

631.333

BIBLIOTHEEK
INSTITUUT VOOR
BODEMVRUCHTBAARHEID
GRONINGEN

SEPARAAT
No. 18974

ONDERZOEK NAAR DE STROOIREGELMAAT VAN KUNSTMESTSTROOIERS

Ir. J. PRUMMEL, P. DATEMA, ir. G. J. POESSE en J. J. KLOOSTER

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen

Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie, Wageningen

ONDERZOEK NAAR DE STROOIREGELMAAT VAN KUNSTMESTSTROOIERS

Ir. J. PRUMMEL, P. DATEMA, ir. G. J. POESSE en J. J. KLOOSTER

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen
Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie, Wageningen

INLEIDING

Bij de aanschaffing van een kunstmeststrooier gaat het behalve om een verlichting van werkzaamheden ook om een betere verdeling van meststoffen te krijgen dan bij het met de hand strooien. Toch vallen de resultaten in de praktijk, wat een goede verdeling betreft, nogal eens tegen, niet zelden als gevolg van een minder goed gebruik van de machines. Steeds meer wordt men er zich dan ook van bewust, dat de kwaliteit van het werk vaak te wensen overlaat en dat deze belangrijk kan worden verbeterd.

Zo kon men bijvoorbeeld in 1958 op verschillende percelen banen en plekken in het gewas aantreffen, die ongetwijfeld aan het ongelijkmatig uitstrooien van de meststof, en wel speciaal van stikstof, moeten worden toegeschreven (fig. 1). In het gewas is dan meestal een bepaald patroon te onderkennen, waaruit kan worden afgeleid hoe de meststof is toegediend.

Bij de schotelstrooiers is veelal een verkeerde afstelling of optredende slijtage de oorzaak dat deze machines minder goede resultaten geven. Ook het rijden op kluitiger land (bij voorbeeld bij bemesten van wintergraan of bij strooien op de zaaivoor) geeft met deze machines een slechte verdeling. Bij de in de laatste jaren steeds meer in gebruik komende centrifugaalstrooiers zijn het vooral de minder goede omstandigheden, waaronder wordt gewerkt, die aanleiding geven tot afwijkingen in het gewas. Vooral het goed overlappen van de gangen over het perceel is bij deze machines niet eenvoudig, omdat de strooibreedte moeilijk is vast te stellen. Ook wind en oneffenheden in het land zijn vaak oorzaak van een slechte verdeling.

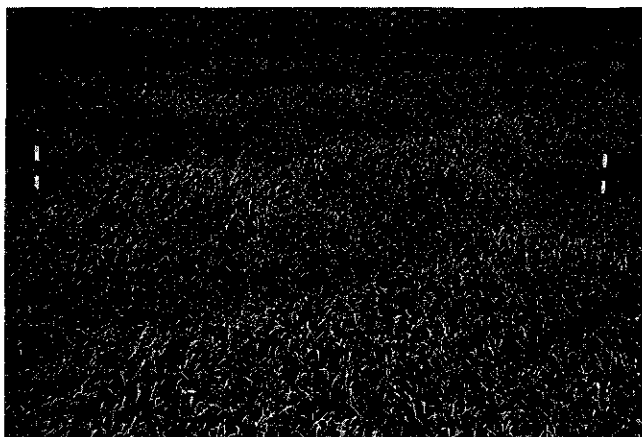
Voorbeelden, waaruit blijkt dat de verdeling van meststoffen door kunstmeststrooiers vaak minder goed is, worden gegeven door HOOGLAND (1).

Het is van belang te weten welke schade het gewas door een ongelijkmatige verdeling van de meststof lijdt. Hierbij moet onderscheid worden gemaakt tussen de gevolgen van ongelijke verdeling op korte afstand (bij voorbeeld minder dan een halve meter) en van die op betrekkelijk grote perceelsgedeelten (banen in het gewas).

Een onregelmatige verdeling op korte afstand zou bij aardappelen geen opbrengstdepressie van betekenis geven (VAN DER PAAUW, 2). Dit vlakwortelende gewas is in staat voedingsstoffen op te nemen van plaatsen die verder dan een halve meter van de plant verwijderd zijn. Bovendien zal er een compensatie optreden door de forsere ontwikkeling van zwaar bemeste planten, grenzende aan onvoldoende bemeste planten. Een gelijkmatige verdeling bleek wel van belang te zijn voor gewassen waarvan het wortelstelsel zich aanvankelijk weinig in horizontale richting verspreidt (granen). Onregelmatig uitstrooien van de meststof leidde dan ook bij haver tot opbrengstverliezen. Deze verliezen vielen echter bij een onregelmatige verdeling op korte afstand -

STROOIREGELMAAT VAN KUNSTMESTSTROOIERS

FIG. 1. BANEN EN PLEKKEN IN HET GEWAS (ZOMERGERST) DOOR EEN SLECHTE VERDELING VAN STIKSTOF MET EEN SCHOTELSTROOIER



wat de orde van grootte betreft – nog mee als gevolg van randeffecten, die nivellerend werken. Volgens een onderzoek in Engeland zou bij wintertarwe een ongelijke verdeling van stikstof, mits op korte afstand, geen nadelige invloed hebben op de opbrengst (3).

