

# Rijping van tomaat

## Rol van ethyleen en ethyleenreceptoren



*Sinds kort heeft de praktijk er een nieuwe teeltmaatregel bij om tomaten aan het eind van het groeiseizoen geforceerd af te rijpen aan de plant via de toediening van ethyleen, een gasvormig plantenhormoon. Voor een goede werking van ethyleen is het nodig dat de vrucht in staat is ethyleen waar te nemen met zijn ethyleenreceptoren (de zogenaamde ETRs). Een goed begrip van deze perceptie en de daaropvolgende signaaloverdracht kan helpen om op termijn de toepassing van ethyleen verder te gaan optimaliseren.*

### ROL VAN ETR

Ethyleen wordt in eerste instantie waargenomen door de receptoren (ETRs). Een centrale rol wordt ingenomen door zogenaamde EIN2 eiwitten. Dit zijn eiwitten die in de celkern allerlei rijpingsgerelateerde processen op kunnen starten. Zolang er geen ethyleen aanwezig is, wordt dankzij de tussenkomst van de CTR-eiwitten verhinderd dat de EIN2 eiwitten naar de celkern gaan waardoor vruchtrijping zolang wordt voorkomen. Zodra ethyleen wordt gebonden aan de receptoren kunnen de CTR-eiwitten hun werk niet meer doen en krijgen de EIN2 eiwitten de kans om naar de kern te gaan en de vruchtrijping in gang te steken. Door het gedrag van deze drie eiwitgroepen in detail te bestuderen proberen we meer inzicht te krijgen in hun rol tijdens vruchtrijping. In dit onderzoek werd gebruikt gemaakt van 1-methylcyclopropeen (1-MCP), een gas dat zich net als ethyleen hecht aan de ethyleenreceptoren, zonder echter de verdere signaaloverdracht in gang te steken.

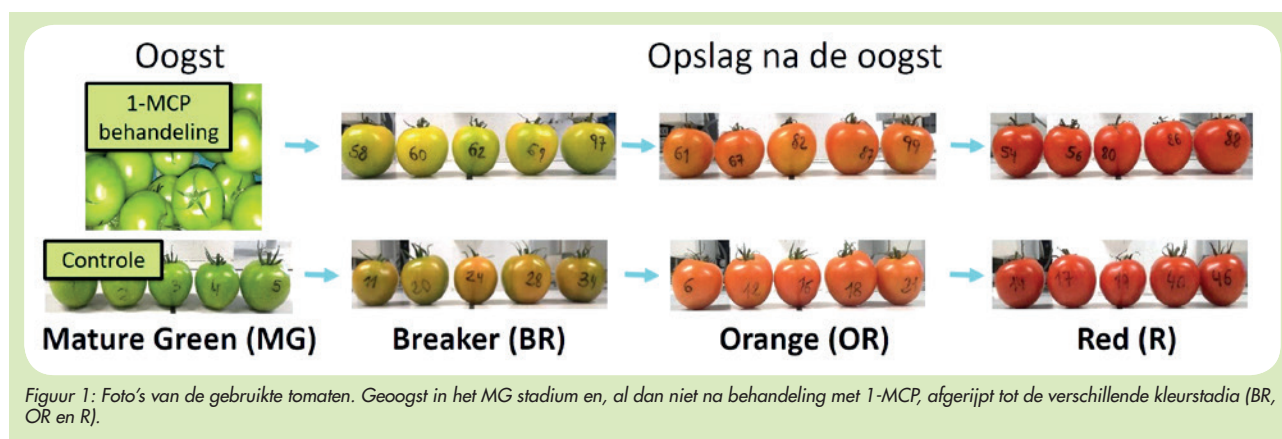
### BEWAAREXPERIMENT

In deze studie werd gebruik gemaakt van volgroeide maar nog groene tomaten (aangeduid als MG) die na oogst al dan niet werden behandeld met 1-MCP. Hierna kregen de vruchten de kans krijgen om tijdens de bewaring verder af te rijpen. Zowel de controle vruchten als de 1-MCP behandelde vruchten werden geanalyseerd van zodra ze de achtereenvolgende rijpheidsstadia 'Breaker' (BR), 'Oranje' (OR) en

'Rood' (R) hadden bereikt (Figuur 1). De verschillende eiwitten werden uit het vruchtvlees geëxtraheerd en de niveaus aan ETRs, CTRs en EIN2 tijdens de rijping van zowel de controle vruchten als de 1-MCP behandelde vruchten werden gemeten. Daarnaast werden metingen gedaan van de stevigheid, ethyleenproductie en ademhalingsnelheid van de tomaten.

