

Energiezuinig koelen kan de moeite waard zijn

Lelies en opgeplante bollen worden bij voorkeur bewaard met een natte koeling. Met deze natte koeling is het mogelijk om ook droog te koelen. Dat kan echter wel veel energie kosten. In dit artikel wordt uitgelegd waar die kosten zitten, en wat er aan te doen is om die kosten te beperken.

Tekst: Rik Vasen DLV Plant, team Bloembollen - r.vasen@dlvplant.nl
Foto: DLV Plant

De meeste koelinstallaties die op bloembollenbedrijven draaien zijn voorzien van een koeling die zo weinig mogelijk vocht aan het product onttrekt (natte koeling). Bij dit type koeling blijft de luchtvochtigheid hoog (100%), zodat de potgrond waarin de bollen staan of het lelieplantgoed niet uitdroogt. Met deze natte koeling is het ook mogelijk om droog te koelen. Droogkoelen wordt gebruikt om droge bollen bij een lagere luchtvochtigheid te koelen. Meervoudig gebruik van de koelcel voor zowel droge als opgeplante bollen is dus mogelijk. Maar droogkoelen met een natte koeling kan erg duur uitpakken door hoge energiekosten. Dit artikel geeft enige handvaten om de energiekosten bij het droogkoelen te beperken.

VOCHTPRODUCTIE BOLLEN

Droogkoelen is soms noodzakelijk, bijvoorbeeld het koelen van leverbare Muscaribollen. Soms wordt droogkoelen vermeden, bijvoorbeeld bij het koelen van leverbare hyacinten en de narcis 'Tête-à-Tête'. Een deel van de koelperiode droogkoelen als droge bol kan bij deze gewassen wel tot een betere ruimtebenutting leiden en dus tot lagere kosten. Bij de bewaring van lelieplantgoed zal een installatie die ook kan droogkoelen tot lagere energiekosten leiden. Bedrijven die deze gewassen koelen kunnen voordeel halen uit hun koelinstallatie. Droogkoelen is vooral noodzakelijk om een aantasting door groene schimmel (Penicillium) te voorkomen. Een koelmachine haalt altijd vocht uit de cel, maar meestal produceren de droge bollen meer vocht dan dat er via condensatie op de verdampertemperatuur wordt afgevoerd. Hierdoor gaan de droge bollen die in de koelcel gereden worden na een of enkele weken vochtig aanvoelen en worden ze vervolgens aangetast door Penicillium. Een voorbeeld van het vochtverlies bij de bewaring van lelieplantgoed is te zien in tabel 1 en 2. In deze tabellen is goed te zien dat het vochtverlies op een gegeven moment nihil is. Dat wil zeggen dat de

noodzaak voor droog koelen er vooral gedurende de eerste maanden van de bewaring is. In de tabellen is ook te zien dat de ene cultivar sneller zijn vocht verliest dan de andere. Verder is het vochtverlies ook nog afhankelijk van de bolmaat. Het voorbeeld toont het vochtverlies bij lelieplantgoed (niet gekookt), maar ook Muscari, 'Tête-à-Tête' en hyacinten verliezen gewicht door vochtverlies.

Tabel 1: Gewichtsafname (in kg) als gevolg van vochtverlies gedurende het bewaarstadium van de leliecultivar 'Menorca', uitgevoerd op het bloembollenbedrijf

Menorca	herh. 3	herh. 2	herh. 1
01-12-2008	2	2	2
17-12-2008	1,86	1,9	1,94
02-02-2009	1,81	1,89	1,93
27-02-2009	1,72	1,78	1,86
06-04-2009	1,72	1,78	1,86

Tabel 2: Gewichtsafname (in kg) als gevolg van vochtverlies gedurende het bewaarstadium van de Orientallelie 'Mother's Choice', uitgevoerd op het bloembollenbedrijf

Mother's Choice	herh. 3	herh. 2	herh. 1
17-12-2008	2	2	2
02-02-2009	1,89	1,88	1,87
27-02-2009		1,88	1,86
06-04-2009		1,88	1,86

Het vochtverlies blijkt slechts gedeeltelijk voor rekening te komen van de ademhaling van de bollen. Zie tabel 3, ademhalingsmetingen uitgevoerd door PPO Lisse. In de tabel is de ademhaling uitgedrukt in koolzuurgasproductie, maar bij de ademhaling komen net zoveel moleculen waterdamp vrij als koolzuurgasmoleculen. Volgens de ademhalingsmetingen zou de gewichtsafname door de ademhaling ongeveer 0,03 kg zijn. De gewichtsafname op het bloembollenbedrijf is vijf tot tien keer zo hoog. De bollen zijn dus nog niet helemaal droog als ze na het drogen in de koeling gezet worden. Het droogproces gaat dus in de koelcel door.