Bij een ongelijkmatige verdeling van de kunstmest over grotere oppervlakten, waardoor banen in het gewas ontstaan, zullen evenwel de gevolgen waarschijnlijk ernstiger zijn. Compensatie speelt dan een geringere rol. Bovendien lopen granen op te zwaar bemeste stroken de kans om te gaan legeren, vaak in een vroeger stadium en daardoor misschien bij een andere windrichting dan op de rest van het perceel, waar minder zwaar is bemest. Elke practicus weet wat dit betekent bij de oogst. De schade zal het grootst zijn als de bemesting in de buurt van de optimale gift of daarboven ligt, vooral als bovendien te veel meststof een belangrijke opbrengstdaling geeft.

Het is aannemelijk, dat de onregelmatigheid zijn grenzen heeft. Op sommige bedrijven worden in dit opzicht hoge eisen gesteld, zodat de stikstof voor vlas en granen daar uitsluitend met behulp van een zaaivool wordt toegediend. Hiermee kunnen inderdaad uitstekende resultaten worden verkregen (fig. 2).



FIG. 2. GELIJKMATIG GEWAS (HAVER) DOOR EEN GOEDE VERDELING VAN STIKSTOF MET EEN ZAAIVOOL

NIEUW ONDERZOEK

Behalve bovengenoemde onderzoeken is er betrekkelijk weinig bekend over de betekenis van de nauwkeurigheid van strooien voor het gewas. Om hierover meer gegevens te verzamelen is in 1958 op de proefboerderij „Oostwaardhoeve” te Sloodorp (van het Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie) een stikstofproef met vlas aangelegd, waarbij de verdeling van de meststof door een schotelstrooier is vergeleken met die door een centrifugaalstrooier. De schotelstrooier (strooibreedte 2,60 m, 7 schotels, houten wielen) is achter een trekker beproefd bij een slechte, een normale en een nauwkeurige afstelling, waarbij gestreefd is naar een onregelmatigheidsgetal van de machine van resp. 100, 60 en 10.* De hoeveelheid uitgestrooide stikstof bedroeg resp. 25, 25 en 20 kg/ha. De centrifugaalstrooier (aangebouwd op de trekker) heeft bij een werkbreedte van 6 m en van 10 m gewerkt (resp. veel en weinig overlappen van de gangen over het perceel). De hoeveelheid uitgestrooide stikstof bedroeg in beide gevallen 12 kg/ha; dit is dus ongeveer de helft van wat met de schotelstrooier is toegediend. De machines waren stationair op dezelfde hoeveelheid afgedraaid. Op het veld bleek vooral de schotelstrooier hiervan nogal af te wijken.

Om de resultaten van het strooien op deze objecten later bij het gewas te kunnen beoordelen is in het plan tevens een stikstofhoeveelhedenproef opgenomen (giften 0, 10, 20 en 30 kg/ha N). De meststof is op dit deel zeer nauwkeurig met de hand verdeeld, wat dus niet vergeleken moet worden met normaal handstrooien.

Als meststof is kalksalpeter gebruikt in zogenaamde gepriilde vorm (gladde korrels met een diameter tot ongeveer 4 mm).

VERDELING VAN DE KUNSTMEST OP HET VELD

Tijdens het strooien is de verdeling van de meststof op het veld nagegaan door de korrels op te vangen op stroken stevig pakpapier, waarop een kleefstof is aangebracht.

