon het bastaandeel in de stengel worden berekend.

Bij de vierde en vijfde oogst werd het percentage bloeiende planten vastgesteld. Ook werd bij elk oogsttijdstip tussen de plantrijen de lichtonderschepping door het gewas gemeten.

De resultaten van 1991 en 1992 zijn gezamenlijk geanalyseerd. Verschillen zijn pas als significant aangemerkt indien de onbetrouwbaarheid van de F-toets $\leq 0,05$, tenzij anders vermeld. De LSD-waarden zijn berekend met behulp van de tweezijdige t-toets ($p \leq 0,05$).

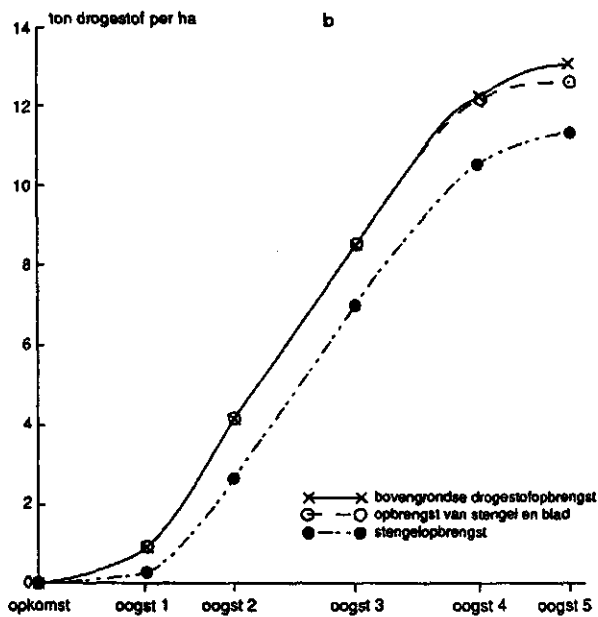
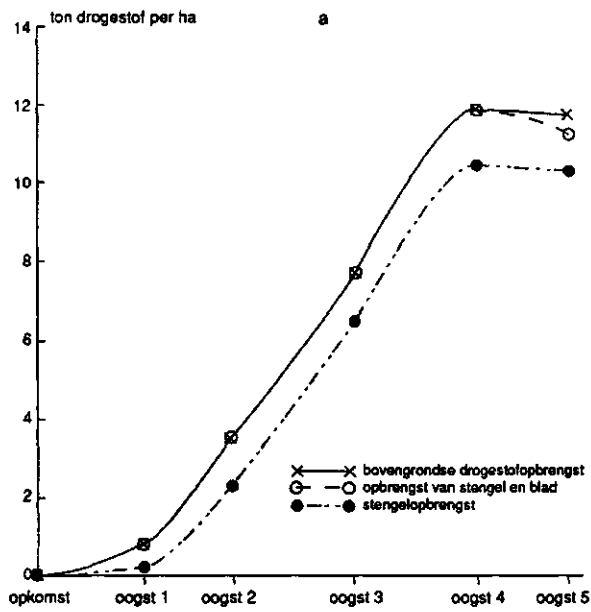
Resultaten en discussie

De factoren prec 12½ en unif 25 hadden geen duidelijke invloed op de drogestofopbrengst bij de eindoogst, noch op de zelfdunning en het bastgehalte. Gedurende het groeiseizoen verschilden ze zelden significant van de conventionele zaaimethode. Daarom zal hierna alleen nog worden gesproken van rijenafstand (prec 12½ + conv 12½; unif 25 + conv 25; conv 50).

Tussen stikstofniveau en rijenafstand traden geen interactie-effecten op die gedurende het gehele groeiseizoen aanwezig bleven. Ze zullen daarom grotendeels onafhankelijk van elkaar worden besproken.

