

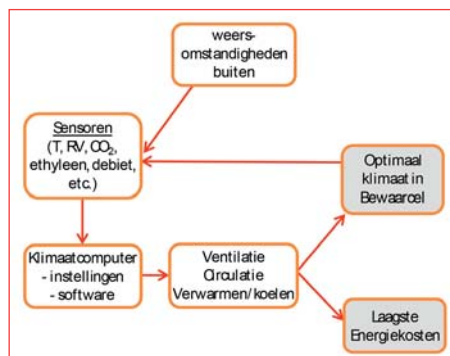
Meer inzicht met Demonstratie

Er valt meer te sturen tijdens de bewaring van bloembollen dan menigeen denkt. Dat blijkt uit het Demonstratiemodel Bewaring Bloembollen, dat door PPO is ontwikkeld. Het model geeft meer inzicht in de relatie tussen de hoeveelheid lucht, het vereiste bewaarklimaat en de gehanteerde schadedrempels.

Tekst: Jeroen Wildschut, WUR/PPO
Fotografie: PPO

Ventilatie en circulatie bij het bewaren van bloembollen hebben als functie om ethyleen (alleen bij tulpenbollen), CO₂, water(damp) en soms ook warmte af te voeren, zodat bewaarcondities optimaal zijn en hiermee de kwaliteit van de bollen hoog. Voldoende circulatie is daarnaast van belang om eventuele verschillen in bewaarcondities tussen de kisten voor de systeemwand te minimaliseren.

Om te laten zien wat er nu precies in een bewaarcel gebeurt, is een rekenmodel ontwikkeld waarmee op basis van omstandigheden en van instellingen het bewaarklimaat wordt berekend. Het bewaarklimaat wordt gekarakteriseerd door het ethyleengehalte, het CO₂-gehalte, de RV en de temperatuur. Deze worden berekend op verschillende niveaus: gemiddeld in de cellucht, gemiddeld tussen de bollen en gemiddeld in de meest en in de minst beluchte kuubkist. Doelstelling van het ontwikkelen van een Demonstratiemodel Bewaring Bloembollen is om inzichtelijk te maken hoe ventilatie- en circulatienormen bepaald zijn, en hoe



deze afhangen van de condities van de buitenlucht, van het vereiste bewaarklimaat en van de gehanteerde schadedrempels. Ook wordt duidelijk hoe de ventilatie- en circulatienormen invloed hebben op elkaar. Met deze inzichten worden klimaatcomputers doeltreffender en met meer vertrouwen ingesteld en wordt met een lager energieverbruik een beter bewaarklimaat gerealiseerd. De bewaaromstandigheden betreffen het percentage zure bollen, de ademhaling, de uitdrogingssnelheid, en de temperatuur en RV van de buitenlucht.

De instellingen betreffen de ventilatie- en de circulatiehoeveelheid, de spreiding hierin en

de bewaartemperatuur. Het model rekent ook de bijbehorende energiekosten uit.

Door eerst de omstandigheden te definiëren en vervolgens de instellingen te kiezen, kan de gebruiker zien in welk bewaarklimaat dit resulteert. Door dit resultaat met de schadedrempels te vergelijken kan worden besloten iets aan de instellingen te veranderen om een beter resultaat te krijgen. Op deze wijze kan een reeks scenario's worden doorgerekend waarbij gezocht kan worden naar het voor de productkwaliteit meest gunstige bewaarklimaat. Het model rekent ook de energiekosten uit zodat ook gezocht kan worden naar de goedkoopste instellingen om het voor de productkwaliteit meest gunstige bewaarklimaat te realiseren.

STARTSCENARIO

Het 'startscenario' op de invoerpagina van het BewaarModel. Voor de bewaring van tulpenbollen heeft dit scenario in de tachtiger jaren van de vorige eeuw aan de basis gestaan voor het bepalen van de ventilatie- (luchtverversings)norm van 100 m³ lucht/uur per m³ bollen en de circulatienorm van 500 m³ lucht/uur per m³ bollen.

