

Fysiologie van bloei in tulpen

Een moleculaire aanpak

Richard Immink

Wageningen, 4 oktober 2016



The background of the slide is an aerial photograph of a vast tulip field in bloom, with rows of colorful tulips in shades of red, yellow, and purple. In the distance, several white wind turbines are visible against a clear blue sky. The text is overlaid on a semi-transparent white rounded rectangle.

Outline:

I. Het belang van bloeiregulatie voor planten

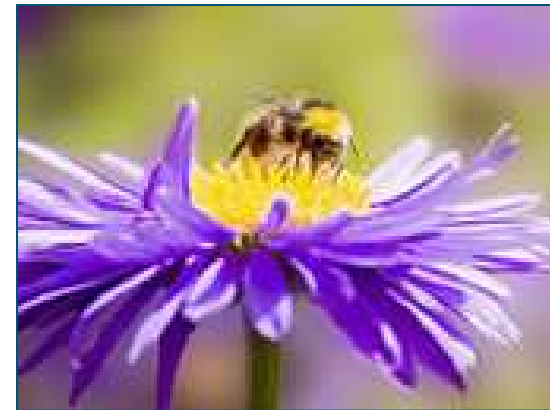
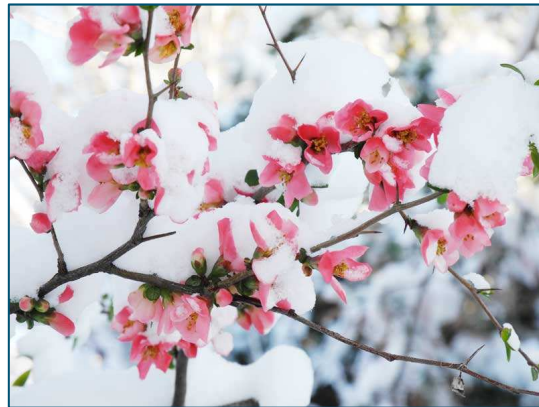
II. Reproductie in tulp

III. De rol van warmte in bloeiïnductie in tulp

IV. De rol van winterkoude in tulpenbloei

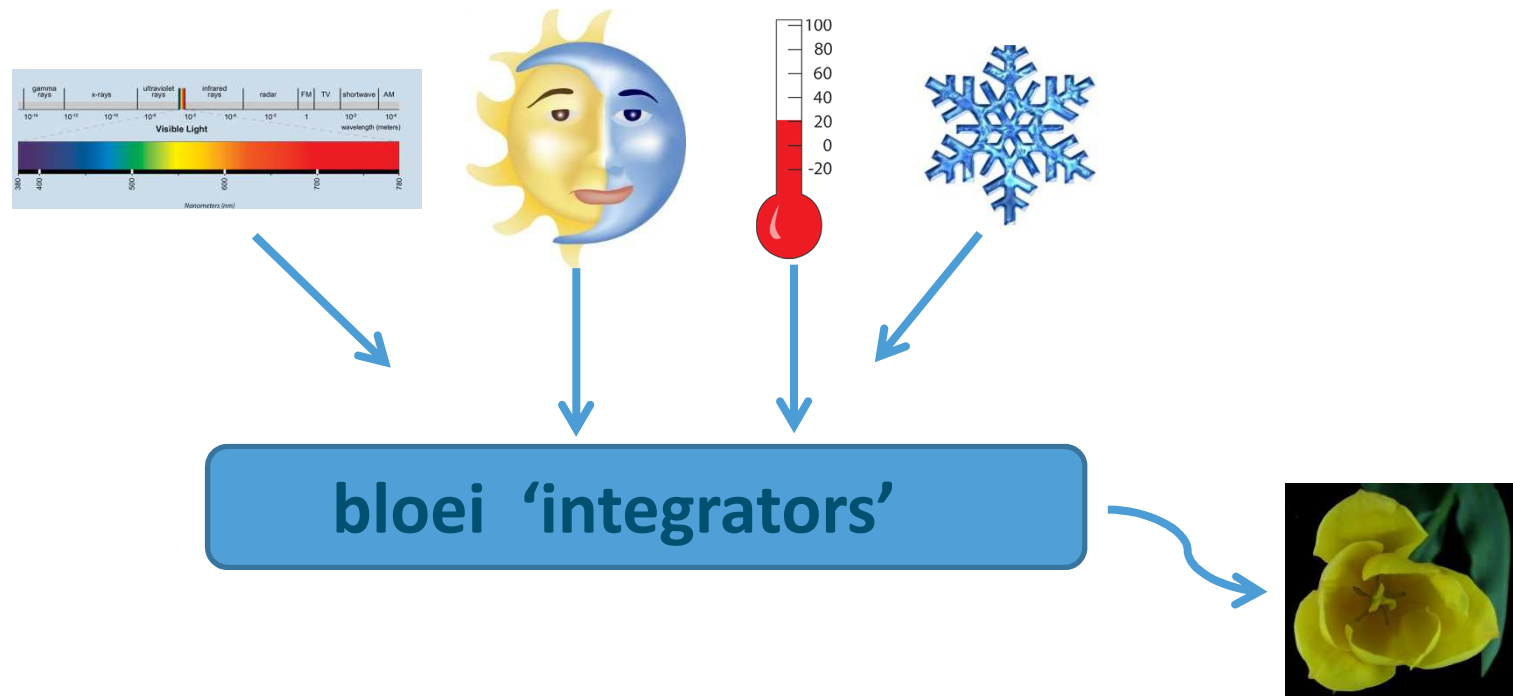
I. Waarom is bloei cruciaal voor planten?

- Bloei is essentieel voor zaadproductie en dus reproductie van een plant
- Optimale reproductie geeft grotere kans op overleving van de soort (*survival of the fittest*)
- Aanpassen moment van bloei geeft de plant plasticiteit en mogelijkheid om zich aan zijn omgeving aan te passen





Hoe kunnen planten het tijdstip van bloei aanpassen aan hun omgeving?



The background of the slide is an aerial photograph of a vast tulip field in bloom, with rows of colorful flowers in shades of red, yellow, and purple. In the distance, several white wind turbines are visible against a clear blue sky. The text is overlaid on a semi-transparent white rounded rectangle.

Outline:

I. Het belang van bloeiregulatie voor planten

II. Reproductie in tulp

III. De rol van warmte in bloeiïnductie in tulp

IV. De rol van winterkoude in tulpenbloei

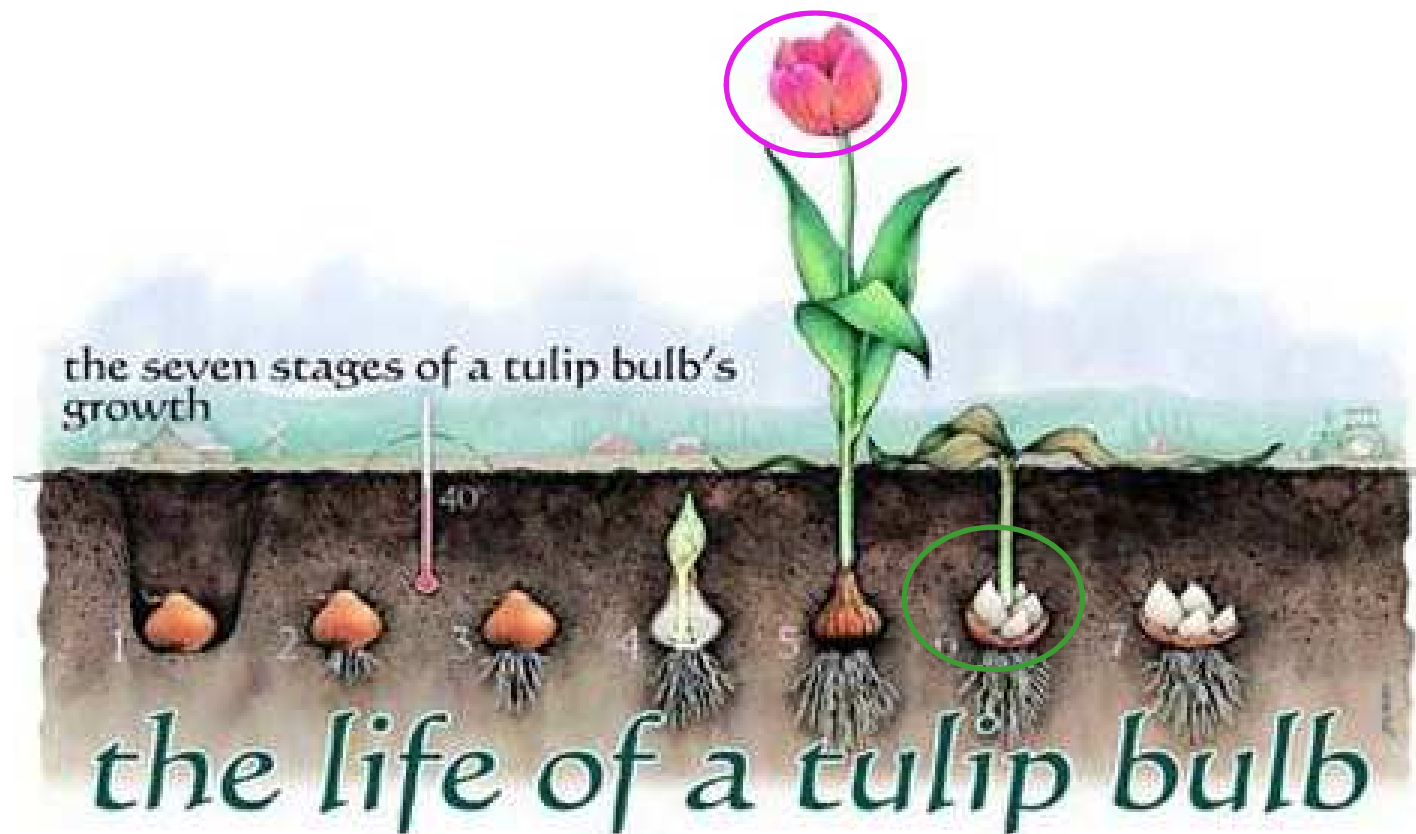
Tulp is meerjarig



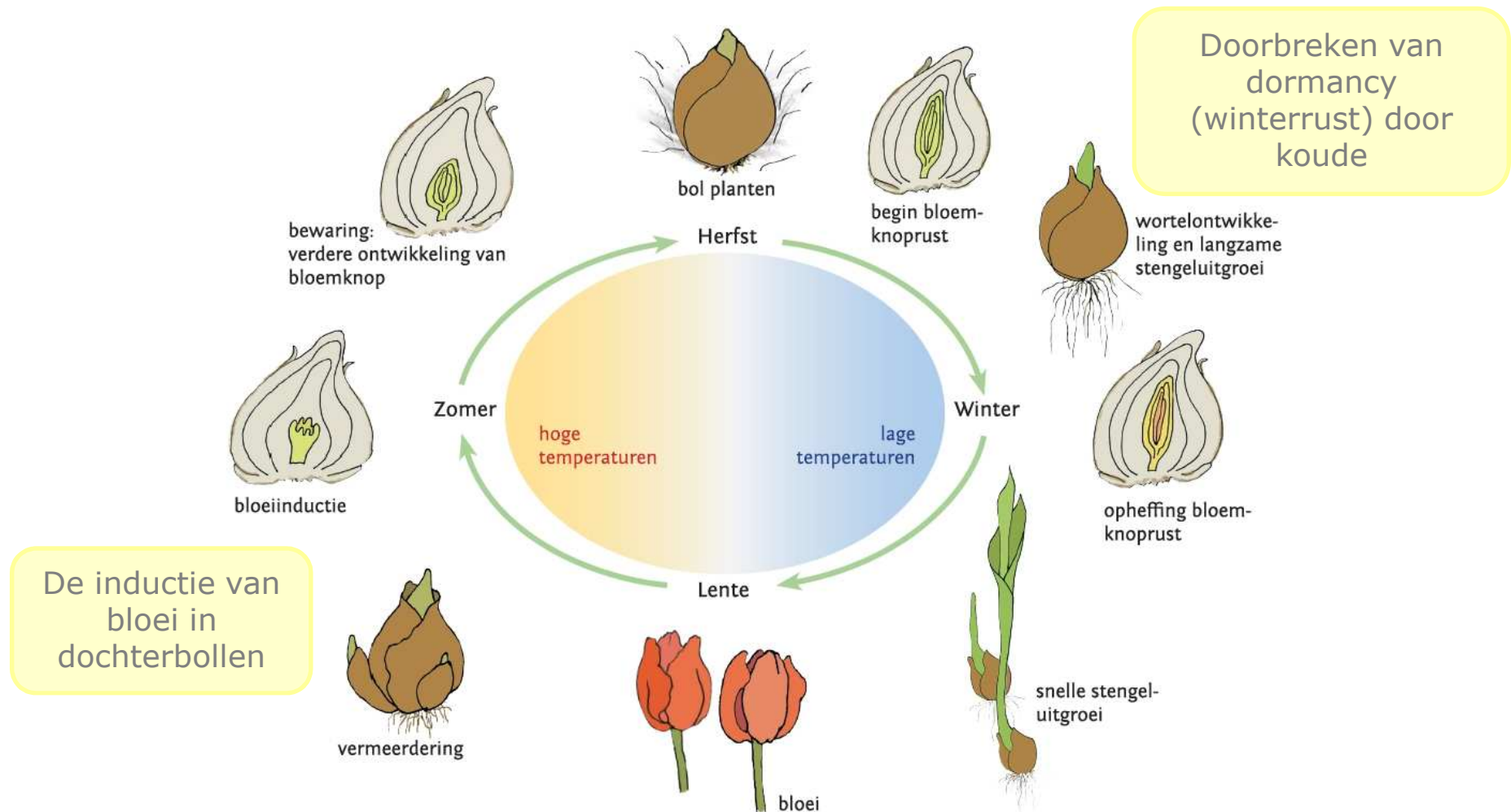
3-7 jaar



Tulp heeft zowel vegetatieve als seksuele (bloei) reproductie!



