

# Effecten van stikstof, zaaidichtheid en groeiregulatie op opbrengst en opbrengstvorming van haver

*Effects of nitrogen dressing, seed rate and growth regulation on the yield and yield formation of oats*

dr.ir. A. Darwinkel, PAGV, A.H.J. Rops, ROC de Kandelaar en ing. K.H. Wijnholds, ROC 't Kompas

## Inleiding

In de afgelopen vier decennia is het areaal haver in Nederland sterk teruggelopen. Thans neemt haver nog slechts enkele procenten van het graanareaal in. In de praktijk bedroeg de jaarlijkse toename van de korrelopbrengst sedert 1950 bij haver 45 kg per ha en bleef daarmee duidelijk achter bij de andere zomer- en wintergranen.

De produktiviteit van haver wordt naast teeltwijze in sterke mate bepaald door groei-omstandigheden en als gevolg daarvan is de opbrengst van haver, meer dan bij de andere granen, jaarlijks aan grote schommelingen onderhevig. Onder gunstige omstandigheden kan haver opbrengsten van meer dan 8 ton per ha geven (denk aan 1993); in slechte jaren blijft de opbrengst duidelijk achter. Behalve het rassenonderzoek heeft er recentelijk nauwelijks teelttechnisch onderzoek plaatsgevonden. Informatie over een optimaal verloop van de gewasontwikkeling en korrelproductie is gebrekkig. Daarom werd in 1990 besloten onderzoek te starten aangaande stikstofbemesting, zaaidichtheid en groeiregulatie om te komen tot een verbetering van opbrengst, opbrengstzekerheid en de kwaliteit van haver. Het kwaliteitsonderzoek is nog niet afgerond; verslaggeving daarvan zal later plaatsvinden.

## Opzet en uitvoering

Gedurende vier jaren (1990 tot en met 1993) werden veldproeven uitgevoerd op kleigrond (ROC De Kandelaar te Biddinghuizen en) op veenkoloniale grond (ROC 't Kompas te Valthermond). In de uitvoering werden de stikstofvoorziening, de zaaizaadhoeveelheid en de toepassing van een groeiregulator, al dan niet in onderlinge combinatie, ingebracht.

Op *kleigrond* werd de stikstofvoorziening apart en de zaaidichtheid en groeiregulatie in onderlinge samen-

hang beproefd. De proeven werden gezaaid op 19 maart 1990, 18 maart 1991, 11 april 1992 en 10 maart 1993. In 1990 en 1991 werd het ras Wilma gebruikt, in 1992 en 1993 het ras Duia. Onkruiden, ziekten en plagen werden naar praktijkmaatstaven bestreden.

Ten aanzien van de stikstofvoorziening werden vijf onderzoeksobjecten vastgesteld, welke in tabel 32 zijn vermeld. Door de sterke N-mineralisatie van deze grond is 100 - N-mineraal (object B) als basis genomen voor de keuze van de andere N-objecten.

De eerste N-gift werd steeds bij de opkomst toegevend, de tweede gift werd gegeven in het drie-knoppen-stadium (DC 33).

De invloed van zaaidichtheid werd bestudeerd door respectievelijk 150 ( $Z_1$ ), 300 ( $Z_2$ ) en 450 zaden per  $m^2$  ( $Z_3$ ) uit te zaaien. Een groeiregulator werd als onderzoeksobject ingebracht door chloormequat (3 liter CCC per ha) te spuiten in het twee- à drie-knoppen-stadium (DC 32-33).

Op *veenkoloniale grond* werden in 1990 de stikstofbemesting, zaaidichtheid en groeiregulatie afzonderlijk onderzocht; in 1991, 1992 en 1993 werden de onderzoeksobjecten in onderlinge samenhang aangelegd. Er werd steeds in de eerste helft van maart gezaaid. In 1990 en 1991 werd het ras Wilma beproefd, in 1992 en 1993 het ras Valiant.

