

# Kritische kijk op het energieverbruik van bijzondere bolgewassen

Uit de analyse van het energieverbruik van de deelnemers aan de Meerjarenaafpraak energie (MJA-e) in de periode 1995-2006 bleek vooral het gasverbruik bij de bijzondere bolgewassen relatief hoog. Van de belangrijkste bijzondere bolgewassen is het energiegebruik nader bekeken. Bij elk gewas bleek steeds dat het energieverbruik in grote mate bepaald wordt door de ruime ventilatie, die net zo ruim bleek als bij de bewaring van tulpen.

weergegeven. Het vergelijken van elektriciteitsverbruik is bij dit gewas niet zinvol, omdat enkele telers de bollen in gaasbakken bewaren en anderen in palletkisten. De variatie in dit gewas is groot. De hoeveelheid plantgoed dat bewaard moet worden is van een grofbollige Allium veel hoger dan van een fijnbollige. Ook de bewaarduur verschilt tussen bijvoorbeeld A. sphaerocephalon en A. 'Purple Sensation'. Deze beide variaties maken dat de spreiding in het gasverbruik hoog is (60%). Opvallend is wel de variatie in ventilatie (51%). Alliumbollen hoeven slechts droog bewaard te worden. Dus alleen het overtollige vocht moet weggeventileerd worden. Is daar zoveel ventilatie voor nodig? In het tweede deel van dit artikel volgt uitleg bij het begrip ventileren.

Tekst: Rik Vasen DLV Plant - r.vasen@dlvplant.nl / Jeroen Wildschut PPO - Jeroen.wildschut@wur.nl

Foto's: DLV Plant

groep zijn de belangrijkste gewassen onderzocht: Muscari, Fritillaria, Zantedeschia en Allium. Aan dit onderzoek hebben 19 telers meegewerkt. Deze telers teelden tenminste een van deze gewassen. Op al deze bedrijven vormt de teelt van deze gewassen een belangrijke of de belangrijkste bron van omzet. Het onderzoek is uitgevoerd door PPO en DLV Plant.

## ALLIUM

In tabel 3 zijn de data van acht Alliumtelers

## MUSCARI

In tabel 4 zijn de gegevens van zeven Muscari-telers weergegeven. Hier is het verbruik van gas en elektriciteit vergeleken. Deze telers bewaren de bollen in palletkisten. De spreiding in de hoeveelheid bollen die per ha bewaard wordt is groot. Enkele bedrijven hebben een deel van het leverbaar bewaard omdat er pas laat afgeleverd kon worden. Hierdoor nemen de verschil-

**H**et relatief hoge energieverbruik bij de teelt van bijzondere bolgewassen was in het kader van de Meerjarenaafpraak energie (MJA-E) Bloembollen reden om een onderzoek uit te voeren. Van deze diverse



# Verbruik

len in het energieverbruik tussen de bedrijven enorm toe. Ook bij dit gewas zijn er forse verschillen in de ventilatie. De ventilatie met het temperatuurverschil tussen cel en buitenlucht zijn bepalend voor het gasverbruik.

## ZANTEDESCHIA

In tabel 5 zijn de data van zes Zantedeschiate- lers weergegeven. Hier is het verbruik van gas en elektriciteit vergeleken. Al deze telers dro- gen de knollen in palletkisten. Dit gewas wordt in het winterseizoen bewaard, waardoor het verschil tussen cel- en buitentemperatuur veel groter is. Hierdoor gaat het verwarmen van de ventilatielucht gepaard met een hoog gasver- bruik. Ook bij dit gewas wordt geventileerd om overtollig vocht kwijt te raken.

## FRITILLARIA

In tabel 6 zijn de data van vier telers met Kei- zerskronen (*F. imperialis*) weergegeven. Hier is de spreiding in het gasverbruik vooral het gevolg van de ingestelde ventilatie.

## VERGELIJKING MET TULP

In tabel 7 zijn de bijzondere bolgewassen ver- geleken met tulp. Zeker in relatie tot de gerin- gere hoeveelheid plantgoed van de bijzondere bolgewassen, ligt het gasverbruik fors hoger.

## CONCLUSIE

Conclusie uit het onderzoek is dat de grootste reductie van het energieverbruik bij de bijzon- dere bolgewassen ligt in het beperken van de ventilatie. Dit is mogelijk als de ventilatie geva- rierend wordt afhankelijk van de temperatuur en luchtvochtigheid van de buitenlucht, als hand- vat om het celklimaat op de gewenste waarde te houden bij een minimaal gasverbruik.

