

S P R E N G E R I N S T I T U U T

Haagsteeg 6, Wageningen

Tel.: 08370 - 5351

---

RAPPORT NO.

1626

ONDERWERP

Het drogen van bloembollen

UITGEBRACHT AAN

Bloembollenfustcommissie

SAMENGESTELD DOOR

Ir. K. van der Lee

(Publikatie uitsluitend met  
toestemming van de Directeur).

I N H O U D  
=====

	blz.
1. INLEIDING	1
2. MEETOPSTELLING EN PROEFMATERIAAL	3
3. MEETRESULTATEN EN DISCUSSIE	6
4. CONCLUSIE	11
5. SAMENVATTING	11

## 1. INLEIDING

Voor de verschillende behandelingen die de bloembol tussen het rooien en het afleveren aan de exporteur ondergaat, zijn vele verschillende soorten fust in gebruik, zoals bijvoorbeeld: de mand, gaasbak, gaaskist, dozen, zakken en bakken van verschillend formaat, terwijl ook storting op stellingen voorkomt.

De overgangen van het ene in het andere fust geeft kans op beschadigingen, bovendien is een veelsoortig fust een belemmering voor de efficiency van een bloembollenkwekerij.

Om dit probleem op te lossen is opgericht de Bloembollenfustcommissie. Deze heeft getracht de eisen te formuleren waaraan het ideale bloembollenfust moet voldoen. De eisen liggen op verschillende gebieden, nl. arbeidskundig, organisatorisch, fysiologisch, technisch, economisch. Verschillende onderzoeksinstellingen hebben daarom meegewerkt in de Bloembollenfustcommissie om voor hun onderzoekgebied de eisen te kwantificeren. De commissie is tot de conclusie gekomen dat het fust in elk geval rechthoekige afmetingen zal krijgen, waarbij het grondoppervlak  $0,50 \times 0,40 \text{ m}^2$  zal zijn. De bodem van het fust moet open zijn om door de bollen een verticale luchtstroom te kunnen sturen.

De vraag aan het Sprenger Instituut was nu: hoe hoog mag het fust zijn, opdat de bollen daarin alle behandelingen goed kunnen doorstaan.

Deze behandelingen zijn achtereenvolgens: rooien, drogen, pellen, sorteren, nadrogen, bewaren en afleveren; tussen deze behandelingen komen ook transporten en wachttijden voor. Het gevoeligste hierbij is het drogen. In korte tijd moeten de bollen gedroogd kunnen worden, omdat in vochtige bollen verschillende ziekten zich snel uitbreiden tijdens de bewaring en tussentijdse opslag.

Tot nu toe is niet bekend hoeveel vocht de bollen kunnen afstaan, m.a.w. het is niet bekend wanneer de bollen droog genoeg zijn. Ook is onbekend hoeveel vocht er als stofwisselingsprodukt afgevoerd moet worden tijdens opslag.

Om deze gegevens in handen te krijgen zijn proeven opgezet om het droogproces van bloembollen afhankelijk van laagdikte (fusthoogte) en luchtsnelheid na te gaan. Hieruit kunnen zowel gegevens over de vochtafgifte tijdens droging en opslag als omtrent de aanvaardbare laagdikte voor het droogproces worden verkregen. Bij de hierna beschreven proeven is de luchtsnelheid echter nog niet gevarieerd.

De mogelijkheid van een bepaling van het einde van de droogperiode door het verschil in vochtgehalte van de lucht voor en na de bollen te meten, lijkt aanwezig.

Tijdens dit onderzoek zijn hieraan ook waarnemingen verricht, deze moeten echter nog uitgewerkt en geïnterpreteerd worden.

## 2. MEETOPSTELLING EN PROEFMATERIAAL

De meetopstelling is geplaatst in een klimaatkast; met behulp van conditioneringsapparatuur wordt hierin lucht geblazen van bepaalde temperatuur en vochtigheid.

Deze lucht wordt door middel van 3 afzonderlijke ventilatoren door de 3 laagdikten geleid. De bollen liggen op een draadrooster in een ijzeren vat; de lucht wordt van beneden naar boven door de bollen heengezogen. Met behulp van afsluiters in de buizen naar de ventilatoren kunnen gelijke hoeveelheden lucht door de 3 opstellingen worden gestuurd.

