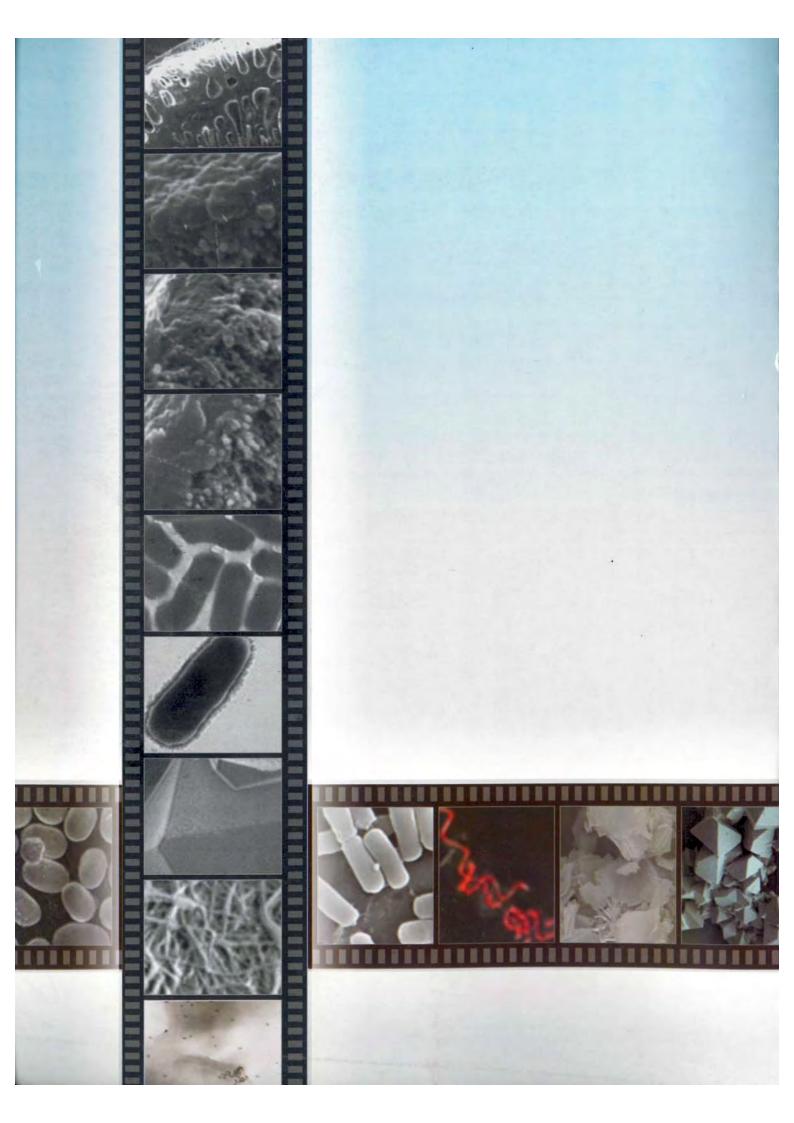
# द्विवार्षिक प्रतिवेदन BIENNIAL REPORT 2006-2008



दीर्घकालिक विकास के लिए प्रोद्यौगिकी मंच Technology Platforms for Sustainable Development



केन्द्रीय नमक व समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान CENTRAL SALT & MARINE CHEMICALS RESEARCH INSTITUTE वैज्ञानिक तथा औद्योगिक अनुसंधान परिषद्



# द्विवार्षिक प्रतिवेदन BIENNIAL REPORT 2006-2008



# केन्द्रीय नमक व समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान

गिजुभाई बधेका मार्ग, भावनगर - 364 021

### CENTRAL SALT & MARINE CHEMICALS RESEARCH INSTITUTE

Gijubhai Badheka Marg, Bhavnagar - 364 021, Gujarat, India



Visit us at : www.csmcri.org

e-mail: dbshukla@csmcri.org

### **Contributors**

### Published by

Dr. P. K. Ghosh

Director, CSMCRI

### Implementation Committee

Dr. D. B. Shukla

Mr. B. M. Shah

Dr. S. H. R. Abdi

Dr. A. Das

Dr. S. Kannan

**Mr. Arvind Sharma** 

**Dr. Vaibhav Mantri** 

Mr. D. P. Maret

Mr. Girija Shankar

### Formatting & Layout

### Mr. Pramod N Makwana

### Hindi Translation & Typing

Mrs. Deena Bhatt

**Scientists of different disciplines** 

Ms. Himani J Gandhi

### Designed by

**Gautam Creation** Bhavnagar

### Printed by

M/s Bhagwati Offset Ahmedabad



The Mahatma who rocked the British Empire & galvanised the people by defiantly gathering salt at the Dandi seashore.  $6^{\text{th}}$  April, 1930

महात्मा गांधी, जिन्होने ब्रिटिश साम्राज्य की जड़ों को हिला दिया और 6 अप्रैल 1930 को दांडी समुद्री तट पर निडरता से नमक लेकर लोगों को प्रेरित किया।



"I do not wish any worker to come to these laboratories merely with the aim of earning his living. What I wish is that our young men and women who come here should have a zeal for working out problems which would have great consequence. That would give vitality to these Institutes. They should realize that service to science is real service to India- no, even to the whole world; science has no frontiers"

Pandit Jawaharlal Nehru Extract from the Inaugural address on 10<sup>th</sup> April, 1954

में नहीं चाहता की इन प्रयोगशालाओं में कोई भी कार्यकर्ता सिर्फ अपनी आजिवीका अर्जित करने के उद्देश्य से ही आये, मैं चाहता हूं कि हमारे युवा पुरुष और महिलायें जो यहाँ आयें उनमें हमारी समस्याओं के निवारण के लिये कार्य करने का उत्साह हो। वे ही इन संस्थानों को जीवन शक्ति देंगे। उनको यह एहसास होना चाहिये कि विज्ञान की सेवा सच्चे अर्थ में भारतभूमि की सेवा ही नहीं बल्कि समपूर्ण विश्व की सेवा है। विज्ञान की कोई सीमा नहीं होती।

> **पंडित जवाहरलाल नहेरु** 10 अप्रैल 1954 को दिये गये उद्घाटन भाषण से उद्दुधत

# Coordination Chemistry (Stray Birds, Rabindranath Tagore) The language of eternal question." "What language is thine, O sea? Salt & Marine Specialty Materials & Chemicals Fertilizers CSMCRI: A CSIR Laboratory CSMCRI Catalysis 🛨 Applications Evaporation Solar Solar Desalination & Techonology Membrane Water Sea Marine Biotechnology **CSMCRI AT A GLANCE** & Ecology development Wasteland Salinity Corrosion

### **Contents**

FOREWARD.		
प्रस्तावना		<u>_</u>
BALANCED SC	ORE CARD - 2007	11
संतुलित स्कोर क	ार्ड <i>-</i> 2007	
	ORE CARD - 2008	
संतुलित स्कोर क	PIS - 2008	
Chapter 1	Inorganic Chemicals	15
·	Salt & Marine Chemicals	
	Analytical Science	28
	<ul> <li>Inorganic Materials &amp; Catalysis</li> </ul>	41
प्रकरण 1	● नमक एवं समुद्री रसायन	69
2197 V-1 1	● विश्लेषिक विज्ञान	
	अकार्बनिक पदार्थ एवम् उत्प्रेरण	77
	<u> </u>	
Chapter 2	Polymer & Membrane Science	91
	<ul> <li>Reverse Osmosis &amp; Related Polymeric Membranes</li> </ul>	93
	Electro Membrane Processes	109
प्रकरण 2	<ul> <li>मेम्ब्रेन और विशिष्ट बहुलक प्रौद्योगिकी</li> </ul>	115
	• इलेक्ट्रो मेम्ब्रेन प्रोसेस	
Chapter 3	Marine & Wasteland Development Research	125
	Marine Biotechnology & Ecology	127
	Wasteland Research	143
प्रकरण 3	<ul> <li>समुद्री जैव प्रौद्योगिकी एवम् पारिस्थितिकीय</li> </ul>	157
947K91 3	● बंजर भूमि विकास	163
Chapter 4	CSMCRI in the Service of Society	171
प्रकरण 4	सी.अेस.अेम.सी.आर.आई का समाज के प्रति योगदान	
747(3) 4	सा.जरा.जरा.जार.जाङ् पर्य समाज पर ब्रास पागपाग	
Annexure	Research Output and Other Activities	195
	1 Research Papers Published	197
	2 Books / Chapters in Books	218
	3 Patents - Granted / Filed	
	<ul><li>4 Papers / Lectures Presented in Seminars / Symposia</li><li>5 Inter Agency Linkages</li></ul>	
	6 Human Resources Development	267
	7 Awards and Recognitions	
	8 Deputation abroad: CSMCRI Scientists	274
	9 Visitors from abroad to CSMCRI	
	10 Distinguished Visitors & Lectures	
	11 Invited Talks / Lectures Delivered By CSMCRI Scientists 12 Library & Information System	
	12 Library & Information System 13 Dateline CSMCRI	200
	14 Seminars / Workshops / Events / Meetings Organized	
	15 Appointments	202
	16 Research Council	295
	17 Resources - Staff and Budgetary Details	
	18 Management Council	298



### **Foreword**



I have great pleasure in presenting the Report for the period 2006-2008. The financial figures and information on technology transfer pertain to the financial years 2006-2007 and 2007-2008 but the R&D highlights cover till Dec 2008. During this period the CAG also brought out a report on the impact of CSIR's modernization programme wherein CSMCRI was shown to have met 97% of the target set for publications and exceeded the target for patent filing. No doubt, this was possible due to the modernization of facilities, induction of dedicated manpower to run these facilities, and the high quality of R&D output as a result. There are, of course, other indicators to judge the overall performance of a laboratory and we have attempted to provide a balanced scorecard of our performance in concise manner, besides providing a detailed account of the developments.

During this period, we licensed the internationally patented knowhow on sulphate of potash and our licensee is aiming to produce 300,000 TPA of this important fertilizer in the Greater Rann of Kutch. It is also gratifying that DRDO opted for our *Jatropha* biodiesel knowhow and we are in the process of setting up a 1 TPD zero effluent discharge plant in their premises. Indeed, our pioneering efforts on *Jatropha* were featured by the prestigious *Nature* magazine in 2007.

On the research and innovation front, the institute continued to fare well as can be judged from the quantity and quality of publications and patents. Some of the research also found its way into the cover pages of prestigious journals. We plan to keep a close watch on the relevance of the research we do in the context of our mandate. On the applied research side, we have intensified our research in solar energy and in renewable energy, in general. We are privileged that M/s Allergan Medical, USA evaluated our spherical salt to create a new 'tissue interfacing' structure following which the company wrote: "we congratulate you for your ability to provide us with exactly what we had been searching for and expecting to find". A non-disclosure agreement has now been signed and we are assessing the feasibility of scale up.

The Institute received substantial support from CSIR under Network Projects, particularly in the area of biological sciences. This has boosted our research efforts in this area and particularly in molecular biology. Many Grant-in-aid and sponsored projects were also sanctioned and these have collectively led to substantial increase in the intake of research scholars and project assistants. Some of the old research blocks are being renovated to cater to the growing demand for additional laboratory space arising out of this expansion.

CSMCRI has always been at the forefront in societal mission activities and 2008 provided us the opportunity to serve the distressed people of Bihar following the Kosi flood. Our staff and mobile water purification unit were there to provide disinfected drinking water both to the general public and the Army utilizing indigenously developed ultrafiltration membrane technology. 2008 was also the year when the institute set up the first tranche of 6 brackish water RO plants in Afghanistan in partnership with Norwegian Church Aid. Our 2-stage seawater RO technology also attracted interest from Kenya and we set up a 2000 LPH unit in a salt works in Mombasa. Besides water, the institute continued to assist the agarias in producing high quality salt using its new technology based on nucleation control.

There were numerous visitors to our Institute, including His Highness Shaik Saud, Crown Prince of Ras al Khaimah (UAE), who flew into Bhavnagar in his personal aircraft accompanied by his country managers and the eminent scientist, Professor Anthony K. Cheetham, FRS.

The Institute's scientists also won prestigious team awards such as the CSIR Rural Technology Award and the Dr. Vikram Sarabbhai Award. Individual scientists too won several awards and fellowships.

I take this opportunity to thank all those who have contributed to the growth of the institute and reposed faith in our capabilities.

Pushpito K. Ghosh

But fil k. Me



### प्रस्तावना



मुझे 2006-08 का प्रतिवेदन प्रस्तुत करने में अपार हर्ष होता है। इस अविध के दौरान CAG ने भी सीएसआईआर के आधुनिकीकरण कार्यक्रम के प्रभाव पर रिपोर्ट प्रकाशित की है, जिसके अंतर्गत दर्शाया गया है कि सीएसएमसीआरआई ने प्रकाशन के लिए निर्धारित लक्ष्यांक का 97% प्राप्त कर लिया है तथा पेटन्ट फाइल करने में लक्ष्यांक को पार किया है। निस्संदेह यह, सुविधाओं का आधुनिकीकरण, इन सुविधाओं को परिचालित करने के लिए समर्पित कर्मचारियों का प्रेरण और फलस्वरुप उच्च गुणवत्तायुक्त अनुसंधान तथा विकास द्वारा ही संभव हुआ। प्रयोगशाला के संपूर्ण कार्यप्रदर्शन का गुणविवेचन करने के अन्य सूचक भी हैं और हमने हमारे कार्यप्रदर्शन का संक्षिप्त संतुलित स्कोरकार्ड के साथ विकास का विस्तृत विवरण तैयार करने का प्रयास किया है। इस दौरान, हमने सल्फेट ऑफ पोटाश पर अंतर्राष्ट्रीय पेटन्टीकृत तकनीकी जानकारी का लाइसेंस दिया है और हमारा लाइसेंसधारी कच्छ के बडे रण में इस महत्वपूर्ण उर्वरक का 3, 00, 000 टीपीए उत्पादन करने की आकांक्षा रखता है। यह भी खुशी है कि DRDO ने हमारी जेट्रोफा बायोडीज़ल तकनीकी जानकारी के लिए हमें चुना है तथा हम उनके परिसर में 1 टीपीडी क्षमतावाला बिहःस्त्राव विहीन बायोडीज़ल प्लान्ट स्थापित करने की तैयारी कर रहे हैं। जेट्रोफा पर हमारे अग्रगामी प्रयासों को प्रतिष्ठित नेचर मेगेजीन द्वारा 2007 में विशेष रूप से प्रस्तृत किया गया था।

अनुसंधान तथा नवाचार के मोर्चे पर, संस्थान ने प्रकाशनों तथा पेटन्टों की गुणवत्ता एवं मात्रा जिनसे संस्थान का मूल्यांकन किया जा सकता है उसे ज़ारी रखा है। इनमें से कुछ अनुसंधान प्रतिष्ठित जरनलों के मुखपृष्ठ पर प्रकाशित किये गए। हमने अनुसंधानों की प्रासंगिकता पर कड़ी नजर रखने की योजना बनाई है और हम हमारे अधिदेश में उसी संदर्भ में कार्य कर रहे हैं। अनुप्रयुक्त अनुसंधान में, सौर ऊर्जा तथा नवीकरणीय ऊर्जा के क्षेत्र में हमारे अनुसंधान कार्य को एकाग्र किया है। मेसर्स एलेरगन मेडीकल, युएसए ने हमारे गोलाकार नमक को नये टीस्यु इन्टरफेसींग सरंचना तैयार करने के लिए हमें विशेषाधिकार दिया है। जिसके लिए कंपनी ने लिखा है "हम जो खोज रहे थे और जिसकी उम्मीद थी वही उपलब्ध कराने के आपके सामर्थ्य को हम बधाई देते हैं।" एक गोपनीय करार पर हस्ताक्षर किए गए हैं और अब उसे बड़े पैमाने पर करने की व्यवहार्यता का आकलन कर रहे हैं।

जैविवज्ञान के क्षेत्र में, नेटवर्क परियोजनाओं के अंतर्गत संस्थान ने सीएसआईआर से वास्तविक सहाय प्राप्त की है। इसने इस क्षेत्र में, विशेष करके आण्विक जीविवज्ञान के क्षेत्र में हमारे अनुसंधान प्रयासों को संवृद्धि प्रदान की है। कई सहायता अनुदान तथा प्रायोजित परियोजनाएं भी स्वीकृत हुई हैं तथा इससे अनुसंधान छात्रों एवं परियोजना सहायकों की संख्या में सामूहिक रूप से काफी वृद्धि हुई है। इस वृद्धि से अतिरिक्त प्रयोगशाला की बढ़ी हुई मांग की पूर्ति हेतु कुछ पूराने अनुसंधान ब्लोकों का पूनः निर्माण किया जा रहा है।

सीएसएमसीआरआई हंमेशा सामाजिक उद्देश्यों संबंधी प्रवृतियों में सबसे आगे रहा है और 2008 में हमें बिहार की कोसी बाढ़ग्रस्त लोगों की सेवा करने का अवसर मिला। हमारे कर्मचारियों के साथ जल शुद्धिकरण यूनिटवाली मोबाइल वान, बाढ़ग्रस्त लोगों तथा सैन्य के जवानों को स्वदेशी विकसित युएफ मेम्ब्रेन प्रौद्योगिकी का उपयोग करनेवाले लश्कर को पेयजल प्राप्त कराने हेतु उपलब्ध कराई गई। 2008 में संस्थान ने नोर्वेजीयन चर्च एड की सहभागिता में छः नमकीन जल आर ओ प्लान्ट अफधानीस्तान में लगाये हैं। हमारे दो स्तरीय समुद्रीजल आर ओ प्लान्ट ने केन्या को आकर्षित किया और हमने मोम्बासा में एक सॉल्ट वर्कस में 2000 लीटर प्रतिघण्टा की क्षमतावाला प्लान्ट स्थापित किया है। पानी के अलावा, संस्थान ने न्युक्लिएशन नियंत्रण पर आधारित अपनी नई प्रौद्योगिकी के आधार पर उच्च गुणवत्तायुक्त नमक उत्पादन करनेवाले अगरियाओं की सहायता करना ज़ारी रखा है।

इस दौरान कई आगंतुको ने हमारे संस्थान की मुलाकात ली हैं। इनमें से रस अल खाइमा (युएई) के युवराज माननीय शेख सौद ने अपने देश के मेनेजर तथा प्रतिष्ठित वैज्ञानिक, प्रो॰ एन्थोनी के चिथ्थम, एसआरएस के साथ निजी विमान से भावनगर में संस्थान की मुलाकात के लिए आये थे।

संस्थान के वैज्ञानिकों ने प्रतिष्ठित सीएसआईआर ग्रामीण प्रौद्योगिकी टीम एवोर्ड तथा डॉ॰ विक्रम साराभाई एवोर्ड जीते हैं। संस्थान के वैज्ञानिकों ने व्यक्तिगत रुप से भी कई एवोर्ड तथा फेलोशीप जीते हैं।

मैं उन सभी लोगों का शुक्रिया अदा करता हूँ जिन्हों ने संस्थान के विकास में अपना योगदान दिया है तथा हमारी क्षमताओं में विश्वास कायम रखा हैं।

पी के छोष

पुष्पितो कुमार घोष

### **BALANCED SCORE CARD - 2007**

SOCIETAL FOCUS	STRATEGIC/LONG TERM INITIATIVES

#### HRD

Ph.D awarded 6 Trainees 10

Youth Leadership in Science (87 top students of Gujarat participated)

#### Outreach

- 1. 20 MLD RO plant procurement finalized by RSMML with CSMCRI as consultant (The initiative is based on the successful demonstration of mine water desalination by the Institute in 2005)
- 2. Raising the output of the solar-powered community scale RO plant set up at Kotri, Rajasthan in 2006 with Barefoot College
- 3. Development of low cost arsenic analysis kit

- 1. Licensing of internationally patented sulphate of potash technology to Archean Group for a 300,000 TPA production facility to be set up in Greater Rann of Kutch for which land is already procured.
- 2. Tie up with DRDO on setting up of a zero effluent Jatropha biodiesel plant based on patented process
- 3. Establishment of indigenously designed 4" diameter membrane module rolling facility
- 4. Primary data of seaweed biodiversity along Gujarat coast
- 5. CAG report released in 2007 indicates that CSMCRI met 97% of the targeted paper publication arising out of modernization and well exceeded target of patent filings

## संतुलित स्कोर कार्ड - 2007

अनुसंधान	उपलब्धि	प्रौद्योगिकी उत्पादन तथा उर्पाजन			
वैज्ञानिक जरनलों में संशोधनपत्र सं. = 110; औसतन इम्पेक्ट फेक्टर = 2.433 <u>चयनित प्रकाशन</u> 1) लंगमुइर, 2007, 23, 5406 (थियोरीटीकल स्टडी रीलेटेड दु हेबीट मोडीफिकेशन ऑफ	पेटन्टस	<ol> <li>बाह्य नकदी प्रवाह = रु 6.57 करोड (2006-2007 वित्तीय वर्ष)</li> <li>प्रौद्योगिकी हस्तांतरण = 06 (2006-2007 वित्तीय वर्ष)</li> <li>ब) ग्रेसीलेरिया इडयुलस की खेती तथा उसमें से अगार बनाना (मेसर्स कोम्युनीटी एन्टरप्राइज फोरम इन्टरनेशनल, नई दिल्ली)</li> <li>सल्फेट समृद्ध बिटर्न से सल्फेट ऑफ पोटाश (सोप)</li> </ol>			
सोल्ट) 2) ओर्गेनिक लेटरस, 2007, 9, 1979 (कलरीमेट्रीक सेन्सर फोर एटीपी बेइज़ड ओन कोलाबरेटीव रिसर्च एमोना केमीस्टस एन्ड बायोलोजीस्टस)	(नीयर स्फेरीकल सोलार सॉल्ट)  3) युएस 7,235,676 (इको-फ्रेन्डली स्टाइरीन ओक्साइड प्रोसेस)	प्राप्त करने के लिए नवीन समाकलित प्रक्रिया (मेसर्स आर्चीयन केमीकल इन्डस्ट्रीज, चैन्नई)  c) अतिशुद्ध मेग्नेश्यिम (मेसर्स आर्चीयन केमीकल इन्डस्ट्रीज, चैन्नई)  d) ग्रीन ब्रोमीन प्रक्रिया तथा उसमें से ब्रोमो व्युत्पन्नों (मेसर्स आर्चीयन केमीकल इन्डस्ट्रीज, चैन्नई)			
3) लंगमुइर, 2007, 23, 8899 (कोरीलेशन ऑफ सोरप्शन, बिहेवीयर ऑफ नाइट्रोजन, ओक्सीजन एन्ड आरगन इन जियोलाइट्स)	4) युएस 7,319,082 (सिलेक्टीव एडसोरप्शन ऑफ ओक्सीजन फ्रोम एर)	<ul> <li>e) ब्रोमीनेटींग रीएजन्ट बनाना तथा उसका 4- नाइट्रोबेन्जाइल ब्रोमाइड बनाने में उपयोग (मेसर्स केमकोन स्पेश्यिल्टी केमीकल प्राइवेट लिमिटेड, वडोदरा)</li> <li>f) कप्पाफाइकस अल्वरेजी की कृषि के बारे में तकनीकी जानकारी (मेसर्स नवेदर नवगाव बोरेश्वर सर्वोदय</li> </ul>			
4) नेचर 2007, 449, 652 (आर्टीकल बाय डीमोन फेरलेस सेन्टरड एराउन्ड सीएसएमसीआरआइ पायोनीयरींग वर्क ऑन जेट्रोफा)		जानकारा (सर्तर नवपर नवनाव बारव्यर स्वावय माछीमार सहकारी सोसायटी, रायगढ़) 3. ग्राहक संतुष्टि सूचकांक= 1-5 के स्केल पर 3.41 (CSIR में सर्वोच्च 5 वाँ स्थान )			

कार्यनीति / दीर्घकालिक योजनाएं
<ol> <li>आर्चियन ग्रुप के लिए अंतरर्राष्ट्रीय पेटन्टीकृत सल्फेट ऑफ पोटाश प्रौद्योगिकी प्रतिवर्ष 3,00,000 टन की उत्पादन क्षमतावाला प्लान्ट कच्छ के बड़े रण में स्थापित करना।</li> </ol>
<ol> <li>DRDO के साथ पेटन्टीकृत प्रक्रिया आधारित बिहःस्त्राव विहीन जेट्रोफा बायोडीजल प्लान्ट लगाने के बारे में करार किया।</li> </ol>
<ol> <li>4" त्रिज्यावाली मेम्ब्रेनवाले, रोलींग सुविधा युक्त, स्वदेशी मोडयुल स्थापित करना।</li> </ol>
<ol> <li>गुजरात के समुद्रीतट की समुद्री शैवाल विविधता का प्राथमिक विवरण।</li> </ol>
<ol> <li>2007 में जारी किये गये CAG की रिपोर्ट में दर्शाया गया है         कि सीएसएमसीआरआइ ने संशोधनपत्र प्रकाशन में 97%         लक्ष्यांक प्राप्त कर लिया है तथा पेटन्ट फाइल करने के         लक्ष्यांक का अतिक्रमण किया है।</li> </ol>

### **BALANCED SCORE CARD - 2008**

### RESEARCH OUTPUT

### Papers in SCI journals

No. = 114; Av. Impact Factor = 2.47

#### **Select publications**

- 1. J. Chem. Engg. Data, 53 (2008) 2797 (Study of pH effect on solubility of gypsum in brine)
- 2. J. Phys. Chem. B, 112 (2008) 15678 (organic-inorganic fuel cell membrane; featured in Nature India)
- 3. J. Memb. Sci., 309 (2008) 36 (chlorine stability of aromatic-cycloaliphatic polyamide thin film composite membranes)
- 4. Coord. Chem. Rev., 252 (2008) 593 (metal catalyzed asymmetric cyanation reactions)
- 5. Anal. Chem., 80 (2008) 5312 (colorimetric sensor for ATP viable staining agent for *Prokaryotes* and *Eukaryotes*)
- 6. Biotechnol. Bioprocess Engg., 13 (2008) 584 (novel extracellular agarase from a marine Bacillus megaterium)

#### **Patents**

### Filed Granted

Indian 20 12 Foreign 18 40

#### **Select patents:**

- 1. US 7, 387,728
  (Animal powered mechanical device for water desalination)
- 2. US 7,442,393 (Anti-tubercular extract from *S. brachiata*)
- 3. US 7,335,342 (Sodium silicate from Kimberlite tailings, i.e., waste from diamond mining)

#### **SOCIETAL FOCUS**

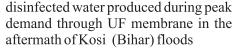
#### HRD

Ph.D awarded = 8; Trainees = 15 Youth Leadership in Science

(55 top students of Gujarat participated)

### Outreach

1. 6 0 , 0 0 0 litres/day of disinfected water produce



- 2. Five 1000 LPH brackish water RO plants set up in Afghanistan in collaboration with Norwegian Church Aid
- 3. 2000 LPH 2-stage seawater RO plant based on indigenous membrane installed at Kensalt, Mombasa, Kenya
- 4. MoU with M/s Arasan Phosphate for superior quality dust free extruded chalk
- 5. Fluoride removal from RO reject water (Technology demonstration to TATA Projects completed)
- 6 1000 acres sugarcane trial by Pepsico with patented seaweed sap as foliar spray has given > 30% yield increase

#### **EARNINGS AND TECHNOLOGY OUTPUT**

- 1. External Cash Flow Rs. 6.80 crore (2007-2008 financial year)
- 2. Technologies transferred 4
  - a) Zero effluent discharge Jatropha biodiesel know how (DRDO, New Delhi)
  - b) Purification of glycolic acid by ED (M/s Avid Organics)
  - c) Liquid fertilizer from Sargassum 2 licensees (M/s Jupiter Agri; M/s HCM Agro)
- 3. Others:
  - a) Integrated process for potassium sulphate, magnesia and green bromine (Demonstration of technology to M/s Archean successfully completed)
  - b) Know how on low sodium salt (Assistance with production trials provided to M/s HUL)
  - c) CDA signed with Allergan, USA for bio-medical application of spherical salt

### STRATEGIC/LONG TERM INITIATIVES

- 1. Tie-up with Warship Overseeing Team, Bhavnagar for offshore cultivation of seaweed for fuel & fertilizer
- 2. Joint proposal with DAE on RO
- 3. Monitoring of environmental aspects related to *Kappaphycus alvarezii* seaweed cultivation in Tamil Nadu
- 4. Thrust on biology arising out of new network projects
- 5. Intensification of solar energy research

### संतुलित स्कोर कार्ड - 2008

राषुरिंस स्मार कांच - 2000			
अनुसंधान उपलब्धि		सामाजिक हित	
वैज्ञानिक जरनलों में संशोधनपत्र संशोधन पत्र = 114; औसतन इम्पेक्ट फेक्टर = 2.47 <u>चयनित प्रकाशन</u> 1) जे. केम. एन्जी. डेटा 53 (2008) 2797 (स्टडी ऑफ पीएच इफेक्ट ऑन सोल्युब्लीटी ऑफ जीप्सम इन ब्राइन)  2) जे. फिजीक्स. केम. बी. 112 (2008) 15678 (ओरगेनीक—इनओरगेनीक पयुअल सेल मेम्ब्रेन, फीचर इन नेचर इन्डिया)  3) जे. मेम्ब. सायन्स, 309 (2008) 36 (क्लोरीन स्टेबीलीटी ऑफ एरोमेटीक—सायक्लोएलीफेटीक पोलीएमाइड थीन फील्म कम्पोसीट मेम्ब्रेन्स)  4) कोओरडी केमे. रीव. 252 (2008) 593 (मेटल केटेलाइज्ड एसेमेट्रीक सायनेशन रीएकशन्स)  5) एनाल, केम. 80 (2008) 5312 (कलरीमेट्रीक सेन्सर फोर प्रोकारयोट्स एन्ड युकारयोट्स)  6) बायोटेकनो, बायोप्रोसेस, एन्जी. 13 (2008) 584 (नोवेल एकस्ट्रासेल्युलर एगारोज फ्रोम अ मरीन बेसील्स मेगाटेटीयम)	पेटन्टस	एचआरडी पीएचडी 8 प्रशिक्षार्थी 15 विज्ञान में युवा नेतृत्व कार्यक्रम (गुजरात के प्रथम 55 विद्यार्थियों ने भाग लिया।) उपलब्धियां 1. बिहार के कोसी बाढ़ग्रस्त क्षेत्र में परानिस्यंदन (यु एफ) मेम्ब्रेन द्वारा 60,000 लीटर रोगाणु मुक्त जल उत्पादित किया गया। 2. अफघानीस्तान में नोर्वेजीयन चर्च की सहायता से 1000 ली प्रतिघण्टा जल उत्पादन की क्षमतावाले पाँच नमकीन जल अपक्षारीकरण प्लान्ट लगाये गये। 3. केन्या के मोम्बास प्रांत के केन्सल्ट में स्वदेशी तथा 2000 ली प्रति घण्टा जल उत्पादन की क्षमतावाला दो स्तरीय समुद्री जल आर ओ प्लान्ट लगाया गया। 4. उत्कृष्ट गुणवत्तावाले रजकणमुक्त चॉक के लिए मेसर्स अरासन फोस्फेट के साथ एमओयु किया गया। 5. आर ओ प्लान्ट द्वारा अस्वीकृत जल में से फ्लोराइड दूर करना (इस प्रौद्योगिकी के बारे में टाटा प्रोजेक्टस को निदर्शन दिया गया।) 6. संस्थान की पेटन्टीकृत समुद्री शैवाल सेप का पेप्सीको द्वारा 1000 एकड़ में उगाइ गइ गन्ने की फसल पर पर्ण छंटकाव करने से उपज़ में	

			مرام الأراخ الم
1. ब्राह 2. प्रौह a) b) c) 3. अन्य a)	प्रौद्योगिकी उत्पादन तथ्य नकदी प्रवाह = रु. 6.80 करोड्य नकदी प्रवाह = रु. 6.80 करोड्योगिकी हस्तांतरण = 04 बिहःस्त्राव विहीन जेट्रोफा बायोडी जानकारी (डीआरडीओ, नई दिल विद्युत अपोहन द्वारा ग्लायकोलीव अवीद ओरगेनिक्स) सरगासम में से प्रवाही उर्वरक — एग्री, मेसर्स एचसीएम एग्रो) प्रा पोटाशियम सल्फेट, मेग्नेशिया तब्समाकलित प्रक्रिया (मेसर्स आर्ची सफलतापूर्वक संपन्न किया गया कम सोडियम सोल्ट के बारे में त	ह (2007-2008 वित्तीय वर्ष) ह (2007-2008 वित्तीय वर्ष) ह (व्राव्य के बारे में तकनीकी ली) ह एसीड का शुद्धिकरण (मेसर्स 2 लाइसेंसधारी (मेसर्स ज्युपीटर था ग्रीन ब्रोमीन के लिए थन को ग्रौद्योगिकी का निदर्शन ।) कनीकी जानकारी (मेसर्स	कार्यनीति / दीर्घकालिक योजनाएं  1) इंधन तथा उर्वरक के लिए समुद्र में समुद्री शैवाल की कृषि के लिए वरशीप ओवरसीइंग टीम, भावनगर के साथ करार किये गए।  2) आर ओ पर DAE के साथ संयुक्त प्रस्ताव  3) तामिलनाडु में कप्पाफाइकस अल्वरेजी शैवाल की कृषि संबंधित पर्यावरण पहलूओं का नियंत्रण  4) नये नेटवर्क प्रोजेक्ट में से उद्भूत जैव विज्ञान उत्क्रम  5) सौर ऊर्जा संशोधन का प्रबलीकरण
	कम सोडियम सोल्ट के बारे में त एचयुएल को उत्पादन परीक्षण में स्फेरीकल सोल्ट का जैव चिकित्य युएसए के साथ CDA पर हस्ताध	सहायता प्रदान की गई।) ता में उपयोग हेतु एलारगन	



# Chapter 1



# INORGANIC CHEMICALS

Salt & Marine Chemicals

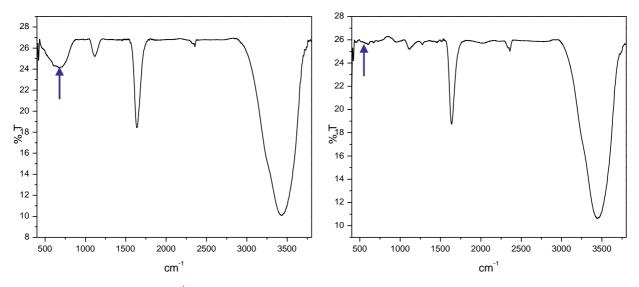
Analytical Science
Inorganic Materials & Catalysis

### **SALT & MARINE CHEMICALS**

# Recovery of high quality industrial grade solar salt with proper Ca/Mg ratio from subsoil/sea brines

In the previous biennial report we have reported the development of an innovative route for the recovery of high purity solar salt with improved whiteness in the field. Common salt with low levels of Ca and SO<sub>4</sub> could be produced using the above process. It was observed that due to highly reduced levels of Ca in salt the ratio of Ca/Mg gets inverted to 1:2 whereas the ratio of Ca/Mg required by chlor-alkali manufacturers is 2:1. After a thorough investigation it was concluded that a pH level of 7-7.1 of concentrated brine in the crystallizers promotes the formation of magnesium oxy compounds which cannot be removed by simple washing. This results in the contamination of more of magnesium impurities in salt inverting the ratio of Ca/Mg. It was observed that a slight adjustment of pH of the evaporating brine can lead to the dissolution of

these magnesium oxy compounds and the salt harvested can have the desired ratio of Ca2+ to Mg<sup>2+</sup>. Following these observations an improved process for the preparation of solar salt from sea and sub-soil brines with corrected ratio of Ca/Mg is developed. The improved process relates to preparation of the above solar salt wherein prior to charging of brine into crystallizers it is treated with suitable flocculating agents to eliminate suspended CaSO<sub>4</sub> impurities and clay particles. The clarified brine is charged in the crystallizers followed by the inventive step of controlled adjustment of pH of the evaporating brine. The salt thus obtained contains reduced levels of Ca. Mg and SO<sub>4</sub> impurities with the desired ratio of Ca/Mg and is best suited to the chlor-alkali industries.



Peak at 668 cm<sup>-1</sup> (FT-IR) in the right hand spectrum is indicative of impurities of magnesium oxy compounds are much reduced through the invention



### Comparative data on specification of solar salt produced through conventional process and innovative process

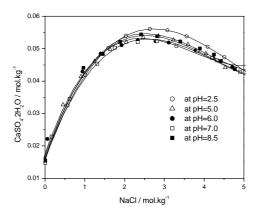
Material	Constituents (%w/w)			
Common salt	Ca <sup>2+</sup>	$Mg^{2+}$	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NaCl
Produced through conventional process	0.17	0.24	0.51	>98.5
Produced through improved process	0.06	0.03	0.15	>99.5

### Thermodynamic studies on brine systems

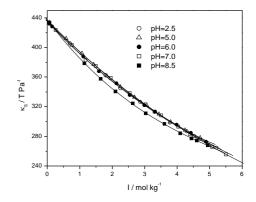
### Effect of pH on solubility of CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O physical properties in aqueous NaCl solutions

The solubility of CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O has been determined in aqueous NaCl solutions up to very high salinities in the pH range from 2.5 to 8.5 at 35 °C with a view to understand the contamination of Ca impurities in solar salt. The solubility of CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O increased slightly with a decrease of pH of the solution. A maximum of 12% enhancement in the solubility of CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O was observed at a NaCl concentration of about 15% w/v at pH 2.5. Interestingly the solubility was lowest at pH 7.0 and rose again at pH 8.5. Solubility data of

CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O at various pH values as a function of the concentration of NaCl have been correlated using polynomial fits by the method of least squares. We have also measured the solution density,  $\rho$ , viscosity,  $\eta$ , and speed of sound, u, for the ternary system CaSO<sub>4</sub>+ NaCl + H<sub>2</sub>O at 35 °C, and at different pH values. The isentropic compressibility  $\kappa_s$  of the solutions has been derived using the experimental density and speed of sound values. A relatively higher  $\eta$  and  $\kappa_s$  have been observed for the solutions of pH 8.5.



CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O solubility in aqueous NaCl solutions at 35°C and at various pH values



Derived isentropic compressibility  $\kappa_s$  of aqueous NaCl solutions saturated with CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O at 35  $^{\circ}$ C and at various pH values

### Effect of addition of CaCl<sub>2</sub> on solubility of CaSO<sub>4</sub> 2H<sub>2</sub>O in aqueous NaCl solutions

It has been reported earlier that desulphatation of brine by the addition of CaCl<sub>2</sub> in measured quantities allows >90% of gypsum to be separated before the brine is charged into the crystallizers for the recovery of salt. Besides increasing the purity of the salt, it has been reported that the yield of NaCl is increased by 15 –20% by the desulphatation of brine. An in depth fundamental study was carried out to study the effect of addition of CaCl<sub>2</sub> on solubility of CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O in aqueous brine systems. The studies revealed that the addition of CaCl<sub>2</sub> in the brine system reduces the solubility of CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O quite dramatically while maintaining the basic pattern of the solubility

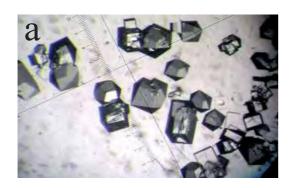
curve. Mean ionic activity coefficients  $\gamma_{\pm}$  of CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O derived using the extended Debye Hückel law with quadratic terms decrease with an increase in ionic strength. A comparison of the value of the thermodynamic solubility product constant,  $K_{sp(th)}$  of CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O to the solubility product  $K_{sp}$  obtained from the observed solubility data indicate sizable differences. This has been explained through a combination of the extended Debye Hückel law and ion association theory. These studies are of great relevance in the production of solar salt with low levels of Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> and SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> impurities.

### Crystal habit modification of NaCl

### Studies on the effect of Mn<sup>2+</sup> impurity on the morphology of solution grown NaCl crystals

Transition metal ions are well known for their potential use as crystal habit modifiers. The advantage of these habit modifiers against their organic analogues (e.g. glycine, urea etc.) is that they are required in very low concentration say 10-1000 ppm. In one of the recent investigations, the effect of Mn<sup>2+</sup> impurity on the morphology of solution grown NaCl crystals under ambient conditions was studied. It is shown that presence of Mn<sup>2+</sup> in supersaturated solution of NaCl does not affect the unit cell of the resulting crystals. However, preferential growth of {200} plane is

observed at an optimum MnCl<sub>2</sub> concentration of 600 ppm when the crystallization is carried out from a saturation composition of 4.3 Mdm<sup>-3</sup> under mild magnetic stirring both at ambient conditions and at 50 °C. Since there is only marginal change in the unit cell parameters it is inferred that surface adsorption of Mn<sup>2+</sup> ions preferentially take place on the stable {100} planes and hence, it leads to the ordered cubic morphology of the solution grown NaCl crystals.





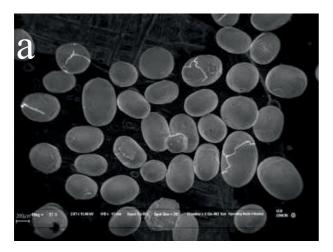
(a) Optical microscopic image of NaCl cubes and (b) corresponding SEM image showing agglomerated nearly perfect NaCl cubes

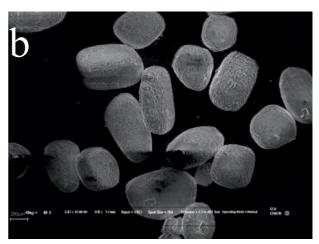


## Preparation of spherical crystals of NaCl and KCl by simple mechanical means without using habit modifier

Preparation of spherical shaped NaCl crystals of 300 – 500 micron size by simple mechanical means without using any habit modifier on a laboratory scale has been reported in the earlier biennial report. The process for the preparation of spherical shaped NaCl crystals was scaled up from laboratory level to bench scale. In addition,

the same method was successfully applied for the preparation of nearly spherical KCl crystals. The anticaking additive-treated spherical NaCl showed better free flow properties than its cubic counterpart. The salt is being evaluated in U.S.A. for some biomedical applications.





SEM images of nearly spherical (a) NaCl and (b) KCl crystals, obtained by simple mechanical means without using any habit modifier.

# Feedback from Allergan Medical, US based pharmaceutical organization on spherical salt

I am Loantrang's colleague (my title is Senior Director of Technology) here at Allergan Medical and want to congratulate you and your colleagues for your ability to provide us with exactly what we had been searching for and expecting to find. If we may assist you in obtaining your Intellectual Property for your process in the US, I would be happy to request assistance from Allergan's legal department.

I am very interested in the next step where we may review and discuss the opportunity for an exclusive licensing agreement from your company for this unique salt crystal form for use in creating a 'tissue interfacing' structure for Allergan Medical.

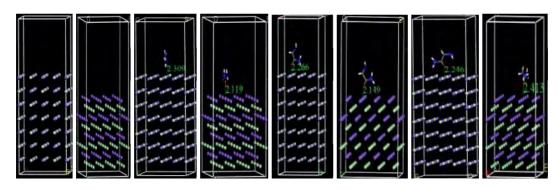
Loantrang will be obtaining Allergan Medical's current global requirements for this application on current devices, breast tissue expanders and implants, for your information.

Regards **Tom Powell** 10 July, 2007

# A Computational study of urea and its homologue glycinamide: Conformations, and relative interactions with sodium chloride

Conformational behaviors of urea and glycinamide have been investigated using B3LYP functional at 6-311+G\* and 6-311+G\*\* basis sets. Urea monomers have nonplanar minima at all the levels studied, even in aqueous phase. In the case of glycinamide, the intramolecular hydrogen bond formed from the amide to the amine is important for stabilizing the global minimum. Bond rotations, nitrogen inversion barriers for glycinamide conformations have also been reported. The DFT calculated results suggest that urea conformers interact preferentially with {111} surface of sodium chloride and such interactions can be responsible for the change in

the habit of sodium chloride. Glycinamide conformers show lower affinity towards the {111} surface of sodium chloride in water. Pyramidality of nitrogens in urea conformers does not influence the relative trends of interaction energies with sodium chloride surfaces. The mode of interactions predicted at LDA/PWC/DND level for urea and glycinamide with sodium chloride at slab models show that the amide functionality (-CONH<sub>2</sub>) interacts with both Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup>ions on {100} surface, however, the carbonyl oxygen of these additives predominantly interact with the sodium ions on {111} surface. (Langmuir, 2007 (23) 5406).



LDA/PWC/DND calculated geometries of urea II (c-d), glycinamide conformers IV (e-f) and VI (g-h) with {100}/{111} surface of sodium chloride in slab models (purple sodium, green chlorine, red oxygen, blue nitrogen and white hydrogen).

### DFT study of urea interaction with potassium chloride surfaces

The interaction of urea on the important surfaces of potassium chloride has been investigated using density functional theory (DFT) approach. We have performed the DFT calculations using slab models for the interactions of urea with {100}, {110} and {111} surface of KCl. Further, the influence of solvent effect was computed with COSMO continuum model. Sodium chloride crystals are known to change their habit in presence of urea impurity. However, the higher homologue KCl has not been studied that extensively. Earlier, we have shown that the preferential

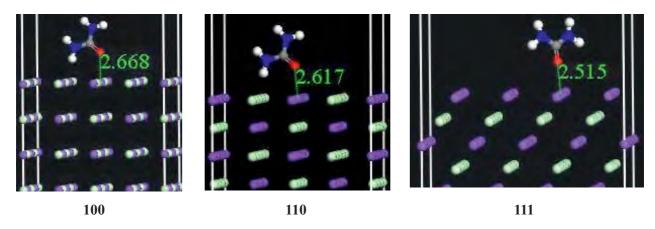
interaction of urea with the specific surface of sodium chloride can lead to change of the habit from cubes to octahedrons. [Langmuir, 23, 5406 (2007)] The similar surface docking approach for the interaction of urea with the KCl surfaces suggest that urea would not influence the morphology of KCl. The computed interaction energies were found to be comparable for all the important surfaces of KCl with urea. We have performed experimental study to examine our computational analysis. The experimental results suggest that the growing KCl crystals in



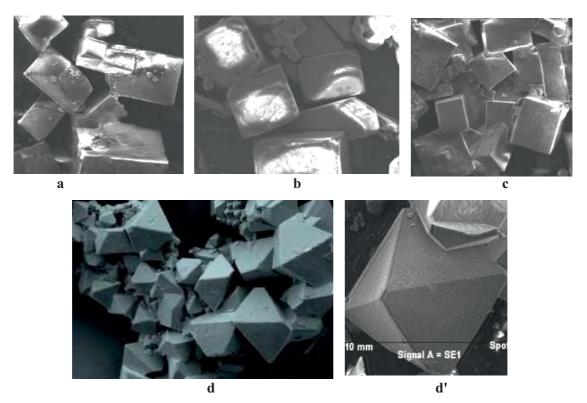
urea solution are cubic in nature and corroborates the model of effective interaction of additives with a specific face being responsible for the change in the morphology. Similar experiments performed with NaCl crystals in urea leads to octahedron crystals (Molecular Simulation, 2008 (34) 973).