De N-bemestingsobjecten waren in alle jaren gelijk; de varianten waren respectievelijk:  $N_1 = 40 + 40$ ,  $N_2 = 80$ ,  $N_3 = 80 + 40$  en  $N_4 = 120$  kg N per ha. Voor de zaaidichtheid werd uitgegaan van 125, respectievelijk 187,5 kg zaad per ha; in 1990 gaf een lage zaaizaadhoeveelheid van 62,5 kg per ha een duidelijk lagere opbrengst en is in de jaren nadien weggelaten. De groeiregulator CCC werd in één keer ( $G_1 = 3$  liter per ha in DC 31) en in twee keer ( $G_2 = 2 \times 1\frac{1}{2}$  liter per ha in DC 30/31 en DC 32) gespoten.

Op beide proefplaatsen werd de gewasontwikkeling gevolgd, waarbij het aantal planten en pluimen, alsmede tijdstip en mate van legering werden vastge-

**Tabel 32.** Onderzoeksubjekten bij de stikstofbemesting (in kg N per ha).

jaar	1990	1991*	1992	1993
objekt A	0	30	20	20
B	30	60	50	50
C	60	90	80	80
D	0 + 30	30 + 30	20 + 30	20 + 30
E	30 + 30	60 + 30	50 + 30	50 + 30

\* inclusief 30 kg N per ha als tussengift vanwege (te) schrale ontwikkeling.

legd. Bij de oogst werden korrelopbrengst en zo mogelijk het duizendkorrelgewicht en het hectolitergewicht gemeten. In 1992 en 1993 werden korrelmonsters van meerdere objecten door de verwerken- de industrie (Quaker Oats) op kwaliteit onderzocht.

## Resultaten

Vanwege de verschillen in gewasontwikkeling zullen de resultaten van het onderzoek voor klei- en veenkoloniale grond apart worden verslagen.

### Kleigrond

De kleigrond op ROC De Kandelaar wordt gekarakteriseerd door een sterke stikstofmineralisatie (veel organische stof in de ondergrond); daarom wordt geen late stikstofgift aan graangewassen verstrekt. Het object B (zie tabel 32) is op deze grond een goed bemestingsadvies gebleken. Daarom is dit object bij de weergave van de korrelopbrengsten in tabel 33 als referentie genomen.

Gemiddeld over de vier jaren werd een hoog opbrengstniveau bereikt van bijna 8 ton per ha. Tussen de jaren traden duidelijke verschillen op, variërend

van minder dan 7 ton per ha in 1992 tot meer dan 9 ton per ha in 1993.

Het object B gaf gemiddeld de hoogste korrelopbrengst. Alleen in 1990 bleek het N-aanbod van dit object wat te ruim, waardoor de opbrengst toen wat achter bleef bij de lagere (start)gift van de objecten A en D. Op deze stikstofrijke grond gaf een te krappe N-bemesting (object A) slechts een beperkte opbrengstvermindering; een te hoge gift (object C) gaf door het optreden van legering aanzienlijk meer schade. Deling van de stikstofbemesting leverde nauwelijks voordeel op. Na een lage startgift kon door toediening van een tweede gift (object D) de korrelopbrengst van eenzelfde eenmalige N-gift (object B) veelal slechts worden benaderd. Toediening van een tweede gift na een goede startgift (object E) resulteerde in een lagere opbrengst, maar overtrof die van de eenmalige, hoge N-gift (object C) door minder legering.

De effecten van de stikstofbemesting op de korrelopbrengst zijn verder geanalyseerd aan de hand van het productiepatroon (tabel 34). De legeringsgevoeligheid nam met een verhoging van de vroege stikstofbemesting sterk toe; door deling kon legering slechts in beperkte mate worden verminderd.

De verhoging van de vroege N-gift resulteerde in

**Tabel 33.** Relatieve korrelopbrengsten van haver bij vijf N-varianten in de jaren 1990-1993. Proefplaats: ROC De Kandelaar.

N-objekt	1990	1991	1992	1993	gem.
A	102	97	94	97	98
B	100	100	100	100	100
C	95	87	94	95	93
D	105	98	88	99	98
E	98	95	95	97	96
100 = (kg/ha)	7080	8420	7150	9260	7980

**Tabel 34.** Enkele gewas- en opbrengstkenmerken van haver bij variërende stikstofbemesting, gemiddeld over 1990, 1991, 1992 en 1993. Proefplaats: ROC De Kandelaar.

