

MERKENONDERZOEK VAN EEN AANTAL BLOEMBOLLENPOOTMACHINES

door

Ing. R.S. Bijl

Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen
Wageningen

1 Inleiding

De laatste jaren zijn aan verschillende bloembollenpootmachines diverse wijzigingen aangebracht. Vooral aan het doseersysteem is geprobeerd verbeteringen aan te brengen. Dit was o.a. het gevolg van de resultaten van de in 1969 gehouden veldtellingen.

Tevens zijn enkele nieuwe machines op de markt verschenen, waaronder twee precisiepoters voor gladiolen.

Dit laatste is voor het IMAG de belangrijkste aanleiding geweest om de bollenpootmachines in een onderzoek op te nemen, waarbij de regelmaat van doseren de belangrijkste te onderzoeken factor was. Omdat de precisiepoters alleen geschikt zijn voor het poten van gladioleknollen, is alleen bij dit gewas ook nagegaan of het poten met deze machines een grotere opbrengst geeft als dat met de niet-precisiepoters. Het onderzoek aan de niet-precisiepoters is voortgezet met andere bolsoorten, waarbij is volstaan met afdraaiproeven.

Ook is een praktijkenquête gehouden onder de gebruikers, waarbij is gevraagd naar de ervaringen met de betreffende machines t.a.v. instelling, dosering en onderhoud.

2 Beschrijving doseerprincipes

Een belangrijk onderscheid tussen de diverse doseersystemen is de wijze van aandrijving, nl.:

- a door de loopwielen;
- b door de aftakas.

Bij aandrijving door de loopwielen van de machine zal de dosering automatisch worden gecorrigeerd bij snelheidsvariatiën van de trekker (door bijvoorbeeld wielslip). Dit is bij door de aftakas aangedreven machines niet het geval.

ad a Tot de door de loopwielen aangedreven machines behoren:

- de Nobel bollenpoter;
- de Koning bollenpoter;
- de Breston gladiolenpoter;
- de van Dijke gladiolenpoter.

Bij de Nobel bollenpoter worden de bollen d.m.v. een traploos verstelbare schuif vanuit de voorraadbak op een horizontale band gedoseerd; de band wordt d.m.v. een V-riem door de wielen aangedreven. Men heeft de keuze uit twee overbrengverhoudingen.

De bollen vallen van de band door de pootbuis in het door de laatste gemaakte pootbed. Ze worden toegedekt d.m.v. aanaardschijven (ruggenteelt) of door een meeslepende egalisatie-inrichting (beddenteelt).

Bij de Koning bollenpoter worden de bollen niet door één, maar door drie smalle bandjes naar de pootbuis getransporteerd; deze worden door de loopwielen aangedreven. Hier heeft men de keuze uit 18 overbrengverhoudingen.

De vlakken tussen de bandjes worden d.m.v. een door de aftakas aangedreven excentriek in trilling gebracht. Omdat de bandjes en de tussenliggende vlakken niet horizontaal, maar oplopend zijn geplaatst, zullen de bollen die niet met de bandjes kunnen worden meegenomen via de trilplaten terugrollen. Hierdoor wordt een vrij constante vulling van de bandjes gerealiseerd.

De Breston en de Van Dijke gladiolenpoters zijn speciaal ontwikkeld voor de gladiolen- en plantuienteelt.

Beide machines poten een aantal rijen knollen naast elkaar in de rug d.m.v. een pootband (Breston) of een pootwiel (Van Dijke). Zowel de band als het wiel zijn van gaten voorzien, die vanuit de voorraadbak worden gevuld. Vanaf het punt waar de gaten gevuld worden, is de band (of het wiel) ondersteund tot de plaats waar de knollen worden gepoot. Hier valt de knol door zijn eigen gewicht uit het

gat in het pootbed (valhoogte: ± 10 cm).

Het toedekken gebeurt m.b.v. aanaardschijven.

De pootband of het pootwiel wordt door de loopwielen aangedreven. Men heeft de keuze uit 4 resp. 11 overbrengverhoudingen.

ad b Tot de door de aftakas aangedreven machines behoren:

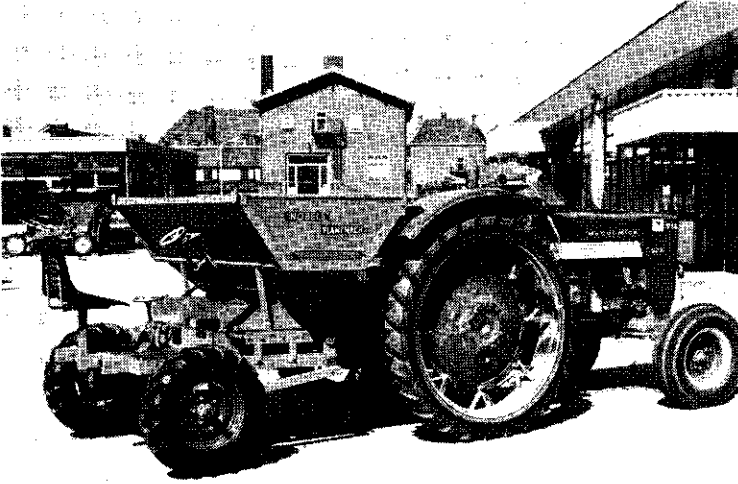
- de De Vries bollenpoter;
- de Wolf bollenpoter.

Bij de De Vries bollenpoter worden de bollen d.m.v. een traploos instelbare schuif vanuit de voorraadbak gedoseerd in een trilgoot, die d.m.v. een door de aftakas aangedreven excentriek in trilling wordt gebracht. De schokgrootte van de goot is traploos instelbaar (0-7 mm). De bollen vallen van de goot door de pootbuis in het pootbed.

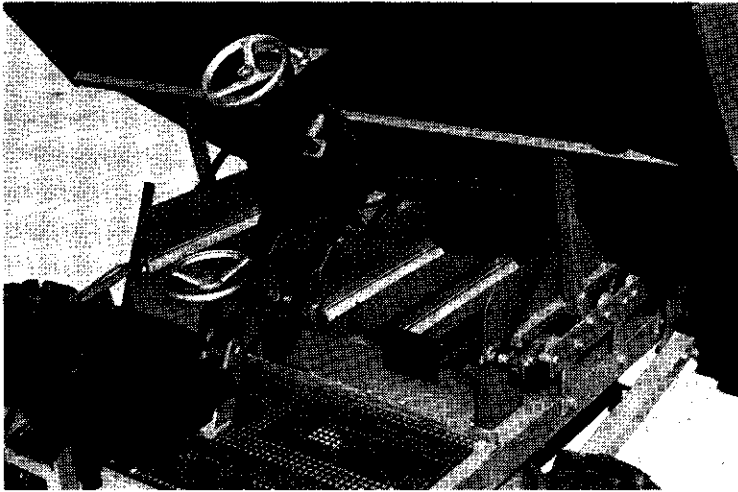
Bij de Wolf bollenpoter loopt het produkt via een doseerschuij en een kort trilgootje op een band. Boven deze band bevindt zich een tegengesteld draaiende borstel, die in hoogte verstelbaar is. Deze borstel zorgt voor een constante laagdikte op de band, die naar de pootbuis loopt. Band en borstel worden hydraulisch aangedreven en zijn daardoor onafhankelijk van de rijsnelheid traploos regelbaar.