## VENTILEREN OP VOCHTDEFI- CIT

De ventilatie blijkt de belangrijkste oorzaak van het hoge gasverbruik bij bijzondere bolgewas- sen. Bij deze gewassen is het afvoeren van over- tollig bolvocht de reden om te ventileren. Een goed inzicht in het drogen met lucht is nood- zakelijk om energiezuinig te ventileren. Relatie- ve luchtvochtigheid (RV) is een relatief begrip en daardoor niet erg geschikt om te gebruiken bij de luchtbehandeling. Beter is om van het begrip vochtdeficit uit te gaan. Dit wordt uitged- rukt in grammen per m<sup>3</sup> lucht. Het vochtde- ficit bepaalt hoe droog de lucht aanvoelt voor de bol. Een vochtdeficit van 4 gram vocht per

**Tabel 3:** Gemiddeld energieverbruik (n=8) bij de bewaring van allium, en achtergronden

	eenheid	gemiddeld	min	max	spreiding*
Ventilatie	m <sup>3</sup> /uur per m <sup>3</sup> bollen	111	62	175	51%
Circulatie**	m <sup>3</sup> /uur per m <sup>3</sup> bollen	289	110	432	56%
Bewaartemperatuur	°C	21,1	18,0	24,0	14%
ΔT	°C	7,2	4,0	9,3	37%
Bewaarduur	dagen	135	92	168	28%
Bewaard	m <sup>3</sup> bollen/ha	21	12	37	60%
Bruto gasverbruik	m <sup>3</sup> gas/m <sup>3</sup> bollen	66	32	105	55%
	m <sup>3</sup> gas/ha	1403	628	2319	60%

\* (max-min)/(2xgem) \*\* excl. de 5 bedrijven met plavondventilatoren

ΔT = het gemiddelde verschil tussen cel- en buitentemperatuur.

**Tabel 4:** Gemiddeld energieverbruik (n=7) bij de bewaring van Muscari, en achtergronden

	eenheid	gemiddeld	min	max	spreiding*
Ventilatie	m <sup>3</sup> /uur per m <sup>3</sup> bollen	116	52	194	61%
Circulatie	m <sup>3</sup> /uur per m <sup>3</sup> bollen	423	328	528	24%
Bewaartemperatuur	°C	22,1	19,7	25,5	13%
ΔT	°C	7,8	6,0	11,0	32%
Bewaarduur	dagen	109	77	128	23%
Bewaard	m <sup>3</sup> bollen/ha	31	16	45	47%
Gasverbruik	m <sup>3</sup> gas/m <sup>3</sup> bollen	73	26	144	81%
	m <sup>3</sup> gas/ha	2497	568	3929	67%
kWh verbruik	kWh/m <sup>3</sup> bollen	154	65	334	87%
	kWh/ha	4808	1621	12025	108%
Totaal energieverbruik	MJ/m <sup>3</sup> bollen	3487	876	6715	84%
	MJ/m <sup>3</sup>	110945	21946	212490	86%
* (max-min)/(2xgem)					

**Tabel 5:** Gemiddeld energieverbruik (n=6) bij de bewaring van Zantedeschia, en achtergronden

	eenheid	gemiddeld	min	max	spreiding
Ventilatie	m <sup>3</sup> /uur per m <sup>3</sup> bollen	76	40	116	50%
Circulatie	m <sup>3</sup> /uur per m <sup>3</sup> bollen	574	286	840	48%
Bewaartemperatuur	°C	13,5	11,9	15,2	12%
ΔT	°C	8,7	7,0	10,9	22%
Bewaarduur	dagen	181	165	212	13%
Bewaard	m <sup>3</sup> bollen/ha	39	16	71	72%
Gasverbruik	m <sup>3</sup> gas/m <sup>3</sup> bollen	113	63	194	58%
	m <sup>3</sup> gas/ha	6024	3828	10168	37%
kWh verbruik	kWh/m <sup>3</sup> bollen	182	73	291	60%
	kWh/ha	7486	3625	16664	87%
Totaal energieverbruik	MJ/m <sup>3</sup> bollen	5175	1936	9859	77%
	MJ/m <sup>3</sup>	243715	150173	435948	59%

**Tabel 6:** Gemiddeld energieverbruik (n=4) bij de bewaring van fritillaria, en achtergronden

	eenheid	gemiddeld	min	max	spreiding*
Ventilatie	m <sup>3</sup> /uur per m <sup>3</sup> bollen	99	58	150	46%
Circulatie	m <sup>3</sup> /uur per m <sup>3</sup> bollen	Plafondventilatoren			
Bewaartemperatuur	°C	21,9	20,5	23,6	7%
ΔT	°C	7,7	6,1	8,9	18%
Bewaarduur	dagen	130	92	153	23%
Bewaard	m <sup>3</sup> bollen/ha	24	16	34	38%
Gasverbruik	m <sup>3</sup> gas/m <sup>3</sup> bollen	68	46	85	29%
	m <sup>3</sup> gas/ha	1505	970	2335	45%
* (max-min)/(2xgem)					

