Minimaliseren Verdamping Tulp

Factoren om rekening mee te houden bij het ontstaan van kiepers

Jeroen Wildschut, Martin van Dam, John Trompert en Sjoerd van Vilsteren

Rapport WPR-1058

Referaat

De belangrijkste energiepost bij meerlagenteelt van tulp, in goed geïsoleerde ruimtes en belicht door LED-lampen, is het energieverbruik voor ontvochtigen, belangrijk om kiepers e.d. te voorkomen. Onderzoek van WUR (in het programma Kas als Energiebron) liet zien dat een langere koude preparatie voorafgaand aan de broei en bij grotere bolmaten, het percentage kiepers hoger is en de kiepgevoelige fase langer duurt.

Bij een kastemperatuur van 14°C begint de kiepgevoelige fase fors later dan bij 18°C, maar eindigt op dezelfde dag. Begint de groei bij 14°C, maar wordt deze vervolgd bij 18°C, dan neemt het percentage goede tulpen snel af. Begint de broei bij 18°C en vervolgt bij 14°C dan daalt het percentage goede tulpen minder snel.

Bemesting met calcium tijdens de beworteling *plus* in de kas geeft het hoogste percentage goede tulpen.

Wanneer de broei start bij een $RV \approx 70\%$ is het effect van calciumbemesting het grootst. Om energie te besparen door tijdens de broei alleen te ontvochtigen wanneer tulpen in de kiepgevoelige fase zijn dient men van een cultivar de achtergronden van een partij, zoals de preparatie en het effect van bolmaat, dus goed te kennen.

Abstract

Energy use in well insulated areas for hydroponic tulip forcing in multiple layer systems, lighted by LED's, is determined by transpiration. Reduced transpiration when Relative Humidity (RH) is high ($RH > 95\%$) risks to result in topple. In the program "Greenhouse as Source of Energy" research of WUR showed extended cold treatment before forcing and bulb size to increase topple. At a greenhouse temperature of 14°C the start of the topple sensitive phase is delayed compared to 18°C, but ends the same day. If forcing starts at 14°C but is later continued at 18°C the percentage of unaffected tulips is reduced strongly, whereas starting at 18°C and continued at 14°C topple is less.

Fertilisation with Calcium during both rooting and forcing results in the highest portion of unaffected tulips. This effect of Calcium is the strongest when forcing starts at a $RH \approx 70\%$. The backgrounds of a batch of a cultivar, as cold preparation and bulb size, has to be known in detail in order to be able to reduce energy use by reducing transpiration.

Rapportgegevens

Rapport WPR-1058

Projectnummer: 3742 3037 00

Thema: Klimaat en Energie / bloembollen

DOI: <https://doi.org/10.18174/551439>

Dit project / onderzoek is mede tot stand gekomen door de bijdrage van het Min. van LNV in het programma Kas als Energiebron.

Disclaimer

© 2020 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

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
2	Werkwijze	9
3	Resultaten	11
	3.1 1 ^{ste} trek	11
	3.2 2 ^{de} trek	13
	3.3 3 ^{de} trek	16
	3.4 4 ^{de} trek	18
4	Conclusies en Aanbevelingen	21
	Literatuur	23
	Bijlage 1 Kasklimaat	25

Samenvatting

De verwachting is dat de meerlagenteelt van tulp zich ontwikkelt naar nog meer lagen (b.v. > 6) in goed geïsoleerde ruimtes, volledig belicht door LED-lampen. De belangrijkste energiepost is dan het energieverbruik voor ontvochtigen (ventileren met en opwarmen van buitenlucht). Daarom is 5 jaar geleden onderzoek opgestart naar de mogelijkheden dit te beperken. Het blijkt dat het beperken van de verdamping goed mogelijk is in het begin van de trek en aan het eind. Dit scheelt veel energie. De groeifase daartussen, de kiepgevoelige fase, moet wel goed verdampt moet kunnen worden om bij de oogst kiepers e.d. te voorkomen. Ook bemesting van het proceswater met Ca bleek hierbij van belang: zonder deze bemesting duurt de kiepgevoelige fase veel langer en moet dus meer geventileerd worden. Maar niet 24 uur per dag: 6 uur *niet* ventileren in de nacht verhoogt het aantal kiepers niet.

Compartimentering van de teeltruimte is wel noodzakelijk. Verder onderzoek wees ook aan dat tussen cultivars (en partijen) en tussen seizoenen verschillen zijn in kiepgevoeligheid.

Daarom dit onderzoek: welke factoren spelen nog meer een rol bij het kiepen en hoe hier mee om te gaan om het energieverbruik voor ventilatie te beperken.

De resultaten van dit onderzoek gaven aan dat de cultivar Leen vd Mark minder gevoelig is voor kiep dan Sunny Prince. De kiepgevoelige fase is korter en de afname van het aantal goede tulpen is minder sterk. Beide cultivars laten echter zien dat naarmate de koude bewaring voorafgaand aan de broei langer duurde, het percentage kiepers hoger is en de kiepgevoelige fase iets langer duurt.

Tussen partijen van een cultivar kan de duur van de kiepgevoelige fase en de gevoeligheid voor kiep fors verschillen. De achtergronden zijn niet altijd duidelijk te achterhalen, maar aannemelijk is wel bijvoorbeeld dat het grote verschil tussen de 2 partijen Purple Prince met het aantal weken koude bewaring te maken heeft: hoe langer, hoe meer kiep.