Interaction energies were calculated at GGA/PW91/DND levels using LDA/PWC/DND optimized geometries for urea with {100}, {110} and {111} surfaces of KCl slab models in COSMO. Energies are in kcal/mol

Plane	{100}	{110}	{111}
GGA/PW91/DND	-10.5	-11.9	-11.5



LDA/PWC/DND calculated geometries of urea with the fixed {100}, {110} and {111} KCl surface in slab models (purple: potassium; green: chlorine; red: oxygen; blue: nitrogen and white hydrogen)

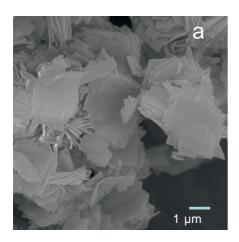


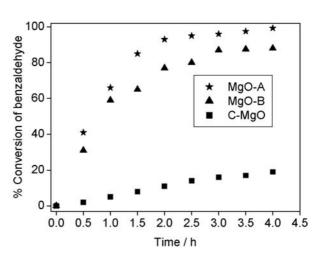
SEM images of KCl grown crystals obtained from (a) 4.2M, (b) 5.5M, (c) 5.8M and NaCl crystals from (d) 4.2 and (d') 5.5 M solution in 25 wt % urea-water solution

# Preparation, characterization and catalytic studies of rectangular MgO microsheets constituted from nano building blocks

In continuation of our earlier studies on synthesis of nano structured MgO, rectangular hydromagnesite microsheet was prepared by simple solution route through controlled hydrolysis-condensation of magnesium chloride (bittern based) in urea solution using ethylene glycol (EG) as a bifunctional cosolvent. Calcination of the hydromagnesite sheets at 450 °C produces MgO without any alteration in the morphology. The MgO sheets, made of highly crystalline MgO nano-particles, were of 2-3 micron side length and 4-5 nm thickness, and showed BET surface area of 106 m<sup>2</sup>g<sup>-1</sup>. These MgO microsheets showed very strong activity as heterogeneous base catalyst in the solvent-free

Claisen-Schmidt condensation of benzaldehyde with acetophenone giving 99.0 % conversion in less than 4 h with almost no loss of activity in three successive cycles. The strong activity is correlated with its large surface area and presence of oxide ions in low coordination (LC)  $O^{2-}_{LC}$  (Where LC = 5C, 4C and 3C for terrace, edge, corner and kink sites, respectively) along with defects, which were revealed by photoluminescence (PL) emission studies. Presence of basic sites of different strength, determined by temperature programmed desorption of carbon dioxide (TPD-CO<sub>2</sub>), also supports the strong catalytic activity of the MgO micro sheets.



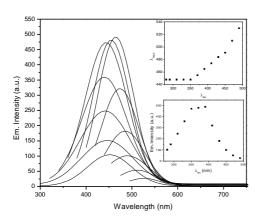


(a) SEM images of nearly MgO sheet and (b) Comparison of catalytic activity of MgO microsheets (MgO-A), flower (MgO-B) and commercial MgO(C-MgO)

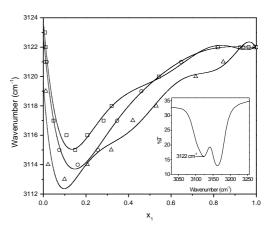
### Room temperature ionic liquids

Owing to their unique physicochemical properties, room temperature ionic liquids (ILs) are rapidly gaining interest as greener replacements for traditional volatile organic solvents used in chemical processes. Structure-property correlations for various imidazolium based ionic liquids were derived. Surfactant behavior of these fluids was explored in aqueous

media. Also, their mixing behavior in conventional organic liquids is being investigated to expand their utility. Also, their possible application in purification of brines for the recovery of high purity salt, selective extraction of precious metals from bitterns, biomass processing and as electrolyte media for energy storage is being explored.



Excitation wavelength-dependent [ $\lambda_{exc}$  (nm) = 280–490 (a-l)] emission behavior of neat [Omim][BF<sub>4</sub>]



Comparison of the H–C-2 stretching of the IL in different glycol derivatives:

( $\Box$ )  $CH_3(OCH_2CH_2)OH$ ;

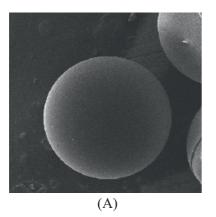
( $\bigcirc$ )  $CH_3(OCH_2CH_2)_2-OH$ ; and

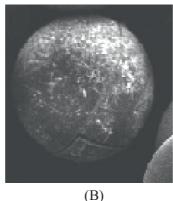
( $\triangle$ )  $CH_3(OCH_2CH_2)_3-OH$ 

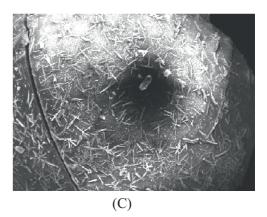
### Resin for recovery of iodine from brines

A strong base anion exchange resin (SD-10-0.8-CA) was prepared and evaluated for repeated cycles of exhaustion and oxidation of loaded iodide for iodine recovery from iodine-containing brines. The initial concentration of

iodide in the brine (10% salt concentration) was about 300 ppm and 4.5 gm of iodine was recovered in each cycle from the column containing 176 ml of resin.







SEM photographs of the surfaces of virgin (A) and iodine loaded (B & C) resin beads

### **Technology transfer**

### Production of high purity solar salt to M/s. Grasim Ltd., Nagda

CSMCRI technology for the production of high purity solar salt was transferred and demonstrated on a 200 ton scale in one of the salt works at Navalakhi in Gujarat from whom M/s.

Grasim Ltd. is procuring salt for their chloralkali plant at Nagda. Very good quality salt having the following specifications was produced during the demonstration.

### Average analysis of salt samples

Sr. No.	Constituents	%w/w
1.	Ca	0.06 - 0.08
2.	Mg	0.02 - 0.04
3.	$SO_4$	0.17 - 0.22
4.	Moisture	< 2
5.	Insolubles	< 0.1
6.	NaCl on dry basis	> 99.3
7.	Iodide	< 200 ppb
8.	Al	< 50 ppb
9.	Cd	< 27 ppb
10.	Co	< 7 ppb
11.	Cr	< 7 ppb
12.	Fe	< 250 ppb
13.	Pb	< 10 ppb
14.	Ni	< 15 ppb
15	Zn	< 5 ppb



Good quality industrial grade salt harvested at Vinod salt works, Navlakhi

# Production of Sulphate of Potash (SOP) fertilizer from sulphate rich bittern in an integrated manner

The technology for the production of sulphate of potash fertilizer from sulphate rich bittern was demonstrated to M/s. Archean Chemical Industries, Chennai at our Experimental Salt Farm. The party has acquired 60,000 acres of land in Greater Rann of Kutch, Gujarat to set up a

1 lac TPA plant of SOP from GRK bittern which will be subsequently up-scaled to 3 lac TPA. The company has already started the field operations for the production of kainite mixed salt from bittern.



Demonstration of SOP process to M/s. Archean Chemical Industries at ESF pilot plant.



The field at GRK getting ready for the production of kainite mixed salt

### ARCHEAN CHEMICAL INDUSTRIES

Central Salt and Marine Chemicals Research Institute G B Marg Bhavnagar-364002 Gujarat India 26-02-2008

Pursuant to the agreement we have with CSMCRI for various Marine Chemicals, I had the opportunity to witness the first level demonstration of manufacturing Sulphate of Potash(SOP) from Mixed salt obtained from sea bittern. This demo was performed at the Salt farm of CSMCRI at Bhavnagar in my presence during 18-02-2008 to 20-02-2008.1 am glad to note that the first decomposition step involving preparation of Schoenite from Kainite mixed salt and the second step of preparing SOP using Schoenite and purchased KCI were successfully demonstrated. We look forward for the second phase of the demonstration for production of KCI and MgO from desulphated shoenite and liquor stream for which the solar evaporation process is in progress. Since these are the key steps in preparation of SOP I am very confident that the entire process and the project can be scaled up.

I am also happy to inform you that we have been allotted 60000 acres in the first phase of the project by the Government of Gujarat to extract the valuable minerals found in the vast bittern sources in the Greater Rann of Kutch region. We propose to establish a 100000 Tons per annur capacity plant in this region to produce SOP using the process technology from CSMCRI. When established this will be the first of its kind in the world to produce SOP (which has two nutrients and low salimity index) through a totally green integrated process.

Our plan in the second phase when we are allotted additional acres of land having the bitterns is to produce and extract the Mixed salts and increase our SOP production to a level of 300000 I will be extremely thankful if you can advise us the next steps forward.

Thanks and Regards

States

C G Sethuram Executive Director

### Chennai-based Archean To Be First Indian Co To Indigenously Produce SoP Using Green Method Economic Times Ahmedabad; Mar 15, 2008

SPOTTING huge potential in the low-chloride fertilizers' segment in India, Chennai-based Archean Chemical Industry is setting up a 3,00,000 tonne plant in Kutch region of Gujarat, to indigenously produce potassium sulphate or SoP (sulphate of potash) through a "green process". The process will prove beneficial for chloride-sensitive crops like tobacco, tomato, mustard and citrus fruits.

Archean will be the first Indian company to produce the world's most popular low-chloride SoP which is currently being imported along with its cheaper cousin MoP (Muriate of Potash or Polassium Chloride).

What makes the entire venture unique is that the company will be producing potash fertilizer through a "green process", C G Sethuram, executive director - Emerging Business of Archean Group of Companies said while talking about the patented SoP production technology that the company has licensed from the Bhavnagar-based CSMCRI (Central Salt and Marine Chemicals Research Institute).

"Most of the global players involved in the production of SoP do a chemical reaction using MoP. Here we will be directly harnessing SoP from the sea bittern found in abundance in the Great Rann of Kutch," said the official of Archean group which has the large conglomerate of businesses spanning various interests as Ores and Minerals, coal, Common Salt, Industrial Chemicals, Shipping and Ship Building and Alternate Energy Resources.

"Initially, we will be making an investment of Rs 400 crore to set up a 1,00,000 tonne per annum plant at Kawada and then scale up production to 3,00,000 tonne in the subsequent 36 months," Sethuram said. The Firm is believed to be leasing over 1 lakh acres in Great Rann of Kutch to tap the naturally-available sea brine from which the company will produce the SoP.

Hinting at the popularity and demand of SoP in India, the group chairman of Archean Group of Companies, PB Anandam, told ET, "Some

leading fertilizer companies including IFFCO have already expressed interest in buying the entire produce from our upcoming plant."

"SoP is a far superior fertilizer than MoP. However, being an expensive product, fertilizer companies prefer importing MoP from countries like Israel and Jordan," said Dr Pushpito K Ghosh, director of CSMCRI and a senior scientist behind the development of this "Green" technology. "Last year, India had imported about 4.5 million tonne of MoP," he added.

Dr Ghosh explained that the recent soil studies in India has shown that regular usage of MoP (which has a considerable percentage of chloride content) contributes to the increase of soil salinity. "Sulphate of Potash has very low salinity index making it the preferred potash fertilizer in areas at risk from soil salinity," he remarked.

"By producing SoP indigenously, farmers in India will also get access to cheaper potash fertilizers," Ghosh said. "Usage of SoP will also increase the yield of chloride-sensitive crops like tobacco, tomato, mustard and citrus fruits. Moreover, the sulphur content in SoP is essential for crops, especially the oil-seed bearing crops," the scientist said.

"At present, both MoP and SoP are being imported," he said. "SoP is almost two times more costlier than MoP," Ghosh said adding that MoP had a landing cost of Rs 11 for a kilogram (kg) while the SoP is available at Rs 18-25a kg.

"The Production of SoP in the country will also significantly bring down the MoP import bill," Dr Ghosh said. "However, to ensure a level playing field for indigenous potash producers, the government should now contemplate on giving the same subsidy to SoP as the one given to the imported MoP," he said.

The CSMCRI director said that the Archean plant will also be generating Magnesia, a by—product having huge market potential.

### **Improved SOP process**

The potash process developed as above was further improved through the integrated production of sulphate of potash (SOP), ammonium sulphate and magnesium hydroxide from kainite double salt and ammonia using mixed bittern waste left after recovery of sulphate of potash (SOP) from sulphate-rich bittern. This invention is a spin off of an industry-sponsored work on fluorogypsum conversion to ammonium sulphate by the Merseberg process.

#### Low sodium salt from bittern

In the biennial report 2004 – 2006 we have reported the demonstration of low sodium salt technology to M/s. Hindustan Lever Ltd., Mumbai at our Experimental Salt Farm. Subsequent to this we further demonstrated the

process to the party at the site of M/s. Sahaymatha Salt Refinery Ltd., Tuticorin, Tamil Nadu where the party is operating its salt refinery.





Left: Demonstration of low sodium salt technology to M/s. HUL at Tuticorin, Tamil Nadu Right: Carnallite getting crystallized in the solar pans



### **ANALYTICAL SCIENCE**

Centralized instrumental facility under Analytical Science Division created in 2002 has been rendering analytical services and intellectual input to all the in-house projects and also to external organizations on payment basis.

Development of new analytical methods and also modifications on existing methods are being continuously pursued in the division. All the instruments were heavily utilized as would be evident from the Tables below.

Name of the instrument	Total samples analyzed
FT-NMR [200 MHz]	3170
FT-IR	2071
Powder XRD	1130
Single Crystal XRD	306
Scanning Electron Microscope (SEM)	474
Thermal Analyser (TGA)	582
Thermal Analyser (DSC and DMA)	152
Inductively Coupled Plasma Spectrometer (ICP)	2072
Surface Area Analyser (BET)	634
LC-MS	1975
HPLC (Shimadzu)	1357
CHNS/O Analyser	740
Spectrofluorimeter	618
Spectrophotometer (Varian)	1925
Spectrophotometer (Shimadzu)	1178
X-ray fluorescence (XRF)	201
Particle size Analyser	61
Atomic Absorption Spectrometer(AAS)	130
Tensiometer (Goniometer)	227
Ion Chromatograph (IC)	48
FT-Raman	85
HPLC (Waters)	812
GC-MS	103
GC	288
Total Organic Carbon Analyser(TOC)	388
Sample analyzed during April, 2007 – March, 20	008
Name of the instrument	Total samples analyze
FT-NMR [200 MHz]	1574
FT-NMR [500 MHz]	2264
FT-IR	2004
Powder XRD	892
Single Crystal XRD	234
Scanning Electron Microscope (SEM)	1242
Thermal Analyser (TGA)	708
1 1101 11 11 11 11 1 1 501 ( 1 0/1)	700

मिनक नथा क	A STATE OF THE STA	Alfa ufrete,
-	CSIR-INDIA	

	506
Surface Area Analyzer	526
LC-MS	1245
CHNS/O Analyzer	678
Spectrofluorimeter	1505
Spectrophotometer (Varian)	8997
Spectrophotometer (Shimadzu)	270
X-ray fluorescence (XRF)	10
Particle size Analyzer	63
Atomic Absorption Spectrometer (AAS)	64
Tensiometer (Goniometer)	228
Ion Chromatograph (IC)	50
FT-Raman	61
HPLC	1989
GC-MS	890
GC	403
Total Organic Carbon Analyzer (TOC)	841
CD	288
Fluorescence with emission life-time measurement	1332

Based on normal charges applicable for each type of analysis, the total value of the analytical service rendered during the period amounted to Rs.5,41,13,820/-. Most importantly, the input from the Division has had a marked effect on the

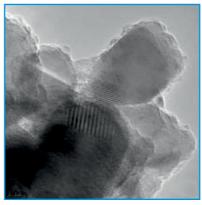
quality of publications and technical reports. Besides the regular service provided, there were important contributions towards new analytical method development and some illustrative examples are outlined below.

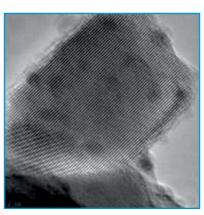
# Transmission electron microscopy (TEM) for characterization of materials and bioorganisms

Transmission electron microscopy (TEM) installed in the beginning of 2008 is a versatile technique to achieve lattice resolution in appropriate crystalline sample and is most useful in the field of material science, biology, medical and engineering sciences. TEM analysis can

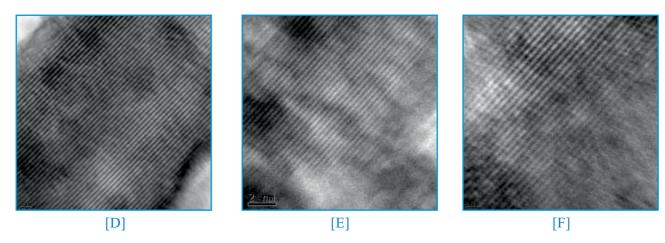
give useful information regarding almost all physical properties of electrons like transmission, diffraction, scattering etc. The following figure represents a set of images of TiO<sub>2</sub> recorded at various magnifications in our laboratory.







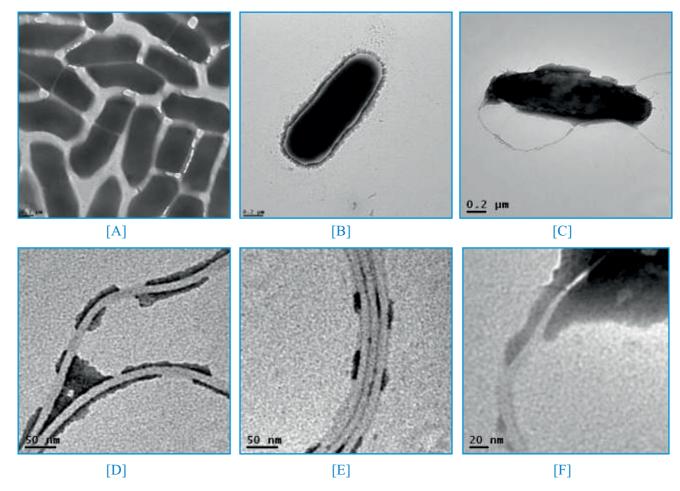




TEM images of  $TiO_2$  recorded at various magnifications; (A) 100 Kx, (B) 300 Kx, (C) 600 Kx, (D) 1.0 Mx, (E) 1.2 Mx, (F) 1.5 Mx

Organic and bio materials are usually unstable in TEM particularly at higher acceleration voltage (200 kV). This limits evaluation of finer structures. An innovative method was developed for imaging bacteria and other bio-materials by

suitably coating it with tungsten based stains. Proper staining protects bacterium from burning under high energy radiation and thereby we could trace finer structure like flagella.



(A) A Bacterial colony (5 Kx), (B) A single bacterium (8 Kx), (C) A bacterium with Flagella (8 Kx), (D) Flagella (50 Kx), (E) Flagella (50 Kx), (F) Attachment of Flagella with bacteria body (80 Kx)

The bacteria from mid-log-phase broth cultures were used. Cells were harvested and washed three times with PIPES [piperazine-N,N'-bis(2-ethanesulfonic acid] and phosphate buffers as mentioned in the table below. The samples were fixed by re-suspending the pellet in 3% glutraldehyde and left for 30 min at room temperature. After fixation, the samples were gently pelleted, washed and re-suspended in third trial buffer (see the table below). Cells were then loaded onto carbon-coated copper TEM

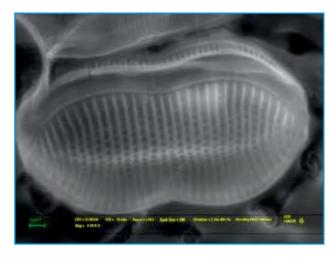
grids. The excess cell suspension was removed by wiping the edges of the grid with a filter paper. After 5 minutes the cells were negatively stained with stains phosphotungstic acid (PTA) [Uranyl acetate can also be used]. The excess stain was removed by absorbing the stain from edges of the grid using a filter paper. The grids were air dried then examined for flagella on same day. A few representative TEM images of bacteria are shown above. This method will be useful for our bio-technology related R&D activities.

Trials	Buffer Used	Concentration of Buffer	Concentration of Stain (PTA)
1 st	PIPES	10mM	2%
2 <sup>nd</sup>	Phosphate Buffer	50mM	2%
3 <sup>rd</sup>	PIPES	0.1mM	0.2%

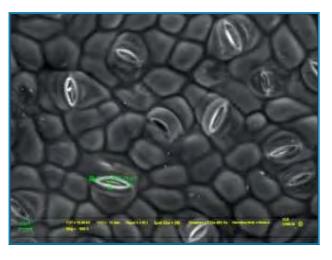
### Scanning electron microscopy (SEM) for material characterization

The SEM facility is being routinely used to generate high-resolution images of shapes of objects and to show spatial variations in chemical compositions. Our SEM is extensively used for characterization of mesoporous materials/catalysts, micro-organisms, polymers etc. for our inhouse R&D activities as SEM gives direct clue in understanding processes by

sampling and imaging at various stages of the process. The study of attachment mechanism of bio-fouling organisms, and opening and closing of stomata under various environmental conditions is facilitated by recording the SEM images at various stages. A few selected SEM images of various materials / species are presented in the following figures.



Studies of the attachment mechanism of bio-fouling organisms on aluminum foil

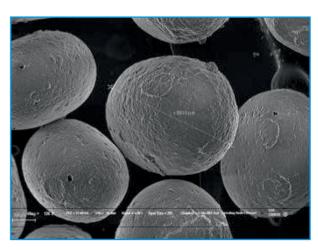


Studies of stomata distribution in Jatropha to study the rate of photosynthesis

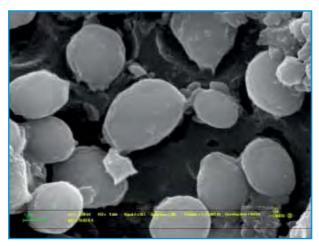




Mesoporous carbon-celite 545 template image showing the formation of mesoporous carbon inside the celite 545 template



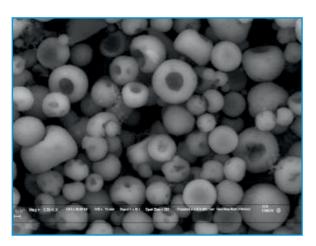
Nearly spherical NaCl crystals prepared by simple mechanical means

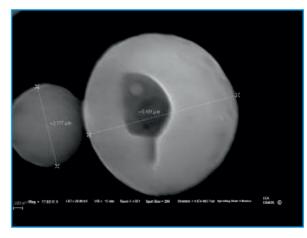


Yeast (Saccharomyces cerevisae) cells



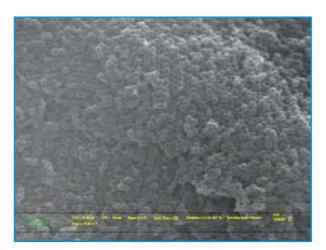
Polyhydroxyalkanoates (PHA) producing marine bacteria (Halomonos sp.) grown in Jatropha. biodiesel is produced as by product

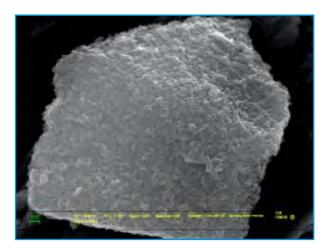




Silica was prepared by passing sodium silicate solution through H-form cationic resin Indion-225.

Imaged at two different magnifications

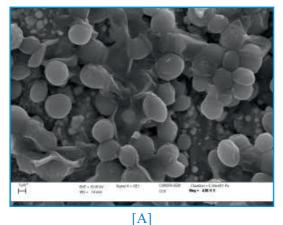


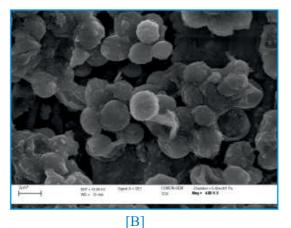


Carbon loaded on silica which can be used in various gas storage and heterogeneous catalysis. Imaged at two different magnifications

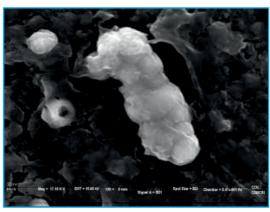
In the work related to the development and application of calorimetric sensors for triphosphates as a viable staining agent for Prokaryotes and Eukaryotes, the SEM imaging was used to establish the change in morphology of outer cell surface by staining both prokaryotes (bacteria) and eukaryotes (yeast cells). The

imaging was carried out with and without staining of the cell surfaces. The cell surface without dye staining appeared smooth while the stained surface appeared rough under the scanning electron beam. Few such selected SEM images are given below:





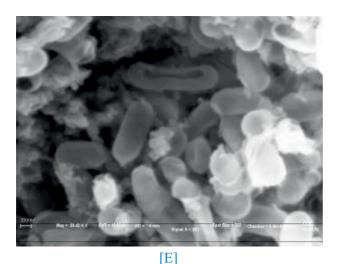


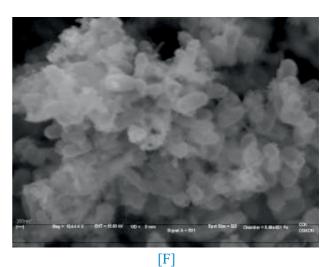


[C] [D]

33







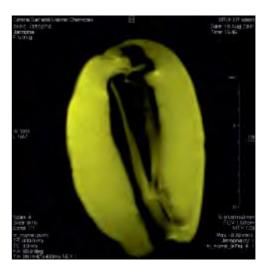
(A) Blank yeast cells, (B) Yeast cells treated with the complex, (C) Blank gram negative bacterial cells, (D) Gram negative bacterial cells treated with complex, (E) Blank gram positive bacterial cells, (F) Gram positive bacterial cells treated with complex. In addition to the difference of surface morphology observed while scanning, the contrast difference exhibited by sample surface confirms the chemical non homogeneity of these surfaces.

### NMR spectroscopy for structural elucidation and specialty applications

NMR instruments have been extensively used for structural elucidation of a wide variety of compounds obtained from different sources. It has also been used to resolve some specific structural/analytical problems. A 500 MHz

instrument with microimaging facility has been installed and the first images recorded for jatropha seed under different experimental conditions are shown below. The Jatropha seed is a promising source of oil for biodiesel.





Microimages of jatropha seeds recorded with 500 MHz FT-NMR under different experimental

### Characterization of cis-trans isomer

4,4'-methylenedicyclohexanamine exists as a mixture of *cis-cis*, *trans-trans* and *cis-trans* geometrical isomers and exhibited two signals for the azo moiety. <sup>1</sup>H NMR technique has been

successfully used to monitor their separation and purity of the isolated product. The pure isomers with different colours, as shown below, exhibited a single NMR signal.



$$cis-cis \qquad trans-trans$$

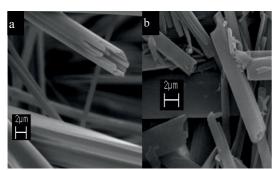
cis-cis (yellow) and trans-trans (white) isomers of 4,4'-methylenedicyclohexanamine

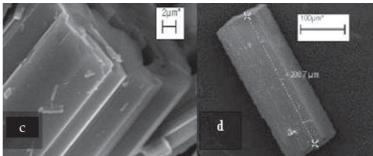
#### NMR as a tool to differentiate nano materials

NMR has been shown to be a sensitive tool for the characterization of tubular and bar type materials of diester-dicarboxylic acids with phthalyl moiety (a and b). The <sup>1</sup>H NMR of the phthalyl proton bears the signature of symmetry or lack of it of the phthalyl moiety and thereby provides a clue for the existence of weak supramolecular H-bonding contact with the neighbouring molecules. The structures obtained in different polar and non-polar solvents were viewed with the help of SEM (see below) and are consistent with the NMR findings.

Selected portion of the <sup>1</sup>H NMR spectra recorded for the (a) microtube and (b) bar type materials in (i) chloroform, (ii) methanol and (iii) methanol-water







SEM images of the tube (a and b) and bar type (c and d) crystalline materials of the diester-dicarboxylic acids with phthalyl moiety in methanol-water.

#### Search for an alternative method of iodate estimation in edible salt

Recognising that chemicals such as bleaching powder can give a false iodate test in iodometric titration, studies have been initiated to identify a fool proof method of analysis of the iodine content in iodized salt. IR spectroscopy and ion chromatography are the two methods being investigated presently.

#### Elemental analysis by X-ray fluorescence (XRF) spectrometer

Elemental analysis of various samples such as soil, clay, minerals, seaweed, marine sediment, jatropha seeds etc. in solid state have been carried out using XRF spectrometer. Depending on the material to be analysed, innovative

methodologies were devised all the way from sample preparation to complete characterization. The results for some of the important materials are given below.

Sample type	Analysis		
Soil from different locations	Essential elements such as Na, P, K, Ca, Mg, and non-essential elements like Cr, Cd and Hg.		
Bentonite clay from different mines	This analysis mainly focused on the determination of Fe and Si content, which are the key components for identification of the type of concerned clay.		
Attapulgite clay from different sources	Elemental analysis of raw and upgraded clay was done. Its elemental composition includes Al, Si, Na, K and Fe. The impurity level of Ca and Mg in raw materials and amount of As and Pb in upgraded clay for pharmaceutical applications, were also analyzed.		
Marine sediment from different regions	The quantification programme was made for the analysis of major elements (Na, K, Fe, etc.) and trace elements (Hg, Pb and As). The analysis of marine sediment helped to ascertain the extent of marine pollution in different locations.		
Seaweed	Semi quantitative analysis for the major elements (Na and K), minor elements (Fe, Cu, Zn and Mg) and the trace elements (Co, Mo, Pb, As, Se) were carried out. Gracilaria spcies were found rich in K salt whereas all Ulva species were rich in both Mg and K salts.		

Sample type	Analysis		
Bauxite	Quantification method has been developed; the important feature of this programme is that along with "elemental mode" analysis, one can get results in "oxide mode" also namely SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , TiO <sub>2</sub> , CaO, MgO etc. The measurement errors were less than 1% and reproducibility was also satisfactory.		
Jatropha Seed (defatted)	Semi quantitative analysis was done to compare elemental composition of toxic and non-toxic Jatropha species with respect to Na, Mg, Al, K, Ca, Fe, Cr etc. It has been found that the concentrations of all elements, except Ca and P, were nearly same in both the species.		

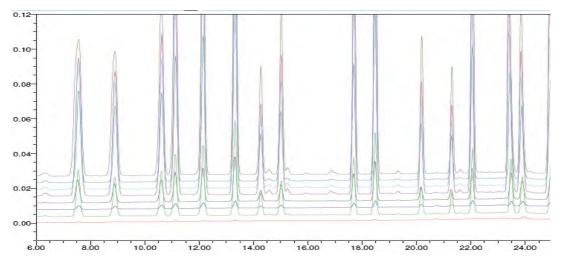
#### Inductively coupled plasma (ICP) spectrophotometer for elemental analysis

This instrument has been extensively used for the elemental analysis of a wide variety of samples obtained from different sources. It has been used for (i) monitoring of heavy/toxic metal ions in effluent, (ii) determination of the presence/absence of metal ions of interest, e.g. leaching of metal ion during reaction; (iii) determination of exchange of metal ions in zeolites and hydrotalcites, (iv) metallic impurities in certain samples e.g. pharmaceuticals, (v) to study the effect of metal ions on biological functions, (vi) soil analysis after extraction, (vii) presence/absence of micronutrients in biological samples and (viii) to monitor quality of water generated in various desalination units, etc.

# Characterization of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) using reverse phase HPLC

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are chemical compounds that consist of fused aromatic rings and do not contain heteroatom or carry any substituents. They are of concern because some compounds have been shown to have carcinogenic, mutagenic, and teratagenic properties. The EPA has classified seven PAH

compounds as probable human carcinogens: benz[a]anthracene, benzo[a]pyrene, benzo[b]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, chrysene, dibenz[a,h]anthracene, and indeno[1,2,3-cd]pyrene. We developed a RP-HPLC method for the separation and quantification of PAH in a sample.



HPLC profile of the constituents of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) at different concentration



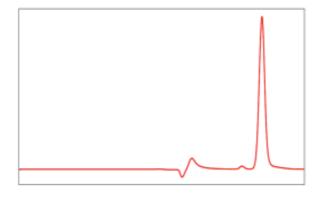
#### Lower detection limit of different Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Compounds

РАН	MDL (ng)	РАН	MDL (ng)
Naphthalene	2.50	Benzo(a) anthracene	0.25
Acenaphthylene	2.50	Chrysene	0.25
Acenaphthene	5.00	Benzo (b) fluoranthene	0.10
Fluorene	0.50	Benzo (k) fluoranthene	0.10
Phenanthrene	0.20	Benzo (a) pyrene	0.25
Anthracene	0.10	Dibenzo (a,h) anthrecene	1.00
Fluoranthene	0.25	Benzo(ghi) pyrene	0.40
Pyrene	0.50	Indeno (1,2,3-cd) pyrene	0.25

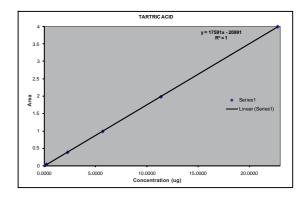
#### Estimation of tartaric acid present as sodium tartarate in alkaline media using HPLC

This experiment was performed for the recovery of tartaric acid, which was present as disodium tartarate, in alkaline media. The sodium salt of tartaric acid is difficult to analyze using HPLC system. The mobile phase used in the HPLC was phosphoric acid, which was sufficient to acidify the alkaline solution while analyzing the sample.

The phosphoric acid in the mobile phase thus converted the disodium tartarate into tartaric acid quantitatively. The tartaric acid was then analyzed using the column supelcogel 610H, monitoring at 210 nm in PDA detector and it was able to quantify at 0.25 ppm level in aqueous medium.



HPLC profile of tartaric acid

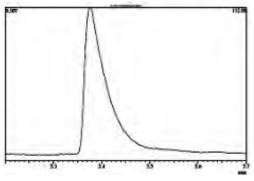


Linear fit for quantification

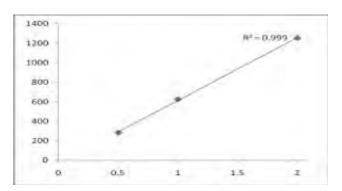
# Drug analysis using gas chromatograph head space mass spectrometry (GCHSMS)

A leading pharmaceutical company has drug products (tablets), which on degradation form hydrazine as end product. At the instance of the party the samples were investigated using GCHSMS at different temperature and experimental conditions to understand the amount of end product formed under different conditions. It was observed that the drug molecules have high molecular weight and are

insoluble in acetone. However, after degradation the acetone—hydrazine adduct (hydrazones) thus formed is volatile in nature and a suitable method was developed for its analysis using headspace analyzer. We were able to quantify hydrazones (degradation) at 0.5 ppm level. These findings are very useful for pharma industries.



GC-MS spectral profile of the acetone—hydrazine adduct

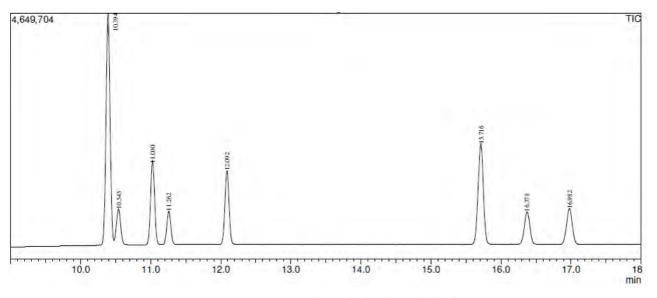


GC-MS spectral profile of the acetone—hydrazine adduct

## Analysis of carbohydrates using gas chromatograph mass spectrometry (GCMS)

Carbohydrates are non-volatile in nature, so direct GC-MS analysis is extremely difficult. For the analysis of these samples, the carbohydrate monomers were converted to the volatile aldol-acetate derivatives following suitable method. For the analysis of these carbohydrate derivatives, a GC-MS method was

developed. The analysis was done using the BP-225 column in the temperature range 160 to 230 °C and flow rate 1.0 mL/min. This method was successfully employed for the quantitative analysis of a large number of carbohydrate samples.

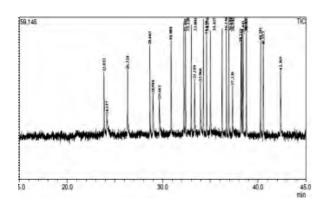


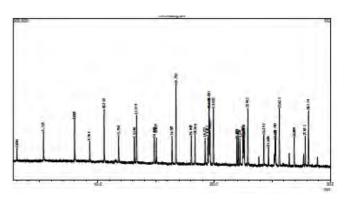
GCMS spectra of a carbohydrate derivative

# Fatty acid methyl ester (FAMEs) and bacterial acid methyl ester analysis using gas chromatograph mass spectrometry (GCMS)

An innovative GC-MS method was developed for the separation, identification and quantification of different saturated/unsaturated fatty acids present in algae and bacteria. This experiment was performed using the RTX-5 column in the temperature range 80 to 240 °C with flow rate 1.0 mL/min. We were able to separate 35 different fatty acid methyl esters with good baseline resolution.







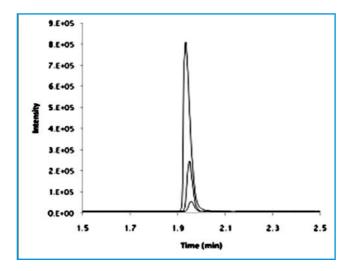
GCMS spectra of fatty acid methyl ester

GCMS spectra of bacterial acid methyl ester

# Residual methanol estimation in biodiesel and glycerol using gas chromatograph head space mass spectrometry (GCHSMS)

During biodiesel production, glycerol comes out as a byproduct. Methanol is separated from glycerol by the traditional distillation process. The methanol recovery through the traditional process is 75% and this consumes a huge amount of time and energy. To overcome this problem, an innovative method has been developed in which crude glycerol is recycled, without methanol distillation. To facilitate this it is

necessary to know the exact amount of residual methanol, present in glycerol. We have developed GCHSMS method using RTX-5 column for the quantification of residual methanol in glycerol and biodiesel. This method, in turn, has helped in saving considerable amount of time and energy of the process for production of biodiesel.



Methanol content in biodiesel

R<sup>2</sup> = 0.9998

0 0.002 0.004 0.006

Concentration (g/ml)

GCMS spectral profile of the methanol

Linear fit for quantification

#### Modified method of analysis of nitrate-nitrite and phosphate in aqueous media

These analyses were carried out with the help of Flow Injection Analyser (FIA, Model 5000, Foss Tecator). Methods have been developed for the analysis of total NO<sub>2</sub> - NO<sub>3</sub> and also only for NO<sub>2</sub> in sea water using this instrument keeping the calibration conditions equivalent to salinity

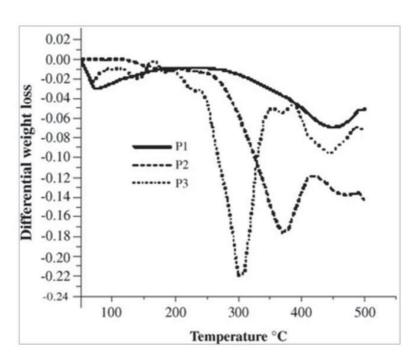
of sea water. Analyses of total phosphorus and *ortho*-phosphate in aqueous media were also carried out using the same instrument through suitable modification of the existing method. Large number of samples were analysed using this modified method.

# **INORGANIC MATERIALS & CATALYSIS**

#### Phosphonium-montmorillonite with enhanced thermal stability

Organoclays that can withstand high processing temperature (200 - 300°C) are used in making engineering plastics (nanocomposites). Quaternary phosphonium cations such as tetrabutyl phosphonium, tributyl hexadecyl phosphonium, tributyl tetradecyl phosphonium, tetraphenyl phosphonium, methyl triphenyl phosphonium and propyl triphenyl phosphonium were intercalated into montmorillonite (MMT) rich bentonite of

Indian origin to make such organoclays. The length of alkyl chain in phosphonium cations influenced the particle size distribution quite considerably. With longer alkyl chain, finer particles were formed. The tetrabutyl phosphonium-MMT (P1) showed thermal stability up to 400 °C, and may be a useful material for melt processing of polymer/layered silicate nanocomposites. (*Applied Clay Science*, 2007, 35, 194).



Differential thermogravimetric analysis of tetrabutyl phosphonium (P1), tetraphenyl phosphonium (P2) and tributyl hexadecyl phosphonium (P3) intercalated montmorillonite

## Nanoclays for polypropylene/clay composites

Exfoliated organoclays find application in polymer nanocomposites. Solvents play a critical role in the exfoliation process. Dispersion of organoclays in different solvents was investigated to get a stable suspension which improved exfoliation of the organoclays in polymer nanocomposite. The organoclays studied remained fully suspended in solvents having moderate dispersion forces with weak

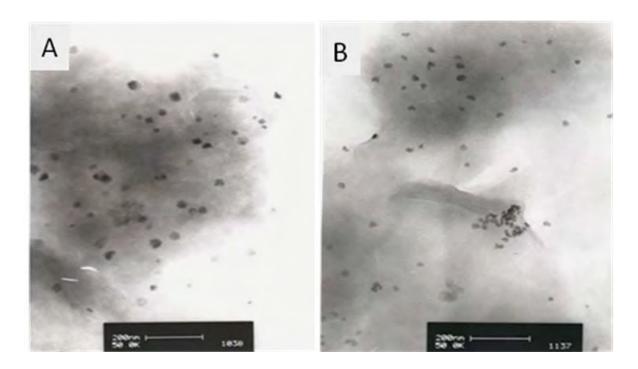
polar forces and weak H-bonding. The properties of organoclays prepared up to 5 kg/batch scale nearly matched with the targeted specifications of nanoclays for polypropylene composites. The bench scale data were used to compute the techno-economic feasibility of the process. (*Bull. Mater. Sci.*, 2006, 29, 133; *Current Science*, 2007, 92,1004)



# Pd and Rh metal nanoparticles in the interlayer space of organically modified montmorillonite

Incorporation of precious metal nano particles of well-defined size on materials is useful for catalytic transformations such as hydrogenation, coupling and dehydrogenation. A novel synthetic route was developed for synthesis of Pd and Rh metal nanoparticles supported on montmorillonite (MMT) and partially organically modified MMT (POMM).

PXRD data confirmed the formation of the metal nanoparticles. Agglomeration of the metal nanoparticles was observed in MMT while the partial organic modification of MMT controlled the particle size with very good dispersion throughout the POMM (*J. of Nanoparticles Research*, 2008, 10, 625).

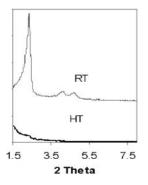


TEM images of (A) Rh-MMT and (B) Rh-organically modified MMT (POMM)

#### Synthesis of MCM-41 at room temperature

MCM-41 is a class of highly ordered mesoporous materials with the uniform cylindrical pores of ~2-3 nm diameter and very high surface area (700-1000 m²/g). The material is normally synthesized under hydrothermal condition (~100 °C) for a very long period of time (days) using cationic surfactant, cetyltrimethylammonium bromide (CTAB), as structure directing agent. Highly ordered mesoporous silica materials were synthesized under ambient conditions using sodium silicate as a source of silica and CTAB as structure

directing agent with surfactant to silica ratio 0.1. Remarkable thermal and hydrothermal stabilities of the samples prepared through this route were seen in contrast with the product derived through conventional methodology (100 °C for 144h). Use of HCl as neutralizing agent and a silicate addition time of 10 min were appropriate to obtain a well crystalline and stable material. It is expected that this may pave the way for their practical applications (*J. Porous Materials*, 2008, 15, 571).



PXRD of samples after hydrothermal treatment at 100 °C for 24 h. Mesoporous silica prepared at room temperature in 3h (RT) and prepared under hydrothermal condition at 100 °C for 144h (HT).

#### **Functionalization of silica surface**

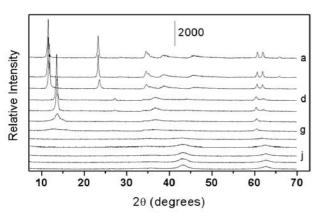
MCM-41 silica sample was prepared using sodium silicate and CTAB as templating agent under hydrothermal condition. Calcined sample indicated the presence of highly ordered hexagonal phase with  $d_{100}$  spacing of 3.8 nm ( $a_0$  = 4.4 nm). Surface of MCM-41 thus prepared was f u n c t i o n a l i z e d w i t h aminopropyltrimethoxysilane (APTMS) having about one aminopropyl group/nm<sup>2</sup>.

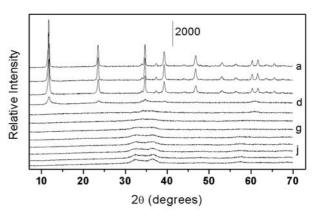
Functionalization caused a decrease in the intensity of the diffraction pattern of MCM-41 with no significant change in the  $a_0$  value. A significant reduction in the surface area and total pore volume (from  $1120 \text{m}^2/\text{g}$  to  $435 \text{m}^2/\text{g}$  and 0.85 cc/g to 0.24 cc/g respectively) was seen on functionalization. Such functionalized materials can act as scavengers for abstraction of polluting cations.

