Minimale verdamping bij de broei van tulpen

Fase III: Kiepgevoeligheid, cultivars en ventilatieregime

Jeroen Wildschut en Martin van Dam

Rapport WPR-899

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Referaat

Het energieverbruik voor waterbroei van tulpen in een modern meerlagenteeltsysteem wordt vooral bepaald door de verdamping. Maar bij te weinig verdamping (bij een RV > 95%) ontstaat blad- en stengelkiep. Eerder onderzoek van Wageningen University & Research liet zien dat goede verdamping (RV < 80%) vooral tijdens het tweede derde deel van de groeiduur belangrijk is: de kiepgevoelige fase. Ook bleken tulpen dagelijks een RV > 95% voor de duur van 5 - 10 uur tijdens die fase te tolereren. Nader onderzoek van WUR bevestigt dit: tijdens de kiepgevoelige fase enkele uren *niet* ventileren, i.d.g. maximaal 6 uur in de nacht, had geen effect heeft op het aantal kiepers. Het aantal dagen dat tijdens de kiepgevoelige fase geventileerd wordt, heeft wel een duidelijk effect op het aantal kiepers.

Hierbij zijn echter opvallend grote verschillen tussen cultivars, in te delen in "weinig gevoelig", "met een korte kiepgevoelige fase" (6 dagen) en "met een lange kiepgevoelige fase (10 dagen).

De energiebesparende mogelijkheden van het alleen tijdens de kiepgevoelige fase handhaven van een RV < 80% zijn heel groot. Voor een praktische toepassing is echter meer kennis nodig. Dit onderzoek is gefinancierd door MinvLNV.

Abstract

Energy use for hydroponic tulip forcing in multiple layer systems is determined by transpiration. Reduced transpiration when Relative Humidity (RH) is high (RH > 95%) results in topple. Previous research of Wageningen University & Research (WUR) showed transpiration (RH < 80%) to be important especially during the second third part of forcing: the topple sensitive phase. However, during this phase a daily exposure to a RV > 95% of 5 - 10 hours appeared to be tolerated. This is confirmed by the present WUR research: up to 6 hours without ventilation does not increase the incidence of topple. While more days with good ventilation during the topple sensitive phase reduces the amount of topple. However, cultivars differ remarkably in sensitivity to limited transpiration. Some are hardly sensitive, some are sensitive for a short time only (6 days), some for a much longer period (10 days). Maintaining a RV < 80% only during the topple sensitive phase will reduce energy use strongly. For application of these findings, more research is necessary. This research was funded by Min. LNV.

Rapportgegevens

Rapport WPR-899

Projectnummer: 3742 2658 00

DOI nummer: 10.18174/507507

Thema: Bloembollen

Disclaimer

© 2019 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research,

Business unit Glastuinbouw - Bollen

Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, www.wur.nl/plant-research.

Kamer van Koophandel nr.: 09098104

BTW nr.: NL 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Adresgegevens

Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw - Bloembollen

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

glastuinbouw@wur.nl

www.wur.nl/glastuinbouw

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
2	Werkwijze	9
3	Resultaten	11
	3.1 Gerealiseerde kasklimaten	11
	3.2 Blad- en stengelkiep	15
	3.3 Energiebesparingsmogelijkheden	19
4	Conclusies en Aanbevelingen	21
	Literatuur	23
	Bijlage 1 Het kasklimaat	25

Samenvatting

Het energieverbruik voor de waterbroei van tulpen in een modern meerlagenteeltsysteem, belicht met LED's in een goed geïsoleerde teeltruimte (vergelijkbaar met een bewaarcel) wordt vooral bepaald door de verdamping. Wanneer de RV te hoog (>95%) is kunnen tulpen moeilijk verdampen. Wanneer ze zich dan in de kiepgevoelige fase bevinden neemt de kans op blad- en stengelkiep in het eindproduct sterk toe. Eerder onderzoek (fase I en II) liet zien dat die kiepgevoelige fase in de meeste gevallen ongeveer in het tweede derde deel van de groeiduur optreedt (het kiepen zelf treedt op tegen het eind van de groeiduur). Ook bleek dat blootstelling aan een RV > 95% voor de duur van 5 tot 10 uur tijdens de kiepgevoelige fase niet tot kiepers leidt.

In fase III van dit project is bovenstaande gecombineerd onderzocht door tijdens de kiepgevoelige fase 18, 21 en 24 uur per dag middels ventilatie te ontvochtigen, en door te testen of de kiepgevoelige fase duurt van 30% tot 50% van de groeiduur, van 30% tot 60% of van 30% tot 70%. Hierbij zijn in 5 trekken 9 verschillende cultivars met bolmaat 10 onderzocht. Het onderzoek is uitgevoerd van november 2018 tot en met april 2019 bij WUR Glastuinbouw & Bloembollen in Bleiswijk.