N-objekt	opbrengst kg/ha	lege- ring	pluimen per m <sup>2</sup>	korrels /pluim	duizendkorrel gewicht	hectoliter- gewicht	oogst- index
A	7780	9	430	47,9	37,8	52,6	48,8
B	7980	7	482	45,0	36,9	52,1	47,0
C	7390	3	491	43,5	34,7	50,6	44,2
D	7790	8	514	40,9	37,1	51,9	47,4
E	7680	4	534	40,8	35,3	51,0	45,0

\* score 1 - 10: 1 = volledig plat, 5 = licht legerend, 10 = rechtopstaand.

hogere pluimaantallen; deze positieve reactie op pluimdichtheid, gekoppeld aan een toename van de legering, heeft echter tot een verlaging van het aantal korrels per pluim en van het duizendkorrelgewicht geleid.

Ook het hectolitergewicht en de oogstindex (aandeel korrels in de bovengrondse gewasopbrengst) liepen duidelijk terug.

Deling van de stikstofgift heeft geleid tot een duidelijke toename van de pluimdichtheid. Met name de laatontwikkelde spruiten zijn tot pluimvorming overgegaan; een deel daarvan kon als doorwaspluimen worden beschouwd. Het geringe aantal korrels in deze pluimen heeft met name het aantal korrels per pluim gedrukt; ook het hectolitergewicht en de oogstindex verminderden. Mede door meer legering waren de negatieve gevolgen groter bij deling van een hogere stikstofbemesting.

Het onderzoek naar de zaaidichtheid en groeiregulatie werd gecombineerd uitgevoerd om een mogelijke interactie tussen beide groeifactoren vast te kunnen leggen. In geen enkele proef werd een duidelijk effect van de groeiregulator op gewasontwikkeling en korrelopbrengst aangetoond; evenmin kon een effect van zaaidichtheid op legering worden geconstateerd,

zodat er van een interactie tussen zaaidichtheid en groeiregulator geen sprake was. De resultaten van de zaaidichtheid zijn daarom vermeld als gemiddelde van het al dan niet toepassen van CCC als groeiregulator.

De opkomst van de drie zaaidichtheden varieerde tussen de jaren van 70 tot 90 %, waardoor plantdichtheden werden verkregen die 50 % onder ( $Z_1$ ) c.q. 50 % boven ( $Z_3$ ) een gewenst aantal van circa 250 planten per m<sup>2</sup> ( $Z_2$ ) lagen. De effecten van deze plantdichtheden op de korrelopbrengst zijn vermeld in tabel 35. De lage zaaidichtheid bleef achter in opbrengst. In drie proeven was dit beperkt (2-6%), ook bij het zeer hoge opbrengstniveau van 1993. In 1992 was de opbrengst ruim 20% lager; er werd toen laat gezaaid en er werden slechts 250 pluimen per m<sup>2</sup> gevormd. In dat jaar werd ook een duidelijk positieve invloed van een hoge zaaidichtheid verkregen, wat in andere jaren niet het geval was.

Grote verschillen in plantaantallen hebben slechts geresulteerd in beperkte opbrengstverschillen. De wijze, waarop deze opbrengstcompensatie tot stand is gekomen, is vermeld in tabel 36.

Een hogere zaaidichtheid heeft in dit onderzoek het aantal pluimen sterk verhoogd, maar zeker niet ge-

**Tabel 35.** Relatieve korrelopbrengst van haver bij drie zaaidichtheden in 1990-1993. Proefplaats: ROC De Kandelaar.

zaaidichtheid	1990	1991	1992	1993	gem.
$Z_1 = 150 \text{ zaden/m}^2$	94	95	79	98	92
$Z_2 = 300 \text{ zaden/m}^2$	100	100	100	100	100
$Z_3 = 450 \text{ zaden/m}^2$	100	101	114	99	103
100 = (kg/ha)	7420	7960	6110	9240	7680

**Tabel 36.** Enkele gewas- en opbrengstcomponenten van haver bij drie zaaidichtheden ( $Z_1$ ,  $Z_2$  en  $Z_3$ ), gemiddeld over 1990, 1991, 1992 en 1993.  
Proefplaats: ROC De Kandelaar.

	planten per m <sup>2</sup>	opbrengst kg/ha	lege- ring	pluimen per m <sup>2</sup>	korrels /pluim	duizendkorrel- gewicht	hectoliter- gewicht	oogst- index
$Z_1$	116	7110	8+	319	59,2	37,2	52,5	48,1
$Z_2$	243	7680	8	444	46,8	37,3	52,5	48,4
$Z_3$	383	7900	8-	534	40,1	37,3	52,6	48,5

score 1 - 10: 1 = volledig plat, 5 = licht legerend, 10 = rechtopstaand.

leid tot meer legering. De hogere pluimdichtheid heeft een sterk limiterende invloed gehad op de aanleg van korrels, maar de korrelvulling niet beïnvloed. Ook het hectolitergewicht en de oogst-index werden niet door de zaaidichtheid beïnvloed.