#### Polytypism in layered double hydroxides

Layered double hydroxides (LDHs) are layered materials with alternating positively charged metal hydroxide sheets and anions in interlayers. Different modes of stacking of these layers lead to varied polytypes and the nature of stacking has a significant influence on the thermal stability and anion exchange properties of these materials. Theory (DIFFaX) and experiment (PXRD) were deployed to understand such polytypism variations in LDHs. Those having Mg with Al show dramatic changes in the peaks

arising from the  $(h0\ell)/(0k\ell)$  family of reflections in its powder X-ray diffraction (PXRD) pattern during thermal treatment monitored under 'in situ' conditions. DIFFaX simulations show that these changes arise due to the transformation of the disordered  $3R_1$  polytype into the 1H polytype on dehydration for MgAl-LDH. The 1H polytype is an essential precursor in the formation of an oxide residue with the rock salt structure. In contrast, the LDH of Zn with Al retains the structure of the  $3R_1$ 





*In situ* variable temperature PXRD patterns of the MgAl-LDH and ZnAl LDH calcined in air at different temperatures (°C) (a) 50 (b) 100 (c) 150 (d) 175 (e) 225 (f) 275 (g) 350 (h) 400 (i) 450 (j) 500 (k) 550 (l) 600.



polytype until decomposition into the oxide with wurtzite structure. In view of the poor octahedral site preference of the Zn<sup>2+</sup> ion, the 1H polytype is neither structurally stable nor it is

topochemically necessary for the thermal decomposition of the ZnAl LDH (*J. Phys Chem. B, 2006,* 110, 12365).

#### Anion migration in layered double hydroxides

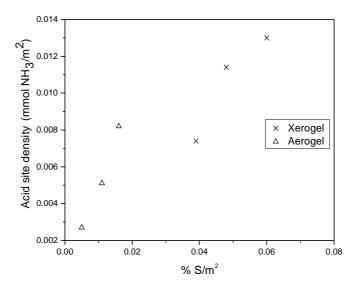
The study of the anion migration in the interlayer of LDHs upon heating is an interesting task may help unravel the process of deanation. However, the structure of the interlayer is difficult to determine in LDHs due to the poor X-ray scattering power of the commonly found anions such as  $CO_3^2$  and CI. We chose the ZnAl-Br system due to better scattering of Br ion in the interlayer. Through DIFFaX simulation, we have found that in the interlayer, Br ions are distributed in two symmetrically distinct crystallographic sites (18h and 6c). The changes in the PXRD pattern of ZnAl-Br LDH during thermal treatment point to variations in the

distribution of Br ions among the available interlayer sites prior to decomposition. On heating to 175 °C, the Br ion migrates from the 6c site to the 18h site as dehydration of the interlayer opens up access to positions of higher site degeneracy. The 18h site is situated closer to the proton of the metal hydroxide slab (1.809 Å) compared to the 6c site (2.402 Å). This shows a pre-association of the bromide ion with the proton of the hydroxide slab leading to the release of HBr upon the decomposition of the bromide containing LDHs (J. Phys. Chem. C, 2007, 111, 18980).

#### Synthesis of sulfated ZrO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> mixed oxides

Mixed oxides with two or more components show enhanced acidity as compared to the individual oxide components. ZrO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> mixed xerogel and aerogel samples with varied molar ratios were prepared by sol-gel method followed

by (i) oven drying and (ii) supercritical drying using *n*-propanol as a solvent. The xerogel and aerogel mixed oxides have different structural and textural features. However, the total numbers of acid sites per unit surface area



Acid site density vs. sulfur (wt %) per unit surface area of ZrO<sub>2</sub>:SiO<sub>2</sub> sulfated xerogel and aerogel



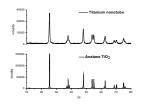
(0.0021-0.0029 mmol NH<sub>3</sub> m<sup>-2</sup>) are similar and thus the catalytic activity for cyclohexanol conversion (31-41%) was found in the similar range. Sulfated mixed oxide aerogel and xerogel samples showed significant enhancement of

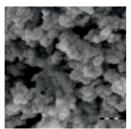
cyclohexanol conversion (91-99%). A linear correlation was found between the density of acid sites and sulfur weight percent per unit surface area (*Paper communicated to J. Porous Materials*).

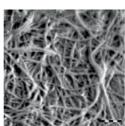
#### Synthesis of photocatalysts

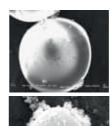
Photo degradation of dyes and organic compounds by titania-based catalysts is one of the proven methods for effluent control. The efficiency of the degradation depends on the texture and surface properties of the catalysts. Synthesis and characterization of photocatalysts using various methods was done in order to obtain the desired morphology, phase and surface area. Morphologically controlled nanoparticle or nanotubes of titania were successfully synthesized. Incorporation of photocatalytically active —Ti—O—Ti— quantum

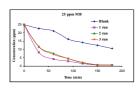
wires in ETS-4 and ETS-10 zeolites was achieved. A method to adhere TiO<sub>2</sub> strongly on the surface of cenosphere was also developed. Such materials are demonstrated as photocatalysts in UV and solar light photocatalytic applications, in particular for photocatalytic degradation of dyes and organic compounds. Representative PXRD, SEM and activity studies of some of the materials are given (Ind. Eng. Chem. Res., 2006, 45, 922, 5231; 2007, 46, 369, 6196; 2008, 47, 584).











PXRD of titania nanotube (top) and nanoparticle (bottom)

SEM of titania nanoparticles

SEM of titania nanotube

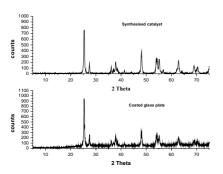
SEM of cenosphere before and after coating of TiO,

Degradation of methylene blue dye over TiO<sub>2</sub> coated cenosphere in sunlight

# **Photocatalytic surfaces**

Development and characterization of photocatalytic surface on glass slide and optical fibre was done for designing an optical fibre-based photocatalytic reactor. The photocatalytic activity of the TiO<sub>2</sub> coated glass plates was

assessed for degradation of *p*-nitro aniline (PNA; 50ppm) in presence of UV light. Higher degradation was noted compared to uncoated surface.



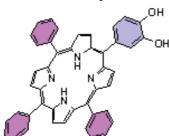
XRD pattern of coated surface and as- synthesized titania catalyst

# OS PNA (50ppm) TiO<sub>2</sub> coated glass plate Without coating

Photocatalytic degradation of PNA using coated glass plate in 2 h

#### Studies on interfacial electron transfer

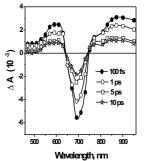
In collaboration with BARC, the interfacial electron transfer (ET) dynamics of 5,10,15-trisphenyl-20-(3,4-dihydroxy benzene) porphyrin (TPP-cat) adsorbed on TiO<sub>2</sub> nanoparticles was studied using femtosecond transient absorption spectroscopy in the visible and near IR region. TPP-cat molecule forms charge transfer (CT) complex with TiO<sub>2</sub> nanoparticles through catechol moiety. Transient absorption studies on TPP-cat/TiO<sub>2</sub>

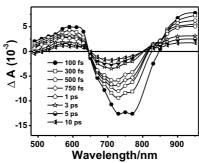


system, following excitation at 400 nm and 800 nm, revealed that electron injection to the conduction band of TiO<sub>2</sub> takes place within < 100

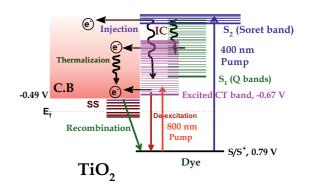
fs. It was seen that majority of the injected electrons undergo deleterious back electron

transfer (BET) with a time constant of  $\sim 800$  fs. Interestingly, the reaction channel for the electron injection process was found to be different for the two wavelengths: Excitation at 800 nm populated the excited CT state directly from where diffusion of electron into the conduction band occurred. On the other hand excitation at 400 nm, populated the soret band, which relaxe which, in turn, populated the Q band or excited CT band from where electron injection into the conduction band occurred. An additional de-excitation pathway in the 100±50 fs time scale was observed. This study revealed that strong coupling between the catechol functionality and the TiO<sub>2</sub> favors the forward, as well the reverse, electron transfer processes (J. Phys. Chem. C. 2008, 112, 2918; J. Phys. Chem B, 2007, 30, 9078; J. Phys. Chem. B. 2006, 110,9012).





Time resolved absorption spectra following excitation with 400 nm (left) and 800 nm (right) laser source.

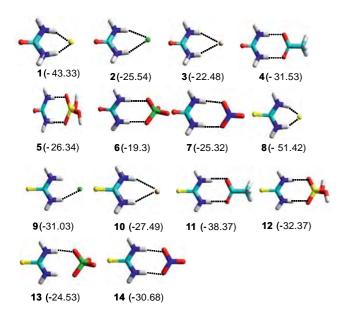


#### **Sensors and selective extractants**

#### Anion recognition using urea and thiourea based receptors

Urea and thiourea based receptors have been used extensively for anion detection because of their diprotic donor groups and easy synthetic manipulations. These receptors were found to interact with fluoride more strongly in the presence of oxy-anions contrary to the basicity scale. Nitrate and chloride ions have a large

basicity difference but their interactions with the receptors were comparable. Density functional theoretical (DFT) studies were undertaken and the results were found to be in good agreement with experimentally observed data. [*Tet. Lett,* 2007, 48, 3695].

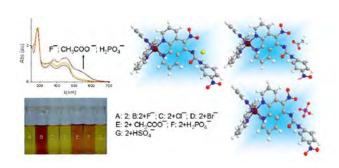


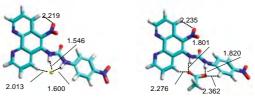
Optimized geometries of the complexes and their binding energy values (kcal/mol) at B3LYP/6- 311+G\*\* level of theory. Urea: 1F<sup>-</sup>, 2Cl<sup>-</sup>, 3Br<sup>-</sup>, 4CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>, 5H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, 6ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>, 7NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; Thiourea: 8F<sup>-</sup>, 9Cl<sup>-</sup>, 10Br<sup>-</sup>, 11CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>, 12H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, 13ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>, 14NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. The binding energies calculated is the energy difference E(complex) – E(anion) – E (urea/thiourea).

# Ruthenium(II)-polypyridyl based receptors for anions (F¯, CH<sub>3</sub>COO¯ and H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>¯)

A new Ru(II) complex  $[Ru(bpy)_2(1-(6-Nitro-[1,10]phenanthrolin-5-yl)-3-(4-nitro-phenyl)-urea)]$  was synthesized. The molecule was seen to act as a sensor towards  $F^-$ ,  $CH_3COO^-$  and  $H_2PO_4^-$  in acetonitrile solution as evident from color changes and other spectroscopic measurements. At relatively lower concentration of anions, 1:1 H-bonded adduct was formed; however at higher concentration classical Brénsted acid-base type reaction

prevailed. The relative binding affinity of different anions towards this receptor was evaluated and was rationalized with quantum chemical calculations. Narrowing of the gap between the HOMO and LUMO energy levels on deprotonation of the receptor molecule caused a faster decay of the luminescence lifetime for the  $Ru_{d\pi} \rightarrow L_{\pi^*}/bpy_{\pi^*}$ -based triplet excited state. [Inorg. Chem. 2007, 46, 9912]



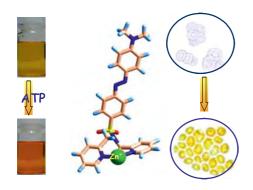


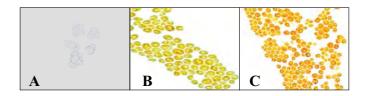
The RHF/6-31G\* optimized geometries for Ru(II)-complex with F<sup>-</sup> ( $\Delta$ = -94.5KCalmol<sup>-1</sup>) and CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> ( $\Delta$ = -56.7KCalmol<sup>-1</sup>) with the corresponding binding energies.



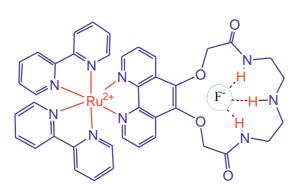
A novel Zn(II)-complex was designed and synthesized for specific recognition of biologically important phosphates in aqueous solution (pH  $\sim$  7.2). A visual color change could be detected on binding of ATP to the complex while no such change was observed when other

biologically related anions, including non-ATP phosphates, were used. The complex could used as a staining agent for microbes while maintaining their viability. (Anal. Chem., 2008, 80, 5312; Org. Lett. 2007, 9, 1979).





A Light microscopy images (100 x) of (A) Blank Yeast cells, (B) Yeast cells with 1.Zn (C) After washing the stained cells with a water/ethanol (70/30, v/v) mixture.



A metalloreceptor showing interaction with F ion

Metalloreceptors containing Ru(II) bipyridine unit as fluorophore and pendant macrocyclic units as ionophore were synthesized and their luminescence and electrochemical properties investigated. Ion-binding study of these fluoroionophores with a large number of anions (F, Cl, Br, I, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, ClO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, BF<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>COO, and HSO<sub>4</sub>) revealed strong interactions with H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> and F. Luminescence titrations were carried out to determine binding constants. <sup>1</sup>H NMR spectral changes with the addition of increasing concentrations of F and H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> were also carried out to elucidate the mechanism of interaction.

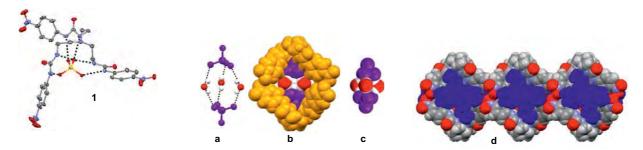
#### Tripodal ligands as sensor for halides, sulphate, phosphate and azide ions

Extensive work was undertaken with different tripodal ligands and cryptand moieties especially to study their anion selectivity. For example, tripodal urea derivatives were used to demonstrate their preferential binding towards sulfate/phosphate anions. The binding modes of sulfate anion with the urea moieties of the

receptor in solid state was established by X-ray crystallography. In the interesting rugby ball shaped structure, sulfate—water—sulfate adduct was seen to be entrapped inside a neutral organic receptor *via* non–bonding interactions [Inorg. Chem., 2007, 46, 5817].

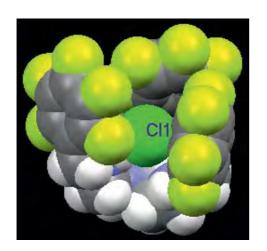
## केन्द्रीय नमक व समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान

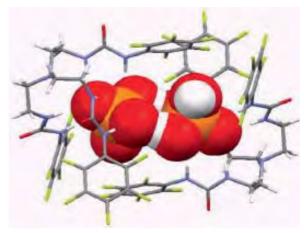




Crystal structure of the molecular assembly; (a) ball and stick model of the sulfate—water adduct displaying hydrogen bonding (dotted lines), (b) space filling model of the adduct trapped inside the cavity of tren urea; (c) Rugby ball shaped architecture of the adduct; (d) packing diagram of the molecular capsules along b—axis

On the other hand, the pentafluorophenylsubstituted tripodal amine, tris[[(2,3,4,5,6pentafluoro benzyl) amino]-ethyl] amine, served as a potential receptor for encapsulation of Cl and Br within the pseudo-C3-symmetric tris(2-aminoethyl)amine cavity upon protonation of the secondary amines. [Inorg. Chem., 2006, 45, 4372; Inorg. Chem., 2007, 46, 4770]. Another novel urea-based tripodal anion receptor showed significantly high binding constant for dihydrogen phosphate (Chem. Commun., 2007, 5214).

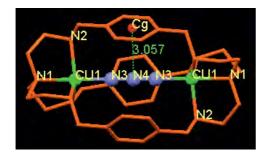


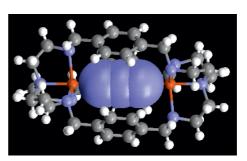


(Left) Space filling representation of single crystal X-ray structures of CI encapsulation inside the tripodal cavity of tris(2-aminoethyl)amine and (Right) dimeric tripodal ligand with encapsulated H,PO<sub>4</sub> inside the pseudo cage

Yet again, dicopper complexes of a bis-tren cryptand recognized the azide anion to generate a Cu-NNN-Cu unit inside the cryptand cavity. Solid-state packing of this cascade complex

revealed the formation of a channel within which perchlorate anion was entrapped [Inorg. Chem., 2006, 45, 10046].





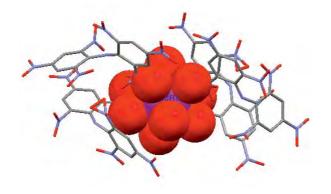
A perfect linear recognition of azide inside the cavity of dinuclear copper (II) cryptates

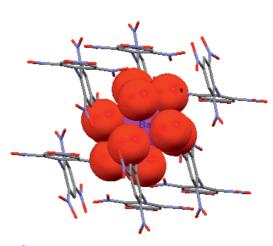


# Selective precipitation of alkaline earth metal ions in aqueous media with the aid of dipicrylamine anion

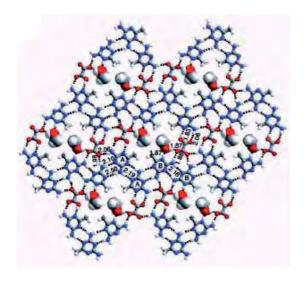
In the previous report it was shown that dipicrylamine anion (DPA) precipitates out [K(DPA)] with >98.0% selectivity from salt bitterns containing Na $^+$ , K $^+$  and Mg $^{2+}$  whereas the same ligand showed 2.6%, 6.6% and 90.7% for K $^+$ , Rb $^+$  and Cs $^+$ , respectively, in studies conducted with an equimolar mixture of K $^+$ , Rb $^+$  and Cs $^+$ . A further study was undertaken with alkaline earth metal ions. When DPA was added into a solution containing Mg $^{2+}$ , Ca $^{2+}$ , Sr $^{2+}$  and Ba $^{2+}$ , Ba $^{2+}$  precipitated out with ~85% selectivity (ca. 90% overall yield with respect to DPA) under optimized conditions. Analysis of crystal

structure showed that compared to the Sr<sup>2+</sup> complex, the Ba<sup>2+</sup> complex possessed a more compact layered structure with reduced exposure of the polar entities. As a result, it had lower solubility in water account for its selective precipitation over Sr<sup>2+</sup>. That it is legitimate to rationalize the precipitation behavior from the structure deduced through single crystal XRD was verified through the close similarity between the experimental powder XRD data of precipitate and simulated powder XRD pattern from single crystal data (Eur. J. Inorg. Chem., 2006, 3369).





Space-filling model of the cavity comprising of Ba<sup>2+</sup> and Sr<sup>2+</sup> ion and metal-bound oxygen atoms



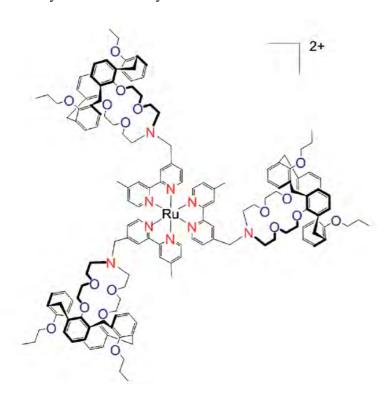
Host lattice showing cavity filled with ethanol molecule

In the area of supramolecular chemistry, molecular adducts of 2,4-di-amino-6-methyl-1,3,5-triazine were prepared with various aliphatic dicarboxylic acids. The molecular complexes thus formed by co-crystallizing the above with oxalic, malonic, succinic, fumaric, acetylene dicarboxylic, glutaric, thiodiglycolic, diglycolic, and adipic acids were found to give two types of host—guest assemblies with voids or channels in a three-dimensional arrangement. The different types of host—guest arrangement resulted from differences in the acidity of the dicarboxylic acids (Cover page, Chem.Eur.J., 2008,14,6967).



A series of molecular receptors containing photoactive metal complexes as fluorophore and crown ether/calix[4]arene-azacrown hybrid molecule as ionophore were synthesized, characterized and their cation binding property investigated employing a wide range of alkali, alkaline earth metal, heavy and transition metal ions. A large number of receptors showed high selectivity towards heavy metal ions such as

Hg<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup> and Cd<sup>2+</sup>, some of them showed selectivity towards alkali metal ions such as Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup>, and a few were selective towards transition metal ions such as Cu<sup>+</sup> and Fe<sup>3+</sup>. In an interesting new approach, stoichiometries of the complexes could be determined by ESI-MS analysis. Efforts were made to rationalize the observations.



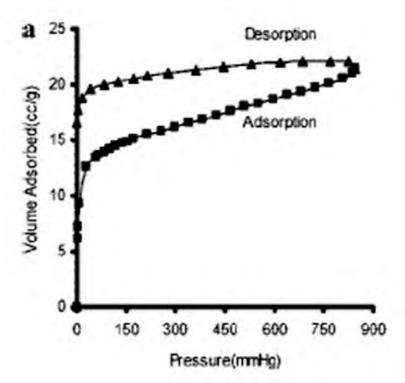
Calix[4]arene based molecular receptors for cations

# Adsorption

## Hydrotalcites for CO<sub>2</sub> adsorption

A series of Mg-Al-based layered double hydroxides (LDHs) were synthesized by conventional precipitation and co-precipitation methods using CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, Fe(CN)<sub>6</sub><sup>4-</sup>, CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> as anions. This was done with a view to study the effect of charge density and size of intercalated anions on the adsorption capacity for CO<sub>2</sub> The effect of various synthetic parameters on the structural, textural, and thermal properties of the LDHs has been studied and correlated with the CO<sub>2</sub> adsorption capacity. The Mg-Al-CO<sub>3</sub> has a

 $CO_2$  adsorption capacity of 22 cc/g at 1 bar at 30°C. LDHs having Fe(CN)<sub>6</sub><sup>4</sup> anions showed a  $CO_2$  adsorption capacity of 45 cc/g. The dynamic adsorption of  $CO_2$  was studied at different activation and adsorption temperatures. The maximum dynamic  $CO_2$  adsorption capacity of 6 cc/g was observed for LDH with  $CO_3^{2-}$  anion after activation at 150 °C and adsorption at 90 °C (*Ind. Eng. Chem. Res.*, 2008, 47, 9588).



CO<sub>2</sub> adsorption isotherm of Mg-Al-CO<sub>3</sub>LDH at 30 °C

#### Recovery of carbon dioxide from flue gas

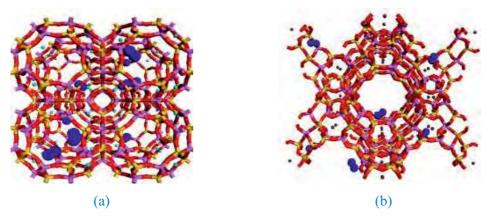
With a view to reduce the release of  $CO_2$  – a greenhouse gas – from the flue gas of thermal power plants into the atmosphere, we have prepared various zeolite based sorbents such as BaX, SrX, KX and KBaX and tested for  $CO_2$  adsorption. Sorption studies of  $CO_2$  and  $N_2$  pure gases on these adsorbents revealed that the adsorption capacity for  $CO_2$  was in the range 125 to 135 cc/g. Breakthrough curves for  $CO_2$  adsorption on NaX and ZSM-5 (Si/Al = 400)

were obtained using  $CO_2$  (14%) +  $N_2$  (86%) gas mixture. Nearly the entire  $CO_2$  present in the gas mixture was adsorbed by ZSM-5 within 30 min. at room temperature. Desorption with counter current nitrogen flow showed that nearly all the adsorbed  $CO_2$  could be desorbed within 45 min. at room temperature (*Patent applications filed: PCT/IN2010/000187, PCT/IN2010/000027 and PCT/IN2009/000753*)

#### Molecular modelling for adsorption of gases in zeolites

Molecular modelling studies were performed to understand the interaction of gas molecules in zeolite. The adsorption of gases like argon, oxygen, nitrogen and hydrogen was investigated using Grand Canonical Monte Carlo simulations. The adsorption isotherms for nitrogen, oxygen and argon in zeolite-A with Na<sup>+</sup> & Ca<sup>2+</sup> as extra framework cations were computed. The adsorption capacity, selectivity and heat of adsorption of nitrogen increased with

an increase in the number of  $Ca^{2+}$  in zeolite-A. This was explained in terms of the interaction of the nitrogen molecule with  $Ca^{2+}$  ions and its locations in zeolite-A. A snapshot of  $N_2$  adsorption in Ca-A revealed that the nitrogen molecule is inside the super cage of the zeolite, close to the calcium cations located at site I at the centre of the six member ring. Similar study was carried out for MnX. (Ind. Eng. Chem. Res., 2007, 46, 6293; Langmuir, 2007, 23, 8899).

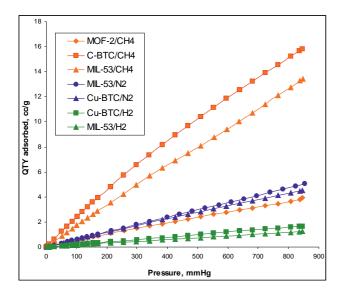


Molecular graphics of N<sub>2</sub> adsorption at 101.3KPa and 303K in (a) Ca-A and (b) Mn-X

#### Preparation and adsorption of gases on MOFs

Metal organic frameworks (popularly called MOFs) are new kinds of porous materials which have promising application in gas storage. A methodology has been optimized for the synthesis of MOFs such as MOF-2, MOF-5, Cu-BTC and Zn-BTC. Adsorption-desorption of methane, nitrogen, oxygen and hydrogen on MOFs were studied at 77K, 288K and 303K. It was observed with Cu-BTC that ~200 cc/g of  $H_2$  is adsorbed at 77K and at  $P/P_0 = 0.995$ . The  $N_2$  adsorption was 329 cc/g under similar conditions. Adsorption-desorption of carbon

monoxide were studied in Cu-(BDC)-(BPY), Cu-(BPY)-Cl, Zn-(BDC)-(dabco) and Zn-BDC. It was observed that the maximum CO adsorption capacity was 25 cc/g at 303K in Zn-BDC at 1 atm. However, CO adsorption was < 1.0 cc/g for Zn-(BDC)-(dabco), Cu-(BDC)-(BPY) and Cu-(BPY)-Cl. Adsorption capacities of  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $O_2$ , CO, Ar and  $H_2$  on MIL-53(Al) at 288K and 303K were determined. The highest adsorption capacity was 51 cc/g for  $CO_2$ , 5.1 cc/g for  $N_2$  and 13.4 cc/g for methane at 303K.



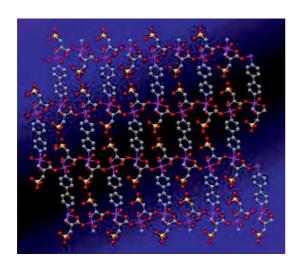
Sorption of methane, nitrogen and hydrogen on Cu-BTC and MIL-53(Al)

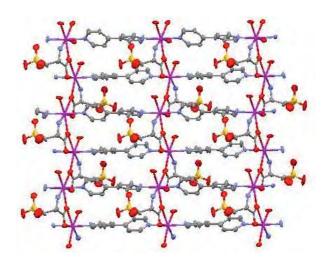


#### Assembly of metal-organic framework

Investigation of the assembly of metal-organic frameworks (MOFs)/coordination polymers has attracted great interest due to their versatile architecture and promising applications for ion exchange, gas storage, separation, and catalysis. Exploratory research work was initiated to understand the various structural motifs that can

be created using multidentate N-donor ligands as pillars in bridging metal carboxylate/amino-acid moieties. Chiral 2-D coordination network of Cd and Zn metal with bridging ligands 4,4' bpy and chiral amino acid L-cysteic acid were synthesized and structurally characterised.

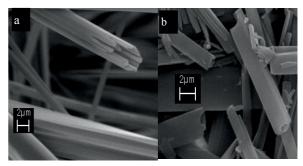




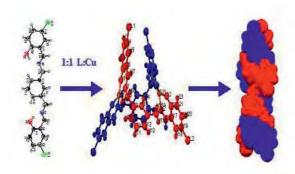
(Left) A Zn-complex shows a brick wall type 2-D network; (Right) ACd-complex shows a rectangular sheet-like architecture, encapsulating two water molecules in the cavity

## Coordination compounds as helicates and metal-organic frameworks (MOF)

A series of dicarboxylic bola-shaped compounds possessing phthalyl head groups and diol spacers were synthesized and characterized. The spacer moiety was systematically modified and provided indepth understanding of the formation of helices. In further studies, a series of Cu(II) and Ni(II) based binuclear double stranded helicates with salicylaldehyde based ligands were synthesized. These are held together by weak interand intramolecular H-bonding and other weak interactions. Single crystal x-ray structures obtained for these complexes, illustrates the formation of some interesting double stranded metallohelicates, one example being the Cu(II) complex shown below.



SEM micrographs showing the tubular material made up of some diester-carboxylic acids





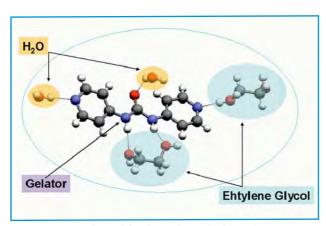
Double stranded helicate structure derived from a Cu(II)-complex

Ni (II) double helicate with solvatochromic property

Some of the Ni(II) double stranded metallohelicates showed excellent solvatochromic behavior. Future studies will focus on their potential applications including

chiral resolutions. [Polyhedron, 2007, 26, 749; Spectrochimca Acta Part A, Molecular & Biomol Spect., 2008, 71, 609].

## Low molecular mass organic gelator (LMOG)



LMOG based hydrogelator in its solvent pool –first crystallographic signature

The preparation of low molecular mass organic gelators was reported in the 2002-2004 biennial report. During the period of reporting, the supramolecular synthon concept was exploited to generate a series of new organo gelators derived from salts of a primary amine and various derivatives of cinnamic acid. One such gelator, namely benzylammonium cinnamate 13, displayed instant gelation ability at room temperature either with or without a brief

exposure to sound. Inflammable commercial fluids such as petrol could also be gelled instantly at room temperature and could conceivably find applications focused on reduction of fire hazard and containment of oil spills. Another remarkable achievement was the elucidation of the first crystal structure of a low molecular weight organic gelator in its organic pool.

Analysis of the single crystal structures of eight salts suggested that structure-property correlation studies in gel research is important so that a rational approach may be undertaken for design of new gelator compounds. Combinatorial library approach was exploited in generating a combinatorial library of primary ammonium monocarboxylate salts of methyl ester amino acids and various cinnamic acid derivatives. [Cryst. Growth & Des. 2006, 6, 763; Chem. Mater. 2006, 18, 1470; Chem. Mater. 2006, 18, 3795; Crystal Growth & Des. 2006, 6, 2114; Tetrahedron., 2007, 63 [31], 7386].



#### Adsorption of CO, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub> on modified zeolites

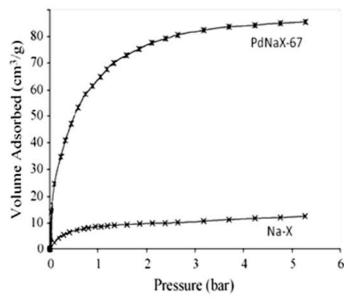
Carbon monoxide enrichment from a gas mixture such as Tail gas stream of ammonia plant is of much significance for the reason that the enriched CO can be used for the production of value added chemicals. We thus endeavoured to develop CO selective adsorbents based on zeolites. Carbon monoxide adsorption-desorption data were generated for a range of zeolites including AgX, CsX, NaY, NaA and ZSM-5. Among these, AgX and NaX showed higher adsorption capacity for carbon

monoxide. Methane and nitrogen adsorption-desorption data at two different temperatures (288K and 303K) were also generated for AgX, NaX, ZnX, NiX, CoX, BaX, KX, CsX, NaMnX, ZSM-5, NaY, Cu(I)Y, NiY, MnY, NaA, CaA and Na-Beta zeolites. It was observed that BaX and CaA have maximum methane adsorption capacity at both temperatures while KA showed the least capacity (*Paper communicated to Sep. Sci. Technology*).

#### Hydrogen uptake in palladium and ruthenium exchanged zeolite X

Hydrogen is considered as a promising alternative fuel of the future. The challenge here is to store sufficient hydrogen (US DOE target for onboard storage is 6.5 wt. % by 2010). Theory and experiments have been conducted in parallel in designing new adsorbents for storing hydrogen with such capacities. Herein, we have

studied hydrogen adsorption properties of NaX and its palladium and ruthenium exchanged forms at 77K/1 bar and at 303K and 333K/5 bar. The maximum adsorption capacity was observed for NaX at 77K. Hydrogen adsorption capacities at 77K decreased with increasing exchange levels of palladium and ruthenium.



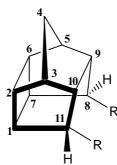
Hydrogen adsorption isotherms in NaX and palladium exchanged zeolite X at 303K up to 5 bar pressure

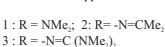
Chemisorption of hydrogen was observed at 303K and 333K, with maximum uptake of 85 cm<sup>3</sup>/g at 303K/5 bar with Pd-exchanged zeolite X. Grand Canonical Monte Carlo simulations were also performed to study the adsorption of H<sub>2</sub> in these zeolites at 77K as well as at 303K and 333 K. The simulation studies are suitable for

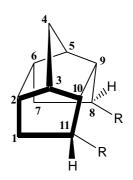
establishing a correlation between the microscopic behavior of the zeolite and adsorbate system with the macroscopic properties which are measured experimentally, such as adsorption isotherms (*J. Alloys and Compounds*, 2008, 466, 439).

# Density function theory studies toward the design of a versatile cage functionalized proton sponge

Pentacyclo $[5.4.0.0^{2,6}.0^{3,10}.0^{5,9}]$  undecane (PCU) derivatives were predicted as super organic bases based on DFT calculations. The basicity could be fine tuned by varying the R group and high basicities were obtained both in gaseous and solvent phases [Eur. J. Org. Chem., 2007, 420]. The designed organic superbases are now referred to in a book [D. Margetic, Physico-Chemical Properties of Organosuperbases In Superbases for Organic Synthesis, Ed. T. Ishikawa, John Wiley & Sons Ltd., 2009] and atttempts are being made in RBI Institute, Croatia to synthesise the molecules to validate the theoretical predictions. In a related work, DFT studies were conducted on 11,12 dimethyl-11,12diazatetracyclo [6.2.1.1<sup>3,6</sup>.0<sup>2,7</sup>]dodecane derivatives and remote substituent effects on basicity were observed on a novel tetracyclic proton sponge were studied computationally (J. Phys. Chem. A, 2007, 111, 6468).







4:  $R = -NMe_2$ ; 5:  $R = -N = CMe_2$ 6:  $R = -N = C (NMe_2)$ ,

# Polyaluminium chloride for the removal of cyanide and silica

Polyaluminium chloride (commonly referred to as PAC) is used extensively as an industrial coagulant and flocculent in water treatment. It is an inorganic chemical having polymeric structure soluble in water and acts as a substitute for alum or ferric alum. The efficacy of PAC was tested for the removal of cyanide and silica from water. The silica (soluble) removal studies with KANPAC-10 and ferric alum showed a marginal removal of cyanide and silica from

treated water by these coagulants and performance of both these coagulants is similar for the removal of silica, although dose of PAC is about 40% of alum. The efficiency of PAC was also tested for the removal of heavy metals and gram negative bacteria in the treated water. The shelf life of the PAC composite was tested for three months and the product was found to be stable.



#### Polyaluminium chloride for waste water treatment

In the earlier biennial report we have reported the evaluation of polyaluminium chloride (PAC) for the efficacy of its use as a coagulant for the treatment of raw water. In continuation of the above work PAC was synthesized and characterized by <sup>27</sup>Al NMR and powder XRD and tested for waste water treatment for the removal of turbidity and colour. Synthetic colored turbid water ranging from 100-200 NTU was prepared by using bentonite clay for turbidity and reactive Remazol Brilliant Blue-R

(Reactive Blue-19) dye for colour. Experiments were carried out by using these synthetic coloured turbid waters with optimized PAC dose by Jar test and analyzed by UV/visible spectrophotometer. An effective colour removal capacity in PAC was observed along with coagulation. A systematic study was conducted for the removal of reactive dyes on a laboratory scale (Paper communicated to *Rasayan J. Chem.*).

#### Sorption of nitrobenzene from aqueous solution on organoclay

Clays modified with organic moieties are extensively used for sorptive removal of organic compounds from aqueous streams. Organoclays were synthesized using different quaternary ammonium salts namely, stearyldimethylbenzylammonium chloride, dioctadecyldimethylammonium chloride, and hexadecyltrimethylammonium bromide and

employed as sorbents for the sorption of nitrobenzene from aqueous solution. Among the organoclays studied, stearyldimethylbenzylammonium as organic modifier was found to have the highest sorption capacity for nitrobenzene (Paper communicated to *Ind. Eng. Chem. Res.*).

# **Catalysis**

#### Solid Acid, Solid Base And Redox Catalysis

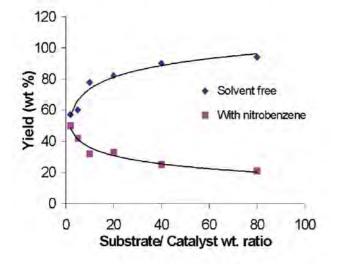
#### Synthesis of coumarin derivatives using sulfated zirconia solid acid catalyst

7-substituted coumarins are an important group of naturally occurring coumarin derivatives, which show various bioactivities and also function as fluorescent brightener, laser dye, etc. Chemically, coumarins are synthesized using conventional acids, which have several disadvantages due to their corrosive nature. To replace the conventional acids, a solid acid was synthesized and studied for the said reaction. Nano-crystalline sulfated-zirconia catalysts were prepared by sol—gel technique and showed excellent catalytic activity for the synthesis of 7-substituted 4-methyl coumarins *via* solvent-free

Pechmann reaction. Stoichiometric conversion of *m*-amino phenol with 100% selectivity of 7-amino 4-methyl coumarin was achieved at 110 °C in 2 min. For 7-hydroxy 4-methyl coumarin, 94% yield was obtained after 3 h at 170 °C using *m*-hydroxy phenol (resorcinol) at a catalyst weight ratio of 80. Kinetics of the reaction was slower in both polar (nitrobenzene) and nonpolar (toluene) solvents compared to solvent free conditions. The catalyst was reused after simple activation for several times with similar activity

R-substituted phenol R= -OH or -NH<sub>2</sub>

$$CH_3$$
 $CH_3$ 
 $CH_3$ 
 $CH_3$ 
 $CH_3$ 
 $CH_3$ 
 $CH_3$ 
 $CH_3$ 
 $CH_5$ 
 $CH_5$ 



Influence of substrate:catalyst ratio in solvent and solvent free condition on the yield of 7-hydroxy 4-methyl coumarin

The solvent-free microwave-assisted method offered excellent yield of hydroxy derivative (99%) in shorter time (15 min) at lower temperature (150 °C) compared to thermal heating. The catalyst also showed good activity for other activated *m*-hydroxy phenol substrates,

viz., phloroglucinol and pyrrogallol, which reacted with ethyl acetoacetate to yield 5,7-dihydroxy 4-methyl coumarin and 7,8-dihydroxy 4-methyl coumarin, respectively. (*J. Mol. Catal. A: Chemical*, 2007, 276, 47; *ibid*, 2008, 286, 41).



# Synthesis of nopol from $\beta$ -pinene and paraformaldehyde on novel Fe-Zn double metal cyanide solid acid catalyst

Nopol is an optically active bicyclic primary alcohol used as a fragrance material in the manufacture of soaps, detergents, polishes and other household products. The novel application of Fe–Zn double metal cyanide (DMC) complexes as solid acid catalyst has been made in the synthesis of nopol from  $\beta$ -pinene and paraformaldehyde (Prins condensation). A series of Fe-Zn double metal cyanide complexes were prepared from aqueous solutions of ZnCl<sub>2</sub>

and  $K_4Fe(CN)_6$  .3 $H_2O$  in the presence of *t*-butanol, *i*-butanol and *n*-butanol (complexing agent) and tri-block copolymer  $EO_{20}PO_{70}EO_{20}$  (average molecular weight, 5800; co-complexing agent). All the catalysts were found to be active in the above reaction. Coordinatively unsaturated  $Zn^{2+}$  ions in the framework of Fe–Zn DMC complexes are found to be the possible active sites (*J. Mol. Catal. A: Chemical*, 2007, 273, 39).

# Fe(Cp)<sub>2</sub>PF<sub>6</sub>: An efficient catalyst for addition of TMSCN to carbonyl compounds and synthesis of $\alpha$ -aminonitriles under solvent free conditions

 $\alpha$ -Aminonitriles are valuable intermediates for the synthesis of  $\alpha$ -amino acids and a variety of nitrogen-containing heterocycles such as imidazoles and thiadiazoles. We have developed a clean and environmentally friendly protocol for the one-pot synthesis of  $\alpha$ -aminonitriles with up to 94% yield, from ketones/aldehydes in

combination with an amine using readily available Fe(Cp)<sub>2</sub>PF<sub>6</sub> (5 mol%) as a catalyst and TMSCN as a cyanide source under solvent-free condition in 20 min (*J. Organomet. Chem.*, 2007, 692, 4361; *Tetrahedron Lett.*, 2008, 49, 640).

α-Aminonitriles

## Eugenol isomerization over LDHs as solid base catalysts

Isoeugenol, one of the compounds belonging to alkenylaromatics, finds application in pharmaceuticals, food preservatives and fragrances. It is synthesized from eugenol through a rearrangement reaction. Isomerization of eugenol was carried out over M(II)Al binary

hydrotalcites where M(II) = Mg, Ni, Cu, Li or Co. The catalyst with M(II)/Al atomic ratio of 3.0 was synthesized by coprecipitation. Among the catalysts studied, Ni<sub>3</sub>Al-HT offered maximum conversion of 77% at 200°C in 6 h using DMF as solvent. Interestingly, Ni<sub>3</sub>Al-HT

## केन्द्रीय नमक व समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान



synthesized by other methods such as urea and hexamine hydrolysis exhibited higher crystallinity but did not show any conversion. The observed activity trends could be correlated with the basicity of the catalysts as estimated through phenol adsorption. The catalyst could be reused twice but further reuse resulted in a drop in the activity. Solvents with high polarity such as DMF favoured the reaction.

Insignificant conversion (< 5 %) was seen for calcined (200, 400, 600 and 800°C in air for 6 h) Ni<sub>3</sub>Al-HT. The versatility of the catalyst was checked through isomerization of various alkenyl aromatics wherein at 160°C, allyl benzene showed maximum conversion to  $\beta$ -methyl styrene. (Paper communicated to Catalysis Today).

# Solvent free aldol condensation of propanal to 2-methylpentenal using solid base catalysts

2-Methylpentenal is a commercially important chemical that finds applications in pharmaceuticals, fragrances, flavors, cosmetics and as an intermediate for the synthesis of various pharmacologically active compounds. Commercially, 2-methylpentenal is synthesized by the aldol condensation of propanal in the presence of KOH or NaOH taken in stoichiometric amounts. We observed self condensation of propanal in liquid phase under solvent free conditions with solid base catalysts such as alkali ion-exchanged zeolites, alkalitreated alumina and hydrotalcite having varied Mg/Al atomic ratio. A conversion of 97 % with 99 % selectivity of 2-methylpentenal was achieved using hydrotalcite. The basicity of the

activated hydrotalcites was evaluated using isomerization of  $\alpha$ -isophorone to  $\beta$ -isophorone as a model reaction. The initial rate of reaction was observed to increase on increasing the amount of catalyst up to 0.1 g and on further increase in the amount of the catalyst, the rate was not changed significantly. The reaction kinetics was observed to be significantly influenced by the reaction temperature. The activation energy for propanal condensation under solvent free conditions was found to be 58 kJmol<sup>-1</sup> with activated hydrotalcite of Mg/Al atomic ratio=3.5. The catalyst was recycled six times without any significant loss in the conversion and selectivity (J. Mol. Catal. A: Chemical, 2007, 278, 135).

# One pot synthesis of Hantzsch 1,4 dihydropyridines

Dihydropyridines are of importance in biological systems as a class of useful drugs particularly as anti-oxidants. Classical Hantzsch synthesis is carried out in acetic acid or refluxing alcohol for long time, however with poor yields. Multicomponent one-pot synthesis

of Hantzsch dihyropyridine (DHP, I) was achieved by the condensation of benzaldehyde, ethyl acetoacetate and ammonium acetate at

room temperature using environmentally friendly as-synthesized hydrotalcites (HT) and hydrotalcite-like (HT-like) materials as solid



base catalysts. Among the catalysts screened, Mg<sub>2</sub>Al was the most active for benzaldehyde (73% yield in 6.5 h with NH<sub>4</sub>OAc as N-source) in acetonitrile solvent. The high activity of this catalyst is attributed to cooperative contribution of acid-base bifunctional sites. The versatility of these materials was checked by employing

various aldehydes (acyclic, cyclic and aromatic) which showed reasonable yields of DHPs over Mg<sub>2</sub>Al. The direct condensation of enamine with benzaldehyde has been proposed as a probable reaction mechanism (*Appl. Catal. A*, 2008, 338, 121).

## Hydroxylation of benzene to phenol over Cu-containing ternary hydrotalcites

One step hydroxylation of benzene to phenol remains an important challenge both from synthetic and commercial perspective. importance of the reaction stems from the widespread industrial use of phenol in the production of antioxidants, agrochemicals and polymers. Selective hydroxylation of benzene to phenol was attempted over Cu-containing LDHs using H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> as oxidant. Variation in the co-bivalent metal ions (Zn, Mg, Co and Ni) indicated that Zn & Mg offered maximum conversion of around 5 - 7 % while Co<sup>2+</sup> offered minimum (2.2%). Subtle variation in the copper concentration influenced the activity. An optimum catalyst concentration was identified. Substrate:oxidant mole ratio variation showed a continuous increase in the conversion of benzene selectively to phenol, up to certain level, above which it decreased. An increase in the conversion was noted with an increase in temperature up to 65 °C for CuZnAl systems and with a further increase, the conversion decreased. Influence of reaction time over CuZnAl-HT showed an increase in the conversion (substrate:oxidant mole ratio of 1:1 at 65 °C) with an increase in time up to 48 h. Solvent variation indicated that among the solvents screened, pyridine and acetonitrile were found to be best. Addition of water as a cosolvent along with pyridine or acetonitrile had a negative influence on the conversion of benzene to phenol. Catalysts were not found to be reusable irrespective of the solvent.

