

# Verslag oriënterend onderzoek vacuümdrogen bloembollen (OPENBAAR)

## Betrokken partijen:

- Initiatiefnemer:** Wilms Verwarming en Ventilatie BV  
Wim Wilms  
Ravelijncenter 39  
1786 LX Den Helder  
tel. (0223) 630900  
email: [ww@wilms.nl](mailto:ww@wilms.nl)
- Proeflocatie:** Fa. P.A. de Groot  
Stolperweg 41  
1751 DH Schagerbrug  
(0224) 571496  
email: [info@padegroot.nl](mailto:info@padegroot.nl)
- Adviseurs:** Ernens Consult Rolde  
Ben Ernens  
Boterakker 1  
9451 GS Rolde  
tel. (0592) 241617  
email: [ernensconsult@wxs.nl](mailto:ernensconsult@wxs.nl)
- DLV Bouw, Milieu & Techniek  
Jan-Willem van der Klugt  
Postbus 354  
8440 AJ Heerenveen  
tel. 06-53427221  
email: [j.w.van.der.klugt@dlv.nl](mailto:j.w.van.der.klugt@dlv.nl)
- PPO Bloembollen Lisse  
Henk Gude en Marga Dijkema  
Postbus 85  
2160 AB Lisse  
tel. (0252) 462121  
email: [henk.gude@wur.nl](mailto:henk.gude@wur.nl) en [marga.dijkema@wur.nl](mailto:marga.dijkema@wur.nl)
- Auteurs:** Marga Dijkema en Jan-Willem van der Klugt
- Datum:** 26 maart 2010



Dit project is deels gefinancierd door de partijen in de Meerjarenaafsprake energie Bloembollen (KAVB, PT, LNV, SenterNovem en telers).

# Inhoudsopgave

<b>1. INLEIDING</b> .....	<b>3</b>
<b>2. DOEL</b> .....	<b>3</b>
<b>3. OMSCHRIJVING VAN DE INSTALLATIE</b> .....	<b>4</b>
<b>4. AANPAK</b> .....	<b>4</b>
4.1 AD. VRAAG 1 .....	4
4.1.1 Tulp .....	4
4.1.2 Hyacint .....	4
4.1.3 Lelie .....	4
4.1.4 Gladiool .....	5
4.1.5 Zantedeschia .....	5
4.1.6 Nabehandeling .....	5
4.2 AD. VRAAG 2 .....	5
4.3 AD. VRAAG 3 .....	5
4.4 AD. VRAAG 4 .....	5
4.5 AD. VRAAG 5 .....	5
4.6 AD. VRAAG 6 .....	5
4.7 GEBRUIKTE CULTIVARS EN OVERZICHT VAN DE OBJECTEN .....	6
<b>5. RESULTATEN</b> .....	<b>7</b>
5.1 RESULTATEN VAN HET VACUÛMDROGEN. ....	7
5.2 SAMENVATTING VAN DE RESULTATEN VAN HET VACUÛMDROGEN .....	10
5.3 RESULTATEN VAN DE NABEHANDELING BIJ PPO .....	11
5.3.1 Inleiding .....	11
5.3.2 Materiaal en methoden .....	11
5.3.3 Resultaten en discussie .....	12
<b>6. ENERGIEBESPARING EN EXPLOITATIEBEGROTING</b> .....	<b>21</b>
6.1 ENERGIEBESPARING .....	21
6.2 BEREKENING EXPLOITATIEKOSTEN VACUÛMINSTALLATIE .....	22
<b>7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</b> .....	<b>24</b>

## 1. INLEIDING

In het najaar van 2007 is Wim Wilms van Wilms Verwarming en Ventilatie BV uit Den Helder (hierna te noemen Wilms) in contact gekomen met TNO om het proces van drogen van bloembollen energiezuiniger te maken. TNO heeft het huidige proces bekeken en een aantal voorstellen gedaan om tot energiebesparing bij het drogen van tulpen te komen. Eén van de voorstellen was het zogenaamde vacuümdrogen.

Vacuümdrogen berust op het principe van vacuümkoelen. Dit is een methode waarbij een product gevacumeerd wordt tot 6 mBar. Bij deze druk 'kookt' water bij een temperatuur van 2 à 3°C. De warmte die nodig is voor de verdamping van het water, wordt onttrokken aan het product, dat daardoor gekoeld wordt. Bij bladgroenten is dit een veelgebruikte methode, waarbij hele pallets product tegelijk gekoeld kunnen worden. Omdat de luchtdruk in de hele pallet gelijk is, is ook de bereikte eindtemperatuur in de hele pallet gelijk. In 20 minuten kan zo een hele pallet product (bijvoorbeeld sla) gelijkmatig gekoeld worden tot 2 à 3°C.

Voor het drogen van bloembollen is vacuümkoelen niet voldoende. De inkoeling van het product is meestal ongewenst. Daarom moet het product na het vacuümkoelen opgewarmd worden tot minimaal het dauwpunt van de buitenlucht.

Vacuümdrogen = vacuümkoelen + naverwarmen.

Er moeten veel vragen beantwoord worden rondom vacuümdrogen voordat bepaald kan worden of het een praktisch haalbare methode voor de droging van bloembollen is. Aangezien een aantal objecten nog niet uitbehandeld is, heeft dit rapport de status van concept-rapport. Zodra alle resultaten verzameld zijn, zal dit rapport definitief gemaakt worden.

## 2. DOEL

In een oriënterende praktijkproef moeten een aantal vragen beantwoord worden met betrekking tot vacuümdrogen. Wat zijn de effecten op de groei en de bloei van bloembollen:

1. van vacuümdrogen?;
2. van een half uur zuurstofloosheid direct na de oogst?;
3. van een sterke temperatuurwisseling direct na de oogst?

Daarnaast dienen de volgende vragen beantwoord te worden te worden:

4. drogen bloembollen voldoende in een half uur vacuüm?;
5. hoe reageren schimmels en bacteriën op het vacuüm?;
6. hoe reageren dierlijke aantasters (o.a. bollenmijt) op het vacuüm?

In hoofdstuk 4 is de gekozen aanpak voor het beantwoorden van bovenstaande 6 vragen toegelicht.

### **3. OMSCHRIJVING VAN DE INSTALLATIE**

De proefinstallatie is gehuurd van Busch BV te Woerden. Hieronder is de beschrijving en een schematische tekening van de installatie weergegeven. De afmeting van de vacuümketel is 14 cm x 85 cm x 21 cm (hxlxb). De ketel heeft dus een inhoud van 25 liter.

Aan de ketel zijn 2 stuks ½-duims wartels gelast, waardoor de draden voor de temperatuurvoelers en drukvoelers geleid zijn.