Zelfdunning

Bij de eerste en tweede oogst was de plantdichtheid niet veranderd sinds het dunnen. Daarna nam het aantal levende planten af (tabel 122). Die afname was bij 200 N groter dan bij 80 N (F prob. $\leq 0,001$). De vierde oogst viel samen met het begin van de bloei (50% bloeiende planten). Tussen de vierde en vijfde oogst was de gewasgroeisnelheid duidelijk lager dan voor de bloei (figuur 13). Al eerder is in hennep een afname van de gewasgroeisnelheid na de bloei waargenomen. Het gewas bleek het opgevangen licht minder efficiënt te benutten, vermoedelijk als gevolg van veroudering van de bladeren (Meijer et al., 1993). Zelfdunning is een door dichtheid geïnduceerde afsterving in overdichte, maar actief groeiende plantpopulaties (Weller, 1990). Aangezien de gewasgroeisnelheid tussen de vierde en vijfde oogst sterk afnam, zijn de resultaten van de vijfde oogst buiten beschouwing gelaten wat betreft de zelfdunning.



Figuur 13. Groeiverloop van hennep bij 80 kg N per ha (13a) en 200 kg N per ha (13b). De figuren zijn het gemiddelde van drie rijenafstanden in 1991 en 1992 en hebben betrekking op drogestof van levende planten.

Bij de vierde oogst was de plantdichtheid, gemiddeld voor beide stikstofgiften, bij rijenafstand 50 cm lager dan bij 25 cm (F prob. = 0,068), wat duidt op een heviger zelfdunning.

Het plantgetal in deze proef was in beide jaren te hoog in relatie tot het behaalde opbrengstniveau. Zelfdunning kan voor een belangrijk deel worden tegengegaan door een lager plantgetal te kiezen.

Meer dan 100 planten per m² lijkt bij het opbrengstniveau in deze proef, bij de hoge stikstofgift, weinig zinvol. Plantgetalproeven (1991-1992) bevestigen dat waarschijnlijk kan worden volstaan met circa 90 planten per m² (Van der Werf en Wijlhuizen, in voorbereiding).

Stikstof

Het gehele groeiseizoen was de bladmassa bij 200 N groter dan bij 80 N (figuur 13; tabel 123). Na half augustus nam deze af met 29,3% bij 80 N en met 25,6% bij 200 N. Ook de bebladeringsindex was vanaf eind juni tot aan de eindoogst bij 200 N hoger

(tabel 123). In samenhang met de bebladeringsindex onderschepte het gewas vanaf eind juni tot de eindoogst bij 200 N iets meer licht dan bij 80 N (tabel 123). In juli en augustus was de lichtonderschepping zelfs meer dan 99%.

Vanaf opkomst tot de eerste oogst had het stikstofniveau weinig invloed op de bovengrondse drogestofproductie (tabel 124). Tussen de eerste en tweede oogst was de gewasgroeisnelheid bij 200 N hoger dan bij 80 N. Daarna was er tot aan de vierde oogst geen verschil in groeisnelheid tussen 80 N en 200 N. Bij de tweede en derde oogst was de drogestofopbrengst bij 200 N hoger dan bij 80 N. Bij de vierde oogst was er echter geen significant verschil meer in drogestofopbrengst. Tussen de tweede en vierde oogst heeft de hogere bebladeringsindex bij 200 N waarschijnlijk weinig bijgedragen aan een hogere productie. De bebladeringsindex bedroeg meer dan vier en het verschil in lichtonderschepping bedroeg in deze periode minder dan 1%. Na de tweede oogst gingen door zelfdunning bij 200 N meer planten en daarmee ook meer drogestof verloren dan bij 80 N.

Tabel 123. Bladmassa (ton per ha), bebladeringsindex en lichtonderschepping van hennep bij 80 en 200 kg N per ha (gemiddelden van drie rijenafstanden in 1991 en 1992).

		oogst 1	oogst 2	oogst 3	oogst 4	oogst 5
bladmassa	80 N	0,58 b	1,24 b	1,21 b	1,40 b	0,99 b
	200 N	0,61 a	1,54 a	1,48 a	1,68 a	1,25 a
bebladeringsindex	80 N	1,4 b	3,9 b	3,9 b	4,2 b	2,5 b
	200 N	1,5 a	4,6 a	4,4 a	4,8 a	3,0 a
lichtonderschepping	80 N	66,7% a	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

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

Tabel 124. Gewasgroeisnelheid (kg per ha per dag) en bovengrondse drogestofopbrengst (ton per ha) van hennep bij twee 80 en 200 kg N per ha (gemiddelden van drie rijenafstanden in 1991 en 1992).