Jaarlijkse groeicyclus van een “volwassen” tulp



The background of the slide is an aerial photograph of a vast tulip field in the Netherlands. The field is divided into numerous rectangular plots, each filled with tulips of different colors, creating a vibrant mosaic of red, yellow, orange, and white. In the distance, several white wind turbines are visible against a clear blue sky. The entire scene is captured from a high angle, showing the geometric patterns of the agricultural landscape.

Outline:

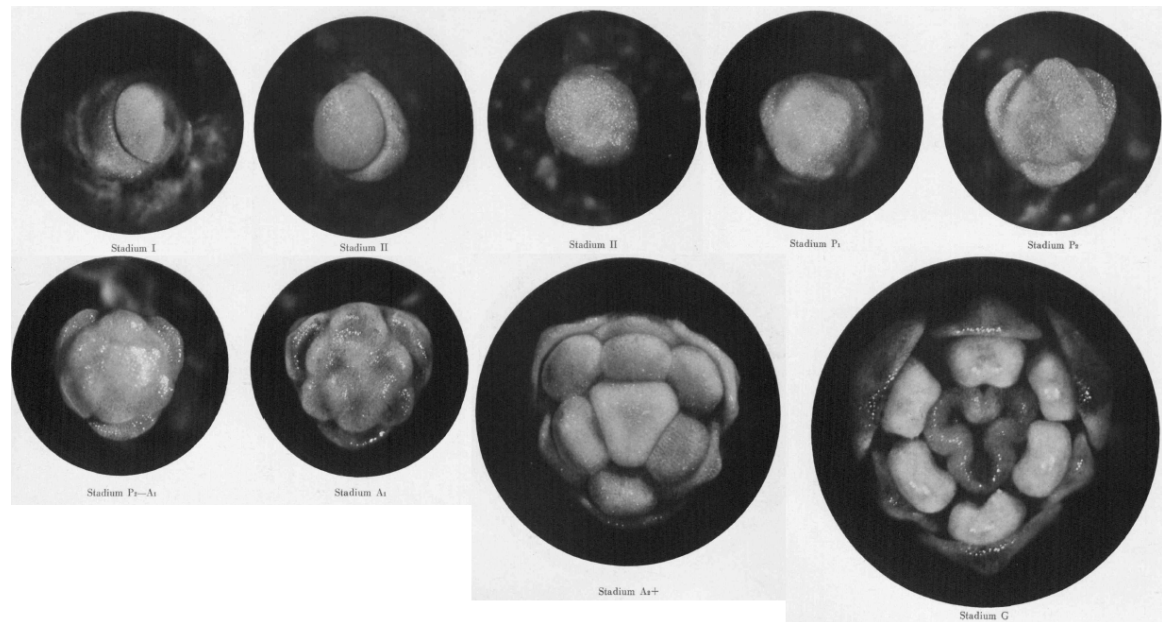
I. Het belang van bloeiregulatie voor planten

II. Reproductie in tulp

III. De rol van warmte in bloeiïnductie in tulp

IV. De rol van winterkoude in tulpenbloei

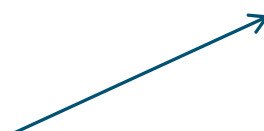
Inductie van bloei door warmte in het voorjaar/zomer



Hoe kunnen we het effect van warmte op bloeiïnductie bestuderen?



9°C



juni



19°C

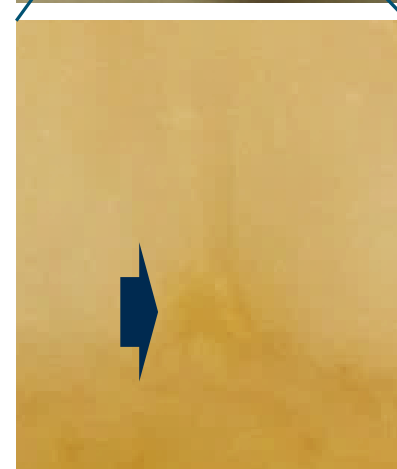
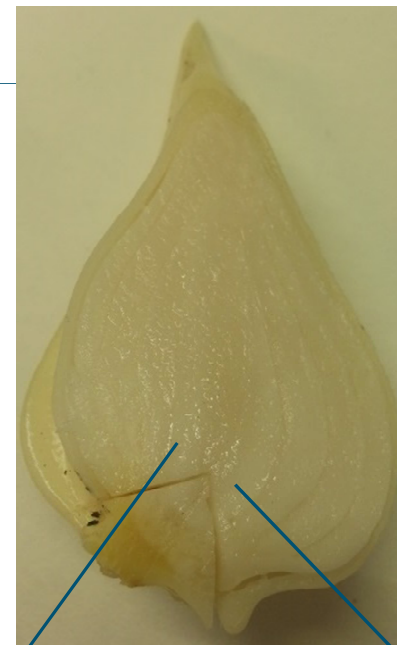


Morfologische analyse en bemonstering groeipunt

9°C

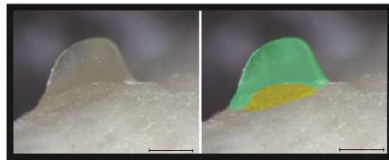


19°C



Morfologische analyse

Week 0 - 5



6 weeks

7 weeks

8 weeks

9-10 weeks

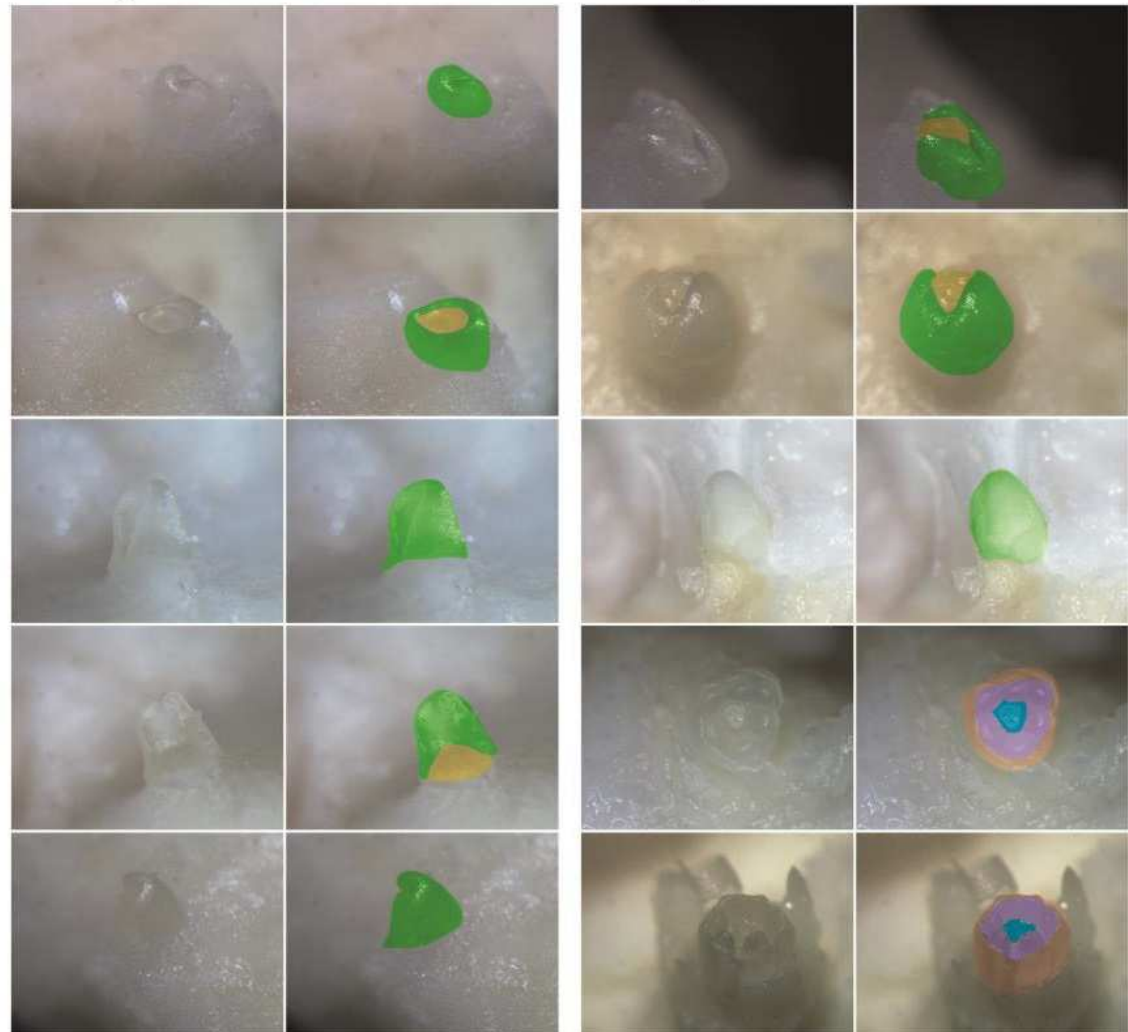


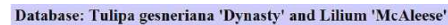
Original

Modified

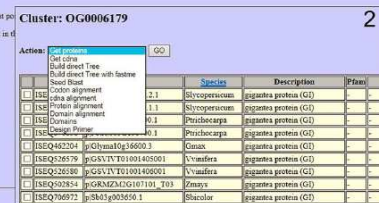
Original

Modified



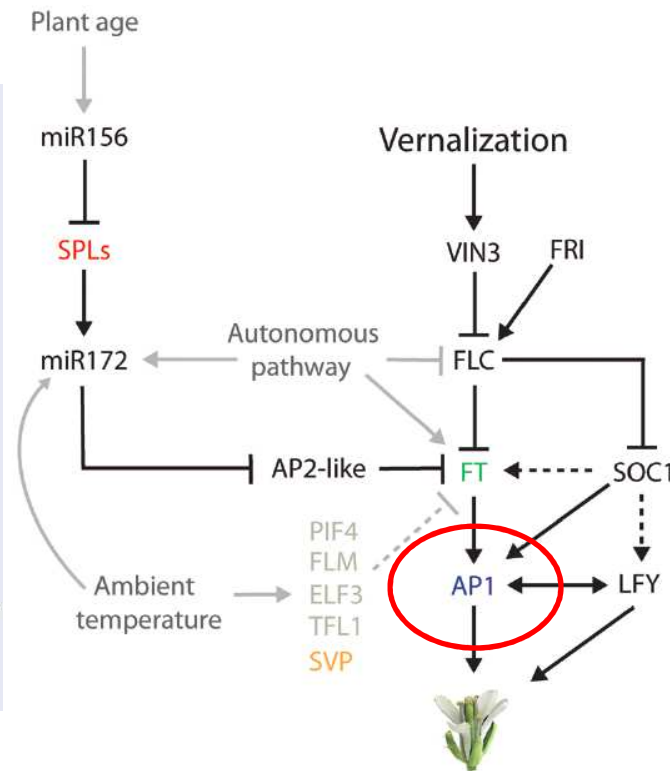


Created by: Claire Kamei and Edouard Severing (2014)