### **4. AANPAK**

Om tot een antwoord op de vragen uit hoofdstuk 2 te komen is in de zomer van 2008 een aantal experimenten gedaan met een proefopstelling. Hiervoor is de installatie, als beschreven in hoofdstuk 3, gebruikt. In de installatie kon tijdens de proeven luchtdruk en producttemperatuur gemeten worden.

Van alle behandelde gewassen en cultivars zijn 3 objecten gemaakt: een onbehandelde controle (conventioneel behandeld), een object dat de vacuümbehandeling één maal heeft ondergaan en een object dat de vacuümbehandeling twee maal heeft ondergaan (met tussentijdse opwarming). Alleen het gewas lelie vormt hierop een uitzondering (zie paragraaf 4.1.3). Alle objecten zijn direct na het rooien behandeld. Voor en na de vacuümperiode is het gewicht van de bollen bepaald. Tijdens de vacuümperiode zijn de luchtdruk en producttemperatuur gemeten. Na de behandeling zijn alle objecten gedurende minimaal 24 uur in een conventioneel droogproces gelegd. Daarna zijn de bollen bij PPO opgeslagen voor nabehandeling.

#### **4.1 ad. Vraag 1**

Om vraag 1 te beantwoorden is gekozen voor de volgende werkwijze. In de proefopstelling zijn bollen van de gewassen tulp, hyacint, lelie, gladiool en Zantedeschia een half uur en twee maal een half uur met tussentijdse opwarming aan een luchtdruk van 25-50 mBar blootgesteld.

##### **4.1.1 Tulp**

Er zijn van het gewas tulp drie verschillende cultivars behandeld. Alle objecten waren 50 ongepelde clusters groot. Ook is één cultivar gespoeld, daarna conventioneel, enkel en dubbel behandeld.

##### **4.1.2 Hyacint**

Er zijn van het gewas hyacint drie verschillende cultivars behandeld. De objecten waren 30 bollen groot, de ziftmaat was 14-op. Ook is één object pluis (plantgoed) van 2,5 kg. behandeld van een van de drie cultivars.

##### **4.1.3 Lelie**

Het gewas lelie vormt een uitzondering in deze oriënterende proef. Lelies hoeven niet gedroogd te worden en de afkoeling die het vacuümdrogen met zich meebrengt is bij dit gewas juist gewenst. Als oriënterende proef zijn bij dit gewas van één cultivar twee objecten behandeld. Eén plantgoed en één leverbaar. Voor en na de vacuümbehandeling is het gewicht van de bollen bepaald. Tijdens de vacuümbehandeling zijn de luchtdruk en producttemperatuur gemeten. Beide objecten hebben een onbehandelde controle gekregen. Na de behandeling zijn alle objecten in de koelcel (2°C) bewaard. Daarna zijn de bollen bij PPO opgeslagen voor nabehandeling.

#### **4.1.4 Gladiool**

Er zijn van het gewas gladiool twee verschillende cultivars behandeld. De objecten waren 2,5 kg groot, vanwege de grote verschillen in knolmaat. Alle objecten bestonden uit gespoeld veldgewas.

#### **4.1.5 Zantedeschia**

Er zijn van het gewas Zantedeschia twee verschillende cultivars behandeld. De objecten waren 2,5 kg groot, vanwege de grote verschillen in knolmaat.

#### **4.1.6 Nabehandeling**

Uiteindelijk is het van belang dat leverbare bollen een bloem geven en dat plantgoed het volgend jaar weer uitgroeit. Om dit te controleren zijn de bollen uit de objecten door PPO gepeld, geprepareerd en afgebroeid (leverbaar) en op het veld geplant (plantgoed) voor het bepalen van de stand te velde, de bloei en de bolproductie.

#### **4.2 ad. Vraag 2**

Om te controleren of een half uur zuurstofloosheid fysiologische effecten heeft, zijn geen aparte objecten behandeld. Uit de resultaten zijn voldoende aanwijzingen gekomen om hierover conclusies te trekken.

#### **4.3 ad. Vraag 3**

Om te bepalen of de sterke temperatuurwisseling fysiologische effecten heeft, zijn geen aparte objecten behandeld. Uit de resultaten zijn voldoende aanwijzingen gekomen om hierover conclusies te trekken. Als minimum producttemperatuur is 2°C aangehouden. Als de producttemperatuur binnen de vacuümperiode van een half uur beneden de minimumtemperatuur zakte, is de vacuümsessie afgebroken.

#### **4.4 ad. Vraag 4**

Voor en na de vacuümbehandeling zijn de objecten gewogen om het gewichtsverlies te bepalen. De veronderstelling was dat de bollen in een half uur 3% vocht verliezen en dat dit voldoende droging geeft. Na de vacuümbehandeling is een visuele inspectie gedaan om te bepalen of de bollen 'winddroog' zijn.

#### **4.5 ad. Vraag 5**

Om te bepalen hoe schimmels en bacteriën op het vacuüm reageren, zijn de objecten een aantal maanden na de vacuümbehandeling beoordeeld worden op:

tulp: 'zuur' (Fusarium);  
hyacint: 'witsnot' (Erwinia).

Dit geeft geen direct antwoord op de vraag, omdat hierin mogelijk een resultaat van de snellere droging wordt meegewogen.

#### **4.6 ad. Vraag 6**

Om te beoordelen of bollenmijt overleeft na de vacuümbehandeling, heeft een petrischaal met mijten de vacuümbehandeling ondergaan. Een week na de behandeling is door PPO bekeken of de bollenmijt de behandeling overleefd heeft.

#### 4.7 Gebruikte cultivars en overzicht van de objecten

<b>TULP</b>	onbehandeld	gevacumeerd	dubbel gevacumeerd	nabehandeling
Purple Prince	1	1	1	Ja
Leen van der Mark	1	1	1	Ja
Blenda	1	1	1	Ja
Leen van der Mark gespoeld	1	1	1	Ja

<b>Hyacint</b>	onbehandeld	gevacumeerd	dubbel gevacumeerd	nabehandeling
Splendid Cornelia	1	1	1	Ja
Blue Giant	1	1	1	Ja
Marconi	1	1	1	Ja
Blue Giant 2 jaar	1	1	1	Ja

<b>Lelie</b>	onbehandeld	gevacumeerd	dubbel gevacumeerd	nabehandeling
Salmon Classic leverbaar	1	1	-	Ja
Salmon Classic plantgoed	1	1	-	Ja

<b>Gladiool</b>	onbehandeld	gevacumeerd	dubbel gevacumeerd	nabehandeling
Carqueiranne	1	1	1	Ja
Richmond	1	1	1	Ja

<b>Zantedeschia</b>	onbehandeld	gevacumeerd	dubbel gevacumeerd	nabehandeling
Captain Tendens	1	1	1	Ja
Captain Corona	1	1	1	Ja

<b>Bollenmijt</b>	Onbehandeld	gevacumeerd	nabehandeling
petrischaal	1	1	Nee

Totaal 42 objecten.