		oogst 1	oogst 2	oogst 3	oogst 4	oogst 5	gemidd.
gewasgroeisnelheid	80 N	27 a	139 b	151 a	149 a	-9 b	92 b
	200 N	28 a	166 a	156 a	133 a	37 a	102 a
bovengrondse drogestof	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	

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

Tabel 125. Opbrengst van dode droge stof van hennep bij de eindoogst (ton per ha; gemiddelde van drie rijenafstanden) en de som van de levende en dode droge stof (ton per ha; gemiddelde van drie rijenafstanden in 1991 en 1992).

	dode drogestof			levende en dode drogestof
	1991	1992	gem.	
80 N	0,46 b	1,08 a	0,77 b	12,70 b
200 N	1,26 a	0,88 a	1,26 a	14,22 a

Verskil in lettercode binnen een kolom duidt op een significant verschil tussen 80 en 200 N ($p \leq 0,05$).

Tabel 126. Percentage bloeiende en zaaddragende planten van hennep bij 80 en 200 kg N per ha en drogestofopbrengst (ton per ha) aan bloeiwijze inclusief zaad bij de eindoogst (gemiddelden van drie rijenafstanden in 1991 en 1992).

	bloeiend/zaaddragend		drogestof oogst 5
	oogst 4	oogst 5	
80 N	59,2% a	96,3% a	0,26 b
200 N	58,3% a	86,4% b	0,32 a

Verskil in lettercode binnen een kolom duidt op een significant verschil tussen 80 en 200 N ($p \leq 0,05$).

Gemiddeld over de twee jaren was het drogestofgewicht van dode planten bij de eindoogst ruim een ton per ha (tabel 125). Meijer et al. (1993) vonden dat de planten die vroeg in het groeiseizoen stierven, geen wezenlijk bijdrage vertegenwoordigden aan droge stof, maar dat in de tweede helft van het groeiseizoen het drogestofverlies door zelfdunning 0,5 tot 1,0

ton per ha bedroeg (bij respectievelijk 86 en 342 planten per m^2 aan het begin van het groeiseizoen en gemiddeld 125 kg stikstof per ha).

Tussen de vierde en vijfde oogst was de gewasgroeisnelheid bij 200 N hoger dan bij 80 N, resulterend in een hogere drogestofopbrengst bij de eindoogst. Van het met 80 kg N bemeste gewas nam de

Tabel 127. Stengelopbrengst (ton per ha), stengelaandeel in de bovengrondse drogestof, bast- en houtopbrengst (ton per ha) en bastaandeel in de stengel bij de eindoogst bij 80 en 200 kg N per ha (gemiddelden van drie rijenafstanden in 1991 en 1992).

	stengel-opbrengst	stengel-aandeel	bast-opbrengst	hout-opbrengst	bastaandeel
80 N	10,35 b	88,0% a	3,65 a	6,63 b	35,6% a
200 N	11,30 a	86,8% a	3,83 a	7,47 a	34,0% b

Verskil in lettercode binnen een kolom duidt op een significant verschil tussen 80 en 200 N ($p \leq 0,05$).

Tabel 128. Bebladeringsindex en lichtonderschepping van hennep bij 12½, 25 en 50 cm rijenafstand (gemiddelde van twee stikstofgiften in 1991 en 1992).

		oogst 1	oogst 2	oogst 3	oogst 4	oogst 5
bebladerings-index	12½ cm	1,7 a	4,3 a	4,2 a	4,6 a	2,7 a
	25 cm	1,4 b	4,2 a	4,0 a	4,3 a	2,9 a
	50 cm	1,2 c	4,3 a	4,4 a	4,6 a	2,7 a
lichtonderschepping	12½ cm	75,8% a	98,2% a	99,1% a	99,1% a	96,3% a
	25 cm	66,5% b	97,4% a	98,8% a	99,1% a	96,1% a
	50 cm	50,3% c	96,7% b	97,3% b	99,1% a	94,9% b

Verskil in lettercode binnen een kolom duidt op een significant effect van rijenafstand ($p \leq 0,05$).

opbrengst aan levende planten niet meer toe. Deze stagnatie is waarschijnlijk voor een belangrijk deel te wijten aan het afsterven van (mannelijke) planten in 1992 na de bloei. Daardoor werd in vergelijking met 1991 veel dode droge stof gemeten bij de eindoogst (tabel 125). Blijkbaar had het gewas relatief stikstofgebrek, waardoor het eerder ging aftakelen. Tussen de vierde en vijfde oogst nam het aantal bloeiende of zaaddragende planten bij 200 N minder toe dan bij 80 N (tabel 126). De hoge N-gift leek de bloei te vertragen en de duur van de vegetatieve groei te verlengen.