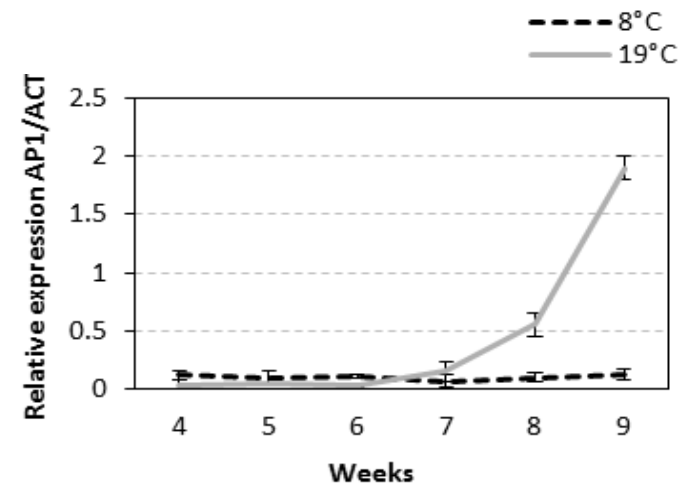


15

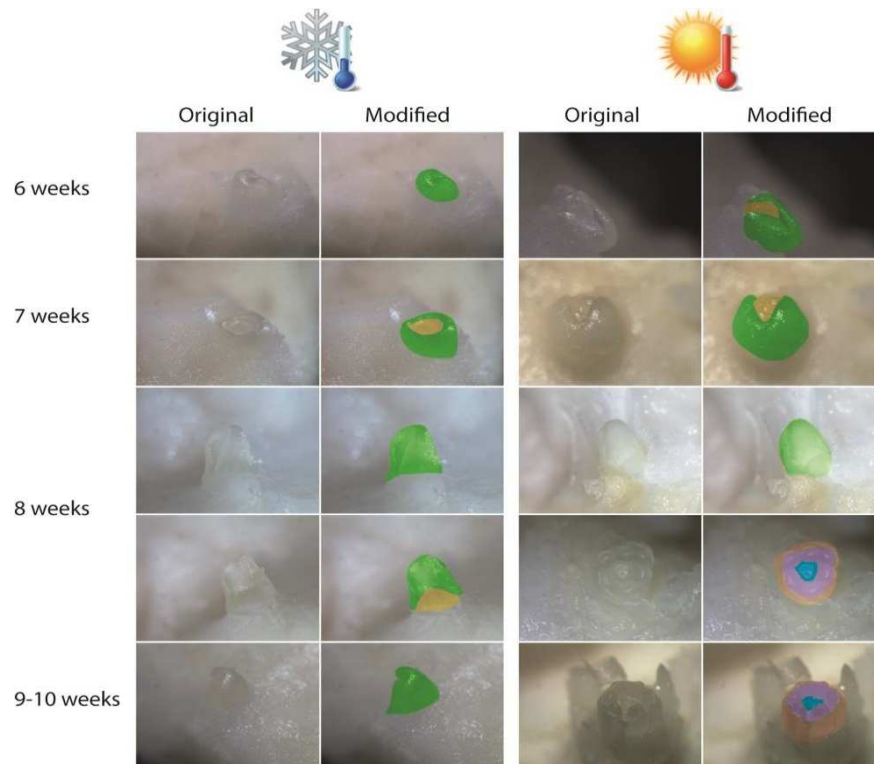
Eerste moleculaire inkijk in tulp bloeiïnductie



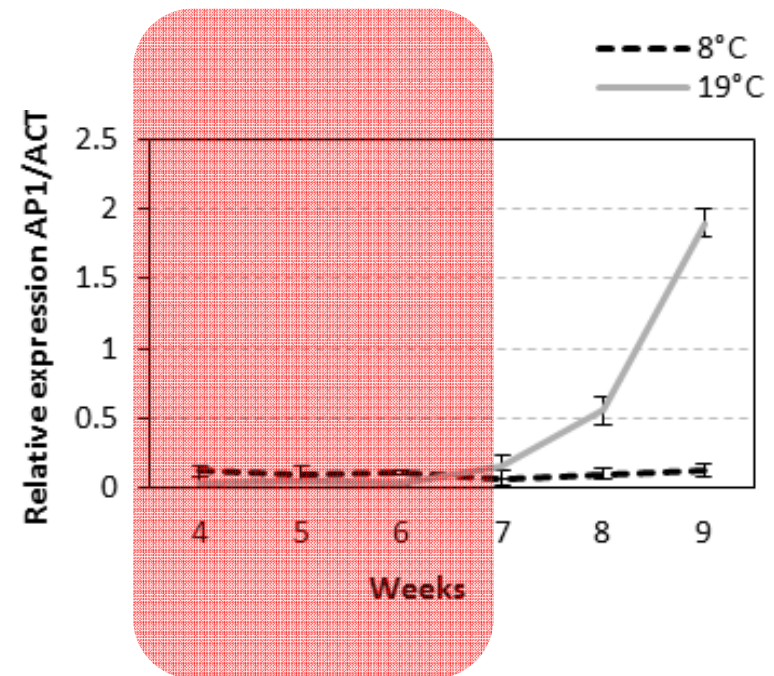
Activiteit tulpen *AP1* gen



Naar welke monsters/tijdstippen moeten we nu kijken met moleculaire technieken om meer inzicht te verkrijgen in bloeiïnductie ???



Activiteit tulpen *AP1* gen

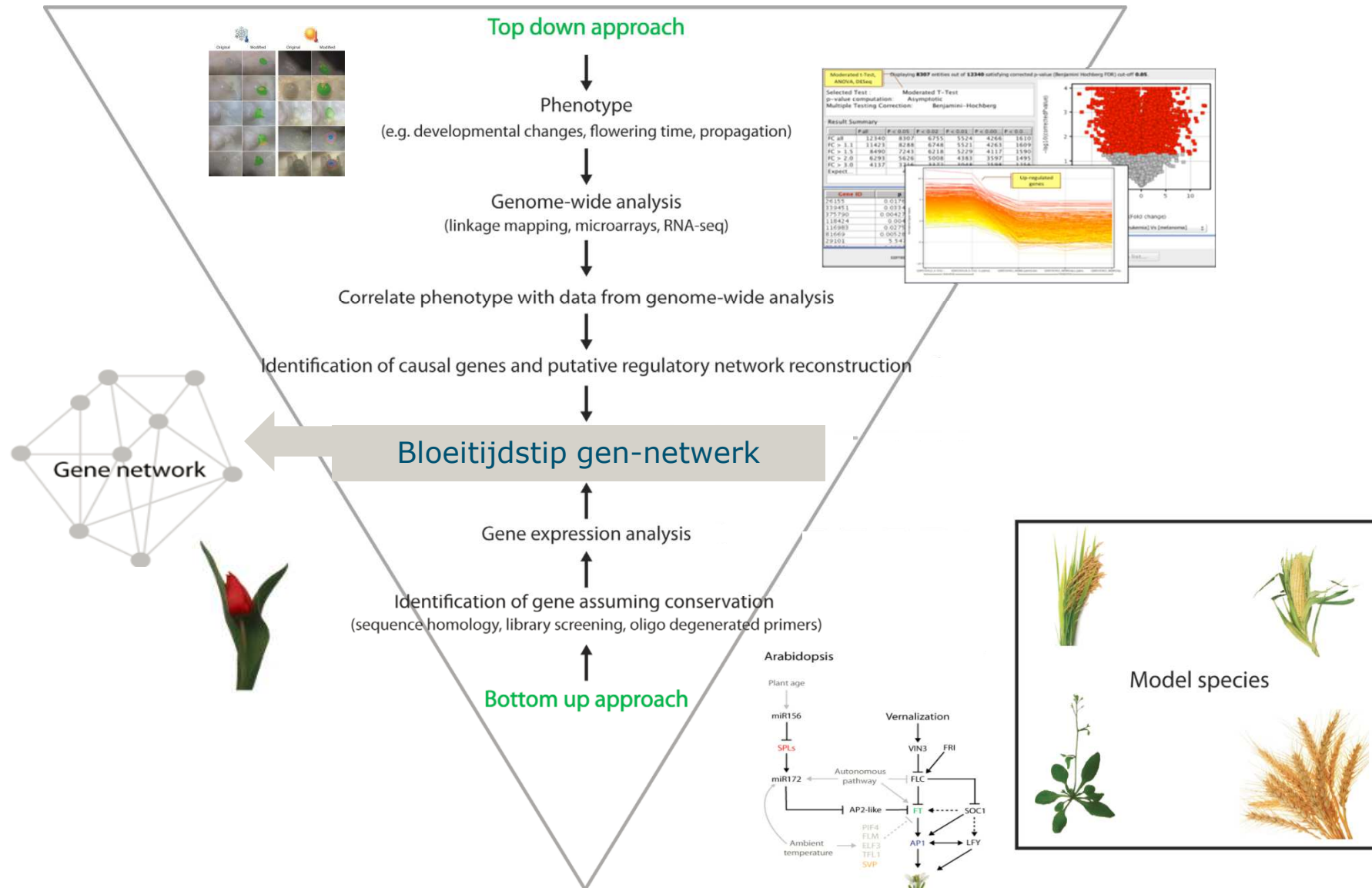


Moleculaire analyse tulp bloeiinductie

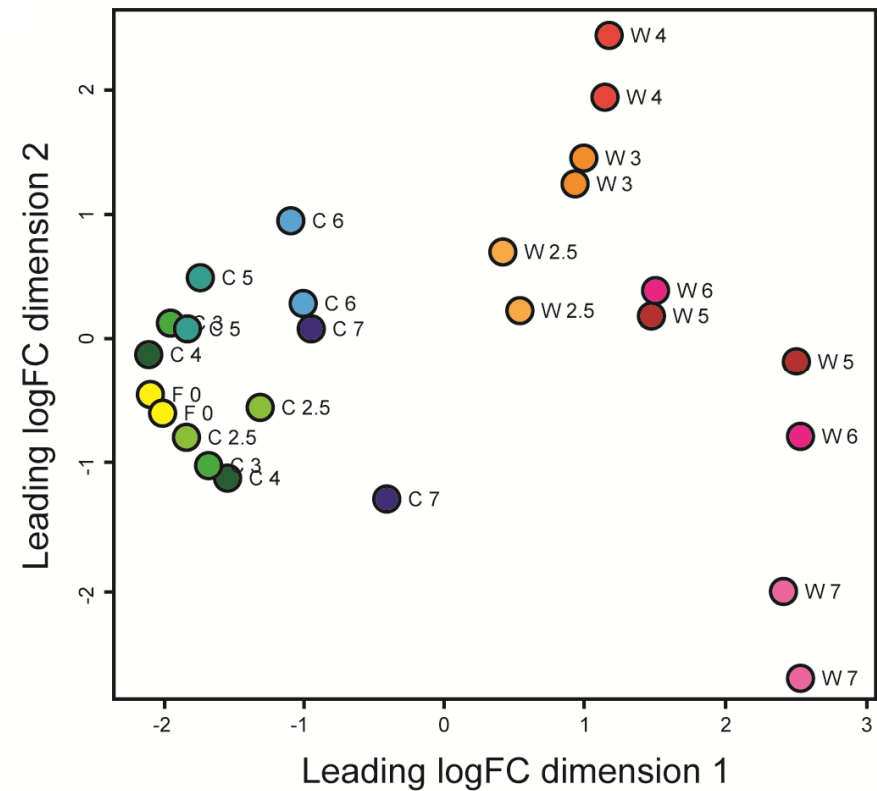
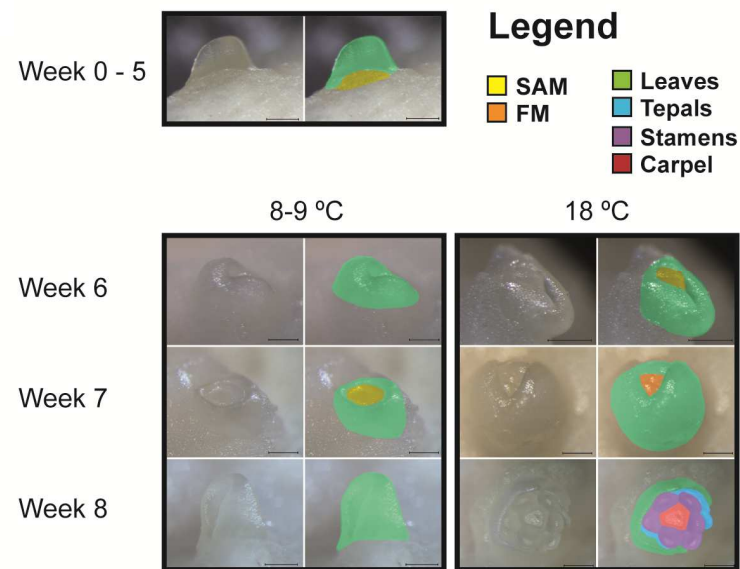
- ❑ Genoom-brede gen activiteit analyse ("RNAseq") op het groeipuntje (SAM)
- ❑ Reconstructie bloei-netwerk
- ❑ Identificatie van bloei merker genen
- ❑ Associatie studies (verschillende cultivars/achtergronden)