N.B. Voor verdere technische gegevens zie bijlage 1.

Opmerking: De fa. Nobel brengt in 1978 ook een door de aftakas aangedreven machine op de markt. Deze is niet in het onderzoek opgenomen.



Afb. 1 De 2-rijige bollenpoter van de fa. Nobel.



Afb. 2 Detail van het doseersysteem van de Nobel bollenpoter.

3 Proeven met gladiolen

3.1 Motivering

Ten behoeve van de gladiolenteelt op ruggen zijn een aantal jaren geleden twee precisiepoters ontwikkeld. De ene is tot stand gekomen door samenwerking van Breston N.V. te Nieuwe Tonge met het IMAG (1), de andere is ontwikkeld door de fa. Van Dijke te St. Philipsland.

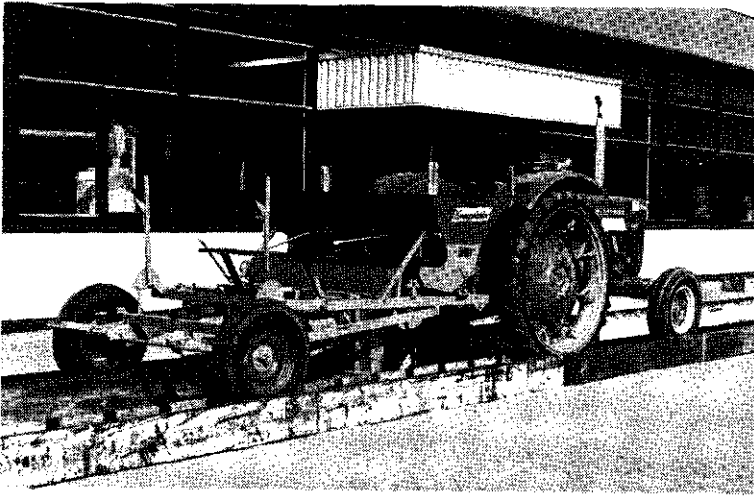
Beide machines hebben tot doel een gelijkmatiger pootafstand te realiseren dan met de niet-precisiepoters mogelijk is. Om na te gaan of een gelijkmatiger pootafstand een gunstige invloed heeft op de opbrengst, zijn de resultaten van deze machines vergeleken met die van drie niet-precisiepoters (Koning, Nobel en Wolf).

3.2 Afdraaiproeven

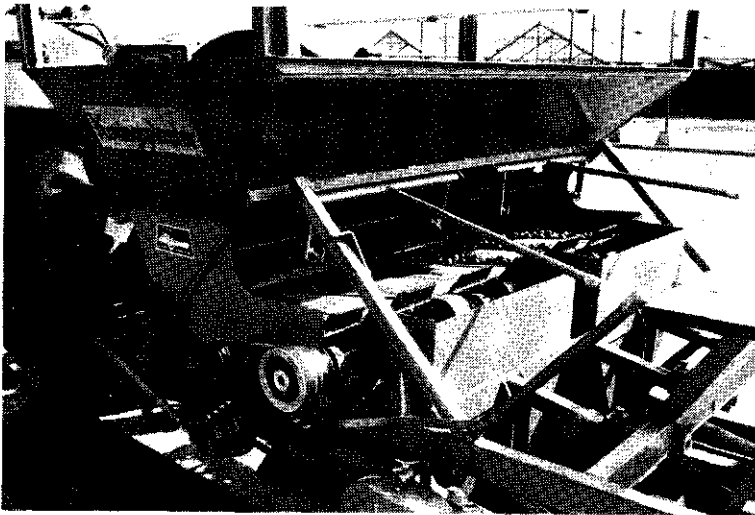
Bij deze proeven werd de machine over een rij bakjes gereden, waarin het te poten materiaal werd opgevangen en geteld. Dit gebeurde bij verschillende rij-snelheden en instellingen van het doseersysteem. De proeven zijn uitgevoerd met de cultivar "Peter Pears" in de pootmaten $\frac{3}{4}$ en $\frac{5}{6}$. De 35 bakjes hadden een lengte van 25 cm, het aantal herhalingen per object was minimaal drie.

Per herhaling is van de bakjes het gemiddeld aantal bollen per bakje en de standaardafwijking berekend.

De resultaten zijn later omgerekend naar een verdeling per 50 cm, omdat bij eventuele normstelling een norm per 50 cm waarschijnlijker is dan per 25 cm. De standaardafwijking (s) van het totaal aantal relevante waarnemingen, is per machine in tabel 1 weergegeven (s is de gemiddelde afwijking van het rekenkundig gemiddelde).



Afb. 3 De 2-rijige bollenpoter van de fa. Koning.



Afb. 4 Detail van het doseersysteem van de Koning bollenpoter.

Tabel 1 De standaardafwijking per machine bij het doseren van gladioleknollen $\frac{3}{4}$ en $\frac{5}{6}$ per 50 cm.

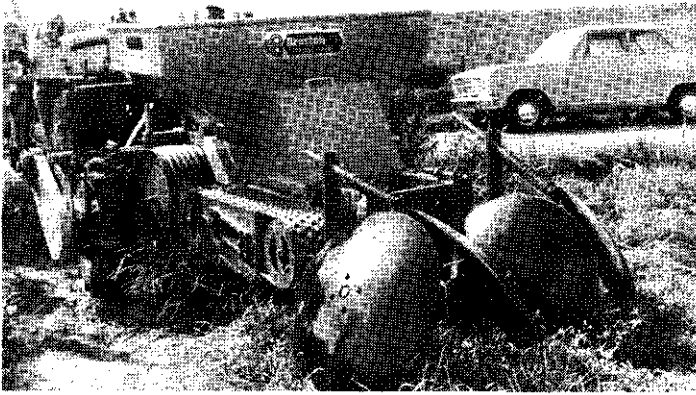
Pootmaat	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{6}$
Dosering	± 30	± 20
Breston*	3,79 (a)	2,59 (b)
Van Dijke*	3,22 (a)	1,90 (a)
Koning**	5,54 (b)	4,11 (d)
Nobel**	5,55 (b)	3,44 (c)
Wolf**	5,76 (b)	3,81 (c, d)

* precisiepoters ** niet-precisiepoters

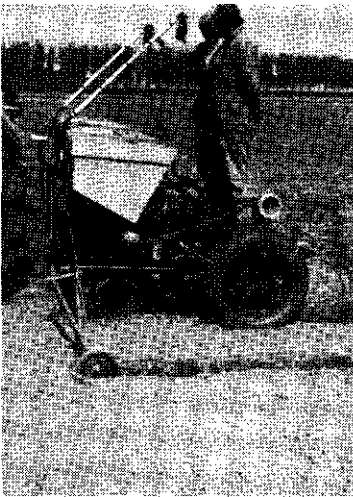
* Verschillende letters achter de getallen geven een statistisch significant verschil tussen deze getallen aan; wanneer bij getallen dezelfde letter voorkomt is er geen significant verschil aangetoond.