**Tabel 7:** Samenvatting ("bruto") gasverbruik per m<sup>3</sup> bollen en per ha

	Gas/m <sup>3</sup>	spreiding	bewaard/ha	spreiding	gas/ha	spreiding
Zantedeschia	113	58%	39	72%	6024	37%
Muscari	73	81%	31	47%	2497	67%
Fritillaria	68	29%	24	38%	1505	45%
Allium	66	55%	21	60%	1403	60%
Gemiddelde		56%		54%		52%
Tulp Norm	35		42		1464	
Tulp StArt	18		42		764	

Tulp StArt = energiezuinige bewaring van tulp (tulp State-of-the-Art methode)

Bron: Onderzoeksrapport PPO Bloembollen - 'Energieverbruik bij het bewaren van bijzondere bolgewassen'

m<sup>3</sup> lucht is een gemiddelde waarbij schimmelvorming en vroegtijdig uitlopen van de wortels voorkomen wordt. Deze luchtsamenstelling is in staat om per m<sup>3</sup> 4 gram vocht op te nemen voordat er condensatie (mist) ontstaat. In tabel 1 is het vochtdeficit uitgezet tegen temperatuur en RV. Hier is te zien, dat bij verlaging van temperatuur van 23°C naar 20°C het vochtdeficit kleiner wordt bij gelijkblijvende RV. Dit betekent dat voor een gelijke droging de RV verlaagd moet worden. Zo levert 23°C en 65% een vochtdeficit van 6 gram vocht/m<sup>3</sup> lucht op. Wanneer de temperatuur verlaagd wordt tot 20°C moet de RV tot iets onder de 60% verlaagd worden om op hetzelfde vochtdeficit van 6 gr/m<sup>3</sup> uit te komen.

temperatuur	Relatieve luchtvochtigheid		
	55%	60%	65%
25°C	9gr/m <sup>3</sup>	8gr/m <sup>3</sup>	7gr/m <sup>3</sup>
23°C	7,8gr/m <sup>3</sup>	6,9gr/m <sup>3</sup>	6gr/m <sup>3</sup>
20°C	6,5gr/m <sup>3</sup>	5,8gr/m <sup>3</sup>	5gr/m <sup>3</sup>

*Tabel:* vochtdeficit in grammen vocht per m<sup>3</sup> lucht bij verscheidene luchtsamenstellingen.

Als de buitenlucht te vochtig is zal de lucht verwarmd moeten worden voor het gewenste drogende effect. In nevenstaande tabel is de relatie tussen de buitenomstandigheden en het celklimaat afgebeeld.

De relatie tussen temperatuur, luchtvochtigheid en vochtdeficit is voor elke andere situatie uit te rekenen met het Mollierdiagram of met

het computerprogramma Klimacal op sercom.nl; zoek bij downloads.

**REGELEN VENTILATIE**

Op energieverbruik kan het meest bespaard worden door de ventilatie te verminderen als het verschil tussen cel- en buitentemperatuur groot is. Als de buitenlucht 10°C opgewarmd moet worden, bijvoorbeeld van 10°C en 100% luchtvochtigheid naar 20°C, dan zal de lucht uit de heater een luchtvochtigheid hebben van 52% (zie tabel 2). Dat zal een prima celklimaat opleveren maar kost veel aardgas. Het is zuiniger om onder die omstandigheden de ventilatie sterk te verminderen. Dat kan zolang het binnenklimaat

rond de gewenste waarden blijft. Het is zuiniger volop te ventileren zodra de buitentemperatuur overdag oploopt en de RV daalt, bijvoorbeeld naar 15°C en 70% RV. De lucht uit de heater is dan net zo droog als in het eerste voorbeeld (zie tabel 2), maar er kan met dezelfde hoeveelheid energie twee keer zoveel geventileerd worden. Per saldo bent u met het regelen van de ventilatie beter af dan dat deze vast ingesteld blijft staan. Bij droge bollen kan de ventilatie gedurende een of meerdere dagdelen verlaagd worden zonder dat het vochtdeficit van de cellucht veel lager wordt. Bij een net gerooid of verwerkt product is dat niet mogelijk, omdat de cellucht dan heel snel verzadigd raakt.

Temperatuur buitenlucht	Luchtvochtigheid	Vochtdeficit	Opwarmen tot	Luchtvochtigheid	Vochtdeficit
°C	%	gram/m <sup>3</sup> lucht	°C	%	gram/m <sup>3</sup> lucht
10	100	0	17	63	4½
10	100	0	20	52	7
15	100	0	18	82	2
15	70	3	18	58	5½
15	70	3	20	50	7½
15	100	0	20	72	4
20	100	0	23	83	3
20	70	4½	23	58	7½
20	70	4½	25	52	10
25	100	0	28	84	3½
25	70	6	28	59	10
25	70	6	30	53	13½

*Tabel:* Verandering van de luchtsamenstelling na het opwarmen van de buitenlucht.