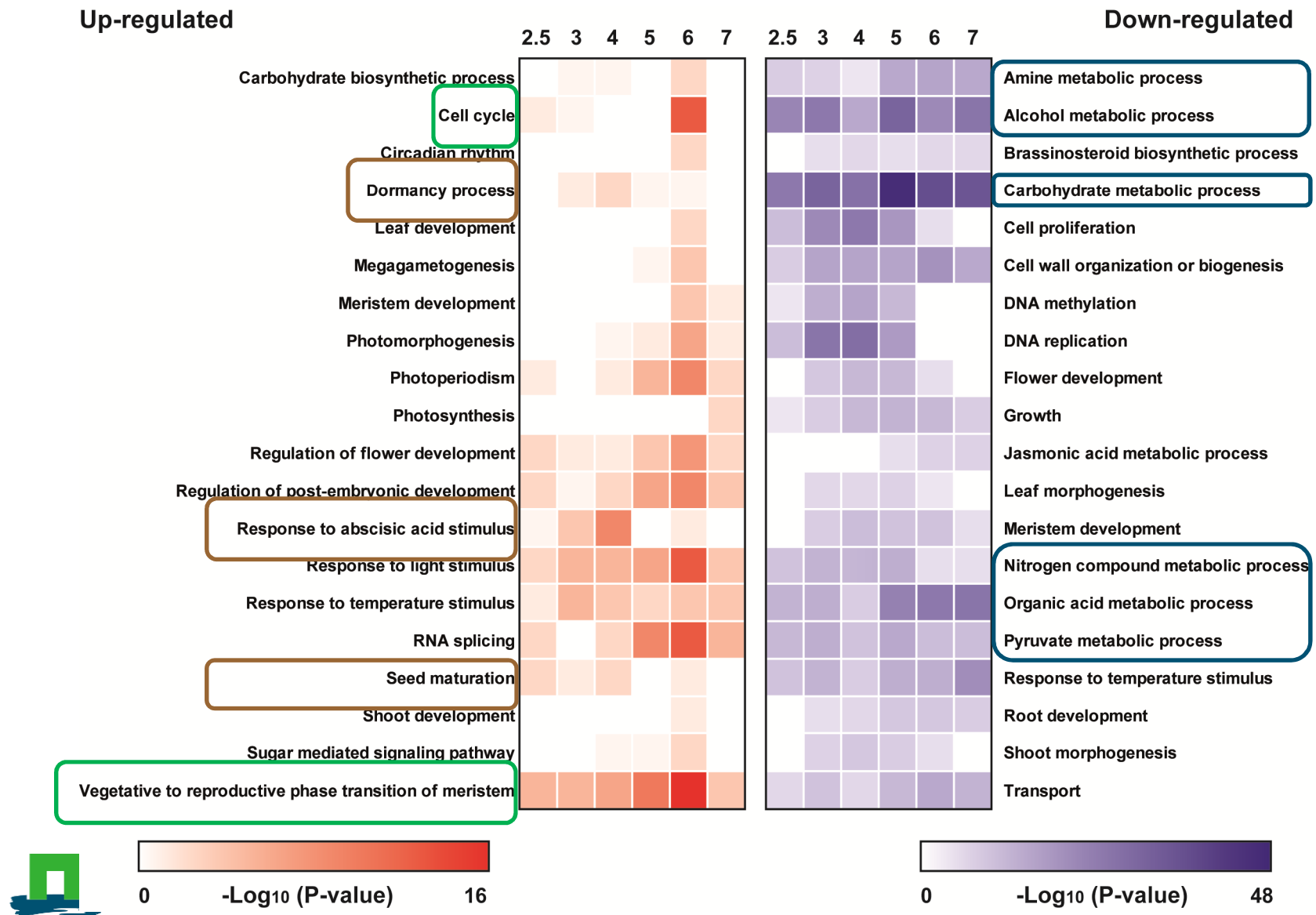
Top-down vs. Bottom-up aanpak



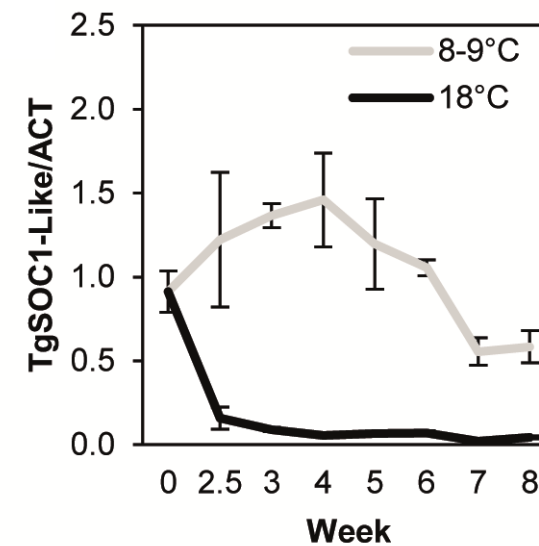
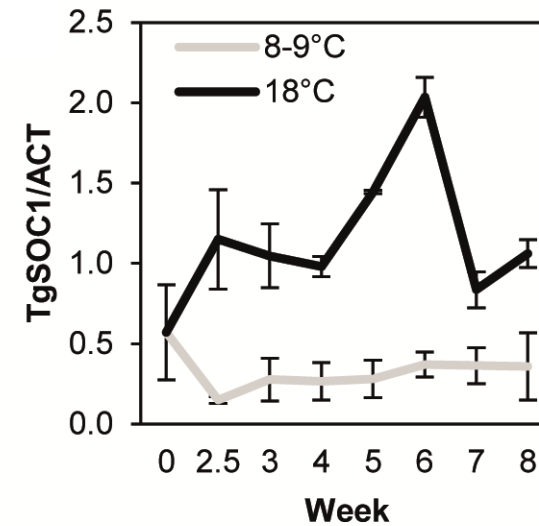
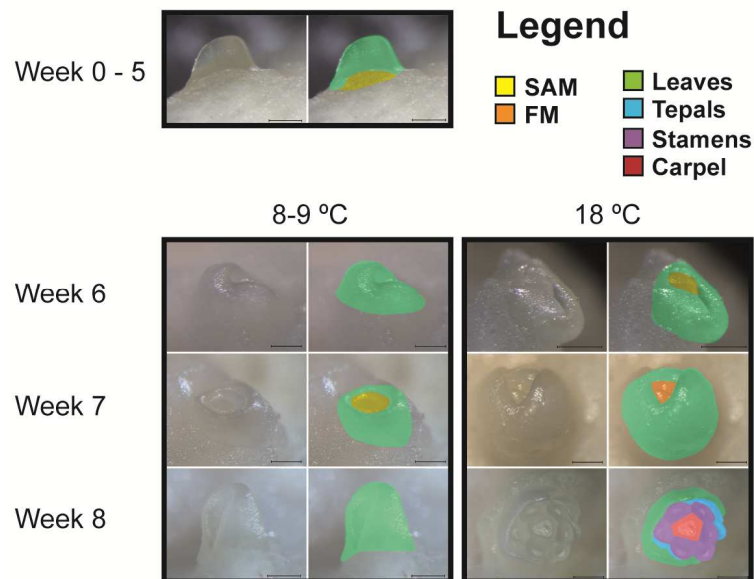
Top-down analyse gen-expressie data



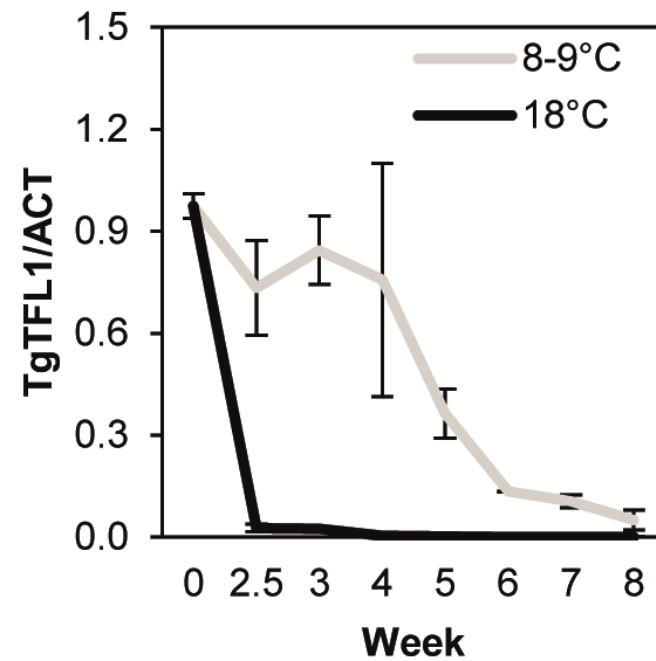
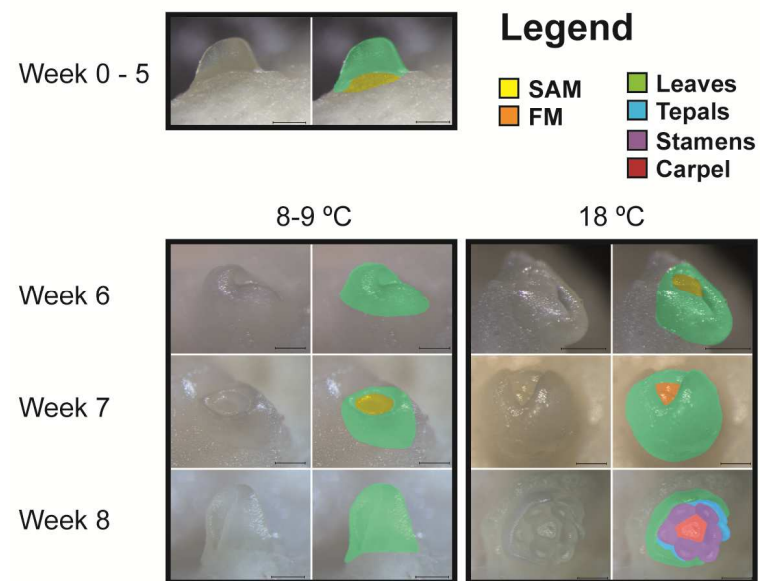
Gene ontology (GO) analyse



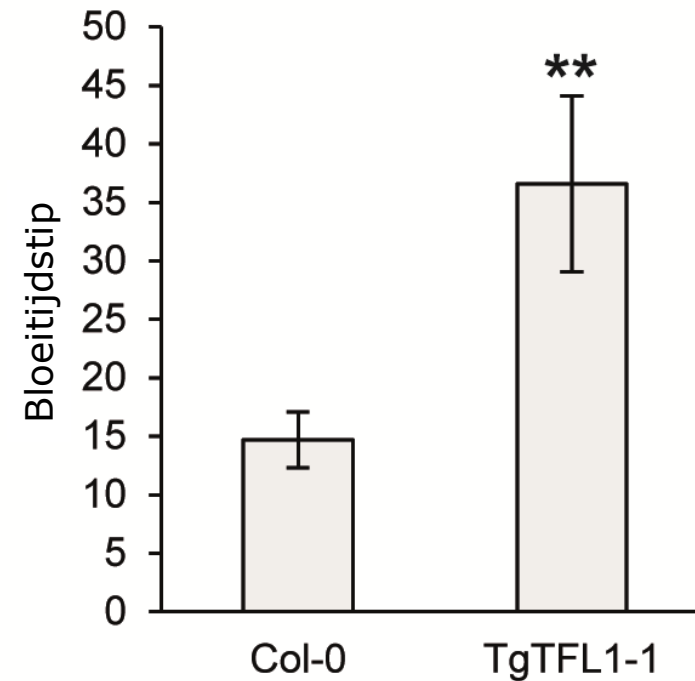
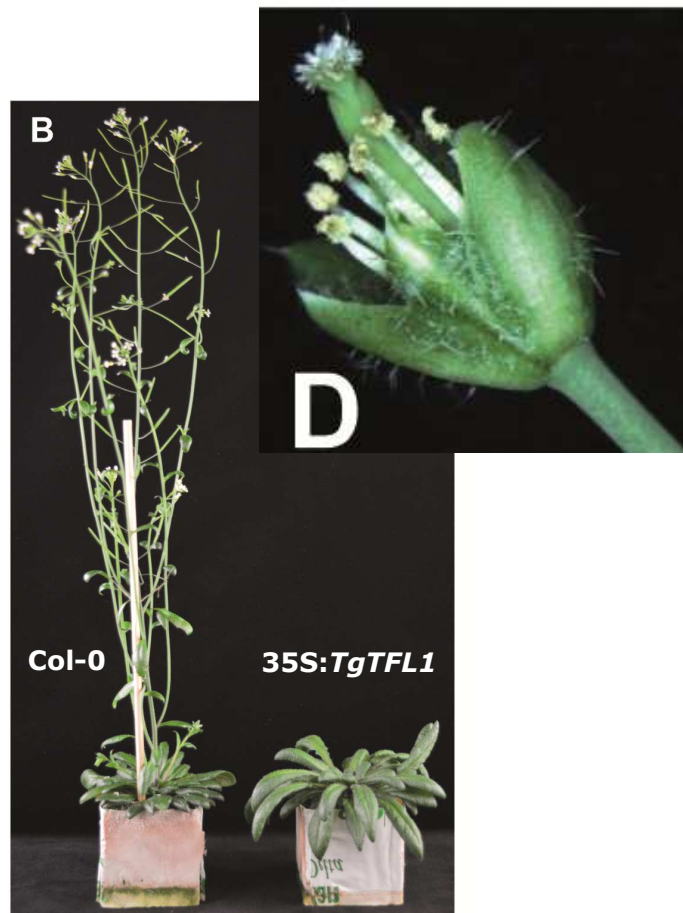
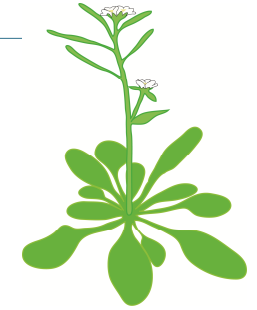
Bottom-up aanpak: *SOC1-like*