Meervoudig gebruik van de koelcel voor droge en opgeplante bollen is mogelijk

Tabel 3: Gemiddelde ademhaling van de cultivars in de verschillende periodes en bij de twee bewaartemperaturen

	Ademhaling liter CO ₂ /ton/uur
Cultivar	
Brindisi (LA)	2,83
Aktiva (OR)	4,38
Menorca (LA)	2,46
Mother's Choice (OR)	2,49
Periode	
15 dec/19 jan	4,96
19 feb	2,01
31 mrt	2,12
Temp.	
standaard*	2,57
2-3 graden hoger	3,51
gemiddeld	3,04

* Standaardtemperatuur in 15 dec/19 jan: ± 2°C, 19 feb: ± 0,5°C, 31 mrt: ± 0,5°C

VOCHTAFVOER DOOR KOELLEN

Zolang de compressor van de koelmachine draait zal er op de verdampertemperatuur vocht condenseren. De hoeveelheid condens hangt af van de hoeveelheid lucht die langs de verdampertemperatuur en de celtemperatuur. In tabel 4 is te zien dat een droge koeling aanmerkelijk meer vocht uit de lucht haalt dan een natte koeling. In de tabel is ook te zien dat dit effect geheel is toe

Tabel 4: Theoretische berekening van de hoeveelheid condens op de verdampertemperatuur bij verschillende verdampertemperaturen

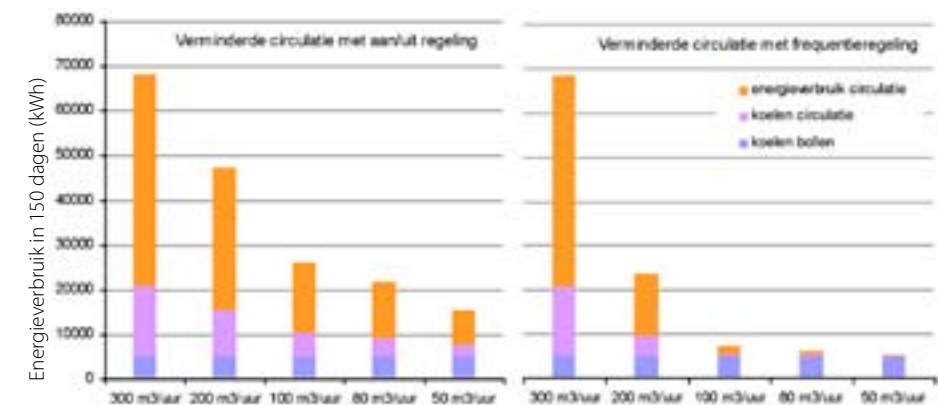
Celtemperatuur 9°C luchtvochtigheid 100% = vochtinhoud van de cellucht 7 gram per m ³ cellucht			
Verdampertemperatuur	3°C = natte koeling	0°C	-3°C = droge koeling
Vochtinhoud in gram per m ³ uitgeblazen lucht	4,7	3,6	3
Condensatie op de verdampertemperatuur in gram water per m ³ uitgeblazen lucht	2,3	3,4	4

energie verbruiken. Alle elektrische energie wordt uiteindelijk omgezet in warmte, met als gevolg dat de koelmachine langer moet draaien. Met als tweede gevolg meer vochtafvoer door condensatie op de verdampertemperatuur. In grafiek 1 is aan het paarsgekleurde staafdeel te zien, dat de koelinstallatie aanmerkelijk langer moet draaien wanneer de systeemventilatoren voluit staan. Merk op, dat de draaiuren van de koelinstallatie nog meer worden teruggedrongen met frequentie geregelde systeemventilatoren ten opzichte van tijd geschakelde.

ENERGIEZUINIG DROOG KOELLEN

Voor de praktijk zijn er verschillende opties om het droogkoelen energiezuiniger te maken. Het naverwarmen van de lucht uit de verdampertemperatuur kan met een warmtewisselaar gebeuren in plaats van met aardgas of elektrische energie (=meer draaiuren van de systeemventilatoren). De warmtewisselaar kan werken op buitenlucht of schuurlucht. Met dit systeem wordt nog steeds dezelfde hoeveelheid energie verbruikt in de koelmotor, maar het naverwarmen kost geen m³ gas of kWh meer. In grafiek 1 kunt u aan het oranje staafdeel zien, dat er op deze manier veel energie te besparen valt. Dit systeem is door Installatiebedrijf Wilms in ontwikkeling. Het drogen van de cellucht kan met

een aparte installatie gebeuren, die efficiënter droogt dan door te koelen en te verwarmen. Er wordt dan een aparte drooginstallatie op de cel gebouwd. Dit systeem wordt door Geerlofs op de markt gebracht. Een derde mogelijkheid pakt het probleem bij de bron aan. Er wordt dan een dubbele verdampertemperatuur geïnstalleerd met toerengeregelde gelijkstroommotoren. Wanneer er weinig vocht aan bijvoorbeeld opgeplante bollen onttrokken mag worden, dan wordt de hele verdampertemperatuur gebruikt. Bovendien draaien de verdampertemperaturen dan op volle toeren. De installatie draagt zich dan als natte koeling. Wanneer er droog gekoeld moet worden, dan wordt alleen het voorste deel van het verdampertemperatuurblok gebruikt en wordt het toerental van de ventilatoren teruggeregelde. De installatie draagt zich dan als een droge koeling. Het achterste deel van het blok kan in deze situatie gebruikt worden om de lucht na te verwarmen. Door het naverwarmen wordt vorstschade aan bollen die direct in de uitblaaslucht staan voorkomen. Dit systeem wordt door installatiebedrijf Olof Schuur geïnstalleerd. De mogelijkheid om droog te kunnen koelen kan voor een groot aantal bloembollenbedrijven voordelen opleveren. Of de extra investering zich terugbetaalt en welk systeem van droogkoelen het beste past, zal per bedrijf berekend moeten worden.



Grafiek 1: Energieverbruik bij het bewaren van lelieplantgoed bij verschillende instellingen van de systeemventilatoren, berekend door PPO Lisse aan de hand van twee praktijkinstallaties.