Elk vat met bloembollen is geplaatst op een balans. Voor een gewichtsbepaling worden de ventilatoren afgezet en de verbinding van het vat met de ventilatorpijp losgemaakt. Het vat komt dan vrij op de balans te staan en het gewicht kan afgelezen worden.

De opstelling is geschetst in figuur 1; hierbij is één weegopstelling van de drie afgebeeld. De kastinhoud is  $1,5 \text{ m}^3$  en de luchtverversing is  $42 \text{ m}^3/\text{h}$ , dus 28 x de kastinhoud per uur. De drie laagdikten, de temperatuur, de luchtvochtigheid en de soorten te onderzoeken bollen zijn vastgesteld in overleg met praktijkmensen en vertegenwoordigers van het Laboratorium te Lisse en weergegeven in tabel 1.

Op grond van ervaring verwachtte men op het laboratorium dat een laagdikte van 0,2 m wel het beste zou voldoen, daarom is besloten om 0,1 m boven en 0,1 m onder deze waarde de tweede en derde laagdikte te nemen.

In verband met het grote aantal te onderzoeken objecten en de korte rooitijd is voor elk object twee dagen uitgetrokken.

In deze tijd werden de bollen opgehaald, de klimaatkast op de vereiste conditie gebracht, de bollen in de meetopstelling geplaatst en vervolgens op bepaalde tijden gewogen.

Tabel 1. Overzicht van de verschillende gedroogde objecten en de bijbehorende droogcondities. De luchtsnelheid gerekend over de lege doorsnede van het vat is bij alle experimenten 0,2 m/sec.

<i>Object</i>	<i>Maat en aanvangsconditie</i>	<i>Temperatuur</i>	<i>r.v.</i>
1. <i>Hyacinten Austara</i>	<i>leverbaar net geroid</i>	<i>30°C</i>	<i>45%</i>
2. <i>Hyacinten Pink Pearl</i>	<i>pluisgoed 1 dag tevoren geroid</i>	<i>25°C</i>	<i>40%</i>
3. <i>Hyacinten Anne Marie</i>	<i>grove leggers 1 dag tevoeren geroid</i>	<i>25°C</i>	<i>40%</i>
4. <i>Tulpen Mirjoran</i>	<i>boveneind net geroid</i>	<i>23°C</i>	<i>55%</i>
5. <i>Tulpen Mirjoran</i>	<i>zaad, 1 dag tevoren geroid</i>	<i>23°C</i>	<i>50%</i>
6. <i>Tulpen Mirjoran</i>	<i>plantgoed gepeld; 3 dagen bewaard</i>	<i>23°C</i>	<i>50%</i>
7. <i>Tulpen Mirjoran</i>	<i>leverbaar, gepeld 5 dagen bewaard</i>	<i>23°C</i>	<i>45%</i>
8. <i>Tulpen Claudette</i>	<i>zaad, net geroid</i>	<i>23°C</i>	<i>35%</i>
9. <i>Narcissen Golden Harvest</i>	<i>net geroid leverbaar</i>	<i>34°C</i>	<i>35%</i>
10. <i>Tulpen Mirjoran</i>	<i>net geroid zaad, van de klei</i>	<i>23°C</i>	<i>35%</i>
11. <i>Tulpen Mirjoran</i>	<i>net geroid boveneind van de klei</i>	<i>23°C</i>	<i>40%</i>

De bollen werden vanuit Wageningen opgehaald en meteen in plastic zakken gedaan om vochtverlies tijdens transport te voorkomen. De bollen bleven in het plastic, totdat ze in de vaten in de klimaatkast gingen.

Voor de laagdikten van 0,10 m, 0,20 m en 0,30 m was respectievelijk nodig ongeveer 5 kg, 10 kg en 15 kg. Aanvankelijk is i.p.v. 0,30 m een laagdikte van 0,32 m genomen, maar doordat dit moeilijkheden gaf met het vrijkomen van de ventilatorpijp tijdens een weging is vanaf de vierde proef 0,30 m aangehouden.

Een volledige meting bestaat uit de volgende handelingen:

Als de klimaatkast op conditie is gebracht, worden de bollen uit de plastic zak gehaald en voor elk vat de benodigde hoeveelheid gewogen. Als de vaten gevuld zijn, worden ze in de kast geplaatst op de balans en de ventilatorpijp met de afdichtingsbalg wordt in het vat gehangen boven de bollen en zo, dat de balg geen contact heeft met de binnenwand van het vat (zie fig. 1). Vervolgens wordt de balg van buiten de kast volgepompt met lucht en de ventilator ingeschakeld. De luchthoeveelheid wordt met behulp van de afsluiter op aanwijzing van de gloeidraadanemometer ingesteld.

