



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Spin-torch experiment on reaction centers of *Rhodobacter sphaeroides*

Sai Sankar Gupta, K.B.

Citation

Sai Sankar Gupta, K. B. (2011, December 22). *Spin-torch experiment on reaction centers of Rhodobacter sphaeroides*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/18271>

Version: Corrected Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/18271>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Publications

“Dynamic asymmetry in the Special Pair of *Rhodobacter sphaeroides* observed by photochemically induced dynamic nuclear polarization ^{13}C NMR”

(Chapter-2, *Manuscript to be submitted*)

“Two-dimensional nanosecond laser-flash photo-CIDNP MAS NMR experiments provide direct access to the electronic structure of the donor in bacterial reaction centers”

(Chapter-3, *Manuscript to be submitted*)

“Characterization of bacteriopheophytin a in the active branch of the reaction center of *Rhodobacter sphaeroides* by ^{13}C photo-CIDNP MAS NMR”

(Chapter-4, *Manuscript to be submitted*)

“Proton NMR using photo-CIDNP on *Rhodobacter sphaeroides*”

(Chapter-5, *Manuscript to be submitted*)

“On the configuration of spheroidene in the photosynthetic reaction center of *Rhodobacter sphaeroides*: a comparison of wild type and reconstituted R26”

Guinevere Mathies, Marc C. van Hemert, Peter Gast, Karthick Babu Sai Sankar Gupta, Harry A. Frank, Johan Lugtenburg, Edgar J. J. Groenen

J. Phys. Chem. A 115, 34, 9552–9556 (2011)

“Phytochrome as molecular machine: Revealing chromophore action during the Pfr-to-Pr photoconversion by magic-angle spinning NMR spectroscopy”

Thierry Rohmer, Christina Lang, Christian Bongard, Karthick Babu Sai Sankar Gupta, Jon Hughes, Wolfgang Gärtner, Jörg Matysik

J. Am. Chem. Soc. 132, 4431–4437 (2010)

“ ^{15}N photo-CIDNP MAS NMR on RCs of *Rhodobacter sphaeroides* (WT) and R26”

Eugenio Daviso, Karthick Babu Sai Sankar Gupta, Shipra Prakash, A. Alia, Peter Gast, Gunnar Jeschke, Jörg Matysik

In: Energy from the sun (J. Allen, E. Gantt, J. Golbeck, B. Osmond, eds.) Springer Dordrecht, pp. 63–66 (2008)

Science Career article:

"Towards spin-torch experiments and artificial reaction centers "

Karthick Babu Sai Sankar Gupta

Rev. Env. Sci. Biotech. Vol. 8, Number 4, 313-316 (2009)

Curriculum vitae

The author of this thesis, Karthick Babu Sai Sankar Gupta was born on 9th August 1979 in Bangalore, India. During his childhood, he had been travelling and did schooling in different places namely, Chennai, Madurai, Pondicherry and finally finished school education in Tiruppur. He was ranked first among the graduating class of year 1996 (12th standard) from Nanjappa Boys Higher Secondary School, Tiruppur. He was awarded a study scholarship in Sri Sathya Sai Institute of Higher Learning in Whitefield, Bangalore to support his studies of B.Sc (Chemistry) (Hons) from 1996 to 1999. He proceeded further to pursue master's course in chemistry with his scholarship. During this study, he completed grades with distinction from Sri Sathya Sai Institute of Higher Learning, Puttaparthi in 2001. Part of his master's project was "Phytochemical Investigation of *Croton bonplandianum*" under the supervision of Dr. Nageshwar Rao. During his academic endeavors, he actively participated in social-work events and took additional responsibilities in voluntary activities in the "Grama Seva" (Village service) project. After his master's, he worked as a project assistant under the supervision of Prof. K .V. Ramanathan and Prof. N. Suryaprakash in NMR Research Centre at the Indian Institute of Science, Bangalore, India from 2001 till 2003. In 2004, he worked as a research assistant in Laboratoire de Résonance Magnétique Biomoléculaire at EPFL, Switzerland under the supervision of Prof. G. Bodenhausen. There he studied internal motions in free and bound Major Urinary Protein by ¹⁵N CPMG relaxation dispersion rates and further worked on the thermodynamic theory of cross polarization with adamantane and polarization transfer from abundant nuclei to insensitive nuclei using rotary resonance and other techniques in SSNMR.