# Co<sup>2+</sup>- exchanged zeolite-X as efficient heterogeneous catalysts for epoxidation of alkenes by molecular oxygen

Epoxidation of olefins, in particular styrene to styrene oxide, is an important reaction as the product is an intermediate for a host of fine chemicals. Heterogeneous catalytic pathway using molecular oxygen as oxidant is an environmentally attractive route for this reaction, however it suffers due to poor yield of the desired epoxide. We have carried out liquidphase catalytic epoxidation of styrene to styrene epoxide at 373 K using molecular oxygen at atmospheric pressure, in the presence of Co(II)exchanged zeolite-X. Styrene conversion of >99% with styrene oxide selectivity up to 68% was achieved using NaCoX. Styrene oxide selectivity increased on replacing the sodium ions with alkaline earth (Ca, Sr, Ba) metal cations (up to 85%). Such high styrene epoxide



selectivity using a heterogeneous catalyst was observed for the first time.  $Co^{2+}$ -exchanged, and alkali and alkaline earth metal ion promoted Co-X Faujasite zeolites, efficiently catalyzed the epoxidation of alkenes with molecular oxygen. The  $Co^{2+}$  ions located in supercages are implicated in the activation of  $O_2$  for the epoxidation. Similar catalysts (Co-exchanged

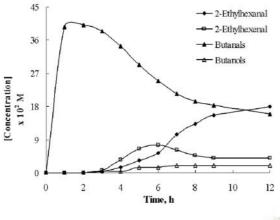
Y) have also been studied for epoxidation of α-pinene with molecular oxygen with nearly 47 % conversion and 61 % epoxide selectivity using DMF as solvent. The nature of solvent used was critical (*J. Catal.*, 2006, 244, 208; *J. Mol. Catal. A: Chemical*, 2007, 277, 72; US Patent, 7, 345, 182).

#### **Catalytic Hydroformylation**

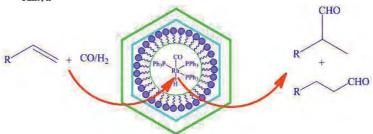
# Kinetic parametric optimization of the multi-step reactions for the synthesis of $C_8$ aldehydes/alcohol from propylene in a single pot

Energy efficient multi-step single pot reactions have become an area of significant application potential for the synthesis of fine chemicals. Investigations on the kinetic aspects of the multi step reactions are fundamentally important for understanding the stages of formation of various products with time which then dictate their efficient utilization for further conversions in the same reactor. Kinetics of multi–step reactions, hydroformylation, aldol condensation and hydrogenation, carried out in a single pot was investigated for the synthesis of C<sub>8</sub> aldehydes

and alcohol from propylene using an eco–friendly multi–functional heterogeneous catalyst system [HF/HT] where [HF] = HRh(CO)(PPh<sub>3</sub>)<sub>3</sub> and [HT] = hydrotalcite. Kinetics studies indicated the rates of reactions increase with [HF], [HT], Mg/Al ratio in HT, aldol temperature, and partial pressures of CO and H<sub>2</sub>. The rates of hydroformylation and aldol condensation under optimised conditions were 2.5-3 times higher than with commercially used [HF+KOH] catalyst (*Ind. Eng. Chem. Res.*, 2008, 47, 3795).



One pot synthesis of  $C_8$  aldehydes and alcohol from propylene: propylene = 10 atm, CO = 5 atm,  $H_2 = 15$  atm, [HF/HT(3.5)] = 700 mg, HT/HF ratio = 7, T = 150 °C, t = 12 h at 1000 rpm



Rhodium complex encapsulated hexagonal mesoporous silica as nanophase reactors for effective alkene hydroformylation



#### Heterogeneous hydroformylation

Hydroformylation is practiced under homogeneous conditions in industries. Even though homogeneous catalysts give higher conversion, selectivity and turn over frequency, they are difficult to recycle. The rhodium complex HRhCO(PPh<sub>3</sub>)<sub>3</sub> was encapsulated within the pores of hexagonal mesoporous silica (HMS) by in situ synthesis (Rh-HMS). Detailed investigations were performed on the effects of temperature, catalyst amount, pCO, pH<sub>2</sub> and complex to TEOS weight ratio for the hydroformylation of 1-hexene. At lower temperatures the selectivity and n/iso ratio of aldehydes were higher. The catalyst showed good thermal stability and recyclability giving

excellent conversion (100%) for the hydroformylation of 1-hexene. In similar fashion, the hydroformylation of styrene with 100% conversion, yielding selectively the desired *iso* aldehyde, was also possible. The kinetic performance of the catalyst was favored on increasing the amount of the catalyst, styrene concentration, partial pressure of H<sub>2</sub> and temperature. The rates were decreased on increasing the partial pressure of CO. The *iso/normal* ratio of the aldehydes with Rh–HMS was ~1.8 times more than for the homogeneous catalyst. The heterogeneous catalyst was separated and reused seven times. (*J. Mol. Catal. A: Chemical*, 2008, 296, 61)

# Aqueous biphasic hydroformylation of long chain alkenes catalyzed by water soluble cobalt complex

Aqueous biphasic catalysis has opened a new perspective for transition metal complex-catalysed homogeneous hydroformylation of olefins. As a result, the constraint of poor solubility of the higher olefins has been overcome by conducting the reaction in the presence of co-solvent and surfactant to achieve industrially practicable rates. The hydroformylation of 1-octene and 1- was carried out using water soluble CoCl<sub>2</sub>(TPPTS)<sub>2</sub> (TPPTS = Tri (*m*-sulphophenyl) phosphine trisodium

decene salt) catalyst in the presence of added surfactant and water miscible solvents.. The addition of cetyltrimethyl ammonium bromide (CTAB) increases the conversion (95%) and selectivity (90–95%) for aldehyde whereas the addition of TPPTS suppressed the leaching of the complex from aqueous phase to organic phase and facilitated the easy separation of the two layers (*J. Mol. Catal. A: Chemical*, 2008, 282, 99).

# **Asymmetric Catalysis**

Chirality has significant effects on the physiological activity of biomolecules. When drugs are composed of racemic mixture, differences in the biological activities of each enantiomer are often observed. To meet the growing demands for chiral pharmaceuticals, various synthetic intermediates have been

extensively produced by chemo-catalytic and bio-catalytic methods. The institute is working for over a decade on the development of chiral catalysts for various asymmetric organic transformations. During the period of reporting the following reactions were studied.



# Enantioselective asymmetric ring opening (ARO) of meso epoxides with amines catalyzed by chiral monomeric and dimeric Ti(IV) complexes

$$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \text{Ph} \end{array} \begin{array}{c} \text{20 mol\% Ti(O^{'}\text{Pr})_4, chiral Schiff base} \\ \text{0 °C, Toluene, chiral additive} \\ \text{R}^2 \end{array} \begin{array}{c} \text{20 mol\% Ti(O^{'}\text{Pr})_4, chiral Schiff base} \\ \text{0 °C, Toluene, chiral additive} \\ \text{R}^1 = \text{H, R}^2 = \text{H} \\ \text{R}^1 = \text{H, R}^2 = \text{Me} \\ \text{R}^1 = \text{H, R}^2 = \text{CI} \\ \text{R}^1 = \text{H, R}^2 = \text{OMe} \end{array} \begin{array}{c} \text{R}^1 = \text{H, R}^2 = \text{CI} \\ \text{Chiral Aminoalcohol} \\ \text{Chiral Schiff bases} \end{array}$$

Enantiomerically pure  $\beta$ -amino alcohols are the key structural units found in many biologically active compounds, fine chemicals and chiral auxiliaries. Enantioselective ring opening reaction of various *meso* epoxides with anilines using *in situ* generated chiral Ti(IV) complexes of various chiral Schiff bases provided desirable aminoalcohols in high optical purity under

microwave irradiation. Excellent yield (98%) of  $\beta$ -amino alcohols with >99% enantiomeric excess (ee) was achieved in all ARO reactions. Dimeric catalysts were recycled four times without any appreciable loss in performance. (Eur. J. Org. Chem., 2006, 1303; Tetrahedron Lett., 2006, 47, 5277; Eur. J. Org. Chem., 2008, 3118).

# Asymmetric kinetic resolution (AKR) of trans/aryloxy/terminal epoxides with amine and amine derivatives using monomeric and polymeric Cr(III) and Co(III) salen complexes

AKR of racemic terminal and *trans*-epoxides is an efficient strategy which provides enantiopure  $trans \beta$ -amino alcohols and epoxides in a single step from cheaply available terminal/trans epoxides as shown in the scheme above. Cr(III) salen complexes were found to be highly regio-, diastereo- and enantioselective in asymmetric ring opening of trans and terminal epoxides with anilines at RT and under microwave irradiation. The catalysts had worked well up to five cycles

with retention of enantioselectivity. The reactons were also studied in the presence of ionic liquids which serve as green reaction media. Excellent yield and enantiomeric excess (*ee*) of the epoxides and β-amino alcohols were achieved in a short reaction time with recycle of the catalysts (*Tetrahedron Asymmetry*, 2006, 17, 1638; *Chirality*, 2007, 19, 809; Paper communicated to *Eur. J. Org. Chem.*).



Asymmetric synthesis of cyanohydrins by reaction of aldehydes with different source of cyanide catalyzed by recyclable chiral monomeric/dimeric/polymeric Ti(IV)/V(V)/Mn(III) salen complexes

$$\begin{array}{c} O \\ R_1 \\ \end{array} \begin{array}{c} + \quad \bullet_{CN} \\ \end{array} \begin{array}{c} \text{Salen complexes of Ti, V, Mn} \\ \end{array} \begin{array}{c} NC \\ R_1 \\ R_2 \\ \end{array} \begin{array}{c} OH \\ R_1 \\ R_2 \\ \end{array}$$

● CN = NaCN/KCN, trimethylsilyl cyanide, ethyl cyanoformate

Asymmetric cyanation reaction is an important area of research as ithe resultant cyanohydrin has potential applications in pharmaceuticals and agrochemicals. Chiral monomeric/dimeric and polymeric salen complexes of titanium, vanadium and manganese metal ions were synthesized and used as efficient catalysts for asymmetric cyanation of aldehydes and ketones using different sources of cyanide (NaCN/KCN,

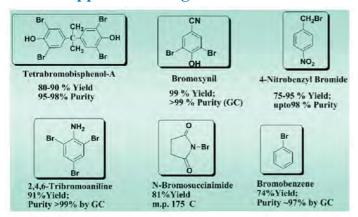
trimethylsilyl cyanide, ethyl cyanoformate) at RT to -20 °C to give the desired cyanohydrin in high *ee* (up to 96%) and yield (95%) (*Tetrahedron Asymmetry*, 2006, 17, 2659; *Eur. J. Org. Chem.*, 2006, 3175; *J. Mol. Catal. A: Chemical*, 2007, 264, 140; *Coord. Chem. Review*, 2007, 252, 593; Paper communicated to *Chirality*).

## Heterogeneous catalyst for asymmetric nitro-aldol reaction

Nitroaldol reaction of carbonyl compounds is one of the most important C–C bond forming reactions where the corresponding  $\beta$ -nitro alcohols are useful chiral building blocks. In this direction, copper and complex of chiral amino alcohol was immobilized on mesoporous materials like SBA-15 and MCF and used as catalysts for asymmetric nitro aldol reaction of different aromatic-, aliphatic-,  $\alpha$ ,  $\beta$ -unsaturated-

alicyclic aldehydes in the presence of achiral and chiral additives at room temperature. High conversion with up to 99% ee was achieved with 4-bromobenzaldehyde in the presence of chiral additive. Chiral copper catalyst immobilized on SBA-15 worked well up to five cycles with retention of enantioselectivity (*Patent Application No: 148NF2009/IN*).

#### Further applications of green bromine



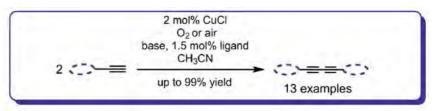
Bromo derivatives synthesized with BR-S and licensed to industries

It has been reported in previous biennial reports that the 5:1 (molar ratio) sodium bromide-sodium bromate salt mixture obtained as intermediate in liquid bromine manufacture is useful for several bromine addition reactions. Moreover, when converted to a 2:1 ratio (*BR-S*), the composition is ideal for many substitution reactions with high bromine atom efficiency. During the period under review, the scope of the reagents was expanded greatly including development of an improved process for the

manufacture of *p*-nitrobenzyl bromide (licensed to Chemcon). Technology licensing arrangement was entered into with M/s Archean Industries for preparation of *BR-S* as part of the process of bromine recovery from bitterns. The licensing protocol also included sharing of protocol for the synthesis of several useful bromo derivatives (tetrabromobisphenol-A; bromoxynil; tribromoaniline; *N*-bromosuccinimide; bromobenzene) utilizing the reagent. (*Green Chem.* 2008, 10, 232),

#### Oxidative homocoupling of terminal alkynes

A practical and efficient synthetic protocol for the catalytic oxidative homocoupling of terminal alkynes was developed to access 1,3-diynes under very mild



conditions. For most alkynes the CuCl/DBU/TMEDA-catalytic system proved to be very successful.  $O_2$  was used as oxidant and in most cases the desired product could be isolated in high yields without any side product formation.

# नमक एवं समुद्री रसायन

# भूमिगत / समुद्री ब्राइन में से केल्शियम / मेग्नेश्यिम के उचित अनुपातवाले, उच्च गुणवत्तायुक्त, औद्योगिक स्तर के सौर नमक की प्राप्ति

पिछले द्विवार्षिक रिपोर्ट में हमने अतिशुद्ध एवं उन्नत सफेदीयुक्त नमक की प्राप्ति हेतु विकसित की गई नवीनतम पद्धति का उल्लेख किया है। उक्त प्रक्रिया के उपयोग द्वारा केल्शियम तथा SO4 के निम्न स्तरवाला साधारण नमक का उत्पादन किया जा सकता है। यह देखा गया है कि नमक में केल्शियम का स्तर अत्यधिक कम हो जाने की वजह से केल्शियम / मेग्नेश्यम अनुपात विपरीत हो जाता है जबकि क्लोरआल्कली विनिर्माताओं को केल्शियम / मेग्नेशियम का ≥ 2:1 अनुपात की आवश्यकता होती है। अन्वेषण पश्चात यह निष्कर्ष मिला कि स्फटिकीकरण के पात्र में सांद्रित ब्राइन का pH स्तर >7 होने से मेग्नेश्यिम ओक्सी संयोजन की रचना को बढ़ावा देता है जो साधारण धुलाई से हटाया नहीं जा सकता। परिणाम स्वरुप नमक में मेग्नेश्यिम की अशुद्धता बढ़ती है जो केल्शियम / मेग्नेशियम के अनुपात को विपरीत करती है। यह देखा गया है कि बाष्पित होनेवाले ब्राइन की pH का थोडा समायोजन करने से इन मेग्नेश्यम

ओक्सी संयोजनों का विघटन हो जाता है तथा Ca² से Mg² के इच्छित अनुपातवाला नमक प्राप्त किया जा सकता है। इन अवलोकनों का अनुसरण करके, समुद्री तथा भूमिगत ब्राइन में से केल्शियम / मेग्नेशियम के सही अनुपातवाले सौर नमक के उत्पादन के लिये उन्नत प्रक्रिया विकसित की गई है। इन उन्नत प्रक्रिया द्वारा सौर नमक बनाने के लिए, ब्राइन को स्फटिक पात्र में आवेशित करने से पहले उचित ऊर्णीकारकों (फ्लोक्युलेटींग एजन्ट) द्वारा अवक्षेपित CaCO4 की अशुद्धियाँ तथा क्ले अशुद्धियों को दूर किया जाता है। शुद्ध ब्राइन स्फटिक पात्र में आवेशित करके बाष्पित होनेवाले ब्राइन का pH नियंत्रित किया जाता है। इस पद्धति द्वारा प्रगत नमक में केल्शियम, मेग्नेशियम तथा सल्फेट की अशुद्धियाँ कम हो जाती है तथा केल्शियम / मेग्नेश्यिम का इच्छित अनुपात प्राप्त किया जा सकता है जो क्लोर आल्कली उद्योगों के लिये अत्यधिक उचित है।

# ब्राइन प्रणाली पर उष्मागतिक अध्ययन

# सोडियम क्लोराइड (NaCl) के जलीय घोल में $CaSO_4\ 2H_2O$ की घुलनशीलता पर pH का असर तथा भौतिक गुणधर्म

सौर नमक में केल्शियम अशुद्धियों के संदूषण मिलावट जानने के लिये, NaCl के जलीय घोल में 2.5 से 8.5 तक की pH रेंज में तक  $CaSO_4$   $2H_2O$  की घुलनशीलता 35 से तापमान पर अध्ययन किया गया है। घोल का pH थोड़ा कम करने पर  $CaSO_4$   $2H_2O$  की घुलनशीलता बढ़ी। 2.5 pH पर NaCl की 15% w/v सांद्रता पर  $CaSO_4$   $2H_2O$  की घुलनशीलता में महत्तम 12% वृद्धि पाई गई। हैरानी की बात है कि साधारण pH(7) की तुलना में 8.5 pH पर  $CaSO_4$ 

 $2H_2O$  की घुलनशीलता में वृद्धि पाई गई। हमने  $CaSO_4 + NaCl + H_2O$  सिस्टम में  $35^\circ$  से तापमान तथा विभिन्न pH पर घोल की घनता(p), श्यानता(n) तथा ध्वनिगति(w) का मापन किया। ध्वनिगति और प्रायोगिक घनत्व का उपयोग करके घोल की समएन्ट्रोपी संपीडकता निकाली गई। 8.5 pH वाले घोल के लिए उच्चतर n तथा Ks देखी गई।

# जलीय NaCl घोल में CaCl2 मिलाने पर CaSO4 2H2O की घुलनशीलता पर प्रभाव

यह पहले रिपोर्ट किया गया है कि नमक उत्पादन के लिये निर्धारित मात्रा में  $CaCl_2$  मिलाकर ब्राइन का सल्फेटविहीनीकरण करने से स्फटिक पात्र में ब्राइन आवेशित करने से पहले 90% से ज्यादा जिप्सम अलग हो जाता है। यह भी रिपोर्ट किया गया है कि ब्राइन से सल्फेट विहीनीकरण द्वारा NaCl की उत्पादन क्षमता 15-20 %

बढ़ती है। जलीय ब्राइन प्रणाली में  $CaCl_2$  मिलाकर  $CaSO_4$   $2H_2O$  की घुलनशीलता पर उसके प्रभाव का गहन अध्ययन किया गया। इन अध्ययनों से पता चला कि  $CaCl_2$  मिलाने से  $CaSO_4$   $2H_2O$  की घुलनशीलता नाटयात्मक रूप से कम होती है जबकि घुलनशीलता वक्र के मूल स्वरूप को बनाये रखता है। विस्तृत डुबे.हक्कल नियम के उपयोग द्वारा



आकलित  ${\rm CaSO_4~2H_2O}$  की औसतन आयनिक सक्रियता, आयनिक शक्ति के बढ़ने से कम होती है। उष्मागितक घुलनशीलता उत्पाद की तुलना घुलनशीलता विवरण के द्वारा प्राप्त किए गए उत्पाद से करने पर दोनों में काफी अंतर

पाया गया। इस अंतर को डुबे.हक्कल नियम द्वारा समझाया गया है और ये अध्ययन, Ca, Mg तथा सल्फेट की न्यून अशुद्धियोंवाला नमक बनाने में महत्वपूर्ण हैं।

## NaCl की स्फटिक आकार की बनावट में परिवर्तन

# धोल में से बने NaCl के स्फटिक की आकारिकी में Mn2+ की अशुद्धियों के प्रभाव पर अध्ययन

संक्रमित मेटल आयन की स्फटिक प्रकृति में परिवर्तन लाने की क्षमता परिचित है। इस आदत में परिवर्तन का लाभ यह है कि इसका निम्न सांद्रण (10-1000 पीपीएम) तक उपयुक्त है। एक अन्वेषण में, कक्ष के वातावरण में, घोल में से स्फटिक बनते समय उसकी आकारिकी में  $\mathrm{Mn}^{2+}$  की अशुद्धता के प्रभाव का अध्ययन किया गया। इससे यह ज्ञात हुआ कि  $\mathrm{NaCl}$  के अतिसंतृप्त घोल में स्थित  $\mathrm{Mn}^{2+}$  का स्फटिकीकरण पर प्रभाव नहीं होता। यद्यपि इसका इच्छित

विकास  $\mathrm{MnCl_2}$  की 600 पीपीएम सांद्रता पर पाया गया जबिक  $4.3~\mathrm{mdm^3}$  के संतृप्त संयोजन में से, कक्ष के वातावरण में तथा  $50~\mathrm{th}$  तापमान पर हल्के चुंबकीय विलोडन द्वारा स्फिटिकीकरण हुआ क्योंकि यूनिट सेल प्राचलों में बहुत थोडा परिवर्तन होता है। इससे ज्ञात होता है कि  $\mathrm{Mn^{2+}}$  आयन्स स्थिर  $100~\mathrm{ch}$ न के सतह पर अवशोषित होते हैं जिससे  $\mathrm{NaCl}$  घोल से प्राप्त हुए नमक स्फिटक की संरचना घन होती है।

## आदत परिवर्तको का उपयोग किये बिना सरल यांत्रिक तरीकों से NaCl तथा KCl की गोलाकार स्फटिक तैयार करना

पहले के द्विवार्षिक रिपोर्ट में जैसा उल्लेख किया गया है, आदत परिवर्तकों का उपयोग किये बिना सरल यांत्रिक तरीकों से प्रयोगशाला स्तर पर 300-500 माइक्रोन कदवाले गोलाकार नमक स्फटिक बनाये गये हैं। प्रयोगशाला स्तर से बेंच स्केल पर गोलाकार स्फटिक बनाने की प्रक्रिया

विकसित की गई है। तदुपरांत गोलाकार KCl स्फटिक बनाने के लिये भी इसी प्रक्रिया का सफलतापूर्वक उपयोग किया गया है। एन्टीकेकींग योजकों से उपचरित गोलाकार NaCl स्फटिक ने, घनाकार की तुलना में मुक्तस्त्राव दर्शाया।

# यूरिया तथा उसके सजात (होमोलोग) ग्लायसीनामाइड का कम्प्युटेशनल अध्ययन — सोडियम क्लोराइड के साथ स्थायीकरण तथा सापेक्ष सहभागिता

6-311 + G\* तथा 6-311 + G\*\* आधार सेट पर B3LYP के कार्यात्मक उपयोग द्वारा यूरिया तथा ग्लायसीनामाइड के स्थायीकरण व्यवहार के बारे में अन्वेषण किया गया है। अध्ययन किए गए सभी स्तरों पर और जलीय अवस्था में भी यूरिया एकलक न्यूनतम पाये गये। ग्लायसीनेमाइड के हाइड्रोजन बंध वैश्विक न्यूनतम स्थिर रखने के लिए महत्वपूर्ण हैं। बंध परिभ्रमण, ग्लायसीनेमाइड के स्थिरीकरण के लिए नाइट्रोजन उत्क्रमण अवरोध का भी रिपोर्ट किया गया। DFT परिणामों से सुझाव मिला कि सोडियम क्लोराइड की आदत परिवर्तन के लिये उत्तरदायी हो सकती है। ग्लायसीनेमाइड जल में सोडियम क्लोराइड की सतह

(III) के प्रति कम आकर्षण दिखाता है। यूरिया में नाइट्रोजन की सूचीस्तंभ (पीरामीडालीटी) ने सोडियम क्लोराइड की सतह पर परस्पर क्रिया ऊर्जा को प्रभावित नहीं किया। परस्पर क्रिया के प्रकार से अनुमान हुआ कि यूरिया और ग्लायसीन का DA/PWC/DND स्तर, सोडियम क्लोराइड के स्लेब मोडल पर एमाइड की क्रियात्मकता (-CONH2) Na+ तथा Ca- आयन्स दोनों के साथ सतह पर (100) परस्पर क्रिया करती है। फिर भी इन योजकों के कार्बोझील ओक्सीजन सोडियम आयनों के साथ सतह पर प्रभावी क्रिया करता है।

## पोटाशियम क्लोराइड के साथ यूरिया सहभागिता का DFT अध्ययन

घनत्व फलन सिद्धांत (डेन्सीटी फंकशनल थीयरी DFT) का उपयोग करके पोटाशियम क्लोराइड की सतह पर यूरिया की सहभागिता के बारे में संशोधन किया गया। स्लेब मोडल का उपयोग करके KCl की सतह (100), (110), (111) के साथ यूरिया की सहभागिता की DFT संगणना की गई। इसके अलावा कोस्मो सातत्य मॉडल के साथ घोल के प्रभाव की भी संगणना की गई। यह विदित है कि यूरिया अशुद्धि की उपस्थिति में सोडियम क्लोराइड के क्रीस्टल की आदत में परिवर्तन हो जाता है तथापि उच्च समजात KCl का विस्तृत अध्ययन नहीं किया गया। हमारे पूर्वलेख में बताया है कि सोडियम क्लोराइड की विशेष सतह पर यूरिया की

परस्पर क्रिया से उसकी घनाकार की आदत अष्टफलकीय में परिवर्तित होती है। (Langmair 23 5406(2007)) यूरिया क्रिया का KCl के साथ समान सतह अभिगम से ज्ञात हुआ कि यूरिया KCl की आकारिकी को प्रभावित नहीं करता। हमने कम्प्युटेशनल विश्लेषण के परीक्षण हेतु प्रयोगात्मक अध्ययन किया। इससे ज्ञात हुआ कि यूरिया के घोल में बन रहे KCl स्फटिक घनाकार हैं तथा योजकों की प्रभावी परस्पर क्रिया मॉडेल की परिपुष्टि करते हैं जो स्फटिकों के आकार में परिवर्तन करता है। NaCl स्फटिकं प्राप्त हुए।

# आयताकार माइक्रोशीट पर आधारित नैनो बिल्डींग ब्लोक तैयार करना, गुणधर्म तथा उत्प्रेरक के बारे में अध्ययन

नैनो संरचित MgO के संश्लेषण पर हमारे पहले के अध्ययनों की निरंतरता में, सरल विलायक मार्ग से नियंत्रित संघनन द्वारा बिटर्न आधारित मेग्नेश्यिम क्लोराइड एवम् यूरिया की, इथिलीन ग्लायकोल के साथ प्रक्रिया करके आयताकार हाइड्रोमेग्नेसाइट माइक्रोशीट बनाया गया। हाइड्रोमेग्नेसाइट माइक्रोशीट का  $450^{\circ}$  से पर दहन करके मेग्नेश्या उत्पन्न किया गया और इसकी आकारिकी में कोई परिवर्तन नहीं हुआ। MgO नैनो स्फटिक से 2-3 माइक्रोन लम्बी एवम्  $4-5~\mathrm{Nm}$  चौडाईवाली मेग्नेश्यम शीट बनाई गई

जिसका सतही क्षेत्र (बेट सरफेस)  $106~{\rm M}^2{\rm g}$  बेन्जाडीलहाइड तथा एसीटोफिनोन के संघनन में विषम आधारित उत्प्रेरक के रूप में MgO माइक्रोशीट ने 4 घण्टे में 99.0% परिवर्तन तथा 3 बार सफल उपयोग की कार्यक्षमता दर्शायी। निम्न मात्रा में ऑक्साइड आयन की उपस्थिति में भी विस्तृत सतह क्षेत्र के कारण विशेष रूप से सक्रिय है — यह PL अध्ययन से ज्ञात हुआ।  ${\rm TPD-CO_2}$  अध्ययनों ने भी MgO माइक्रोशीटस की उत्प्रेरण सक्रियता का समर्थन किया।

#### कमरे के तापमान पर तरल आयनिक पदार्थ

कमरे के तापमान पर तरल रहने वाले आयनिक पदार्थ उनके अद्वितीय भौतिक एवं रासायनिक कार्यों में उपयोग होनेवाले परंपरागत बाष्पशील कार्बनिक सॉल्वेंटस को हरियाली स्थानापन्न के रुप में प्रतिस्थापन कर रहे हैं।

इमिडेडीयम आधारित आयनिक तरल पदार्थो के लिये संरचना संपति सह—संबंध स्थापित किये गये। इन तरल पदार्थो का सर्फेक्टन्ट व्यवहार जलीय माध्यम में पता लगाया गया। इसके अलावा, उनकी उपयोगिता के विस्तार के लिए पारंपरिक कार्बनिक तरल पदार्थों में उनका मिश्रण व्यवहार जांचा गया। बिटर्न में से उच्च शुद्ध नमक की प्राप्ति के लिए, बायोमास प्रोसेसिंग में, ब्राईन्स में से कीमती धातुओं के चयनात्मक विकास के लिए और ऊर्जा के भंडारन के लिए इलेक्ट्रोलाइट माध्यम के रुप में उनके अनुप्रयोग का पता लगाया जा रहा है।

#### सांद्रित नमक विलायक में से आयोडीन की प्राप्ति

10% नमक विलायक में से विशेष रुप से बनाये गये धनायन विनिमय रेज़ीन द्वारा 13 बार पारित करके अध्ययन किया गया। प्रारंभ में विलायक में आयोडाइड की सांद्रता 300

पीपीएम की थी और इससे ज्ञात हुआ कि प्रतिचक्र 4.5 ग्राम आयोडाइड पाया गया।



#### प्रौद्योगिकी हस्तांतरण

# मेसर्स ग्रासीम लिमिटेड, नागडा के लिए अतिशुद्ध सौर नमक उत्पादन की प्रौद्योगिकी

200 टन स्केल पर अतिशुद्ध सौर नमक उत्पादन की CSMCRI की प्रौद्योगिकी गुजरात में नवलखी के सोल्ट वर्कस को हस्तांतरित की गई तथा निदर्शन दिया गया जहाँ

से मेसर्स ग्रासीम लिमिटेड अपने क्लोर आल्कली प्लान्ट के लिए नमक प्राप्त करता है। निदर्शन के दौरान उच्च गुणवत्तायुक्त नमक प्राप्त हुआ।

# समाकलित प्रक्रिया द्वारा सल्फेट से समृद्ध बिटर्न में से सल्फेट ऑफ पोटाश (SoP) का उत्पादन

मेसर्स आर्चीयन केमीकल इन्डस्ट्री, चैन्नई को हमारे प्रायोगिक सोल्ट फार्म में समाकलित प्रक्रिया द्वारा सल्फेट से समृद्ध बिटर्न में से "सल्फेट ऑफ पोटाश" के उत्पादन का निदर्शन दिया गया। इस पार्टी ने कच्छ के बड़े रण के बिटर्न में से SoP बनाने के लिए 1 लाख टीपीए की क्षमतावाला

प्लान्ट लगाने के लिये गुजरात में कच्छ के बड़े रण में 60,000 एकड़ जमीन उपलब्ध की है। इस प्लान्ट को जल्द ही 3 लाख टीपीए की क्षमतावाला बनाया जाएगा। इस पार्टी ने बिटर्न से काइनाइट मिश्रित नमक के उत्पादन के लिये अभियान शुरु कर दिया है।

## सीएसएमसीआरआई-हनीवेल के सहयोग से मर्सबेर्ग प्रक्रिया द्वारा उन्नत पोटाश प्रक्रिया

काइनाईट मिश्रित नमक में से म्यूरेट ऑफ पोटाश (MoP), एमोनियम सल्फेट तथा मेग्नेश्यिम हाइड्रोक्साइड तथा सल्फेट समृद्ध बिटर्न में से सल्फेट ऑफ पोटाश का उत्पादन करने के बाद बचे हुए अपशिष्ट बिटर्न में से एमोनिया के उत्पादन द्वारा उपरोक्त अनुसार पहले विकसित की गई प्रक्रिया को उन्नत बनाया गया। संस्थान ने पहले ही इस पर कार्य शुरु कर दिया है।

#### बिटर्न में से कम सोडियमवाला नमक

वर्ष 2004-06 के द्विवार्षिक रिपोर्ट में हमने उल्लेख किया है कि मेसर्स हिन्दुस्तान लीवर लिमिटेड(HUL), मुंबई को कम सोडियमवाले नमक उत्पादन की प्रौद्योगिकी का हमारे प्रायोगिक सोल्ट फार्म में निदर्शन दिया गया। तत्पश्चात

सहायमाता सॉल्ट रीफाइनरी लिमिटेड, तूतीकोरीन, (तिमलनाडु), जहाँ पार्टी नमक शुद्धिकरण का कार्य कर रही है, वहाँ भी हमने इस प्रक्रिया का निर्दशन किया।

# विश्लेषिक विज्ञान

वर्ष 2002 में विश्लेषिक विज्ञान विभाग के अंतर्गत केंद्रीकृत उपकरण सुविधा का उद्भव हुआ जो संस्थान की आंतरिक परियोजनाओं एवं भुगतान के आधार पर बाह्य संगठनों के नमूनो हेतु विश्लेषिक और बौद्धिक अंशदान प्रदान करता है। यह विभाग नवीन विश्लेषिक विधियों के विकास तथा मौजूदा विधियों में संशोधन के लक्ष्य के प्रति लगातार समर्पित है। सभी उपकरण सघन उपयोग में है। विभिन्न विश्लेषण हेतु लागू सामान्य दर द्वारा आलोच्य अवधि में प्रदान की गयी कुल सेवाओं का मूल्य 5,41,13,820/- संगणित होता है। प्रकाशनों और तकनीकी प्रतिवेदनों की गुणवत्ता पर विभाग का योगदान अत्यन्त महत्वपूर्ण है। नियमित सेवा के इतर, विभाग का नवीन विश्लेषिक विधियों के विकास में महत्वपूर्ण योगदान है।

## पदार्थ एवं जैवीय गुणो के चित्रण हेतु ट्राँस्मिशन इलेक्ट्रोन माइक्रोस्कोपी (टी.ई.एम.)

वर्ष 2008 के प्रारंभ में स्थापित ट्राँस्मिशन इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी उपयुक्त क्रिस्टलीय नमूनों में लैटिस वियोजन प्राप्त करने हेतु एक बहुमुखी तकनीक है साथ ही पदार्थ विज्ञान, जीव विज्ञान, चिकित्सा विज्ञान एवं अभियान्त्रिकी विज्ञान हेतु सर्वाधिक उपयोगी तकनीक है। टी.ई.एम. विश्लेषण इलेक्ट्रॉन के लगभग सभी भौतिक गुणों; यथा संचरण, विवर्तन, बिखराव का उपयोग विभिन्न उपयोगी जानकारी प्रदान करने हेतु करता है।

कार्बनिक एवं जैव पदार्थ टी.ई.एम. में आमतौर पर, विशेषतः उच्च त्वरक विभव (200 किलो वोल्ट) पर अस्थिर होते हैं, जो बारीक संरचनाओं के निरूपण में बाधक होता है। अतः जीवाणुओं एवं अन्य जैव पदार्थों के छायांकन् हेतु टंगस्टन आधारित अभिरंजक द्वारा उपयुक्त पुटीन की एक अभिनव पद्धति विकसित की गयी। उपयुक्त पोट जीवाणुओं की उच्च ऊर्जा विकिरण में प्रदाह से संरक्षा करता है। इस प्रकार हम कशाभिका जैसे सूक्ष्म संरचना को भी देख पाते हैं।

जीवाणु कल्चर शोरबे के मध्य—दैनिकी—चरण से जीवाणुओं को प्राप्त किया गया। कोशिकाओं को तीन बार PIPES

[piperazine-N, N"-bis(2-ethanesulfonic acid)] एवं फोस्फेट बफर में धोया गया। नमूनों को स्थायित्व प्रदान करने हेतु 3% ग्लूटेरालडिहाइड में पूर्ननिलंबन कर 30 मिनट तक सामान्य तापमान पर रखा गया। स्थायित्व के नमूने को सावधानीपूर्वक टिकीया के रूप में ढाला गया तथा धुलाई के बाद तृतीय परिक्षण बफर में पुनः निलंबन किया गया तत्पश्चात कोशिकाओं को कार्बन लेपित तांबे की टी.ई. एम. ग्रिड पर डाला गया। अतिरिक्त कोशिकोओं को सोख्ता कागज की मदद से ग्रिड के किनारों से हटा दिया गया। पाँच मिनट के अन्तराल के बाद कोशिकाओं को नकारात्मक अभिरंजक फास्फोटंगस्टिक एसीड द्वारा रंजित किया गया (यहाँ यूरिनाइल एसीटेट अभिरंजक का प्रयोग भी किया जा सकता है)। सोख्ता कागज की सहायता से ग्रिड के किनारों से अतिरिक्त अभिरंजक को हटा दिया गया। ग्रिड को हवा में सुखाने के बाद उसी दिन कशाभिकाओं का अध्ययन किया गया। यह पद्धति हमारे जैव प्रौद्योगिकी से संबंधित अनुसंधान और विकास गतिविधयों के लिए उपयोगी हैं।

# पदार्थ गुण चित्रण हेतु स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी (एस.ई.एम.)

एस.ई.एम. सुविधा का नियमित उपयोग नमूनों के उच्च वियोजन प्रतिबिंब प्राप्त करने तथा उनके रासायनिक संरचना में विशेष परिवर्तनों को प्रदर्शित करने के लिये किया जाता है। चूँकि एस.ई.एम. प्रक्रिया के विभिन्न चरणों से नमूने प्राप्त कर के प्रक्रियाओं को समझने हेतु प्रत्यक्ष संकेत देता है अतः एस.ई.एम. हमारे घरेलू अनुसंधान और विकास गतिविधियों में मीसोपोरस पदार्थों / उत्प्रेरकों, सूक्ष्म जीवों, बहुलकों आदि के निरूपण में बड़े पैमाने पर उपयोग होता है। जैव—दुषणक जीवों के बंधन की क्रियाविधि, एवं रंघ्रों के विभिन्न पर्यावरण परिस्थितियों में खुलने तथा बंद होने की क्रियाविधि को समझने के लिये विभिन्न चरणों में संगृहीत

एस.ई.एम. छ्वियों ने काफी मदद की।
प्रोकैर्योट्स एवं यूकैरियोट्स हेतु वर्णमापी संवेदकों के
विकास एवं उपयोग हेतु दृश्य अभिरंजन घटक के रूप में
ट्रॉईफास्फेट के उपयोग संबंधी कार्य में, एस.ई.एम. चित्रांकन
का उपयोग प्रोकैर्योट्स (जीवाणु) एवं यूकैरियोट्स (खमीर)
दोनो प्रकार की कोशिका के बाहरी दीवार की रूप—प्रक्रिया
में रंजन के कारण बदलाव का अध्ययन करने हेतु उपयोग
किया गया। कोशिका सतह का रंजित एवं अरंजित दोनो
अवस्थाओं में चित्रांकन किया गया। स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन बीम
में अरंजित कोशिका सतह चिकनी एवं रंजित सतह
ऊबड—खाबड दिखाई देती है।



#### संरचनात्मक व्याख्या और विशिष्ट अनुप्रयोगों के लिए एन.एम.आर. स्पेक्ट्रोमिति

विभिन्न स्त्रोतों से प्राप्त विविध यौगिकों की संरचना विवेचना में एन.एम.आर. स्पेक्ट्रोमिति का सघन उपयोग किया जाता है। इसका उपयोग कुछ विशेष संरचनात्मक /विश्लेषणात्मक समस्याओं को हल करने में भी किया

जाता है। एक 500 मेगाहर्ट्ज उपकरण माइक्रो इमेजिंग सुविधा के साथ स्थापित किया गया है। जेट्रोफा के बीज जैवडीजल हेतु तेल के लिये भरोसेमंद स्त्रोत है।

#### समपक्ष-विपक्ष समावयव का गुण चित्रण

4,4' — मेथलिनडाईसाक्लोहेक्सेअमीन समपक्ष—समपक्ष, विपक्ष—विपक्ष एवं समपक्ष—विपक्ष ज्यामितीय समावयवों के मिश्रण के रूप में होता है एवं एजो मोइटी के लिये दो संकेत प्रदर्शित करता है। <sup>1</sup>H एन.एम.आर. तकनीक का

सफलतापूर्वक उपयोग उत्पादों के पृथक्करण एवं पृथक उत्पादों की शुद्धता की निगरानी हेतु किया गया। भिन्न रंगों के साथ शुद्ध समावय, सिर्फ एक ही एन.एम.आर. संकेत प्रदर्शित करता है।

#### नैनों-पदार्थों के विभेद के लिये एक साधन के रूप में एन.एम.आर.

थेलाईन भाग (a एवं b) के साथ डायएस्टर— डायकार्बेक्सिलिक अम्ल के नलीनुमा एवं पट्टीनुमा पदार्थों के गुण चित्रण में एन.एम.आर. एक संवेदनशील उपकरण हैं। थैलिल प्रोटॉन <sup>1</sup>H एन.एम.आर. में या तो सममिति होगा या उसमें सममिति का अभाव होगा और इस प्रकार वह पड़ोसी अणुओं के साथ कमजोर सुप्रामौलिकुलर हाइड्रोजन बंध के अस्तित्व के अध्ययन हेतु सुराग प्रदान करता है। विभिन्न ध्रुवीय और गैर ध्रुवीय विलायकों में प्राप्त संरचनाओं को एस.ई.एम. की मदद से देखा गया जो एन.एम.आर. निष्कर्षों के साथ संगत रहे।

## खाद्य नमक में आयोडेट आकलन हेतु एक वैकल्पिक विधि की तलाश

यह ज्ञात है कि विरंजन पाउडर जैसे रसायन आइडोमेट्रिक टाइट्रेशन में आयोडेट के लिये गलत परिणाम दे सकते हैं, अतः आयोडीकृत नमक में आयोडीन की मात्रा के आकलन हेतु एक सरल विधि के विकास हेतु प्रयास किये गये। वर्तमान में इस कार्य में दो विधियों आई. आर. स्पेक्ट्रोस्कोपी और आयन क्रोमैटोग्राफी का उपयोग किया जा रहा है।

## एक्स -रे प्रतिदीप्ति स्पेक्ट्रोमीटर (एक्स.आर.एफ.) द्वारा तत्वों का विश्लेषण

ठोस अवस्था में विभिन्न नमूनों जैसे मिट्टी, चिकनी मिट्टी, खनिज, समुद्री शैवाल, समुद्री तलछट, जेट्रोफा के बीज आदि में उपस्थित विभिन्न तत्वों की जाँच एक्स.आर.एफ.