Na een bepaalde tijd worden de ventilatoren afgezet, de lucht uit de balg verwijderd en de gewichtsvermindering van de bollen genoteerd. De grond die van de bollen afvalt wordt onder het draadraam opgevangen en meegewogen. Na de weging wordt de balg weer opgepompt en de ventilator ingeschakeld. Bij geringe gewichtsverandering is het mogelijk te wegen zonder dat het kastinterieur geopend wordt; één wand is nl. van glas gemaakt, zodat van buiten af kan worden afgelezen. Het schaalbereik van onze balans is echter slechts 100 g, zodat om de gewichtsvermindering van de bollen te compenseren er vaak gewichten bij de bollen moesten worden geplaatst.

Na de laatste gewichtsbepaling werden de bollen uit het vat gehaald en teruggebracht, waarbij aan praktijkdeskundigen gevraagd werd hun mening over de gedroogde bollen te geven.

Een woord van dank past hier jegens de heer D. Houter uit Groenveld die de kleibollen ter beschikking stelde en de N.V. Gebr. Van Zanten die alle overige bollen ter beschikking heeft gesteld.

### 3. MEETRESULTATEN EN DISCUSSIE

De meetresultaten zijn weergegeven in de figuren 2 t/m 12. Horizontaal is uitgezet de droogtijd en vertikaal de droging in gram per kg uitgangsgewicht.

We zullen ze nu achtereenvolgens bespreken.

Proef 1, figuur 2. Dit was het eerste experiment dat we in de klimaatkast uitvoerden.

De proef is vroegtijdig afgebroken om enige wijzigingen aan de opstelling te kunnen realiseren. De droging van de 0,20 en de 0,32 m laag is aanvankelijk gelijk en lager dan de 0,10 m laag. Na 13 uur blijkt de 0,32 m laag echter meer dan de beide andere gedroogd te zijn. Het was bij het uitzetten van de meetresultaten niet meer mogelijk om na te gaan of dit verloop werkelijk is opgetreden of dat het hier een meet- of schrijffout betreft. Het laatste is waarschijnlijk gezien het verdere verloop van de kromme. Globaal klopt dit resultaat met de verwachting. Na een beginperiode waarbij relatief veel vocht wordt afgestaan volgt na 5 uur een periode waarbij de vochtafgifte constant is voor de 3 lagen. Het is ook te verwachten, dat de vochtafgifte van de 0,1 m laag aanvankelijk het grootst is.

Proef 2, figuur 3 verloopt volgens verwachting; van 0-3 uur is de vochtafgifte van de 0,1 m laag het grootst nl. 12 g/kg/uur van 3 tot 10 uur die van de 0,2 m laag en van 10 tot 20 uur die van de 0,32 m laag; daarna is de vochtafgifte voor alle drie constant en gelijk aan 1 g/kg/uur.

Proef 3, figuur 4 is getekend tot 48 uur; hierna is echter nog doorgegaan tot 64 uur, waarbij de gewichtsafnamen waren 116, 116 en 119 g per kg van de lagen 0,1 m, 0,2 m en 0,32 m. Na 20 uur is ook hier de vochtafgifte 1 g/kg/uur.



Proef 4, figuur 5. De vochtafgifte hier is aanzienlijk groter dan bij de hyacinten tot 20 uur. Daarna verloopt de droogkromme vlakker dan bij de hyacinten.

We zien hieruit dat het zinvol is om de tulpen gedurende korte tijd snel te drogen. In 15 uur is al 14% afgegeven terwijl van 15 tot 40 uur nog maar 3% wordt afgegeven.

Proef 5, figuur 6. Deze bollen zijn wat droger gerooid en hebben bovendien een nacht in de schuur gestaan. Ook zaten er niet zoveel stelen en wortels in als bij de vorige proef. Hierdoor is de totale vochtafgifte niet zo groot, maar het verloop is wel hetzelfde. Van 0 tot 10 uur wordt 6% afgegeven, van 10 tot 40 uur 1,5%. Ter vergelijking is deze proef herhaald met net gerooide bollen; omdat toen geen Mirjoran meer aanwezig was, is Claudette genomen (fig. 9).