De verschillen tussen de partijen van Dow Jones hebben ook een dergelijke achtergrond: partij A is vermoedelijk eerder dan partij B in de beworteling gegaan (want bij inhalen een spruitlengte van 14 cm tegen 10 cm van partij B). De minst gevoelige partij C ging bijna 2 weken later in de koeling dan partijen A en B.

De verschillen tussen de partijen Strong Gold hebben onder meer als achtergrond het verschil in bolmaat: hoe kleiner hoe ongevoeliger. Andere verschillen tussen deze partijen zijn onbekend.

De verschillende kastemperaturen tijdens de 3^{de} trek hebben een sterk effect op de kiepgevoeligheid van de cultivars Strong Gold en Dow Jones. Bij een kastemperatuur van 14°C begint de kiepgevoelige fase van Strong Gold fors later dan bij 18°C, maar eindigt in beide gevallen op ongeveer dezelfde dag. Begint de groei bij 14°C, maar wordt deze vervolgd bij 18°C, dan neemt het percentage goede tulpen snel af. Begint de broei bij 18°C en vervolgt bij 14°C dan daalt het percentage goede tulpen minder snel. Bij 18°C is het aantal goede tulpen van Strong Gold bij groei onder een RV>95% tijdens de kiepgevoelige fase fors lager dan bij 14°C. De totale groeiduur bij 14°C is echter fors langer dan bij 18°C: tot 22 - 25 dagen tegen 17 dagen bij 18°C.

Op Dow Jones hebben de temperatuurverschillen ongeveer het zelfde effect, maar met dat verschil dat bij 14°C de tulpen duidelijk ongevoeliger zijn voor kiep dan bij Strong Gold. Bij 18°C begint ook bij Dow Jones de kiepgevoelige fase eerder dan bij 14°C, maar het einde van deze fase lijkt ook op ongeveer dezelfde dag te vallen.

Bij Strong Gold geeft bemesting met calcium tijdens de beworteling *plus* in de kas het hoogste percentage goede tulpen. Wanneer de broei start bij een RV≈70% is het effect van calciumbemesting tijdens beworteling *plus* in de kas het grootst, de kiepgevoelige fase eindigt dan al ongeveer op dag 6. Met alleen calciumbemesting in de kas is dat ongeveer op dag 10, en met alleen bemesting tijdens de beworteling, of helemaal zonder calciumbemesting, is dat ongeveer op dag 12. Begint de broei bij een RV>95% dan zijn de verschillen tussen bemesting met of zonder Calcium minder groot (er wordt minder calcium opgenomen door verminderde verdamping). Bij goede verdamping, maar zonder calcium bemesting blijft het percentage goede tulpen tussen de 80 en 100%.

Purple Flag is gevoeliger voor kiep dan Strong Gold (dit bleek ook al uit eerder onderzoek). Het is opvallend dat Bij Purple Flag is het effect van calcium bemesting veel minder uitgesproken is.

Bij afwezigheid van calcium is het percentage goede tulpen meestal wel het laagst.

Om energie te kunnen besparen door tijdens de broei alleen te ontvochtigen wanneer de tulpen in de kiepgevoelige fase zijn dient men dus eerst goed de achtergronden van een partij te kennen, met name hoe het bewaarschema (de preparatie, de koude behandeling) is geweest. Ook moet men van de cultivar het effect kennen van de bolmaat op de kiepgevoelige fase.

Door bij lagere temperatuur te broeien kan de kiepgevoeligheid worden verminderd, maar de broei duurt dan langer. Calcium bemesting tijdens beworteling plus in de kas verkort bij Strong Gold de kiepgevoelige fase fors, maar bij Purple Flag is dit effect minder duidelijk.

De fysiologische achtergrond van het kiepen, en het verschil hierin tussen de verschillende cultivars, is nog niet duidelijk.

1 Inleiding

Op weg naar een rendabele klimaatneutrale tulpenbroeierij zijn al flinke stappen gezet: waterbroei (eb/vloed systemen), goed geïsoleerde schuurkas, energieschermen, meerlagenteelt en LED-verlichting. Een laatste obstakel, dat bij meerlagenteelt in belang toeneemt, is de vocht- en verdampingsproblematiek: stengel- en bladkiep. Ontvochtigen, door stoken met het raam open, met luchtbehandelingskasten of warmtepompen kost nog veel energie en investeringen. Door alleen te ontvochtigen wanneer de tulp in de groeifase is waarin de vocht- en verdampingsproblematiek speelt, dat is grofweg alleen in week 2 van de groeiduur van 3 weken, zou het energieverbruik verder teruggebracht worden van gemiddeld 600 MJ/m² (20 m³ gas/m²) in meerlagenteelt naar minder dan 300 MJ/m² (minder dan 10 m³ gas). Er hoeft dan minder energie verduurzaamd te worden om tot een rendabele klimaatneutrale tulpenbroeierij te komen.

Meerdere seizoenen onderzoek laten zien dat het mogelijk is de verdamping van tulpen tijdens de broei fors te beperken, zowel aan het begin als aan het eind van de groeiduur (Wildschut J., 2014). Het onderzoek laat ook zien dat de resultaten variabel zijn: zowel binnen een seizoen als tussen seizoenen, en dat er wat betreft de kiepgevoeligheid grote verschillen tussen cultivars zijn (Wildschut J. en van Dam M., 2017). Dit geeft aan dat het, ook per cultivar, nog niet duidelijk is welke (combinatie van) andere factoren hierbij nog meer een rol spelen (Wildschut J. en van Dam M., 2019). Behalve goede verdamping tijdens de kiepgevoelige fase en voldoende Calcium in het proceswater, is er mogelijk een interactie met temperatuur tijdens de broei of voortrek of met het voorafgaande bewaarregime (de preparatie). Wanneer dit opgehelderd is kan de verdamping van tulpen, zonder risico op kwaliteitsverlies, fors beperkt worden en daarmee het energieverbruik tijdens de broei.