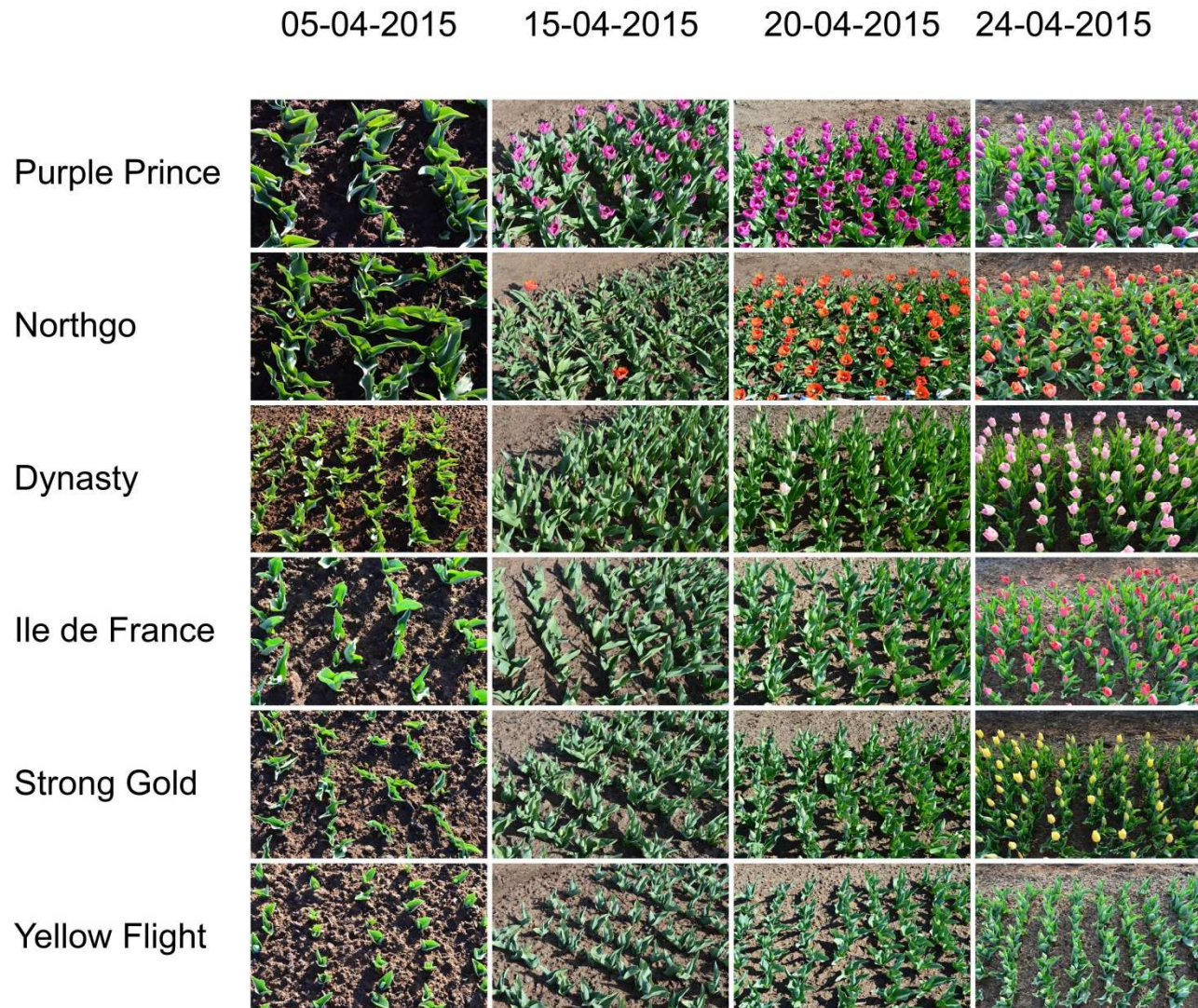
Bottom-up aanpak: *TFL1*

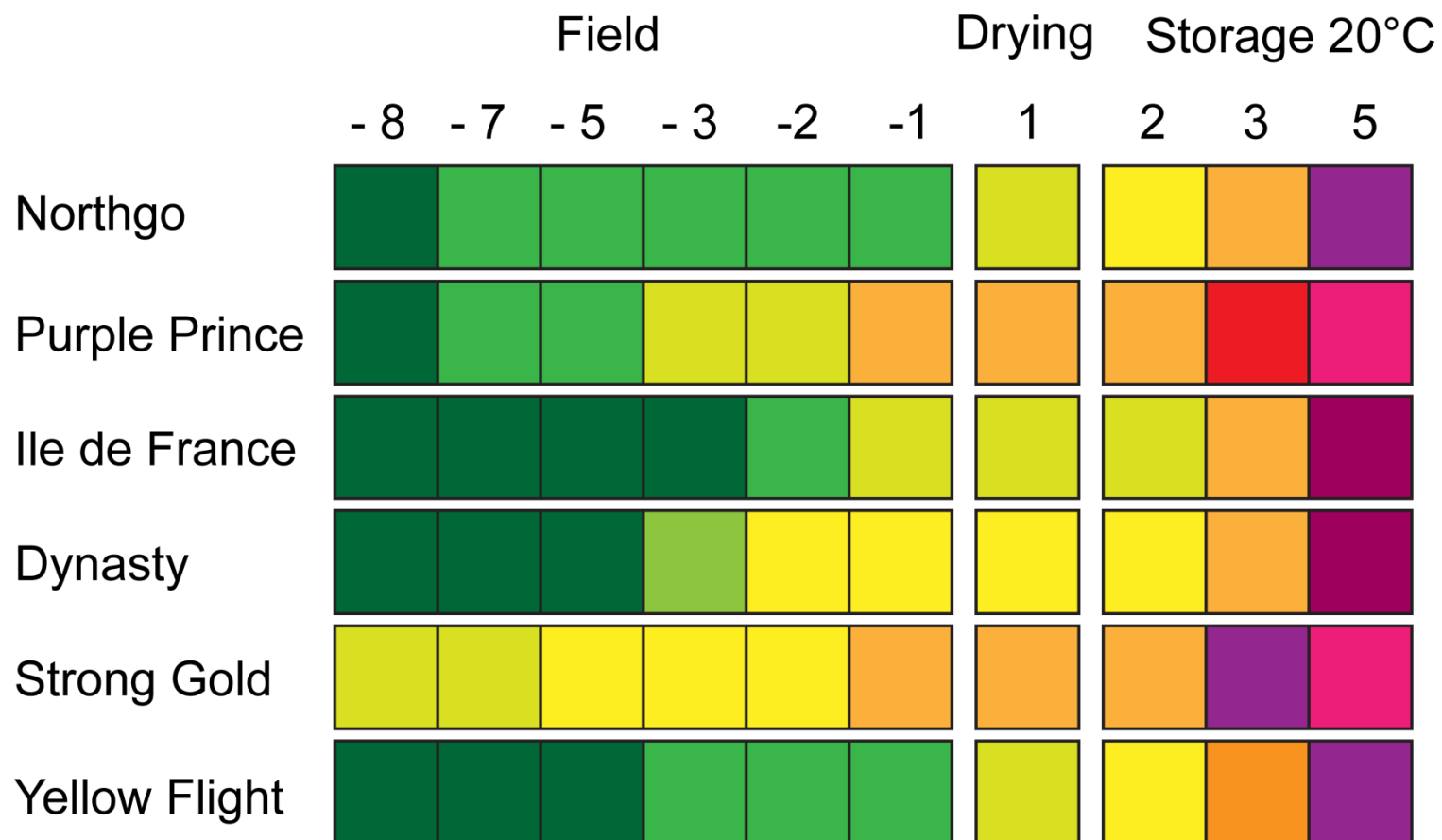


Bevestiging *TgTFL1* functie in *Arabidopsis thaliana*

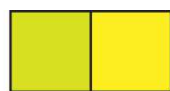


Bevestiging genfuncties door analyse genetische variatie





I



II



P1



P2



P2-A1



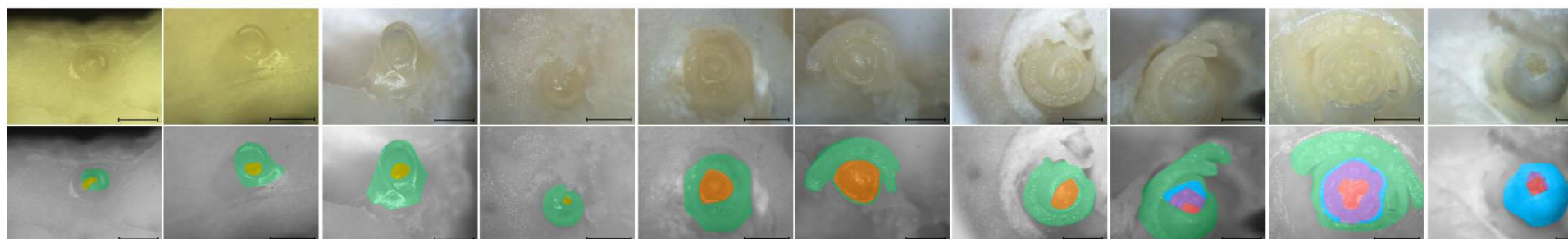
A1



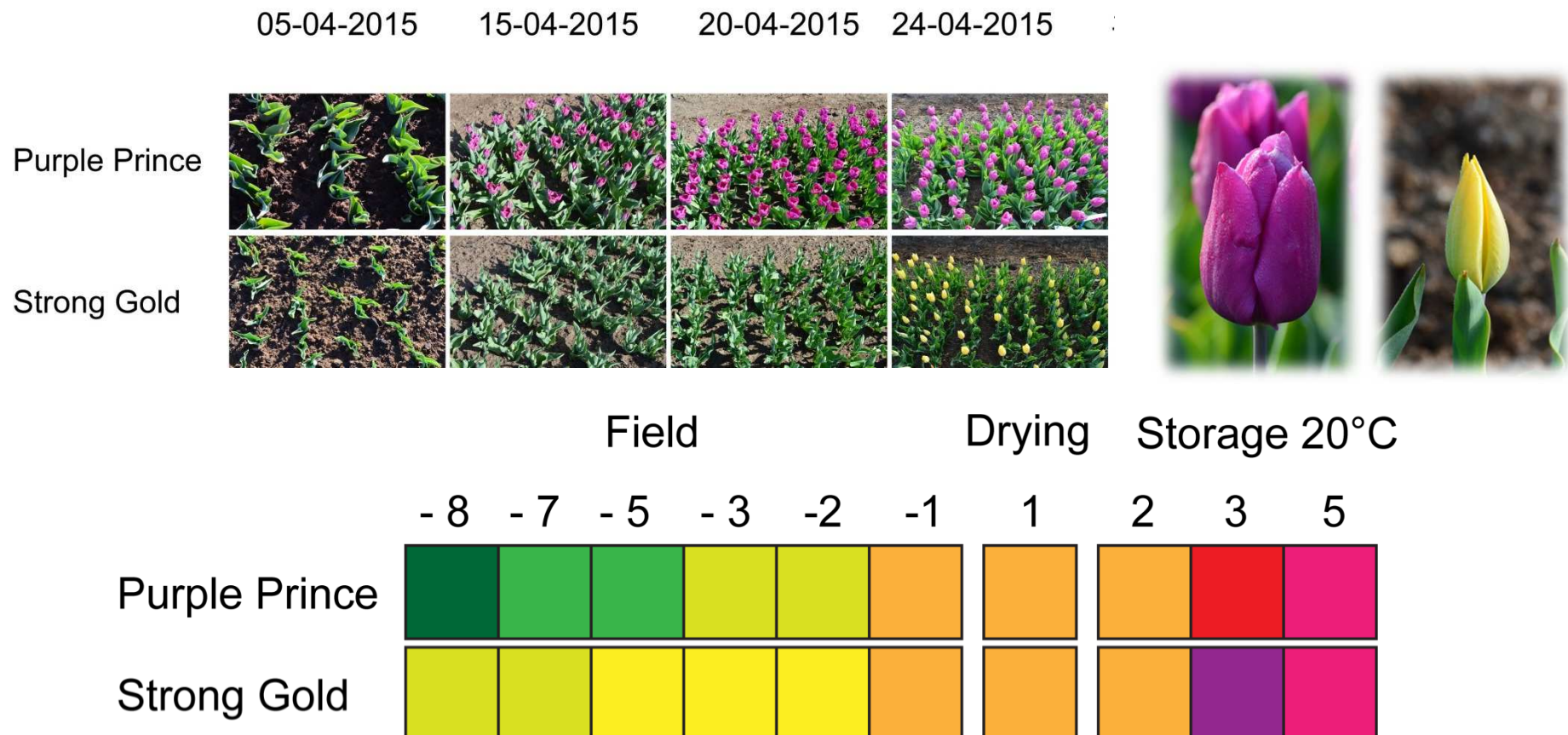
A2



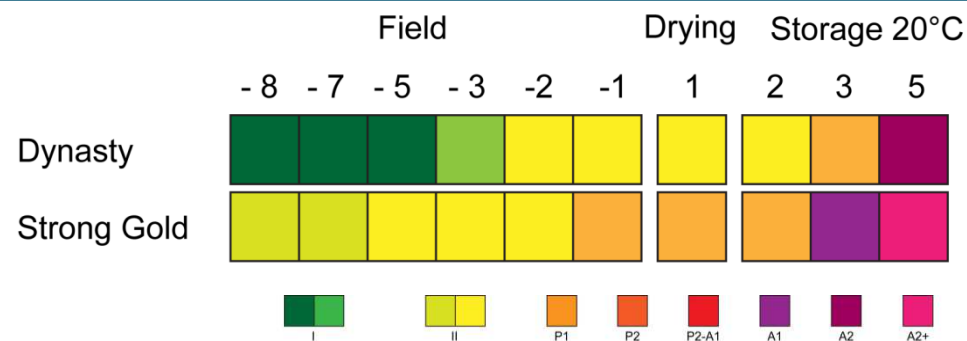
A2+



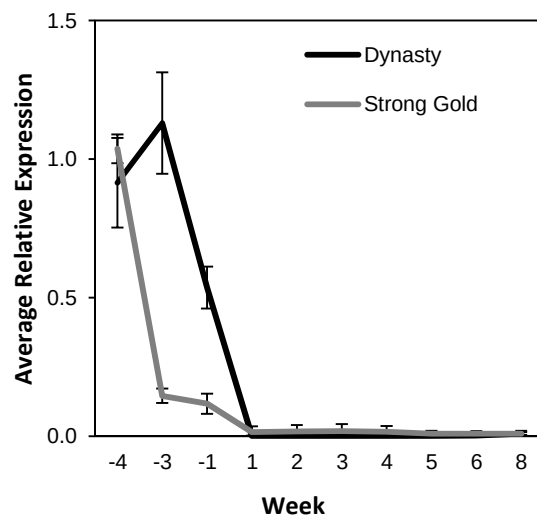
Laat bloeiend ras *Strong Gold* heeft vroegste initiatie van bloei!