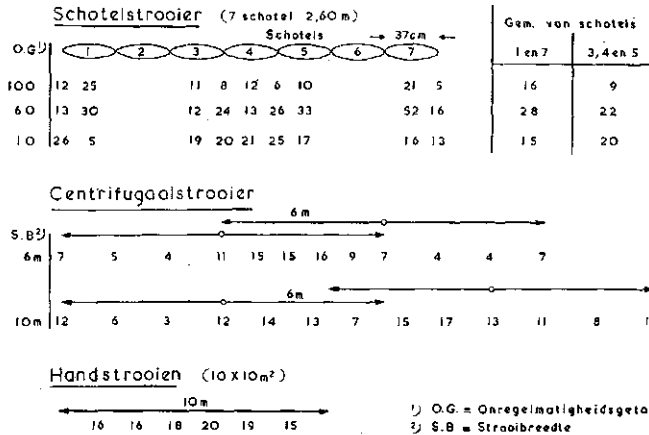
Deze 3 m lange en 15 cm brede stroken zijn volgens een van te voren vastgesteld schema evenwijdig aan elkaar in de rijrichting van de machines op het veld gelegd (bij het handstrooien volgens een diagonaal van een veldje) en daarna bespoten met blanke lak (hoge drukspuit, 3 delen lak verdund met 2 delen benzine). De korrels zijn ter plaatse per $10 \times 7,5 \text{ cm}^2$ oppervlakte geteld. Hierbij deed zich het bezwaar voor, dat het niet uitgesloten is dat er korrels (speciaal de grootste) van de papierstroken zijn afgesprongen. Aan de resultaten van de tellingen kan daarom geen absolute betekenis worden toegekend. Wel zijn de strooibeelden, die aldus ontstonden representatief en voor de objecten onderling vergelijkbaar, zoals later bleek bij de ontwikkeling van het gewas.

Bij de *schotelstrooier* met een onregelmatigheidsgetal van 100 en van 60 is doelbewust – door afstelling van de toevoeropeningen van de drie binnenste schotels in het midden van de machine – minder meststof gestrooid dan aan de buitenzijde [ongeveer resp. de helft en driekwart (tabel 1)]. Hierdoor werd weliswaar een enigszins extreem strooibeeld verkregen (de strook, waarop minder meststof is gestrooid, is ruim 1 m breed), maar dat toch in de praktijk wel voorkomt. Bij een laag onregelmatigheidsge-

* Som van de grootste afwijkingen naar boven en naar beneden in procenten van het gemiddelde over de werkbreedte van de machine.

STROOIREGELMAAT VAN KUNSTMESTSTROOIERS

TABEL 1. Aantal kunstmestkorrels per $10 \times 15 \text{ cm}^2$ bij machinaal strooien in de breedterichting van de machine en bij handstrooien (gem. van 30 tellingen over een lengte van 3 m)



tal van 10 (dus zo goed mogelijk afgesteld) heeft de machine op het veld, tegen de verwachting in, in het midden toch iets meer gestrooid dan aan de buitenkant (4/3 maal zo veel). Hieruit blijkt wel, hoe moeilijk het is om een schotelstrooier goed regelmatig af te stellen.

De schotelstrooier heeft in de rijrichting een onregelmatig beeld gegeven, onafhankelijk dus van de bewust aangebrachte ongelijke verdeling in de breedterichting van de machine. Over vrijwel de gehele breedte van de machine is om de 1,5 m ongeveer twee maal zoveel meststof gestrooid. Dit was volgens de tellingen vooral duidelijk waarneembaar bij een onregelmatigheidsgetal 10 (tabel 2). Het zaaibed was zeer fijn verkruid en bezakt en (behoudens lichte golven in het terrein) vlak. Dwars op de rijrichting lagen echter – op drie meter afstand van elkaar – wielsporen afkomstig van de zaaimachine. Zoals later bij de ontwikkeling van het gewas bleek, vallen de grenzen van deze plekken met meer meststof vrijwel samen met deze wielsporen. Zeer waarschijnlijk zal de machine door het stoten op deze weliswaar ondiepe sporen (2 à 3 cm diep) bij regelmatige tussenpozen extra meststof hebben uitgestrooid. Dit is waarschijnlijk in de hand gewerkt door het iets achteroverhellen van de voorraadbak. In verband met de ligging van het proefveld op het perceel werd met de kunstmeststrooiers, hoewel misschien minder gebruikelijk, loodrecht op de zaairichting gereden. Het is bekend, dat schotelstrooiers gevoelig zijn voor kleine oneffenheden in het terrein. Door deze wielsporen van de zaaimachine is er dus in de proef een voor deze strooier ongunstige factor ingebracht.

Bij de *centrifugaalstrooier* wordt de hoeveelheid uitgestrooide meststof naar de uiteinden regelmatig minder, zodat er naar beide zijden een afflopend strooibeeld ontstaat. De gangen op het veld moeten elkaar dus overlappen om een goede verdeling te krijgen. Een werkbreedte van 6 m gaf bij deze proef een behoorlijk regelmatig beeld, hoewel er in het midden naar verhouding meer is gestrooid dan aan de buitenkant.