स्पेक्ट्रोमीटर द्वारा की गयी। विश्लेषण हेतु पदार्थ की प्रकृति के आधार पर, नमूना तैयार करने से लेकर सम्पूर्ण गुण—चित्रण तक अभिनव तरीके तैयार किये गये।

## तत्वों के विश्लेषण हेतु इन्डिक्टवली कपल्ड प्लाज़्मा (आई. सी. पी.) स्पेक्ट्रोफोटोमीटर

विभिन्न स्त्रोतों से प्राप्त नमूनों में उपस्थित तत्वों के विश्लेषण के लिए इस उपकरण का बड़े पैमाने पर उपयोग किया गया। कुछ महत्वपूर्ण नमूनें निम्नानुसार हैं: (i) बिहष्प्रवाह में भारी / विषाक्त धातु आयनों की निगरानी, (ii) ऐच्छिक धातु आयनों की उपस्थिति / अनुपस्थिति के निर्धारण हेतु, उदा. प्रतिकिया के दौरान धातु आयनों का रिसाव, (iii) जियोलाइट एवं हाइड्रोटेल्साइट में आयन के

विनिमय का निर्धारण, (iv) कुछ चुने हुए नमूनों में धातु आयन की अशुद्धता का आकलन, अदा. औषधियां, (v) जैव—कियाओं पर धातु आयनों के प्रभाव का अध्ययन, (vi) निष्कर्षण के पश्चात मृदा परीक्षण, (vii) जैव नमूनों में सूक्ष्म—पोषकों की उपस्थिति / अनुपस्थिति का निर्धारण एवं (viii) विभिन्न विलवणीकरण इकाईयों द्वारा जनित जल की गुणवत्ता की जाँच हेतु।

## बहुचक्रीय एरोमैटिक हाइड्रोकार्बन (पी. ए. एच.) का विपरीत चरण एच. पी. एल. सी. द्वारा गुण-लेखन

बहुचक्रीय एरोमैटिक हाइड्रोकार्बन (पी. ए. एच.) ऐसे रासायनिक यौगिक हैं, जिनमें संगलित एरोमैटिक छ़ल्ले निहित होते हैं एवं किसी प्रतिस्थापक या विषम परमाणु का अभाव होता है। ये यौगिक दिलचस्पी पैदा करते हैं, क्योंकी इनमें कार्सिनोजनक, उत्परिवर्तजन एवं टेरटोजनक गुण देखे गये हैं। संयुक्त राज्य अमेरिका पर्यावरण संरक्षण एजेंसी (इ.पी.ए.) ने सात पी. ए. एच. को मनुष्यों के लिये संभावित कार्सिनोजनक यौगिकों के रूप में वर्गीकृत किया हैं

। ये यौगिक हैं: benz[a]anthracene, benzo[a]pyrene, benzo[b]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, chrysene, dibenz[a,h]anthrancene और indeno[1,2,3-cd]pyrenel हमनें पी. ए. एच. के पृथक्करण एवं मात्रात्मक विश्लेषण हेतु एक विपरित चरण एच. पी. एल. सी. विधि का विकास किया।

#### एच.पी.एल.सी. के उपयोग द्वारा क्षारीय माध्यम में सोडियम टार्टरेट के रूप में टार्टेरिक अम्ल का आकलन

यह प्रयोग क्षारीय माध्यम में डाईसोडियम टार्टरेट के रूप में उपस्थित टार्टेरिक अम्ल के पुनः प्राप्ति हेतु किया गया। टार्टेरिक अम्ल के सोडियम लवण का एच.पी.एल.सी. द्वारा विश्लेषण जटिल होता है। एच.पी.एल.सी. में मोबाईल फंस के रूप में फास्फोरिक अम्ल का उपयोग किया गया, जो विश्लेषण के दौरान क्षारीय माध्यम के अम्लीकरण के लिये

पर्याप्त है। मोबाईल फेस का फास्फोरिक अम्ल डाईसोडियम टार्टरेट को मात्रात्मक रूप में टार्टेरिक अम्ल में बदल देता है। तत्पश्चात टार्टेरिक अम्ल का विश्लेषण सुपेलकोजेल 610H स्तंभ के द्वारा, पी.डी.ए. डिटेक्टर में 210 nm पर किया गया और जलीय माध्यम में इसकी मात्रा 0.25 पीपीएम पायी गयी।

#### गैस क्रोमेटोग्राफ हेड स्पेस मास स्पेक्ट्रोमीति (जी.सी.एच. एम. एस.) द्वारा औषधियों का विश्लेषण

एक अग्रणी दवा कंपनी का एक उत्पाद, विघटन के पश्चात अंत उत्पाद के रूप में हाइड्रोजीन बनाता है। कंपनी के अनुरोध पर उन नमूनों का जी.सी.एच.एम.एस. द्वारा विभिन्न तापमान और प्रायौगिक परिस्थितियों में, यह समझने के लिये कि विभिन्न परिस्थितियों का अंत उत्पाद पर क्या प्रभाव होता है, जांच की गयी। यह देखा गया कि दवा के अणु उच्च आणविक भार के हैं और एसीटोन में अघुलनशील

हैं। हालांकि, विघटन के बाद बना एसीटोन हाइड्रोजीन योगोत्पाद (हाइड्राजीन) बाष्पशील होता है, अतः इसके विश्लेषण के लिये हेडस्पेस एनालाइजर का उपयोग करते हुए एक उपयुक्त विधि का विकास किया गया। हम हाइड्राजीन (विघटन) को 0.5 पीपीएम के स्तर एक परिमाणित कर सके। ये निष्कर्ष फार्मा उद्योगों के लिए काफी उपयोगी हैं।

# कार्बोहाइड्रेटो का गैस क्रोमेटोग्राफ मास स्पेक्ट्रोमीति (जी.सी.एम.एस.) द्वारा विश्लेषण

गैर प्राकृतिक रूप से कार्बोहाइड्रेट अबाष्पशील होते हैं, इसलिए जी.सी.एम.एस. द्वारा इनका प्रत्यक्ष विश्लेषण बेहद मुश्किल है। इन नमूनों के विश्लेषण के लिए कार्बोहाइड्रेट एकलकों को, उपयुक्त विधि द्वारा, वाष्पशील एल्डोल-एसिटेट व्युत्पन्न में परिवर्तित किया जाता हैं। इन कार्बोहाइड्रेट व्युत्पन्नों के विश्लेषण के लिए, एक जी.सी.एम. एस. पद्धति विकसित की गई। 160 डिग्री से.से 230 डिग्री से. के तापमान पर 1.0 मिली / मिनट की प्रवाह दर से बी. पी. 225 स्तंभ का उपयोग करते हुए विश्लेषण किया गया। इस पद्धति का बड़ी संख्या में कार्बोहाइड्रेट नमूनों के मात्रात्मक विश्लेषण के लिए सफलतापूर्वक प्रयोग किया गया।

## वसीय अम्ल मिथाइल एस्टर (एफ.ए.एम.इ.) और बैक्टीरिया अम्ल मिथाइल एस्टर का गैस क्रोमेटोग्राफ मास स्पेक्ट्रोमीति (जी.सी.एम.एस.) द्वारा विश्लेषण

शैवाल और जीवाणुओं में मौजूद विभिन्न संतृप्त / असंतृप्त वसीय अम्ल के पृथक्करण, पहचान एवं मात्रात्मक विश्लेषण हेतु अभिनव जी.सी.एम.एस. विधि विकसित की गयी। यह प्रयोग आर.टी.एक्स. 5 स्तंभ में 80 से 240 डिग्री से.

तापमान में 1.0 मिली / मिनट के प्रवाह दर के साथ किया गया। हम कुल 35 विभिन्न वसीय अम्ल मिथाइल एस्टरों को अच्छे (आधारभूत) वियोजन के साथ अलग करने में सफल रहे।



#### गैस क्रोमेटोग्राफ हेड स्पेस मास स्पेक्ट्रोमीति (जी.सी.एच.एस.एम.एस.) द्वारा बायोडीजल एवं ग्लिसरॉल में अवशिष्ट मेथनोल का विश्लेष्ण

बायोडीजल उत्पादन के दौरान, ग्लिसरॉल प्रतिफल के रूप में निकलता है। मेथनॉल को ग्लिसरॉल से परंपरागत प्रक्रिया के द्वारा अलग किया जाता है। परंपरागत प्रक्रिया के माध्यम से मेथनॉल की पुनः प्राप्ति 75% तक होती है तथा इसमें बड़ी मात्रा में समय और ऊर्जा की खपत होती है। इस समस्या को दूर करने के लिये एक अभिनव विधि विकसित की गयी जिसमें कच्चे ग्लिसरॉल को मेथनॉल आसवन के बिना पुनःचक्रित किया गया। इसके लिये ग्लिसरॉल में अविशष्ट मेथनॉल की सही मात्रा की जानकारी जरूरी थी। हमने ग्लिसरॉल और बायोडीजल में अविशष्ट मेथनॉल की मात्रा के मात्रात्मक विश्लेषण हेतु आर.टी.एक्स. 5 स्तंभ का उपयोग करते हुए एक जी.सी.एच.एस.एम.एस. विधि विकसित की। इस विधि ने बायोडीजल के उत्पादन के लिए समय एवं ऊर्जा की यथेष्ट बचत करने में मदद की।

## जलीय माध्यम में नाइट्रेट-नाइट्राइट और फास्फेट के विश्लेषण हेतु संशोधित विधि

ये विश्लेषण पलो इंजेक्शन विश्लेषक (FIA, मॉडल 5000, Fiss Tecator) की मदद से किए गए। समुद्र के पानी में, उपकरण को समुद्र के पानी के बराबर खारेपन पर अंशांकन करते हुए, समुद्री जल में  $NO_2$  -  $NO_3$  एवं सिर्फ  $NO_2$  के विश्लेषण के लिये विधि विकसित की गयी। मौजूदा पद्धति

को उपयुक्त संशोधन के माध्यम से जलीय माध्यम में कुल फास्फोरस एवं आर्थों फॉस्फेट के विश्लेषण हेतु भी किया गया। इस पद्धति का उपयोग बड़ी संख्या में नमूनो के विश्लेषण के लिये किया गया।

# अकार्बनिक पदार्थ एवम् उत्प्रेरण

## पदार्थ

# उष्मीय स्थिरता वृद्धि के साथ फासफोनियम मोंटमोर्लियोनाइट

उच्चतर उष्मीय स्थिरता(200-300°से) वाले कार्बनिक मृदा का अभियांत्रिक प्लास्टिक बनाने में प्रयोग किया गया। इन कार्बनिक मृदाओं को बनाने के लिये भारतीय मूल के बेन्टोनाइट समृद्ध मोंटमोलियोनाइट में, चतुष्क फोस्फोनियम धनायनों जैसे, टेट्राब्युटिल, ट्राई ब्युटिल—हेक्साडेसिल, ट्राईब्युटिल ट्रेटाडेसिल, ट्राईब्युटिल ट्रेटाडेसिल, ट्राईब्युटिल ट्रेटाडेसिल, ट्राईब्युटिल ट्रेटाडेसिल, प्रांक्युटिल ट्राइंफोनिल, मेथिल ट्राइंफोनिल, एथिल ट्राई फेनिल तथा प्रोपिल ट्राईफोनिल फासफोनियम को अन्तर्निवेशित किया

गया। फास्फोनियम धनायनो में आल्किल श्रृंखला की लंबाई में कण कद विभाजन को काफी प्रभावित किया। लंबे आल्किल श्रृंखला से महीनतर कण बने। टेट्राब्युटिल फास्फोनियम MMT(P1) ने 400 से तक उष्मीय स्थिरता दिखाई और यह बहुलक / सतह, सिलिकेट नैनो संघटक के गलन विधि के लिये उपयोगी पदार्थ हो सकता है। (अप्लाइड क्ले सायन्स 2007, 35, 194)

## PP मृदा संघटको के लिये नैनो मृदा

कार्बनिक मृदाओं का अपशल्कन बहुलक नैनो संघटको में प्रयुक्त होता है। स्थिर निलंबन प्राप्ति हेतु, विभिन्न विलायकों में कार्बनिक मृदाओं के निलंबन का अध्ययन किया गया। जिससे बहुलक नैनों संघटको में कार्बनिक मृदा के अपशल्कन में सुधार हुआ। अध्ययन किये गये कार्बनिक मृदा, क्षीण ध्रुवीय बल तथा H-बंधक वाले मध्यम प्रकीर्णन बल के साथ, विलायकों में पूर्णतः निलंबित रहे। 5

किग्रा / बैच स्तर पर बने कार्बनिक मृदा का गुण, प्रोपीलीन संघटको के लिये नैनो मृदा के लक्ष्य विनिर्देश के लगभग तुल्य है। संकलित आंकडे का उपयोग, योजना मूल्य, उत्पादन मूल्य तक ब्रेकइवेन बिदुं को प्राप्त करने के लिये किया गया। (बुल. मैटर. सायन्स 2006, 29, 133, करंट सायन्स 2007, 92, 1004)

# कार्बनिक संशोधित मोंटमोर्लियोनाइट के अंर्तसतह स्थानों में Pd और Rh धातु नैनोकण

सुपरिभाषित माप के कीमती धातु नैनो कणों का पदार्थी में समावेषण एक आकर्षक उपगमन है। जिसका प्रयोग हाइड्रोजनीकरण, युग्म और विहाइड्राजीनीकरण के उत्प्रेरित परिवर्तन में किया जाता है। मोंटमोलियोनाइट (MMT) तथा अंशतः कार्बनिक संशोधित MMT(POMM) के ऊपर Pd और Rh धातु नैनो कणों के संश्लेषण हेतु एक नवल पथ प्रस्तुत किया गया है। PXRD पैर्टन, Pd और Rh धातु नैनो

कणों का MMT और POMM में बनना सुनिश्चित करता है। Pd और Rh धातु नैनो कणों का MMT में समूहन पाया गया जबिक MMT का अंशतः कार्बनिक संशोधन पूरे POMM में बहुत अच्छे ढंग से विसर्जन के साथ Pd और Rh के कण माप का नियंत्रण करता है। (जरनल ऑफ नैनोपार्टिकल रिसर्च, 2008, 10, 625)

#### कक्ष तापमान पर MCM-41 का संश्लेषण

MCM-41 लगभग 2-3 नैनोमीटर व्यास वाले समान बेलनाकार रंघ्र और 700—1000 मीटर²/ग्राम जितना अधिक सतह क्षेत्रफल रखनेवाले उच्च क्रमित मध्यरंघ्री पदार्थों का एक प्रकार है। सामान्यतः यह पदार्थ धनायन पृष्ठसंक्रियक, सीटाइल ट्राईमीथाईल अमोनियम ब्रोमाइड (CTAB) को संरचना निदेशित सदस्य के रुप में प्रयुक्त करके जलउष्मीय परिस्थितियों में लगभग 100° से पर बहुत लम्बे समय (दिनों में) में संश्लेषित होता है। सिलिका स्रोत के रुप में सोडियम सिलिकेट तथा संरचना निदेशित सदस्य के रुप में सोडियम सिलिकेट तथा संरचना निदेशित सदस्य के रुप में CTAB को प्रयुक्त करके यहाँ पर साधारण ढंग से कक्ष ताप पर पृष्ठसक्रियक और सिलिका के 0-1 अनुपात पर 3 घंटे से कम समय में उच्च क्रमित मध्यरंघ्री सिलिका नमूने

बनाये गये। PXRD तथा  $N_2$  अधिशोषण से पता चला कि सोडियम सिलिकेट विलयन के मिलाने की गित का पदार्थ के अंतिम गुणों पर अहम प्रभाव है। पांरपिरक ढंग (100 से 144 घंटो के लिए) से बनाये गये नमूनों की अपेक्षा इस ढंग से बने पदार्थों में विशिष्ट उष्मीय तथा जल उष्मीय स्थिरता पाई गयी। उत्तम क्रिस्टलाइन और स्थिर पदार्थ प्राप्ति के लिए परिस्थितयां उच्चतम करने से अनुमानित हुआ कि HCl (निष्प्रभावीकरण सदस्य) और सिलिकेट को मिलाने का 10 मिनट का समय उचित है। इन मध्यरंघ्री पदार्थों की इस प्रकार की साधारण और आसान व्यापी विधियाँ इनके व्यवहारिक प्रयोग के विकास के पथ पर हैं। (जरनल ऑफ पोरस मैटीरियलस, 2008, 15, 571)



#### सिलिका सतह का प्रकार्यकन

जल उष्मीय परिस्थितियों के अंतर्गत CTAB को फरमा सदस्य के रूप में तथा सोडियम सिलिकेट को प्रयुक्त करके MCM-41 सिलिका का एक नमूना बनाया गया। संतापित नमूने से पता चला कि इसमें उच्च क्रमित षटकोणीय अवस्था 3.8~nm ( $a_0 = 4.4~\text{nm}$ )  $d_{100}$  स्पेसिंग के साथ है। इस प्रकार से बनाये गये MCM-41 की सतह को लगभग एक एमीनोप्रोपाइल ग्रुप/ $\text{nm}^2$  वाले एमीनो प्रोपाइल ट्राई मीथोक्सीसीलेन (APTMS) से प्रकाशित किया गया।  $a_0$  के

मान में बिना विशेष परिवर्तन के, प्रकार्यकन से MCM-41 के विवर्तन पेट्रन की तीव्रता में कमी हुई। प्रकार्यकन सतह क्षेत्रफल तथा कुल रंघ्र आयतन (1120 मी²/ग्रा से 435मी²/ग्रा और 0.85 सीसी/ग्रा से 0.24 सीसी/ग्रा क्रमशः) में प्रभावी कमी पायी गयी। ऐसे प्रकाशित पदार्थ प्रदूषित धनायनों को दूर करने के लिए अच्छे अपमार्जन का काम कर सकते हैं।

#### सतही द्वय हाइड्रोक्साइड्स में बहुलप्ररुपी

सतही द्वय हाइड्रोक्साइड्स, अन्तर सतहों में एकान्तर धनावेशित धातु हाइड्रोक्साइड तथा ऋणायन वाले सतही पदार्थ हैं। इन सतहों के विभिन्न स्तंभन तरीकों से कई बहुलप्ररुपी बनते हैं तथा स्तंभन के प्रकार का, इन पदार्थों की उष्मीय स्थिरता तथा ऋणायन परिवर्तन के गुणों पर विशेष असर पडता है। LDH में ऐसे बहुलप्ररुपी के बदलाव को समझने के लिये सैद्धान्तिक (DIFFaX) तथा प्रायोगिक (PXRD) अभ्यास हुआ। स्वस्थाने दशाओं में उष्मीय बर्ताव के दौरान Al के साथ Mg वाले LDH के PXRD में,  $(h0\ell)/(0k\ell)$  समूह के परावर्तनों के कारण, चोटियों में नाटकीय परिवर्तन देखा गया। DIFFaX अनुकरण से पता

चला कि ये बदलाव MgAl - LDH के लिये निर्जलन पर अक्रमित 3R1 बहुलप्ररुपी के 1H बहुलप्ररुपी में परिवर्तन के कारण हैं। 1H बहुलप्ररुपी चट्टानी नमक संरचना से भस्म बनाने के लिये 1H बहुलप्ररुपी एक आवश्यक पूर्ववर्ती है। जबिक Al के साथ Zn वाले LDH में 3R1 बहुलप्ररुपी की संरचना तब तक बनी रहती है, जब तक वह वुर्टजाइट संरचना के भस्म में अपघटित नहीं होता है।  $Zn^{2+}$  आयन के लिये क्षीण अष्टफलकीय साइट के कारण, 1H बहुलप्ररुपी न तो संरचना स्थिर है, न Zn MgAl – LDH को उष्मीय अपघटन के लिये टोपो रासायनिक दिष्ट से आवश्यक है। (जरनल फिज. केमि. B, 2006, 110, 12365)

## द्वयसतह हाईड्राक्साइड में ऋणायन का प्रवसन

LDHs के अंत्सतह में गर्म करने पर ऋणायन प्रवसन का अध्ययन एक रुचिकर कार्य है जो डीएनेशन विधि के बारे में स्पष्ट करता है। हालांकि,  $\mathrm{CO}_3^2$  और CI जैसे ऋणायनों के क्षीण X—किरण संरचना को निश्चित करना मुश्किल है। Br आयन के अंतर्सतह के उत्तमतर प्रकीर्णन स्वभाव के कारण यहाँ ZnAl-Br सिस्टम को चुना गया। DIFFaX अनुकरण द्वारा पता चला कि अंतर्सतह में Br आयन दो सममित अलग क्रिस्टलीय साइटों (18h और 6c) में बंटे हैं। उष्मीय उपचार के दौरान ZnAl-Br LDH के PXRD पैट्रन में बदलाव ने इंगित किया कि उपलब्ध अंत्सतह

साइटों में Br आयन के वितरण में बदलाव अपघटन के पूर्व होता है। 175° से. पर गर्म करने पर Br आयन 6c साइट से 18h साइट पर जाते हैं, क्योंकि अर्तसतह के निर्जलन से उच्च साइटों की स्थानों की अपभ्रष्टता होती है। 6c साइट (2.402Å) की तुलना में 18h साइट, धातु हाइड्राक्साइड पट्ट (1.809Å) के प्रोटोन के नजदीक होता है। यह प्रदर्शित करता है कि हाइड्राक्साइड पट्ट के प्रोटोन के साथ Br आयन के पूर्व सम्बन्ध के कारण Br निहित LDH के अपघटन से HBr निकलता है। (जनरल आफ फिजिकल कैमिस्ट्री सी, 2007, 111, 18980)

# सल्फेटित $ZrO_2$ - $SiO_2$ मिश्रित आक्साइडस का संश्लेषण

आक्साइड अवयवों की तुलना में, दो या अधिक अवयवों वाले मिश्र आक्साइड, अम्लता में वृद्धि दिखाते हैं। विभिन्न आणविक अनुपातों वाले  $ZrO_2$ - $SiO_2$  मिश्र ज़ीरोजैल और ऍरोज़ैल के नमूने, सॉल जैल विधि और उसके बाद क्रमशः (i) उष्मीय तथा (ii) n-प्रोपेनोल विलायक द्वारा अति—क्रांतिक सुखाई से बनाये गये। ज़ीरोजैल और ऍरोज़ैल मिश्र आक्साइड्स के संरचनात्मक तथा गठन के लक्षण अलग—अलग थे। हांलािक, प्रति इकाई क्षेत्रफल पर कुल अम्लीय साइटों की संख्या (0.0021—0.0029 मिली

मोल  $NH_3$   $m^2$ ) समान रही और इस प्रकार साइक्लोहैक्जेनोल परिवर्तन के लिए उत्प्रेरण सक्रियता समान परास (31-41%) में रही। सल्फेटित मिश्र ज़ीरोजैल और ऍरोजै़ल के नमूनों ने साइक्लोहैक्जोनोल परिवर्तन (91-99%) में विशेष वृद्धि दिखाई। अम्लीय साइटों के घनत्व और प्रति इकाई सतह क्षेत्रफल पर सल्फर के प्रतिशत भार के बीच रेखीय सहसम्बन्ध पाया गया। (जरनल आफ पोरस मैटीरियल को शोधपत्र भेजा गया।)

#### प्रकाशोत्प्रेरकों का संश्लेषण

कार्बनिक पदार्थो तथा रंगो के प्रकाश अवकर्षण हेतु टाइटेनिया आधारित उत्प्रेरक प्रदूषण नियन्त्रण के लिए महत्वपूर्ण सिद्ध हुआ है। अवकर्षण की तीव्रता, उत्प्रेरक के गठन और क्षेत्र के गुणों पर निर्भर करती है। इच्छित आकृति विज्ञान, प्रकार तथा क्षेत्रफल की प्राप्ति के लिए विभिन्न तरीकों से प्रकाश—उत्प्रेरकों का संश्लेषण एवं लक्षणन किया गया। टाईटेनिया के आकृत नियन्त्रित नैनो कण तथा नैनो नली, सफल ढंग से बनाये गये। ETS-4 और ETS-10

जियोलाइटों में प्रकाशोत्प्रेरकीय सक्रिय Ti-O-Ti क्वान्टम तारों का समावेश किया गया। सिनोस्फियर के क्षेत्र पर  $TiO_2$  की मज़बूती से जुड़े रहने का तरीका विकसित किया गया। विशेष रूप से रंगो और कार्बनिक पदार्थों के प्रकाशोत्प्रेरित अवकर्षण के लिए इन पदार्थों का UV और सौर्य प्रकाश में प्रदर्शन किया गया। (इन्डिस्ट्रियल इन्जिनियरिंग कैमिस्ट्री रिसर्च (2006, 45, 922, 5231; 2007, 46, 369, 6196; 2008, 47, 584)

#### प्रकाशोत्प्रेरित सतह

प्रकाश रेशा आधारित प्रकाशोत्प्रेरित अभिक्रियाओं को डिजाइन करने के लिये काँच की पिट्टयों तथा प्रकाश रेशों के प्रकाशोत्प्रेरित क्षेत्रों का विकास एवम् चरित्रण किया गया। p—नाइट्रो एनीलीन (PNA 50 पी पी एम) के

अवकर्षण से  ${
m TiO_2}$  लेपित काँच पिट्टयों की प्रकाशोत्प्रेरित सिक्रयता UV प्रकाश में आंकी गई। अवकर्षण अलेपित सतह की तुलना में उच्चतर रहा।

#### इन्टरफेसियल इलेक्ट्रॉन स्थानान्तरण का अध्ययन

फेम्टोसेकन्ड ट्रानिसएन्ट अवशोषण स्पेक्ट्रोमिती द्वारा दृश्य एवं निकट अवरक्त क्षेत्र में  $TiO_2$  नेनो कणों पर अधिशोषित  $5,\,10,\,15$  ट्रिसिफनाइल  $20\,(3,\,4$  डाई हाइड्रोक्सी बेंजीन पोरफोरिन (TPP-cat) अणु की BARC के सहयोगन में इलेक्ट्रोन स्थानान्तरण प्रक्रिया का अध्ययन किया गया। उक्त प्रक्रिया में TPP कैटेकोल अणु, कैटकोल मोयटी से  $TiO_2$  नेनो कणों के साथ आवेश स्थानान्तरण संकुल बनाता है।  $TPP-Cat\ /\ TiO_2$  सिस्टम के ट्रांसिएन्ट अवशोषण अध्ययन में,  $400-800\ mm$  पर उतेजित पाने पर  $TiO_2$  के चालक बैण्ड में इलेक्ट्रोन का  $<100\ Fs$  में इंजेक्शन होता है। इन इलेक्ट्रानो (प्रवाहित) मे से अधिकतम पश्च इलेक्ट्रोन द्वारा  $800\ Fs$  में नष्ट हो जाते हैं। दो तरंग धैर्यों के लिए, इलेक्ट्रोन प्रवाह प्रक्रिया के लिये अभिक्रिया चैनल भिन्न होता है।  $800\ nm$  पर, उत्तेजन से उत्तेजित CT अवस्था

इलेक्ट्रॉन के चालक बैण्ड में विस्तरण के दौरान प्राप्त होती है। दूसरी तरफ 400 nm की उत्तेजना पर soret बैण्ड बनता है जो Q तथा CT के रूप में व्यवास्थित होते हैं। एक अतिरिक्त उत्तेजनाविहीन पथ 100 50 Fs भी देखा गया। इस अध्ययन से यह पता चलता है कि केटेकोल क्रियात्मकता और  $TiO_2$  के बीच मजबूत युग्मन है जो अग्रगामी और प्रतिग्रामी इलेक्ट्रोन स्थानान्तरण हेतु उत्तरदायी है। (ज. फिज. केमि. C 2008, 112, 2918; ज. फिज. केमि. B. 2007, 30, 9078; वही 2006, 110, 9012) एक और एजाइड ऋणायन की पहचान हेतु क्रिप्टेन्ड गुहा में Cu-NNN-Cu इकाई, बिसट्रेन क्रिपटेन्ड के डाईकॉपर संकुल से प्राप्त हुआ है। इस संकुल के ठोस क्रम निर्माण में परक्लोरेट ऋणायन समाये रहते हैं। (इन्ड आर्ग केमि. 2006, 451, 0046)

# संवेदक और चयनित निष्कर्षक ऋणायनों की पहचान हेतु यूरिया एवं थायोयूरिया आधारित ग्राही

अपने सरल संश्लेषण एवं द्विप्रोटोनिक दाता समूह के कारण युरिया एवम् थायो युरिया आधारित ग्राही ऋणायनो के पहचान हेतु उपयोगी है। क्षारकताक्रम के विपरित ये ग्राही ऑक्सी ऋणायन की उपस्थिति में फ्लोराइड के साथ अधिक मजबूत बन्ध बनाते हैं। नाइट्रेट एवं फ्लोराइड आयनों की

क्षारकता में काफी अन्तर है फिर भी इन आयनो का उक्त ग्राही के साथ पारस्परिक प्रभाव तुलनात्मक है। इन ग्राहियों का घनत्व कार्यात्मक सिद्धान्त द्वारा अघ्ययन किया गया और परिणाम प्रायोगिक परिस्थितियों में प्राप्त तथ्यों से मेल खाते हैं। (टेट्रा. लेट. 2007, 48, 3695)



#### फ्लोराइड, ऐसीटेट और हाइड्रोजन फोस्फेट ऋणायनों हेतु रुथिनियम (II) पॉलिपिरिडिल आधारित ग्राही

एक नये संकुल [Ru(bpy)<sub>2</sub> (1-(6-Nirto- [1,10] phetanthrolin-5-yl) -3-4 (-nitor-phenyl)-urea)] का संश्लेषण किया गया। उक्त अणु एसिटोनाइट्राइल विलयन में, फ्लोराइड, ऐसीटेट और हाइड्रोजन फोस्फेट के लिए ग्राही के रूप में कार्य करता है: जो रंग परिवर्तन तथा अन्य स्पेट्रोमिति से ज्ञात हुआ। ऋणायनों की कम सान्द्रता पर 1:1 हाइड्रोजन बन्ध योगोत्पाद बनता है। जबकि उच्च सान्द्रता पर ब्रोन्सटेड अम्ल क्षार की भांति अभिक्रिया होती है। उक्त ग्राही की सापेक्षिक बन्धता विभिन्न ऋणायनों के साथ क्वान्टम रासायनिक गणनाओं के आधार पर की गई। ग्राही अणुओं के विप्रोटोनीकरण पर HOMO और LUMO उर्जास्तरों के बीच कम दूरी होने के कारण संदीप्ति का तेजी से क्षय होता है। (इन्ड. आर्ग. केमि. L2007, 46, 9912) जलीय माध्यम में जैविक रूप से महत्वपूर्ण फोस्फेट की पहचान हेतू एक नये जिंक (ii) संकूल का संश्लेषण किया गया। उक्त संकूल ATP के साथ बन्ध बनाकर अपने रंग में

परिवर्तन दिखाता है। अन्य ATP रहित ऋणायनों के साथ यह कोई परिवर्तन नहीं दर्शाता है। उक्त संकुल सूक्ष्मजीवों की जीवनशक्ति को रखते हुए एक आमरंजक के रूप मे कार्य कर सकता है। (एनाल. केमि. 2008, 80, 5312; आर्ग. लेट. 2007, 9, 1979) Ru(II) बाइपिरिडीन फ्लोरोफोर एवं आइनोफोर (वंडेट मैक्रोचक्रीय) युक्त घातु ग्राहियों का संश्लेषण किया गया एवं उनके संदीप्ति एवं विद्युत रासायनिक गुणो की खोज की गई। इन फ्लोरोआयनोफोरो पर विभिन्न ऋणायनो (F, Cl, Br, I, H,PO4, CO4, NO<sub>3</sub>, BP<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>COO एवं HSO<sub>4</sub>) के साथ आयनिक बन्धुता का अध्ययन किया गया और पाया गया कि ये H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> और F के साथ मजबूत बन्धता दर्शाते हैं। बंध स्थिरांक ज्ञात करने हेतु संदीप्ति अनुमापन प्रक्रिया अपनाई गई। H2PO4 and F की बदली हुई सान्द्रता के साथ प्रोटोन NMR मे परिवर्तन द्वारा उक्त ग्राही की पारस्परिक क्रियाविधि का पता किया गया।

# हैलाईड, सल्फेट, फास्फेट और एजाइड आयनों हेतु त्रिपाद लिगैण्ड संवेदक

ऋणायनों की चयनता हेतु विभिन्न त्रिपादिय लिगैन्डों एवं क्रिप्टेन्ड अणुओं का विस्तृत अध्ययन किया गया। उदाहरणतः त्रिपादीय यूरिया व्युत्पन्न,  $SO_4^{2-}/PO_4^{3-}$  ऋणायनों हेतु प्राथमिकता के आधार पर बन्धुत्वता दर्शाते हैं।  $SO_4^{2-}$  की यूरिया के साथ बन्धुती ठोस अवस्था में एक्सेर क्रिस्टलोग्राफी द्वारा प्रदर्शित की गई। उदासीन कार्बनिक ग्राही के अन्दर,  $SO_4^{2-}$  जल  $SO_4^{2-}$  योगोत्पाद बन्धविहिन अन्तक्रिया के कारण बन्ध रहते हैं, उसकी संरचना रग्बी बॉल आकार जैसी प्रतीत होती है। (इन्आर्ग. केमि. 2007, 46, 5817)

दूसरी और पेन्टा फलोरो फिनाइल विस्थापित त्रिपाद एमीन त्रि [(2,3,4,5,6 — पेन्टा फ्लोरो बेजिले एमीनो, एथिल) एमीन, अपना छदम् C3 — समामित त्रि (2- एमीनोएथिल) एमीन गुहा में, द्वितीयक एमीनो के प्रोटोनी कण द्वारा क्लोराइड और ब्रोमाइड के लिए संभावित ग्राही की भूमिका निभाता है। (इन्ड. ज. केमि. 2006, 45, 4372 वहीं 2007, 46, 4770) एक और नया यूरिया आधारित त्रिपाद ऋणायन ग्राही हाइड्रोजन फास्फेट के लिए उच्च बंध सामर्थ्य दर्शाता है। (केम. कोम्युन. 2007, 5214)

# जलीय माध्यम में क्षारीय मुदा धातुओं का डाईप्रिकिल एमीन से चयनित अवक्षेपण

पिछले प्रतिवेदन मे DPA द्वारा Na, K और Mg बिटर्न से K का [K(DP)] के रूप में 98% से ज्यादा अवक्षेपण के बारे में बताया था। उक्त लिगैण्ड K, Rb और CS के समान सान्द्रता मिश्रण से इन आयनों की चयनात्मकता 2.6%, 6.6% एवं 90.7% दर्शाता है।

इसी अध्ययन को जारी रखते हुए DPA को क्षारीय मृदाधातुओं के निष्कर्षण हेतु आजमाया गया। Ca, Mg Sr और Ba मिश्रण से DPA से Ba का 85% तक निष्कर्षण होता है। Ba तथा Sr की क्रिस्टल संरचना विश्लेषण से पता चला है कि Ba बड़े आकार और Sr की तुलना में कम ध्रुवता के कारण लिगैण्ड के साथ कम संतुलन देता है और Sr का तुलना में कम अवक्षेपण देता है। उक्त परिणाम SXRD एवं

PXRD द्वारा प्रमाणित किये गये हैं। (युरो. ज. इन्आर्ग. केमि. 2006, 3369)

सुपरा मोलक्युलर रसायन शास्त्र क्षेत्र में, 2,4 डाईऐमीनो — 6 मिथाइल — 1, 3, 4 ट्राइऐजिन के विभिन्न एलिफैटिक डाइ कार्बोक्सिलेक अम्लो के साथ आण्विक योगोत्पाद बनाये गये। इन यौगिकों को आम्औलिक, मैलोनिक, सक्सीनिक, प्यूमेरिक, एसिटिलीन डाईकार्बोलीिक ग्लुटेरिक, थाायोडाई ग्लाइकोलिक, डाइग्लाइकोलिक और एडिपिक अम्ल के साथ उपरोक्त अणु के क्रिस्टलीकरण द्वारा बनाया गया। ये यौगिक दो तरह के त्रिविम व्यवस्था बाले मेहमान मेजबान संकुल होते हैं। इनकी व्यवस्था में विभिन्नता डाइकार्बोसिलिक अम्लों की अम्लता के कारण

होती है। (केमि. युरो. ज. 2008, 14, 6967)

पलोरोफोर (प्रकाश सक्रिय धातु संकुल) और आयनोफोर (क्राउनईथर / कोलिक्स[4] एरीन हरिन — एजाक्राउन संकरित अणु से धातु ग्राही बनाये गये तथा चरित्रित किये गये। इनके गुण एवं धनायनो के साथ बन्धत्व का अध्ययन विभिन्न क्षारीय, क्षारीय मृदा धातुओ, भारी धातु एवं संक्रमण

धातुओं के साथ किया गया। इनमे से अधिकतम भारी धातुओं  $Hg^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ , के साथ चयनता दर्शाते हैं। कुछ क्षारीय मृदाधातुओं  $Na^{+}$ ,  $K^{+}$  हेतु चयनता दर्शाते हैं और कुछ संक्रमण धातुओं  $Cu^{+}$ ,  $Fe^{3+}$  के लिए चयनता दर्शाते हैं। ESI-MS द्वारा इनकी स्टोकियोमिट्री भी निर्धारित की जा सकती है।

#### अधिशोषण

#### СО, अधिशोषण के लिये हाइड्रोटैलसाइट

श्रेणीबद्ध Mg-Al आधारित द्वयसतही हाइड्रोक्साइड, परंपरागत अवक्षेपण तथा सहअवक्षेपण द्वारा ऋणायन,  $CO_3^{2-}$   $Fe(CN)_6^{4-}$  तथा  $CH_3COO$  से बनाये गये ।  $CO_2$  के अधिशोषण क्षमता पर आवेश घनत्व तथा अन्तर्वेशित ऋणायनों के माप के प्रभाव के अध्ययन के लिये यह किया गया। LDH की संरचना गठन तथा उष्मीय गुणों पर प्रभाव डालने वाले विभिन्न संश्लेषण प्राचालों पर अध्ययन तथा  $CO_2$  अधिशोषण क्षमता के साथ सहसंबंधन किया गया।

 ${
m Mg-Al-CO_3}$  की  ${
m CO_2}$  अधिशोषण क्षमता 1 बार दाब तथा 30 से. पर 22 सी.सी. / ग्रा है।  ${
m Fe(CN)_6}^4$  वाले LDH की  ${
m CO_2}$  अधिशोषण क्षमता 45 सी.सी. / ग्रा पाई गई।  ${
m CO_2}$  के गतीय अधिशोषण का अध्ययन विभिन्न सक्रिय एवम् अधिशोषण तापों पर किया गया।  ${
m CO_3}^2$  वाले LDH के 150 से. पर सिक्रय तथा 90 से. पर अधिशोषित करने पर  ${
m CO_2}$  की गतीय अधिशोषण क्षमता ज्यादा से ज्यादा 6 सी.सी. / ग्रा पाई गई। (इन्ड. इंजी. केमि. रिसर्च 2008, 47, 9588)

## फ्लू गैस से कार्बनडाइआक्साइड की प्राप्ति

थर्मल पावर प्लान्टो के फ्लू गैस से निकली हरित गृह गैस,  $CO_2$  को वातावरण में कम करने की दृष्टि से विभिन्न जियोलाइट आधारित शोषक जैसे BaX, SrX, KX तथा KBaX बनाये गये और  $CO_2$  अधिशोषण के लिये परीक्षण किया गया।  $CO_2$  और  $N_2$  शुद्ध गैसों के शोषण अध्ययन से ज्ञात हुआ कि इन अधिशोषकों की  $CO_2$  के लिये अधिशोषण क्षमता 125 से 135 सी.सी./ग्रा के परास में रही। NaX तथा ZSM-5 (Si/Al=400) पर  $CO_2$  के लिये गैस मिश्रण

 ${
m CO_2~(14\%) + N_2~(86\%)}$  के साथ पारवेधन वक्र प्राप्त किया गया। गैस मिश्रण में उपस्थित लगभग सभी  ${
m CO_2}$ , कक्षताप पर 30 मिनट के अन्दर ही ZSM-5 पर अधिशोषित हो गया। विशोषण, काउन्टर धारा नाइट्रोजन प्रवाह ने दिखाया कि सभी अधिशोषित  ${
m CO_2}$  कक्षताप पर 45 मिनट के अन्दर ही विशोषित हो गया। (पेटन्ट एप्लीकेशन फाइल्ड PCT/IN2010/000187,~PCT/IN2010/000027 तथा PCT/IN2009/000753)

## जियोलाइटों में गैसो के अधिशोषण के लिये आणुविक मॉडलिंग

जियोलाइट में गैस अणुओं के धनायनों के साथ की अन्योन्य क्रिया तथा उनके स्थानों को समझने के लिये आणुविक मॉडलिंग अध्ययन किये गये। ग्रांड कैनोनिकल मॉन्ट कारलो अनुकरण से जियोलाइट में आर्गन, आक्सीजन, नाइट्रोजन और हाइड्रोजन गैसों के अधिशोषण पर अध्ययन किया गया। अतिरिक्त प्राधार धनायनों,  $Na^+$  तथा  $Ca^{2^+}$  वाले जियोलाइट-A में नाइट्रोजन, आक्सीजन तथा आर्गन के अधिशोषण तापीयक संगणित किये गये। जियोलाइट-A में  $Ca^{2^+}$  की संख्या बढ़ने के साथ नाइट्रोजन की अधिशोषण क्षमता, चयनता तथा अधिशोषण ऊष्मा बढी। इसकी

व्याख्या नाइट्रोजन अणु के  $Ca^{2+}$  आयनों के साथ की अन्योन्य क्रिया तथा उसके जियोलाइट-A में स्थानों के रुप में की गयी। Ca-A में नाइट्रोजन अधिशोषण के आण्विक प्राफिक फोटो ने दिखाया कि नाइट्रोजन अणु जियोलाइट के सुपर पिजडे के अंदर हैं जो छः सदस्य वलय के केन्द्र के साइट I पर स्थित धनायनों के निकट हैं। MnX के लिए भी इसी तरह का अध्ययन किया गया। (इन्डस्ट्रियल इन्जिनियरिंग कैमस्ट्री रिसर्च, 2007,46, 6293, लैंगमूर, 2007,23,8899)



#### MOFs का संश्लेषण और गैसों का अधिशोषण

धातु कार्बनिक प्राधार (MOFs) नये प्रकार के संरंघ्र पदार्थ हैं जिनका गैस भंडारण में आशाजनक उपयोग है। विभिन्न MOFs जैसे MOF-2, MOF-5, Cu-BTC एवं Zn-BTC के संश्लेषण के लिए तरीके उच्च किये गये। MOFs पर मीथेन, नाइट्रोजन, आक्सीजन और हाइड्रोजन के अधिशोषण—विशोषण का 77K, 288K और 303K पर अध्ययन किया गया। Cu-BTC पर 77K तथा  $P/P_0 = 0.995$  पर लगभग 200 सी.सी./ग्रा हाइड्रोजन अधिशोषित हुई। इन्हीं दशाओं में 329 सी.सी./ग्रा नाइट्रोजन अधिशोषित हुई। Cu-(BDC)-(BPY), Cu-(BPY)-Cl, Zn-(BDC)-(dabco) तथा Zn-BDC पर कार्बन मोनो

आक्साइड के अधिशोषण—विशोषण पर अभ्यास हुआ। Zn-BDC में एक वायुमंडलीय दाब तथा 303K पर CO की अधिकतम अधिशोषण क्षमता 25 सी.सी./ग्रा पायी गयी, जबिक Zn-(BDC)-(dabco), Cu-(BDC)-(BPY) तथा Cu-(BPY)-Cl के लिए CO का अधिशोषण 1 सी.सी./ग्रा से कम पाया गया।  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $O_2$ , CO, Ar तथा  $H_2$  की अधिशोषण क्षमता MIL-53(Al) पर 288K तथा 303K पर आंकी गयी। 303K पर उच्चतम अधिशोषण क्षमता  $CO_2$  के लिए 51 सी.सी./ग्रा तथा  $N_2$  के लिए 13.4 सी.सी./ग्रा पायी गयी।

#### धातु कार्बनिक तंत्र एसेम्बली

अपनी बहुमुखी बास्तुकला, गैस भंडारण, पृथक्करण और उत्प्रेरक सम्बन्धी उपयोगों के कारण MOF / सहसंयोगी बहुलक आकर्षण के केन्द्र बने हुए हैं। बहुदंती N दाता लिगैन्ड, धातु कार्बोक्सिलेट /अमीनो अम्ल हेतु, एक स्तमनुमा, संयोजक के तौर पर विकसित किया गया। Cd

एवं Zn धातुओं का 4,4' बाइपिरिडीन और L- सिस्टीक अम्ल (किरेल अमीनो अम्ल) के साथ 2-D सहसंयोगी जालनुमा यॉगिक (किरेल) संश्लेष्ति किये गये तथा उनका संरचनात्मक चरित्रण किया गया।

# हेलिकिट्स तथा धातु कार्बनिक तंत्र के रुप में सहसंयोगी यौगिक

शीर्षस्थ थैलिल समूह और डायोल मध्यस्थ वाले बोला आकार के हाइकार्बोक्लिलिक योगिको की एक श्रृंखला का संश्लेषण एवं गुण अध्ययन किये गये। मध्यस्थों को सुधार कर हेलिक्स बनने की प्रक्रिया का गहन अध्ययन किया गया। सोलसोल्डेहाइड लिगैण्ड आधारित, Ca(II) एवं Ni, (II) आधारित द्विकेन्द्रिय हेलिकेट्स संश्लेषित किये गये। ये

आपस में दुर्बल अन्तः और अन्तर आण्विक H बन्ध एवं अन्य दुर्बल आकर्षण क्लों द्वारा बन्धे रहते हैं। SXRD द्वारा धात्विक हेलिकेट्स बनने की पुष्टि हुई है। उदाहरणतः Ca (II) एवं Ni (II) घातु हेलिकेट्स साल्वेटोक्रोमिक गुण दशांते हैं। (पालीहें इन 2007, 26, 749; स्पेक्ट्रोकिमकाएक्टा पार्ट A, मालि. बायोमालिक्युलर

# कम अणुभार वाले कार्बनिक जिलेटर (LMOG)

कम अणुभार वाले कार्बनिक जिलटरों को बनाने की विधि 2002-2004 के द्विवार्षिक प्रतिवेदन में दी गयी है। प्राथमिक एमीनो लवण और सिनेमिक अम्ल के विभिन्न व्युत्पन्नों से नये कार्बनिक जिलेटरों का निर्माण किया गया। एक ऐसे ही बेंजिल अमोनियम सिनेमेट 13, ध्विन की उपस्थिति या अनुपस्थिति में कक्ष ताप पर क्षणिक जिलेशन प्रवृति दर्शाता है। व्यवसायिक ज्वलनशील पेट्रोल भी कक्ष ताप पर तुरन्त जेल बना सके। इनसे आग पकडने और बिखरने (फैलने) की प्रवृति को रोका जा सकता है। कार्बनिक समुदाय में कम अणुभार वाले कार्बनिक जिलेटर के क्रिस्टल की संरचना का अध्ययन एक अन्य महत्वपूर्ण

उपलब्धि है।

उक्त अध्ययन से निर्मित आठ लवणों की क्रिस्टल संरचना के विश्लेषण से पता चला है कि इनकी संरचना एवं गुणों में पारस्परिक सम्बन्ध है। इसको ध्यान में रखते हुए नये जिलेटर यॉगिकों का निर्माण किया जा सकता है। मिथाइल एस्टर अमीनो अम्ल और विभिन्न सिनेमिक अम्ल व्युत्पन्नों से प्राथमिक अमोनियम कार्बोक्सिलिक लवण का निर्माण किया गया। (क्रिस्टल ग्रोथ डिजाइन 2006, 6, 763; वहीं 2006, 6 2114, केमिस्ट्री मैटिरियल 2006, 18, 1470; वहीं 2006, 18, 3795 क्रिस्टल ग्रोथ डिजाइन 2006, 6, 2114; टेट्राहेड्रन 2007, 63, 7386)

#### संशोधित जियोलाइटों पर CO, CH4 तथा N, का अधिशोषण

अमोनिया प्लान्ट के टेल गैस प्रवाह के गैस मिश्रण में समृद्ध CO का अत्यधिक महत्व है क्योंिक इस समृद्ध CO को कीमती रसायनों के उत्पादन में प्रयुक्त किया जा सकता है। इसे यथार्थ करने के लिए CO चयनित जियोलाइट आधारित अधिशोषकों के विकास के लिए प्रयास किया गया है। AgX, CsX, NaY, NaA, ZSM-5 जैसे जियोलाइटों के लिए CO अधिशोषण—विशोषण आंकडें इकड्ठे किये गये। इनमें AgX तथा NaX ने CO के लिए उच्चतर अधिशोषण

क्षमता दिखाई। AgX, NaX, ZnX, NiX, CoX, BaX, KX, CsX, NaMnX, ZSM-5, NaY, Cu(I)Y, NiY, MnY, NaA, CaA और Na-बीटा जियोलाइटस के लिए दो विभिन्न तापों (288K एवं 303K) पर  $CH_4$  और  $N_2$  अधिशोषण—विशोषण आंकडें इकट्ठे किये गये। BaX तथा CaA ने दोनों तापों पर  $CH_4$  के लिए अधिकतम अधिशोषण क्षमता दिखाई जबिक KA के साथ निम्नतम रही। (सेपरेशन साइंस टैक्नोलोजी को शोधपत्र भेजा गया।)