## 5. RESULTATEN

De resultaten zijn onderverdeeld in 2 delen:

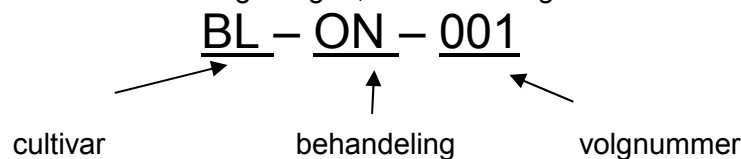
1. Resultaten van het vacuümdrogen;
2. Resultaten van de nabehandeling bij PPO.

In het verslag van de resultaten van de nabehandeling bij PPO is onderscheid gemaakt tussen bloemeteelt en bollenteelt. De bloemeteelt betreft de afbroei van de leverbare bollen. Deze proeven hebben in de kas van PPO gestaan. De bollenteelt betreft de nateelt van het plantgoed. Deze bollen hebben op de proeftuin (buiten) van PPO gestaan. Van een aantal objecten staat op het moment van het opstellen van dit verslag nog plantmateriaal op de proeftuin van PPO. De resultaten van deze objecten zullen de conclusies van het onderzoek echter niet of nauwelijks nog beïnvloeden. De definitieve versie van het rapport is daarom nu al opgesteld.

### 5.1 Resultaten van het vacuümdrogen.

Bij het vacuümdrogen is bij ieder object per stap van het proces het vochtverlies van de bollen en knollen bepaald. Dit is gedaan tot het moment dat de objecten weer gelijk zijn behandeld. Daarnaast is de temperatuurdaling en de duur van de behandeling van de objecten bepaald. Tot slot is per stap in het proces bepaald of de bollen droog waren. Dit is een subjectieve beoordeling. De bollen zijn na de behandeling koud, waardoor ze snel vochtig aanvoelen.

De resultaten van deze oriënterende proef zijn niet statistisch betrouwbaar. Dit komt door de opzet van de proef. Resultaten moeten gezien worden als indicaties voor wat mogelijk is. Alle objecten hebben een code gekregen, die er als volgt uit ziet:



#### Cultivars

BL = tulipa Blenda  
PP = tulipa Purple Prince  
LM = tulipa Leen van der Mark  
SP = tulipa Leen van der Mark gespoeld  
SC = hyacint Splendid Cornelia  
BG = hyacint Blue Giant leverbaar  
BGF = hyacint Blue Giant plantgoed  
MA = hyacint Marconi  
SAG = lelie Salmon Classic leverbaar  
SAF = lelie Salmon Classic plantgoed  
TE = zantedeschia Captain Tendens  
CC = zantedeschia Captain Corona  
CA = gladiool Carquieranne  
RI = gladiool Richmond

#### Behandelingen

ON = onbehandeld  
VA = gevacumeerd  
DV = dubbel gevacumeerd met tussentijdse opwarming

**Volgnummer** = uniek volgnummer

In de twee tabellen op de volgende pagina's zijn alle resultaten weergegeven. Als een object een bepaalde stap in het proces niet heeft ondergaan, zijn hier geen gegevens vermeld.

Tabel 1: Resultaten van het vacuümdrogen (deel 1)

Gewicht van de objecten in grammen tijdens de verschillende stappen van het vacuümdroogproces. (lichtgroene kolommen), %=percentage vochtverlies, tijd=tijdsduur van stap in minuten, totaal %= totaal percentage vochtverlies.

object	vacuümsessie 1		% %	T-daling °C		opwarmen		% %	vacuümsessie 2		%	T-daling °C	droog? droog?	conventioneel droogproces		%	tijd min	totaal %
	voor	na		voor	na	voor	na		voor	na				voor	na			
<b>1-jul-08</b>																		
PP-ON-001	1013	982	3,1	17,0	17,0	901	896	0,6	880	880	1,8	15,4	nee	947	911	3,8	1440,0	3,8
PP-VA-002	931	904	2,9	15,5	11,9	901	896	0,6	880	880	1,8	15,4	nee	932	894	4,1	1440,0	7,1
PP-DV-003													ja	846	823	2,7	1440,0	8,0
LM-ON-004	2257	2176	3,6	30,6	15,0	2256	2247	0,4	2198	2198	2,2	31,0	nee	2012	1928	4,2	1440,0	4,2
LM-VA-005	2355	2269	3,7	30,7	13,1	2256	2247	0,4	2198	2198	2,2	31,0	nee	2102	1915	8,9	1440,0	12,5
LM-DV-006													ja	2112	1959	7,2	1440,0	13,5
SP-ON-007	2334	2272	2,7	16,8	16,9	2492	2487	0,2	2434	2434	2,1	18,2	nee	2288	2157	5,7	1440,0	5,7
SP-VA-008	2558	2492	2,6	16,7	16,0	2492	2487	0,2	2434	2434	2,1	18,2	nee	2207	1950	11,6	1440,0	14,3
SP-DV-009	2400	2331	2,9	39,7	13,4	2399	2393	0,3	2332	2332	1,6	30,3	nee	2388	2131	10,8	1440,0	15,7
SC-ON-010	2465	2404	2,5	30,4	11,1	2399	2393	0,3	2332	2332	1,6	30,3	nee	2557	2502	2,2	1440,0	2,2
SC-VA-011													ja	2225	2145	3,6	1440,0	6,5
SC-VA-012													ja	2326	2252	3,2	1440,0	7,5
<b>15-jul-08</b>																		
BG-ON-013	2373	2309	2,7	30,8	11,3	2188	2183	0,2	2124	2124	2,5	32,1	nee	2210	2088	5,5	2280,0	5,5
BG-VA-014	2247	2191	2,5	30,7	10,2	2188	2183	0,2	2179	2179	2,5	32,1	nee	2229	2144	3,8	2280,0	6,5
BG-DV-015													ja	2124	2061	3,0	2280,0	8,2
BGF-ON-016	2501	2426	3,0	30,6	16,6	2450	2431	0,8	2365	2365	2,7	30,8	nee	2482	2304	7,2	2280,0	7,2
BGF-VA-017	2507	2450	2,3	15,9	17,0	2450	2431	0,8	2431	2431	2,7	30,8	nee	2434	2278	6,4	2280,0	9,4
BGF-DV-018													ja	2350	2240	4,7	2280,0	10,4
BL-ON-019	2391	2310	3,4	31,7	14,9	2201	2183	0,8	2095	2095	4,0	61,1	nee	2431	2208	9,2	2280,0	9,2
BL-VA-020	2268	2201	3,0	19,7	18,0	2201	2183	0,8	2095	2095	4,0	61,1	nee	2282	2127	6,8	2280,0	10,2
BL-DV-021													ja	2057	1982	3,6	2280,0	11,4
<b>17-jul-08</b>																		
MA-ON-022	2740	2663	2,8	30,3	11,6	2827	2812	0,5	2734	2734	2,5	30,5	nee	2688	2474	8,0	840,0	8,0
MA-VA-023	2912	2842	2,4	30,5	7,4	2827	2812	0,5	2804	2804	2,5	30,5	nee	2487	2385	4,1	840,0	6,9
MA-DV-024													ja	2617	2536	3,1	840,0	8,5