TABEL 2. Aantal kunstmestkorrels per 10 × 15 cm² bij machinaal strooien in de rijrichting van de machine en bij handstrooien

Schotelstrooier (7 schotels 2,60 m) Onregelmatigheidsgetal (O.G.)			Centrifugaalstrooier Strooibreedte (S.B.)		Hand- strooien
100 ¹⁾	60 ²⁾	10 ³⁾	6 m ⁴⁾	10 m ⁴⁾	(10 × 10m ²) ⁴⁾
16	25	6	8	10	14
15	12	8	10	13	14
18	26	13	8	13	16
15	28	6	8	11	19
14	35	9	11	11	15
14	30	8	8	12	15
13	29	12	7	13	17
16	25	14	9	12	15
14	29	12	9	12	16
16	29	12	9	14	19
14	26	13	7	8	20
10	26	20	8	11	20
10	34	22	10	12	17
8	28	21	8	12	19
9	23	25	10	10	21
9	21	24	9	12	17
8	21	36	8	11	19
8	22	35	9	11	20
8	25	34	8	10	16
11	22	32	7	10	20
14	20	30	10	14	18
13	19	23	10	12	19
12	24	18	8	11	17
13	18	20	8	11	19
15	19	19	7	10	18
11	20	16	10	11	19
11	23	13	9	10	16
8	24	13	10	9	16
11	20	15	10	11	17
12	18	10	7	10	16

¹⁾ Gem. van 18 tellingen over 2,60 m

²⁾ Gem. van 24 tellingen over 18 m

³⁾ Gem. van 26 tellingen over 22 m

⁴⁾ Gem. van 6 tellingen over 10 m

Bovendien is er naar een zijde iets scheef gestrooid, zij het niet in ernstige mate (tabel 1). * Aan de uiterste rechter- en linkerzijde is iets meer meststof gestrooid, waarschijnlijk door verder wegslingeren van grote korrels.

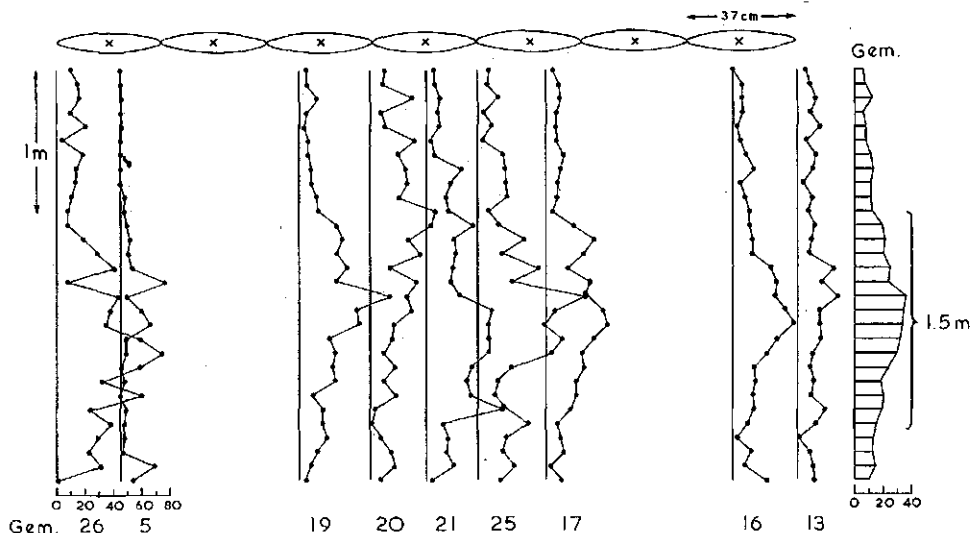
Bij een grote werkbreedte (10 m) was de overlapping niet volledig, zodat op de grens tussen twee gangen te weinig meststof is terechtgekomen. Vermoedelijk ligt de beste verdeling bij deze machine bij een werkbreedte van ongeveer 8 m.

In de rijrichting gaf de centrifugaalstrooier eveneens een gelijkmatig beeld (tabel 2)

* Een extreem scheef strooibeeld is door ons bij een andere centrifugaalstrooier elders geconstateerd. In een dergelijk geval is het niet mogelijk om de meststof regelmatig op het veld te verdelen.