De resultaten van deze proeven bevestigen dat tijdens de kiepgevoelige fase enkele uren *niet* ventileren, i.d.g. maximaal 6 uur in de nacht, geen effect heeft op het aantal kiepers.

Het aantal dagen dat tijdens de kiepgevoelige fase geventileerd wordt, heeft wel een duidelijk effect op het aantal kiepers. Uit de resultaten valt af te leiden dat, gemiddeld over de 5 trekken, de kiepgevoelige fase ongeveer 7 dagen duurt. Dit is 35% van de groeiduur.

Er zijn echter opvallend grote verschillen tussen cultivars: Leen vd Mark en White Marvel bleken weinig gevoelig, en 2 dagen goed verdampen (RV<80%) is voldoende om kiepers te voorkomen. Leo Visser en Barcelona hebben wel een duidelijke kiepgevoelige fase, maar deze duurt kort: gemiddeld 6 dagen ongeveer 33% van de groeiduur. Voor de cultivars Red Mark, Strong Gold, Seadov en Agrass White duurde de kiepgevoelige fase langer, gemiddeld 10 dagen, 53% van de groeiduur.

De cultivar Purple Prince vertoonde echter een sterk afwijkend gedrag en was niet in één van deze drie categorieën te plaatsen. Ook Red Mark en Strong Gold, bij deze proeven zeer kiepgevoelig, hadden bij de 3^{de} trek juist heel weinig last van kiepers terwijl Leen vd Mark bij de 2^{de} trek flink kiepgevoelig bleek, maar bij trek 1, 4 en 5 juist niet.

De belangrijkste conclusies zijn dat de energiebesparende mogelijkheden van het alleen tijdens de kiepgevoelige fase (voor een deel van het etmaal) handhaven van een RV < 80% heel groot zijn, meer dan 50%. Dit kan door compartimentering van de kas. Een praktische toepassing is echter alleen mogelijk wanneer tijdens groei precies herkend wordt vanaf welk ontwikkelingsstadium van het gewas de verdamping moet beginnen, en vanaf welk stadium het verdampen kan stoppen. Daarnaast dient bekend te zijn welke andere factoren, behalve Ca in het gietwater en de verdamping, nog meer een rol kunnen spelen bij het optreden van kiepers in de waterbroei.

Het is daarom aanbevolen in fase IV van dit project het onderzoek aan het beperken van de verdamping met maximaal 2-3 cultivars voort te zetten, bijvoorbeeld met White Marvel (weinig gevoelig voor kiep), Leo Visser (met een korte kiepgevoelige periode) en Strong Gold (lange kiepgevoelige periode). Belangrijke punten van onderzoek zijn o.a.: het ontwikkelingsstadium herkennen van het begin en het einde van de kiepgevoelige fase. Het effect van temperaturen bij de bewaring (de preparatie) op de duur van de kiepgevoelige fase, het effect van (lagere) kastemperatuur tijdens de kiepgevoelige fase en minimale duur handhaving RV < 80% per etmaal tijdens de kiepgevoelige fase.

1 Inleiding

Het energieverbruik voor de (water)broei van tulpen in een modern meerlagenteeltsysteem belicht met LED's in een goed geïsoleerde teeltruimte (vergelijkbaar met een bewaarcel) wordt vooral bepaald door de verdamping. Tulpen verdampen water waardoor de RV in de teeltruimte toeneemt. Naarmate de RV stijgt, neemt het vochtdeficit af en kan er steeds minder verdampt worden. Wanneer de tulpen zich dan in de kiepgevoelige fase bevinden neemt de kans op blad- en stengelkiep in het eindproduct sterk toe. Om dit te voorkomen moet het vocht afgevoerd worden waardoor het vochtdeficit toeneemt, de RV afneemt en de verdamping weer toeneemt. Het vocht wordt afgevoerd door de natte warme kaslucht naar buiten te brengen, en de drogere buitenlucht (het absolute vochtgehalte van buitenlucht is door de lagere temperatuur lager dan van kaslucht) na opwarming de kas in te brengen. Hierbij kan door middel van een warmtewisselaar een deel van de warmte van de uitgaande lucht worden teruggewonnen: balansventilatie, Wildschut J. *et al.* PPO 2014.

Door alleen te ventileren tijdens de kiepgevoelige fase kan veel energie bespaard worden.

Eerder onderzoek (fase I, Wildschut J., 2016, en II, Wildschut J. en Van Dam M., 2018) liet zien dat die kiepgevoelige fase in de meeste gevallen (cultivars of partijen) ongeveer in de middelste 33% van de groeiduurtijd optreedt (het kiepen zelf treedt op tegen het eind van de groeiduurtijd), Wildschut J., 2016. Het onderzoek liet ook zien dat *zonder* bemesting met Ca de kiepgevoelige fase langer duurt dan *met* (de gebruikelijke) bemesting met Ca-nitraat + CaCl. Ook bleek dat blootstelling aan een RV > 95% voor de duur van 5 tot 10 uur tijdens de kiepgevoelige fase niet tot kiepers leidt. Er hoeft tijdens de kiepgevoelige fase dus niet 24 uur per dag geventileerd te worden, Wildschut J. en van Dam M., 2018.