In 2006, he started his doctoral studies at Leiden University in the Solid-State NMR group of Prof. Dr. H. J. M de Groot under the supervision of Dr. J. Matysik. The project was entitled "Transfer of photo-CIDNP polarization to surrounding atoms in solids". During his research, he received several travel grants and got the opportunity to attend the following summer schools (1) *European School on Solid State NMR*, Advanced level course, Biological Solids, Germany (May 29th - June 2nd, 2006); (2) *EMBO Workshop on Multidimensional NMR in Structural Biology*, Il Ciocco- Lucca, Italy (27th Aug - 1st Sep, 2006); (3) *HRSMC's Summer School on Photochemistry 2008: Fundamentals and Applications*, Maastricht, The Netherlands (31st May - 4th June, 2008); (4) *Summer School NMRCM*, St.Petersburg, Russia (3rd - 5th July, 2008). In 2008, he received a short-term grant from EMBO for "Spin-torch experiments with ¹³C photo-CIDNP MAS NMR for exploring biological structures". This gave him the opportunity to visit and work with Prof G. Jeschke and Prof. M. Ernst in Laboratorium für Physikalische Chemie at ETH, Switzerland. The results from his doctoral research work have been presented both orally and as posters at various conferences. From March 2011, he has been working as "interim hoofd van de NMR afdeling" at the Leids Instituut voor Chemisch Onderzoek, The Netherlands.

ஆசிரியர் குறிப்பு

இந்த ஆய்வறிக்கையின் ஆசிரியர், கார்த்திக் பாபு சாய் சங்கர் குப்தா, 9 ஆகஸ்ட் 1979ல், இந்திய நாட்டில் உள்ள பெங்களூரில் பிறந்தார். தனது பள்ளிப்படிப்பை, சென்னை, மதுரை, பாண்டிச்சேரி ஆகிய இடங்களில் மேற்கொண்டார். இறுதியாக 1996 ஆம் ஆண்டு, திருப்பூரில் உள்ள நஞ்சப்பர் நகராட்சி ஆண்கள் மேல்நிலைப்பள்ளியில், தனது பள்ளிப்படிப்பை முடித்தார். மேல்நிலை படிப்பின் இறுதி ஆண்டில், பள்ளியின் முதல் மாணவனாக தேர்ச்சி பெற்றார். 1996 முதல் 2001 வரை ஸ்ரீ சத்யா சாய் உயர் கல்வி கழகத்தில், கல்வி உதவித்தொகை பெற்று, வேதியலை சிறப்புப் பாடமாகக்கொண்டு, இளங்கலை மற்றும் முதுகலை படிப்பில் மேற்கொண்டு, தனிச்சிறப்பு பட்டங்களை பெற்றார். முதுகலை பட்டத்திற்கு தேவையான ஆய்வு திட்டத்தை "பைடோ கெமிகல் இன்வஷ்டிகேஷன் ஆப் இக்ரோடான் போன்பிலண்டியானம்" என்னும் தலைப்பில், பேராசிரியர் நாகேஷ்வர் ராவ் அவர்களின் கீழ் மேற்கொண்டார். மேலும் தனது பட்டப்படிப்பின் போது "கிராம சேவை" என்ற தன்னார்வுத்திட்டத்தில் சமூகப்பணி நிகழ்ச்சிகளில் சேவை செய்தார். முதுகலை படிப்பிற்குப்பிறகு, 2003 ஆம் ஆண்டு வரை, இந்திய அறிவியல் கழகத்தில் உள்ள அணுக்கரு காந்த ஒத்ததிர்வு (என்.எம்.ஆர்) ஆய்வுமையத்தில் பேராசிரியர்கள் கே.வி. ராமநாதன் மற்றும் என். தூர்யபிரகாஷ் ஆகிய இருவரின் கீழ் ஆய்வுத்திட்ட உதவியாளராக பணிபுரிந்தார். பின்னர் 2004-ஆம் ஆண்டில், சுவிட்சர்லாந்து நாட்டில் உள்ள இ.பி.எப்.ல் ஆய்வுக்கழகத்தில், பேராசிரியர் ஜி. போடன் ஹவுசென்-இன் கீழ் ஆய்வு உதவியாளராக பணிபுரிந்தார். இங்கு, ஒரு முக்கிய சிறுநீர் புரத மூலக்கூறின் உள் இயக்கத்தை, கதிரியக்க ^{15}N சி.பி.எம்.ஜி தளர்வு பரவல் வேகத்தை கொண்டு ஆய்வு செய்தார். மேலும் அடமண்டேன் என்கின்ற கரிமச்சேர்மத்தின் குறுக்கு ஒருமுனையாக்கலின் வெப்ப இயக்கவியல் கோட்பாட்டையும், மிகுதியான அணுக்கருவிலிருந்து மற்ற கதிர் உணர்வற்ற அணுக்கருவிர்க்கு ரோட்டரி ஒத்ததிர்வு மூலம் முனையாக்கல் பரிமாற்றத்தையும், மற்றும் மற்ற திண்மநிலை என்.எம்.ஆர் உத்திகளையும் கற்றறிந்தார்.