#### पैलेडियम एवम् रुथेनियम विनिमयित जियोलाइट X में हाइड्रोजन उदग्रहण

हाइड्रोजन भविष्य में ईधन का आशाप्रद विकल्प माना जाता है। प्रचुर हाइड्रोजन हकट्ठा करना एक चुनौती है (US DOE का लक्ष्य, ऑनबोर्ड स्टोरेज 6-5 भार% 2010 तक)। ऐसी क्षमताओंवाले हाइड्रोजन भंडारण के लिये नये अधिशोषकों को बनाने के लिये सैद्धान्तिक तथा प्रायोगिक समान्तर कार्य किये गये। NaX तथा इसके Pd और Ru विनिमयितों के हाइड्रोजन अधिशोषण गुणों का अध्ययन, 77K/1 बार तक तथा 303K और 333K/5 बार तक किया गया। NaX की उच्चतम अधिशोषण क्षमता 77K पर रही। Pd और Ru के विनिमयित स्तर की वृद्धि से हाइड्रोजन अधिशोषण क्षमता

77K पर घटी। हाइड्रोजन का रसोशोषण 303K तथा 333K पर Pd विनियमियत जियोलाइट X के लिये उच्चतम  $85(से.मी.)^3$  / ग्रा. 303K/5 बार पर था। इन जियोंलाइटों में  $H_2$  के अधिशोषण अध्ययन हेतु 77K, 303K तथा 333K पर ग्रांड केनोमिकल कार्लो अनुकरण किया गया। जियोलाइटों और अधिशोषको के सूक्ष्म तथा बृहत गुणों, जो प्रयोगतः मापे गये जैसे कि अधिशोषण उष्माग्राफ के बीच सहसंबंधन स्थापित करने के लिये अनुकरण अध्ययन उपयुक्त हैं। (ज. एलोयज कम्पाउन्ड्स, 2008,466,439)

## पिजडे में प्रकार्यित बहुआयामी प्रोटोन की डिजाइन के लिये घनत्व प्रकार्थ सिद्धांत अध्ययन

पेन्टासाइक्लो [5.4.0.0<sup>2.6</sup>.0<sup>3.10</sup>.0<sup>5.9</sup>] अनडेकेन (PCU) ब्युत्पादों को गणना के आधार पर सुपर कार्विनिक क्षार जैसे होने की भविष्यवाणी की जाती है। R—समूह को बदलकर क्षारता का अच्छा मेल किया जा सकता है और उच्च क्षारता गैस तथा द्रव दोनों में प्राप्त की गई। (युरो. ज. आर्ग. केम. 2007, 420) कार्बनिक सुपर क्षार डिजाइन का संदर्भ एक पुस्तक (डी मार्गेटिक, फिजिको केमिकल प्रापर्टीज ऑफ आर्गेनोसुपरबेस, इन सुपर वेसेस फॉर आर्गेनिक सिक्सिस, संपादक, टी इसीकावा, जान. विली संस लि. 2009) में

दिया गया है और RBI संस्थान क्रोशिया में इस सैद्धान्तिक भविष्यवाणी को सिद्ध करने के लिये कार्बनिक सुपर क्षार बनाने की कोशिश की जाती है। इसी से संबंधित कार्य में, 11, 12 डाईमेथिल-11, 12- डाईएजाटेट्रासाइक्लो [6.2.113 6.02, 7]डोडेकेन व्युत्पाद पर DFT अध्ययन किया गया तथा क्षारता पर रिमोट विस्थापक का प्रभाव देखा गया, और नवल टेट्राचक्रीय प्रोटोन पर संगणनीय अध्ययन हुआ। (ज. फिज. केमि. 2007, 111, 6468)

# साइनाइड तथा सिलिका निकालने के लिये बहुएल्युमीनियम क्लोराइड

पानी के उपचार हेतु बहुएल्युमीनियम क्लोराइड का औद्योगिक स्कंदक तथा ऊर्णी के रूप में काफी प्रयोग होता है। यह बहुलक संरचना का जल—घुलनशील अकार्बनिक रसायन है जो फिटकरी/लोह फिटकरी के विस्थापक के रूप में कार्य करता है। KANPAC-10 के साथ घुलनशील सिलिका निकालने तथा लोह एलम अध्ययन ने दिखाया कि इन स्पंदको से उपचरित जल में से अत्यल्प सिलिका निकल

जाता है और ये दोनों स्पंदक सिलिका निकालने में समान तरह से काम करते हैं, हालांकि, PAC —खुराक एलम का 40% है। उपचरित जल से भारी धातु तथा ग्राम ऋणात्मक बैक्टिरिया के निकलने के लिये PAC की क्षमता का परीक्षण हुआ। PAC संघटकों के शेल्फ आयु का तीन माह तक परीक्षण किया गया और यह स्थिर पाया गया।



#### उच्छिष्ट जल उपचार के लिये बहुएल्यूमीनियम क्लोराइड

पूर्व द्विवार्षिक रिपोर्ट में बहुएल्युमीनियम क्लोराइड को पानी के उपचार के लिये स्पंदक के रुप में बताया गया है। इससे आगे, उच्छिष्ट जल के उपचार में अविलता तथा रंगो को दूर करने के लिये PAC बनाया गया तथा <sup>27</sup>Al NMR और PXRD से लक्षणन किया गया। अविलता के बेन्टोनाइट मृदा तथा रंगो के लिये सक्रिय रेमोजोल ब्रिलियंट ब्लू-R (रियक्टिव ब्लू-19) से 100-200 NTU के परास में रंगीन अधिकता का जल संश्लेषित किया गया। उच्चतम PAC

खुराक जार परीक्षण से करके इन संश्लेषित रंगीन अविलता वाले जलों पर प्रयोग किया गया तथा उनका UV/VIS स्पेक्ट्रोमापी से विश्लेषण किया गया। स्कंदन के साथ PAC में प्रभावी रंग निष्कासन क्षमता पाई गई। प्रयोगशाला स्तर पर एक स्कंदन प्रविधि का सुव्यवस्थित मूल्यांकन, सक्रिय रंगो को निकालने के लिए किया गया। (रसायन ज. केमि. को शोधपत्र भेजा गया।)

# कार्बनिक मृदा पर जलीय विलयन से नाइट्रोबेंजीन का शोषण

कार्बनिक मोयटी से संशोधित मृदा का जलीय प्रवाह से कार्बनिक पदार्थ निकालने में शोषण के लिए काफी प्रयोग होता है। विभिन्न चतुष्ट अमोनियम लवणों जैसे स्टाइरिल डाई मिथाइलबैं जाइल अमोनियम क्लोराइड, डाईआक्टाडीसाइलडाईमिथाइल अमोनियम क्लोराइड तथा हैक्साडीसाइल ट्राईमिथाइल अमोनियम ब्रोमाइड के साथ कार्बनिक मृदा बनाये गये और जलीय विलयन से नाइट्रोबैंजीन के शोषण के लिए शोषकों के रुप में प्रयुक्त किये गये। नाइट्रोबैंजीन के लिए अध्ययन किये गये कार्बनिक मृदाओं में से स्टाइरिलडाईमिथाइल बैंजाइल अमोनियम ने कार्बनिक संशोधक के रुप में उच्चतम शोषण क्षमता प्रदर्शित की। (इन्डस्ट्रियल इन्जिनियरिंग कैमस्ट्री रिसर्च को शोधपत्र भेजा गया।)

## उत्प्रेरण

# ठोस अम्ल, ठोस क्षार और रिडाक्स उत्प्रेरण

# सल्फेटित जिरकोनिया ठोस अम्ल उत्प्रेरक से क्यूमरिन व्युत्पन्नों का संश्लेषण

7—विस्थापित क्यूमरिन, प्राकृतिक प्राप्य क्यूमरिन व्युत्पन्नों का एक महत्वपूर्ण समूह है जो विभिन्न जैव सक्रियता दिखाता है एवं इसका प्रयोग प्रकाशी चमक तथा लेज़र रंगों के लिए भी किया जाता है। रासायनिक रूप से, क्यूमरिन परंपरागत अम्लों से बनाया जाता है लेकिन अम्ल के संक्षारी स्वभाव होने के कारण कई हानियाँ हैं। परंपरागत अम्ल को विस्थापित करने के लिए ठोस अम्ल बनाये गये और उक्त अभिक्रिया के लिए अध्ययन किया गया। सॉल—जैल विधि से बनाये गये नैनो—क्रिस्टलाइन सल्फेटित जिरकोनिया उत्प्रेरक ने विलायक रहित पैचमैन अभिक्रिया के द्वारा उत्कृष्ट उत्प्रेरण सक्रियता दिखाई।

m-एमीनो फिनोल का 7—मीथाइल एमीनो क्यूमरिन में 100% परिवर्तन, 110° से. तथा 2 मिनट में 100% चयनता के साथ मिला। m-हाई ड्राक्सी फिनॉल (रिर्सोसीनोल) से 7-हाई ड्राक्सी 4-मीथाइल क्यूमरिन, उत्प्रेरण भार अनुपात 80,

ताप 170° से पर 3 घंटे के बाद 94% प्राप्त हुआ। विलायक रहित अवस्था की तुलना में दोनों ध्रुवीय (नाइट्रोबैंजीन) तथा अध्रुवीय (टॉलुइन) विलायकों में अभिक्रिया की गति धीमी पायी गयी। उत्प्रेरक को साधारणतया सिक्रय करके, समान सिक्रयता के साथ 7 बार पुनः प्रयोग किया गया। विलायक रहित, सूक्ष्म तरंग सहाय विधि ने उष्मीय ताप विधि की तुलना में हाइड्राक्सी व्युत्पन्न की उत्कृष्ट प्राप्ति (99%) कम समय (15 मिनट) तथा कम ताप (150°से) पर दिखाई। उत्प्रेरक ने, अन्य सिक्रय m-हाइड्राक्सी फिनाल प्रकार्यकों जैसे कि फ्लोरोग्लूसिनोल और पाइरोगैलोल से इथाइलएसिटेट के साथ क्रमशः 5-7 डाईहाईड्राक्सी 4—मीथाइल क्यूमरिन तथा 7, 8 डाईहाईहाइड्राक्सी 4—मीथाइल क्यूमरिन के लिए अच्छी सिक्रयता दिखाई। (जरनल आफ मालिक्यूलर कैटेलिसस ए कैमीकल 2007, 276, 47, वही 2008, 286, 41)

# नवल Fe-Zn द्विधातु साइनाइड (DMC) ठोस अम्ल उत्प्रेरक पर पाइनीन और पैराफारमलडीहाईड से नोपॉल का संश्लेषण

नोपॉल एक प्रकाश सक्रिय द्विचक्रीय प्राथिमक एल्कोहल है जिसका प्रयोग सुगंध पदार्थ जैसे कि साबुन, प्रक्षालक, पोलिश तथा अन्य गृह सामग्रियों के बनाने में किया जाता है। बीटा—पाइनीन और पैराफारमलडीहाइड (प्रिंस संधनन) से नोपॉल बनाने के लिए DMC संकुलों को ठोस अम्ल उत्प्रेरक के रुप में नवल प्रयोग किया गया। टर्शियरी—ब्यूटेनोल, आइसो—ब्यूटेनोल और एन—ब्यूटेनोल (संकुलन सदस्य) और त्रि—ब्लॉक सहबहुलक,

 $EO_{20}PO_{70}EO_{20}$ (औसत आण्विक भार 5800; सह संकुलन सदस्य) की उपस्थिति में  $ZnCl_2$  और  $K_4Fe(CN)_6.3H_2O$  के जलीय विलयन से श्रेणीबद्ध DMC संकुलन बनाये गये। सभी उत्प्रेरक बीटा—पाइनीन और पैराफारमलीहाइड से प्रिंस संघनन अभिक्रिया के लिए सिक्रय पाये गये। DMC संकुलों के प्राधार में सह संयोजित असंतृप्त  $Zn^{2+}$  आयन, सम्भावित सिक्रय साइट पाये गये। (जनरल आफ मोलिक्यूलर कॅटेलिसिस,  $\psi$ : केमिकल, 2007, 273, 39)

# Fe(Cp)<sub>2</sub>PF<sub>6</sub>: विलायक रहित अवस्थाओं में TMSCN के कार्बोनिल यौगिकों के जुड़न में तथा –एमीनो नाइटाइल बनाने के लिए एक सक्षम उत्प्रेरक

 $\alpha$ —एमीनो अम्लों के संश्लेषण और अनेक नाइट्रोजन निहित विषमचक्रीय जैसे कि इमीडाजोल और थायाडायाजोल के संश्लेषण के लिए  $\alpha$ —एमीनो नाइट्राइल बहुमूल्य माध्यमिक हैं। विलायक रहित अवस्था में 20 मिनट में, TMSCN सायनायड स्रोत और त्वरित प्राप्य  $Fe(Cp)_2PF_6$  (5 अणु प्रतिशत) उत्प्रेरक के रुप में, कीटोन/एलडीहाइड एक

एमीन के साथ प्रयोग करके, एक स्वच्छ तथा पर्यावरण संगत, एक पात्र संश्लेषण विधि विकसित की गयी जिसमें  $\alpha$ —एमीनो नाइट्राइल की प्राप्ति 94% रही। (जे आर्गनोमेट. केम, 2007,692,4361, टेट्राहेड्रन 2008,49,640)

# LDH जैसे ठोस क्षार उत्प्रेरक पर युगेनोल का समावयवन

अल्केनिलएरोमेटिकों से संबंधित एक यौगिक आइसोयुगेनोल का औषि, खाद्य परिरक्षक तथा सुसगंधितो में काफी प्रयोग होता है। यह युगेनोल के पुर्नव्यस्थापन के द्वारा बनाया गया। M(II)AI सह अवक्षेपण द्वारा संश्लेषित द्वय हाइड्रोटैलसाइटों, जिसमें M(II) = Mg, Ni, Cu, Li या Co और M(II)/AI परमाणुविक अनुपात 3.0 से युगेनोल का समावयवन किया गया। 6 घण्टे में  $200^\circ$  से. पर DMF विलायक में उच्चतम लगभग 77% युगेनोल से आइसोयुगेनोल, सभी प्रयुक्त उत्प्रेरकों में से  $Ni_3AI$ -HT द्वारा बना। अन्य तरीकों जैसे कि युरिया तथा हेक्सामीन के जल अपघटन द्वारा बनाये गये  $Ni_3AI$ -HT ने कोई परिवर्तन नहीं दिखाया बल्क इससे क्रिस्टलता बढ़ गई। सक्रियता के

ट्रेंड का संबंध फिनोल अधिशोषण के प्रयोग से प्राप्त उत्प्रेरक की क्षारता से किया जा सकता है। उत्प्रेरक का पुनःप्रयोग दो बार किया जा सका उसके बाद सक्रियता में कमी पाई गई। उच्च ध्रुवी विलायक DMF अभिक्रिया के पक्ष में था। विभिन्न तापों (200, 400, 600 तथा  $800^\circ$ सें. पर हवा में 6 घण्टे) पर संतापित Ni $_3$ Al-HT के लिये परिवर्तन नगण्य (< 5%) रहा। उत्प्रेरक की बहुकर्मिता का विभिन्न अल्केनिल एरोमेटिकों की समावयवता द्वारा परीक्षण किया गया। जिसमें  $160^\circ$ से. पर एलिल बेन्जीन का उच्चतम परिवर्तन  $\beta$ -मेथिल स्टाइरीन में हुआ। (केटालिसिस टुडे को शोधपत्र भेजा गया।)

#### ठोस क्षार उत्प्रेरक द्वारा प्रोपेनोल से 2-मेथिलपेन्टेनोल का विलायक रहित आल्डोल संघनन

2—मेथिलपेन्टेनोल व्यवसायिक महत्व का रसायन है जिसका प्रयोग औषधि सुगंधित, सगंध, सौंदर्य प्रसाधन तथा विभिन्न औषधियों के सक्रिय माध्यमिक यौगिक बनाने में होता है। व्यवसाय में 2—मेथिलपेन्टेनोल रससमीकरण मितीय मात्रा में, KOH या NaOH के साथ प्रोपेनोल के अल्डोल संघनन से बनाया जाता है। हमें, विलायक रहित

अवस्थाओं में प्रोपेनोल का स्वसंघनन, आल्कली आयन विनियमित जियोलाइटो, आल्कली उपचरित एल्युमिना तथा विभिन्न Mg/Al परमाणुविक अनुपात के हाइड्रोटेल्साइट ठोस क्षार से प्राप्त हुआ है। हाइड्रोटेल्साइट द्वारा 97% परिवर्तन तथा 99% चयनता 2—मेथिलपेन्टेनोल के लिये रही।  $\beta$ —आइसोफोरोन के  $\alpha$ —आइसोफोरोन के अभिक्रिया



नमूने द्वारा सक्रिय हाइड्रोटेल्साइट की क्षारता का मूल्यांकन किया गया। उत्प्रेरक की मात्रा 0.1 ग्रा तक बढ़ाने पर अभिक्रिया की प्राारंभिक गति बढ़ी परन्तु मात्रा पुनः बढाने पर गति पर खास प्रभाव नहीं पडा। अभिक्रिया गतिकी पर ताप का खास प्रभाव था। विलायक रहित अवस्था में प्रोपेनोल के संघनन की सक्रिय ऊर्जा  $58 \text{ kJmol}^{-1}$  आंकी गई। जिसमें सक्रित हाइड्रोटेल्साइट का Mg/Al अनुपात उत्प्रेरक में 3.5 था। परिवर्तन एवम् चयनता में बिना किसी विशेष हानि के उत्प्रेरक छः बार पुनचक्रित किया गया। (जे. मोल. कैटल, ए केमिकल: 2007, 278, 135)

#### Hantzsch 1, 4 डाइहाड्रोपिरोडीनों का एक पात्र संश्लेषण

जैव प्रणाली में डाइहाइड्रोपिरोडीनों (DHA) का आक्सीकारक विरोधी औषधि के रूप में विशेष महत्व है। पारंपरिक Hantzsch संश्लेषण एसिटिक अम्ल में या आल्कोहल के लंबे समय तक पश्चवाह से किया जाता है किन्तु इसमें प्राप्ति बहुत कम होती है। पर्यावरण संगत ठोस क्षार उत्प्रेरक, हाइड्रोटैल्साइट (मूल रूप में) तथा हाइड्रोटैलसाइट के समान पदार्थो द्वारा, कक्ष ताप पर बेंजलिडहाइड, एथिल एसिटोएसिटेट और अमोनियम एसीटेट के एक पात्र में बहुअवयवी संघनन द्वारा हंट्ज्स DHP बनाया गया। परीक्षित उत्प्रेरकों में MgAl2-HT,

एसिटोनाइट्राइल विलायक में सबसे अधिक सक्रिय, बेंजलिडहाइड (73% प्राप्ति, N-म्रोतवाले, NH $_4$ OAc के साथ, 6 घंटे में) के लिये था। इस उत्प्रेरक की उच्च सिक्रयता का श्रेय अम्ल—क्षार के द्विकार्यी साइट्रो के सहयोगी योगदान को है। विभिन्न एल्डिहाइड्रों (अचिक्रित, चिक्रत तथा सगंधित) के लिये इस उत्प्रेरक की बहुकार्मिता का परीक्षण किया गया। जिसमें MgAl $_2$ -HT द्वारा DHP की प्राप्ति ठीकठाक मिली। बेंजलिडहाइड के साथ इनामीन के सीधे संघनन को संभावित अभिक्रिया प्रस्तावित कि गई। (एप्लाइड कैटल. A 2008, 338, 21)

#### Cu-निहित त्रयी हाइड्रोटैल्साइटों पर बेंजीन का फीनोल में हाइड्रोक्सलीकरण

व्यवसायिक तथा संश्लेषण दोनों दृष्टियों से एक पद में बेंजीन के हाइड्रोक्सलीकरण से फिनोल की अभिक्रिया अद्यतन रुचिकर एवम् चुनौतीपूर्ण है। अभिक्रिया का महत्व फिनोल के व्यापक औद्योगिक उपयोग से है जो विरोधी आक्सीकारको, कृषिरसायनों तथा बहुलकों में होता है। Cu-निहित LDH पर  $H_2O_2$  आक्सीकारक के साथ बेंजीन का फीनोल में चयनित हाइड्रोक्सलीकरण किया गया। सह—द्विसंयोजक धातु आयनों (Zn, Mg, Co तथा Ni) के बदलने से पता चला कि Zn तथा Mg के साथ परिवर्तन उच्चतम 5-7% जबकि  $Co^{2+}$  के साथ निम्नतम (2.2%) रहा। कापर की सांद्रता में सूक्ष्म परिवर्तन से सक्रियता प्रभावित हुई। उत्प्रेरक की एक उच्चतम मात्रा पाई गई।

प्रकार्यक / आक्सीकारक आणुविक अनुपात बदलने से बेंजीन परिवर्तन तथा फिनोल चयनता में लगातार वृद्धि एक स्तर तक हुई और उसके ऊपर करने पर घटने लगी। CuZnAl के साथ 65° से तक ताप बढ़ाने पर परिवर्तन बढ़ा और उससे अधिक ताप पर घटने लगा। 48 घंटे तक समय बढ़ाने पर परिवर्तन 65° से पर (प्रकार्यक / आक्सीकारक परमाणुविक अनुपात 1:1) बढ़ता पाया गया। सभी परीक्षित विलायकों में पिरीडीन और एसिटोनाइट्राइल सबसे अच्छे पाये गये। सह—विलायक के रुप में जल को पिरीडीन या एसिट्रोनाइट्राइल के साथ मिलाने पर परिवर्तन पर विरुद्ध प्रभाव पड़ा। विलायक प्रभाव के बिना उत्प्रेरक पुनःचक्रित नहीं हए।

# आणुविक आक्सीजन से अल्कीनों के इपोक्सीकरण के लिये $Co^{2+}$ विनिममित जियोलाइट—X सक्षम विषमांग उत्प्रेरक

ओलीफीनों का इपोक्सीकरण, विशेषकर स्टाइरीन से स्टाइरीन आक्साइड, एक महत्वपूर्ण अभिक्रिया है क्योंकि यह उत्पाद सूक्ष्म रसायनों का माध्यमिक है। इस अभिक्रिया के लिये आणुविक आक्सीजन आक्सीकारक के साथ विषमांग उत्प्रेरित पथ पर्यावरण आकर्षक है, किन्तु इस पथ में इच्छित इपोक्साइड की क्षीण प्राप्ति की परेशानी है। यहाँ वायुमंडलीय दाब पर आणुविक आक्सीजन के साथ 373K पर स्टाइरीन इपोक्साइड का द्रव—अवस्था उत्प्रेरित इपोक्सीकरण Co(II) विनिममित जियोलाइट—X से किया

गया। NaCoX से स्टाइरीन परिवर्तन >99% तथा स्टाइरीन आक्साइड चयनता 68% तक मिली। सोडियम आयनों को क्षारीय मृदा धातु (Ca, Sr, Ba) आयनों से विस्थापित करने पर स्टाइरीन आक्साइड की चयनता 85% तक बढ़ी। विषमांग उत्प्रेरक से स्टाइरीन इपोक्साइड की इतनी उच्च चयनता प्रथम बार देखी गई। आणुविक आक्सीजन के साथ  $Co^{2+}$  विनिमयित तथा क्षारीय तथा क्षारीय मृदा, धातु आयन वर्धित फौजसाइट, जियोलाइट उत्प्रेरक, अल्कीन इपोक्सीकरण को दक्षता से उत्प्रेरित करते

हैं, और सुपर पिजड़ो में स्थित  $Co^{2+}$  को  $O_2$  के सक्रियता के लिये सुझाव दिया गया है। इसी प्रकार के उत्प्रेरकों से आणुविक आक्सीजन के साथ  $-\alpha$  पाइनीन का इपोक्सीकरण, DMF विलायक में किया गया जिसमें 47%

के पास परिवर्तन तथा 61% इपोक्साइड चयनता प्राप्त हुई। विलायक की प्रकृति क्रांतिक रही। (जे. कैटल. 2006, 244, 208, जे. मोल. कैटल A: केमि. 2007, 277, 72, यु. एस. पेटेंट 7, 345, 182)

# उत्प्रेरित हाइड्रोफारमलीकरण

# एक पात्र में प्रोपीलीन से C8 आल्डीहाइड / अल्कोहल बनाने के लिये बहुपदी अभिक्रियाओं की गतिकी प्राचालों का उच्चयन

सूक्ष्म रसायनों को बनाने के लिये, ऊर्जादक्ष, बहुपदी एकल पात्र अभिक्रियायें, महत्वपूर्ण उपयोग के क्षेत्र बन चुकी है। विभिन्न उत्पादों के बनने की अवस्था, जो बने हुए उत्पादों के उसी रियेक्टर में आग परिवर्तन के बारे में बताती है, उसे समझने के लिये बहुपदी अभिक्रियायों के गतिकी का अनुसंधान मूलतः महत्वपूर्ण है। एक पर्यावरण संगत बहुकार्यी विषमांग उत्प्रेरक, [HF/HT] जहाँ  $[HF] = Rh - \pi$  संकुल,  $HRh(Co)(PPh_3)_3$  तथा HT हाइड्रोटैलसाइट, द्वारा एक पात्र में प्रोपीलीन से  $C_8$  एल्डिहाइड तथा अल्कोहल बनाने के लिये, बहुपदी अभिक्रियायों,

हाइ ड्रोफारमलीकरण, अल्डोल संघानन तथा हाइ ड्रोजनीकरण की गतिकी शोधी गई। गतिकी से पता चला कि [HF] और [HT] की मात्रा, Mg/Al अनुपात, अल्डोल ताप और CO तथा  $H_2$  के आंशिक दाब के बढ़ाने से अभिक्रिया की गति में वृद्धि पाई गई। हाइ ड्रोफारमलीकरण तथा अल्डोल संघानन की गति  $[HF\ /\ HT\ (3.5)]$  से औद्योगिक उत्प्रेरक [HF+KOH] की तुलना में 2.5 तथा  $\sim 3$  गुना पाई गई। (इन्डस्ट्रीयल इजि. केमि. रिस. 2008, 47,3795)

#### प्रभावी अल्कीन हाइड्रोफारमलीकरण के लिये नैनो अवस्था अभिक्रियाओं के रुप में Rh संकुल अन्तर्भरित षटफलकीय मीसोसरंध्री सिलिका, विषमांग हाइड्रोफारमलीकरण

उद्योगों में हाइड्रोफारमलीकरण समांग अवस्था में किया जाता है। हालांकि समांग उत्प्रेरक उच्चतर परिवर्तन, चयनता तथा टर्नओवर आवृति देते हैं किन्तु इनका पुनचक्रण मुश्किल है। Rh संकुल HRhCo(PPh<sub>3</sub>)<sub>3</sub> को स्वस्थाने HMS के मीसो छिद्रों में अन्तर्भरित किया गया। 1—हेक्सीन के हाइड्रोफारमलीकरण पर ताप, उत्प्रेरक मात्रा, pCO, pH<sub>2</sub> तथा संकुल से TEOS के अनुपात के प्रभाव का अध्ययन किया गया। कम ताप पर एल्डिहाइड की चयनता तथा n/iso अनुपात ज्यादा रहा। 1—हेक्सीन के हाइड्रोफारमलीकरण के लिये उत्प्रेरक ने अच्छी उष्मीय स्थिरता, पुनर्चक्रीयता, उत्कृष्ट परिवर्तन (100%) के साथ

दिखाई। (जे. मोल. कैटल A: केमि, 2008, 296, 61) इसी प्रकार स्टाइरीन का हाइड्रोफारमलीकरण 100% परिवर्तन तथा इच्छित iso एल्डिहाइड की प्राप्ति के साथ हुआ। इसमें उत्प्रेरक की मात्रा, स्टाइरीन की सांद्रता,  $H_2$  का आंशिक दाब तथा ताप बढ़ाना उत्प्रेरक की गतिकी के पक्ष में था। CO का आंशिक दाब बढ़ने पर अभिक्रिया गति में कमी पाई गयी। Rh-HMS में एल्डिहाइड में आइसो / नार्मल का अनुपात समांग उत्प्रेरक  $HRh(CO)(PPh_3)_3$  से  $\sim 1.8$  गुना ज्यादा रहा। विषमांग उत्प्रेरक Rh-HMS को अलग करके सात बार प्रभावी ढंग से प्रयोग किया गया।

## जल घुलनशील कोबाल्ट संकुल से उत्प्रेरित लंबे श्रृंखला के आल्कीनों का जलीय द्विअवस्था हाइड्रोफारमलीकरण

धातु संकुल उत्प्रेरित ओलीफीनों के समांग हाइड्रोफारमलीकरण के लिये, जलीय द्विअवस्था उत्प्रेरण ने एक नया दृष्टिकोण खोला है। इस प्रकार औद्योगिक व्यवहारिक अभिक्रिया गतिकी प्राप्ति के लिये हाइड्रोफारमलीकरण में सहविलायक तथा पृष्ठसंक्रियक के प्रयोग से उच्च आल्कीनों की क्षीण विलेयता पर नियंत्रण पाया गया। जल घुलनशील उत्प्रेरक CoCl<sub>2</sub> (TPPTS)<sub>2</sub> (TPPTS = ट्राइ (m- सल्फोनिल / फास्फीन ट्राई डेकेन

सॉल्ट) से पृष्ठसंक्रियक तथा जलिमश्रित विलायक की उपस्थित में 1—आक्टीन तथा 1—डेकीन का हाइड्रोफारमलीकरण किया गया। CTAB के मिलाने से परिवर्तन (95%) तथा एल्डिहाइड के लिये चयनता (90-95%) बढ़ी। जबिक TPPTS मिलाने से संकुल का निक्षालन जलीय से कार्बनिक अवस्था में कम हुआ और दो सतहों में सरल विलगन हुआ। (जे. मोल. कैटल A: केमि., 2008, 282, 99)



#### असममित उत्प्रेरण

कायरलटी जैव अणुओं की शरीर विज्ञान सक्रियता पर महत्वपूर्ण प्रभाव रखती है। जल औषधि रेसमिक मिश्रण से बनी होती है, तो प्रत्येक एनैन्सियोमर की जैव सक्रियता में विभिन्नता होती है। कायरल औषधियों की बढ़ती हुई मांग की पूर्ति के लिए, रासायनिक तथा जैव—उत्प्रेरित विधियों से संश्लेषित माध्यमिक प्रचुर मात्रा में बनाये जाते हैं। संस्थान विभिन्न असममित कार्बनिक रुपान्तरों के लिए कायरल उत्प्रेरक के विकास पर एक दशक से अधिक समय से कार्य कर रहा है। कायरल धातु संकुल डिजाइन किये गये, बनाये गये और उनको निम्न अभिक्रियाओं में उत्प्रेरक के रुप में प्रयोग किया गया।

# कायरल एकलकी एवं द्विलकी ${\rm Ti}({\rm IV})$ संकुल उत्प्रेरित, एमीनो के साथ मीज़ो इपोक्साइडों का एनैन्स्यि चयनित असमित वलयों का खुलना (ARO)

कई जैव सक्रिय यौगिकों, सूक्ष्म रसायनों और कायरल सहायकों में एनैन्सियोमैरिक शुद्ध बीटा  $(\beta)$  एमीनो अल्कोहल मुख्य संरचना इकाई होते हैं। विभिन्न मीज़ो इपोक्साइडों की एनीलीन के साथ, एनैन्सियोचयनित वलय खुलने की विभिन्न कायरल शिफ क्षारों के स्वस्थाने बने कायरल Ti(IV) संकुल प्रयुक्त अभिक्रियायें, सूक्ष्म तरंग किरणन में इच्छित एमीनो अल्कोहल, उच्च प्रकाश शुद्धता

के साथ देती हैं। सभी ARO अभिक्रियाओं में बीटा एमीनो अल्कोहल की उत्कृष्ट प्राप्ति (98%), > 99% एनैस्योमर प्रचुरता के साथ प्राप्त हुई। कार्य सम्पादन में बिना किसी हानि के द्विलकी उत्प्रेरक को चार बार पुनर्चक्रित किया गया। (युरो. जे. आर्ग. केम. 2006, 1303; टेट्राहेड्रन लेटर 2006, 47, 5277; युरो. जे. आर्ग. केम. 2008,3118)

# एकलकी एवं बहुलकी Cr(III) और Co(III) सैलेन संकुलो से एमीन और एमीन व्युत्पन्नों के साथ ट्रांस/एरीलोक्सी सिरे के इपोक्साइडों का असममित गतिकी वियोजन (AKR)

रेसिमक सिरोंवाले और ट्रांस इपोक्साइडों का AKR एक सक्षम उपाय है जो सस्ते उपलब्ध सिरे/ट्रांस इपोक्साइडों से, एक पद में एनैन्सियो शुद्ध ट्रांस बीटा—एमीनो एल्कोहल और इपोक्साइड प्रदान करता है। कक्ष ताप तथा सूक्ष्म तरंग किरणन में एनीलीन के साथ ट्रांस तथा सिरे के इपोक्साइडों के असमित वलय खुलने की अभिक्रिया में, उत्प्रेरक के रुप में Cr(III) संकुल उच्च रुप से क्षेत्र — डायास्टीरीयो तथा एनैन्सिमो चयनित पाये गये। एनैन्सियो चयनता को बनाये

हुए उत्प्रेंरकों ने 5 चक्रों तक अच्छे काम किये। अभिक्रिया आयनिक द्रव जैसे हरित माध्यम में भी की गई। उत्प्रेरक के कई बार पुर्नचक्रण तथा कम अभिक्रिया समय में इपोक्साइडों और बीटा एमीनो एल्कोहलों की उत्कृष्ट प्राप्ति तथा एनैन्शियोमरिक प्रचुरता मिली। (एसीमैट्री, 2006, 17, 1638) कायरलटी, (2007, 19, 809, शोधपत्र युरो. जे. आर्ग. केम. को भेजा गया।)

# पुर्नचक्रीय कायरल एकलकी / द्विलकी / बहुलकी Ti(IV) / V(V) / Mn(II) सैलेन संकुल उत्प्रेरित विभिन्न साइनाइड स्रोतों के साथ एल्डिहाइड की अभिक्रिया से साइनोहाइड्रोनों का असमित संश्लेषण

असमित सायनीकरण अभिक्रिया, शोध का एक महत्वपूर्ण क्षेत्र है और इसके उत्पाद, सायनो हाइड्रीन का औषधि और कृषि रसायनों में विशिष्ट प्रयोग होता है। कायरल एकलकी / द्विलकी तथा बहुलकी सैलेन संकुल, Ti, V तथा Mn धातु आयनों के साथ बनाये गये और दक्ष उत्प्रेरक के रुप में, विभिन्न सायनाइड स्रोतों जैसे NaCN / KCN, ट्राईमीथाईल सीलाइल सायनाइड, इथाइल सायनोफोरमेट, के साथ एल्डिहाइडों और कीटोनों के असमित

सायनीकरण के लिए कक्ष ताप से -20 से तक, प्रयुक्त किये गये जिसमें उत्पाद सायनोहाइड्रिन उच्च ee (96% तक) तथा प्राप्ति (65%) के साथ मिला। (टेट्राहैड्रन एसीमैट्रटी, 2006, 17, 2659; यूरो. ज. आर्ग. कैम 2006, 3175) (ज. मोल. कैटल. A: केमिकल 264 1264, 140; कोआर्ड. केम. रिव्यु. 2007, 252, 593; शोधपत्र कायरिलटी को भेजा गया।)

#### असममित नाइट्रोएल्डोल अभिक्रिया के लिए विषमांग उत्प्रेरक

C-C बंध बनने के लिए कार्बोनिल यौगिकों की नाइट्रोएल्डोल अभिक्रिया बहुत महत्वपूर्ण है जहाँ  $\beta$ —नाइट्रोअल्कोहल काइरल मूलभूत अंग जैसे प्रयुक्त होता है। इस दिशा में, मीसो सरंध्री धातुओं, SBA-15 तथा MCF पर कायरल संकुल के काइरल अमीनों अल्कोहल को अचलित करके उसे कक्ष ताप पर अकाइरल तथा काइरल योगजों के साथ विभिन्न सगंध एलिफैटिक.

 $\alpha$ ,  $\beta$  -असंतृप्त एल्डिहाइड के असमित नाइट्रो एल्डोल अभिक्रियायों के लिये उत्प्रेरक के रूप में प्रयोग किया गया। काइरल योगज के साथ 4—ब्रोमोबेंजिल्डिहाइड के लिये उच्च परिवर्तन तथा 66% तक प्रचुर उत्कृष्ट एनैन्श्यो चयनता को बनाये हुए SBA-15 पर अचलित काइरल कायरल उत्प्रेरक ने 5 चक्रो तक अच्छा काम किया। (पेटेंट फाइल एप्लीकेशन सं  $148NF\ 2009/IN$ )

#### हरित ब्रोमीन का आगे उपयोग

पूर्व द्विवार्षिक प्रतिवेदन में बताया गया कि द्रव ब्रोमीन बनाने से प्राप्त मध्यस्थ 5:1 NaBr- NaBrO3 लवण मिश्रण कई ब्रोमीन योगात्मक अभिक्रिया में प्रयुक्त होते हैं। इसी मध्यस्थ का यदि 2:1 मोल अनुपात लिया जाय तो यह प्रतिस्थापी आम क्रियाओं के लिए उपयुक्त है। इस मध्यस्थ का उपयोग P- नाइट्रो बेंजिल ब्रोमाइड बनाने की आधुनिक विधि में

किया गया। (ग्रीन. केमि. 2008, 70, 232) बिटर्न से ब्रोमीन पुर्नप्राप्ति की तकनीक आरकियन उद्योग समूह को प्रदान की गई। इस मध्यस्थ द्वारा अन्य ब्रोमो व्युत्पन्नों (टेट्रा ब्रोमो बिस फीनो ल-A; ब्रोमो बिस निल, ट्राईब्रोमोएनीलीन, N-ब्रोमोसक्सीनीमाइड, बोमोबेंजीन) को बनाने के लिये एक प्रोटोकाल बनाया गया।

#### अतःस्थ एल्काइन का ऑक्सीजनित समयुग्मन

अंतस्थ इल्काइन (1, 3, डाईआइन) का उत्प्रेरित समयुग्मन आल्कीकरण की प्रोयोगिक संश्लेषण विधि तैयार की गई। ज्यादातर एल्काइनो हेतु CaCl/DBU/MEDA उत्प्रेरक सफल साबित हुए। आक्सीजन को ओक्सीकारक के रूप मे

लेते हैं। ज्यादातर परिस्थितियों में इच्छित उत्पाद की अधिकतम मात्रा बिना किसी उप उत्पाद के प्राप्त की जा सकती है।



# Chapter 2



# POLYMER & MEMBRANE SCIENCE

Reverse Osmosis and Related Polymeric Membranes

**Electro Membrane Processes** 

# REVERSE OSMOSIS AND RELATED POLYMERIC MEMBRANES

#### I. Thin film composite (TFC) reverse osmosis (RO) membranes

Several batches of polyamide thin film composite RO membranes of size 1 m width and 60/90 m length were made using Nordlys TS 100 and Holytex 3265 non-woven fabrics reinforced with polysulphone microporous support. The variables studied included (i) the nature of the

nonwoven fabric, (ii) glycerol composition in the post-treatment bath, and (iii) reaction time. The performances of the membranes were evaluated for desalination of brackish and sea water and the data are presented in the Tables below.

Performance of TFC membranes made on Nordlys TS 100 fabric for brackish water desalination (2500 ppm NaCl feed; 250 psi applied pressure)

Membrane No.	% Rejection	Flux (gfd)*
NM 89	93.20	42
NM 90	94.40	35
NM 92	92.45	37
NM 93	95.28	40
NM 94	93.97	38
NM 95	94.87	40
NM 96	92.39	40
NM 97	93.16	40
NM 98	96.39	40
NM 99	93.10	37

<sup>\*</sup>gfd - gallons/ft²/day

Performance of TFC membranes made on Holytex-3265 fabric for brackish water desalination (2500 ppm NaCl feed; 250 psi applied pressure)

Membrane No.	% Rejection	Flux (gfd)
HT1	90.71	52
HT2	89.28	49
HT3	90.71	45
HT4	89.52	49
HT5	91.80	47
НТ6	90.80	39
HT7	90.60	48
HT8	89.40	49

The data in the above Tables show that the TFC membranes prepared from Nordlys 100 fabric

gave higher salt rejection  $(94 \pm 2\%)$  with permeate flux of ca. 39 gfd at 250 psi.



D C	CTEC	1 0	4 44 24	C .
Performance	of IHC m	embranes tor	decalmation	ot sea water
1 CHOHHance		cilibranes for	ucsamilation	or sea water

TFC Membrane No	Feed Conc./ ppm	Applied pressure/ psig	Flux/LMH*	Permeate/ ppm	SR/%
NM98	33815	600	35	3343	90.1
	33476	900	69	1160	96.5
NM97	34830	600	42	3029	91.3
	35510	900	74	1712	95.2
HT1	31000	600	46	4260	86.3
	31000	900	63	3950	87.2

<sup>\*</sup>LMH-litre/m<sup>2</sup>/h

For desalination of seawater (31000-35000 ppm TDS), the membranes made on Nordlys TS 100 exhibited salt rejection of 90-91% and permeate flux of 35-42 LMH at 600 psi operating pressure. At 900 psi pressure, the same membrane gave 95-96% salt rejection and 69-74 LMH permeate flux. As compared to the membranes made on Nordlys 100, those made with Holytex 3265 showed comparatively inferior results following the same conditions, leading us to conclude that

the nature of the reinforced fabric has a profound effect on the morphology of the polysulphone support which in turn greatly affects the morphology of the polyamide skin layer and, consequently, on the membrane performance. Optimization of polysulphone support preparation is therefore necessary for different fabrics. In parallel, efforts are underway to identify a suitable indigenous fabric and several potential suppliers have been contacted.

#### Effect of glycerol conditioning of TFC membrane on performance

To study the long term endurance of the TFC membranes, post-treatment of membranes was carried out with different concentrations of aqueous glycerol. Two dozen coupons of each membrane were evaluated. The water flux and

salt rejection data for the membranes, and also for 8040 modules prepared from the membranes, are presented in the Table below. Data at module level are expressed in LPH (1/h) while at coupon level these are given as gfd, with gfd x 51 = LPH.

Effect of glycerol treatment on the performance of TFC membranes and modules (2500 ppm NaCl feed; 250 psi applied pressure)

% Glycerol in	Module flux		%SR of	Coupon le	,	
post-treatment	Liters/min	LPH	module	gfd	LPH/30 m <sup>2</sup> membrane	membrane
4, Dipping	12.6	756	90.9	39	1989	94.0
	15.2	912	92.3	30	1530	95.0
10, Dipping	29.0	1740	94.6	43	2193	96.5
4, on top of polyamide layer	6.5	331	77.5	33	1664	93.4

The data in the above Table indicate that the permeate flux at module level is sensitive to the glycerol treatment. Post-treatment with 10% glycerol was found to be better in the present study and is attributed to a better retention of the

porous structure of the PS membrane which has a cascading effect on the retention of quality of the polyamide skin layer over the duration between membrane preparation and module rolling.

#### Attempted double coating of polyamide layer

With a view to improve the rejection efficiency of TFC membrane for seawater desalination, an attempt was made to recoat the TFC membrane with an additional layer of polyamide by the usual process. The data on the separation efficiency of the membrane coupons are provided in the Table below. It would appear that the experiment was unsuccessful and the attempt to create a second coating disrupted the membrane integrity.

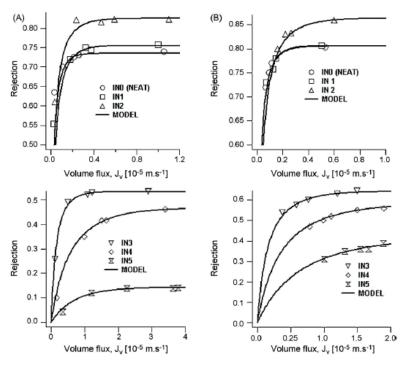
Feed ( ppm)	Applied	Flux (gfd)		%SR	
reed (ppm)	pressure (psi)	Single coating	Double coating	Single coating	Double coating
2000	250	43	16	95.5	92.5
15780	600	27	23	95.0	91.2
34493	900	13	16	88.6	84.9

The data is the average of 20 membrane coupons

#### Novel silica-polyamide nanocomposite membranes

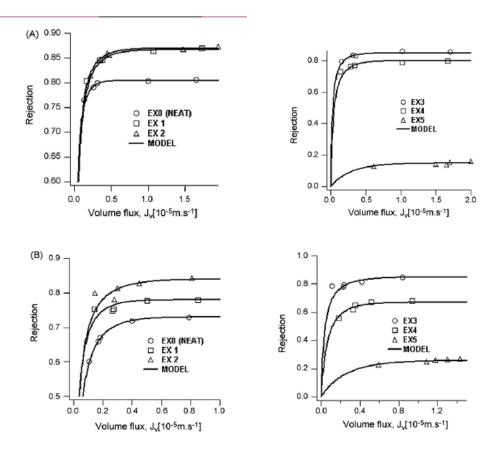
Silica-polyamide nanocomposite films of 400-800 nm thickness were coated over porous polysulfone support *via* the standard interfacial polymerization technique. Commercial 16 nm size (IN series) and laboratory prepared (from hydrolysis of tetraethyl orthosilicate in acidic medium) 3 nm size (EX series) silica nanoparticles were used. The nanocomposite membranes exhibited superior thermal stability over the conventional membranes. The

structure-performance relationship for the separation of dioxane/isopropanol-water mixture was studied and the rejection-flux profiles are shown in the Figures below. The performance was best for an optimum silica loading. Depending on the silica content, the average pore radii of the membranes varied from 0.34 nm to 0.73 nm. (*J. Membr. Sci* 328 (2009) 257).