Technische doelstellingen zijn derhalve het ophelderen welke andere factoren, naast goede verdamping en Ca-bemesting van het proceswater, de kiepgevoeligheid en de duur van de kiepgevoelige fase van tulp ook beïnvloeden. Met deze kennis kan de verdamping van tulpen, zonder risico op kwaliteitsverlies, fors beperkt worden.

De ontvochtiging tijdens de broei van tulpen is een belangrijke energiepost. En door de toename van de meerlagenteelt is deze post nog belangrijker geworden. Meerlagenteelt 2.0 (Wildschut *et al.* 2014) voorziet meerlagenteelt in geheel gesloten goed geïsoleerde ruimtes, waarbij niet het warmteverlies naar buiten toe, maar de energie nodig voor verdamping en ontvochtiging nog de belangrijkste energiepost is. Door deze zoveel mogelijk te beperken en door inzet van balansventilatie en een warmtepomp voor verwarming en ontvochtiging zou het energieverbruik van gemiddeld 600 MJ/m² teruggebracht kunnen worden naar minder dan 300 MJ/m². Deze besparing is op thermische energie, en in het geval van gasverbruik of grijze stroom reduceert evenredig hiermee de uitstoot van CO₂ (20 kg CO₂/m²/per seizoen in geval van gasverbruik). Terwijl het energieverbruik per m² zo meer dan gehalveerd wordt neemt door meerlagenteelt de productie meervoudig toe. Steeds meer tulpen worden in meerlagenteeltsystemen gebroeid (de EnergieMonitor 2016 gaf aan dat 50% van de tulpen zo gebroeid wordt). In deze systemen bleek ontvochtigen steeds belangrijker en werd mechanisch ontvochtigen met slurven en luchtbehandelingskasten geïntroduceerd. Ook andere ontvochtigingssystemen worden hier en daar toegepast (ontvochtigen met warmtepomp). Door systemen voor ontvochtiging alleen toe te passen in het kasdeel met de tulpen in de kiepgevoelige fase, worden energie en kosten bespaard. Deze compartimentering is noodzakelijk omdat gewoonlijk in een kas tulpen in meerdere groeifasen staan, en het is ook een middel om investeringskosten te drukken, energie te besparen en CO₂-uitstoot te verminderen. Als gevolg van een fors gereduceerde energievraag voor de broei zijn minder grote systemen voor duurzame energieopwekking en -opslag nodig, hetgeen de realisatie van de volledig fossielvrije tulp een forse stap dichterbij brengt.

2 Werkwijze

Van tulpenbroeiers zijn in overleg met o.a. hun teeltadviseur prikbakken met bewortelde tulpenbollen betrokken van enkele belangrijke cultivars. Met deze cultivars zijn 4 trekken uitgevoerd met verschillende behandelingen, zie Tabel 1.

Tabel 1

Overzicht cultivars, aantal partijen en behandelingen, en trekdatums.

	Cultivar	aantal partijen	aantal behandelingen	inhalen	oogsten	
					eerst	laatst
Trek 1	Leen vd Mark	1	3	16-dec.	08-jan	13-jan
	Sunny Prince	1	3		04-jan	08-jan
Trek 2	Purple Prince	2	1	19-jan.	06-feb	10-feb
	Candy Prince	1	1		06-feb	10-feb
	Strong Gold	3	1		10-feb.	18-feb.
	Dow Jones	3	1		10-feb.	11-feb.
Trek 3	Strong Gold	1	4	24-feb.	11-mrt	21-mrt
	Dow Jones	1	4		11-mrt	19-mrt
Trek 4	Strong Gold	1	4	29-mrt.	13-apr	16-apr
	Purple Flag	1	4		10-apr	13-apr

Trek 1 betrof 2 cultivars, Leen van de Mark en Sunny Prince, waarvan van elke cultivar 1 partij (d.w.z. zelfde teler, veld en oogstdatum), die op het bedrijf op 3 verschillende datums na de warme bewaring in de koeling zijn gegaan en 2-3 maanden later in de bewortelingsruimte zijn geplaatst en vervolgens op dezelfde datum bij WUR Glastuinbouw & Bloembollen in Bleiswijk in de kas zijn "ingehaald".

Trek 2 betrof 4 cultivars, Purple Prince & Candy Prince, Strong Gold en Dow Jones, waarvan respectievelijk 2, 1, 3 en 3 verschillende partijen (d.w.z. verschillende teler en veld en soms verschillend bewaarregime), zie ook Tabel 2 in §3.2.

In de 3^{de} trek is voor Strong Gold en Dow Jones de kiepgevoeligheid getest bij verschillende kastemperaturen (14°C en bij 18°C).

In de 4^{de} trek is nagegaan wat het effect is van bemesting van het proceswater met Calcium (Ca) in de beworteling, maar niet in de kas, alleen in de kas, en zowel in de beworteling als in de kas.

De proefopzet was telkens als volgt: 12 bakken van een behandeling werden geplaatst op een tafel die in een plastic tent stond waarin de RV daardoor tot boven de 95% opliep en 12 bakken werden geplaatst op een tafel zonder tent, waar de RV gemiddeld ongeveer 70% was, Tabel 2 (zie ook Bijlage 1).