In fase III van dit project is bovenstaande gecombineerd onderzocht door tijdens de kiepgevoelige fase 18, 21 en 24 uur per dag middels ventilatie te ontvochtigen, en door te testen of de kiepgevoelige fase duurt van 30% tot 50% van de groeiduurtijd, van 30% tot 60% of van 30% tot 70%. Hierbij zijn in 5 trekken 9 verschillende cultivars met bolmaat 10 onderzocht.

Belangrijk verschil met de proefopzetten in de vorige fases van dit project is dat de tulpen nu zowel aan het begin als aan het eind van de groeiduurtijd een bepaalde tijd aan een RV > 95% worden blootgesteld. In de vorige proeven werden de tulpen of alleen vanaf het begin van de groeiduurtijd steeds meer dagen blootgesteld aan een RV > 95% en de rest van de groeiduurtijd aan een RV < 80%. Of omgekeerd: vanaf het begin van de groeiduurtijd steeds meer dagen gebroeid bij een RV < 80% en alleen daarna bij een RV > 95%.

2 Werkwijze

In een kas van WUR Glastuinbouw & Bloembollen te Bleiswijk zijn vijf trekken met tulpen op water uitgevoerd. De eerste trek werd ingehaald op 22 november 2018, de laatste werd op 11 april 2019 ingehaald. Er werd gebruik gemaakt van tulpen die door een praktijkbedrijf waren geprepareerd, geplant op prikbakken en beworteld. Per trek werden minimaal drie en maximaal zes cultivars maat 10 gebroeid.

In de kas in Bleiswijk waren 4 compartimenten gecreëerd, waarvan in het eerste compartiment de RV permanent boven de 95% is gehouden, in het tweede de RV permanent (24 uur/dag) onder de 80%, in het derde werd 18 uur per dag de RV onder de 80% gehouden en in het vierde 21 uur.

Van elk van de maximaal 6 cultivars per trek werd één prikbak met bewortelde tulpen in het 2^{de} compartiment geplaatst en 10 in het eerste compartiment.

Vervolgens zijn van elke cultivar na 7 dagen 3 bakken in het 2^{de} compartiment geplaatst, 3 bakken in het 3^{de} en 3 in het 4^{de}. De 10^{de} bak bleef permanent in het eerste compartiment.

Bij de eerste 3 trekken werden na respectievelijk 5, 7 en 9 dagen de bakken weer teruggeplaatst in het eerste compartiment. Bij de laatste 2 trekken zijn de 3 x 3 bakken op dag 5 van het eerste compartiment naar de overige compartimenten verplaatst en vervolgens terug naar het eerste compartiment na respectievelijk 2, 4 en 5 dagen tijdens de 4^{de} trek en 3, 4 en 6 dagen tijdens de 5^{de} trek.

Op deze wijze is voor de verschillende cultivars nagegaan of de periode waarin de RV onder de 80% is gehouden voldoende lang is om kiepers te voorkomen. Of, met andere woorden, de kiepgevoelige fase korter is dan de periode met een RV < 80%. Daarnaast is nagegaan of in de kiepgevoelige fase de RV 24 uur onder de 80% gehouden moet worden, of dat 18 of 21 uur volstaat, en dat s'nachts 6 of 3 uur dus niet geventileerd hoeft te worden.

Bij de oogst is het aantal tulpen met bladkiep en stengelkiep geteld alsmede het aantal iele en/of uitgevallen tulpen, zijn 20 planten gewogen, en is de spruitlengte bij het inhalen en de plantlengte bij de oogst bepaald. Per bak is ook de watergift bijgehouden. Data zijn geanalyseerd met IBM SPSS Statistics 23.

In de verschillende compartimenten is met sensoren de RV en de temperatuur tijdens verschillende perioden elke 5 minuten gelogd. Het klimaat (incl. PAR) in kas is eveneens gelogd.

3 Resultaten

3.1 Gerealiseerde kasklimaten

Het gerealiseerde gemiddelde kasklimaat in de verschillende compartimenten is samengevat in Tabel 1. De RV x T- metingen konden niet voor alle trekken volledig uitgevoerd worden. Bij de eerste trek zijn in de compartimenten geen RV x T metingen verricht, bij de 2^{de} trek is gedurende 48% van de trekduur gemeten, bij de derde trek gedurende 33% en bij de laatste 2 trekken vrijwel volledig.