### DE RIJPING ONDER INVLOED VAN 1-MCP IS STERK GEREMD

Door de behandeling met 1-MCP rijpten de vruchten veel trager af dan de onbehandelde controle vruchten. In figuur 2 worden de algemene kwaliteitsmetingen van stevigheid, ethyleenproductie en ademhalingsnelheid getoond. De sterke remming door 1-MCP komt vermoedelijk door de nog zeer lage ethyleenproductie in het MG stadium waardoor er weinig concurrentie is vanuit ethyleen en 1-MCP het merendeel van de receptoren kan blokkeren. Eenmaal dat de vruchten het 'Breaker' stadium bereikten was de ethyleenproductie in de 1-MCP behandelde vruchten hoger dan in de controle vruchten. Dit kan het gevolg zijn van de eerdere onderdrukking van de signaaloverdracht die later weer teniet wordt gedaan waarbij ethyleen mede de accumulatie van EIN2 in de hand werkt. De vruchten vertoonden geen noemenswaardige verschillen in stevigheid, maar de ademhalingsnelheid van de 1-MCP behandelde vruchten was wel lager dan die van de controle vruchten. (Figuur 2). Deze lagere ademhalingsactiviteit is in overeenstemming met de trager verlopende vruchtrijping.



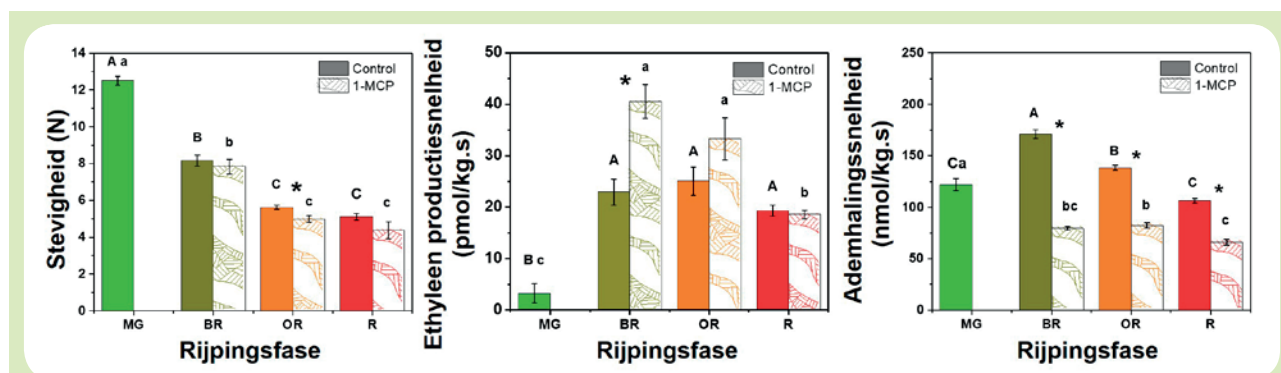
Figuur 1: Foto's van de gebruikte tomaten. Geoogst in het MG stadium en, al dan niet na behandeling met 1-MCP, afgerijpt tot de verschillende kleurstadia (BR, OR en R).