Tabel 2

Gemiddelde temperatuur en RV in de 4 verschillende kassen.

	kas 1		kas 2		kas 3		kas 4	
	T	RV%	T	RV%	T	RV%	T	RV%
Trek 1	16,1	74	16,1	63	16,1	68	16,1	61
Trek 2	16,2	68	16,3	67	16,3	65	16,3	69
Trek 3	14,9	72	15,0	66	18,3	65	18,4	61
Trek 4	17,1	65	17,0	63	17,0	57	17,1	55

Enkele dagen na inhalen werd elke 2 dagen (en later in het seizoen elke dag) één bak verplaatst van de tafel met een $RV \approx 70\%$ naar de tafel met een $RV > 95\%$, en één bak van de tafel met een $RV > 95\%$ naar de tafel met een $RV \approx 70\%$. De laatste van de 12 bakken bleef staan. Aldus ontstaat een reeks (serie) bakken die vanaf inhalen steeds langer onder een $RV \approx 70\%$ en daarna onder een $RV > 95\%$ afbroeien, en een reeks die vanaf inhalen steeds langer onder een $RV > 95\%$ en daarna onder een $RV \approx 70\%$ afbroeien. Bij de oogst zijn van elke bak het aantal goede tulpen bepaald (totaal aantal tulpen per bak minus het aantal tulpen met stengel- en blad kiep en bleke of iele tulpen). Wanneer in de reeks het aantal goede tulpen daalt naar mate tulpen langer onder een $RV > 95\%$ groeien wordt aangegeven dat de kiepgevoelige fase begonnen is. Wanneer na het overplaatsen van de bakken van een $RV \approx 70\%$ naar een $RV > 95\%$ het aandeel goede tulpen tot ongeveer 100% toeneemt wordt aangegeven dat de kiepgevoelige fase voorbij is.

3 Resultaten

3.1 1^{ste} trek

Na oogsten, verwerken en warm bewaren zijn bollen van één partij van de cultivar Leen van de Mark op 3 verschillende tijdstippen in de koeling gegaan: 31 augustus, 6 september en 13 september, opgeplant op 23 november (128 bollen per kist) en ingehaald op 16 december. Resultaten zijn samengevat in Figuur 1 en Figuur 2.

Figuur 1 Percentage goede tulpen (Leen van de Mark) na een eerste aantal dagen groei bij een $RV > 95\%$ en vervolgens de resterende groei bij een $RV \approx 70\%$, afhankelijk van de datum waarop de bollen in de koeling gingen.

Figuur 1 laat zien dat de eerste 10 dagen groei bij een $RV > 95\%$ en vervolgens bij een $RV \approx 70\%$ niet leidt tot minder goede tulpen (door stengelkiep, bladkiep en/of iele planten). Een groei bij een $RV > 95\%$ langer dan 10 dagen leidt in toenemende mate tot minder goede tulpen. De tulpenbollen die het eerst in de koeling gingen (31 augustus) blijken het gevoeligst voor kiep.

Figuur 2 Percentage goede tulpen (Leen van de Mark) na een eerste aantal dagen groei bij een $RV \approx 70\%$ en vervolgens de resterende groei bij een $RV > 95\%$, afhankelijk van de datum waarop de bollen in de koeling gingen.

Figuur 2 laat zien dat na een aantal dagen groei bij een $RV \approx 70\%$ en vervolgens groei bij een $RV > 95\%$ vanaf dag 12 – 14 niet meer leidt tot minder goede tulpen. De tulpen die het laatst de koeling in gingen (13 september) zijn het minst gevoelig.

De kiepgevoelige periode is bij deze trek vanaf dag 8-10 tot dag 12-14. In de periode na dag 14 tot de oogst (ruim 10 dagen) hoeft niet geventileerd te worden. De tulpen die het eerst de koeling in gingen zijn het gevoeligst (het aantal slechte tulpen per bak is het hoogst), de tulpen die het laatst de koeling in gingen zijn het minst gevoelig.

Bollen van de cultivar Sunny Prince gingen 23 augustus, 29 augustus en 4 september in de koeling en zijn opgeplant respectievelijk op 17, 24 en 25 november (128 bollen per kist) en ingehaald op 16 december. Resultaten zijn samengevat in Figuur 3 en Figuur 4.

Figuur 3 Aantal goede tulpen (Sunny Prince) na een eerste aantal dagen groei bij een $RV > 95\%$ en vervolgens de resterende groei bij een $RV \approx 70\%$, afhankelijk van de datum waarop de bollen in de koeling gingen.

Figuur 3 laat zien dat na meer dan 4 dagen groei bij een $RV > 95\%$ en vervolgens bij een $RV \approx 70\%$ in toenemende mate leidt tot minder goede tulpen (door stengelkiep, bladkiep en/of iele planten). Vooral groei bij een $RV > 95\%$ van meer dan 10 dagen neemt het aantal goede tulpen leidt in toenemende mate sterk af. De tulpenbollen die het eerst de koeling in gingen zijn het gevoeligst voor kiep e.d., de tulpen die het laatst in de koeling gingen zijn het minst gevoelig.

Figuur 4 Aantal goede tulpen (Sunny Prince) na een eerste aantal dagen groei bij een $RV \approx 70\%$ en vervolgens de resterende groei bij een $RV > 95\%$, afhankelijk van de datum waarop de bollen in de koeling gingen.

Figuur 4 laat zien na 4 tot 6 dagen groei bij een $RV \approx 70\%$ en vervolgens groei bij een $RV > 95\%$ het aantal goede tulpen het laagst is, vooral bij de tulpen die het eerst de koeling in gingen. Bij een langere periode van groei bij een $RV \approx 70\%$ neemt het aantal goede tulpen sterk toe. Een groei van de laatste 5 dagen bij een $RV > 95\%$ heeft geen effect op het aantal goede tulpen.