Aan de hand van deze letteraanduiding blijkt een duidelijk verschil tussen de precisiepoters en de niet-precisiepoters. De verschillen tussen de niet-precisiepoters onderling zijn gering (bijlage 2).

In tabel 2 is een voorbeeld gegeven van een aantal waarnemingen met twee machines, waaruit de invloed van de rijsnelheid op de regelmaat van doseren (s) is te zien.

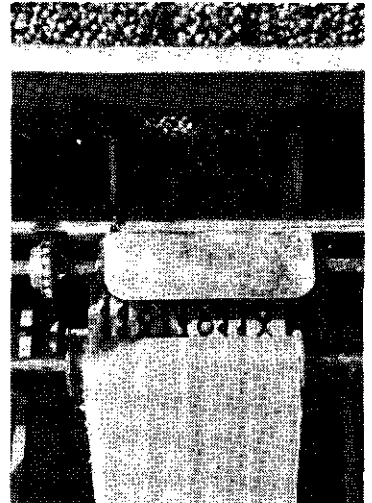


Afb. 5 De 2-rijige precisiepoter van de fa. Breston (de pootband is duidelijk zichtbaar).



Afb. 6 De 4-rijige precisiepoter van de fa. Van Dijke.

Afb. 7 Detail van de vulgaten voor het pootwiel en de gaten in het pootwiel van de precisiepoter van de fa. Van Dijke.



Tabel 2 Voorbeeld van een aantal waarnemingen (per 25 cm) met een precisiepoter en een niet-precisiepoter bij verschillende rijsnelheden.

Rijsnelheid	3,8 km/h		5,2 km/h		6,3 km/h		7 km/h	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Precisiepoter	11,4	1,8	11,4	1,6	9,5	2,4	----	---
	11,8	2,4	11,0	2,2	10,0	2,6	----	---
	11,7	1,7	11,7	1,6	9,7	2,0	----	---
Niet-precisiepoter	9,1	2,6	11,5	2,5	----	---	10,3	2,5
	10,7	2,7	9,9	2,5	----	---	11,3	2,7
	10,1	2,3	11,4	2,7	----	---	9,9	2,8

N.B. \bar{x} is het gemiddeld aantal knollen per bakje.

s is de standaardafwijking; het aantal bakjes is 35; pootmaat $\frac{5}{6}$.

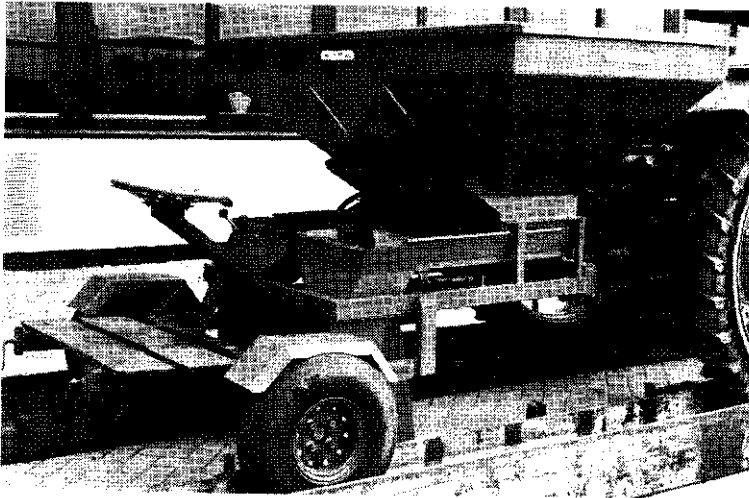
Bij de niet-precisiepoters blijkt de rijsnelheid geen invloed te hebben op de dosering. Voor de precisiepoters geldt dit niet. De vullingsgraad van de pootband of het pootwiel wordt namelijk beïnvloed door de snelheid waarmee de gaten het "vulstation" passeren.

Wordt deze snelheid te hoog, dan zullen niet alle gaten worden gevuld en is dus geen goede dosering meer te realiseren.

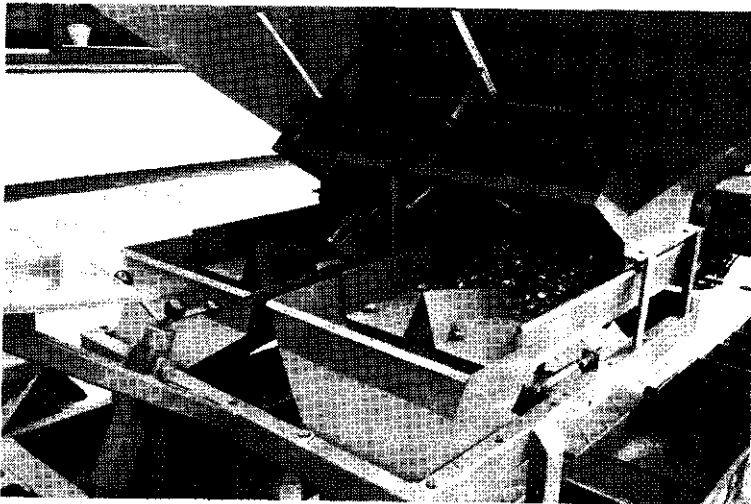
Bij de precisiepoter is het gemiddeld aantal knollen per bakje bij 6,3 km/h lager dan bij de andere twee snelheden. Ook de standaardafwijking wordt beïnvloed door de te hoge omtreksnelheid van de pootband. De maximaal toelaatbare rijsnelheid wordt bepaald door de gewenste dosering en het te poten materiaal.

Een ander punt wat tijdens het onderzoek naar voren kwam, was het ontbreken van een direct verband tussen de hoogte van het gemiddeld aantal bollen per bakje (\bar{x}) en die van de standaardafwijking (s) (bijlage 3).

Dit betekent, dat de standaardafwijking niet wordt beïnvloed door binnen redelijke grenzen blijvende wijzigingen in de dosering (tabel 3).



Afb. 8 De 2-rijige bollenpoter van de fa. De Vries.



Afb. 9 Detail van het doseersysteem van de De Vries bollenpoter.

Tabel 3 Voorbeeld van een aantal waarnemingen bij één machine met verschillende instellingen van het doseersysteem bij een zelfde rijsnelheid.

\bar{x}	22,2	17,2	15,4	14,2	12,9	12,7	12,1
s	4,9	4,7	3,3	3,9	4,5	3,6	4,1

N.B. \bar{x} is het gemiddeld aantal knollen per bakje,
s is de standaardafwijking, aantal bakjes is 35, pootmaat $\frac{3}{4}$.

3.3 Veldproeven

Na de afdraaiproeven is een proefveld aangelegd om na te gaan of de eerste een representatief beeld geven van de praktijkresultaten, en of de verschillen in regelmaat van doseren invloed hebben op de opbrengst. De proef werd uitgevoerd met dezelfde machines als bij de afdraaiproeven.