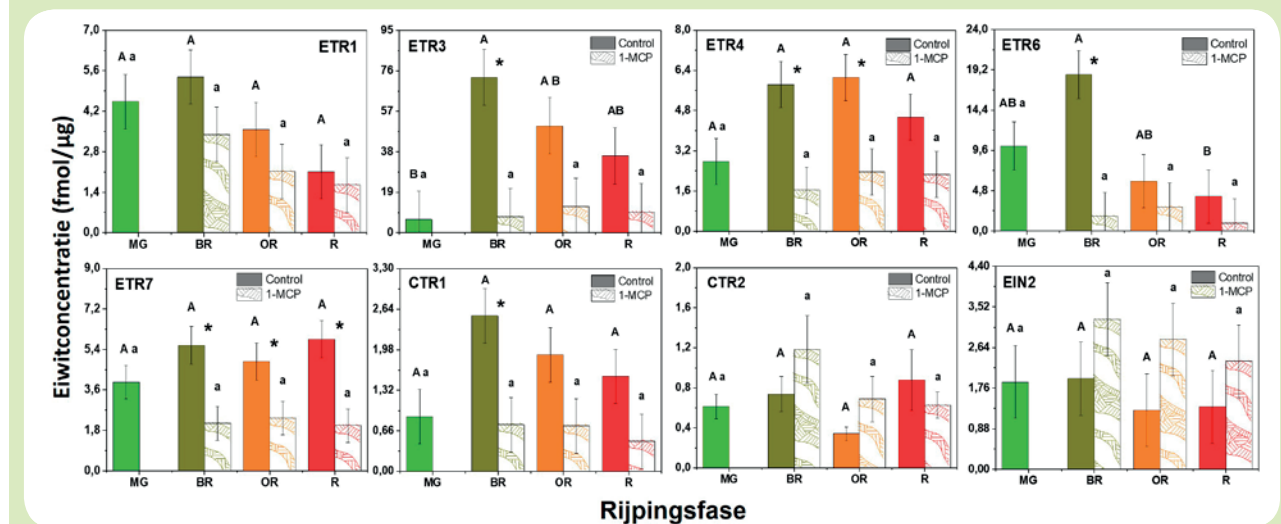
**DE RECEPTOR- EN SIGNAAL EIWITTEN ZIJN MINDER ABUNDANT ONDER INVLOED VAN 1-MCP**

De resultaten voor de ETRs, CTRs and EIN2 worden weergegeven in figuur 3. Doorgaans bestaan er meerdere varianten van deze eiwitten zoals aangegeven met de cijfers achter hun naam. Een aantal van de receptoren (ETR3, ETR4, ETR6 en ETR7) en CTR1 vertonen in het 'Breaker' stadium lagere concentraties in 1-MCP behandelde vruchten dan in de controle 'Breaker' vruchten (Figuur 3).

In de latere rijpheidsstadia blijven ETR4 and ETR7 laag (Figuur 3). Deze lage niveaus zullen in een later stadium, wanneer het effect van 1-MCP gaat afnemen, aanleiding geven tot een versnelde reactivering van de ethyleensignaaloverdracht doordat zij EIN2 minder zullen remmen in hun werking.



Figuur 2: Stevigheid, ethyleenproductie en ademhalingssnelheid opgemeten aan de hand van 5 tomaten per staalname. De sterretjes geven statistische verschillen weer tussen de 1-MCP behandelde en controle vruchten binnen eenzelfde kleurstadium.



Figuur 3: Absolute eiwitkwantificatie van de belangrijkste ETRs, CTRs and EIN2 opgemeten aan de hand van 5 tomaten per staalname. De sterretjes geven statistische verschillen weer tussen de 1-MCP behandelde en controle vruchten binnen eenzelfde kleurstadium.

Dit werk werd mogelijk gemaakt dankzij een Bilaterale Onderzoeksamenwerking, project FWO.106.2013.20 met NAFOSTED en het FWO.

*1-MCP inhibition of tomato ripening and its effect on the ethylene signalling*  
 This work studies the regulation of the ethylene signalling pathway during tomato fruit ripening in response to the ethylene action inhibitor 1-MCP, through the study of the protein levels of receptors, CTR and EIN2 proteins. Different ripening stages of tomatoes were harvested, either or not treated with 1-MCP and subsequently stored. Fruit firmness, ethylene production and respiration rate were measured during fruit ripening. 1-MCP treated fruit produced a lower respiration rate, resembling the general inhibition of the metabolism, but a higher ethylene production rate, possibly to reactivate the ethylene signalling to be able to continue the ripening process. In general, lower levels or no differences were found for the proteins in comparison to the control samples. As receptors and CTRs are negative regulators of the ethylene signalling, decreasing their production could subsequently decrease the inhibition towards EIN2, which could freely act as activator of the ethylene responses.