Bij 200 N waren de stengelopbrengst en de som van de levende en dode drogestof hoger (tabel 125 en 127). Het stengelaandeel was gedurende het groeiseizoen bij 200 N lager dan bij 80 N. Bij de eindoogst was dit verschil niet meer significant, waarschijnlijk door een toegenomen variabiliteit tussen de veldjes. Bij 200 N werd ook meer bloeiwijze/zaad geproduceerd (tabel 126). Het bastaandeel in de stengel was bij 200 N lager dan bij 80 N; de bastopbrengst werd niet significant beïnvloed door de stikstofgift (tabel 127).

Plantverdeling

De bebladeringsindex en lichtonderschepping waren bij de eerste oogst hoger naarmate de rijenafstand kleiner was (tabel 128). Daarna werd de bebladeringsindex niet meer door de rijenafstand beïnvloed. De lichtonderschepping was daarentegen bij de tweede, derde (alleen voor 80 N) en laatste oogst bij rijenafstand 50 cm significant lager. Deze discrepantie vloeit mogelijk voort uit het feit dat de bladverdeling bij 50 cm ongelijkmatiger is dan bij 12½ en 25 cm rijenafstand. De lichtonderschepping in de rij is weliswaar hoog, maar tussen de rijen laat het gewas wat meer licht door.

Hennep onderdrukt onkruid goed als gevolg van een lange periode van hoge lichtonderschepping (Lotz et al., 1991). Rijenafstand beïnvloedt duidelijk de lengte van die periode en de maximale hoogte van het aandeel door het gewas onderschepte licht. Een nauwere rijenafstand geeft waarschijnlijk door de hogere lichtonderschepping, met name in de begin-groefase, een betere onkruidonderdrukking.

De bladmassa was tot en met de tweede oogst het grootst bij de nauwste rijenafstand, waarschijnlijk als

gevolg van een gunstigere plantverdeling (tabel 129). Op het moment van de eerste oogst was het stengelaandeel bij rijenafstand 50 cm groter dan bij de andere twee rijenafstanden. De hogere plantdichtheid in de rij leidde hier blijkbaar eerder tot een grotere interplantconcurrentie, waarop de planten reageerden met stengelstrekking. Bij de tweede oogst was het stengelaandeel bij 50 cm rijenafstand juist lager dan bij 12½ en 25 cm. Het gewas was op dit moment gesloten en behalve in de rij ondervonden de planten nu ook concurrentie van de aangrenzende plantenrijen. Bij de rijenafstanden 12½ en 25 cm was deze concurrentie blijkbaar hoger dan bij 50 cm. De planten reageerden scherp met stengelstrekking en werden langer dan die bij rijenafstand 50 cm. Later in het groeiseizoen had rijenafstand geen invloed meer op bladmassa en stengelaandeel. Het verschil in plantlengte tussen de drie rijenafstanden was bij de eindoogst geheel verdwenen.

De gewasgroeisnelheid gemiddeld over het groeiseizoen verschilde niet tussen de drie rijenafstanden. De begingroei van het gewas (tot en met de eerste oogst) was hoger naarmate de rijenafstand nauwer was (tabel 130). Tot en met de tweede oogst waren totale bovengrondse drogestof- en stengelopbrengst het hoogst bij rijenafstand 12½ cm (tabel 130). Daarna waren de opbrengstverschillen niet significant meer. Bij de vierde oogst nam de totale bovengrondse drogestof- en stengelopbrengst af met een toename van de rijenafstand (F prob. linear = 0,087 respectievelijk 0,072). Dit bevestigt de veronderstelling dat bij 50 cm rijenafstand hevigere zelfdunning is opgetreden. Bij de eindoogst was dit effect verdwenen. Rijenafstand had geen effect op het uiteindelijk stengelaandeel, bastaandeel en op de bastopbrengst.