Sunny Prince heeft een fors langere kiepgevoelige periode dan Leen vd Mark: van dag 4 tot dag 18. En in die periode is Sunny Price ook veel gevoeliger: het aantal goede tulpen neemt sterker af. Dit geldt vooral bij de tulpen die het eerst in de koeling gingen. De tulpen die het laatst in de koeling gingen zijn het minst gevoelig.

3.2 2^{de} trek

Bij de 2^{de} trek zijn 4 cultivars getest op kiepgevoeligheid: Purple Prince & Candy Prince, Strong Gold en Dow Jones, waarvan respectievelijk 2, 1, 3 en 3 verschillende partijen (d.w.z. verschillende teler en/of veld en soms ook verschillend bewaarregime/schema).

In Tabel 3 zijn de (voor zover mogelijk te achterhalen was) partijverschillen per cultivar samengevat:

Tabel 3

Partijverschillen per cultivar.

Cultivar/partij	Maat	n/kist	Koeldatum	koude weken	lengte spruit (cm)	Perceel	opmerking
Purple prince A	10-11	140	18-09-20	17,4	3	Rutten	
Candy prince B	11-12	116	02-10-20	15,4	4	Luttelgeest	
Purple Prince C		130			2		
Dow Jones A		126	22-09-20	16,9	14	Haarlemmermeer	
Dow Jones B		126	22-09-20	16,9	10	Flevopolder	
Dow Jones C	12	103	04-10-20	15,1	4	Luttelgeest	
Strong Gold A	10	130			1		niet altijd 130/kist
Strong Gold B	12	104			1		niet altijd 104/kist
Strong Gold C	12-14	116	12-10-20	14,0	3	zavel eigen teelt	

Figuur 5 laat het percentage goede tulpen zien wanneer de trek begint bij een $RV > 95\%$ en vervolgens bij een $RV \approx 70\%$ verder gaat. Van Purple Prince partij A (spruitlengte bij inhalen 3 cm, 140 bollen per bak) zijn ook bij een volledige groeiduur bij een $RV \approx 70\%$ maar weinig goede tulpen te oogsten (door een zeer groot aantal planten met stengelkiep, maar ook veel bladkiep en iele planten). Deze partij bleek 2 weken meer koeling te hebben gekregen dan Candy Prince.

Partij C (Purple Prince, spruitlengte 2 cm, 130 bollen per bak) kon tot dag 6 bij een $RV > 95\%$ groeien zonder afname van het aantal goede tulpen bij de oogst. Meer dagen groei onder die omstandigheden leidt echter tot een steeds lager aantal goede tulpen, Figuur 5. Partij B (Candy Prince, spruitlengte 4 cm, 116 bollen per bak) kon tot dag 10 onder een $RV > 95\%$ groeien zonder noemenswaardige afname van het aantal goede tulpen bij de oogst, maar meer dan 10 dagen bij een $RV > 95\%$ leidt ook bij deze partij snel tot minder oogstbare tulpen.

Figuur 5 Percentage goede tulpen na een eerste aantal dagen groei bij een $RV > 95\%$ en vervolgens de resterende groei bij een $RV \approx 70\%$.

Figuur 6 laat zien dat van partij B het aantal goede tulpen niet vermindert wanneer vanaf dag 13 de planten onder een $RV > 95\%$ groeien, na eerst onder een $RV \approx 70\%$ gegroeid te hebben. De laatste 9-10 dagen van de trek hoeft dus niet geventileerd te worden. Het lagere aantal goede tulpen na het op dag 10 en 12 verplaatsen van de bakken naar het kasdeel met een $RV > 95\%$ is opvallend en niet verklaarbaar uit de proefbehandelingen. Ook bij partij C is na verplaatsing op dag 8 en 10 het percentage goede tulpen plots zeer laag en ook de verdere resultaten van partij C zijn zo grillig dat geen conclusies getrokken. Mogelijk dat hier geen sprake is geweest van één uniforme partij.

Figuur 6 Percentage goede tulpen na een eerste aantal dagen groei bij een $RV \approx 70\%$ en vervolgens de resterende groei bij een $RV > 95\%$.

Van Dow Jones zijn 3 partijen ingehaald, die op dat moment fors verschilden in spruitlengte: partij A 14 cm, partij B 10 cm en partij C 4 cm. Ook het aantal opgeplante bollen verschilden per partij: respectievelijk 126, 126 en 103. Partijen A en B zijn bijna 2 weken eerder in de koeling gegaan dan partij C. De partij met de langste spruit, die vml. langer in de bewortelingsruimte heeft gestaan, is het gevoeligst voor kiepen, Figuur 7, en de kiepgevoelige fase duurt langer. De partij met de kortste spruit lijkt het minst gevoelig en ook de kiepgevoelige fase lijkt korter te duren. Maar ook bij deze partij heeft het omwisselen op dag 10 na inhalen een merkwaardig lager aantal goede tulpen bij de oogst dan de eerder op dag 8 van een $RV \approx 70\%$ naar een $RV > 95\%$ verplaatste bak, Figuur 8.

Tot dag 4 en vanaf dag 13 tot de oogst (dag 22, resp. dag 23) tolereren Partij B en C een $RV > 95\%$, ruim de helft van de groeiperiode.

Figuur 7 Percentage goede tulpen na een eerste aantal dagen groei bij een $RV > 95\%$ en vervolgens de resterende groei bij een $RV \approx 70\%$.

Figuur 8 Percentage goede tulpen na een eerste aantal dagen groei bij een $RV \approx 70\%$ en vervolgens de resterende groei bij een $RV > 95\%$.