STROOIREGELMAAT VAN KUNSTMESTSTROOIERS

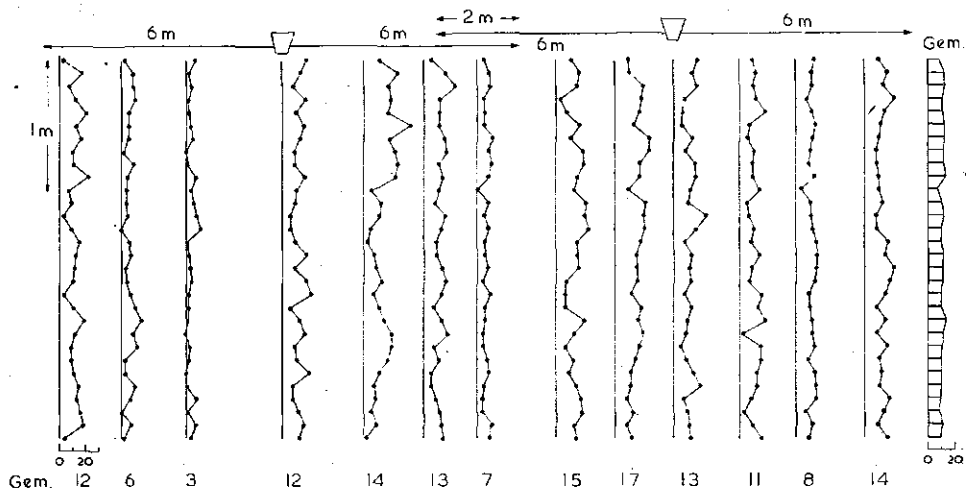
FIG. 3. AANTAL KUNSTMESTKORRELS PER $10 \times 15 \text{ cm}^2$ BIJ EEN SCHOTELSTROOIER, ZO NAUWKEURIG MOGELIJK AFGESTELD (ONREGELMATIGHEIDSGETAL 10). Volledig strooibeeld.



Het strooibeeld zal – vergeleken met dat van de schotelstrooier – te gunstig zijn uitgevallen, omdat met de centrifugaalstrooier een lagere gift is toegediend (bij eenzelfde onregelmatigheidsgetal geeft een lage gift een kleinere spreiding in meststofhoeveelheid dan een hoge gift). Bovendien waren de omstandigheden voor de centrifugaalstrooier wel zeer gunstig (vlak land). Voorbeelden van een volledig strooibeeld worden voor de schotelstrooier gegeven in fig. 3 en voor de centrifugaalstrooier in fig. 4.

Strooien met de hand gaf in beide richtingen een goede verdeling (tabel 1 en 2).

FIG. 4. AANTAL KUNSTMESTKORRELS PER $10 \times 15 \text{ cm}^2$ BIJ EEN CENTRIFUGAALSTROOIER. Volledig strooibeeld.



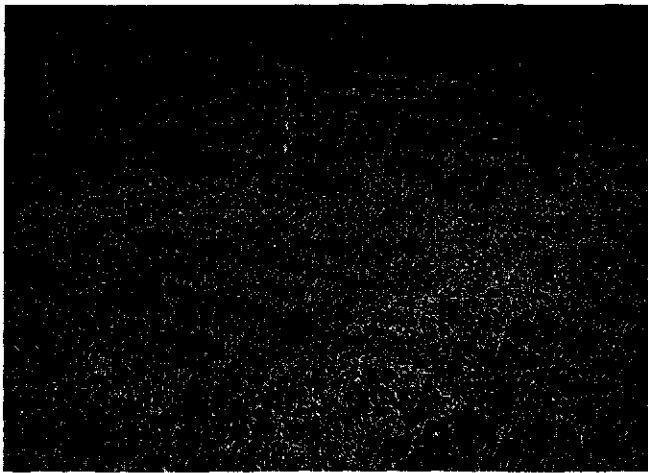


FIG. 5. LENGTEBANEN IN VLAS VEROORZAAKT DOOR STIKSTOFSTROOIEIEN MET EEN ONREGELMATIG AFGESTELDE SCHOTELSTROOIER. Op de foto twee machineslagen.

WAARNEMINGEN BIJ HET GEWAS

Tijdens de groei waren in het gewas bij de objecten met de schotelstrooier met een onregelmatigheidsgetal 100 en 60 zeer duidelijk banen in de rijrichting van de machine te onderscheiden, die blijkens de korrelverdeling op het kleefpapier door ongelijkmatig strooien van de stikstof zijn ontstaan (fig. 5). Het gewas was op de zwaar bemeste stroken langer en tevens donkerder van kleur. Deze banen waren bij een zo nauwkeurig mogelijke afstelling van de machine (onregelmatigheidsgetal 10) veel minder duidelijk zichtbaar. Bij alle objecten met een schotelstrooier was echter duidelijk aan het gewas te zien, dat er in de rijrichting van de machine om de 1,5 m meer stikstof was gestrooid, wat ook uit het strooibeeld reeds was gebleken. Deze plekken vielen weliswaar niet overal even duidelijk op, maar waren toch op vele plaatsen op het veld aanwijsbaar (fig. 6). Op de zwaarst bemeste plekken legerde het gewas.