2006-ஆம் ஆண்டு லைடன் பல்கலைக்கழகத்தில், பேராசிரியர் முனைவர் ஹ.ஜே.எம்.க்ருத் அவர்களின் திண்மநிலை என்.எம்.ஆர் குழுமத்தில், முனைவர் ஜே. மட்டிக்சிக் அவர்களின் மேற்பார்வையில் தனது முனைவர் பட்டத்திற்கான ஆய்வை துவங்கினார். இவரது ஆய்வின் தலைப்பு "டிரான்ஸ்வர் ஆப் போட்டோ - சி.ஐ.டி.என்.பி போலரய்சேசன் டு சரவுண்டிங் ஆட்டம்ஸ் இன் சாலிடஸ்". தனது ஆராய்ச்சியின் போது பல பயண மாணியங்களை பெற்றார். பின்குறிப்பிட்ட பல சர்வதேச கோடை கால பள்ளிகளில் கலந்து கொண்டார். (1) *ஐரோப்பியன் ஸ்கூல் ஆன் சாலிட் ஸ்டேட் என்.எம்.ஆர், அட்வான்ஸ்டு லெவல் கோர்ஸ், பயலாஜிகல் சாலிட்ஸ்*, ஜெர்மனி (மே 29 - ஜூன் 2, 2006); (2) *எம்போ வொர்க்ஷாப் ஆன் மல்டிபிமென்ஷனல் என்.எம்.ஆர் இன் ஸ்டிரக்சரல் பயாலஜி*, சிஓகோ - லூகா. இத்தாலி (27 ஆகஸ்ட் - 1 செப்டம்பர், 2006); (3) *எச்.ஆர்.எம்.சி'ஸ் சம்மர் ஸ்கூல் ஆன் போடோ கெமிஸ்ட்ரி: பண்டமெண்டல்ஸ் அண்டு அப்ளிகேஷன்ஸ்*, மாஸ்திரிக், நெதர்லாண்டு (31 மே - 4 ஜூன் 2008); (4) *சம்மர் ஸ்கூல் என்.எம்.ஆர்.சி.எம். எஸ்டி. பீட்டர்ஸ்பர்க், ரஷ்யா* (3 - 5 ஜூலை, 2008). 2008 ஆம் ஆண்டு, எம்போ நிறுவனத்திடமிருந்து குறுகிய கால ஆய்வுக்கல்வி உதவித்தொகையை "இஸ்பின்-டார்ச் எக்ஸ்பிரிமென்ட் வித் ^{13}C போடோ-சி.ஐ.டி.என்.பி மாஸ் என்.எம்.ஆர் பார் எக்ஸ்பிரிமென்ட் பயலாஜிகல் ஸ்டிரக்சர்ஸ்" என்கின்ற ஆய்விற்கு பெற்றார். இந்த மாணியத்தின் மூலம் மேற்கூறிய குறிகிய கால ஆய்வை சுவிட்சர்லாந்து நாட்டில் உள்ள இ.டி.ஹச் ஆய்வு மையத்தில் பேராசிரியர்கள் கு. எஷ்ஹகி மற்றும் ம. எர்ன்ஸ்ட் ஆகியோரின் கீழ் மேற்கொண்டார். இவர் தனது முனைவர் பட்ட ஆய்வின் முடிவுகளை பல அறிவியல் ஆராய்ச்சி மாநாடுகளில் பங்குபெற்று உரைகள் மற்றும் அச்சு மூலம் அறிமுகப்படுத்தினார். மார்ச் 2011 முதல் லைடன் பல்கலைக்கழகத்தின், எல்.ஐ.சி ஆய்வுமையத்தில், என்.எம்.ஆர் துறையின் இடைக்கால தலைமை ஆய்வுப் பொருப்பாளராக பணிபுரிந்துவருகிறார்.