Tabel 2: Resultaten van het vacuümdrogen (deel 2)

Gewicht van de objecten in grammen tijdens de verschillende stappen van het vacuümdroogproces. (lichtgroene kolommen), %=percentage vochtverlies, tijd=tijdsduur van stap in minuten, totaal %= totaal percentage vochtverlies.

object	vacuümsessie 1		%	tijd min	T-daling °C	opwarmen		%	vacuümsessie 2		%	tijd min	T-daling °C	droog?	conventioneel droogproces		%	tijd min	totaal %
	voor	na				voor	na		voor	na					voor	na			
29-okt-08 TE-DV-25	2610	2568	1,6	11,7	11,7	2568	2530	1,5	2530	2474	2,2	14,5	13,5	nee	2360	1714	27,4	6840,0	32,7
TE-ON-26														nee	2342	1680	28,3	6840,0	28,3
TE-VA-27	2614	2546	2,6	11,5	20,1									nee	2418	1628	32,7	6840,0	35,3

object	vacuümsessie 1		%	tijd min	T-daling °C	opwarmen		%	vacuümsessie 2		%	tijd min	T-daling °C	droog?	conventioneel droogproces		%	tijd min	totaal %
	voor	na				voor	na		voor	na					voor	na			
31-okt-08 CA-ON-28	2424	2388	1,5	13,3	9,5									nee	2478	1638	33,9	3960,0	33,9
CA-VA-29	2378	2346	1,3	12,4	12,4	2346	2324	0,9	2324	2290	1,5	11,9	8,7	nee	2366	1602	32,3	3960,0	33,8
CA-DV-30														nee	2248	1560	30,6	3960,0	34,4
RI-ON-31	2426	2384	1,7	15,0	7,8									nee	2518	2014	20,0	3960,0	20,0
RI-VA-32	2500	2440	2,4	10,0	7,6	2440	2436	0,2	2436	2396	1,6	20,8	11,5	nee	2362	1906	19,3	3960,0	21,0
RI-DV-33														nee	2366	1938	18,1	3960,0	22,3

object	vacuümsessie 1		%	tijd min	T-daling °C	opwarmen		%	vacuümsessie 2		%	tijd min	T-daling °C	droog?	conventioneel droogproces		%	tijd min	totaal %
	voor	na				voor	na		voor	na					voor	na			
5-nov-08 CC-ON-34	2740	2716	0,9	9,5	8,8									nee	2568	1726	32,8	6660,0	32,8
CC-VA-35	2576	2522	2,1	10,0	8,7	2522	2514	0,3	2514	2502	0,5	8,0	9,9	nee	2654	1890	28,8	6660,0	29,7
CC-DV-36														nee	2444	1662	32,0	6660,0	34,9

object	vacuümsessie 1		%	tijd min	T-daling °C	opwarmen		%	vacuümsessie 2		%	tijd min	T-daling °C	droog?	conventioneel droogproces		%	tijd min	totaal %
	voor	na				voor	na		voor	na					voor	na			
7-nov-08 SAF-ON-37	2246													nee	koelcel			3960,0	0,0
SAF-VA-38	2216	2154	2,8	30,0	11,4									nee	koelcel			3960,0	2,8
SAG-ON-39	2124													nee	koelcel			3960,0	0,0
SAG-VA-40	2178	2128	2,3	30,0	9,9									nee	koelcel			3960,0	2,3

## 5.2 Samenvatting van de resultaten van het vacuümdrogen

### Tulp

- In een conventioneel droogproces verliezen tulpen tussen de 3,8% en 9,2% vocht;
- Door vacumeren kan hieraan 1,0% tot 8,6% vochtverlies toegevoegd worden;
- Door dubbel vacumeren kan 2,2% tot 10,0% vochtverlies toegevoegd worden;
- De enkel gevacumeerde objecten zijn na afloop van het vacumeren niet droog, ook al verliezen ze door enkel vacumeren soms bijna net zoveel vocht als in een conventioneel droogproces;
- De dubbel gevacumeerde objecten zijn na afloop van de tweede charge vacumeren droog;
- Hoe kleiner de bolmaat, hoe sneller de temperatuurdaling;
- Hoe natter de bollen (gespoeld), hoe sneller de temperatuurdaling.

### Hyacint

- In een conventioneel droogproces verliezen hyacinten tussen de 2,2% en 8,0% vocht;
- Door vacumeren kan hieraan -1,1% tot 3,3% vochtverlies toegevoegd worden;
- Door dubbel vacumeren kan 0,5% tot 5,3% vochtverlies toegevoegd worden;
- De temperatuurdaling is bij geen van de objecten zo groot dat de vacuümsessie afgebroken moest worden.

### Zantedeschia

- In een conventioneel droogproces verliezen Zantedeschia's tussen de 32,7% en 32,8% vocht;
- Door vacumeren kan hieraan -3,1% tot -4,4% vochtverlies toegevoegd worden;
- Door dubbel vacumeren kan 2,1% tot 2,6% vochtverlies toegevoegd worden;
- De temperatuurdaling is bij alle objecten zo groot dat de vacuümsessie afgebroken moest worden.

### Gladiool

- In een conventioneel droogproces verliezen gladiolen tussen de 20,0% en 33,9% vocht;
- Door vacumeren kan hieraan -0,1% tot 1,0% vochtverlies toegevoegd worden;
- Door dubbel vacumeren kan 0,5% tot 2,3% vochtverlies toegevoegd worden;
- De temperatuurdaling is bij alle objecten zo groot dat de vacuümsessie afgebroken moest worden.

### Lelie

Het vochtverlies bij lelies is bij een half uur vacumeren 2,2% tot 2,8%;  
De temperatuurdaling tijdens een half uur vacumeren ligt tussen 9,9°C en 11,4°C.

### Bollenmijt

De petrischaal met bollenmijt is een week na de vacuümbehandeling bij PPO onder de microscoop beoordeeld. Er bevonden zich op dat moment levende volwassen mijten in de petrischaal. Het is niet duidelijk of deze zich ontwikkeld hebben na de vacuümbehandeling (dan waren ze tijdens de behandeling larf of pop) of dat ze de vacuümbehandeling overleefd hebben. Om daar een beeld van te krijgen moet sneller na de behandeling een beoordeling plaatsvinden.