Tabel 1

Gemiddelde kasklimaatdata.

		dagelijks RV < 80%				
		18 uur	21 uur	24 uur	RV > 95%	Kas
trek 2	RV	-	62	68	94	54
	T	-	17,6	16,8	16,7	16,2
	Vd	-	6,08	4,90	0,90	6,39
trek 3	RV	-	77	80	99	66
	T	-	16,8	16,3	16,3	15,7
	Vd	-	3,28	2,81	0,17	4,70
trek 4	RV	82	74	74	98	55
	T	17,2	17,9	17,3	17,7	16,9
	Vd	2,96	5,44	3,99	0,27	6,77
trek 5	RV	67	67	76	96	46
	T	19,6	19,0	19,7	19,7	18,2
	Vd	5,78	5,74	4,3	0,52	9,22

Figuur 1 laat zien hoe in de 4^{de} trek de RV in het niet-geventileerde compartiment vrijwel constant boven de 95% ligt (het vochtdeficit ligt dan onder 1 ml/m³). De RV in het compartiment waar deze 24 uur per dag onder de 80% moet blijven schommelt rond deze waarde en het vochtdeficit schommelt tussen 2 en 4 ml/m³, ruim voldoende voor goede verdamping. In de 2 compartimenten waar s'nachts om 21:00 uur de ventilatie stopt is te zien hoe dan vrijwel meteen de RV naar 100% klimt, en zodra de ventilatie weer start (om 24:00 uur en 03:00 uur) daalt de RV direct onder 80%.

Voor de overige klimaatdata bij de overige trekken, zie Bijlage 1.

Figuur 1 RV% in de kas en in de verschillende compartimenten in die kas, bij de 4^{de} trek.

De klimaatdata laten zien dat vooral bij de latere trekken de temperaturen hoger liggen dan optimaal (= 16°C). Dit heeft als achtergronden dat de compartimenten meer warmte(straling) vasthouden (kas in kas), maar ook dat weersomstandigheden buiten soms erg zonnig en warm voor de tijd van het jaar waren, zie Bijlage 1.

De datums waarop de bewortelde prikbakken in de kas zijn gezet ("ingehaald"), overgezet naar de verschillende compartimenten en weer teruggezet, en de oogstdatums, alsmede het aantal dagen dat de tulpen de groei startten bij een RV > 95%, vervolgens het aantal dagen groei bij een RV < 80%, en de totale groeiduur, zijn samengevat in Tabel 2. Het verschil in groeiduur tussen de cultivars is fors, 4 tot 8 dagen tussen de kortst en de langst groeiende, afhankelijk van de trek. En naarmate de trek later in het seizoen valt wordt de gemiddelde groeiduur fors korter: de laatste trek gaat 2 keer zo snel als de eerste. Om praktische redenen is per trek het moment van overzetten voor alle cultivars echter hetzelfde, waardoor snel groeiende cultivars relatief later in de compartimenten met een RV < 80% gezet worden dan langzamer groeiende cultivars. Maar daar daarom ook relatief langer in staan.

Het resulterende maximaal en minimaal aantal dagen groei *na* de periode in de compartimenten met een RV < 80% is per trek en cultivar samengevat in Tabel 3. Gemiddeld over de cultivars varieert dit minimaal aantal dagen van 13 in trek 1, tot 3 in trek 5. Het maximaal aantal dagen varieert van 17 in trek 1, tot 6 in trek 5.

Tabel 2

Datums van inhalen, overzetten naar andere compartimenten, terugzetten en oogst voor de verschillende cultivars en trekken.

	Inhalen	over- zetten	terugzetten	beoordeling cultivars op oogstdatum							
				Strong Gold	White Marvel	Red Mark	Leen v/d Mark	Leo Visser	Purple Prince	Seadov White	Barcelona
trek 1	22-nov.	29-nov.	4-dec.	6-dec.	8-dec.	17-dec	21-dec	24-dec			
trek 2	10-jan	17-jan	22-jan	24-jan	26-jan	06-feb	05-feb	04-feb	31-jan	29-jan	
trek 3	14-feb	21-feb	26-feb	28-feb	02-mrt	07-mrt	05-mrt	06-mrt	04-mrt	01-mrt	
trek 4	15-mrt	21-mrt	23-mrt	25-mrt	26-mrt	02-apr	02-apr	01-apr	30-mrt	29-mrt	
trek 5	11-apr	16-apr	19-apr	20-apr	22-apr	27-apr	25-apr		22-apr	26-apr	24-apr