Proef 6, figuur 7. Deze bollen en die van proef 7 waren gepeld en moesten nog gesorteerd worden. Wij hebben toen een grove en fijne mand uitgezocht en deze bewaard bij 5°C en 95%. Na 2 dagen hebben we hieruit een hoeveelheid leverbaar en plantgoed uitgezocht en deze gebruikt voor de experimenten 6 en 7. Doordat hierbij geen wortel- en planteresten meer waren, en bovendien de bollen reeds enige tijd hebben kunnen drogen is de totale vochtafgifte veel kleiner. In 12 uur is 3% afgegeven, van 12 tot 60 uur 2,5%.

Proef 7, figuur 8. Deze bollen zijn nog 3 dagen langer bewaard, waardoor de vochtafgifte nog kleiner was. Na 4 uur is de afgifte al nagenoeg constant en gelijk aan 0,5 g/kg/uur.

Proef 8, figuur 9. Deze proef is bedoeld als herhaling van proef 5. De totale vochtafgifte is hier ongeveer 14%. Door een mankement aan de luchtverversingsinstallatie werd minder droge lucht aan de kast toegevoerd, zodat het vocht dat aan de bollen werd onttrokken grotendeels in de kast bleef, waardoor de droging trager verliep. We zien hier dus ook geen abrupte overgang in de droging zoals in figuur 5 en 6.

Proef 9, figuur 10. Narcissen blijken met zo te drogen als hyacinten, de droogsnelheid neemt geleidelijk af, maar blijft tot aan 70 uur drogen ongeveer 1 g/kg/uur. Aanvankelijk blijft de droogsnelheid van de 0,30 m laag achter bij de 0,10 en 0,20 m laag. Na 5 uur is de droogsnelheid groter dan van de beide andere.

Proef 10, figuur 11. Hierbij zat veel klei tussen de bolletjes zodat het geheel een vrij compacte massa vormde die moeilijk droogde. De droging bij de 0,30 m laag vertoont een onregelmatigheid. Wellicht heeft de balg niet goed gesloten, zodat er minder lucht door de bollen stroomde. Met veel aanhangende natte grond hebben de grotere laagdikten meer moeite dan de 0,10 m laag. Deze proef is doorgezet tot 64 uur; de totale droogpercentages zijn dan respectievelijk 15,6%, 15,6% en 15,9%. De totale droging komt dus wel gelijk uit, maar is bij de 0,10 m laag aanzienlijk sneller.

Proef 11, figuur 12. Na het rooien bij droog weer, dus met veel minder aanhangende grond zijn deze bollen nog één dag bewaard in onze koelcel bij 5°C omdat de bollen van proef 10 nog te vochtig waren. Helaas droogde de 0,30 m laag minder; na 95 uur zijn de totale droogpercentages respectievelijk 15,7%; 15,1% en 12,3%.

Het meetpunt na 50,3 uur ligt beneden de droogkromme, van 33 tot 50,3 uur zijn de ventilatoren niet aangeweest, waardoor de droging dus geringer is, daarom is de kromme geëxtrapoleerd naar de meting na 57 uur.

De r.v.-percentages die bij elke proef vermeld zijn, geven aan de waarde waarop de kast werd ingesteld. Door de grote vocht afgifte van de bollen steeg de r.v. van de kast onmiddellijk na het inzetten, waarna hij in ongeveer een etmaal de ingestelde waarde weer bereikte, althans bij proef, 8, 9, 10 en 11. Bij proef 7, dus met een geringe vochtafgifte was de kast in 1 uur weer op het ingestelde niveau terug. Dus het r.v.-percentage slaat bij de bollen die veel vocht afgaven op de toestand van de kast na ongeveer 24 uur en op de conditie van de verversings-

Als we de proeven onderling vergelijken, zien we dat de hyacinten langer drogen dan de tulpen. Bijvoorbeeld proef 3, hierbij is na 64 uur nog een droogsnelheid van ongeveer 1 g/kg/uur. Bij proef 4, ongepelde grove Mirjoran heeft de droogsnelheid al na 30 uur deze waarde. De gepelde bollen drogen uiteraard veel minder; bij proef 5 en 6 is reeds na 15 uur de droogsnelheid 0,5 g/kg/uur. We zien bij de tulpen een vrij scherpe overgang in de droging optreden. In de beginperiode wordt het grootste gedeelte vocht afgegeven. Narcissen gedragen zich overeenkomstig de hyacinten. De tulpen van het kleigebied tonen niet die overgang in droogsnelheid, wat misschien komt door de aanhangende klei.