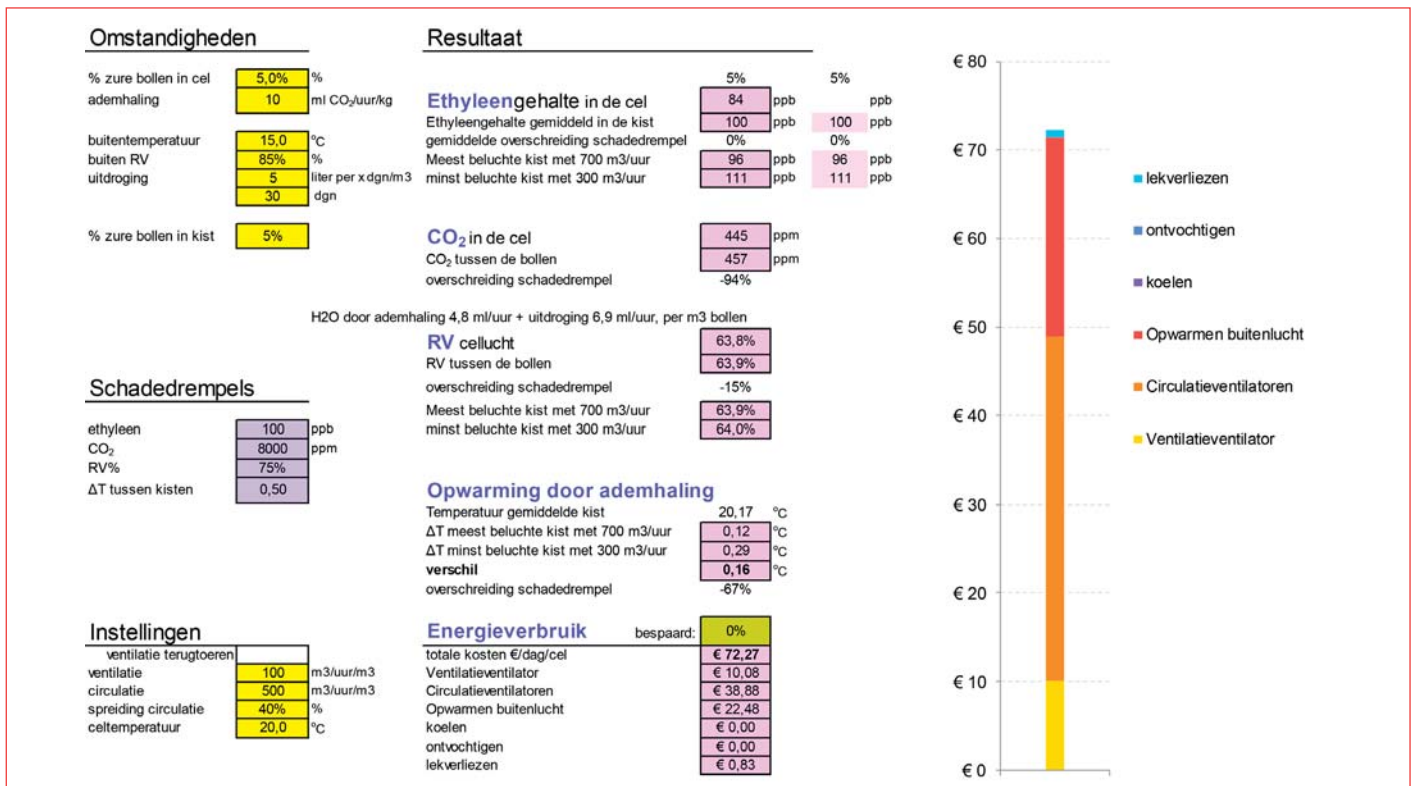
Met het BewaarModel kan bijvoorbeeld gedemonstreerd worden dat als het percentage zure bollen laag is (in dit geval 1 procent), en de ventilatie uitsluitend op ethyleen gestuurd wordt (schadedrempel is 100 ppb), er in veel gevallen onvoldoende warmte wordt afgevoerd. Er zou dan gekoeld moeten worden. Iets meer ventileren is dan een veel goedkopere oplossing, zie tabel 1.

Andere scenario's die met het model gedemonstreerd kunnen worden zijn dat:

- als het temperatuurverschil tussen de minst en de meest beluchte kist te veel oploopt, het verbeteren van de luchtverdeling over de kisten een veel goedkopere oplossing is dan weer extra gaan circuleren.
- wanneer de weersomstandigheden (bij oplopende buitentemperatuur plus hoge RV) er toe leiden dat de RV in de cel te hoog wordt, het tijdelijk laten oplopen van de celtemperatuur een veel goedkopere oplossing is om de RV te verlagen dan het actief ontvochtigen.
- als de ademhaling erg hoog is (net na het pellen), terwijl het percentage zure bollen laag is, er in sommige gevallen toch maximaal geventileerd moet worden om al het water af te voeren. Ook dit is veel goedkoper dan actief ontvochtigen.
- als de ademhaling extreem hoog is, en ventilatie en circulatie extreem laag, dat zelfs dan het CO₂-gehalte ruim onder de hier als voorbeeld gehanteerde schadedrempel van 8.000 ppm (0,8 procent) blijft.



model Bewaring Bloembollen



Het rekenmodel kan toegepast worden op: <https://Sites.wur.nl/sites/BewaarModel> of via website van de Stuurgroep Bloembollen: <http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/agrosectoren-bloembollen-en-bolbloemteelt>.