Aantal dagen na inhalen.		Groei duur									
dgn RV>95%		Dagen RV <80%									
trek 1	7	5	7	9		25	29	32			
trek 2	7	5	7	9		26	26	25	21	19	
trek 3	7	5	7	9		19	19	20	18	15	
trek 4	6	2	4	5			18	17	15	14	
trek 5	5	3	4	6		16	14		11	15	13

minimaal aantal dgn RV > 95% na de periode met RV<80%											totaal dgn RV > 95%		deel groeiduur RV > 95%	
Strong GoldWhite Marvel											Barcelona	gemiddeld	RV > 95%	RV < 80%
trek 1	9	13	16								13	20	69%	31%
trek 2	11	10	9	5	3						8	15	63%	38%
trek 3	5	3	4	2	0						3	10	53%	47%
trek 4	7	7	6	4	3						5	11	70%	30%
trek 5	5	3			0	4	5	2			3	8	58%	42%
maximaal aantal dgn RV > 95% na de periode met RV<80%														
trek 1	13	17	20								17	24	83%	17%
trek 2	15	14	13	9	7						12	19	79%	21%
trek 3	9	7	8	6	3						7	14	73%	27%
trek 4	10	10	9	7	6						8	14	88%	12%
trek 5	8	6			3	7	8	5			6	11	79%	21%

3.2 Blad- en stengelkiep

De analyse van de gegevens laat zien dat het percentage blad- en stengelkiep (kortweg percentage kiepers) verschilt per trek, per cultivar en voor de duur van de groei in de geventileerde compartimenten. Tussen die compartimenten die tijdens de eerste 3 trekken 21 of 24 uur zijn de verschillen in het optreden van kiepers klein en variabel, figuur 2.

Figuur 2 Percentage kiepers bij de eerste 3 trekken, bij 5, 7 en 9 dagen in het compartiment met een RV<80% voor 21 en 24 uur per dag.

Ook bij de 4^{de} en de 5^{de} trek waarbij 18, 21 en 24 uur in de compartimenten werd geventileerd, zijn de verschillen klein en variabel, figuur 3.

Figuur 3 Percentage kiepers bij de 4^{de} en 5^{de} trek, bij 2-3, 4 en 5-6 dagen in het compartiment met een RV<80% voor 18, 21 en 24 uur per dag.

Over het geheel genomen is er geen of nauwelijks verschil tussen het percentage kiepers wanneer tijdens de kiepgevoelige 24 uur per dag wordt geventileerd of 18 of 21 uur per dag (d.w.z. 3 tot 6 uur s'nachts *niet* ventileren). Maar het aantal dagen dat er geventileerd wordt heeft wel een duidelijk effect op het optreden van kiepers, figuur 4 en 5.

Figuur 4 en 5 Gemiddeld percentage kiepers bij 5, 7 en 9 dagen in de geventileerde compartimenten bij de eerste 3 trekken, en 2-3, 4 en 5-6 dagen bij de 4^{de} en de 5^{de} trek.

Tussen de verschillende trekken, maar vooral ook tussen de verschillende cultivars zijn echter grote verschillen in response op een RV>95%. De gemiddelden zijn samengevat in Figuur 6 (percentage kiepers per trek) en in Figuur 7 (percentage kiepers per cultivar).

Figuur 6 en 7 Gemiddeld percentage kiepers bij de verschillende trekken, en bij de verschillende cultivars (Red Mark komt in alle trekken voor, Agrass White, Barcelona en Seadov alleen bij de 5^{de} trek).

De verschillen tussen de 5 trekken zijn voor een deel te verklaren doordat bijvoorbeeld in trek 5 de blijkbaar zeer gevoelige cultivars Seadov en Agrass White gebroeid worden, die niet in de andere trekken gebroeid worden. In trek 3 is het gemiddelde percentage kiepers opvallend laag, mogelijk doordat de cultivars in die trek relatief het langst bij een RV < 80% gebroeid worden, nl. voor 47% van de duur van de groei, zie tabel 3. Voor de cultivars Red Mark en Strong Gold is het percentage kiepers in het compartiment met permanent een RV>95% echter ook laag.

De resultaten van de effecten van tijdelijk of permanente blootstelling aan een RV > 95% zijn per trek per cultivar samengevat in tabel 4. Het percentage kiepers bij permanent verblijf in het compartiment met een RV > 95% geeft aan hoe gevoelig een cultivar is. Strong Gold, Leo Visser en Red Mark zijn zeer gevoelig, White Marvel is weinig gevoelig. Leen vd Mark is meestal ongevoelig, behalve bij trek 2. Purple Prince is vrij ongevoelig behalve bij trek 5. Deze cultivar heeft ook bij permanent verblijf in het compartiment met een RV < 80% een fors percentage kiepers (27%). Strong Gold is zeer gevoelig, behalve bij trek 3. Dergelijke uitzondering zijn op basis van de beschikbare gegevens niet te verklaren.

In tabel 4 is ook het percentage kiepers weergegeven bij verblijf van 5, 7 en 9 dagen in de compartimenten met 24 of 21 uur per dag met een RV < 80% voor trek 1 t/m 3 en een verblijf van 2-3, 4 en 5-6 dagen in de compartimenten met 18, 21 en 24 uur per dag met een RV < 80% voor trek 4 en 5. Uit deze gegevens is benodigde minimum aantal dagen berekend om kiepers te vermijden, alsmede hoeveel procent dit van de totale groeiduur is.