Door vergelijking met de ontwikkeling van het gewas op het proefgedeelte met verschillende hoeveelheden meststof bleek de hoeveelheid stikstof, die door onregelmatig strooien van de schotelstrooier is toegediend, uiteen te lopen van geen tot meer dan 30 kg/ha N.

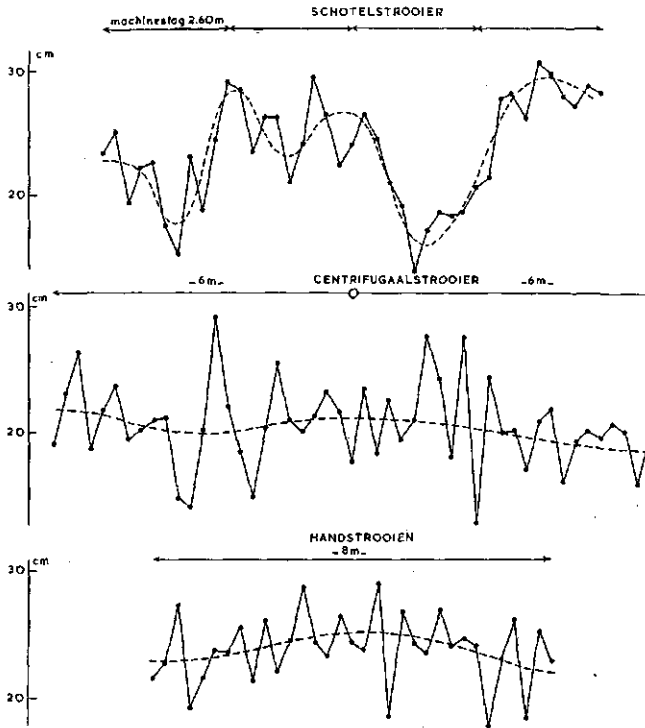
In tegenstelling hiermee was de stand van het gewas op de objecten met de centrifugaalstrooier in het algemeen goed gelijkmatig. Het viel alleen op, dat het gewas bij

FIG. 6. PLEKKEN IN VLAS VEROORZAAKT DOOR STIKSTOFSTROOIEIEN MET EEN SCHOTELSTROOIER. Links: vroeg stadium, gezien in de rijrichting van de machine (twee machineslagen). Rechts: later stadium, loodrecht op de rijrichting van de machine (drie machineslagen). In het midden is een wielspoor van de zaaimachine gelegen (zie tekst).



STROOIREGELMAAT VAN KUNSTMESTSTROOIERS

FIG. 7. LENGTE VAN VLAS OM DE 25 CM (GEMIDDELDEN VAN ENKELE VLAK NAAST ELKAAR GROEIENDE STENGELS). Bij de objecten met machinaal strooien loodrecht op de rijrichting.



en werkbreedte van 10 m op de grens van twee gangen lichter was. Op deze stroken is minder meststof terecht gekomen, omdat de gangen elkaar niet voldoende hebben overlapt. Het beeld van het vlas was op deze objecten op het oog evenwel beduidend beter dan op die met de schotelstrooier.

De ongelijkmatigheid van het vlas op de objecten met een schotelstrooier komt duidelijk tot uiting bij een eind mei verrichte lengtemeting van het gewas op onderlinge afstanden van 25 cm (fig. 7). De standaardafwijking, die een maat is voor de heterogeniteit in lengte, is bij de schotelstrooier groter dan bij de centrifugaalstrooier en bij het handstrooien (tabel 3). Deze verschillen staan betrouwbaar vast ($P < 0,02$).

TABEL 3. Heterogeniteit in lengte van vlas bij verschillende wijzen van stikstofstrooien

Omschrijving	Schotelstrooier		Centrifugaalstrooier Strooibreedte 10 m	Handstrooien
	O.G. ¹⁾ 100	O.G. ¹⁾ 10		
Lengte in cm	22,7	23,2	20,9	22,7
Standaardafwijking (S) ²⁾	7,11	7,44	5,46	5,39
Aantal waarnemingen	120	167	88	65

¹⁾ O.G. = Onregelmatigheidsgetal

²⁾ Na verwijdering van de spreiding in lengte van het vlas, veroorzaakt door het gewas zelf

KWALITEIT EN OPBRENGST VAN HET VLAS

Het gewas is vlak voor de oogst en later nogmaals op monster getaxeerd.* De resultaten hiervan en van de opbrengsten zijn vermeld in tabel 4.