VOORBEELD

Is het percentage zure tulpenbollen 5 procent, en wordt er met 100 m³ lucht/uur per m³ bollen geventileerd en met 500 m³/uur gecirculeerd, dan is het ethyleengehalte tussen de bollen in de kist gemiddeld 100 ppb (zie het startscenario van het model). Door de circulatie terug te toeren van 500 naar 400 m³/uur loopt het ethyleengehalte tussen de bollen iets op: gemiddeld naar 104 ppb, scenario 2.

Krijgt in de stapeling de minst beluchte kist 240 m³/uur en de meest beluchte kist 560 m³/uur (de spreiding is dan 40 procent), dan is het ethyleengehalte in die kisten respectievelijk 117 en 99 ppb. Dit zijn heel acceptabele waarden, terwijl er op elektra door het terugtoeren flink bespaard wordt. Is het percentage zure bollen slechts 1 procent dan wordt met een ventilatie van 100 m³/uur per m³ bollen het ethyleengehalte 25 ppb, scenario 3. Met een klepstand van 20 procent wordt de ventilatie verminderd naar 20 m³/uur en loopt het ethyleengehalte weer op naar 88 ppb, scenario 4. Het model laat zien dat er dan echter niet voldoende warmte afgevoerd wordt: er wordt namelijk voor €10,- gekoeld. Deze warmte wordt geproduceerd bij de ademhaling van de

bollen, en door de circulatieventilatoren. De circulatie terugtoeren naar 100 m³/uur doet het ethyleengehalte tussen de bollen verder oplopen tot 100 ppb, terwijl er minder warmte afgevoerd hoeft te worden. De energiekosten dalen dan fors tot minder dan €15,-, scenario 5. De meest beluchte kist krijgt nu 140 m³/uur en de minst beluchte kist krijgt 60 m³/uur. De warmte die bij de ademhaling vrijkomt wordt bij deze kist minder snel afgevoerd waardoor er na enkele dagen een temperatuurverschil van 0,8°C met de meest beluchte kist ontstaat. Mag dit temperatuurverschil niet boven de 0,5°C komen, dan moet de circulatie opgevoerd worden naar 165 m³/uur, scenario 6. De energiekosten lopen dan weer iets op, en er is nog steeds een kleine kostenpost voor het afvoeren van warmte. Omdat het buiten koe-

ler (15°C) is dan in de cel (20°C) kan dit vermeden worden door toch de ventilatie iets op te voeren naar 28 m³/uur. De energiekosten dalen dan naar iets boven de €12,- en het bewaarklimaat is optimaal.

Het Demonstratiemodel Bewaring Bloembollen is ontwikkeld in opdracht van en gefinancierd door de partijen in de Stuurgroep Schone en Zuinige Bloembollen (KAVB, PT, Min. EZ, RVO.nl voorheen Agentschap NL en telers). Rapportages zijn te downloaden vanaf <http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/agrosectoren-bloembollen-en-bolbloemteelt>.

	Eenheid	Scenario's:						
		1	2	3	4	5	6	7
% zure bollen in de cel	%	5%	5%	1%	1%	1%	1%	1%
ventilatie	m ³ /uur	100	100	100	20	20	20	28
circulatie	m ³ /uur	500	400	400	400	100	165	165
ethyleengehalte gemiddeld in de kist	ppb	100	104	25	88	100	94	71
meest beluchte kist	ppb	96	99	24	87	96	91	69
minst beluchte kist	ppb	111	117	27	91	111	100	78
CO ₂ tussen de bollen	ppm	457	460	460	700	745	721	636
RV tussen bollen	%	64%	64%	64%	67%	67%	67%	66%
ΔT meest en minst beluchte kist	°C	0,16	0,21	0,21	0,21	0,82	0,50	0,50
Ventilatieventilator	€/dag	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1
Circulatieventilatoren	€/dag	38,9	19,9	19,9	19,9	0,3	1,4	1,4
Opwarmen buitenlucht	€/dag	22,5	28,6	28,6	0,0	0,0	0,0	0,1
warmte afvoer/koelen	€/dag	0,0	0,0	0,0	10,1	3,6	3,9	0,0
 totaal	€/dag	72,3	59,4	59,4	40,9	14,8	16,2	12,4

Berekeningen voor een bewaarcel met 5 rijen kuubskisten van 10 diep x 6 hoog = 324 m³ bollen