Rejection vs. volume flux plots for IN series membrane samples from permeation data of aqueous solution of (A) 500ppm dioxane and (B) 500ppm isopropanol

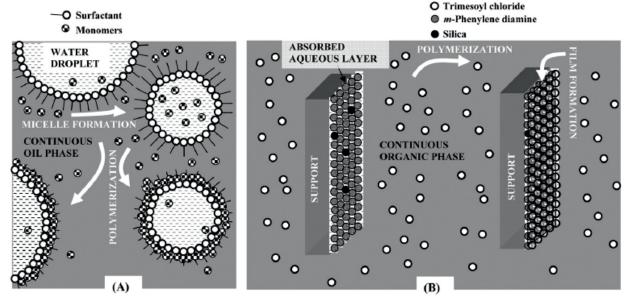




Rejection vs. volume flux plots for EX series membrane samples from permeation data of aqueous solution of (A) 500ppm dioxane and (B) 500ppm isopropanol

To understand the changes in properties with the encapsulation of silica nanoparticles, the morphology of the polyamide nanocomposite films was studied by small angle neutron scattering (SANS) at the nanometer length scale. For these

studies, silica-polyamide composite films and spheres were prepared by the scheme shown below, employing commercial LUDOX HS – 40 silica with radius of gyration ( $R_o$ ) of about 66 Å.

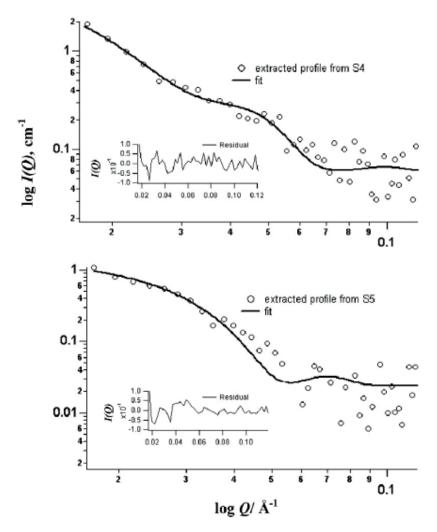


Schematic depiction of the interfacial polymerization processes to form (A) polyamide spheres and (B) polyamide membrane films



The freshly prepared polyamide films were broken immediately into small particles to form a dilute suspension in D<sub>2</sub>O–H<sub>2</sub>O mixed solvent. The SANS profile of the sample solutions measured at 90% D<sub>2</sub>O indicated scattering from both silica and polymer. However, at 60% D<sub>2</sub>O, the SANS profiles were from polyamide scattering. The profile at high silica loading

provided evidence for scattering by the silica and polymer phases independently as was evident from the validity of the Debye-Bueche expression. At lower silica loading, interaction between the silica and polymer chains led to the formation of core-shell morphology, as concluded from the model fit to the scattering profile. (*J. Colloid. Interface Sci.* 326 (2008) 176)



SANS profiles of nanocomposite structures along with fits; S4: core—shell spherical form factor fit for polymer film with limited silica loading (silica to polymer weight ratio 0.11); S5: hard spherical form factor fit for polymer with high silica loading (silica to polymer weight ratio 0.28). Inset: the residuals between the data and the fit.

The transport properties of the nanocomposite membranes were measured on a batch type test kit with aqueous solution containing 500 ppm dioxane at pressures ranging from 50 to 200 psi, and correlated to their composite structure. The performance of the membrane with the lower

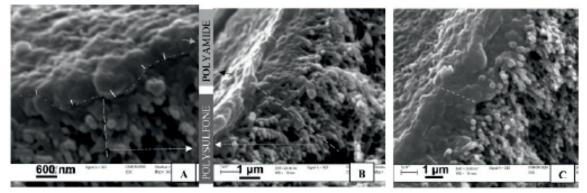
silica loading was found to be superior over the membrane with high silica loading. The difference in the membrane performances may be related to the different nanocomposite morphologies revealed by SANS.



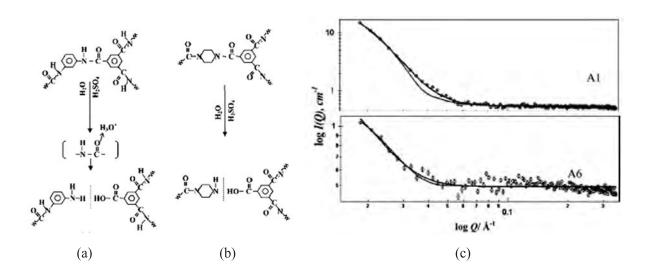
#### Nanoscale structural studies of TFC RO and nanofiltration (NF) membranes

The nanoscale structures of polyamide skin layers  $(0.2 \mu m)$  of RO [poly(m-phenylenediaminetrimesamide)] and NF [poly(piperazinetrimesamide)] membranes, made over 40  $\mu m$  thick polysulphone support membrane, were studied by SEM and small angle neutron scattering (SANS). The SANS profiles were largely dominated by polysulfone scattering on account of larger material amount, and weak scattering intensities of polyamide of highly compacted blocks of sizes well above 100

Å. To overcome the difficulty, neat RO and NF polyamide films were made on glass plates and then collected in water. Suspensions of these were prepared in H<sub>2</sub>O and D<sub>2</sub>O and SANS scattering from compact nanometer-sized blocks of about 120-140 Å radii were observed for both RO and NF polyamides. For suspensions in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, loosening of nano-blocks was evident from the change in scattering intensity (*J.Phys. Chem.* C111 (2007) 16219).



Cross sectional SEM images of polyamide films coated over nodular structures of polysulfone support. (A and B) images of the ultrathin polyamide layer taken at two different magnifications; (C) An image showing penetration of polyamide to about 3 µm depth into the polysulfone nodular structure.

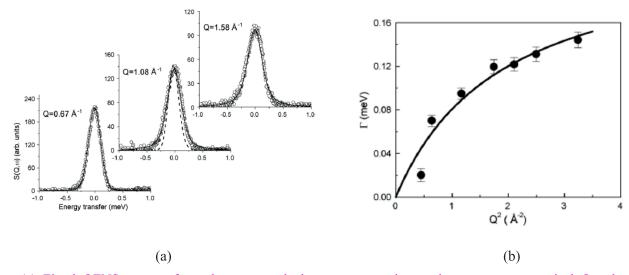


Reaction scheme of polymer chain disruption in water containing H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: (a) RO polyamide, (b) NF polyamide. (c) A1 and A6 are scattering profiles of RO polyamide in water and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, respectively, the latter showing evidence of chain disruption

# Diffusion of water in the RO and NF membranes as studied by quasi-elastic neutron scattering (QENS)

Dynamic motion of water sorbed in polyamide RO and NF membranes was studied by QENS technique. The RO polyamide materials studied had average pore size of 4.4 Å as determined by positron annihilation lifetime spectroscopy. OENS data obtained for water sorbed in RO polyamide membrane material displayed QE broadening at all the Q values in the range 0.67-1.8Å<sup>-1</sup> suggesting the presence of stochastic dynamics in these samples. However, dry RO polyamide material showed no QE broadening indicating the absence of dynamical motion within the time window of the spectrometer. To analyse the data, firstly the measured spectrum was separated into elastic and QE components. For this, the experimentally measured resolution function was convoluted with scattering law and the

scattering parameters were estimated by least squares fit. Data from the anhydrous sample were used to estimate the elastic contribution from the dry sample. The resulting fits are shown in the Figure below. The variation of HWHM (Lorentzian function having half width at half maximum), as obtained from the fit, was also plotted as a function of Q2 along with the experimental values. The deviation of the graph from the linear behavior at high Q is consistent with the jump diffusion model. A much longer residence time was found as compared to bulk water. Positive shift of the freezing point as observed in differential scanning calorimetry indicated the presence of strong attractive interaction in line with the slower diffusivity observed by QENS.



(a) Fitted QENS spectra from the water-sorbed reverse osmosis membranes at some typical Q values. (b) Variation of HWHM (Lorentzian function having half width at half maximum), as obtained from the fitting

# (b) Variation of HWHM (Lorentzian function having half width at half maximum), as obtained from the fitting shown in 8a, with Q<sup>2</sup>

#### **II. Ultrafiltration Membranes**

# Development of flat sheet ultrafiltration membranes with poly(acrylonitrile-co-methacrylic acid)

With a view to increase the acid stability of UF membranes, poly(acrylonitrile-co-methacrylic acid) (PANMA) based flat sheet ultrafiltration membranes were prepared under different

conditions according to phase inversion process using casting dope containing different amounts of polymer and additive in DMF and DMF-THF. Further surface modification of the membranes

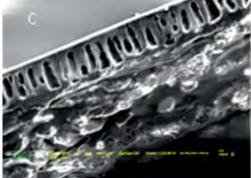


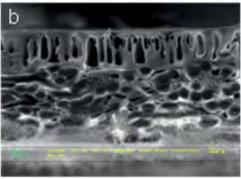
with polymers having charged and/or hydrophilic functional group was carried by free radical redox polymerization. The membranes were characterized for (i) hydraulic permeability & membrane resistance through the measurements of pure water permeation rates as a function of applied pressure; (ii) retention coefficients and pore size by permeating aqueous solutions of different molecular weight polyethylene glycols (PEG), dextrans and polyethyleneoxide; (iii) top & cross-sectional morphologies by SEM; (iv) functional groups through IR studies; (v) contact angle measurements to determine hydrophilicity.

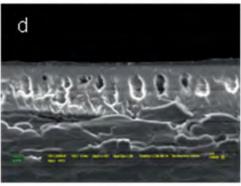
The figure below shows the SEM photographs of PANMA membranes prepared with different concentrations of casting dope solution. It reveals the presence of an asymmetric structure with dense skin layer supported on the top of finger-like channels which in turn rested on a sponge-like layer. It can be seen that the dense skin thickness increased with the increase of PANMA concentration in the casting dope. During the phase inversion process, the polymer solution spread on the nonwoven fabric to form the membrane, the diffusional exchange rate of

the solvent and non-solvent – which depended on polymer concentration in the dope and the temperature of the non-solvent – had profound effects on the properties of the membrane. Increasing the polymer concentration in the casting dope enhances the solution viscosity which would promote aggregation of polymer molecules through chain entanglement of adjacent coacervate droplets. This causes a decrease in the miscibility of the system and enlarges the demixing gap for phase separation, leading to a rapid coagulation rate and instantaneous phase separation. The increase in viscosity of casting dope can also hinder the diffusional exchange rate of the solvent and non-solvent in a sublayer, which slows the precipitation rate of the sublayer. As a result of a fast phase separation at the outer skin layer and a slow phase separation at the sublayer, the asymmetric membrane with a dense and thick skin layer supported by a closed cell sublayer was produced using concentrated solutions and thus resulted in the decrease of membrane pore size with concomitantly lower fluxes. In contrast, the membrane having a thin and porous skin layer and open cell sublayer was obtained at lower polymer concentration.







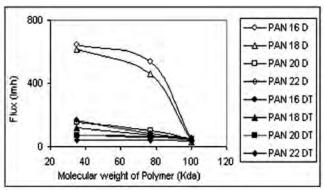


SEM top view (a) and cross sectional morphologies (b-d) of PANMA membrane prepared with 16 % (b), 18 % (c) and 24 % (d) PANMA concentration

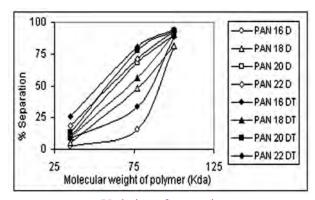


Further, the membranes were characterized by studying the variation of flux and solute rejection with casting dope concentration, composition and the molecular weight of the probe solute used. Permeate flux decreased with the increase of PANMA concentration in the casting dope in both DMF as well as DMF-THF and the flux decrease was very high in the case of low molecular weight solutes such as PEG-35KDa. When the solute size is in the range of membrane pore diameter, there is every possibility for the deposition of the solute at the

entry of membrane pore which may cause pore blocking with eventual reduction of permeate flux. For a given PANMA concentration, it was observed that pure DMF gave better flux than DMF-THF mixture. This may be attributed to the formation of a more dense skin layer due to the higher volatility of THF and reduced solubility of PANMA in THF. Further, for the same membrane, the flux decreased with the increase of solute molecular weight in the order: PEG-35KDa > Dextran-77KDa > PEO-100 KDa.



Variation of flux with solute molecular weight



Variation of separation with solute molecular weight

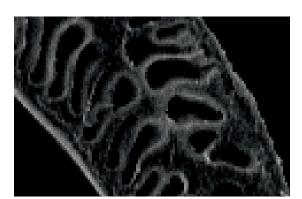
#### III. Development of indigenous hollow fiber (HF) ultrafiltration (UF) membranes

The above work was initiated to develop indigenous cost effective hollow fiber ultra filtration membrane technology for water purification. Such membranes are useful for very effective removal of pathogens and colloidal materials from water for standalone applications and also as a pre-filter of RO. Besides applications in potable water segment, these membranes may also be used for water clarification in different industries and for different value added industrial separations. The key advantage of HF over flat sheet UF membrane is the relative ease of back flushing.

PS and PANMA-based hollow fiber membranes (OD:  $\sim 1000~\mu m$ ; ID:  $\sim 700~\mu m$ ) were made by extruding the polymer from double orifice spinneret using water as the bore forming liquid as well as the gelation medium for outer layer phase inversion of the fiber. In the preparation of p o l y s u l p h o n e H F m e m b r a n e s , polyvinylpyrrolidone (PVP-35K) was used as an additive to alter the morphology (pore size

and porosity) of the hollow fibers. The stability and separation characteristics of the hollow fibers were found to be dependent on various parameters like composition of spinning polymer dope, fiber extrusion rate, nature and flow rate of bore liquid, etc. Spinning conditions were optimized to obtain defect-free hollow fibers. It was observed that PANMA fibers are smoother and more flexible than polysulphone fibers in wet condition but became brittle when dried even partially. This could be overcome by conditioning the PANMA membranes in water containing 50% of glycerol/ethyleneglycol. SEM photographs showed that the hollow fiber possesses double active layer, i.e, both inside the bore surface and on the outer surface. This may be due to the fact that the initial phase inversion of the fiber occurs inside the bore which stabilizes the shell structure. The phase inversion of the outer layer of the fiber occurs only upon entering the gelation bath containing water.



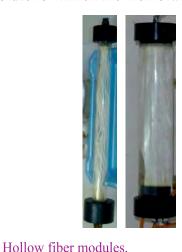




SEM micrographs of hollow fibers showing double active layer

30 cm long hollow fiber cartridges containing 25-100 fibers each were fabricated for performance evaluation. Different types of adhesives were employed for selecting the most suitable one for potting the fibers together without damaging the hollow fibers and also to avoid intermixing of feed and permeate streams during operation. The fibers were evaluated for pure water permeation and molecular weight cut off (MWCO) values using dextrans of different molecular weight as the probe solutes. MWCO is defined as the minimum molecular weight of the solute for which the membrane rejection is 90%

and more. MWCO values were measured by passing 500-1000 ppm aqueous solutions of different molecular weight of dextrans at 2 kg/cm² applied pressure and measuring the concentration of the solute in the feed and permeate by size exclusion chromatography. The Table below provides the spinning conditions and the performance of the hollow fiber modules. There is scope to improve the membrane production process to enhance fibre strength and consistency of performance. Similarly, the module fabrication also requires improvements.





Fiber length: 30 cm; No of fibers: 25-100

HF module testing

Spinning conditions and characteristics of hollow fiber membranes

Batch no.	Sp	inning dope	ning dope composition (%)			% Rejection of
	PS	PAN	PVP	DMF	(LMH)	PEO 100 KDa
1	20	-	4	76	51	90-96
2	24	-	0	76	22	92-98
3	26	-	4	70	21	80-97
4	-	16	0	84	163	80-95
5	-	18	0	82		

#### Surface modification of hollow fiber membranes

Surface modification of the hollow fiber with a thin layer of poly(sulfopropyl methacrylate), which contains negatively charged SO<sub>3</sub>H as the pendant group was carried out by free radical redox polymerization of the monomer. Modules of the modified fibers were made and evaluated

for the removal of hardness from water. Interestingly, the surface modified fibers showed 35-40% rejection of  $Na_2SO_4$  when tested with 500 ppm solution whereas no such rejection was seen with the unmodified fibers. Further studies are in progress.

Dort	ormance	of our	faaa m	adifiad	h_11	OTT	fibora
Lell	Offinance	or sur	lace III	oamea	поп	UW.	110618

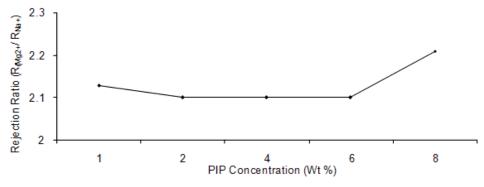
Madula Na	SPMA	Flux (	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> rejection (%)		
Module No.   Conc.(%)		Before modification	After modification	rejection (%)	
I	1	8.52	6.74	36	
II	2	5.68	4.37	34	
III	3	5.32	4.08	38	
IV	4	5.68	4.26	40	

#### IV. Development of nanofiltration (NF) membranes

In continuation of previous work on development of nanofiltration membranes, different polymer combinations were studied to improve the performance with respect to separation of bivalent ions from monovalent ions. The work mainly focused on (i) preparation and surface modification of poly (piperazinetrimesamide) composite membrane, and (ii) preparation of poly (m-phenylenediamine-trimesomaide) composite membrane using varying reactant concentrations and pH.

NF membranes having poly (piperazinetrimesamide) skin layer were prepared under different conditions such as variations in the concentrations of piperazine (PIP) and trimesoyl chloride (TMC), reaction conditions, drying time after dipping in

piperazine solution, environmental humidity, etc. Membranes were characterized by different techniques like FTIR for surface chemistry, SEM for morphology, contact angle for surface hydrophilicity and molecular weight cut-off values. The influence of the membrane preparation conditions on the flux and bivalent to monovalent separation factor were studied. It was observed that at a fixed concentration of TMC, the rejection ratio of Mg<sup>2+</sup> to Na<sup>+</sup> ions remained almost unaffected at about 2.1 with the increase of PIP concentration from 1% to 6% in the reaction solution, and further increase in PIP concentration (>6%) caused a slight increase in the rejection ratio. Since these studies were conducted with mixed monovalent and divalent anions, Mg<sup>2+</sup> to Na<sup>+</sup> rejection ratio was influenced by the associated anions and it is needed to be considered in future studies.

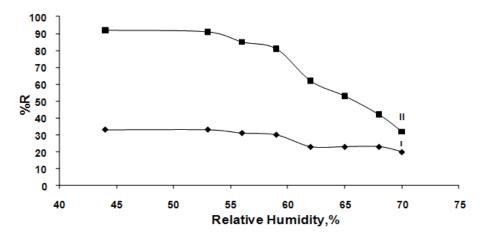


Variation of rejection ratio with PIP concentration (NaCl: 2500ppm, MgSO<sub>4</sub>: 500 ppm)



Formation of polyamide is influenced by the relative humidity in atmosphere. The separations of the membrane prepared at 42% relative humidity were about 92% and 34% for MgSO<sub>4</sub> and NaCl, respectively. The solute rejection decreased at a considerably faster rate when the RH was >55%, especially in the case of

MgSO<sub>4</sub>, and dropped to 35% for the membrane prepared at 70% relative humidity. QENS studies as done with polyamide RO membrane composition were also carried out with the PIP-TMC NF polyamide material and similar conclusions were obtained as with RO polyamide.



Variation of rejection ratio with PIP concentration (NaCl: 2500ppm, MgSO<sub>4</sub>: 500 ppm)

Performance of optimized PIP NF membrane for brackish water treatment (Operating pressure-125 psi; Membrane flux- 81.3 Lm<sup>-2</sup>h<sup>-1</sup>)

Ions	Feed Conc. ppm	Permeate Conc. ppm	%R
Na <sup>+</sup>	790	529	33
Cl	1508	826	45.2
Ca <sup>++</sup>	136	15	89.0
Mg <sup>++</sup>	84	6.6	92.1
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	352	2.4	99.3

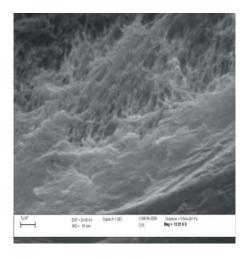
Performance of optimized PIP NF membrane for seawater treatment

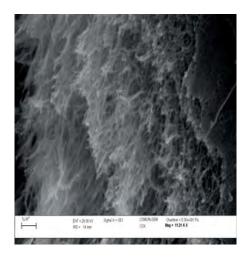
Applied Metal		Concentration of	Metal ion (PPM)	%	Flux
Pressure (psi)	ion	Feed	Permeate	Rejection	$(\mathbf{Lm}^{-2}\mathbf{h}^{-1})$
	Na <sup>+</sup>	6736	4782	29.0	
	C1 <sup>-</sup>	14466	9673	33.1	
150	Ca <sup>++</sup>	769	166	78.3	30.5
	$\mathrm{Mg}^{\scriptscriptstyle{++}}$	964	80	93.1	
	$SO_4^{2-}$	2458	13	99.5	

	Na <sup>+</sup>	6566	4496	31.5	
	Cl <sup>-</sup>	14466	9319	35.6	
250	Ca <sup>++</sup>	794	192	76.0	42.7
	Mg <sup>++</sup>	980	96	90.2	
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2542	27	98.9	
	Na <sup>+</sup>	6629	4540	31.5	
	C1 <sup>-</sup>	14466	9321	35.5	
350	Ca <sup>++</sup>	766	151	80.3	50.4
	Mg <sup>++</sup>	935	73	92.2	
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2423	36	98.5	
	Na <sup>+</sup>	6258	4255	32.0	
400	C1 <sup>-</sup>	14466	9496	34.3	
	Ca <sup>++</sup>	768	148	80.7	63.0
	Mg <sup>++</sup>	937	82	91.3	
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2526	20	99.2	

The performance of PIP-based TFC membranes was studied continuously for fifteen days (daily 8 hours) in small test kits using seawater of TDS 40,000 ppm. The cross sectional morphology of

the virgin and the used membranes (in operation for 15 days) was studied by SEM and no obvious change in surface morphology was seen.



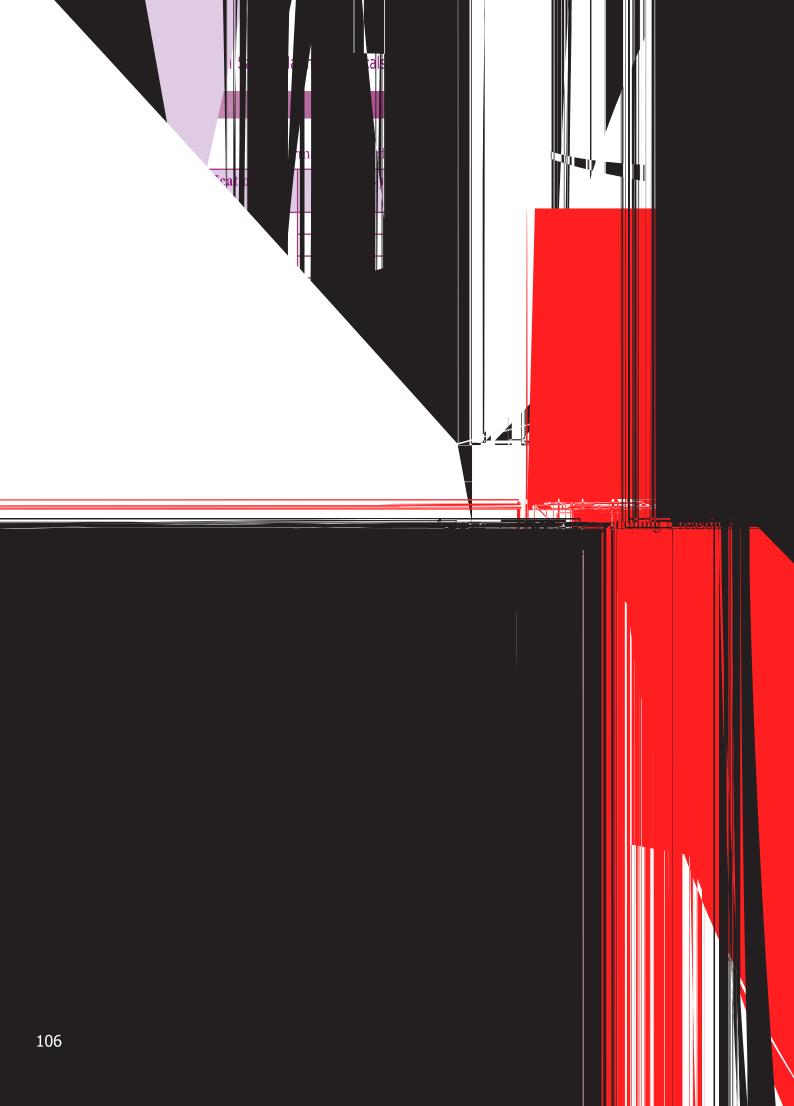


Cross-sectional SEM photographs of polypiperazinamide NF membrane a): Virgin membrane b): After continuous operation

#### Surface modification of NF membrane

Surface modification of PIP NF membrane having rejections of about 16% for NaCl (Feed: 2500 ppm) and 53% for MgSO<sub>4</sub> (Feed: 1000 ppm) was carried out by: i) physical adsorption of poly(4-styrenesulfonic acid) sodium salt (PSS) or polyethyleneimine, and ii) formation of semi-interpenetrating polymer network by free radical redox polymerization of acrylic acid. The

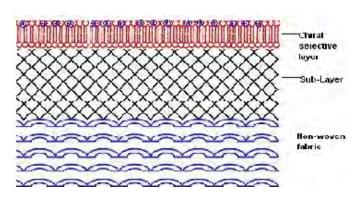
performances of the modified membranes were tested for different salt solutions and the representative results are shown in the Table below. The data indicate that the water flux of the modified membranes decreased very substantially and hence this approach may not yield the desired results.



#### VI. Chiral membranes

Chiral membranes were prepared and optical resolution of racemic mixtures of  $\alpha$  amino acids was performed. Asymmetric membranes were prepared by creating semi-interpenetrating network of BSA. The composite membrane was prepared interfacial polymerizing dibasic amino

acids with piperazine and trimesoyl chloride. The interfacial polymerization scheme has been shown in figure. The composite membrane consists of top thin chiral discriminating layer and micro porous sub layer as shown in figure.



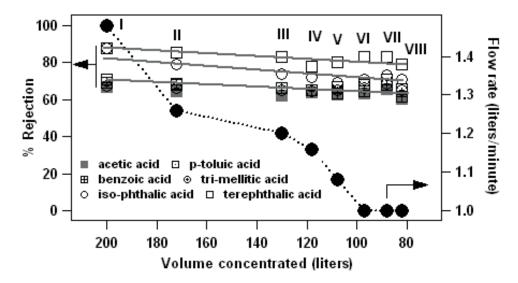
Composite membrane

Reaction scheme of chiral selective layer preparation

#### VII. Treatment of water effluents with RO and UF membranes

Keeping in view that the organic oxidative products of leather and some other industrial effluents are mostly aromatic carboxylic acids, a pilot scale TFC RO membrane unit having 4040 module was fabricated and evaluated for water recovery from water containing acetic acid and different aromatic acids. Water recovery from this type of effluent allows the concentration of the aromatic acids which may be reused. The

figure below shows the RO membrane performance as a function of the extent of recovery. It was observed that beyond 30% recovery there is a sharp drop in the permeate flux. It was also found that terephthalic acid and iso-phthalic acid had higher rejection efficiencies compared to the others. This may be ascribed to the presence of two carboxylic acid groups as against one for the others.



Rejection efficiency and product flow rate as a function of volume concentrated for organic acid-water effluent



Another application of the indigenous TFC RO 4040 membrane module studied was for water reclamation from grey-water containing organic surfactant and 500-2000 ppm TDS. It was observed that the removal of organic surfactant was more than 95% and the treated product water quality was similar to the normal water. The water flux behavior was affected by the type of

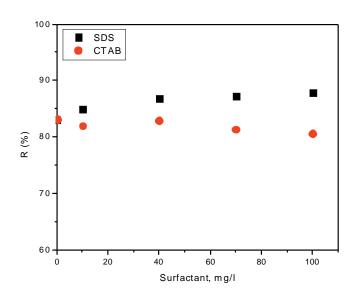
surfactant in the feed. This may be due to the fact that surface active agents alter the surface potential of the membrane thereby affecting the performance. The studies with different known surfactants indicated high flux for negatively charged surfactant and low flux for positively charged surfactant.

RO treatment of water with organic surfactants

Feed, ppm				Product, ppm		Product rate
	Organic	TDS	% Mg	Organic	TDS	(liters/min.)
Brackish water with surfactant type-1						
(i)	5.11	2120	0	2.28	186	4.6
(ii)	5.53	837	0	2.09	87	4.2
(iii)	6.13	2160	20	2.68	249	4.2
(iv)	5.13	1510	30	1.87	165	4.2
Brackish water with surfactant type-2						
(i)	34.01	2000	0	2.01	136	2.8
(ii)	33.71	701	0	2.37	62	3.0
(iii)	23.10	2270	20	3.57	246	2.8
(iv)	30.60	1460	29	2.01	136	3.0

In yet another application, removal of pesticides such as atrazine and simazine were attempted in the presence of anionic (SDS) and cationic (CTAB) surfactants. It was observed that the TFC membrane is quite good for pesticide removal. Interestingly, for experiments

conducted with simazine (0.5 mg/L), the rejection improved from ca. 83% to 88% with increasing concentration of SDS (anionic surfactant) whereas a slight decrease in the rejection was observed with CTAB (cationic surfactant).



#### VIII. Polysulfone-azo composite membrane for bactericidal and bio-film inhibition

This study was carried out to surface modifiy polymeric membranes to bestow biocidal activity and thereby reduce bio-fouling. The modification process was based on the adsorption of *m*-phenylenediamine on the asymmetric polysulfone membrane followed by diazotization. The azo compound (Bismarck brown) thus formed on the membrane was characterized by LC-mass, UV-Vis spectra,

ATR-FTIR and SEM. The contact angle of the surface modified membrane decreased indicating the enhanced hydrophilic character of the surface. The modified membrane showed biocidal activity (for marine bacteria *Vibrio* sp.) and inhibited bio-film formation as evident from the ca. 10-fold reduction in bacterial count (see Table below).

#### Bacterial count on membranes

Type of modification	Set 1 (CFU mL <sup>-1</sup> )	Set 2 (CFU mL <sup>-1</sup> )
Virgin PS	$3.7 \times 10^6$	2.9 x 10 <sup>6</sup>
Virgin PS- H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	$1.6 \times 10^6$	2.4 x 10 <sup>6</sup>
Azo modified PS	$2.4 \times 10^{5}$	3.9 x 10 <sup>5</sup>
Azo modified PS- H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	$1.1 \times 10^{2}$	$7.3 \times 10^{2}$

# **ELECTRO MEMBRANE PROCESSES**

#### **Development of heterogeneous ion exchange membranes**

To avoid hazardous chemicals and reduce multiple stages involved in the preparation of interpolymer ion exchange membranes, particularly the anion exchange membrane, efforts have been continuing over several years to develop heterogeneous ion exchange membranes starting commercially available ion-exchange resins. In this approach, PVC powder was mixed with suitable solvent and made into a uniform solution. To this solution a calculated amount of powdered ion exchange resin was added and the slurry was then cast on a fabric.

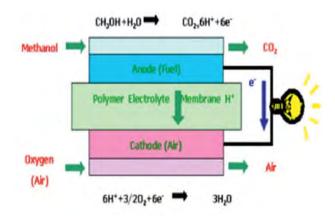
The membranes were subsequently dried and conditioned before testing. Although the properties of the membranes were generally satisfactory [thickness, 0.2 mm; ion exchange capacities of 1.2 meq/gm and 1.0 meq/gm for cation and anion exchange membranes, respectively; ionic resistance (in 0.1N KCl), 5-7 ohmcm<sup>2</sup>], the performance at stack level was not satisfactory and this was attributed to the presence of micro pinholes. Efforts will continue to overcome the current limitations



Casting machine for making heterogeneous membranes



# Development of a polymer electrolyte membrane (PEM) with low methanol crossover in direct methanol fuel cell application



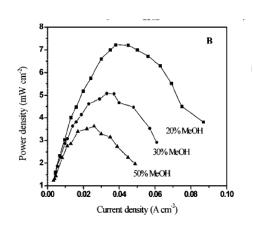
One of the ways to reduce emissions while providing the required amount of energy is to generate electricity through a fuel cell. Direct methanol fuel cells (DMFC) are promising alternatives to conventional batteries for portable applications and such devices have already been commercialised. A critical component of DMFC is the PEM. It is desirable that besides high proton-conductivity, the PEM should exhibit low fuel (methanol) cross-over, high chemical & mechanical stability, and be inexpensive at the same time. Perfluorinated sulfonic acid polymer membranes have been the PEM of choice thus far. However, these membranes are costly and prone to methanol permeability; indeed, up to 40% methanol may be lost in DMFC due to cross-over from anode to

cathode. On the other hand, non-perfluorinated membranes are sensitive to swelling and

lack of stability under strong oxidizing conditions. Organic-inorganic nanostructured composites constitute an emerging research field in PEM. These materials combine mechanical strength and thermal stability of the inorganic backbone with specific chemical functionality and flexibility of the organo functional groups. A nanocomposite PEM was synthesized at the institute from NCBC (N-pcarboxy benzyl chitosan), silica and PVA. Comparable activation energy for proton transport, current voltage polarization characteristics and relatively lower methanol permeability of these membranes compared with Nafion117 make the PEMs of considerable interest for DMFC appplication. results showed that, by controlling NCBC-silica content and cross-linking density, it is possible to tailor the desired architectures of hydrophobic and hydrophilic pathway. One limitation was the lower membrane conductivity opposite Nafion117 which will need to be overcome. Long term stability studies will also be necessary. The work received coverage in Nature India in view of its potential (J. Phys. Chem. B. 112, 15678, 2008).

$$\begin{array}{c|c} & & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & \\ & & & \\ & & & \\ & & & \\ &$$

Schematic structure of NCBC-silica-PVA cross-linked membrane



Current-voltage polarization curves for PCS-3-3 membrane with varying methanol concentration at 70 °C in air mode



doi:10.1038/nindia.2008.343; Published online 28 December 2008 Research highlight

### New fuel cell boosters

A new nanocomposite material has shown promise in boosting fuel cell efficiency — an application that might find potential use in making better bioelectrical devices, implantable batteries and biosesors. The material — a polyelectrolyte membrane for direct methanol fuel cells (DMFC) — has been made by modifying chitosan<sup>1</sup>.

Despite being nontoxic and biodegradable, on prolonged use chitosan has drawbacks like swelling and leaching out of proton carrier. To overcome this, the researchers prepared nanostructured N-p-carboxy benzyl chitosan (NCBC)-silica-poly (vinyl alcohol) hybrid proton exchange membranes (PEMs) for DMFC. Sophisticated imaging of the membranes revealed nano-sized silica particles homogenously distributed within the polymer matrix. Presence of cracks and holes on the membrane surface indicated the dense nature of the membrane.

The presence of water in the membrane phase is a prerequisite for high membrane conductivity. Both NCBC and silica acted as binders for water in the membrane matrix due to inter- and intra-molecular interaction. Increase in NCBC-silica content also revved up the proton conductivity even at high temperature.

The nanocomposite is environmentally benign, says lead researcher Vinod K. Shahi from the Electro-Membrane Processes Division of Central Salt and Marine Chemicals Research Institute, Gujarat.

### References

Tripathi, P. B. et al. Functionalized Organic-Inorganic Nanostructured N-p-Carboxy Benzyl Chitosan-Silica-PVA Hybrid Polyelectrolyte Complex as Proton Exchange Membrane for DMFC Applications. J. Phys. Chem. B. 112, 15678-15690 (2008) | Article | ChemPort |

### Development of modified domestic ED desalination unit

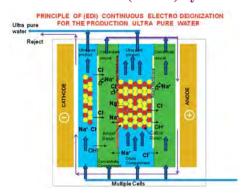


Domestic ED desalination unit was further modified by replacing the metallic cabinet with a plastic one reducing the total weight of the system. Switch Mode Power Supply was incorporated in place of the rectifier to make the unit compact and more cost effective. The unit can also optionally be operated with photovoltaic module. The capacity of the unit was increased to 15 lit/hr drinking water with TDS of 500-600 ppm from a brackish water feed of 2000 ppm. An inbuilt ozonator was also provided in the system for disinfection besides desalination. A key advantage of the process is high recovery (65%) of product water.

CSMCRI's modified domestic ED desalination unit

### Ultrapure water unit employing indigenous continuous electrodeionization (CEDI) system

During the period under review, the performance of the indigenously developed ultrapure water unit was further improved. The unit components were assembled in a cabinet. Further cost reduction was achieved by incorporating SMPS as reported above for the domestic ED unit. An UV system was also incorporated in the system. At the heart of the improvement of the ultrapure water unit was optimization of the CEDI system which takes ca. 40-50 ppm water from an RO







18E6Ω Ultrapure water unit

membrane module and converts it into still purer water (12-13 M $\Omega$ .cm) with continuous regeneration of the resin. Traces of ions are thereafter removed with a polishing resin to achieve the very high electrical resistivity (>18 M $\Omega$ .cm) essential for ultrapure water. The CEDI unit combines the benefits of ion exchange and electrodialysis while minimizing the problems associated with each of these separate technologies. The developed CEDI unit comprises commercial ion exchange resins and indigenously developed ion-exchange membranes. The module gets a DC voltage applied across it to help drive the ions into the reject stream. This allows the pure water to exit the module through the product stream. The ion exchange resin in EDI cell possessing high ionic conductivity overcomes the problem of high resistance encountered in the dilute compartments of an electrodialysis

cell. In the CEDI stack, the electrodes generate a potential gradient for ionic movement within the cell. At cation/anion (resin/resin and resin/membrane) interfaces water is dissociated into H<sup>+</sup> and OH<sup>-</sup>, which regenerate the resins on-line, so there is no wastage of chemicals and loss of time in regeneration of the resins. Analysis of fluid flow helped to improve the design of the CEDI unit for maximum turbulence without which the regeneration of the resin was found to be poor. The stack of improved design was fabricated in the institute's workshop and its superior performance was thereafter validated through extensive studies. Attempts are underway to develop quantitative understanding of the fluid flow inside a CEDI system through modeling studies.

Sr. No	Parameters	Value of ultra pure water from CEDI system of CSMCRI
1.	Feed water TDS (max)	500 ppm
2.	Resistivity	18.2 MΩ.cm at 25 °C
3.	Conductivity	0.054μS
4.	TOC (ppb)	1 ppb
5.	Pyrogens EU/ mL	
6.	Bacteria cfu/ mL	0
7.	Particles 0.22m	Nil
8.	pН	7.00
9.	Turbidity in NTU	0.03 to 0.04
10.	Flow rate	12 LPH

### Transfer of technology for desalting of glycolic acid



The technology for desalting of Glycolic Acid was transferred to M/s. Avid Organics Ltd., New Delhi after the successful completion of feasibility studies. It was shown that for an aqueous broth containing 8-12% inorganic salts besides the organic acid, ca. 85% of the salts present could be separated out with minimum loss of glycolic acid. A 1 TPD pilot plant was installed and operated in the factory premises of the party at Ankaleshwar.

1 TPD pilot plant for the desalting of glycolic acid installed & operated in the Premises of M/s. Avid Organics Ltd, Ankaleshwar

### Hybrid (ED-RO) membrane process for the desalination of high saline sea water



Although RO is an excellent method of desalination of seawater, the operating pressure can be very high – and the output low – when the salinity exceeds a certain limit. The technique of electrodialysis is also useful for desalination and the efficiency is the highest when the

conductivity of the water is high as is the case with seawater. On the other hand, the efficiency drops off as the TDS of the water becomes low. Recognising the complementarity of the two techniques, a hybrid ED-RO unit was designed and developed. Irrespective of the initial TDS of the seawater, the salinity of feed water as seen by the RO was 28,000-30,000 ppm which allowed for a more consistent RO operation. This unit was demonstrated for the first time to His Highness Sheik Saud of Ras al Khaimah (UAE) during his visit to the institute in May 2007. The technique may be useful in the middle east where the seawater salinity is in the vicinity of 40,000 ppm in certain locations, especially in summer months.

### Production of renewable energy by reverse electrodialysis process (RED)



Reverse electrodialysis (RED) system for the production of renewable energy

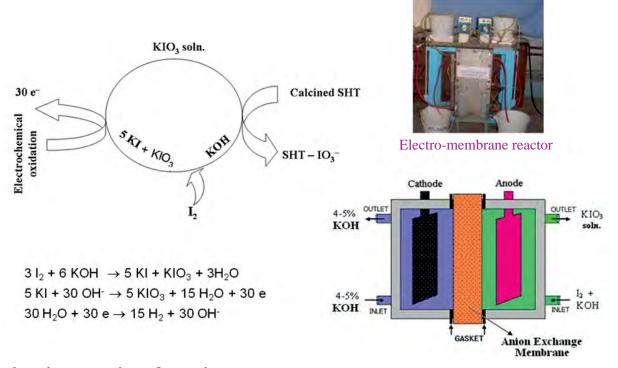
Whereas traditionally electrodialysis is used to remove salts from saline water by applying external electrical power, the reverse of the process as happens in concentration cells generates EMF due to the concentration gradient. Theoretically, electrically power can be generated till both compartments attain the same concentration as per the Nernst equation. Such situations exist in nature, e.g., when fresh water from rivers flows into the sea. Similarly, concentrated brines that are obtained during solar salt production can also be used to generated electricity when fresh water sources become available e.g., during monsoon time. Drawing on the institute's capability in electrodialysis a unit was devised for reverse electrodialysis. Seawater was taken in one chamber whereas fresh water was used in the other chamber. It was possible to produce ca. 3.5 W of power from a 60 cm x 30 cm stack containing 70 cell pairs of our indigenous ion exchange membranes. Future studies will address issues around maximization of power density, scale up and cost-effectiveness. Similar efforts in other parts of the world are noted.



### Development of a zero effluent process for preparation of SHT-iodate

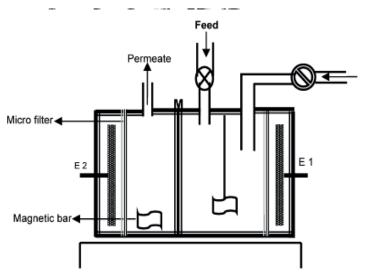
We have reported previously the preparation of a stable iodizing agent upon optimum loading of iodate into synthetic hydrotalcite. One shortcoming of the process was the lack of complete iodate uptake from the aqueous solution. It was further recognized that during iodate uptake and equivalent amount of hydroxide ion is generated in solution. A

process was subsequently developed to utilize the alkali so generated for production of an iodide-iodate mixture through the reaction with elemental iodine. The iodide was thereafter converted into iodate electrochemically and the solution thereafter reused directly. A green technology was thus born.



### **Isoelectric separation of proteins**

We have reported previously the preparation of a stable iodizing agent upon optimum loading of iodate into synthetic One shortcoming of the hydrotalcite. process was the lack of complete iodate uptake from the aqueous solution. It was further recognized that during iodate uptake and equivalent amount of hydroxide ion is generated in solution. A process was subsequently developed to utilize the alkali so generated for production of an iodide-iodate mixture through the reaction with elemental iodine. The iodide was thereafter converted into iodate electrochemically and the solution thereafter reused directly. A green technology was thus born.