TABEL 4. Opbrengst en prijs van vlas bij verschillende wijzen van stikstofstrooien

Object	Kg/ha N	Prijs ct/kg ²⁾	Opbrengst	
			ton/ha	guldens (afgerond)
SCHOTELSTROOIER				
O.G. ¹⁾ 100	25	12,9	10,0	1290
O.G. ¹⁾ 60	25	13,4	10,9	1460
O.G. ¹⁾ 10	20	14,9	10,6	1580
CENTRIFUGAALSTROOIER				
S.B. ²⁾ 6 m	12	16,8	9,9	1665
S.B. ²⁾ 10 m	12	15,1	9,8	1480
HANDSTROOIE				
	0	15,6	8,3	1295
	10	16,9	9,7	1640
	20	15,3	10,5	1610
	30	13,2	10,9	1440

¹⁾ O.G. = Onregelmatigheidsgetal

²⁾ S.B. = Strooibreedte

Zonder stikstof had het vlas een te fijne stengel (zie ook fig. 8), waardoor een lage opbrengst is verkregen. Een zeer lichte stikstofbemesting naar 10 kg/ha N heeft de kwaliteit niet onbelangrijk verbeterd. De opbrengst lag daar ook duidelijk hoger dan wanneer geen stikstof is gegeven. Een zwaardere bemesting heeft een kwaliteitsvermindering gegeven die groter is naarmate meer stikstof is toegediend (veel grove, kromme stengels met bruine kleur).

De schotelstrooier heeft bij een onnauwkeurige afstelling (onregelmatigheidsgetal 100 en 60) duidelijk minder goed werk geleverd dan het handstrooien. Door de machine zo nauwkeurig mogelijk af te stellen (onregelmatigheidsgetal 10) is de kwaliteit van het vlas en daardoor de geldelijke opbrengst aanzienlijk verbeterd. Een goede verdeling van de meststof kan dus belangrijk voordeel geven. Het resultaat was echter nog niet zo goed als bij het handstrooien. Zoals reeds is vermeld, kwamen bij de schotelstrooier – onafhankelijk van de afstelling van de machine – plekken in het gewas voor waar het vlas te zwaar was door extra stikstof.

De beste kwaliteit werd bij machinaal strooien verkregen met de centrifugaalstrooier bij een werkbreedte van 6 m. Het vlas kwam hier in kwaliteit vrijwel overeen met die van handstrooien. Een werkbreedte van 10 m gaf een duidelijke kwaliteitsvermindering. Hieruit blijkt wel, dat het bij deze machines noodzakelijk is om de gangen over het perceel goed te laten overlappen.

* De taxaties zijn verricht door de heer J. VERHULST, vlascommissieair te Wieringerwerf en door de heer A. D. VAN GOEYE, vlasmeester bij de Stichting voor de Nederlandse Vlasteelt en Vlasbewerking te Wageningen. Voor deze medewerking zijn wij hun veel dank verschuldigd.