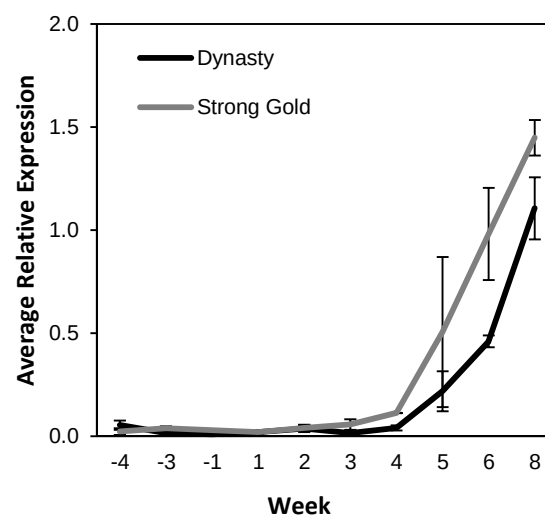
Verificatie potentiële tulp bloeiregulatie genen

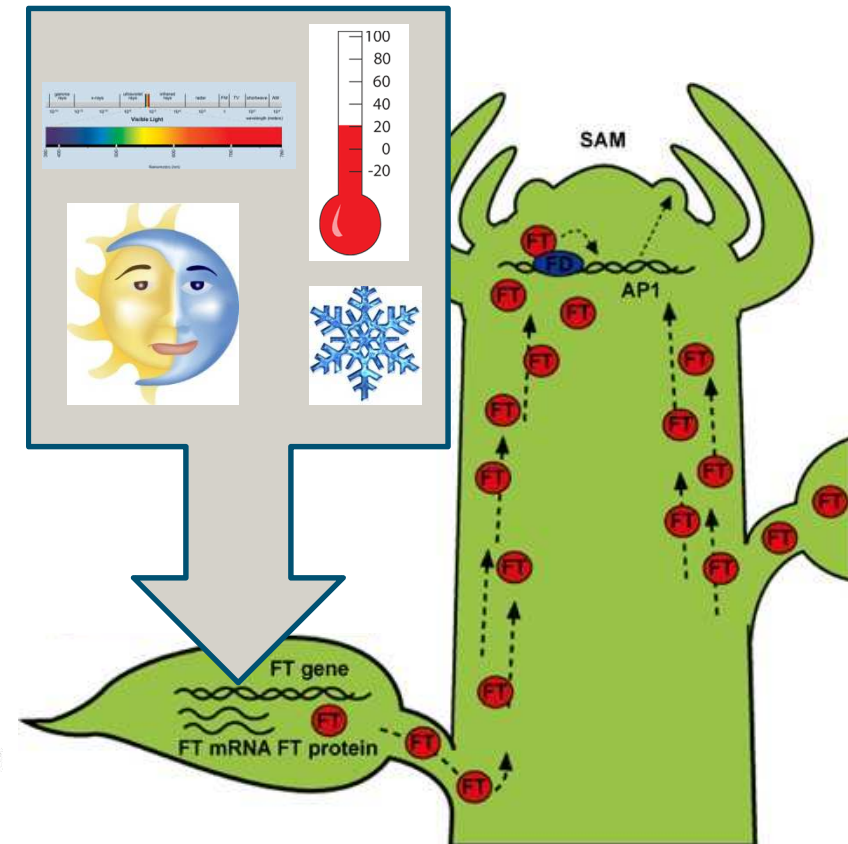


TgTFL1



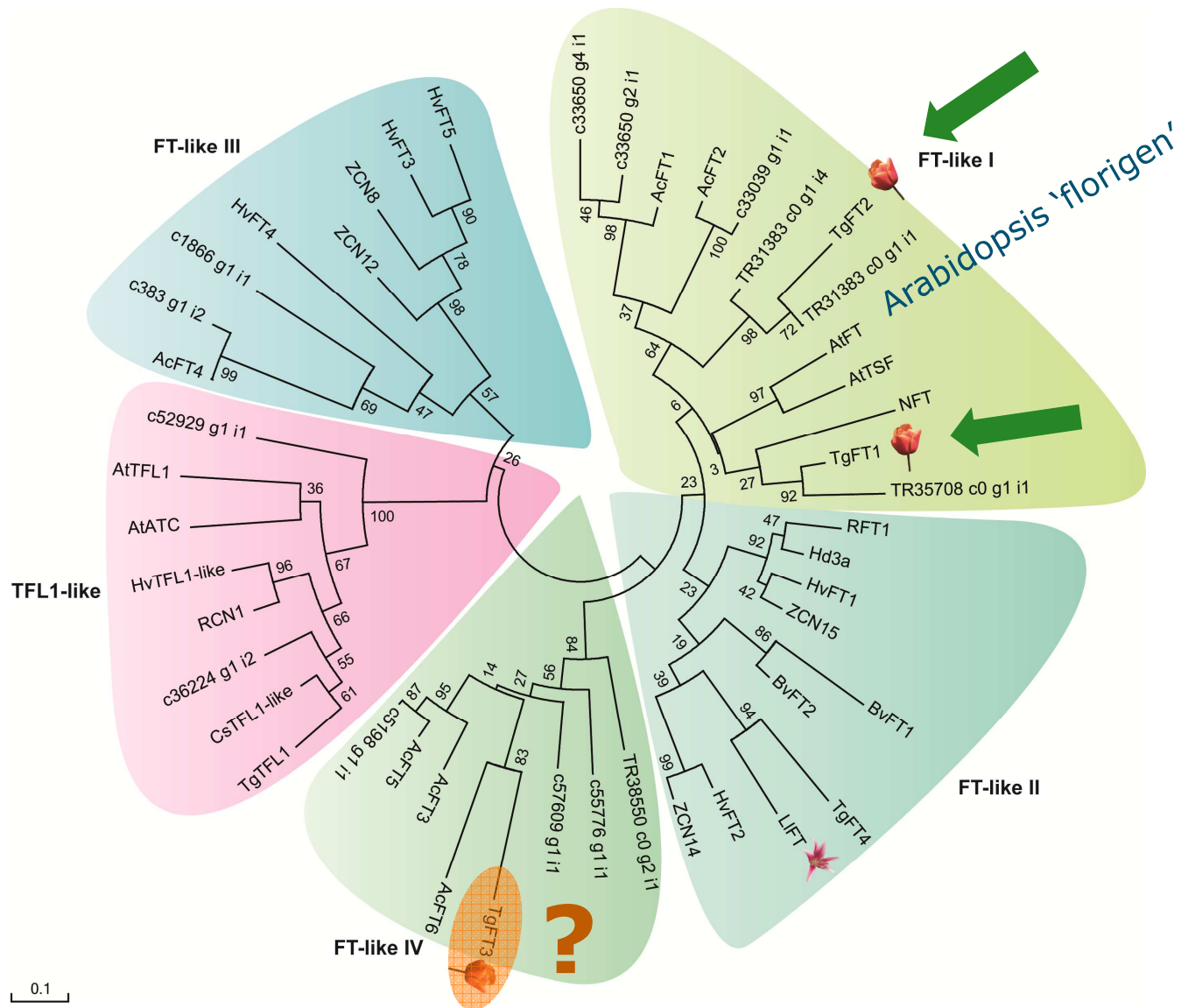
TgAP1





29

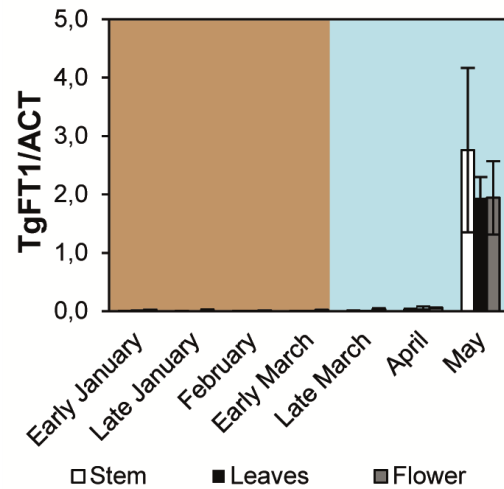
Phylogenetische analyse



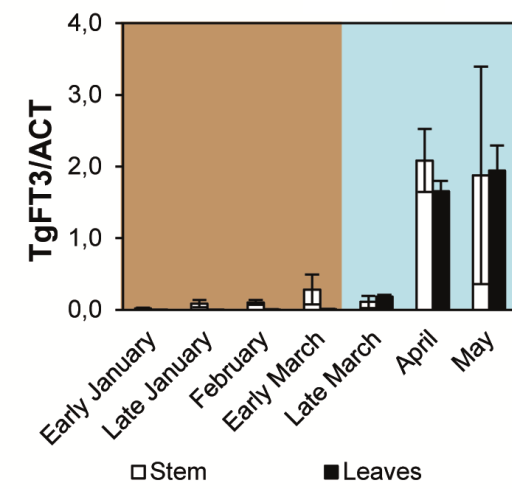
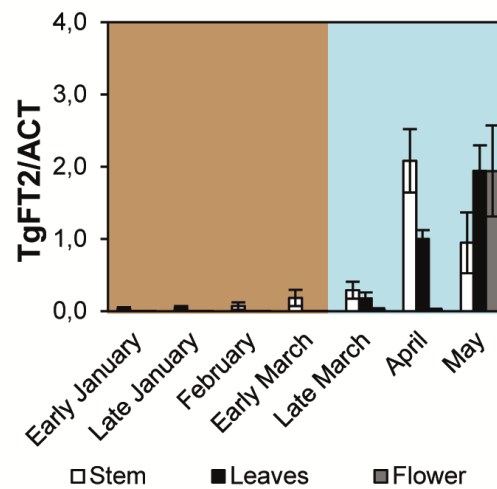
Activiteit tulpen *FT*-like genes



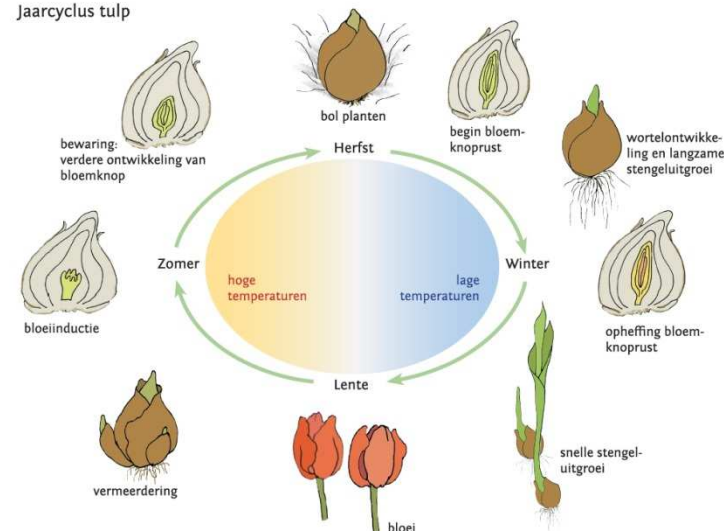
Jan Mar May



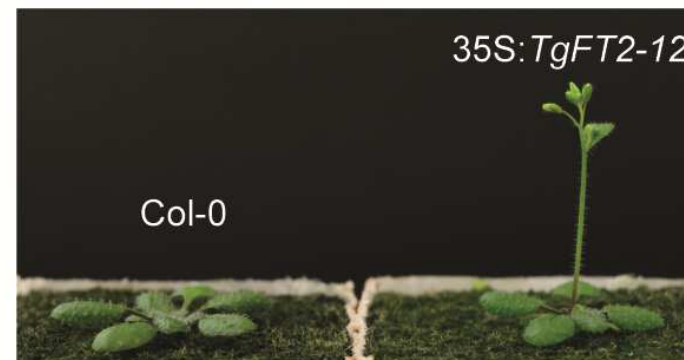
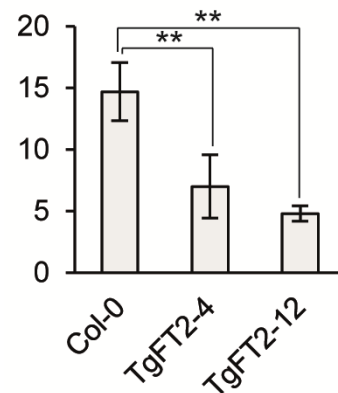
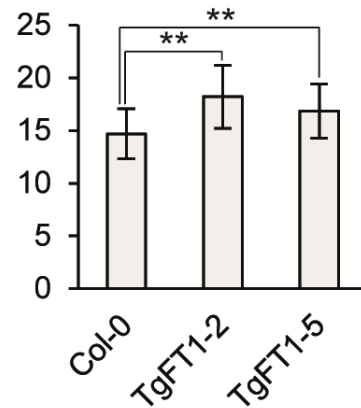
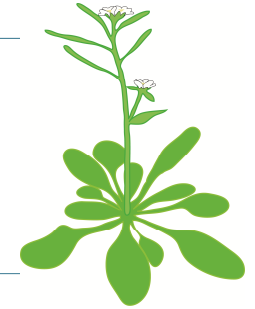
□ Above ground
■ Under ground



Jaarcyclus tulp



Overexpressie analyse in *Arabidopsis thaliana*



Conclusie: *TgFT2* heeft alle kenmerken van 'florigen'

Conclusies bloeiïnductie door warmte

- Warmte in het late voorjaar/zomer induceert bloei in tulp
- Minimaal een maand voordat morfologisch veranderingen optreden in de groeipunt wordt op moleculair niveau het bloeiproces al geactiveerd!
- Warmte induceert bloei maar tegelijkertijd vind ook afrijping van de bol en inductie van dormancy plaats (*analogie met zaad ontwikkeling*)!
- Vroegheid (voor de geteste rassen) wordt niet bepaald door het moment van bloeiïnductie maar door de lengte van de dormancy periode.