In dit onderzoek werden geen duidelijke effecten van de groeiregulator CCC op gewasontwikkeling en korrelopbrengst waargenomen. Verschillen in legering werden niet of nauwelijks gemeten. Zelfs in een strook, waarin door een verhoogde stikstofgift veel legering optrad, was het effect van de groeiregulator gering.

## Veenkoloniale dalgrond

In het onderzoek op dalgrond werden stikstofbemesting, zaaidichtheid en groeiregulatie in 1990 apart en in de jaren nadien in een gecombineerde proef onderzocht. Omdat in het onderzoek geen duidelijke interacties werden gemeten, zullen de effecten van de groeifactoren afzonderlijk worden besproken.

Op deze veenkoloniale grond wordt voor haver een voorziening van 80 kg N per ha als voldoende beschouwd. In het onderzoek werd in alle jaren 80 en 120 kg N per ha al dan niet gedeeld toegediend. De

invloed van de stikstofbemesting op de korrelopbrengsten staat vermeld in tabel 37. Met name in 1990 heeft het gewas ernstig geleden van nachtvorst in eind mei, wat geresulteerd heeft in lage korrelopbrengsten. In 1992 is met name bij de hoge N-gift legering opgetreden, wat de korrelopbrengst heeft geschaad.

De verschillen in korrelopbrengsten tussen de stikstofobjecten waren zeer klein. Een verhoging van de N-gift van 80 naar 120 kg N per ha gaf gemiddeld geen hogere opbrengst; in 1992 kwam veel stikstof uit de bodem beschikbaar en trad legering en opbrengstderiving op. Bij een totale gift van 80 kg N per ha had de toedieningswijze geen invloed op de korrelopbrengst; de late vorstschade in 1990 heeft deling wat benadeeld, de hoge voorraad bodem-N in 1992 wat bevoorreed.

De invloed van zaaidichtheid op de korrelopbrengst is vermeld in tabel 38. De zaaizaadhoeveelheid van 125 kg per ha is als referentie op 100 gesteld. Een verhoging van de zaaizaadhoeveelheid tot 187,5 kg per ha gaf in alle jaren een lichte opbrengstverhoging; in 1990 was de korrelopbrengst door het optreden van late nachtvorst gebaat bij een hoge plant-

**Tabel 37.** Relatieve korrelopbrengsten van haver bij twee N-hoeveelheden en twee toedieningswijzen in 1990, 1991, 1992 en 1993.  
Proefplaats: ROC 't Kompas.

N-bemesting (kg N/ha)	1990	1991	1992	1993	gem.
40 + 40	97	102	104	99	101
80	101	100	102	98	100
80 + 40	100	99	100	102	100
120	102	99	94	101	99
100 = (kg/ha)	5000	6760	7640	7340	6690

**Tabel 38.** Korrelopbrengsten van haver bij toenemende zaaizaadhoeveelheid.  
Proefplaats: 't Kompas.

zaaidichtheid	1990	1991	1992	1993	gem.
Z <sub>1</sub> = 62½ kg/ha	85	--	--	--	--
Z <sub>2</sub> = 125 kg/ha	100	100	100	100	100
Z <sub>3</sub> = 187½ kg/ha	113	104	103	101	105
100 = (kg/ha)	4630	6640	7520	7290	6520

**Tabel 39.** Effecten van toepassing van de groeiregulator CCC op opbrengst, legering en gewaslengte bij haver.  
Proefplaats: ROC 't Kompas.

CCC-objekt	opbrengst (kg/ha)	legering (0 - 10)	lengte (cm)
G <sub>0</sub> = onbehandeld	6600	7	121
G <sub>1</sub> = 1 x 3 l/ha	6800	8	116
G <sub>2</sub> = 2 x 1½ l/ha	6780	7½	114

dichtheid. In dat jaar had weinig zaaizaad (62,5 kg per ha) een sterke opbrengstreductie tot gevolg.