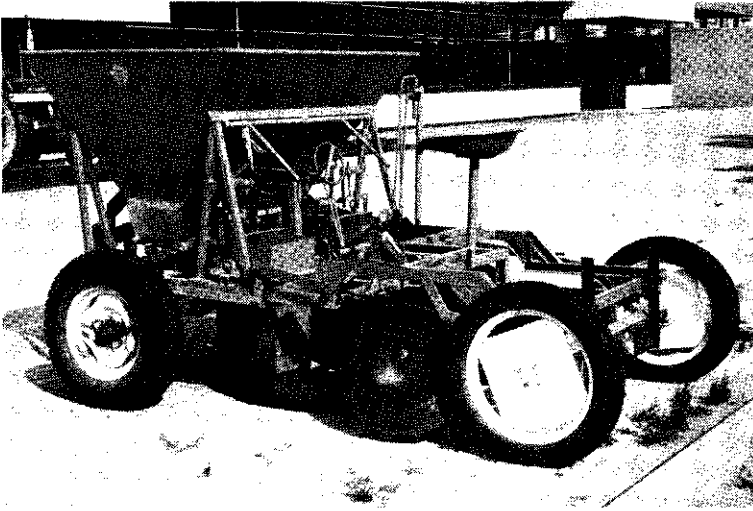
Ook is gewerkt met hetzelfde pootmateriaal, nl. "Peter Pears" $\frac{3}{4}$ en $\frac{5}{6}$. De proef is per machine per maat in viervoud aangelegd.

3.3.1 Tellingen

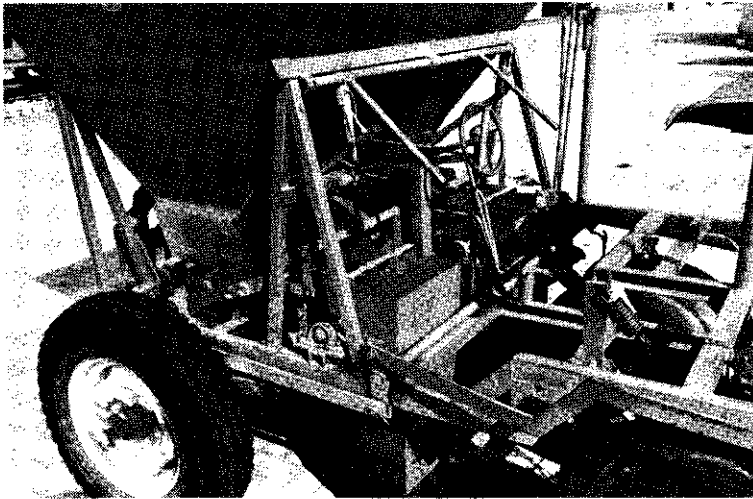
Na opkomst zijn in het proefveld tellingen verricht over een lengte van 10 m per object. Per 25 cm zijn het aantal planten geteld en van de aldus verkregen 40 waarnemingen is het gemiddelde en de standaardafwijking bepaald. In de meeste gevallen verschilden deze standaardafwijkingen niet significant van de uit de afdraaiproeven verkregen standaardafwijkingen (tabel 4).

In de gevallen waar wel verschillen aantoonbaar waren, was een duidelijke reden aanwijsbaar. Dit betrof o.a. tussentijdse wijzigingen aan de machine en de kwaliteit van het sorteren van het pootmateriaal.

Dit laatste is vooral voor de precisiepoters van groot belang en was bij de pootmaat $\frac{5}{6}$ niet optimaal.



Afb. 10 De 2-rijige bollenpoter van de fa. Wolf.



Afb. 11 Detail van het doseersysteem van de Wolf bollenpoter.

Tabel 4 Vergelijking van de standaardafwijkingen (s) van de afdraaiproeven en van de veldtellingen per 25 cm.

Pootmaat	$\frac{3}{4}$			$\frac{5}{6}$		
	afdraai- proeven	veldtellingen		afdraai- proeven	veldtellingen	
		steekpr. I	steekpr. II		steekpr. I	steekpr. II
Breston	2,57*	3,53	3,28	1,75**	2,25	2,56
Van Dijke	1,98	2,15	1,61	1,42**	1,94	2,04
Koning	4,98*	3,69	3,11	3,14	3,03	3,35
Nobel	3,83	3,68	3,26	2,74	2,29	2,83
Wolf	4,11	3,69	4,68	2,91	3,05	2,99

* verschil met veldtelling door tussentijdse wijzigingen aan de machine.

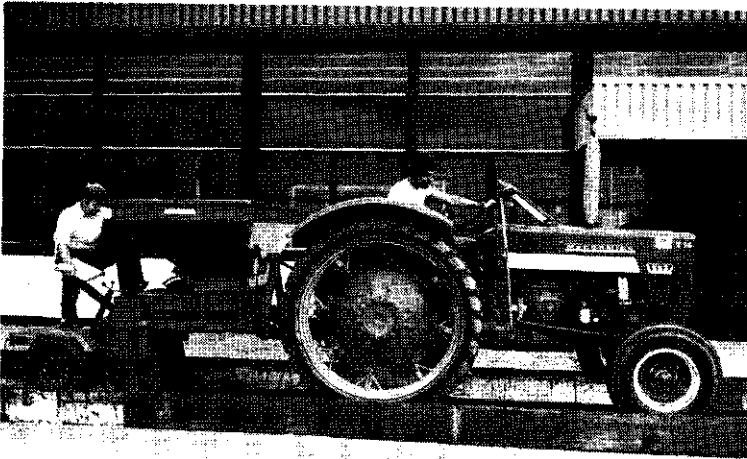
** verschil met veldtelling door onnauwkeurig gesorteerd materiaal.

Uit het vergelijken van de afdraaiproeven en de veldtellingen blijkt dat bij deze machines de eerste een voldoende betrouwbare indruk geven van de regelmaat van doseren. Dit betekent dat bij voortzetting van het onderzoek met andere bolsoorten in eerste instantie kan worden volstaan met afdraaiproeven. Deze conclusie is gebaseerd op het feit, dat in de niet aangekruiste gevallen in tabel 4 geen statistisch betrouwbare verschillen konden worden aangetoond.

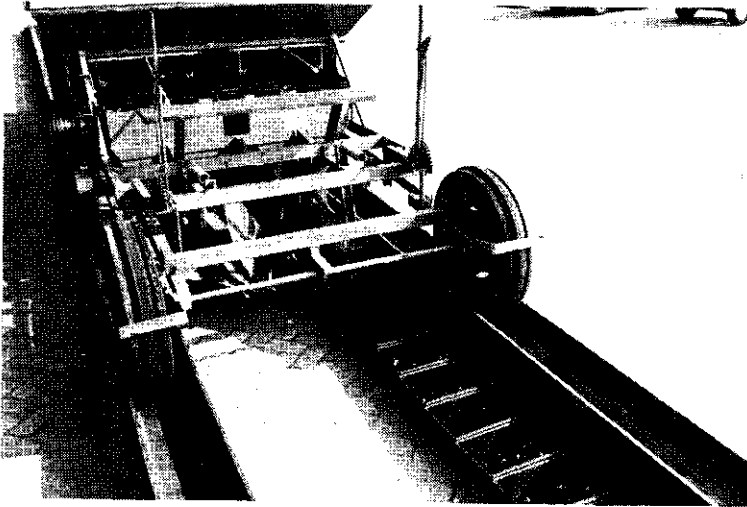
3.3.2. Opbrengst

Voor de bepaling van de opbrengst zijn per object tien veldjes van 1 m² rug ge-rooid. Per veldje zijn het aantal planten, het geogste knolgewicht per plant en de sorteerfracties bepaald. Als belangrijkste maat voor de opbrengst geldt het oogstgewicht per knol.

