

'n Ondersoek na die opgewekte elektroniese toestande van karotenoïede in die hoofligversamelingskompleks van plante (LHCII) deur femtosekondepomp-proefspektroskopie

**Authors:**A. Singh¹
T.P.J. Krüger¹**Affiliations:**¹Department of Physics,
University of Pretoria,
South Africa**Corresponding author:**A. Singh,
asmita.singh@tuks.co.za**How to cite this article:**Singh, A. & Krüger, T.P.J.,
2016, 'n Ondersoek na die
opgewekte elektroniese
toestande van karotenoïede
in die hoofligversamelings-
kompleks van plante (LHCII)
deur femtosekondepomp-
proefspektroskopie',
*Suid-Afrikaanse Tydskrif vir
Natuurwetenskap en
Tegnologie* 35(1), a1417.
[http://dx.doi.org/10.4102/
satnt.v35i1.1417](http://dx.doi.org/10.4102/satnt.v35i1.1417)**Copyright:**© 2016. The Authors.
Licensee: AOSIS. This work
is licensed under the
Creative Commons
Attribution License.**Read online:**Scan this QR
code with your
smart phone or
mobile device
to read online.

Investigating the excited electronic states of carotenoids in the main plant light-harvesting complex (LHCII) via femtosecond pump-probe spectroscopy. Photosynthesis involves the main plant light-harvesting complex (LHCII) pigments (chlorophylls and carotenoids). These pigments absorb and transfer photoenergy to lower excited electronic energy states. Carotenoids protect plants against over-illumination. The ultrafast dynamics of carotenoid excited states in spinach leaves were investigated upon intensity-dependent, selective carotenoid excitation through femtosecond pump-probe spectroscopy.

Natuurlike fotosintese is die grootste energiestoringsproses op aarde. Die fotosintetiese ligversamelingsapparaat van plante bestaan hoofsaaklik uit ingewikkelde pigment-proteïenkomplekse. Die hoofligversamelingskompleks (LHCII) van plante is die mees algemene membraanproteïen op aarde. LHCII bestaan uit drie identiese proteïene wat elk 18 pigmente bind (Lui *et al.* 2004). Die pigmentmolekule (naamlik chlorofil [Chl] en karotenoïede [Kar]) vang ligenergie vas en word sodoende na hoër elektroniese energietoestande opgewek. Hierdie elektroniese energieopwekkings beweeg op 'n ultravinnige tydskaal na naburige komplekse en uiteindelik na die reaksiesentrum, waar 'n ladingskeiding geïnduseer word vir die tydelike berging van die geabsorbeerde energie. Die merkwaardige snelheid van hierdie proses vorm die basis vir die hoë doeltreffendheid hiervan. Plante is selfbeskermend teen oorbeligting deur niefotochemiese dowring (NPQ). Een deel van NPQ is die vinnige omskakeling van die fotosintetiese ligversamelingsapparaat van 'n doeltreffende ligversamelaar na 'n doeltreffende fotobeskermer. NPQ raak van oortollig geabsorbeerde energie ontslae deur die vrystelling van warmte. Karotenoïede speel 'n belangrike rol in hierdie omskakeling om potensieel skadelike chlorofiltriplekte te doof. In hierdie projek is die ultravinnige dinamika van die opgewekte toestande van geïsoleerde LHCII-Kar ondersoek en gekarakteriseer deur femtosekondepomp-proefspektroskopie te gebruik. Die komplekse is uit spinasieblare onttrek. Deur golflengtes van 494 nm en 506 nm te gebruik, is die Kar selektief opgewek: luteïen1 en neoksantien is by 494 nm en luteïen2 en violaksantien by 506 nm opgewek. Die LHCII-monster het 'n optiese digtheid van 0.5/mm by die Q_y -absorpsiepiek van Chl a gehad. Die 30 fs-pomppuls wek 'n spesifieke pigmentmolekuul op en word na 'n vasgestelde vertragingstyd gevolg deur 'n proefpuls, 'n uniforme superkontinuüm wat die hele sigbare gebied dek. Die groot getal absorpsiespektra van hierdie twee pulse word vervolgens deur die sagteware Glotaran (Snellenburg, Liptenok & Seger, *et al.* 2012) (Globale en Teikenanalise) geanaliseer. Ons analisemodel bestaan uit vyf kompartemente wat sekwensieel of in serie ná mekaar verval. Die ooreenstemmende tempokonstantes (die omgekeerde van die vervalleeftye) kom ooreen met spesifieke energieoordragprosesse tussen Kar- en Chl-energietoestande, sowel as verval na laer energietoestande binne dieselfde molekule. Dit word vertoon deur evolusiegeassosieerde spektra (EAS). Vir 'n tipiese eksperiment (pomppuls op 494 nm en met 'n energie van 20 nJ), was die leeftye soos volg: Die eerste ultravinnige leeftyd van 125 fs dui op die verval van die Kar se S_2 -energietoestand en word in die EAS met verbleiking van die grondtoestand geassosieer; die tweede leeftyd van 1.24 ps verwys hoofsaaklik na die energieoordrag vanaf Chl b na Chl a; die derde leeftyd hou hoofsaaklik verband met die verval van

Note: A selection of conference proceedings: Student Symposium in Science, 29–30 October 2015, University of the Free State, South Africa. Organising committee: Mr Rudi Pretorius and Ms Andrea Lombard (Department of Geography, University of South Africa); Dr Hertzog Bisset (South African Nuclear Energy Corporation (NECSA)); Dr Ernie Langner and Prof Jeanet Conradie (Department of Chemistry, University of the Free State).

die Kar S_1 -toestand terug na die grondtoestand; die vierde leeftyd van 2.50 ns verwys na fluoressensie van Chl *a*; terwyl die laaste, lang leeftyd van 1 μ s die ordegrootte van die verval van die triplettoestand van Kar aandui (die Kar-triplet het binne enkele ps die energie van enige gevormde Chl-triplet ontvang). Hierdie leeftye kan vergelyk word met gepubliseerde waardes (sien onder meer Gradinaru, *et al.* 2000).

Literatuurverwysings

- Liu, Z., Yan, H., Wang, K., Kuang, T., Zhang, J., Gui, L., An, X. & Chang, W., 2004, 'Crystal structure of spinach major light-harvesting complex at 2.72 Å resolution', *Nature* 428, 287–292. <http://dx.doi.org/10.1038/nature02373>
- Gradinaru, C.C., Van Stokkum, I.H., Pascal, A.A., Van Grondelle, R. & Van Amerongen, H., 2000, 'Identifying the pathways of energy transfer between carotenoids and chlorophylls in LHCl and CP29. A multicolor, femtosecond pump-probe study', *Journal of Physical Chemistry B* 104(39), 9330–9342. <http://dx.doi.org/10.1021/jp001752i>
- Snellenburg, J.J., Liptonok, S.P., Seger, R., Mullen, K.M. & Stokkum, I.H.M., 2012, 'Glotaran: A Java-based graphical user interface for the R Package TIMP', *Journal of Statistical Software* 49(3).