De werking van de groeiregulator CCC op gewasontwikkeling en op korrelopbrengst was beperkt. In tabel 39 zijn gegevens van opbrengst, mate van legering en gewaslengte vermeld. Effecten van CCC op de korrelopbrengst werden alleen gemeten bij de hoge N-giften (120 kg N per ha), die met name in 1992 legering veroorzaakten; bij een bemesting van 80 kg N per ha kwam nauwelijks legering voor en had CCC geen invloed op de opbrengst.

CCC bleek de strostevigheid te verbeteren; legering kon vaak wat worden beperkt, maar niet worden voorkomen. Het gewas werd door CCC enkele centimeters verkort; bij een gedeelde toepassing wat meer dan bij een eenmalige bespuiting. In dit onderzoek heeft deling van de CCC-bespuiting niet geleid tot een betere werking van deze groeiregulator.

## Discussie

Op *kleigrond* bleek de gewasontwikkeling en korrelopbrengst sterker te worden beïnvloed door de stikstofbemesting dan door zaaidichtheid of groeiregulatie. Op de sterk mineraliserende grond van ROC De Kandelaar was de N-voorziening, toegediend bij of

kort na het zaaien, in sterke mate bepalend voor de korrelopbrengst (tabel 33); deling c.q. aanvulling van stikstof in een later gewasstadium (DC 33) gaven geen verbetering van de stikstofvoorziening. Deling stimuleerde de late vorming van (kleine) pluimen, die wat later afrijpten en weinig opbrachten. Voor andere (klei)gronden, waar minder mineralisatie plaats heeft, zal een tweede N-gift vaak wel nodig blijken om in de stikstofbehoefte van het gewas te kunnen voorzien.

Een matige N-voorziening, ongeveer overeenkomend met 100 - N-mineraal (laag 0-60 cm), gaf in alle jaren een oogstzekere, hoge opbrengst. Een lagere gift bleef weinig achter in opbrengst. Een hogere gift gaf door het optreden van legering een duidelijk lagere opbrengst en een geringere oogstzekerheid; door verlaging van het duizendkorrel- en het hectolitergewicht werd de korrelkwaliteit ongunstig beïnvloed (tabel 34).

Vooraf bij een hoge N-voorziening trad legering op. Deling van de N-bemesting verbeterde de legeringsgevoeligheid van het gewas nauwelijks (tabel 34). Ook de werking van de groeiregulator CCC bleek te gering om legering te voorkomen. Ten opzichte van onbehandeld gaf CCC nauwelijks verschillen in legering en in opbrengst; inzet van CCC lijkt alleen in (te) zware gewasbestanden gerechtvaardigd.

Onder gunstige groei-omstandigheden werden bij haver hoge korrelproducties bereikt, zelfs bij lage

plantdichtheden (tabel 35). Haver beschikt door pluimvorming en korrelzetting over een sterk compenserend vermogen. Onder minder gunstige omstandigheden (1992: late zaai) was de compensatie beperkt en bleef de korrelopbrengst bij de lage zaaidichtheid duidelijk achter; alleen in dat jaar kon ook een positieve invloed van veel zaaizaad worden vastgesteld. In dit onderzoek werden tussen de zaaidichtheden geen verschillen in legering geconstateerd.

Hoge opbrengsten werden bereikt bij uiteenlopende pluimaantallen. Uit oogpunt van opbrengstzekerheid lijken zo'n 450 pluimen per m<sup>2</sup> nodig te zijn. Omdat de N-bemesting aangepast moet worden aan de gewasbehoefte, zal dit aantal pluimen met name door een goede zaaidichtheid moeten worden bereikt. In dit onderzoek werd dit bereikt bij een zaaidichtheid van 300 zaden per m<sup>2</sup>, die een bestand van 250 planten per m<sup>2</sup> opleverde. Voor de korrelkwaliteit lijkt de zaaidichtheid geen rol te spelen, gezien de gelijkblijvende waarden voor duizendkorrel- en hectolitergewicht (tabel 36).