## **5.3 Resultaten van de nabehandeling bij PPO**

### **5.3.1 Inleiding**

In oriënterende proeven zijn in het verleden ooit schadelijke effecten van vacuümbehandelingen op de bloemkwaliteit van lelies waargenomen. Het 'opblazen' van de tere cellen in het groeipunt door de abrupte verlaging van de luchtdruk werd hier als mogelijke oorzaak gezien. In het voorliggende onderzoek is daarom ook het effect van vacuümbehandelingen op de bolkwaliteit van alle geteste bolgewassen onderzocht. Dat is gedaan door in gevacumeerde bollen en gangbaar gedroogde bollen in leverbare bolmaten de bloemkwaliteit en in plantgoedmaten de bolopbrengst te bepalen.

### **5.3.2 Materiaal en methoden**

#### **Tulp, leverbaar**

De bloemkwaliteit van gevacumeerde en niet-gevacumeerde leverbare bollen is onderzocht in de kas. De verschillende cultivars zijn na de vacuümbehandelingen tot half oktober bewaard bij 20°C, vervolgens bij 9°C (cv's Purple Prince en Blenda) of bij 17°C (cv. Leen van der Mark) tot ongeveer eind oktober, waarna de temperatuur is verlaagd tot 7°C. Vanaf half november zijn alle bollen bij 5°C bewaard. Op 2 december zijn de bollen geplant waarna ze kort bij 7°C en vervolgens bij 5°C beworteld zijn. In de periode tot inhalen (begin februari) is de temperatuur langzaam verlaagd tot 2°C. De bollen zijn afgebroeid in de kas bij ca. 17°C.

#### **Tulp, plantgoed**

De plantgoedbollen zijn na de vacuümdroogbehandeling bewaard bij 20°C tot half oktober, en bij 17°C vanaf half oktober tot planten op het veld (25 november). De bollen zijn begin juli geoogst, gedroogd, gepeld, gesorteerd, geteld en gewogen.

#### **Hyacint, leverbaar**

Leverbare bollen van de cultivars Splendid Cornelia, Blue Giant en Marconi zijn vanaf drogen bewaard bij 25°C tot eind november, waarna de bollen op potjes geplant werden en bij 9°C geplaatst werden. Begin februari zijn de potjes ingehaald en afgebroeid in de kas bij 23°C, waarna de bloemkwaliteit is beoordeeld.

#### **Hyacint, plantgoed**

Het plantgoed van hyacint is bewaard bij 30°C tot planten (25 november). Begin juli zijn de bollen geoogst, gedroogd, gepeld, gesorteerd, geteld en gewogen.

#### **Lelie, leverbaar**

Leverbare bollen van de cultivar Salmon Classic zijn bewaard bij 2°C tot het planten op kisten in de kas, begin februari. De bollen zijn afgebroeid bij ca. 17°C, waarna de bloemkwaliteit is beoordeeld.

#### **Lelie, plantgoed**

Het lelieplantgoed is vanaf half november bewaard bij 2°C tot half januari, waarna de bollen bij -0,5°C werden bewaard tot planten, begin april. Eind 2009 wordt de opbrengst bepaald.

#### **Zantedeschia, alleen leverbaar**

De bloemkwaliteit van de Zantedeschiaknollen (cv's Captain Tendens en Captain Corona) is op het veld bepaald. De knollen zijn eind oktober/begin november gedroogd en vervolgens 3 weken bij 20°C bewaard met veel lucht. Daarna bij 17°C tot eind december, en vervolgens bij 13°C tot half februari en 4 weken 17 à 20°C tot planten (buiten), half april. Tijdens het groeiseizoen zijn gewasstand en bloei beoordeeld. Eind 2009 wordt de opbrengst bepaald.

### Gladiool, alleen leverbaar

Leverbare knollen van de cultivars Carqueiranne en Richmond zijn op 30 oktober gerooid en op 31 oktober aan de droogbehandelingen onderworpen. Vervolgens zijn de knollen bewaard bij 20, 15, 9 en 5°C tot 3 weken voor planten (17 april), waarna ze weer bij 20°C werden bewaard. De knollen zijn 17 april buiten geplant. Tijdens het groeiseizoen zijn gewasstand en bloei beoordeeld. Eind 2009 wordt de opbrengst bepaald.

### 5.3.3 Resultaten en discussie

#### Tulp, bloementeelt

In tabel 3 zijn de resultaten weergegeven.

Vacumeren had geen effect op het opkomstpercentage. Bij Leen van der Mark 'niet gespoeld' en bij Blenda werd ook het bloeipercentage niet beïnvloed. Bij Leen van der Mark (ongespoeld) was het bloeipercentage bij dubbel vacumeren iets lager dan zonder vacumeren of eenmaal vacumeren. Bij Purple Prince was het bloeipercentage zowel bij onbehandeld als dubbel vacumeren slechts  $\pm 56\%$ , bij eenmaal vacumeren was het bloeipercentage 85%. Het was opvallend dat eenmaal vacumeren tot een hoger bloeipercentage leidde terwijl tweemaal vacumeren geen effect had. Dit lijkt op toeval te berusten en houdt mogelijk verband met de beperkte proefomvang in dit haalbaarheidsonderzoek. De niet bloeiende planten waren eenbladers. Vacumeren had geen effect op de lengte, de hoeveelheid bijblad en de trekduur.

**Conclusie:** In deze oriënterende proeven zijn geen negatieve effecten van vacuümbehandelingen op de kwaliteit van leverbare tulpenbollen gevonden.

Tabel 3: Het effect van enkel of dubbel vacumeren op het bloeipercentage in de bloementeelt bij verschillende cultivars.

Cultivar	Behandeling	Aantal bollen geplant	% Bloei <sup>1</sup>
Purple Prince	onbehandeld	48	56
	gevacumeerd	46	85
	dubbel gevacumeerd	47	57
Leen v.d. Mark	onbehandeld	47	100
	gevacumeerd	45	100
	dubbel gevacumeerd	47	96
Leen v.d. Mark gespoeld	onbehandeld	45	100
	gevacumeerd	47	100
	dubbel gevacumeerd	45	100
Blenda	onbehandeld	47	100
	gevacumeerd	47	100
	dubbel gevacumeerd	41	100

<sup>1</sup> Aantal bloeiende planten als percentage van het totaal aantal geplante bollen

#### Tulp, bollenteelt

In tabel 4 zijn de resultaten weergegeven.

Bij Purple Prince leidde vacumeren (enkel of dubbel) tot een afname van het opkomstpercentage en het gemiddelde bolgewicht. Vacumeren had geen of een licht negatief effect op het aantal geoogste bollen. Hierbij moet opgemerkt worden dat het aantal opgeplante bollen dusdanig laag is dat het trekken van betrouwbare conclusies eigenlijk niet mogelijk is.

Bij Leen van der Mark (niet gespoeld) had (enkel of dubbel) vacumeren geen effect op het opkomstpercentage. Het bloeipercentage was bij enkel vacumeren iets lager of gelijk, bij dubbel vacumeren gelijk aan onbehandelde bollen. Er was geen of een licht positief effect op het gemiddelde bolgewicht en op het aantal geogste bollen.