Op grond van deze resultaten zijn de cultivars in te delen in weinig kiepgevoelig (Leen vd Mark en White Marvel), gevoelig maar met een korte kiepgevoelige fase (Leo Visser en Barcelona) en gevoelig met een lange kiepgevoelige fase (Red Mark, Strong Gold, Seadov en Agrass White). In een aantal gevallen (Leen vd Mark 2^{de} trek, Purple Prince 2^{de} en 5^{de} trek, Red Mark 3^{de} trek en Strong Gold 3^{de} trek) spelen is de response op een RV > 95% afwijkend en spelen andere factoren hierbij een rol.

Tabel 4

Samenvatting resultaten kiepgevoeligheid bij verschillende cultivars per trek en het geschatte benodigde minimum aantal dagen bij een $RV < 80\%$ om kiepers te vermijden.

Cultivar	trek	groeiduur dgn	Kiep% gehele trek bij (controle)		Kiep% bij aantal dagen RV <80%*			Minimum aantal dagen met RV < 80% waarbij kiep% ≤ controle			observatie
			RV ≥ 95%	RV < 80%	5 dgn	7dgn	9dgn	dgn	deel groeiduur		
Leen v/d/ Mark	trek 1	32	1%	0%	0%	0%	1%				ongevoelig
	trek 2	25	48%	1%	11%	13%	3%	9	35%		gevoelig
	trek 3	20	6%	0%	2%	2%	1%	10	51%		weinig gevoelig
	trek 4	17	11%	0%	2%	2%	0%	5	27%		weinig gevoelig
Leo Visser	trek 2	21	61%	1%	5%	3%	3%	8	37%		gevoelig, kort
	trek 3	18	41%	1%	4%	2%	1%	8	42%		gevoelig, kort
	trek 4	15	63%	0%	17%	3%	5%	5	31%		gevoelig
	trek 2	19	6%	0%	25%	12%	5%	nvt			?
Purple Prince	trek 3	15	4%	0%	0%	2%	0%	9	61%		ongevoelig
	trek 4	14	13%	2%	7%	13%	3%	8	57%		weinig gevoelig
	trek 5	11	58%	27%	37%	26%	45%	nvt			?
	trek 1	29	30%	0%	27%	11%	13%	15	51%		gevoelig
Red Mark	trek 2	26	73%	6%	50%	26%	25%	12	45%		zeer gevoelig
	trek 3	19	10%	0%	1%	3%	0%	12	62%		weinig gevoelig
	trek 4	18	45%	0%	45%	3%	1%	4	24%		gevoelig
	trek 5	14	97%	5%	42%	33%	12%	6	44%		zeer gevoelig
Strong Gold	trek 2	27	99%	2%	81%	68%	34%	16	59%		zeer gevoelig
	trek 3	21	2%	0%	4%	0%	0%	8	40%		ongevoelig
	trek 4	18	55%	1%	29%	32%	19%	8	46%		zeer gevoelig
	trek 5	16	97%	5%	59%	41%	28%	8	47%		zeer gevoelig

Cultivar	trek	groeiduur dgn	Kiep% gehele trek bij (controle)		Kiep% bij aantal dagen RV <80%*			Minimum aantal dagen met RV < 80% waarbij kiep% ≤ controle		observatie
			RV ≥ 95%	RV < 80%	5 dgn	7dgn	9dgn	dgn	deel groeiduur	
White Marvel	trek 1	25	3%	0%	11%	2%	4%			weinig gevoelig
	trek 2	26	5%	0%	4%	5%	2%			ongevoelig
	trek 3	19	2%	0%	2%	0%	1%			ongevoelig
Seadov	trek5	15	95%	3%	88%	77%	29%	10	66%	zeer gevoelig
Agrass white	trek5	16	75%	10%	45%	42%	28%	8	50%	zeer gevoelig
Barcelona	trek5	13	37%	5%	6%	7%	4%	5	37%	gevoelig, kort
gemiddeld		20	40%	2%	24%	17%	11%	9	46%	

* Bij trek 4 zijn dit 2, 4 en 5 dagen, bij trek 5 zijn dit 3, 4 en 5 dagen

3.3 Energiebesparingsmogelijkheden

Afgezien van de afwijkende gevallen zouden de cultivars grofweg ingedeeld kunnen worden in weinig gevoelige cultivars, cultivars met een korte kiepgevoelige fase en cultivars met een lange kiepgevoelige fase, Tabel 5.