Conclusies

- Bij het in deze proef behaalde opbrengstniveau (12-13 ton bovengrondse droge stof per ha) kan waarschijnlijk worden volstaan met een plantgetal van 90 per m². Meer dan 100 planten is niet zinvol vanwege de zelfdunning die dan optreedt.
- Bij 50 cm rijenafstand lijkt wat meer zelfdunning op te treden dan bij 25 cm.
- Bij een stikstofaanbod van 200 kg per ha is de

Tabel 129. Bladmassa (ton per ha), stengelaandeel en plantlengte (cm) van hennep bij 12½, 25 en 50 cm rijenafstand (gemiddelden van de twee stikstofgiften in 1991 en 1992).

	bladmassa		stengelaandeel		plantlengte	
	oogst 1	oogst 2	oogst 1	oogst 2	oogst 1	oogst 2
12½ cm	0,69 a	1,45 a	29,1% b	64,3% a	19,7 a	93,0 a
25 cm	0,57 b	1,34 b	27,9% b	64,0% a	18,6 a	88,1 b
50 cm	0,46 c	1,36 b	32,6% a	62,1% b	20,2 a	82,3 c

Verskil in lettercode binnen een kolom duidt op een significant effect van rijenafstand ($p \leq 0,05$).

Tabel 130. Gewasgroeisnelheid (kg per ha per dag), bovengrondse drogestofopbrengst (ton per ha) en stengelopbrengst (ton per ha) van hennep bij 12½, 25 en 50 cm rijenafstand (gemiddelden van twee stikstofgiften in 1991 en 1992).

		oogst 1	oogst 2	oogst 3	oogst 4	oogst 5	gem.
gewasgroei- snelheid	12½ cm	32 a	159 a	151 a	143 a	-6 a	96 a
	25 cm	26 b	148 b	157 a	146 a	25 a	100 a
	50 cm	23 c	150 ab	154 a	127 a	31 a	95 a
boven- grondse drogestof	12½ cm	0,97 a	4,08 a	8,30 a	12,31 a	12,19 a	
	25 cm	0,80 b	3,72 b	8,10 a	12,18 a	12,71 a	
	50 cm	0,69 c	3,63 b	7,94 a	11,50 a	12,15 a	
stengel- opbrengst	12½ cm	0,29 a	2,63 a	6,91 a	10,69 a	10,70 a	
	25 cm	0,23 b	2,38 b	6,75 a	10,61 a	11,03 a	
	50 cm	0,23 b	2,26 c	6,62 a	9,94 a	10,66 a	

Verskil in lettercode binnen een kolom duidt op een significant effect van rijenafstand ($p \leq 0,05$).

drogestofopbrengst aan totaal bovengronds materiaal en aan stengel hoger dan bij een gift van 80 kg per ha. De hoge stikstofgift zorgt voor een vlottere begingroei en voor een langer produktief-blijvend hennepgewas. Als het gewas 80 kg stikstof per ha krijgt aangeboden, begint het eerder af te takelen.

- Bij een stikstofniveau van 200 kg N per ha treedt meer zelfdunning op, waardoor de hogere drogestofproductie deels weer verloren gaat.
- Het bastaandeel in de stengel is bij 200 kg N wat lager dan bij 80 kg N; de bastopbrengst verschilt niet tussen beide stikstofniveaus.
- De optimale stikstofgift ligt tussen de 80 en 200 kg per ha; 80 kg is te weinig. Het verdient aanbeveling om via een stikstofrapenproef de optimale gift voor vezelhennep onder Nederlandse omstandigheden vast te stellen, gelet op stengelopbrengst, bastgehalte en zelfdunning. Een dergelijke proef is in 1992 en in 1993 op het PAGV uitgevoerd en wordt mogelijk in 1994 herhaald.
- Een nauwere rijenafstand geeft aanvankelijk een

hogere drogestofproductie te zien. Later verdwijnt dit effect en wordt bovendien overschaduwd door het effect van de stikstofgift.

- De onkruidonderdrukking door hennep is vermoedelijk beter bij 12½ cm dan bij 25 cm rijenafstand, terwijl bij 50 cm de onderdrukking het slechtst zal zijn.

Literatuur

Aukema, J.J., en J.C. Friederich. Verslag van proeven met hennep in de jaren 1952-1956. Nederlands Vlas Instituut, Wageningen. Rapport 33 (1957), 25 p.