De 3 partijen Strong Gold A, B en C, zijn ingehaald met een spruit van resp. 1, 1, en 3 cm, en 130 bollen per bak (maat 10), 104 (maat 12) en 116 bollen per bak (maat 12 – 14). Partijen A en B zijn van hetzelfde bedrijf.

Figuur 9 Percentage goede tulpen na een eerste aantal dagen groei bij een $RV > 95\%$ en vervolgens de resterende groei bij een $RV \approx 70\%$.

Partij C met de grootste bolmaat (12-14) is duidelijk het gevoeligst, partij A met de kleinste bolmaat (10) is het minst gevoelig voor kiepen. Dit bevestigt eerdere waarnemingen in de praktijk. Tijdens de kiepgevoelige fase, ongeveer tussen dag 8 en dag 20 voor partij A en tussen dag 8 en dag 22 voor partij B is het aantal goede tulpen van partij A (maat 10) relatief veel hoger. De groeiduur van Partij C is een week korter dan van de andere partijen. De achtergrond hiervan is niet duidelijk.

Figuur 10 Percentage goede tulpen na een eerste aantal dagen groei bij een $RV \approx 70\%$ en vervolgens de resterende groei bij een $RV > 95\%$.

De achtergronden van de partijverschillen zijn moeilijk te achterhalen, maar in enkele gevallen wel aannemelijk: een te lange koudebehandeling voorafgaand aan het inhalen lijkt snellere groei te stimuleren en tot meer kiepers e.d. te leiden, ook wanneer goed verdampt kan worden. Daarnaast wordt bevestigd wat uit de praktijk al bekend was: tulpen met een kleinere bolmaat zijn minder gevoelig voor kiep dan tulpen met een grotere bolmaat.

3.3 3^{de} trek

In de 3^{de} trek zijn twee cultivars, Strong Gold en Dow Jones, niet alleen overgezet van een kasdeelt met een $RV > 95\%$ (N) naar een $RV \approx 75\%$ (D), en omgekeerd, maar ook van een kasdeelt op 18°C naar een kasdeelt op 14°C (en omgekeerd). De resultaten zijn samengevat in Figuur 11 t/m 14.

Figuur 11 Percentage goede tulpen (Strong Gold) na een eerste aantal dagen groei bij een $RV > 95\%$ (N), bij 14 en bij 18°C , en vervolgens de resterende groei bij een $RV \approx 70\%$ (D), bij 14 en bij 18°C .

Figuur 11 laat zien dat bij een temperatuur van 14°C de kiepgevoelige fase van Strong Gold pas begint bij dag 8-10. Wordt na het overplaatsen van het kasdeel met een RV>95% naar het kasdeel met een RV≈70% ook de temperatuur verhoogd naar 18°C, dan begint de kiepgevoelige fase eerder (dag 6) en tijdens die fase zijn de tulpen ook gevoeliger (lager percentage goede tulpen).

Bij een temperatuur van 18°C tijdens de trek begint de kiepgevoelige fase nog eerder (dag 4) en is het percentage goede tulpen tijdens die fase nog lager. Wordt na overplaatsen van het kasdeel met een RV>95% naar het kasdeel met een RV≈70% de temperatuur verlaagd naar 14°C dan daalt het percentage goede tulpen veel minder sterk.

Figuur 12 laat zien dat de kiepgevoelige fase bij een continue kastemperatuur van 14°C na dag 10 eindigt. De kiepgevoelige fase is bij deze temperatuur dus slechts enkele dagen. Ook na het overplaatsen naar een temperatuur 18°C wordt eindigt de kiepgevoelige fase ongeveer na dag 10. Bij een hogere temperatuur begint de kiepgevoelige fase dus eerder maar eindigt op ongeveer hetzelfde moment, duurt dan dus langer en het percentage goede tulpen is dan het laagst. Zelfs bij een groeiduur (bijna) volledig bij een RV≈70% is het percentage goede tulpen bij een temperatuur van 18°C lader dan bij 14°C (nl. rond de 90% versus 100% bij 14°C).

Figuur 12 Percentage goede tulpen (Strong Gold) na een eerste aantal dagen groei bij een RV≈70% (D), bij 14 en bij 18°C, en vervolgens de resterende groei bij een RV>95% (N), bij 14 en bij 18°C.

De totale groeiduur bij 14°C is fors langer dan bij 18°C: tot 22 - 25 dagen tegen 17 dagen bij 18°C. Ook bij Dow Jones is bij kastemperatuur van 14°C de kiepgevoelige fase heel kort (ongeveer tussen dag 8 en dag 10), en wordt het percentage goede tulpen door een RV>95% veel minder sterk verlaagd dan bij een temperatuur van 18°C, Figuur 13.

Figuur 13 Percentage goede tulpen (Dow Jones) na een eerste aantal dagen groei bij een RV>95% (N), bij 14 en bij 18°C, en vervolgens de resterende groei bij een RV≈70% (D), bij 14 en bij 18°C.

Ook wanneer de groei start bij 18°C en een RV>95%, maar vóór dag 8 eindigt bij 14°C en een RV≈70% zijn er geen kiepers.

Groei volledig bij een RV>95% geeft zowel bij 14°C als bij 18°C het laagste percentage goede tulpen, maar na 9 dagen groei bij een RV≈70% en 14°C vermindert het percentage goede tulpen niet wanneer de RV>95% is en de temperatuur 18°C. Start de groei bij een RV≈70% echter bij 18°C dan is het percentage goede tulpen bij een groei bij een RV>95% na dag 9 lager, Figuur 14.