Outline:

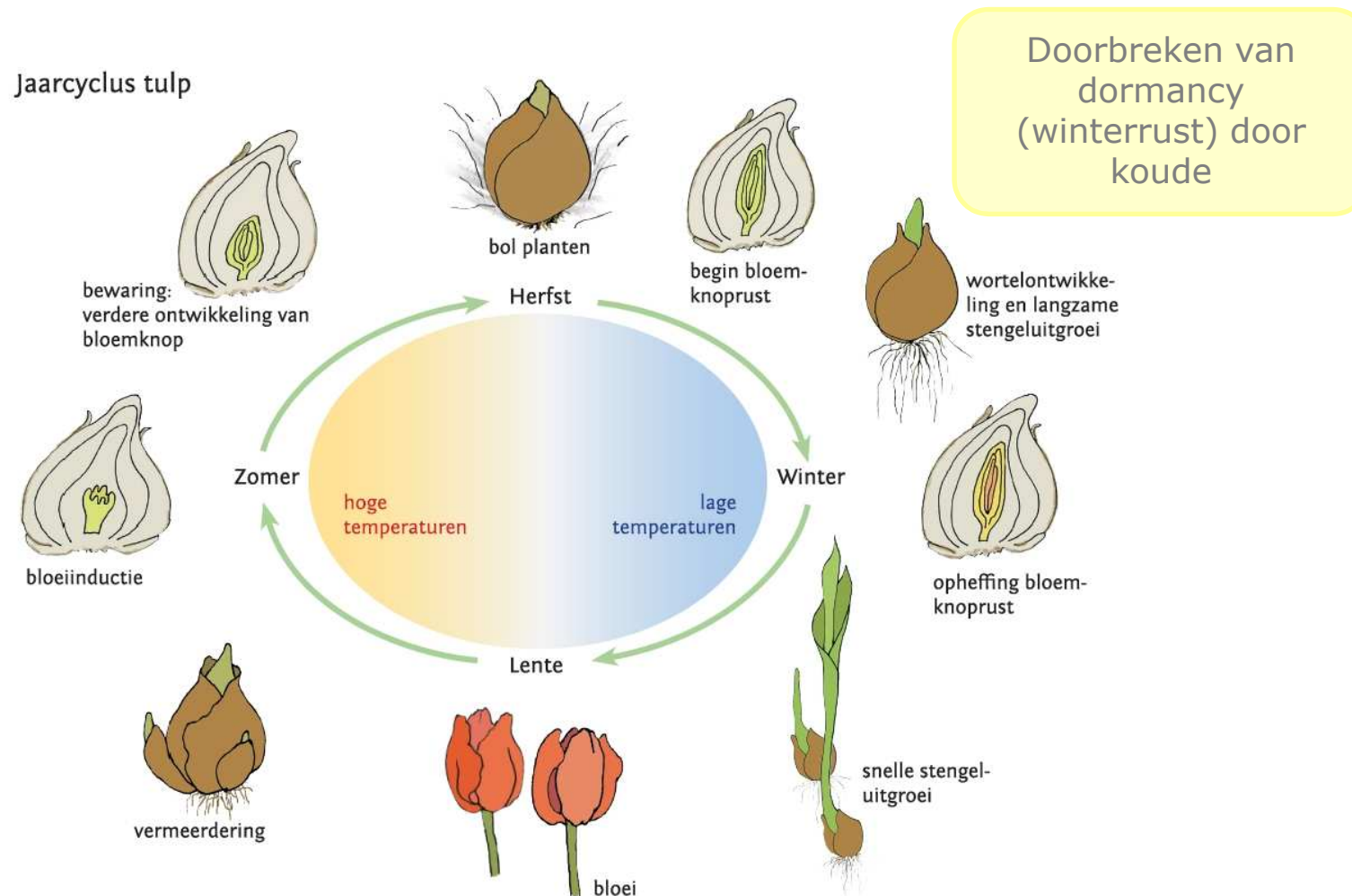
I. Het belang van bloeiregulatie voor planten

II. Reproductie in tulp

III. De rol van warmte in bloeiïnductie in tulp

IV. De rol van winterkoude in tulpenbloei

Dormancy (winterrust) in tulp



Winterrust (dormancy) in tulp

- In tulp is winterkou nodig om rust te doorbreken en voor volledige stengelstrekking en volle bloei
- Winterkou induceert de afbraak van zetmeel in de bolrokken

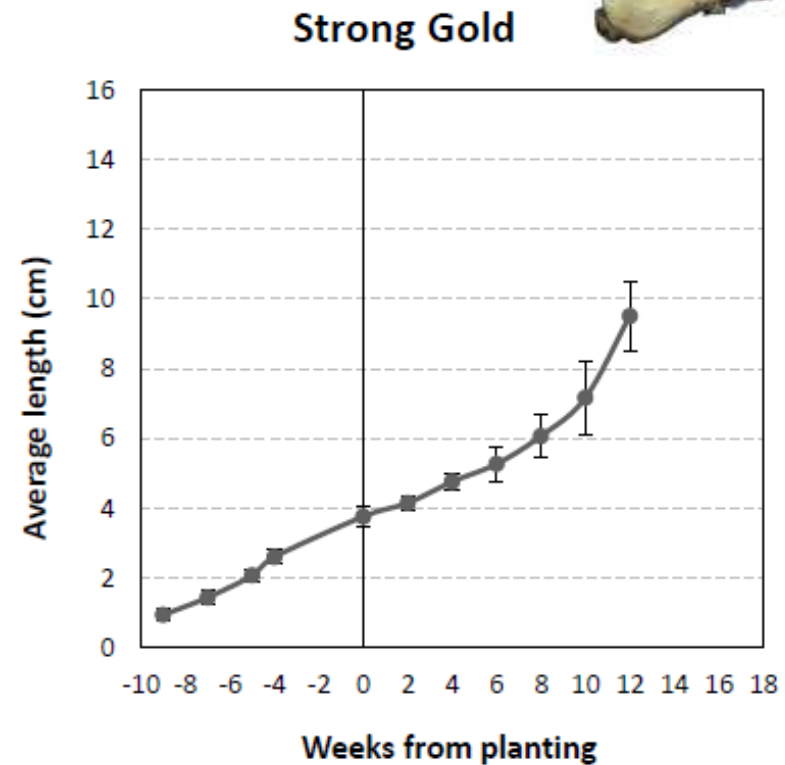
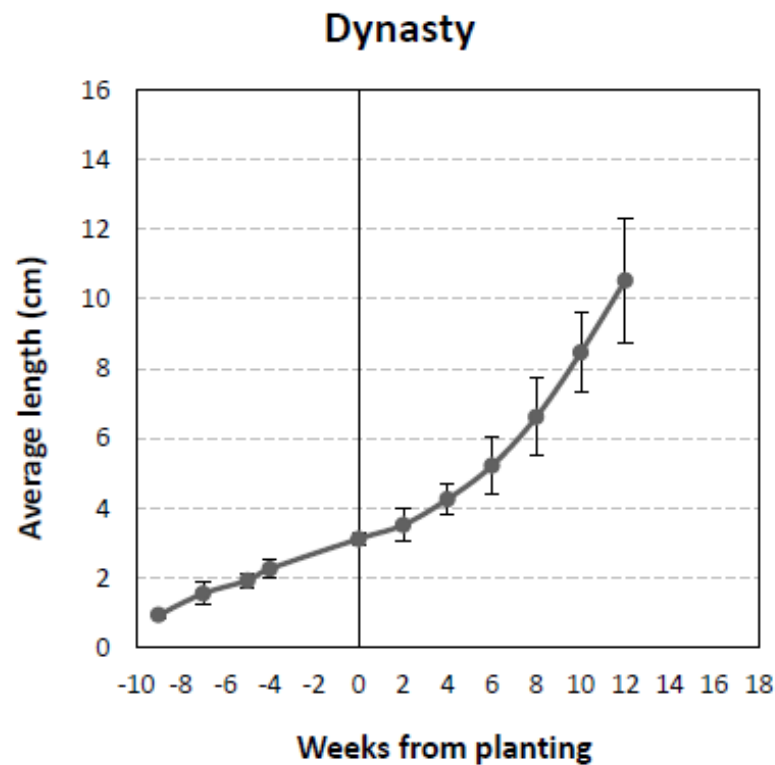


Wat gebeurt er exact in de bol in de rustperiode?



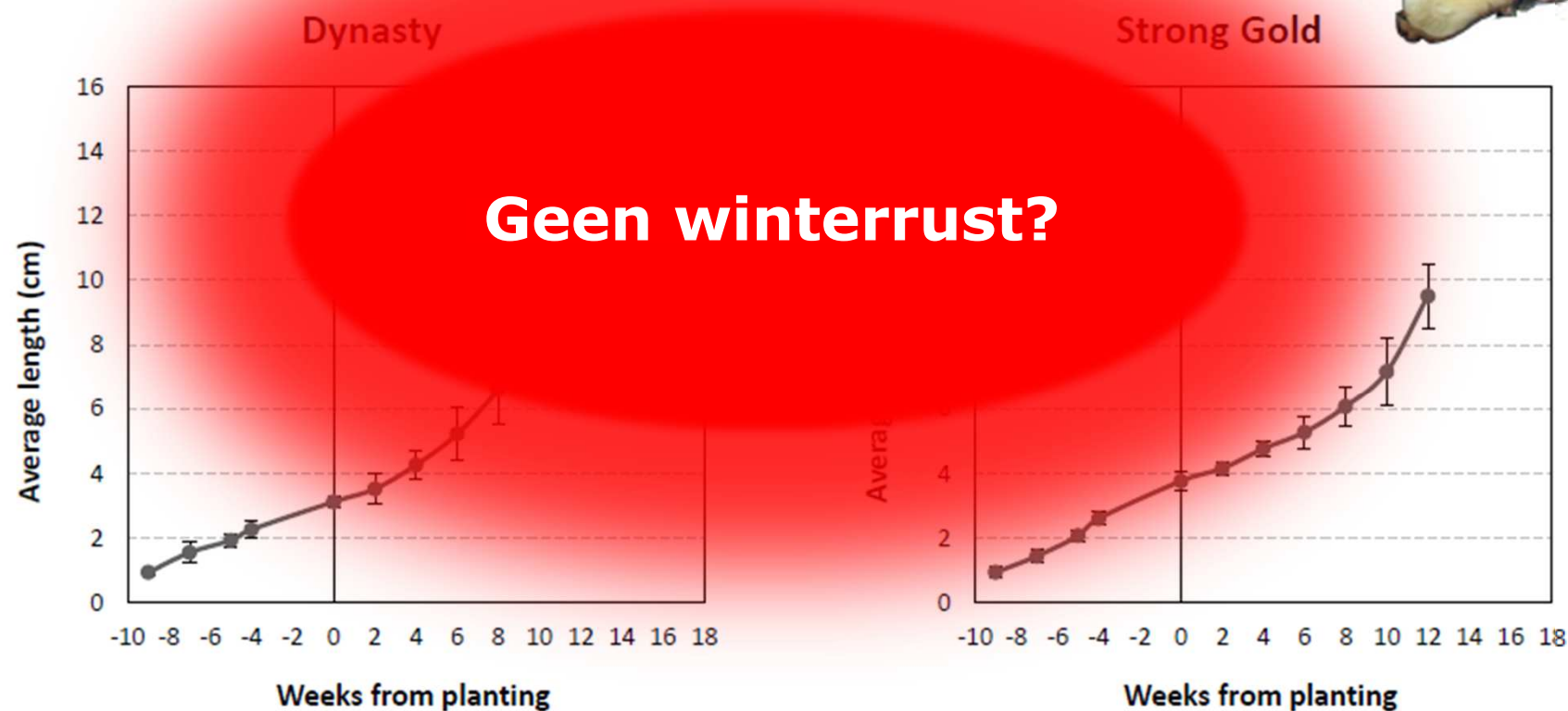
Spruitontwikkeling in winterperiode

Week -10 tot -5 = bewaring, 20 °C
Week -4 tot 0 = bewaring, 18 °C
0 = planten in veld