Acknowledgements

This is the page I have waited to write at the end, so that I could mention all the people who had helped and guided me to this point. From the bottom of my heart, I acknowledge all the people who had supported me in one way or the other. This has been a long fun-filled adventurous journey in quest for science and life.

I enjoyed scientific discussions and collaborations with Prof. Shimon Vega, Prof. Gunnar Jeschke and Prof. Matthias Ernst for which I am always indebt. Dr. Peter Gast was there for any discussions regarding the isolation of RCs and reconstitution of carotenoid samples. Working with Dré de Wit and Wouter van der Meer in the Biophysics group was a nice experience. Dr. Alia's guidance provided especially during the labelled sample preparations is appreciated. Dr. Francesco Buda's explanations of theoretical simulations and his insight on the mechanisms were useful. The concepts discussed with Bela helped me to look at the photo-CIDNP theory more deeply. Setting up laser experiments along with Eugenio was a good learning experience. Discussions with all the above mentioned people and SSNMR group members had helped me to gain insight and knowledge about the photosynthetic process. I am very grateful to Kees Erkelens for his constant support and encouragement to try the new NMR experiments with confidence. "If any experiment doesn't give good results in one hour, try another experiment or change the sample" are his words, which have stayed in my mind forever. The useful tips and notes pasted on the walls of the NMR room by Fons Lefeber and his patience for correcting my Dutch pronunciations were invaluable.

Life in the SSNMR group and in Holland was a great experience, especially within an international atmosphere. The time I spent with Anjali, Chen, Esha, Firat, Fu, Geerten, Jose-Luis, Kiran, Khuram, Prashant, Saeed, Sameera, Shipra, Smitha, Thomas & Wim was unforgettable. Assisting student practicals with William and Virginie was fun. Rob's guitar tips and Reinier's tips on "running" were always encouraging. I also want to thank Geertje for translating my thesis summary. The sports activities with Anna, Niels, Swapna and Johan were nice and

enjoyable. Discussions with Ben and Bela about any topic in science were always exciting. Sharing the LCP-2 office with Piotr, Thierry and the other intern students was very enjoyable. The break time discussions on history, culture and abstract ideas were exhilarating. Swapna and Johan were always there to appreciate my culinary creations, running circuits and cycling trips.

Liesbeth was always very kind and supportive in the administrative activities and her tips about life in Leiden were useful. Esther's help in dealing with IND and other townhall related issues were always spontaneous. Raphael's timely solution for any mechanical problem is very much appreciated. All the support for the tools, accessories and many other things from Trudie, Arjan, Arnold, Mark and Paul are very much acknowledged.

Life outside the lab was also very pleasant, especially with my apartment mates Alfi, Ma Tao, Hung Bo and Chang. The badminton sessions with Ding were always fun and challenging. Thanks to Raja, Krishna, Ravi, Prasad, Uma, Sudeshna, Sushmit and Nusrat for all the memorable get-togethers. Support from Shiva anna's family makes me feel as a member in their family. Special thanks to Amol and Monica for their interesting conversations over science and philosophy. I also would like to thank Anand, Sathish, Raghupathy, Subi and Vishwa for their constant support in all my ventures. Mani's commitment for the Tamil translation and all other friends who helped at various instances are highly valued. I am very lucky to have Malou as "Taal maatje". Her support in learning language and decoding the Dutch expressions were very useful.

The warmth and affection from my mom and dad has always nourished me in many ways. Their constant support, encouragement and wishes helped me to achieve this goal. The interesting stories from my sister and brother-in-law about Arvind and Sakthi's activities were always refreshing and relaxing. I want to thank all my relatives for their support given to my family while I was away from home. I would like to thank my in-law's family for their special support. This endeavor is incomplete without acknowledging my beloved wife, Naveena who could understand me very well and make me smile always. I am very lucky and happy that I can spend rest of my life with her.