Bezien we nu de droging van de verschillende laagdikten onderling, dan blijkt bij deze wijze van drogen dat alle drie de laagdikten in één dag ongeveer evengoed drogen.

De vraag was in feite; zal de 0,30 m laag niet ontoelaatbaar ver achter blijven bij de andere lagen. Als we voor de hyacinten afzien van proef 1 en we bekijken proef 2 en 3, dan blijkt het verschil in de drie laagdikten kleiner te zijn dan 10 gram per kg.

Voor de tulpen is hetzelfde voor de gepelde bollen zonder meer zichtbaar. Bezien we voor de ongepelde tulpen nu de proeven 4, 5, 8 en 11.

Bij proef 11 droogt de 0,30 m laag inderdaad minder; na 95 uur is bij deze laagdikte een verschil aan gewichtsverlies van 3% opgetreden. Het is gezien de resultaten van de andere proeven onwaarschijnlijk dat deze bollen ook minder gedroogd zijn. De afwijking in de meting van het gewicht kan ook andere oorzaken hebben. Bijvoorbeeld overbelasting van de balans; voor de 0,30 m laag werd de maximum belasting van 12 kg met ongeveer 5 kg overschreden.

Proef 8 vertoont een achterblijven van de 0,30 m laag; de afstand wordt wel steeds kleiner; na 45 uur is het verschil 1%.

Als de andere proeven hetzelfde beeld als proef 3 vertoonden dan zou op grond daarvan een keuze in gewenste laagdikte kunnen worden gemaakt. Bijvoorbeeld: 10% gewichtsdaling kost 10 uur bij de 0,1 m laag, 14 uur bij de 0,2 m laag en 20 uur bij de 0,30 m laag. Maar bij proef 4 is het anders; de 10% gewichtsdaling wordt al na 6,5 uur bereikt door de 0,10 m laag en dan volgt de 0,30 m laag na 9 uur.

De kleitulpen (proef 10 en 11) onderscheiden zich daardoor dat zij langer moeten drogen voordat de droogsnelheid constant wordt. Bij de zandtulpen is na 24 uur het meeste vocht wel weg; bij kleitulpen kan dit vooral bij grotere laagdikten wel 40 of meer uren duren.

Langer doordrogen is niet schadelijk, maar het levert niet veel meer op.

Narcissen lijken wat het drogen betreft op de hyacinten; de droging per tijdseenheid daalt geleidelijk, maar blijft hoger dan bij tulpen. De verschillende laagdikten drogen niet duidelijk uiteenlopend.

De meetresultaten en de meetomstandigheden zijn nogal uitgebreid weergegeven om de lezer gelegenheid te geven ook de conclusies te verifiëren of eventueel anders te trekken.

#### 4. CONCLUSIE

Op grond van al het voorgaande kan geconcludeerd worden, dat bij deze droging met gelijke luchtsnelheid, 0,2 m/sec., er geen duidelijk verschil is in droging van de 3 laagdikten 0,1m; 0,2 m en 0,3 m.

De vraag gesteld door de fustcommissie: "Is er beneden de 0,3 m een maximale fusthoogte in verband met de droging", kan dus ontkenkend beantwoord worden, bij deze wijze van drogen.

#### 5. SAMENVATTING

In dit onderzoek is voor net gerooide tulpen, hyacinten en narcissen nagegaan of er bij droging door middel van doorstromende lucht grote verschillen optreden voor laagdikten van 0,1 m, 0,2 m en 0,3 m. De luchthoeveelheid door elke laag was gelijk, 0,2 m/sec. over de lege doorsnede; de droging werd bepaald door regelmatig het gewicht te meten.

De droogtijd varieerde van 1 tot 4 dagen.

Van de totale vochtafgifte tot een constante waarde is door de tulpen van het zand na 24 uur al 80 tot 90% afgegeven, bij de kleitulpen is dit pas na 40 uur het geval. Hyacinten en narcissen drogen langer door. Zij vertonen niet zoals de tulpen een vrij abrupte overgang in de droogsnelheid.

Er is geen duidelijk verschil geconstateerd in de droging van de verschillende laagdikten. De eerste uren blijft de 0,30 m laag wel achter, maar binnen 24 uur is deze achterstand ingehaald.