Het percentage kiepers e.d. is dus het laagst bij een temperatuur van 14°C en bij die temperatuur heeft een RV>95% veel minder effect dan bij 18°C.

Figuur 14 Percentage goede tulpen (Dow Jones) na een eerste aantal dagen groei bij een RV≈70% (D), bij 14 en bij 18°C, en vervolgens de resterende groei bij een RV>95% (N), bij 14 en bij 18°C.

3.4 4^{de} trek

De cultivars Strong Gold en Purple Flag zijn elk tijdens de beworteling en in de kas verschillend bemest: *zonder* Ca tijdens de beworteling en *zonder* Ca in de kas (— —), *met* Ca tijdens de beworteling maar *zonder* Ca in de kas (+ —), *zonder* Ca tijdens de beworteling maar met Ca in de kas (— +), en zowel Ca tijdens de beworteling en in de kas (+ +). De EC van het irrigatiewater is in alle gevallen constant gehouden.

Voor Strong Gold zijn de resultaten samengevat in Figuren 15 en 16: Volledige groei bij een RV≈70%, of slechts de eerste dagen bij RV>95% en daarna bij een RV≈70% leidt bij alle 4 bemestingen met of zonder Ca, tot een percentage goede tulpen tussen de 80 en 100%. Langer dan 5 of 6 dagen bij een RV>95% vermindert het percentage goede tulpen sterk. Daarbij lijkt het percentage goede tulpen in de bakken zonder enige Ca bemesting, of met alleen Ca bemesting tijdens de beworteling, het laagst, Figuur 15.

Figuur 15 Percentage goede tulpen (Strong Gold) na een eerste aantal dagen groei bij een $RV > 95\%$ en vervolgens de resterende groei bij een $RV \approx 70\%$, met 4 verschillende manieren van bemesting met Ca (zie tekst).

Figuur 16 laat duidelijker zien dat met bemesting met Ca tijdens de beworteling en in de kas (+ +) het percentage goede tulpen het hoogst is en dat de kiepgevoelige fase al op dag 6 geëindigd is. Bij bemesting met Ca alleen in kas en niet tijdens de beworteling (– +) eindigt de kiepgevoelige fase later, ongeveer dag 10 en bij bemesting alleen tijdens de beworteling (+ –) eindigt de kiepgevoelige fase op dag 12. Bij bemesting met Ca tijdens de beworteling noch in de kas (– –) is het percentage goede tulpen het laagst en neemt pas na dag 8 toe en is pas na dag 12 boven de 80%.

De proef bevestigt eerder onderzoek dat Ca-bemesting de kiepgevoelige fase (sterk) verkort en de kiepgevoeligheid vermindert, maar laat ook zien dat *zonder* Ca, maar *met* een lage RV toch ook een hoog percentage goede tulpen verkregen wordt.

Figuur 16 Percentage goede tulpen (Strong Gold) na een eerste aantal dagen groei bij een $RV \approx 70\%$, en vervolgens de resterende groei bij een $RV > 95\%$, met 4 verschillende manieren van bemesting met Ca (zie tekst).

De resultaten van deze Ca-bemestingen bij Purple Flag zijn samengevat in Figuren 17 en 18. Afgezien van 2 outliers is ook bij Purple Flag het percentage goede tulpen het hoogst bij Ca-bemesten tijdens beworteling en in de kas (+ +) en het laagst zonder Ca-bemesting (– –). Het percentage goede tulpen komt echter nooit boven de 90%. Hoe langer de groei bij een $RV > 95\%$ hoe lager het percentage goede tulpen en hoewel het verschil tussen bemesten met Ca alleen tijdens de beworteling (+ –), alleen in de kas (– +) of geen van beide (– –) na dag 8 niet erg groot is, is het percentage goede tulpen bij (– +) > (+ –) > (– –).

Figuur 17 Percentage goede tulpen (Purple Flag) na een eerste aantal dagen groei bij een $RV > 95\%$ en vervolgens de resterende groei bij een $RV \approx 70\%$, met 4 verschillende manieren van bemesting met Ca (zie tekst).

Ook Figuur 18 laat zien dat bij Purple Flag het verschil tussen de 4 Ca-bemestingen niet erg groot is. Hoe korter de tulpen bij een $RV \approx 70\%$ staan hoe lager het percentage goede tulpen, maar tot dag 4 maakt is er nauwelijks verschil tussen wel of niet met Ca bemesten. Staan de tulpen langer bij een $RV \approx 70\%$ dan is met Ca-bemesting bij beworteling en in de kas (+ +) het percentage goede tulpen wel meestal het hoogst, en bij nooit Ca-bemesting (—) het laagst, maar ook zijn hoge percentages goede tulpen mogelijk zonder Ca-bemesting.

Figuur 18 Percentage goede tulpen (Purple Flag) na een eerste aantal dagen groei bij een $RV \approx 70\%$, en vervolgens de resterende groei bij een $RV > 95\%$, met 4 verschillende manieren van bemesting met Ca (zie tekst).

Opvallend is dat Purple Flag kiepgevoeliger is dan Strong Gold, maar het effect van Ca-bemesten is bij Purple Flag veel minder duidelijk.

4 Conclusies en Aanbevelingen

De resultaten van de 1^{ste} trek laten zien dat de cultivar Leen van de Mark minder gevoelig is voor kiep dan Sunny Prince. De kiepgevoelige fase is korter en de afname van het aantal goede tulpen is minder sterk. Beide cultivars laten echter zien dat naarmate de koude bewaring voorafgaand aan de broei langer duurde het percentage kiepers hoger is en de kiepgevoelige fase iets langer duurt.