Omdat de plantdichtheid per veldje niet gelijk is, moet worden getoetst of de invloed van de plantdichtheid op de opbrengst bij elke machine gelijk is. Dit blijkt het geval te zijn binnen het voorkomende plantdichtheidsgebied waarbinnen de waarnemingen werden verricht. Dit betekent dat de waargenomen oogstgewichten kunnen worden gecorrigeerd naar één plantdichtheid via een zelfde regressielijn. De gecorrigeerde gemiddelde opbrengsten zijn in tabel 5 per machine en per pootmaat weergegeven.



Afb. 12 Een bollenpoter op de afdraaibaan.



Afb. 13 De bakjes waarin de bollen worden opgevangen.

Tabel 5 Gemiddeld oogsgewicht per plant (g).

Pootmaat	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{6}$
Plantdichtheid	60/m'	45/m'
Breston	26,21 (a b)	35,86
Van Dijke	26,82 (b)	36,60
Koning	27,44 (b)	36,52
Nobel	24,61 (a)	36,03
Wolf	26,85 (b)	37,84

Na toetsing van de verschillen tussen de machines, blijkt bij de pootmaat $\frac{5}{6}$ geen significant verschil aantoonbaar, en bij de pootmaat $\frac{3}{4}$ blijkt machine 4 te verschillen van de machines 2, 3 en 5 (zie letteraanduiding).

Omdat deze resultaten in het geheel niet corresponderen met de verschillen in regelmaat van doseren, is gekeken naar andere factoren die de opbrengst zouden kunnen beïnvloeden (bijlage 4).

3.3.3 Breedte en breedteverdeling

Andere verschillen in pootwijze tussen de machines waren de pootbreedte in de rug en de breedteverdeling. Omdat de precisiepoters een smaller pootbed maken en vaak een betere breedteverdeling hebben, is op kleine schaal een handgepoot proefveld aangelegd waarin de breedte en breedteverdeling is gevarieerd.

De proef is uitgevoerd met "Peter Pears" $\frac{3}{4}$; de ingestelde breedtes waren: 20, 25 en 30 cm.

De breedteverdelingen waren als volgt:

- 50% in het midden en 25% aan de kanten;
- 33% in het midden en 33% aan de kanten;
- 20% in het midden en 40% aan de kanten.

De veldjes waren 2 m lang en de plantdichtheid was 125 knollen per veldje. Het aantal herhalingen bedroeg drie. De resultaten van deze proef zijn in tabel 6 weergegeven.

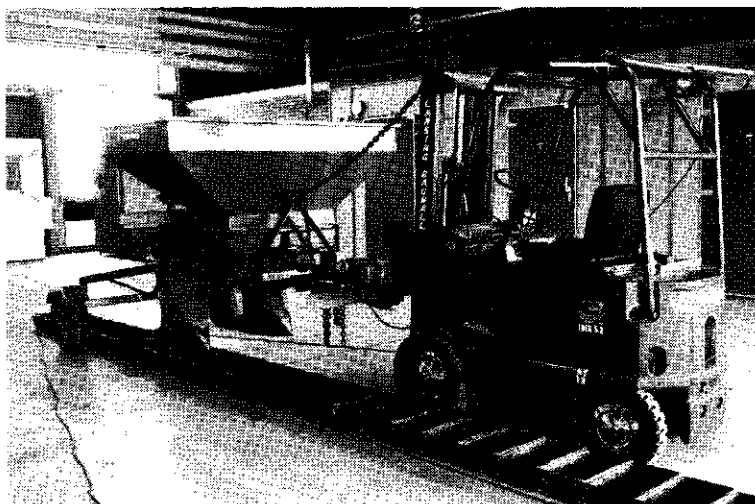
Tabel 6 Opbrengst in grammen per geoogste plant van het handgepote proefveld met variabele pootbreedtes en breedteverdelingen.

breedte \ verdeling	verdeling		
	25%-50%-25%	33%-33%-33%	40%-20%-40%
20 cm	22,3	22,9	23,1
25 cm	22,3	22,7	23,3
30 cm	22,6	23,7	23,3

Na toetsing bleken ook in deze proef geen significante verschillen aanwezig te zijn.

3.3.4 Maatverdeling geoogste knollen

Bij beide voorgaande proeven is ook nagegaan of er verschil is in uniformiteit van de opbrengst tussen de verschillende objecten. Bij beide proeven kon een dergelijke analyse de conclusies niet veranderen (bijlage 5).



Afb. 14 Een tweede manier van afdraaien met de bollenpoter in een overdekte ruimte.

4 Afdraaiproeven van andere bolgewassen

Het afdraaien van de machines met andere bolsoorten is op dezelfde wijze uitgevoerd als bij de gladiolen. Omdat de precisiepoters niet geschikt zijn voor andere bolsoorten vanwege de beschadigingskansen voor het produkt, zijn deze niet verder in het onderzoek opgenomen. Wel zijn de vier-rijige types, die gebruikt worden bij de zgn. beddenteelt, in dit onderzoek betrokken. Bij deze machines wordt de gedoseerde hoeveelheid per doseerschuijf verdeeld over twee pootbuizen. Daarom zijn deze machines over twee rijen bakjes gereden, en kon worden gecontroleerd of deze verdeling juist was.

De combinatie bolsoort en machinetype is afhankelijk gesteld van de mate waarin het betreffende gewas meer of minder op ruggen of op bedden wordt geteeld. De toegepaste plantdichtheid is die, welke landelijk wordt geadviseerd. Omdat ook bij deze afdraaiproeven bleek dat de ingestelde rijsnelheden (± 5 en 7 km/h) geen duidelijke invloed hadden op de regelmaat van doseren is in de tabellen 7 en 8 volstaan met de weergave van de variatiecoëfficiënt per bolsoort, per maat en per machine.

In deze variatiecoëfficiënt is de standaardafwijking van alle betreffende waarnemingen verwerkt. Bij vergelijking van gewassen met verschillende doseringen is de variatiecoëfficiënt een eenvoudiger te interpreteren maat voor de onregelmatigheid van de dosering dan de standaardafwijking. Dit geldt vooral wanneer men per machine de resultaten bij de verschillende gewassen onderling wil vergelijken.

De variatiecoëfficiënt is de standaardafwijking uitgedrukt in procenten van het gemiddelde ($V_c = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$).