Bij gespoelde bollen van Leen van der Mark leidde vacumeren (enkel of dubbel) tot een toename van het opkomstpercentage, een afname van het bloeipercentage, een lichte afname van het gemiddelde bolgewicht en een lichte toename van het aantal geogste bollen.

Bij Blenda leidde vacumeren (enkel of dubbel) tot een afname van het opkomstpercentage. Het bloeipercentage werd alleen bij dubbel vacumeren negatief beïnvloed. Vacumeren had een licht negatief of geen effect op het gemiddelde bolgewicht en op het aantal geogste bollen.

**Conclusie:** Door de lage aantallen bollen in deze oriënterende proeven is het moeilijk om harde conclusies te trekken. Gemiddeld over de onderzochte cultivars en behandelingen lijkt er sprake van een gering negatief effect van de vacuümbehandelingen op de opbrengst van tulpenplantgoed.

Tabel 4: Het effect van enkel of dubbel vacumeren op het opkomstpercentage, het bloeipercentage, het aantal geogste bollen en het gemiddelde bolgewicht in de bollenteelt bij verschillende cultivars.

Cultivar	Behandeling	Aantal bollen geplant	% opkomst	% bloei <sup>1</sup>	Gemid. geogst bolgew. (g)	Aantal geogste bollen/geplante bol
Purple Prince	onbehandeld	7	100	0	9.4	1.0
	gevacumeerd	7	57	0	6.2	0.9
	dubbel gevacumeerd	5	80	0	6.0	0.8
Leen v.d. Mark	onbehandeld	52	69	31	7.4	1.0
	gevacumeerd	50	76	21	7.5	1.5
	dubbel gevacumeerd	51	71	31	8.3	1.2
L. v.d. Mark gespoeld	onbehandeld	61	72	34	7.8	1.1
	gevacumeerd	64	86	20	6.7	1.4
	dubbel gevacumeerd	72	83	20	6.5	1.7
Blenda	onbehandeld	131	87	55	5.6	2.3
	gevacumeerd	127	50	55	4.5	2.0
	dubbel gevacumeerd	113	60	41	4.9	2.0

<sup>1</sup> Aantal bloeiende planten als percentage van het totaal aantal geplante bollen

## Hyacint, bloementeelt

In tabel 5 zijn de resultaten weergegeven.

Een vacuümbehandeling leidde tot het ontstaan van 'scheurbodems' (een fysiologische afwijking, die zich uit als scheuren in de bolbodem), bij dubbel vacumeren meer dan bij eenmaal vacumeren.

Zowel bij de normale bollen als bij de 'scheurbodems' kwam een enkele bol niet op. Alle normale bollen bloeiden normaal. De 'scheurbodems' gaven vaak bosjesplanten (geen bloei van de hoofdspruit; zie figuur 1). Er waren geen verschillen in de plantlengte en de trekduur (niet weergegeven in de tabel).

**Conclusie:** Bij leverbare hyacinten hebben de vacuümbehandelingen bij alle onderzochte cultivars geleid tot schade in de vorm van scheurbodems. Bollen met scheurbodems van de cultivars Splendid Cornelia en Marconi bloeiden niet normaal.

Tabel 5: Het effect van enkel of dubbel vacumeren op het percentage 'scheurbodems', het opkomstpercentage en het percentage bosjesplanten in de bloementeelt bij verschillende cultivars.

Cultivar	Behandeling	Aantal bollen geplant	% scheurbodems	% opkomst <sup>1</sup>	% bosjesplanten <sup>1</sup>
Splendid Cornelia	onbehandeld	31	0	100	0
	gevacumeerd	31	47	100	19
	dubbel gevacumeerd	31	90	97	61
Blue Giant	onbehandeld	31	0	100	0
	gevacumeerd	30	7	96	0
	dubbel gevacumeerd	31	100	100	0
Marconi	onbehandeld	31	0	100	0
	gevacumeerd	30	19	100	0
	dubbel gevacumeerd	30	86	93	23

<sup>1</sup> Als percentage van het totaal aantal geplante bollen (normale bollen + 'scheurbodems')



**Onbehandeld**

Normale bollen



**Enkel gevacumeerd**

'Scheurbodems'

Normale bollen



**Dubbel gevacumeerd**

'Scheurbodems'

Normale bollen

Figuur 1: De bloei van normale bollen en 'scheurbodems', die zijn ontstaan onder invloed van vacuümbehandeling bij leverbare bollen van de cv. Splendid Cornelia.

### Hyacint, bollenteelt

In tabel 6 zijn de resultaten weergegeven.

Vacumeren (enkel of dubbel) had geen effect op het opkomstpercentage en op het aantal geogste bollen. Het leidde tot een afname van het bloeipercentage en een geringe afname van het gemiddelde bolgewicht.

Tabel 6: Het effect van enkel of dubbel vacumeren op het opkomstpercentage, het bloeipercentage, het aantal geogste bollen en het gemiddelde bolgewicht in de bollenteelt.

Cultivar	Behandeling	Aantal bollen geplant	% opkomst	% bloei <sup>1</sup>	Aantal geogste bollen/ geplante bol	Gemid. geogst bolgew. (g)
Blue Giant	onbehandeld	157	94	48	1.0	33.5
	gevacumeerd	173	93	39	1.0	29.6
	dubbel gevacumeerd	149	90	34	1.1	28.7

<sup>1</sup> Aantal bloeiende planten als percentage van het totaal aantal geplante bollen

### Lelie, bloementeelt

In tabel 7 zijn de resultaten weergegeven.

Er waren geen significante verschillen tussen onbehandeld en gevacumeerd wat betreft het opkomstpercentage, de plantlengte (niet in tabel), het percentage blinde takken, het takgewicht, het aantal knoppen per tak, het percentage verdroogde knoppen en de trekduur (niet in tabel).

Tabel 7: Het effect van vacumeren op het opkomstpercentage, het percentage blinde takken, het takgewicht, het aantal knoppen per tak en het percentage verdroogde knoppen in de bloementeelt (tussen haakjes is de standaard deviatie (SD) aangegeven).

Cultivar	Behandeling	Aantal bollen geplant	% opkomst	% blinde takken <sup>1</sup>	Takgewicht (g) <sup>2</sup>	# knoppen/ tak <sup>3</sup>	% verdroogde knoppen
Salmon Classic	onbehandeld	42	100 (0)	0 (0)	101 (3)	3.0 (0.2)	2 (4)
	gevacumeerd	42	98 (4)	2 (4)	98 (2)	3.0 (0.2)	0 (0)

<sup>1</sup> Aantal bloeiende planten als percentage van het totaal aantal geplante bollen

<sup>2</sup> Takgewicht van goede takken

<sup>3</sup> Inclusief verdroogde knoppen

### Lelie, bollenteelt

In tabel 8 zijn de resultaten weergegeven.