De 2^{de} trek bevestigt dat de kiepgevoelige fase tussen partijen van een cultivar fors in duur een gevoeligheid kunnen verschillen. De achtergronden zijn niet altijd duidelijk te achterhalen, maar wel aannemelijk is bijvoorbeeld dat het grote verschil tussen de 2 partijen Purple Prince met het aantal weken koude bewaring te maken heeft.

De verschillen tussen de partijen van Dow Jones hebben ook een dergelijke achtergrond: partij A is vermoedelijk eerder dan partij B in de beworteling gegaan (want een spruitlengte van 14 cm tegen 10 cm van partij B). De minst gevoelige partij C ging bijna 2 weken later in de koeling dan partijen A en B.

De verschillen tussen de partijen Strong Gold hebben onder meer als achtergrond het verschil in bolmaat: hoe kleiner hoe ongevoeliger. Andere verschillen tussen deze partijen zijn onbekend.

De verschillende kastemperaturen tijdens de 3^{de} trek hebben een sterk effect op de kiepgevoeligheid van de cultivars Strong Gold en Dow Jones. Bij een kastemperatuur van 14°C begint de kiepgevoelige fase van Strong Gold fors later dan bij 18°C, maar eindigt in beide gevallen op ongeveer dezelfde dag. Begint de groei bij 14°C, maar wordt deze vervolgd bij 18°C, dan neemt het percentage goede tulpen snel af. Begint de broei bij 18°C en wordt de vervolgd bij 14°C dan daalt het percentage goede tulpen minder snel. Bij 18°C is het aantal goede tulpen van Strong Gold bij groei onder een $RV > 95\%$ tijdens de kiepgevoelige fase fors lager dan bij 14°C. De totale groeiduur bij 14°C is fors langer dan bij 18°C: tot 22 - 25 dagen tegen 17 dagen bij 18°C.

Bij Dow Jones hebben de temperatuurverschillen ongeveer het zelfde effect, maar met dat verschil dat bij 14°C de tulpen fors ongevoeliger zijn voor kiep dan bij Strong Gold. Bij 18°C begint ook bij Dow Jones de kiepgevoelige fase eerder dan bij 14°C, maar het einde van deze fase lijkt ook op ongeveer dezelfde dag te vallen.

Bij Strong Gold geeft bemesting met calcium tijdens de beworteling plus in de kas het hoogste percentage goede tulpen. Wanneer de broei start bij een $RV \approx 70\%$ is het effect van calciumbemesting tijdens beworteling plus in de kas het grootst, de kiepgevoelige fase eindigt dan al ongeveer op dag 6. Met alleen calciumbemesting in de kas is dat ongeveer op dag 10, en met alleen bemesting tijdens de beworteling, of helemaal zonder calciumbemesting, is dat ongeveer op dag 12. Begint de broei bij een $RV > 95\%$ dan zijn de verschillen tussen bemesting met of zonder Calcium minder groot (er wordt minder calcium opgenomen door verminderde verdamping). Bij goede verdamping, maar zonder calcium bemesting blijft het percentage goede tulpen tussen de 80 en 100%.

Purple Flag is gevoeliger voor kiep dan Strong Gold (dit bleek ook al uit eerder onderzoek). Het is opvallend dat Bij Purple Flag is het effect van calcium bemesting veel minder uitgesproken is. Bij afwezigheid van calcium is het percentage goede tulpen meestal wel het laagst.

Om energie te kunnen besparen door tijdens de broei alleen te ontvochtigen wanneer de tulpen in de kiepgevoelige fase zijn dient men dus eerst goed de achtergronden van een partij te kennen, met name hoe het bewaarschema (de preparatie, de koude behandeling) is geweest. Ook moet men van de cultivar bekend zijn met het effect van de bolmaat op de kiepgevoelige fase.

Door bij lagere temperatuur te broeien kan de kiepgevoeligheid worden verminderd, maar de broei duurt dan langer. Calcium bemesting tijdens beworteling plus in de kas verkort bij Strong Gold de kiepgevoelige fase fors, maar bij Purple Flag is dit effect minder duidelijk.

De fysiologische achtergrond van het kiepen, en het verschil hierin tussen de verschillende cultivars, is nog niet duidelijk.

Literatuur

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

“Meerlagenteelt 2.0, een nieuw basisontwerp”. Wageningen UR / Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

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 M., 2017.

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

Wildschut J. en Van Dam M., 2019.

“Minimale verdamping bij de broei van tulpen”, Fase 3: Kiepgevoeligheid, cultivars en ventilatieregime, WUR Glastuinbouw & Bloembollen, 2019.

Bijlage 1 Kasklimaat

Kasklimaat in de 4 kassen van links naar rechts: 1) ingestelde temperatuur en start- en einddatum trek1 t/m trek4, 2) gemeten temperatuur en 3) gemeten RV. De RV in de afgesloten niet geventileerde kasdelen (hier niet weergegeven) was vrijwel continu > 95%.

Tabel 4

De gemiddelde temperatuur en de RV tijdens de 4 trekken voor de 4 verschillende kassen boven de tafels zonder tent.

	kas 1		kas 2		kas 3		kas 4	
	T	RV%	T	RV%	T	RV%	T	RV%
Trek 1	16,1	74	16,1	63	16,1	68	16,1	61
Trek 2	16,2	68	16,3	67	16,3	65	16,3	69
Trek 3	14,9	72	15,0	66	18,3	65	18,4	61
Trek 4	17,1	65	17,0	63	17,0	57	17,1	55

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-1058

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, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 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.