Tabel 5

Cultivars ingedeeld naar gevoeligheid voor kiep (Purple Prince in alle trekken en Red Mark en Strong Gold in trek 3, zijn in deze indeling niet meegenomen).

	weinig gevoelig	kiepgevoelige fase	
		kort	lang
cultivars	Leen vd Mark, White Marvel	Leo Visser, Barcelona	Red Mark, Strong Gold, Seadov, en Agrass White
percentage kiepers			
RV > 95%	5%	51%	74%
RV <80%	0%	2%	3%
9 dgn RV <80%	1%	3%	21%
7 dgn RV <80%	2%	4%	37%
5 dgn RV <80%	3%	8%	52%
gemiddelde groeiduur	23	17	20
benodigd minimum aantal dgn RV<80% om kiep te voorkomen	2	6	11
deel van groeiduur	9%	33%	53%

Voor de weinig kiepgevoelige cultivars zou gemiddeld voor slechts 2 dagen van de groeiduur een goede verdamping bij een RV<80% noodzakelijk zijn om kiepers te voorkomen. Bij de kiepgevoelige cultivars met een korte kiepgevoelige fase zou gemiddeld 6 dagen voldoende zijn en bij een lange kiepgevoelige fase 11 dagen. Gemiddeld over alle cultivars en trekken komt dat uit op 7 dagen per trek. Tweederde van de groeiduur hoeft er dus gemiddeld niet geventileerd te worden. De energiebesparingsmogelijkheden liggen hiermee ruim boven de 50%.

Voor de praktische toepassing van deze energiebesparende mogelijkheid is het van belang dat tijdens groei precies herkend wordt vanaf welk ontwikkelingsstadium van het gewas de verdamping moet beginnen, en vanaf welk stadium het verdampen kan stoppen.

4 Conclusies en Aanbevelingen

De resultaten van deze proeven (broei op stilstaand water, bolmaat 10) bevestigen dat tijdens de kiepgevoelige fase enkele uren, i.d.g. maximaal 6 uur in de nacht, *niet* ventileren geen effect heeft op het aantal kiepers.

Het aantal dagen dat tijdens de kiepgevoelige fase geventileerd wordt, heeft wel een duidelijk effect op het aantal kiepers. Uit de resultaten valt af te leiden dat, gemiddeld over de 5 trekken, de kiepgevoelige fase ongeveer 7 dagen duurt. Dit is 35% van de groeiduur.

Er zijn echter opvallend grote verschillen tussen cultivars: Leen vd Mark en White Marvel bleken weinig gevoelig en 2 dagen goed verdampen ($RV < 80\%$) is voldoende om kiepers te voorkomen. Leo Visser en Barcelona hebben wel een duidelijke kiepgevoelige fase, maar deze duurt kort: gemiddeld 6 dagen ongeveer 33% van de groeiduur. Voor de cultivars Red Mark, Strong gold, Seadov en Agrass White duurt de kiepgevoelige fase langer, gemiddeld 10 dagen, 53% van de groeiduur.

De cultivar Purple Prince vertoonde echter een sterk afwijkend gedrag en was niet in één van deze drie categorieën te plaatsen: tijdens de 1^{ste} trek was bij groei permanent onder een $RV > 95\%$ het percentage kiepers laag (6%), maar bij groei van 5 en 7 dagen onder een $RV < 80\%$ was het percentage kiepers fors hoger (resp. 25% en 12%). Bij de 5^{de} trek was het percentage kiepers altijd hoog, ook bij permanent groei onder een $RV < 80\%$ (nl. 27%). Bij de 3^{de} trek echter was het percentage kiepers juist in alle gevallen heel laag (4% bij een $RV > 95\%$, en in de overige compartimenten 0 – 2%). Ook Red Mark en Strong Gold, bij deze proeven zeer kiepgevoelig, hebben bij de 3^{de} trek juist heel weinig last van kiepers (10% resp. 2% bij een $RV > 95\%$). Een ander afwijkend geval was het gedrag van Leen vd Mark bij de 2^{de} trek: flink kiepgevoelig, maar bij trek 1, 4 en 5 juist niet.

Deze afwijkingen zijn niet te verklaren uit b.v. een tekort aan Ca in het gietwater. Uit onderzoek in fase II van dit project bleek wel dat *met* Ca de kiepgevoelige fase van de cultivar Strong Gold flink korter is dan *zonder* Ca in het gietwater, maar bij een permanente groei bij een $RV > 95\%$ voorkomt dat kiepers niet. En omgekeerd, bij een permanente groei onder een $RV < 80\%$ treden ook zonder Ca in het gietwater geen kiepers op. Ander eerder onderzoek (van Dam M., 2012) liet zien dat het Ca-gehalte in de bol, of in de verschillende bolonderdelen, niet aan het wel of niet optreden van kiepers gerelateerd kon worden. Het Ca-gehalte in de bol zou gerelateerd kunnen worden aan de omstandigheden tijdens de teelt en zo verschillen tussen partijen kunnen verklaren. Bovenstaande is een aanwijzing dat de temperatuurbehandeling tijdens de bewaring mogelijk een rol speelt. De temperatuurbehandelingen beïnvloeden de hormoonhuishouding hetgeen mogelijk van invloed is op de groeisnelheden in bepaalde groeifasen en zouden ook ten grondslag aan verschillen tussen cultivars kunnen liggen.