Op de *veenkoloniale dalgrond* van ROC 't Kompas te Valthormond werden stikstofbemesting, zaaizaadhoeveelheid en groeiregulatie beproefd. In dit onderzoek had de hoogte van de N-bemesting nauwelijks invloed op de korrelopbrengst (tabel 37). Wel werd bij een vroege gift van 80 kg N per ha een stabielere opbrengstniveau verkregen dan bij een gift van 40 respectievelijk 120 kg N per ha. Deling van de stikstofbemesting verminderde de legeringsgevoeligheid en leverde vergelijkbare opbrengsten op. Mede daarom kan voor deze grond een N-bemesting van 60 + 40 kg N per ha als gunstig worden ingeschat.

Bij de hoge N-gift van 120 kg N per ha trad in 1991 en met name in 1992 legering op, wat de opbrengst heeft geschaad. Door een bespuiting met CCC kon legering wat worden beperkt, maar niet voorkomen; opbrengstverschillen bleven dan ook beperkt van omvang. Wel bleek daarbij een eenmalige bespuiting wat effectiever dan een gedeelde bespuiting.

Een verhoging van de zaaizaadhoeveelheid van 125 naar 187,5 kg per ha gaf in de meeste proeven slechts een lichte verhoging van de opbrengst (tabel 38). Uit de weinige, niet vermelde, tellingen lijken 400 à 450 pluimen per m<sup>2</sup> voldoende te zijn voor een korrelopbrengst van 7 à 8 ton per hectare. Onder normale groei-omstandigheden wordt dit aantal

met een zaaizaadhoeveelheid van 125 kg per ha benaderd c.q. bereikt. Alleen in 1990 was door late nachtvorst de pluimvorming beperkt en bleef de opbrengst 13% achter.

In dit onderzoek waren de effecten van de stikstofvoorziening, de zaaidichtheid en de groeiregulatie op de korrelopbrengst (zeer) beperkt van omvang. Ten aanzien van de gewasontwikkeling en korrelopbrengst kon geen wisselwerking tussen deze groeifactoren worden vastgesteld.

## Samenvatting

In 1990, 1991, 1992 en 1993 werden de effecten van stikstofbemesting, zaaidichtheid en groeiregulatie bij haver bestudeerd. Het onderzoek vond plaats op kleigrond (ROC De Kandelaar) en op dalgrond (ROC 't Kompas).

Op de sterk mineraliserende kleigrond bleek een matige, vroege N-gift een hoge, stabiele opbrengst te geven. Bij een hogere N-gift deed legering de opbrengst en de korrelkwaliteit verminderen. Legering kon noch door deling noch door groeiregulatie (CCC) worden voorkomen. Haver bleek door pluimvorming en korrelzetting sterk te kunnen compenseren, ook voor hoge produktieniveaus, zodat de opbrengst maar in geringe mate door de zaaidichtheid werd beïnvloed. Ook legering bleek niet afhankelijk van de zaaidichtheid.

Op dalgrond werden de gewasontwikkeling en de korrelopbrengst door de stikstofvoorziening, zaaizaadhoeveelheid en groeiregulatie evenmin duidelijk beïnvloed. Legering trad op bij toediening van 120 kg N per ha; een gedeelde N-toediening gaf minder legering. De werking van CCC op legering was beperkt; een eenmalige bespuiting bleek wat effectiever dan een gedeelde bespuiting. Een sterk verhoogde zaaizaadhoeveelheid deed de opbrengst slechts licht toenemen. Tussen stikstofbemesting, zaaizaadhoeveelheid en groeiregulatie kon geen duidelijke interactie met betrekking tot de korrelopbrengst worden aangetoond.

## Summary

*During 1990-1993, effects of nitrogen fertilisation,*

*seed rate and growth regulator were studied in oats (Avena sativa L.). Field experiments were carried out on a strongly mineralising clay soil (ROC De Kandelaaar) and on a peaty soil (ROC 't Kompas).*

*Grain yield and yield safety were most influenced by nitrogen fertilisation at both soils. On the clay soil, a*

*moderate quantity of nitrogen, applied at sowing (100 - N-min.) was sufficient; on the peaty soil a splitted application of 60+40 kg N/ha may give high, reliable yields. Due to the good compensation capacity of oats, the effects of seed rate were small. Also the effect of a growth regulator (CCC) was small, even under conditions of lodging.*