Tabel 7 Variatiecoëfficiënt per machine, per bolsoort en per maat bij een dosering per 50 cm (twee-rijige machines).

	Iris $\frac{4}{5}$	Iris $\frac{6}{7}$	Tulp $\frac{7}{8}$	Tulp $\frac{9}{10}$
Dosering	± 100	± 50	± 42	± 26
Koning	10,8 (b)	10,4 (a)	11,2	15,7
Nobel*	----	----	11,0	14,1
De Vries	12,4 (b)	13,5 (b)	12,0	13,3
Wolf	7,3 (a)	9,8 (a)	10,2	13,0

Tabel 8 Variatiecoëfficiënt van de vier-rijige machines, per bolsoort en per bolmaat bij een dosering per 56 cm.

	Crocus $\frac{6}{7}$	Tulp $\frac{7}{8}$	Tulp $\frac{9}{10}$	Hyacint $\frac{8}{10}$	Narcis $\frac{11}{13}$
Dosering	+ 26	+ 26	+ 16	+ 15	+ 8
Koning	13,2	14,5	18,5	16,6	---- ¹⁾
Nobel	15,6	12,5 ²⁾	16,7	17,7	21,5
De Vries	13,8	14,1	15,9	16,3	20,9
Wolf	13,5	11,8	16,1	15,5	24,1

- 1) Dit produkt kan niet door de machine worden verwerkt. De gewenste dosering is ook bij lage snelheid niet te realiseren.
- 2) In dit geval is per ongeluk de dosering van 16 stuks (tulp $\frac{9}{10}$) per twee bakjes aangehouden. Het resultaat demonstreert nog eens dat de bolmaat een veel grotere invloed op de spreiding heeft dan de dosering.

* Deze machine is teruggetrokken uit het onderzoek omdat het marktaandeel in de twee-rijige uitvoering zeer gering is. Vandaar dat bij de irissen geen waarnemingen meer zijn gedaan.

Uit de tabellen 7 en 8 blijkt dat de verschillen per machine niet groot zijn. Na toetsing bleken bijna alle verschillen niet significant te zijn (zie letteraanduiding). Bij de vier-rijige machines bleek de verdeling over de twee pootbuizen evenredig te zijn. Ook traden er geen verschillen in regelmaat op tussen de twee pootbuizen.

5 Discussie

De vraag is nu, welke onregelmatigheden in de dosering toelaatbaar zijn.

Om hierop voor alle gevallen een antwoord te kunnen geven, moet zeer veel teeltkundig en economisch onderzoek worden gedaan.

Voor de tulpen is vrij veel van dit onderzoek reeds uitgevoerd (Van der Valk, Timmer, de Vroomen). Hieruit zijn t.a.v. de kwaliteit van het planten enkele richtlijnen naar voren gekomen, nl.:

- 1 de spreiding per 50 cm mag niet groter zijn dan 20% van de gemiddelde dosering per 50 cm;
- 2 de dosering per ha mag niet meer dan 5% afwijken van de plantdichtheid die de grootste geldelijke opbrengst geeft.

Passen we het eerste punt toe op de resultaten van de afdraaiproeven met de tulpen, dan betekent dit dat $\pm 7\%$ van de gepote halve meters meer dan 20% afwijken van de gemiddelde dosering bij de maat $\frac{7}{8}$. Voor de maat $\frac{9}{10}$ is dit $\pm 15\%$. Onderzoek op de proeftuin Wieringerwerf heeft aangetoond dat bij overschrijding van de 20% grens de gemiddelde oogstderving 2-3% is (4). Er is dan dus sprake van een totale oogstderving ten gevolge van onregelmatigheden in de dosering van 0,2-0,5% per ha. Dit is te verwaarlozen ten opzichte van andere factoren die een veel grotere invloed kunnen hebben.

De consequenties van het niet realiseren van de tweede richtlijn zijn echter veel ingrijpender. Bij afwijking van meer dan 5% van de optimale plantdichtheid moet men volgens de berekeningen van het LEI rekening houden met een verlies van enige procenten (2,5).

Bij de precisiepoters is de gewenste dosering vooraf exact in te stellen; bij de andere machines is dat veel moeilijker. Bij de laatste speelt de ervaring van de man die de machine bedient een belangrijke rol. Vooral bij kleine partijen, waarbij de gelegenheid tot corrigeren gering is, is het verkrijgen van de juiste dosering erg moeilijk. Bij de huidige constructie van de machines is hierin geen verbetering te verwachten.

6 Praktijkenquête

Na afloop van het onderzoek is een aantal gebruikers van de diverse machines gevraagd naar hun ervaringen. Speciaal is gevraagd naar de mening over instelmogelijkheden, kwaliteit van doseren, constructie en onderhoud. In het algemeen zijn de gevraagde gebruikers tevreden over de werking en de constructie van hun machine. Ook het onderhoud vraagt weinig tijd.

De kwaliteit van doseren wordt in de meeste gevallen gekwalificeerd als redelijk. Het instellen van de gewenste dosering wordt echter door de meeste gebruikers niet eenvoudig geacht.

7 Conclusies

De resultaten van het onderzoek leiden tot de conclusie, dat het poten van gladiolen met de momenteel beschikbare precisiepoters geen duidelijke voordelen biedt t.o.v. de andere machines, ten aanzien van de hoogte en uniformiteit van de opbrengst. Ook de uitgevoerde variaties in pootbreedte en breedteverdeling in de rug hebben geen invloed op de opbrengst.

Uit de vergelijking van de veldtellingen met de afdraaiproeven is gebleken dat de toegepaste methode van afdraaien voldoende betrouwbaar is om de regelmaat van doseren vast te stellen.

Uit de afdraaiproeven is gebleken dat de machines onderling weinig verschillen in de regelmaat van doseren, met uitzondering van de precisiepoters.

8 Literatuur

- 1 Kraan, M.v.d. en A. Laurens. Precisiepoter voor bloembollen. IMAG-publikatie nr. 16, februari 1975.
- 2 Vroomen, C.O.N. de. Economische aspecten van de plantdichtheid in de tulpenteelt. LEI-publikatie nr. 460, november 1973.
- 3 Tellingen pootmachines tulpen 1969.
Intern verslag nr. 4 ITT, januari 1970.
- 4 Jaarverslagen '72, '73, '74 en '75. Stichting proeftuin van de bloembollenteelt op de zavelgrond te Wieringerwerf.
- 5 Valk, G.G.M. van der en M.J.G. Timmer. Plantdichtheid en bolopbrengst van tulpen. Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, rapport 13, april 1972.

Bijlage 1 Technische gegevens van de machines.