Kortom, de belangrijkste **conclusies** zijn dat

- In de nacht er altijd een periode van maximaal zes uur niet geventileerd hoeft te worden.
- De energiebesparende mogelijkheden van het alleen tijdens de kiepgevoelige fase (voor een deel van het etmaal) handhaven van een $RV < 80\%$ heel groot zijn, meer dan 50%.

De laatste besparing kan door compartimentering van de kas. Een praktische toepassing is echter alleen mogelijk wanneer tijdens groei precies herkend wordt vanaf welk ontwikkelingsstadium van het gewas de verdamping moet beginnen, en vanaf welk stadium het verdampen kan stoppen. Daarnaast dient bekend te zijn welke andere factoren, behalve Ca in het gietwater en verdamping, nog meer een rol kunnen spelen bij het optreden van kiepers in de waterbroei.

Het is daarom **aanbevolen** in fase IV van dit project het onderzoek aan het beperken van de verdamping met maximaal 2-3 cultivars voort te zetten, bijvoorbeeld met White Marvel (weinig gevoelig voor kiep), Leo Visser (met een korte kiepgevoelige periode) en Strong Gold (lange kiepgevoelige periode). Belangrijke punten van onderzoek zijn: ontwikkelingsstadium herkennen van het begin en het einde van de kiepgevoelige fase. Effect van temperaturen bij de bewaring (de preparatie) op de duur van de kiepgevoelige fase, effect (lagere) kastemperatuur tijdens de kiepgevoelige fase en minimale duur handhaving $RV < 80\%$ per etmaal tijdens de kiepgevoelige fase.

In een aanpalend project zou een fundamenteel onderzoek gestart moeten worden naar de achtergronden van de grote verschillen tussen cultivars in kiepgevoeligheid.

Literatuur

Van Dam M., 2012.

"Calcium in de bol en bladkiep bij tulpen" Wageningen UR / Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit.

Wildschut, J., Speetjens B., Campen J., Gude H. 2014.

"*Meerlagenteelt 2.0, een nieuw basisontwerp*". Wageningen UR / Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit.

Wildschut, J. 2016.

"Minimale CO₂-uitstoot door Minimale Verdamping Tulp, fase I: Verkenning kiepgevoeligheid tulp in Meerlagenteelt 2.0". Wageningen UR / Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit.

Wildschut, J. en Van Dam, 2018.

"Minimale CO₂-uitstoot door Minimale Verdamping Tulp, fase II: Tolerantie voor $RV \approx 100\%$ tijdens de kiepgevoelige fase". Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw-Bloembollen.

Bijlage 1 Het kasklimaat

Het gerealiseerde klimaat in de kas en in de verschillende compartimenten in die kas, wordt in deze bijlage geïllustreerd door de figuren 1 t/m 4 (RV), figuren 5 t/m 8 (temperatuur) en figuren 9 t/m 12 (vochtdeficit). De RV x T metingen (elke 5 minuten) konden niet voor alle trekken volledig uitgevoerd worden. Bij de eerste trek zijn in de compartimenten geen RV x T metingen verricht, bij de 2^{de} trek is gedurende 48% van de trekduur gemeten, bij de derde trek gedurende 33% en bij de laatste 2 trekken vrijwel volledig.

Figuur 1 RV in kas en compartimenten van 24 januari tot 6 februari (2^{de} deel van de 2^{de} trek).

Figuur 2 RV in kas en compartimenten van 1 maart tot 8 maart (laatste week trek 3).

Figuur 3 RV% in kas en compartimenten, trek 4.

Figuur 4 RV% in kas en compartimenten, trek 5

Figuur 5 Temperatuur in kas en compartimenten, 2^{de} deel 2^{de} trek.

Figuur 6 Temperatuur in kas en compartimenten, laatste week trek 3.

Figuur 7 Temperatuur in kas en compartimenten, trek 4.

Figuur 8 Temperatuur in kas en compartimenten, trek 5.

Figuur 9 Vochtdeficit in kas en compartimenten, 2^{de} helft 2^{de} trek.

Figuur 10 Vochtdeficit in kas en compartimenten, laatste week 3^{de} trek.

Figuur 11 Vochtdeficit in kas en compartimenten, trek 4.

Figuur 12 Vochtdeficit in kas en compartimenten, trek 5.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life

Wageningen University & Research,
BU Glastuinbouw - Bloembollen
Postbus 20
2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 1
2665 MV Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
F +31 (0) 10 522 51 93
www.wur.nl/glastuinbouw

Rapport WPR-899

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.