Er was geen verschil in het opkomstpercentage en het percentage bloei (zie ook figuur 2). Op het moment van schrijven van dit verslag zaten de bollen nog in de grond. De opbrengstgegevens zullen omstreeks november bekend zijn.

Tabel 8: Het effect van vacumeren op het opkomstpercentage en het bloeipercentage in de bollenteelt

Cultivar	Behandeling	Aantal bollen geplant	% opkomst	% bloei <sup>1</sup>
Salmon Classic	onbehandeld	50	94	13
	gevacumeerd	50	94	21

<sup>1</sup> Aantal bloeiende planten als percentage van het totaal aantal geplante bollen





**Onbehandeld**



**Gevacumeerd**

**Figuur 2: Onbehandelde en gevacumeerde plantgoed bollen van de cv. Salmon Classic 3 maanden na planten.**

### Zantedeschia, bloemeteelt

In tabel 9 zijn de resultaten weergegeven.

Vacumeren had geen effect op het opkomstpercentage. Het vacumeren leidde tot een toename van het bloeipercentage van 57% bij onbehandelde bollen, tot gemiddeld 85% bij (enkel of dubbel) gevacumeerde bollen.

Bij Tendens leidde een vacuümbehandeling tot een iets tragere groei dan zonder vacuümbehandeling. Bij Captain Corona was bij (enkel en dubbel) gevacumeerde knollen het gewas minder vol en wat geler dan bij de onbehandelde knollen. Zie figuur 3.

Tabel 9: Het effect van enkel of dubbel vacumeren op het opkomstpercentage en het bloeipercentage, bij verschillende cultivars in de bloemeteelt.

Cultivar	Behandeling	Aantal bollen geplant	% opkomst	% bloei <sup>1</sup>
Tendens	onbehandeld	7	100	57
	gevacumeerd	6	100	83
	dubbel gevacumeerd	8	100	88
Captain Corona	onbehandeld	8	100	0
	gevacumeerd	9	100	11
	dubbel gevacumeerd	9	100	11

<sup>1</sup> Aantal bloeiende planten als percentage van het totaal aantal geplante bollen

cv. Tendens



Onbehandeld

cv. Captain Corona



Gevacumeerd



Dubbel gevacumeerd



Figuur 3. Onbehandelde en gevacumeerde bollen van de cv's Tendens en Captain Corona

### Gladiool, bloemeteelt

In tabel 10 zijn de resultaten weergegeven.

Het aantal bloemstelen per geplante bol nam bij Carqueiranne iets af bij dubbel vacumeren, bij Richmond zowel bij enkel als bij dubbel vacumeren. Bij Richmond werd het percentage meerneuzen bij dubbel vacumeren nagenoeg gehalveerd. Door de beperkte omvang van de proefopzet is niet duidelijk of dit een statistisch betrouwbaar effect is.

Tabel 8: Het effect van enkel of dubbel vacumeren op het aantal bloemstelen per geplante bol, en op het percentage meerneuzen bij verschillende cultivars in de bloemeteelt.

Cultivar	Behandeling	Aantal bollen geplant	# bloemstelen/ geplante bol	% meer-neuzen
Carqueiranne	onbehandeld	40	1.0	3
	gevacumeerd	40	1.0	0
	dubbel gevacumeerd	40	0.9	0
Richmond	onbehandeld	40	1.6	43
	gevacumeerd	40	1.5	40
	dubbel gevacumeerd	40	1.3	23

## 6. ENERGIEBESPARING EN EXPLOITATIEBEGROTING

### 6.1 Energiebesparing

Om een indicatie van het energiebesparingspotentieel van de techniek van vacuümdrogen te krijgen, is een indicatieve berekening gemaakt. Dit is gedaan voor de 'gemiddelde bloembollenkwekerij' met 40 ha. bollen, waarvan 10 ha. tulp en 10 ha. lelie en 20 ha overige gewassen. De vacuümtechniek kan in de teelten tulp en lelie zonder gewasschade toegepast worden.

#### **Tulp**

Onderstaande tabel toont het energieverbruik **per hectare** tulp voor conventionele droogtechniek en voor het vacuümdrogen.

<b>Energiebesparend potentieel vacuümdrogen tulp per ha.</b>				
	<b>conventioneel</b>		<b>vacuümdrogen</b>	
	drogen	bewaren	drogen	bewaren
<i>gasverbruik (m<sup>3</sup>)</i>	275,0	1900,0	0,0	1900,0
<i>primaire energie uit gas (MJ)</i>	8703,8	60135,0	0,0	60135,0
<i>kosten energie uit gas (€)</i>	110,0	760,0	0,0	760,0
<i>elektraverbruik (kWh)</i>	210,0	3600,0	515,0	3600,0
<i>primaire energie uit elektra (MJ)</i>	1728,3	29628,0	4238,5	29628,0
<i>kosten energie uit elektra (€)</i>	31,5	540,0	77,3	540,0
<i>totaal primaire energie (MJ)</i>	10432,1	89763,0	4238,5	89763,0
<i>totaal primaire energie teelt (MJ)</i>	100195,1		94001,5	
<i>totaal kosten energie (€)</i>	141,5	1300,0	77,3	1300,0
<i>totaal kosten energie teelt (€)</i>	1441,5		1377,3	
<b>Energiebesparing door vacuümdrogen</b>				
besparing op primaire energie bij drogen	59,4%			
besparing op primaire energie bij teelt	6,2%			
besparing op energiekosten bij drogen	45,4%			
besparing op energiekosten bij teelt	4,5%			

Tabel 9: Energieverbruik per hectare tulp voor conventioneel drogen en vacuümdrogen. Bron: MJA-e

Voor het energieverbruik wordt onderscheid gemaakt tussen het drogen en de bewaring. Allen in de fase van droging van het product kan energie bespaard worden. Uit de tabel blijkt dat bij de huidige energieprijzen (€0,15/kWh en €0,40/m<sup>3</sup> gas) ongeveer €65,- per hectare energie bespaard kan worden.

#### **Lelie**

Ook bij het gewas lelie kan energie bespaard worden door het product met de vacuüminstallatie in te koelen. In onderstaande tabel is voor **10 ha.** lelie een berekening gemaakt van de energiekosten van het inkoelen en bewaren van lilies. Als van de vacuümtechniek gebruik gemaakt wordt, kan dit alleen bij het inkoelen van het product. Bij het op temperatuur houden van het product tijdens de bewaring kan de vacuümtechniek niet ingezet worden. Er is vanuit gegaan dat de vacuümtechniek gedurende oktober, november en de eerste helft van december ingezet wordt en in die tijd het aantal draaiuren van de

conventionele koeling terugbrengt van 20 naar 5 uur per etmaal. In die periode draait de vacuümkoeler 10 uur per etmaal om product in te koelen. Uit de tabel blijkt dat bij de huidige energieprijzen (€0,15/kWh en €0,40/m<sup>3</sup> gas) op het bedrijf voor het gehele leliebewing ruim €7000,- op de energiekosten bespaard kan worden.