	Koning		Nobel	De Vries	Wolf
	4-rijig	2-rijig			
Lengte (mm)	1850	2750	2000	2250	3000
Breedte (mm)	1600	1940	1780	2000	1800
Hoogte (mm)	1150	1680	1600	1650	1650
Gewicht (kg)	+350	+450	+250	+425	+700
Aantal wielen	2		2	2	4
Bandmaat	600-16		600-16	600-9	700-16/ 400-19
Inhoud voorraad- bak (l)	+600	+840	+650	+850	+680
Breedte pootbuis 4-rijig (mm)	90		160	150	180
Breedte pootbuis 2-rijig (mm)	300		230	200	270
Diameter anaard- schijven 2-rijig (mm)	560		510	550	630

Daar beide precisiepoters (Breston, Van Dijke) prototypen zijn en niet in serie gemaakt worden, zijn van deze machines geen technische gegevens verstrekt.

Bijlage 2 Toetsing op gelijkheid van spreiding.

Bij toetsing op gelijkheid van spreiding tussen de vijf machines is in eerste instantie gebruik gemaakt van een zgn. parameter vrije methode, nl. de toets van Kruskal-Wallis.

Het toekennen van rangnummers vindt plaats in analogie met de Siegel-Tukey rangnummering voor twee steekproeven.

Hierbij moet verondersteld worden dat de gemiddelden of medianen van de vijf machines gelijk zijn. Dit bleek niet het geval te zijn in onze situatie. Daarom is van de resultaten van de waarnemingen de bijbehorende steekproefmediaan afgetrokken. Voor grote steekproeven (zoals in ons geval) lijkt dit een redelijke procedure.

Aanvankelijk is een "overall" toets uitgevoerd, waarbij nagegaan is of er verschil in spreiding aanwezig was tussen de machines.

Deze toets bleek significant te zijn.

Hierna is de zgn. "multiple comparisons" toets uitgevoerd volgens de methode van Steel-Dwass, waarbij de resultaten zoals beschreven in tabel 1 werden gevonden.

Deze parameter vrije methode is vergeleken met een klassieke toets.

Beide methoden leverden vrijwel identieke resultaten op. Een verklaring hiervoor is o.a. dat in dit geval gewerkt is met vrij grote steekproeven ($n > 100$).

Literatuur

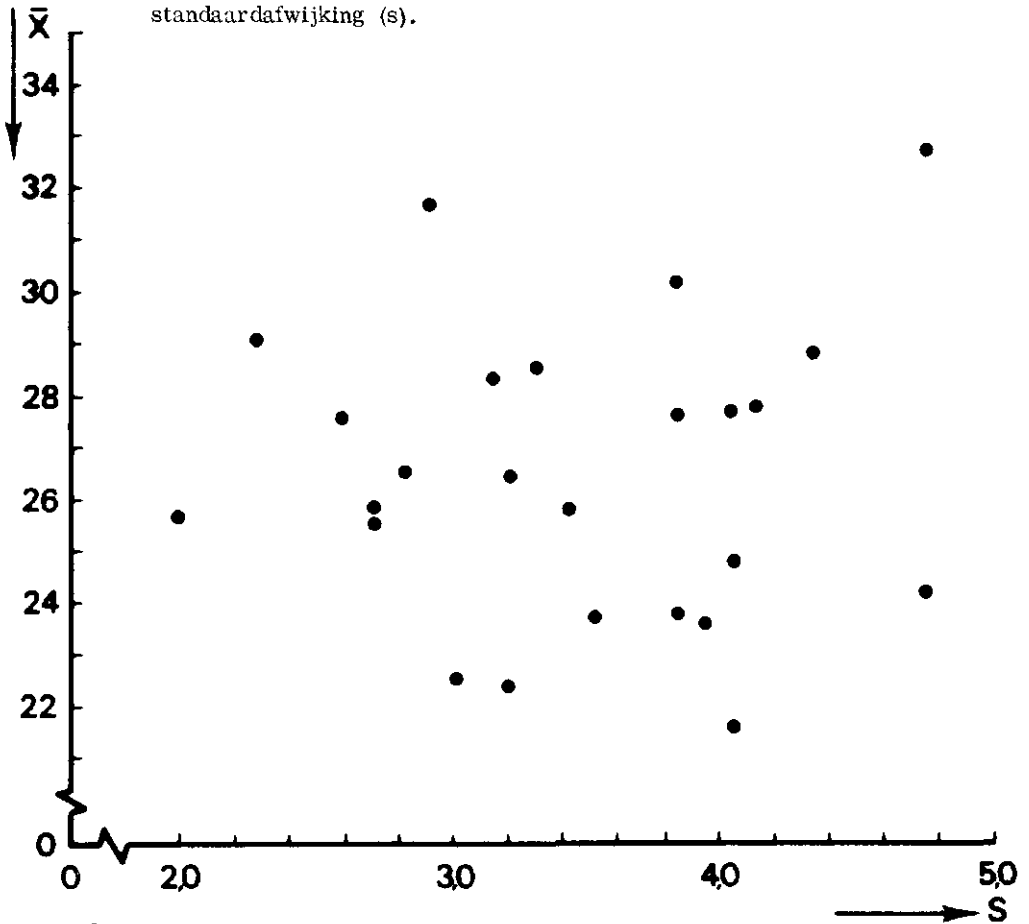
Kruskal, William H. (1952). A Nonparametric Test for the Several Sample Problem. *Ann. Math. Statist.*, 23: 525-540.

Kruskal, William H. and W. Allen Wallis (1952, 1953). Use of Ranks in One-criterion Variance Analysis, *J. Am. Statist. Assoc.* 47: 583-612 (1952), 48: 907-911.

Siegel, Sidney and John W. Tukey (1960). A Non-parametric Sum of Ranks Procedure for Relative Spread in Unpaired Samples. *J. Am. Statist. Assoc.* 55: 429-444.

Steel, Robert G.D. (1961). Some Rank Sum Multiple Comparison Tests. *Biometrics* 17, 539-552.

Bijlage 3 Verband tussen gemiddeld aantal bollen per bakje (\bar{x}) en de standaardafwijking (s).



tulpen $\frac{9}{10}$; aantal bakjes per waarneming is 35.

Uit de puntenwolk is te zien dat er geen enkel verband bestaat tussen \bar{x} en s. Daarom is in alle beschouwingen over de regelmaat van doseren de standaardafwijking als maat voor de spreiding gebruikt bij het vergelijk tussen de verschillende machines.

Bijlage 4 Statistische analyse van de oogstresultaten bij gladioleknollen, pootmaat $\frac{5}{6}$.

Inherent aan de proefopzet is voor het volgende lineaire model gekozen.

$$\underline{Y}_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_{ij} x_{ijk} + \underline{e}_{ijk}$$

$$i = 1, \dots, 5$$

$$j = 1, \dots, 4$$

$$k = 1, \dots, 10$$

Voorwaarden: $\sum_i \alpha_i = 0$ $\sum_j \beta_j = 0$

$$\sum_i (\alpha\beta)_{ij} = \sum_j (\alpha\beta)_{ij} = 0$$

waarbij

- \underline{Y}_{ijk} een stochastische variabele, waarvan de realisatie Y_{ijk} de opbrengst per plant is van veldje k in herhaling j van machine i;
- μ algemeen niveau;
- α_i een constante behorend bij machine i;
- β_j een constante behorend bij herhaling j;
- $(\alpha\beta)_{ij}$ een constante behorend bij machine i in herhaling j (in eerste instantie als "fixed" effect opgenomen);
- γ_{ij} een constante behorend bij machine i in herhaling j (ter beschrijving van van het plantdichtheidseffect);
- x_{ijk} de plantdichtheid van veldje k in herhaling j van machine i;
- \underline{e}_{ijk} een stochastische variabele die het toeval beschrijft.
 Voorwaarde: \underline{e}_{ijk} is normaal verdeeld met verwachting 0 en variantie σ^2 .
 Tevens moet gelden $\text{COV}(\underline{e}_{ijk}, \underline{e}_{ijk'}) = 0$.