Dempsey, J.M. Fiber Crops. Gainesville: The University Press of Florida (1975), 457 p.

Jaranowska, B. Effect van zaaidichtheid en rijenafstand op opbrengst en kwaliteit van eenhuizige hennep (in het Pools). Yearbook Inst. Przem. Włok. Lvk., Poznan, Poland (1963).

Jaranowska, B. Effect van stikstofniveau en zaaidichtheid op de opbrengst en kwaliteit van een- en tweehuizige hennep (in het Pools). Yearbook Inst. Przem. Włók. Lyk., Poznan, Poland (1964).

Lotz, L.A.P., R.M.W. Groeneveld, B. Habekotté en H. van Oene. Reduction of growth and reproduction of *Cyperus esculentus* by specific crops. Weed Research 31 (1991), p. 153-160.

Marras, G.F. en A. Spanu. Aspecten van teelmaatregelen in hennep voor cellulose. Zaaidichtheid en stikstofopname van hennep voor cellulose (in het Italiaans). Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari, XXVII (1979).

Meijer, W.J.M., H.M.G. van der Werf, E.W.J.M. Mathijssen en P.W.M. van den Brink. Crop characteristics and limitations to dry matter production in fibre hemp. Nog niet gepubliceerd artikel.

Meijer, E. de, H.M.G. van der Werf en W. Meijer. Veredeling en gewaskennis van hennep in Hongarije, reisverslag 5 en 6 juli (1990), 13 p.

Rivoira, G. en G.F. Marras. Wateropname en stikstofbehoefte van hennep voor cellulose (in het Italiaans). Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari, XXIII (1975).

Schaaf, A. van der. De kwantitatieve en kwalitatieve invloed van enkele teeltomstandigheden op hennep. Fibra 11 (1966), p. 1-8.

Weller, D.E. Will the real self-thinning rule please stand up? - A reply to Osawa and Sugita. Ecology 71, 3 (1990), p. 2004-2007.

Werf, H.M.G. van der. Vezelvorming en -productie bij hennep. In: Gewasdiversificatie en Agrificatie (1991), p. 12-22. Agrobiologische Thema's 4. CABO-DLO, (1991).

Summary

The feasibility of fibre hemp as a raw material for the paper industry is being investigated in the Dutch National Hemp Research Program. A high plant density is desirable in fibre hemp as the proportion of the

stem in the above-ground dry matter and the bark content in the stem (the major parameter of stem quality) increase with plant density. However, at high plant densities self-thinning occurs: during the growing season plants die as a result of inter-plant competition.

In a field trial held in 1991 and 1992, the effect of nitrogen and spatial plant arrangement on self-thinning, yield and bark content was determined. Two nitrogen levels (80 and 200 kg/ha) and five spatial plant arrangements were compared. The plant arrangements were 12.5, 25 and 50 cms row width using a conventional seed drill, 12.5 cms using a precision drill (prec 12.5) and 25 cms row distance using a seed drill and removal of the smallest plants at seedling stage in order to obtain a more uniform crop (unif 25).

The plant density in the seed trial (160 plants a square metre in 1991 and 132 plants in 1992) appeared to be too high. The average yield was 12.4 tons/ha of above-ground dry matter. To prevent self-thinning at these yield levels, plant density should probably not exceed 90 plants/m².

The crop grown at 200 kg N/ha achieved a higher yield of plant and stem dry matter than the crop grown at 80 kg/ha. At the higher nitrogen level, crop growth rate was higher during the first two months after sowing and senescence was delayed. 80 kg N/ha was not sufficient for a fibre hemp crop at this yield level. Self-thinning was more severe at the high nitrogen level causing a higher loss of dry matter. Bark yield was not affected by the nitrogen level because the bark content at 200 kg N/ha was lower than at 80 kg N/ha. In further experiments the optimum level of nitrogen fertilisation will be investigated. The yield, quality and self-thinning at prec 12.5 and unif 25 did not differ from the conventional sowing methods. At 50 cms row width self-thinning was somewhat higher than at 12.5 and 25 cms. A smaller row distance led to a higher yield of dry matter in the first months of the growing season. This effect disappeared later one. At final harvest, row width did not affect either yield or quality.

Suppression of weeds might be best at 12.5 cms row width due to a higher interception of light during the first part of the growing season.