<b>Energiebesparend potentieel vacuümkoelen lelies</b>				
10 ha.				
<b>Elektraverbruik conventioneel koelen</b>				
Maand	Dagen	draaiuren/etmaal	kWh-verbruik	kosten elektra
okt	31	20	31000 €	4.650,00
nov	30	20	30000 €	4.500,00
dec	15	20	15000 €	2.250,00
dec	16	5	4000 €	600,00
jan	31	5	7750 €	1.162,50
feb	28	5	7000 €	1.050,00
mrt	31	5	7750 €	1.162,50
Totaal elektraverbruik conventioneel			102500 €	15.375,00
<b>Elektraverbruik conventioneel koelen als vacuümkoeler aanwezig is</b>				
okt	31	5	4650 €	697,50
nov	30	5	4500 €	675,00
dec	16	5	2400 €	360,00
jan	31	5	4650 €	697,50
feb	28	5	4200 €	630,00
mrt	31	5	4650 €	697,50
			25050 €	3.757,50
<b>Elektraverbruik vacuümkoelen</b>				
okt	31	10	12400 €	1.860,00
nov	30	10	12000 €	1.800,00
dec	15	10	6000 €	900,00
			30400 €	4.560,00
Totaal elektraverbruik conventionele koeling en vacuümkoeler				55450 kWh
<b>Besparing op koelkosten door vacuümkoelen</b>			<b>€</b>	<b>7.057,50</b>
<b>Energiebesparing door vacuümkoelen</b>				
besparing op primaire energie bij inkoelen				45,9%
besparing op energiekosten bij inkoelen				45,9%

Tabel 10: Electriciteitsverbruik voor 10 ha. lelies inkoelen en bewaren

## 6.2 Berekening exploitatiekosten vacuüminstallatie

De exploitatiekosten worden uitgerekend voor het bedrijf dat beschreven is in paragraaf 6.1. Op een dergelijk bedrijf is een verwarmingsinstallatie van 175 kW aanwezig en een koelinstallatie van 260 kW. Beide installaties zouden half zo groot gedimensioneerd kunnen worden als een vacuüminstallatie op het bedrijf aanwezig is. Dit geldt ook voor de gasmeter.

De energiebesparingen zoals berekend in paragraaf 6.1 worden meegenomen in de exploitatie. Er wordt gerekend met een stijging van de energiekosten van 5% per jaar. In onderstaande tabel is een indicatie van de exploitatiekosten van beide systemen gegeven. Hieruit blijkt dat gedurende de levensduur van de installatie ongeveer €100.000,- op energie bespaard kan worden.

<b>Exploitatiebegroting vacuüminstallatie</b>			
<b>Bedrijf met</b>	10 ha tulp		
	10 ha lelie		
	20 ha overige gewassen		
energiebesparing berekend voor tulp en lelie			
energiekostenstijging	5% per jaar		
		<b>conventioneel</b>	<b>vacuüminstallatie</b>
installatiekosten conventioneel		€ 60.000,00	€ 30.000,00
gasmeter/vastrecht		€ 10.000,00	€ 5.000,00
koeling		€ 50.000,00	€ 25.000,00
vacuüminstallatie		€ -	€ 125.000,00
EIA voordeel (16%)		€ -	€ 20.000,00
<b>TOTAAL installatie</b>		<b>€ 120.000,00</b>	<b>€ 165.000,00</b>
jaarkosten (10%)		€ 12.000,00	€ 16.500,00
energiekosten tulp		€ 14.415,00	€ 13.773,00
energiekosten lelie		€ 15.375,00	€ 8.317,50
<b>Totale jaarkosten jaar</b>	<b>1</b>	<b>€ 41.790,00</b>	<b>€ 38.590,50</b>
Totale jaarkosten jaar	2	€ 43.279,50	€ 39.695,03
Totale jaarkosten jaar	3	€ 44.843,48	€ 40.854,78
Totale jaarkosten jaar	4	€ 46.485,65	€ 42.072,52
Totale jaarkosten jaar	5	€ 48.209,93	€ 43.351,14
Totale jaarkosten jaar	6	€ 50.020,43	€ 44.693,70
Totale jaarkosten jaar	7	€ 51.921,45	€ 46.103,38
Totale jaarkosten jaar	8	€ 53.917,52	€ 47.583,55
Totale jaarkosten jaar	9	€ 56.013,40	€ 49.137,73
Totale jaarkosten jaar	10	€ 58.214,07	€ 50.769,62
Totale jaarkosten jaar	11	€ 60.524,77	€ 52.483,10
Totale jaarkosten jaar	12	€ 62.951,01	€ 54.282,25
Totale jaarkosten jaar	13	€ 65.498,56	€ 56.171,36
Totale jaarkosten jaar	14	€ 68.173,49	€ 58.154,93
Totale jaarkosten jaar	15	€ 70.982,16	€ 60.237,68
<b>Totale exploitatiekosten</b>		<b>€ 822.825,41</b>	<b>€ 724.181,26</b>
Verschil exploitatiekosten tijdens exploitatie (15 jaar)			€ 98.644,15

Tabel 11: Exploitatiebegroting voor een conventionele installatie en een vacuüminstallatie.

## 7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Het vacuümdrogen heeft in een aantal bolgewassen (tulp, lelie, Zantedeschia en gladiool) niet of nauwelijks tot schade in de broeierij of in de teelt geleid. Bij hyacint werd in de broeierij duidelijk schade waargenomen, terwijl de effecten op plantgoed gering en statistisch niet goed te beoordelen waren. Gezien het feit dat in dit experimentele stadium slechts één soort vacuümbehandeling is gegeven (één- of tweemaal), die van zeer korte duur was, mag uit dit onderzoek niet geconcludeerd worden dat drogen met vacuümtechniek schadelijk is voor bolgewassen. De mogelijkheid bestaat dat 'mildere' vacuümbehandelingen (minder extreme drukverschillen of het langzamer bereiken van de lage druk) ook in hyacint geen schade zullen veroorzaken. Het verdient dan ook aanbeveling om dit onderzoek in een vervolgonderzoek te herhalen om te bepalen of de resultaten reproduceerbaar zijn. Dit vervolgonderzoek kan uitgebreid worden door meerdere variaties in vacuümbehandelingen en opwarmregimes tussen de vacuümcharges te onderzoeken. Tot slot kan in een vervolgonderzoek bekeken worden wat het energiebesparingspotentieel van de techniek is en of de techniek logistiek in te passen is op een bloembollenbedrijf.