De eerste toets die we zouden kunnen uitvoeren is na te gaan of het plantdichtheidseffect op de opbrengst bij elke machine gelijk is. Dergelijke toetsen voeren we uit met de zgn. kleinste kwadratenmethode.

Model onder H_0 [= nulhypothese = veronderstelling dat bij elke plantmachine het plantdichtheidseffect even groot is] :

$$\underline{Y}_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_{ij} x_{ijk} + \underline{e}_{ijk}$$

Hier gelden weer dezelfde voorwaarden e.d., zoals beschreven bij het eerste model.

Deze toets ($\gamma_{ij} = \gamma$) levert geen significant resultaat op (F waarde van 0,97), d.w.z. de H_0 wordt niet verworpen.

We kunnen dus concluderen dat het plantdichtheidseffect bij elke machine gelijk is geweest.

De volgende vraag zouden we nu kunnen stellen:

is de plantdichtheid van invloed op de opbrengst?; in statistische termen: $\gamma = 0$ wordt getoetst tegen $\gamma \neq 0$.

Model onder H_0 ;

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

Deze H_0 wordt verworpen.

Bij toetsing blijkt een zeer duidelijk effect van de plantdichtheid op de opbrengst te bestaan ($p < 0,005$).

Dit betekent dat we de term $\gamma \chi_{ijk}$ in ons model moeten handhaven.

We kunnen de term $(\alpha\beta)_{ij}$ op twee manieren beschouwen, nl. "random" of "fixed".

Gelet op de proefopzet zou $(\alpha\beta)_{ij}$ als "random" term verondersteld het meest in aanmerking komen.

Voordat we echter aannemen dat $(\alpha\beta)_{ij}$ inderdaad een "random" term is (waarbij we dan in een complexe situatie terecht komen), kunnen we eerst toetsen of

$(\alpha\beta)_{ij}$ als "fixed" term aanwezig verondersteld dient te worden; dus H_0 ;

$(\alpha\beta)_{ij} = 0$ en H_1 ; $(\alpha\beta)_{ij} \neq 0$.

Model onder H_0 ;

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma \chi_{ijk} + e_{ijk}$$

Bij toetsing wordt H_0 verworpen.

Deze toets geeft een duidelijk significant resultaat ($P < 0,005$); m.a.w. de term $(\alpha\beta)_{ij}$ moet wel degelijk in ons model worden opgenomen.

We gaan nu over op het volgende model, waarbij $(\alpha\beta)_{ij}$ als een stochastische term wordt verondersteld.

Model;

$$\underline{Y}_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\underline{\alpha\beta})_{ij} + \gamma_{ijk} + \underline{e}_{ijk}$$

Dit is geen speciale vorm meer van het algemene lineaire model want:

stel $E[(\underline{\alpha\beta})_{ij}] = 0$ en $VAR[(\underline{\alpha\beta})_{ij}] = \sigma_A^2$

met alle $(\underline{\alpha\beta})$'s onderling onafhankelijk en tevens onafhankelijk van de \underline{e} 's, dan volgt hieruit

$$\begin{aligned} COV(\underline{Y}_{ijk}, \underline{Y}_{ijk'}) &= COV[(\underline{\alpha\beta})_{ij} + \underline{e}_{ijk}, (\underline{\alpha\beta})_{ij'} + \underline{e}_{ijk'}] = \\ &= COV[(\underline{\alpha\beta})_{ij}, (\underline{\alpha\beta})_{ij'}] = VAR[(\underline{\alpha\beta})_{ij}] = \sigma_A^2 \neq 0 \text{ voor } K \neq K' \end{aligned}$$

Om toch te kunnen voldoen aan de voorwaarden die gesteld worden bij toepassing van het lineaire model, zou de volgende oplossing mogelijk zijn.

Model;

$$\begin{aligned} \underline{Y}_{ij\cdot} &= \mu + \alpha_i + \beta_j + (\underline{\alpha\beta})_{ij} + \gamma_{ij\cdot} + \underline{e}_{ij\cdot} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_{ij\cdot} + [(\underline{\alpha\beta})_{ij} + \underline{e}_{ij\cdot}] \\ &= \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_{ij\cdot} + \underline{f}_{ij} \end{aligned}$$

Nu zijn de stochastische variabelen $\underline{Y}_{ij\cdot}$ ($= \frac{1}{k} \sum_k \underline{Y}_{ijk}$) weer wel stochastisch onafhankelijk en hebben de variantie σ_F^2 ($= \sigma_A^2 + \frac{1}{10} \sigma^2$).

We zijn nu in staat om te toetsen of er verschillen tussen de vijf plantmachines bestaan.

Model onder H_1 ;

$$\underline{Y}_{ij\cdot} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_{ij\cdot} + \underline{f}_{ij}$$

Model onder H_0 ;

$$\underline{Y}_{ij\cdot} = \mu + \beta_j + \gamma_{ij\cdot} + \underline{f}_{ij}$$

Resultaat: H_0 wordt niet verworpen.

De toets $\alpha_i = 0$ tegen $\alpha_i \neq 0$ levert geen significant resultaat op, zodat we kunnen concluderen dat er geen verschil in opbrengst is tussen de verschillende machines. We kunnen nu de gemiddelden van de machines, gecorrigeerd voor het plantdichtheidseffect, op de gebruikelijke manier berekenen en weergeven.

N.B. Bij de pootmaat $\frac{3}{4}$ is dezelfde proefopzet gebruikt en dus is bij de analyse dezelfde procedure gevolgd.

Bijlage 5 Maatverdeling in de oogst van gladiolen met vijf verschillende machines gepoot, uitgedrukt in procenten.

	$\frac{7}{14}$	$\frac{12}{14}$	$\frac{10}{12}$	$\frac{8}{10}$	$\frac{8}{7}$
Pootmaat $\frac{3}{4}$					
Breston	15,3	38,1	32,8	10,2	3,7
Van Dijke	23,9	35,7	29,8	7,7	2,9
Koning	24,0	33,9	29,6	9,8	2,6
Nobel	15,5	34,3	33,8	11,7	4,6
Wolf	19,6	35,0	32,4	10,0	3,0
Pootmaat $\frac{5}{6}$					
Breston	51,1	26,6	16,4	4,6	1,3
Van Dijke	54,5	27,7	13,3	3,5	1,0
Koning	55,0	26,5	14,5	3,6	0,5
Nobel	52,7	26,1	16,6	3,5	1,1
Wolf	61,3	22,6	13,0	2,5	0,7