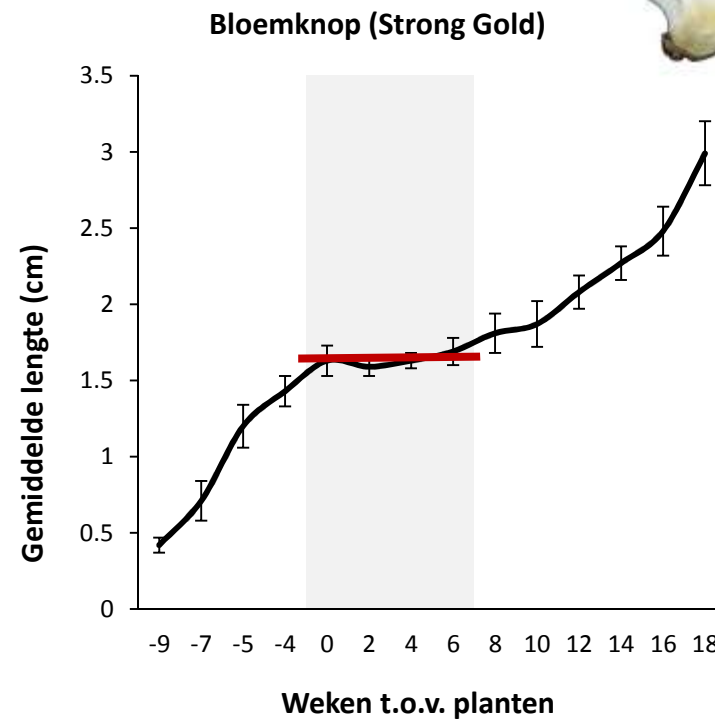
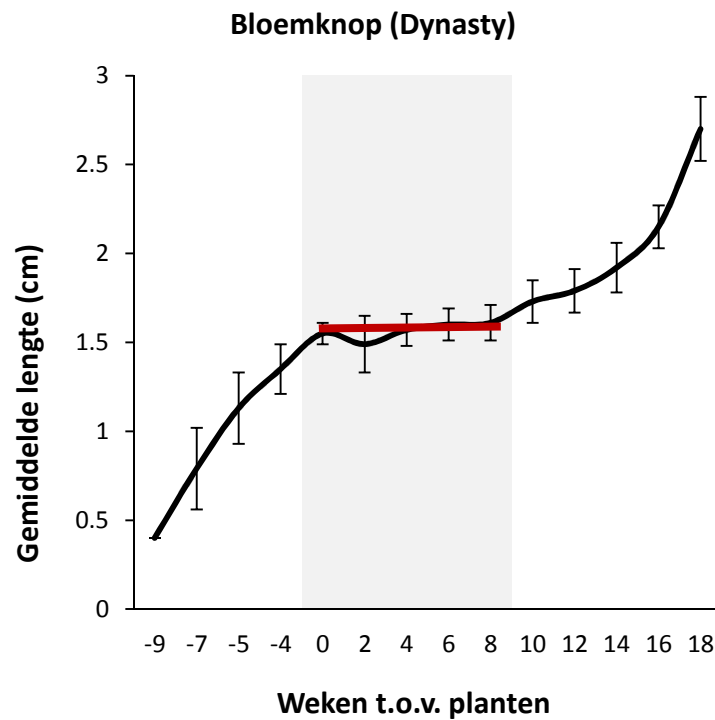


Spruitontwikkeling in winterperiode

Week -10 tot -5 = bewaring, 20 °C
Week -4 tot 0 = bewaring, 18 °C
0 = planten in veld

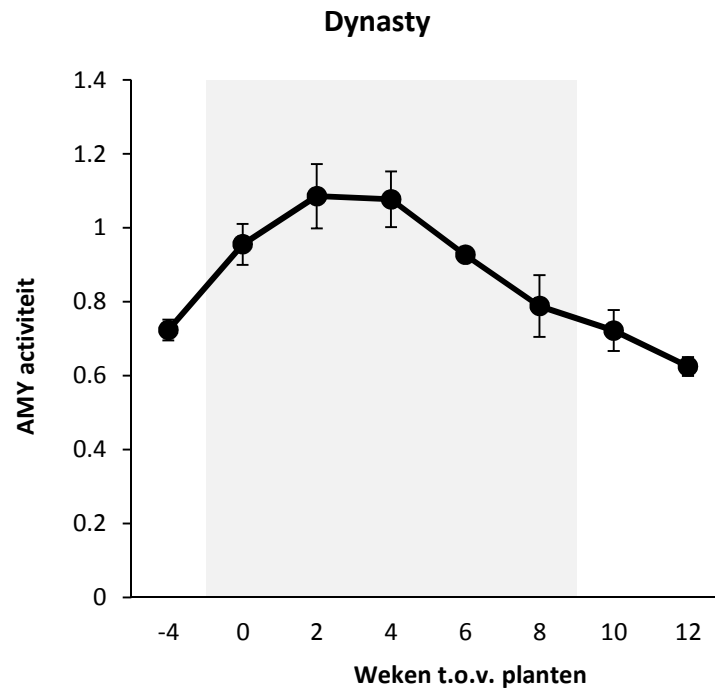


Bloemknop ontwikkeling in winterperiode

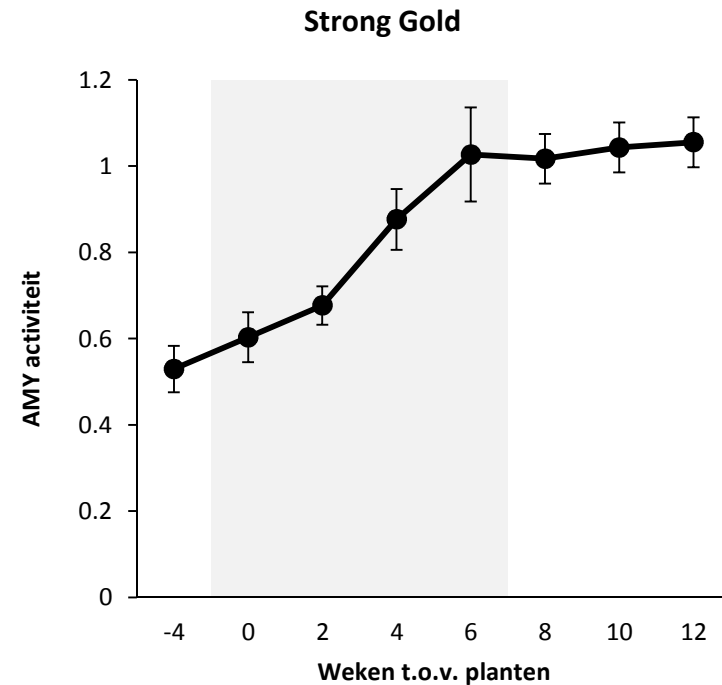


Wat gebeurt er met genactiviteit?

Alpha amylase (AMY) in scales

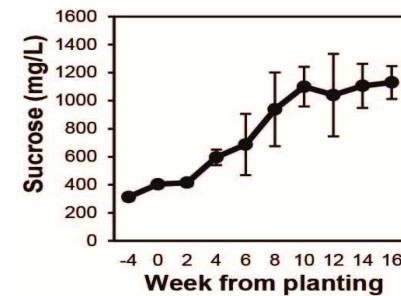
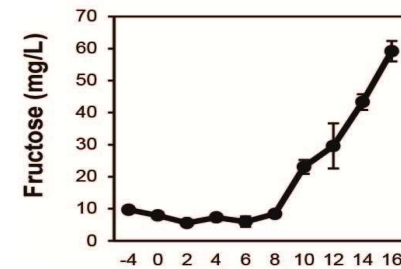
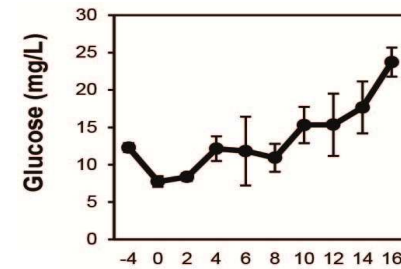
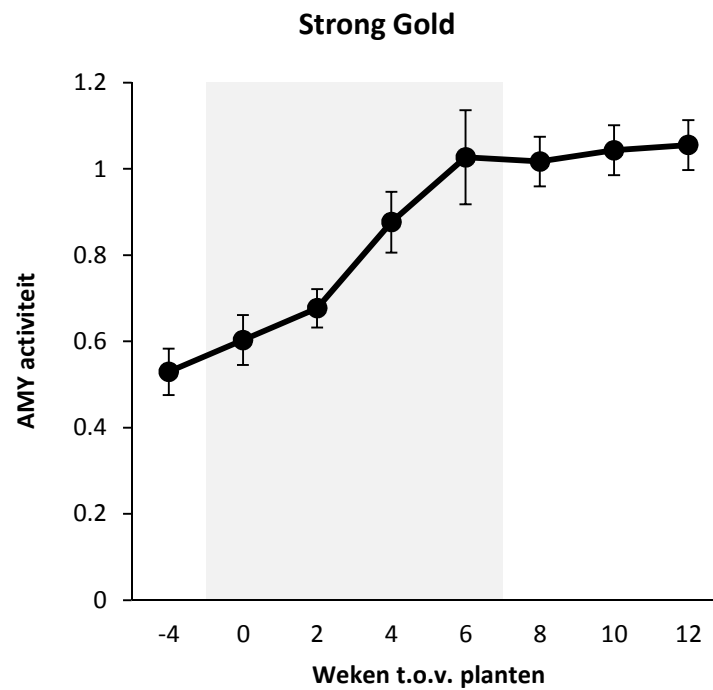


"sprinter (Benzine)"



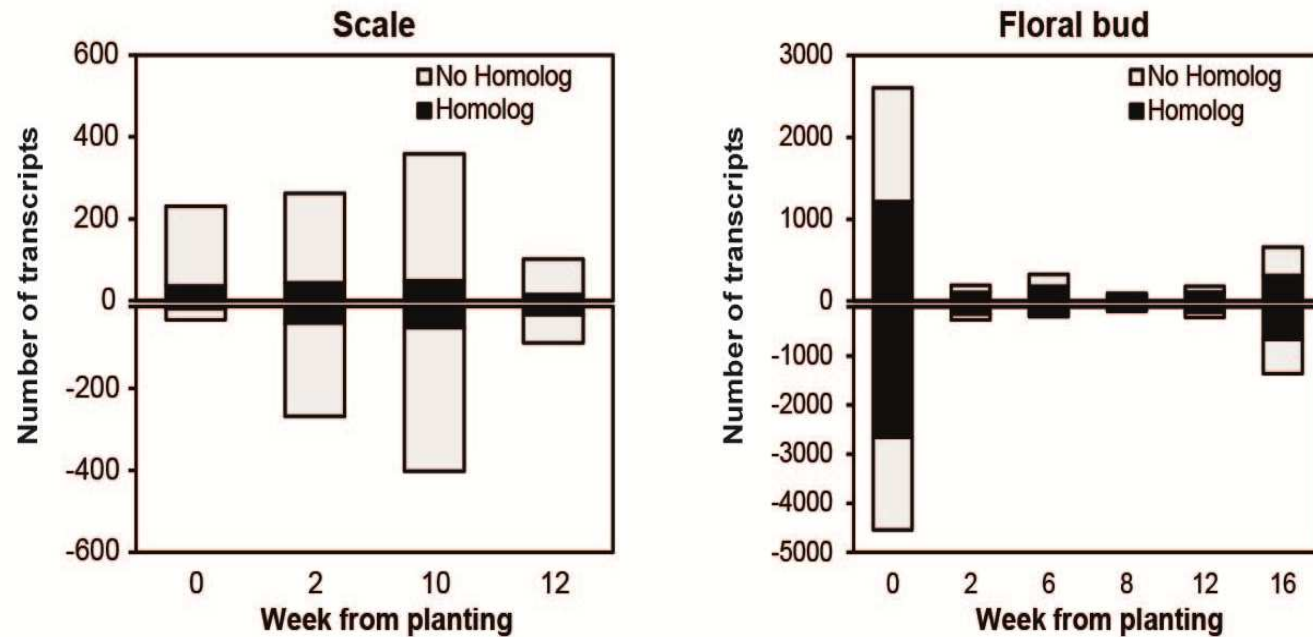
"Marathon looper (Diesel)"

Correlatie genexpressie *AMY* met suiker beschikbaarheid



Genoom-brede analyse genexpressie

Aantal genen met veranderde activiteit t.o.v. 4 weken voor planten (in bewaring)



Conclusies winterrust/dormancy

- Alleen de bloemknop zelf gaat morfologisch in winter rust.
- In de laatste weken van de bewaring lijkt de bol in rust maar is er relatief veel verandering in genactiviteit in het bloemknopje!
- Kou activeert enzymen zoals alpha amylase (AMY) in de bolrokken op gen niveau en dit zorgt voor de afbraak van zetmeel in bruikbare suikers.
- *Dynasty* is vroeger dan *Strong Gold* met bloei in het voorjaar en dit is gecorreleerd aan een snelle activatie van AMY ("*sprinter*")

Met dank aan:



Melissa Leeggangers (PhD)
Judit Nadal (MSc)

Physiology of Flower Bulbs
Department of Plant Physiology
Wageningen University

Harm Nijveen (PD)

Department of Bioinformatics
Wageningen University

Materiaal, financiering en support:

Sjaak Langeslag (KAVB)
Gebroeders Klaver
Gulik Tulpen