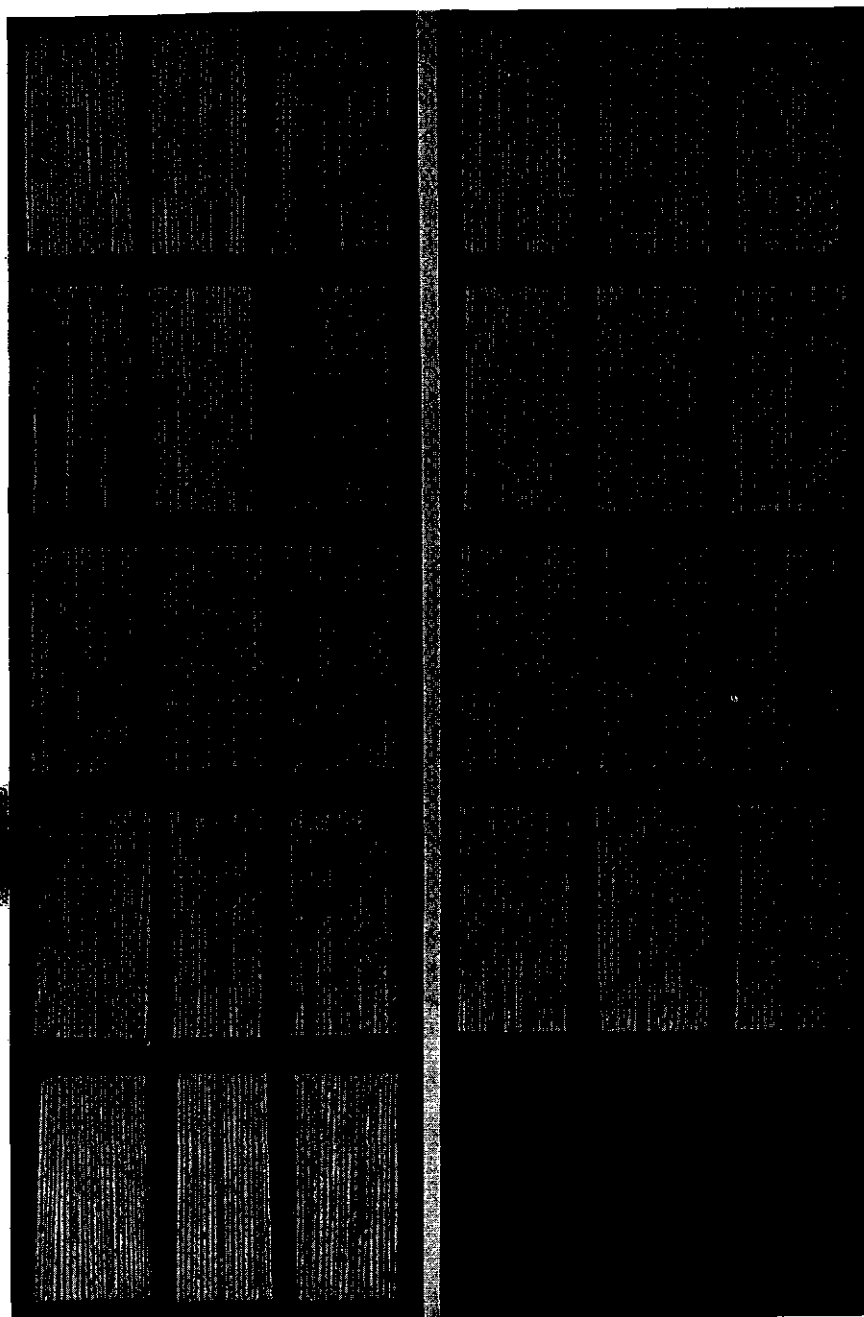


FIG. 8. INVLOED VAN DE WIJZE VAN STIKSTOFSTROOIEN OP DE DIKTE VAN VLAS. Van boven naar beneden, links: schotelstrooier onnauwkeurig, normaal en nauwkeurig afgesteld en centrifugaalstrooier bij een werkbreedte van 6 en van 10 m, rechts: geen stikstof, handstrooien, 10, 20 en 30 kg/ha N. Bij alle objecten zijn de stengels van links naar rechts op toenemende dikte uitgelegd.

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Naar aanleiding van de nog al eens teleurstellende ervaringen met machinaal strooien van kunstmest is bij vlas een onderzoek ingesteld naar de strooieregelmaat van twee typen kunstmeststrooiers. Een schotelstrooier bij verschillende nauwkeurigheid van afstelling en een centrifugaalstrooier bij verschillende werkbreedten zijn vergeleken met een zeer nauwkeurige verdeling van de meststof met de hand gestrooid. Als meststof is kalksalpeter in geperilde vorm gebruikt. De verdeling van de meststof is nagegaan door telling van de korrels op het veld en door waarnemingen aan het gewas.

Een goede verdeling van de meststof bleek noodzakelijk voor het verkrijgen van een gelijkmatig gewas met een zo uniform mogelijke kwaliteit. Het is misschien bijna even belangrijk om de meststof goed te verdelen als de juiste hoeveelheid te kiezen.

De centrifugaalstrooier geeft bij voor deze machine gunstige proefomstandigheden (vlak land) een goed resultaat, mits een niet te grote werkbreedte wordt aangehouden, zodat de gangen over het perceel elkaar goed overlappen. Dit laatste is niet eenvoudig, omdat de strooibreedte van deze machines moeilijk is te bepalen. Hieraan moet alle aandacht worden geschonken.

Bij de schotelstrooier is een nauwkeurige afstelling van grote invloed op de kwaliteit van het werk. Een nadeel van deze machine is, dat het strooibeeld ongunstig beïnvloed kan worden door stoten op kleine oneffenheden in het terrein.

LITERATUUR

1. HOOGLAND, E. J. A., Strooibeelden bij kunstmeststrooiers. *Landbouwmecanisatie* 6, 12 (1955) 498-501.
2. PAAUW, F. VAN DER, Proeven over de betekenis van een gelijkmatige verdeling van den kunstmest. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 46 (10) A (1940).
3. WEST, W. J., W. H. CASHMORE, H. C. GREEN, The effects of an unevenly distributed topdressing on the yield of wheat. *Agricultural Engineering Record* (1940) 23-28.

Groningen, februari 1959