Experimental cell for protein separation under coupled driving forces

# मेम्ब्रेन और विशिष्ट बहुलक प्रौद्योगिकी

### पतली संघटित (टीएफसी) आर ओ मेम्ब्रेन

बिना बुने हुए नोरिडल्स टी एस 100 या होलीटेक्स 3265 कपडे पर द्दढ़ीकृत किए हुए माइक्रोपोरस पोलीसल्फोन झिल्ली पर मेटाफीनील डायएमाइन तथा ट्राइ मेसाइल क्लोराइड के घोल द्वारा विभिन्न परिस्थितियों में उपचरित करके 1 मी चौडी तथा 60/90 मी लंबी प्रतिवर्ती रसाकर्षण पतली पोलीमाइड संघटित फील्म बनाई गई। विभिन्न प्रकार की टीएफसी तैयार करने में, बिना बुने कपडे का प्रकार, पश्चात उपचार में ग्लीसरोल से उपचरित करना और प्रक्रिया समय आदि समाविष्ट हैं। नमकीन तथा समुद्री जल के अपक्षारीकरण द्वारा इन टीएफसी मेम्ब्रेन के गुणधर्म अर्थात् क्षार अस्वीकृति प्रतिशतता तथा प्रवाह (gfd) निर्धारण किये गये।

नोरिंडल्स 100 से बनाई गई टीएफसी मेम्ब्रेन ने 2500 पीपीएम संपूरित जल में से 250 पीएसआइ दाब पर 39 gfd प्रवाह के साथ 94±2 % उच्च क्षार अस्वीकृति दर्शायी। जबिक होलीटेक्स 3265 (बिना बुने कपडे मे से) से बनाई गई टीएफसी मेम्ब्रेन ने पहले की तुलना में नमकीन जल के अपक्षारीकरण में थोड़ा उच्च प्रवाह तथा कम क्षार की अस्वीकृति (89.3–91.8) दर्शायी।

नोरडिल्स टीएस 100 से बनाई गई टीएफसी मेम्ब्रेन द्वारा

31000 - 35000 पीपीएम वाले समुद्री जल को 600 पीएसआई दाब पर उपचरित करने से 35-42 ली / घण्टा प्रवाह के साथ 90-91 % क्षार की अस्वीकृति दर्शायी। इसी प्रकार वही टीएफसी मेम्ब्रेन 900 पीएसआई दाब पर उपचरित करने पर 69-74 ली / घंटा प्रवाह के साथ 95-96% क्षार की अस्वीकृति दर्शायी। इस तरह से 2000 पीपीएम टीडीएस वाला उपचरित जल प्राप्त हुआ। इस प्रकार से नोरडिल्स के आधार पर अन्य बेच में बनाई गई मेम्ब्रेन ने भी समान कार्य प्रदर्शन किया। इसकी तुलना में होलीटेक्स 3265 से बनाई गई टीएफसी मेम्ब्रेन ने 600 तथा 900 परिचालित दाब पर निम्न क्षार अस्वीकृति (86-87 %) तथा निम्न प्रवाह दर्शाया। यह दर्शाता है कि द्दृविकृत कपड़े का प्रकार पोलीसल्फोन स्तर आकारिकी को विशेष रुप से प्रभावित करता है जो बाद में पोलीएमाइड के स्तर की आकारिकी को अंततः मेम्ब्रेन के कार्य प्रदर्शन को प्रभावित करता है। इस तरह से अनुकूल पोलीसल्फोन स्तर बनाने की विविध परिस्थितियों से उच्च कार्य प्रदर्शनवाली टीएफसी मेम्ब्रेन बनाने की अनुकूलतम विधि जानी गई। इस प्रकार स्वदेशी बिना बुने हुए कपडे पर टीएफसी मेम्ब्रेन विकास करने का प्रयत्न जारी है।

### टीएफसी मेम्ब्रेन के कार्य प्रदर्शन पर ग्लीसरोल का प्रभाव

टीएफसी मेम्ब्रेन का जलप्रवाह तथा क्षार अस्वीकृति के लिए दीर्घकालीन उपयोग हेतु विभिन्न मात्रा में ग्लीसरोल द्वारा पश्चात उपचार संबंधी अध्ययन किया गया। बाद में प्रत्येक मेम्ब्रेन का शुरु, मध्य तथा अंत भाग लेकर 24 – 28 कूपन परीक्षण किये गये तथा प्रवाह तथा क्षार अस्वीकृति प्रदर्शन देखा गया तथा साथ ही 8040 मेम्ब्रेन मोडयूल द्वारा 2000 पीपीएम वाले संपूरित जल को 250 पीएसआई दाब पर उपचरित करके प्रवाह तथा क्षार अस्वीकृति क्षमता देखी गई। 4% ग्लीसरोल से उपचरित की गई टीएफसी मेम्ब्रेन के

मोडयूल का प्रवाह कूपन परीक्षण से आधा पाया गया और क्षार अस्वीकृति कीट लेवल से 2-3% कम पाई गई। 10% ग्लीसरोल से उपचरित की गई टीएफसी मेम्ब्रेन मोडयूल ने सामान्य मोडयूल से दुगुना प्रवाह प्राप्त किया गया है अतः यह कहा जाता है कि 10% ग्लीसरोल से उपचरित टीएफसी मेम्ब्रेन विशेष उचित है क्योंकि इससे मेम्ब्रेन के छिद्रों की सरंचना यथावत रहती है तथा मेम्ब्रेन को लंबे समय तक आर्द्र रखा जा सकता है, इससे मेम्ब्रेन का पोलीएमाइड स्तर यथावत रहता है।

### टीएफसी मेम्ब्रेन पर पोलीएमाइड के द्विस्तर का प्रभाव

मेम्ब्रेन की कार्यक्षमता पर पोलीएमाइड स्तर की स्थूलता के प्रभाव की जाँच करने के लिए कुछ अन्य संघटित मेम्ब्रेन पर इन्टरफेसीयल पोलीमराइजेशन प्रक्रिया द्वारा पोलीएमाइड का दूसरा स्तर बनाया गया। मेम्ब्रेन की पृथक्करण क्षमता के विवरण अनुसार, कम सांद्रतावाले संपूरित जल (2000 पीपीएम) के अपक्षारीकरण के लिए एक स्तरीय टीएफसी

मेम्ब्रेन ने प्रवाह तथा क्षार अस्वीकृति में अच्छा कार्य किया। उसी मेम्ब्रेन से बनाये गये 4040 कदवाले मोडयूल द्वारा 600/900 पीएसआई दाब पर अति सांद्र जल को उपचरित करके कार्यप्रदर्शन देखा गया। यह पता चला कि एक स्तरीय टीएफसी मेम्ब्रेन द्वारा 25000-3000° पीपीएम टीडीएस वाले जल को उपचरित करने से 89-92 % क्षार अस्वीकृति



तथा 2.6-3.0 ली / मिनट प्रवाह के साथ 20% उत्पादित जल की प्राप्ति हुई। जबिक द्विस्तरीय पोलीएमाइड टीएफसी मेम्ब्रेन ने (नमक अस्वीकृति 79 -86%, प्रवाह 1.2 ली/मिनट) निम्न कार्यप्रदर्शन दर्शाया।

### सूक्ष्म निस्यंदन (नेनोफील्ट्रेशन) मेम्ब्रेन का विकास

नमकीन / समुद्री जल की सखताई (हार्डनेस) दूर करके पेय जल का उत्पादन करने तथा घरेलू एवम् औद्योगिक उपयोग हेतु जल प्राप्ति के लिए उचित नेनोफील्ट्रेशन मेम्ब्रेन बनाने का मुख्य उद्देश्य था। इच्छित एनएफ मेम्ब्रेन बनाने के लिये दाे अलग अभागम अपनाये गये (1) पोली(पाइपरेजीन—ट्राइमेसेमाइड) संघटित मेम्ब्रेन की सतह परिवर्तन (2) पोली (मेटा—फिनीलडाइएमाइन) ट्राइमेसेमाइड संघटित मेम्ब्रेन को प्रतिक्रियकों की विविध सांद्रता तथा pH के उपयोग करके बनाई गई।

### पोली (पाइपरेजीन-ट्राइमेसेमाइड) की सतह परिवर्तन एवं बनावट

पाइपरेजीन (PIP) तथा ट्राइमेसोल क्लोराइड की विभिन्न सांद्रता, प्रतिक्रियक परिस्थितियाँ, PIP आवरण का सुखने का समय, वातावरण की आर्द्रता आदि विभिन्न परिस्थितियों में पाइपरेजीन तथा ट्राइमेसोल क्लोराइड का यथावत इन्टरफेसीयल पोलीमराइजेशन द्वारा पोली पाइपरेजीन -ट्राइमेरोमाइड संघटित पतली फील्म मेम्ब्रेन तैयार की गई। सतही रासायणिक सरंचना के लिए FTIR, आकारिकी के लिए SEM, सतही जल अनुरागी के लिए संपर्क कोण तथा मोलेक्युलर वेट कट ऑफ जैसी तकनीक द्वारा इस मेम्ब्रेन के गुणधर्मो का परीक्षण किया गया। इस तरह से बनाई गई मेम्ब्रेन का एकल संयोजक तथा द्विसंयोजक धातु आयनों की अस्वीकृति तथा जलप्रवाह की क्षमता का गहन अभ्यास किया गया। यह देखा गया कि टीएमसी को निर्धारित सांद्रता पर बनाई गई मेम्ब्रेन द्वारा 2500 पीपीएम सोडीयम क्लोराइड तथा 500 पीपीएम मेग्नेश्यिम सल्फेट वाले संपूरित जल को उपचरित करने से अस्वीकृति अनुपात 2:1 अप्रभावी रहा। PIP 1% से 6% या 6% अधिक सांद्रता बढ़ाने पर अस्वीकृति अनुपात में नहीवत् वृद्धि हुई।

इन्टरफेसीयल पोलीमराइजेशन प्रक्रिया के दौरान पाइपरेजीन तथा ट्राइमेसोल क्लोराइड के बीच प्रतिक्रिया में वातावरण की विभिन्न आर्द्रता का असर होने से पोलीएमाइड सरंचना प्रभावित होती है। वातावरण की विभिन्न आर्द्रता में तैयार की गई मेम्ब्रेन की क्षार अस्वीकृति का परीक्षण किया गया। इससे पता चला कि वातावरण की आर्द्रता कम करने से क्षार की अस्वीकृति ही नहीं बल्कि एकल संयोजक तथा द्विसंयोजकों की अस्वीकृति के अंतर में भी वृद्धि हुई। 42% सापेक्ष आर्द्रता पर बनाई गई मेम्ब्रेन ने मेग्नेश्यिम सल्फेट तथा सोडियम क्लोराइड की क्रमशः 92% तथा 34% अस्वीकृति दर्शायी। सापेक्ष आर्द्रता 55% से ज्यादा करने पर विलेय की अस्वीकृति उल्लेखनीय तेज़ दर से कम हो गई। विशेष रुप से मेग्नेश्यम सल्फेट के मामले में 70% सापेक्ष

आर्द्रता पर तैयार की गई मेम्ब्रेन द्वारा अस्वीकृति 35% हो गई। PIP-TMC-NG मेम्ब्रेन का, QENS से अध्ययन से करने पर ज्ञात हुआ है कि इसका गुणधर्म एवं कार्य प्रदर्शन आर ओ मेम्ब्रेन के समान ही है।

कृत्रिम रुप से बनाये गये मिश्र इलेक्ट्रोलाइट विलायक तथा 125 - 400 पीएसआइ दाब पर समुद्री जल का उपयोग करके नमकीन जल परिस्थितियों में मेम्ब्रेन के क्षार विहीनीकरण कार्यप्रदर्शन का अभ्यास किया गया। संपूरित तथा उत्पादित प्रवाही में विभिन्न आयनों की सांद्रता निर्धारण के लिए इन्डक्टीवली कपल्ड प्लाज़मा एमीशन स्पेक्ट्रोस्कोपी का उपयोग किया गया। क्लोराइड आयन की सांद्रता का अनुमान टाइट्रीमेट्रीक पद्धित द्वारा किया गया।

यह ज्ञात हुआ कि नेनोफील्ट्रेशन मेम्ब्रेन द्वारा द्विसंयोजी मेग्नेश्यम आयन (90-93%) की अस्वीकृति एकल संयोगी सोडियम आयन (29 - 32 %) की तुलना में 60% ज्यादा हुई। उसी प्रकार इससे द्विसंयोजी सल्फेट आयन तथा एकल संयोजी क्लोराइड आयन में समान अस्वीकृति पाई गई। यह देखा गया कि दाब बढाने से, विभिन्न आयनों की अस्वीकृति में विशेष परिवर्तन बगैर प्रवाह में भी वृद्धि पाई गई। 40,000 पीपीएम वाले समुद्री जल का उपयोग करके, छोटे परीक्षण कीट में निरंतर 15 दिन तक (प्रतिदिन 8 घण्टा) PIP आधारित टीएफसी मेम्ब्रेन का अपक्षारीकरण कार्य प्रदर्शन का अध्ययन किया गया। इन्डकटीवली कपल्ड प्लाजुमा एमीशन स्पेक्ट्रोस्कोपी द्वारा समय समय पर उत्पादित जल में SO, , Mg तथा Na जैसे विभिन्न आयनों की सांद्रता नापी गई। यह देखा गया कि सतत उपयोग से इस मेम्ब्रेन की उक्त आयनों की अस्वीकृति की कार्यक्षमता में 3-4% कमी हुई। प्रयुक्त तथा बिनप्रयुक्त मेम्ब्रेन की प्रतिच्छेद आकारिकी का SEM द्वारा निरीक्षण करने पर पता चला कि इसकी सतही आकारिकी सतत उपयोग (15 दिन) के कारण दूषित नहीं हुई।

### एन एफ मेम्ब्रेन का सतही परिवर्तन

पॉलीपाइपरेजीन एमाइड एन एफ मेम्ब्रेन की सतह का परिवर्तन निम्न दो विधियों से किया (1) पोली (4— स्टाइरीन सल्फोनिक एसीड 3 (w/v)) सोडियम सॉल्ट का भौतिक अधिशोषण अथवा पोलीइथीलीन इमाइन (5 w/v) का भौतिक अधिशोषण करके (2) एक्रेलीक एसीड (0.5, 2, 5 % v/v) का फ्री रेडीकल रेडोक्स पोलीमराइजेशन द्वारा सेमी—इन्टरपेनीट्रेटींग पोलीमर नेटवर्क विकसित करके इस तरह से प्राप्त मेम्ब्रेन ने सोडीयम क्लोराइड (2500 पीपीएम)

का 16% तथा मेग्नेश्यम सल्फेट (1000 पीपीएम) की 53% अस्वीकृति दर्शायी। विभिन्न क्षारों के विलायकों के लिए परिवर्तित मेम्ब्रेन का अस्वीकृति परीक्षण किया गया। फलस्वरुप पता चला कि अपरिवर्तित उपचरित मेम्ब्रेन की तुलना में परिवर्तित मेम्ब्रेन द्वारा उत्पादित जल प्रवाह 40-60% कम हुआ जबकि क्षार अस्वीकृति 10-25% बढ़ी। यद्यपि विविध परिवर्तनों से युक्त मेम्ब्रेन द्वारा संयोजी तथा द्विसंयोजी विलेयों का अस्वीकृति अंतर लगभग 40% रहा।

### पोली (मेटा - फीनीलीनडायमाइनो ट्राइमेसेमाइड) आधारित एन एफ मेम्ब्रेन

एन एफ मेम्ब्रेन पर आंशिक MPD प्रोटोनेशन का असर देखने के लिए प्रयोग किए गए। विभिन्न परिस्थितियों में छिद्रल पोलीसल्फोन आधार पर MPD तथा TMC का इन्टरफेशीयल पोलीमराइजेशन द्वारा पोली मेटा फीनीलनडायमाइनो ट्राइमेसेमाइड के अवरोधक स्तर युक्त नेनो फील्ट्रेशन मेम्ब्रेन बनाई गई। एमाइन विलायकी pH 2.0 तथा 9.5 तथा एमाइन तथा क्लोराइड का सापेक्ष अनुपात 2.0: 0.1 से 0.8: 0.1 रखा गया। इस तरह से तैयार मेम्ब्रेन द्वारा 2500 पीपीएम वाले सोडियम क्लोराइड तथा 250 पीपीएम वाले मेग्नेश्यम सल्फेट के विलायक को संपूरित किया गया और देखा गया कि एमाइन और एसीड

क्लोराइड सांद्रता के निर्धारित अनुपात पर, pH मूल्य होने से मेम्ब्रेन का उत्पादित जल प्रवाह बढ़ता है तथा अस्वीकृति स्तर कम हुआ। जो दर्शाता है कि पोलीएमाइड अवरोधक स्तर शिथिल होने पर भी सोडियम आयन तथा मेग्नेशियम आयनों की अस्वीकृति अनुपात में वृद्धि हुई। निर्धारित pH पर एमाइन सांद्रता कम करने पर भी समान परिणाम ही प्राप्त हुए और उपयुक्त प्रवाह के साथ एकल तथा द्विसंयोजी आयनों के लिए 20 – 25 % अस्वीकृति अंतर पाया गया। पाइपेराइजेशन में निम्न एमाइन प्रतिक्रिया के समान इसमें भी एमाइन प्रतिक्रिया निम्न करने का प्रयास था।

# विलायक प्रतिरोधक झिल्ली का उपयोग करके राइस ब्रान्ड तैल से फासफोलिपिडस को पृथक कर उसे शुद्ध करना

राइस ब्रान तेल में फासफोलिपिडस की मात्रा 1-3% तक होता है जो एक प्रकार की तेल की अशुद्धि मानी जाती है। विलायक प्रतिरोधक झिल्ली का उपयोग कर फासफोलिपिडस को तेल से पृथक किया जा सकता है। विलायक प्रतिरोधक झिल्ली मैट्रिमिड 5218 पालीमर से बनाई गई। इस झिल्ली का उपयोग करके राइस ब्रान तेल से

फासफोलिपिडस को सफलतापूर्वक पृथक किया गया। शुद्ध किये गये तेल से भी कम पाई गई। इस प्रकार की झिल्ली का उपयोग करके एक 2 ½" मोटा और 1 मीटर लम्बा स्पाईरल मेम्ब्रेन मॉडल लगाकर तेल शुद्धिकरण यूनिट बनाया गया।

### कीराल झिल्लियाँ

दो प्रकार की कीराल झिल्लियाँ बनाई गई। एसिमेट्रिक झिल्ली तथा पतली संगठित झिल्ली। एसिमेट्रिक झिल्ली को बीएसए प्रोटीन का सेमी इन्टरपैनिट्रेटिंग जाल बनाकर किया गया। पतली संगठित झिल्ली को द्विक्षारीय अमीनो एसीडे, पाइपरेजीन तथा मेसाइल क्लोराइड को इन्टरफेसियल दग से पोलीमराइज करके बनाया गया। संगठित झिल्ली को पोलीसल्फोन की झिल्ली का उपयोग करके बनाया गया। कीराल झिल्ली का उपयोग करके अल्फा अमीनो एसीड के रेसमीक मिश्रण से कीराल शुद्ध आइसोमर्स को पृथक किया गया।



### होलोफाइबर मेम्ब्रेन का विकास

पानी में से रोगााणु (पेथोजेन्स), कोलाइडल मटीरीयल्स आदि दूर करने तथा आर ओ के लिए पूर्ण निस्यंदन जल के लिए, किफायती, स्वदेशी होलोफाइबर परानिस्यंदन मेम्ब्रेन प्रौद्योगिकी विकसित करने के उद्देश्य से होलोफाइबर मेम्ब्रेन पर कार्य शुरु किया गया। ऐसी होलोफाइबर मेम्ब्रेन का विभिन्न उद्योगों में पानी शुद्धिकरण के लिए तथा विभिन्न उद्योगों के बहिःस्त्रावों में से विलगन द्वारा मूल्यवृद्धि पदार्थ प्राप्त करने के लिए भी उपयोग किया जा सकता है। पोली सल्फोन (PS)तशा (एक्रीलोनाइट्राइल-को-मीथाएक्रेलीक एसीड) आधारित होलोफाइबर मेम्ब्रेन (OD-1000m; ID:700m) बनाने के लिए डबल ओरीफिस स्पीनरेट में से होलोफाइबर का रिसाव करके. पानी का छेद संरचक के रुप में तथा प्रवाही को प्रवाही में से ठोस अवस्था में परिवर्तन करने के लिये उपयोग किया गया। होलोफाइबर की आकारिकी छेद का कद तथा सरंध्रता में परिवर्तित करने के लिए पोलीसल्फोन होलोफाइबर मेम्ब्रेन बनाते समय योजक के रुप में पोलीविनाइलपाइरोलीडोन (PVP-35K) का उपयोग किया गया। होलोफाइबर मेम्ब्रेन के स्थिरता तथा विलगन गुणधर्म का आधार कम्पोजीशन स्पीनींग पोलीमर डोप, फाइबर रिसाव दर, छेदक प्रवाही का प्रकार तथा बहाव दर आदि पर निर्भर करता है। दोषमुक्त होलोफाइबर प्राप्त करने के लिए उचित स्पीनींग परिस्थितियों का अनुकूलन किया गया। यह देखा गया कि पोलीसल्फोन फाइबर की तुलना में PANMA फाइबर विशेष चिकने होते हैं पर थोडा सा

### होलोफाइबर मेम्ब्रेन का सतह परिवर्तन

पोली (सल्फो प्रोपाइल मीथाएक्रीलेट) के पतले स्तर में ऋणभार आवेशित मुक्त SO3H कार्यसमूह के ऋणभार को एकलक के फ्री रेडीकल रेडोक्स पोलीमराइजेशन द्वारा होलो फाइबर की सतह में परिवर्तन किया गया। इस तरह से परिवर्तित फाइबर के मोडयुल बनाये गये जिसका पानी में से सखताई दूर करने के लिए परीक्षण किया गया। यह देखा

सूखने पर भी टूट जाता है। अतः इस समस्या को दूर करने के लिए PANMA फाइबर को 50% ग्लीसरोल / इथीलीन ग्लायकोल पानी में मिलाकर उपचरित किया गया। तत्पश्चात SEM द्वारा परीक्षण करने से पता चला कि होलोफाइबर में दो सक्रिय स्तर हैं अर्थात् छेद की आंतरिक तथा बाह्य दोनों तरफ ये बनने का कारण यह था कि प्रारंभिक अवस्था परिवर्तन फाइबर के आंतरिक स्तर में हुआ जिससे आंतरिक सरंचना स्थिर हुई और बाह्य स्तर की अवस्था परिवर्तन फाइबर का पानी के जिलेशन बाथ में प्रवेश होने से हुआ।

25-100 होलोफाइबरवाली 30 सेमी लम्बी होलोफाइबर कार्टिज बनाकर उसके कार्यप्रदर्शन की जाँच की गई। परिचालन के दौरान संपूरित तथा उत्पादित जल मिश्र होने से रोकने के लिए तथा होलोफाइबर को नुकशान किये बगैर रखने के लिए उपयुक्त आसंजक (एडहेशिव) पसंद करने हेतु विभिन्न योजकों का उपयोग किया गया। इस तरह से बनाये गये फाइबर की शुद्ध जल पारगम्यता तथा मोलेक्युलर वेट कट ऑफ वेल्यु का परीक्षण करने के लिए डेक्सट्रॉन के विविध आण्विक भार का उपयोग किया गया। जिस विलायक को न्यूनतम आण्विक भार पर मेम्ब्रेन द्वारा 90% या अधिक अस्वीकृति प्राप्त होती है उसे मोलेक्युलर कट ऑफ वेल्यु नापने के लिए डेक्सट्रॉन के विभिन्न आण्विक भार वाले 500-1000 पीपीएम वाले जलीय विलायक को 2 किग्रा/cm² के दाब पर पारित किया गया, तत्पश्चात विलायक की सांद्रता नापी गई।

गया कि 500 पीपीएम वाले सोडियम सल्फेट विलायक से इस मेम्ब्रेन द्वारा 34-40% सोडियम सल्फेट की अस्वीकृति पाई गई। अपरिवर्तित फाइबर मेम्ब्रेन से किसी भी प्रकार की अस्वीकृति प्राप्त नहीं हुई। परिवर्तित फाइबर द्वारा  $Na_2So_4$  की अस्वीकृति फाइबर की सतह पर ऋणभार आवेशित सल्फोनिक एसीड समूह के कारण है।

### आर ओ तथा परानिस्यंदन मेम्ब्रेन द्वारा बहिःस्त्राव जल का उपचार

चर्म उद्योग, तथा अन्य औद्योगिक बिहःस्त्रावों में ज्यादातर सुगंधित कार्बोक्सीलीक एसीड युक्त होते हैं उस को ध्यान में रखते हुए, एसेटिक एसीड तथा विभिन्न सुगंधित एसीड युक्त जल में से शुद्ध जल की प्राप्ति हेतु पायलट स्केल पर टीएफसी आर ओ यूनिट का 4040 कद का मोडयुल बनाकर परीक्षण किया गया। इस तरह से प्राप्त जल के बाद बचे हुए सांद्रित सुगंधित एसीड को जलाया जाता है। इस आर ओ

मेम्ब्रेन की अस्वीकृति तथा उत्पादित प्रवाह दर की कार्यक्षमता जानने के लिए कार्बनिक एसीड युक्त बिहःस्त्राव को क्रमशः 9 बार उपचरित किया गया। 200 लीटर संपूरित जल से 75% उत्पादित जल अर्थात् 150 लीटर उत्पादित जल की प्राप्ति हुई। इस प्रक्रिया के दौरान धीरे धीरे एसेटीक एसीड की अस्वीकृति की क्षमता 67% से 62% तक कम हो गई। कार्बनिक एसीड के बिहःस्त्राव से उत्पादि जल प्रवाह



दर प्रारंभ में 100ली / घण्टा नापा गया जो बाद में 75% उत्पादित जल पर 60 ली / घण्टा कम हो गया। संपूरित तथा उत्पादित जल का विश्लेषण करने पर सबसे ज्यादा अस्वीकृति टरथेलीक एसीड के लिए दर्शायी जो प्रारंभ में लगभग 90% थी और अंतिम चरण पर 50% पाई गई।

कार्बनिक एसीड की कुल अस्वीकृति 85%75% प्राप्ति पर थी। 500-2000 पीपीएम टीडीएस क्षारयुक्त तथा कार्बनिक सरफेकटन्ट युक्त धुंधले पानी को उपचरित करके जल प्राप्ति हेतु पाइलोट स्केल पर टीएफसी आर ओ प्लान्ट का उपयोग किया गया। यह देखा गया कि इससे 95% कार्बनिक सरफेकटन्ट दूर हुए और उत्पादित जल सामान्य जल के समान प्राप्त किया गया। उत्पादित जल प्रवाह की प्राप्ति, संपूरित जल के सरफेकटन्ट के प्रकार पर आधारित है। इसका कारण यह है कि सतही सक्रिय एजन्ट मेम्ब्रेन की सतह परिवर्तित करते हैं। अतः मेम्ब्रेन का कार्य प्रदर्शन प्रभावित होता है। ऋणभार आवेशित सरफेकटन्ट निम्न प्रवाह देते हैं।

अन्य उपयोग में, अट्राजीन, सीमाजीन, फेनोलीक व्युतपन्नों आदि कीटनाशी को हटाने के लिए पतली संघटित आर ओ फील्म मेम्ब्रेन का उपयोग, सोडीयम डोडेसाइल सल्फेट (SDS) अथवा के टीओ निक सरफे कटन्ट

सेटाइलट्रीमेथीलमेमोनीयम (CTAB) की उपस्थिति में किया गया। यह देखा गया कि कीटनाशीको को हटाने में टीएफसी मेम्ब्रेन बहुत अच्छी है। सीमाजीन (0.5 mg/l) के साथ प्रयोग करते समय SDS की सांद्रता बढ़ाने पर अस्वीकृति क्षमता 83 से 88% बढ़ी जबकि CTAB के साथ अस्वीकृति थोडी कम हुई।

उपरी भाग में जल अनुरागी समूह तथा निम्न भाग में जलविरागी समूह युक्त सरफेकटन्ट सतह अधिशोषण, कोड तथा को मिसेलीजेशन में विभाजन जैसी विभिन्न क्रियाओं द्वारा कीटनाशी के साथ परस्पर क्रिया करने में कार्यक्षम होते हैं। ऐसा मानना है कि कीटनाशी का सरफेकटन्ट के जलविरागी कोड में विभाजन होने से प्रदूषक के विलगन को प्रभावित करेगा। विभिन्न सरफेकटन्टस की कीटनाशकों के लिए बंधक क्षमता तथा मिशेलाजेशन क्रिया भिन्न होती हैं जिससे एक ही मेम्ब्रेन विभिन्न विलगन क्रिया दर्शाती है। एक ही मेम्ब्रेन की विलगन क्षमता, विलेय का कद, सरंघ्रता तथा जल विरागी लक्षण पर निर्भर करती है। सरफेकटन्ट सहित तथा रहित टीएससी मेम्ब्रेन से ज्ञात होता है कि SDS जैसे ऋणायनिक सरफेकटन्ट अस्वीकृति बढ़ाते हैं जबिक CTAB जैसे धनायनिक सरफेकटन्ट अस्वीकृति बढ़ाते हैं जबिक करते हैं।

### आर ओ मोडयुल के सांद्रित प्रवाह में से अतिरिक्त फ्लोराइड दूर करना

पलोराइड युक्त नमकीन जल का आर ओ तकनीक से अपक्षारीकरण करने से आर ओ के सांद्रित प्रवाह में पलोराइड तथा क्षार की सांद्रता बढ़ती है। उदाहरण के तौर पर, 3-5 पीपीएम पलोराइड युक्त संपूरित जल उपचरित करने से आर ओ सांद्रित प्रवाह में 15-20% पलोराइड पाया गया। अतः इसे निष्काषित करने से पहले आर ओ सांद्रित

प्रवाह में से फ्लोराइड को दूर करना अति आवश्यक हो जाता है। इसके लिए जमाव तथा पोलीएल्युमीनीयमक्लोराइड का उपयोग करके फ्लोराइड को एकत्रित किया गया। इस प्रक्रिया के बाद आर ओ सांद्रित जल में से फ्लोराइड की मात्रा 0.05 पीपीएम तक कम हो गई।

### नवीनतम सिलिका पोलीमाइड नेनो संघटित मेम्ब्रेन

इन्टरफेसीयल पॉलीमराइजेशन तकनीक द्वारा, सरंघ्र पोलीसल्फोन आधार पर 400-800 nm स्थूलतावाली दो प्रकार की सिलिका पॉलीएमाइड नेनो संघटित फील्म बनाई गई। एक में, व्यापारिक रुप से उपलब्ध 16 nm कद की सिलिका सूक्ष्म अणुवाली तथा दूसरे में प्रयोगशाला में उत्तम कद की मेम्ब्रेन बनाई गई। शुद्ध पॉलीएमाइड मेम्ब्रेन की तुलना में नेनोसंघटित मेम्ब्रेन ने बहेतर उष्मा स्थिरता बताई। डाइ—ओक्सेन/आइसो प्रोपेनोल—जल मिश्रण के पृथक्करण के लिए सरंचना कार्यप्रदर्शन संबंध का अध्ययन किया गया। निर्धारित मात्रा में सिलिका के भारण द्वारा मेम्ब्रेन की विलगन क्षमता तथा उत्पादित प्रवाह का अनुकूलन कार्यप्रदर्शन देखा गया। सिलिका भारण के

आधार पर मेम्ब्रेन का रंघ्र त्रिज्याएं  $0.34~\mathrm{nm}$  से  $0.73~\mathrm{nm}$  तक विविध होती है। सिलिका नेनो कणों के संपूटन के गुणों में परिवर्तन को समझने के लिए, नेनोमीटर लेन्थ स्केल पर SANS द्वारा पोलीएमाइड नेनोसंघटित फील्म का आकारिकी का अध्ययन किया गया। m-फिनाइलीनएडीमाइन तथा ट्राइमेसोल क्लोराइड का इन्टरफेसीयल पोलीमराइजेशन द्वारा गोले बनाकर पोलीएमाइड फील्म में सिलिका के नेनो कण संपूटित किये गए।  $66\text{\AA}$  के परिभ्रमण त्रिज्याओंवाले व्यापारिक रुप से उपलब्ध LUDOX® HS-40 सिलिका नेनो कणों का उपयोग किया गया।



ताज़ी तैयार की गई पोलीएमाइड फील्म तुरत छोटे कणों में टूट गया। परस्पर क्रियान्वित कणों में प्रकीणर्न विवरण की जटीलताओं को कम करने के लिए SANS नापन हेतु सिलिका पोलीएमाइड संघटित कणों का  $D_2O-H_2O$  मिश्रण में निलंबन किया गया। नमूने के विलायक का SANS प्रोफाइल द्वारा कार्बनिक पोलीएमाइड प्रभावी रूप से पाया गया। उच्च सिलिका भारणवाली नेनोसंघटित मेम्ब्रेन के मामले में, दो विषम जातीय दो अवस्था का प्रवाह प्रकीर्णन डेबोय—बदुचे की अभिव्यक्ति को स्पष्ट करता है। मर्यादित

सिलिका भारण पर, सिलिका तथा पोलीमर श्रृंखला के बीच पारस्परिक क्रिया से कोर सेल आकार की संरचना प्राप्त हुई। 50 से 200 पीएसआइ दाब पर 500 पीपीएम वाले डाइऑक्सेन के जलीय विलायक बेच टाइप कीट पर नापकर नेनो संघटित मेम्ब्रेन की परिवहन क्षमता का परीक्षण किया गया। मर्यादित सिलिका भारण ने उच्च सिलिका भारणयुक्त मेम्ब्रेन की तुलना में बेहतर कार्यप्रदर्शन का अंतर शायद विभिन्न SANS द्वारा परीक्षण अनुसार सिलिका नेनो संघटित आकारिकी से संबंधित है।

### टीएफसी आर ओ तथा एनएफ मेम्ब्रेन के नेनो पैमाने पर संरचना अध्ययन

पोली (m-फिनाइलीनडाइएमाइनट्राइमेसोमाइड) आर ओ तथा पोली (पाइपेराइजेशनमेसोमाइड) एन एफ मेम्ब्रेन की नेनो संरचना का SEM तथा लघुकोण मेम्ब्रेन प्रकीर्णन (SANS) का अध्ययन किया गया। दोनों प्रकार की मेम्ब्रेन, लगभग 40 m स्थूलतायुक्त पोलीसल्फोन फील्म को आधार के रुप में लेकर इन्टरफेसीयल पोलीमराइजेशन प्रक्रिया द्वारा बनाई गई। संघटित फील्म का लघुकोण न्युट्रोन प्रकीर्णन बडे तौर पर विस्तृत सामग्री के कारण हुए पोलीसल्फोन प्रकीर्णन से तथा  $100\text{\AA}$  कद के ठोस ब्लॉक वाले पोलीएमाइड के कम प्रकीर्णन से प्रभावित था।

पोलीएमाइड बिखरन का अच्छा विवरण नापने के लिए काँच की प्लेट पर स्वच्छ आर ओ तथा एन एफ पोलीएमाइड फील्म बनाई गई और बाद में पानी में एकत्रित की गई। न्युट्रोन का अच्छा विलोम बिखरन पाने के लिए विभिन्न मात्रावाले  $H_2O$ ,  $D_2O$  तथा  $H_2SO_4$  युक्त आर ओ एन एफ पोलीएमाइड का स्थगन किया गया।  $H_2SO_4$  की उपस्थिति से कुछ पोलीएमाइड श्रृंखला का विघटन हुआ और आर ओ तथा एन एफ मेम्ब्रेन, दोनों द्वारा लगभग 120-140 त्रिज्यावाले नेनोमीटर कद के ब्लॉक पाये गये।

### आर ओ तथा एन एफ मेम्ब्रेन में जल विसरण का न्युट्रोन प्रकीर्णन (QENS) द्वारा अध्ययन

आर ओ तथा एन एफ मेम्ब्रेन में अवशोषित जल की सक्रिय गित का अध्ययन अर्द्ध लचीले न्युट्रोन प्रकीर्णन (QENS) तकनीक द्वारा किया गया। इस अध्ययन में पोजिट्रोन विलोपन जीवनपर्यत स्पेक्ट्रोस्कोपी द्वारा निर्धारित 4.4Å के कद के रंघ्रवाली पोलीएमाइड आर ओ मेम्ब्रेन का उपयोग किया गया। आर ओ पोलीएमाइड मेम्ब्रेन में अवशोषित जल के QENS विस्तृतिकरण दर्शाते हैं। हालांकि शुष्क आर ओ पोलीइमाइड सामग्री ने QENS विस्तृतिकरण की अनुपस्थित दर्शायी। विवरण का विश्लेषण करने के लिए,

पहले नापे गये स्पेक्ट्रम को लचीले तथा QE घटकों में, विभाजित किया गया। इसके लिए प्रायोगिक रुप से नापित परिणामों को प्रकीर्णन नियम तथा प्राचलों के आधार पर आकलन किया गया। सूखे नमूने के लचीले योगदान का अनुमान करने के लिए निर्जलीय नमूने के विवरणों का उपयोग किया गया। अध्ययन के आधार पर यह पाया गया कि अवशोषित जल की प्रसरण क्षमता अधिक जल से अच्छी है। यह DSC परिणाम से सहमत है।

### नवीन फ्लेटशीट परानिस्यंदन मेम्ब्रेन का विकास

पोली (एक्रीलोनाइट्राइल-को-मिथाक्रीलीक एसीड) (PANMA) आधारित फ्लेटशीट परानिस्यंदन (यु एफ) मेम्ब्रेन्स को अवस्था उत्क्रमण प्रक्रिया के अनुसार विभिन्न परिस्थितियों, तथा पोलीमर तथा डाईमिथाइल फॉरमामाइड (DMF) और डाई मिथाइल फॉरमामाइड – टेट्राहाइड्रोफ्यूरॉन (DMF-THF) में योजको की विभिन्न मात्रा के विविध कास्टींग डोप का उपयोग करके बनाया गया। इन मेम्ब्रेन का गुणधर्म निर्धारण विविध प्राचलो-द्रवचालित पारगम्यता तथा विभिन्न दाब पर उत्पादित शुद्ध जल, पारित जल के मापन द्वारा मेम्ब्रेन

प्रतिरोधकता, विभिन्न आण्विक भारवाले पोलीइथीलीन ग्लायकोल्स (PEG) के जलीय विलायक के पारगमन द्वारा अवरोध गुणांक तथा छिद्र कद डेक्सट्रोन तथा पोलीइथालीनीओक्साइड, SEM द्वारा उपरी तथा अनुभागीय आकारिकी आदि द्वारा किया गया। बाद में फ्री रेडीकल रेडोक्स पोलीमराइजेशन तकनीक अनुसार आवेशित और / अथवा जल अनुरागी कार्यसमूहोवाली मेम्ब्रेन की सतह रसायनों तथा जल अनुरागता का मापन आईआर, संपर्क कोण मापन आदि द्वारा किया गया।



PANMA आधारित मेम्ब्रेन को विभिन्न मात्रा के कास्टींग डोप विलायक के साथ बनाकर SEM परीक्षण किया गया। जिससे पता चला कि ऊँगली के समान चैनल के शीर्ष भाग पर सघन त्वचा के स्तर के साथ असमित संरचना की उपस्थिति पाई गई तथा बाकी हिस्सों में स्पंज के समान स्तर पाया गया। यह देखा गया कि कास्टींग डोप में PANAMA सांद्रण बढ़ने से सघन त्वचा परत की स्थूलता बढ़ी। मेम्ब्रेन बनाने के लिए बिना बुने कपडे पर बहुलक विलायक प्रसरित होने की अवस्था उत्क्रमण प्रक्रिया के दौरान, डोप में बहुलक की सांद्रता पर आधारित विलायक तथा अविलायक के विसरण विनिमय दर, अविलायक का तापमान, आदि का मेम्ब्रेन के गुणधर्म पर अधिक प्रभाव होता है। कास्टींग डोप में बहुलक का सांद्रण बढ़ाने से विलायक की श्यानता में वृद्धि होती है जो निकटवर्ती सांद्रणक्षेपण बूंदो की उलझी हुई श्रृंखला के माध्यम द्वारा बहुलक अणुओं के समूह को बढ़ावा देता है। यह इस प्रणाली की मिश्रयता को कम करता है तथा अवस्था विलगन के अमिश्र अंतर को विस्तृत करता है जिसका त्वरित अवस्था विलगन में महत्वपूर्ण योगदान है। कास्टींग डोप के प्रसरण विनिमय दर को भी कम करती है। जिससे उपस्तर का अवक्षेपण दर मंद होता है। बाह्य त्वचा स्तर पर त्वरित अवस्था विलगन और अधस्तर पर मंद

अवस्था विलगन के परिणामस्वरुप संघनित एवम् स्थूल त्वचा स्तरों युक्त और संगठित कक्षोंवाली मेम्ब्रेन बनाई गई फलतः छिद्र कम हुआ और उत्पादित प्रवाह भी कम सांद्रतावाले बहुलक विलायक से बनाई गई मेम्ब्रेन में त्वचा स्तर पतली हुई और खुले कक्षोंवाले अर्धः स्तर युक्त मेम्ब्रेन बनाई गई। इस विधि से बनाई गई मेम्ब्रेन का गुणनिर्धारण विलेय अस्वीकृति प्रवाह की विभिन्नता कास्टींग डोप संयोजन मोलेक्युलर कट ऑफ वेल्यु द्वारा किया गया। DMF +THF विलयन का उपयोग करके बनाई गई मेम्ब्रेन तथा DMF विलयन से बनाई गई मेम्ब्रेन का PANMA के समान सांद्रण पर कास्टींग डोप के दौरान तुलना करने पर DMF +THF से बनाई गई मेम्ब्रेन से कम उत्पादित जल प्राप्त हुआ। THF की PANMA के लिए निम्न विलयता तथा उच्च उडनशीलता होने की वजह से त्वचा स्तर सरंचना संघनित होती है। उसी मेम्ब्रेन के विलेय अणुओं का निम्नानुसार भार बढ़ने से उत्पादित प्रवाह कम हुआ : PEG-35 KDa जैसे कम अणुभारवाले विलेय के मामले में उत्पादित प्रवाह अत्यंत ही कम हुआ। जब विलेय कण का कद मेम्ब्रेन को छिद्र के कद के समान होने पर छिद्र में फंस जाता है, अतः उत्पादित प्रवाह कम होता है।

### विशिष्ट आयन विनिमय रेजीन्स का विकास

बडे छिद्रोवाले विभिन्न आयन विनिमय रेजीन्स बनाये गये तथा उनका निम्नलिखित विभिन्न पृथक्करण उपयोग हेतु परीक्षण किया गया।

### आर्सेनीक चयनशील रेजीन

मिथाक्रेलीक एसीड तथा DVB के कोपोलीमराइजेशन के आधार पर मेक्रोपोरस वीक एसीड कैटायन एक्चेन्ज रेज़ीन संश्लेषित किया गया जिसे डाईएमीन के साथ एमीनेटेड करके आयन संघटक बनाया गया और इसका पेयजल आर्सेनिक दूर करने में उपयोग किया गया। इस तरह से बनाये गये रेज़ीन का आर्सेनीक युक्त जल का आर्सेनीक विहीनीकरण के लिए प्रयोगशाला में सतत उपयोग किया गया जिसने निरंतर अच्छी कार्यक्षमता दर्शायी।

25ली प्रति घण्टा की क्षमतावाला, घरेलू तथा किफायती आर्सेनिक विहीनीकरण यूनिटस बनाकर प्रत्येक को 24 उत्तर परगना, पश्चिम बंगाल के घोषपूर के घरों में स्थापित किया गया। कच्चे जल की 90% आर्सेनिक/आयन की सांद्रता कम करने के लिए पहले फिटकरी द्वारा पूर्व उपचरित किया गया और बाद में घरेलू युनिट द्वारा आयन तथा आर्सेनिक दूर किया गया।

### सांद्रित नमक विलायक में से आयोडिन की प्राप्ति हेतु रेज़ीन

समुद्री जल में से आयोडीन की प्राप्ति हेतु, 300 पीपीएम आयोडाइड मिलाये हुये 10% समुद्रीजल के मिश्रण को एनायन एक्वेंज (SD-10-0.8CA) रेजीन में डाला गया। इस आयोडाइट भारित रेजीन के संतृप्त होने के पश्चात्, इसमें सोडियम आयोडेट डाला गया जिससे आयोडाइड का आक्सीकरण आयोडीन में हो गया। तत्पश्चात् इसी रेज़ीन पर पुनः 300 पीपीएम आयोडाइड मिलाये हुये 10%

समुद्रीजल मिलाया गया। इस प्रक्रिया को 13 बार तब तक दोहराया गया जब तक रेजीन के ऊपर आयोडाइड का विनिमय बंद न हो गया। इसके उपरान्त भारित आयोडीन के सोडियम हाइड्रोक्साइड की क्रिया के द्वारा रेजीन से हटाया गया। प्राप्त विलयन के अम्लीयकरण द्वारा आयोडीन की प्राप्ति हुई।



# इलेक्ट्रो मेम्ब्रेन प्रोसेस

### विषमजातीय विद्युत प्रभार झिल्लियों का विकास

हानिकारक रसायन तत्वों के उपयोग से बचने के लिए एवं लंबी और क्लिष्ट प्रकिया को ना अपनाने हेतु कई सालों से विषमजातीय विद्युत प्रभार झिल्लियों के विकास में वैज्ञानिक लगे हुए हैं। इसके लिए PVC को कार्बनिक विलयन में घोला जाता है और तत्पश्चात उसमें विद्युत प्रभार रेसिन डाला जाता है। उस घोल को फिर कपड़े पर संचरित की जाती है। इन झिल्लियों को फिर सुखाया जाता है और उसके उपयोग में लाया जाता है। इसकी विशेषतायें भी संतोषजनक पायी गई, जैसे (मोवई = 0.2 mm, IEC = 1.2 mcq/g, विद्युत प्रतिरोघ क्षमता = 5 – 7 ohm/cm²) कुछ 10<sup>6</sup> m के 6 छिद्रों के कारण इसकी विलवणीकरण क्षमता अच्छी नहीं पायी गई, जिसको दूर करने के प्रयास जारी हैं।

# Dkrect Methanol Fuel Cell (DMFC) के लिए कम मीथनाल प्रवाह वाले कार्बनिक — अकार्बनिक संकर विद्युत प्रभार झिल्लियों का विकासः

बिजली का उत्पादन बिना प्रदूषण फैलाये, Fuel Cells के प्रयोग द्वारा किया जा सकता है। DMFC, आज के दौर मं प्राचीनतम बैरियों की जगह उपयोग में लाया जा सकता है। विद्युत प्रभार झिल्ली DMFC का एक महत्वपूर्ण एवं अभिन्न अंग है। एक अच्छी विद्युत प्रभार झिल्ली में विद्युत प्रतिरोघकता कम से कम होनी चाहिए, साथ ही वह रसायनिक तत्वों एवं अधिक तापमान के प्रति भी मजबुत होनी चाहिए। परफ्लोरिनेटड सल्फोनिक एसिड पोलीमर झिल्लियों आज तक DMFC के लिए उपयोग में लायी गई है। पर उसमें 40% मिथनाल प्रवाह होने के कारण वे जल्दी ही फट जाती है।

इसलिए आघुनिक कार्बनिक – अकार्बनिक विद्युत प्रवाह

### घरेलु विलवणीकरण यंत्र का विकास

घरेलू विलवणीकरण ईकाई का वजन को कम करने के लिए धात्विक कवच को हटाकर प्लास्टिक का कवच लगा दिया गया तथा विद्युत स्विच मोड प्रयुक्त किया गया। इस इकाई में सोलर ऊर्जा का भी विकल्प रखा गया। इसकी क्षमता को झिल्लियों आजकल तेजी से खोज में लायी जा रही है। ये झिल्लियाँ रसायन एवं उष्मा के प्रति मजबूती दिखाती हैं एवं अच्छी IEC और विद्युत चालकता दिखाती है।

इस तरह की एक झिल्ली हमारे संस्थान द्वारा भी बनाई गई है। इसमें (N-P कारबेक्सी बेनजाइल काइवेसन) सिलिका और PV। उपयोग किया गया है, इसकी IEC मजबूती एवं स्थिरता Nafion की तुलना में ज्यादा है, पर विद्युत चालकता कम है, इस पर खोज जारी है। इस झिल्ली की विशेषताएं नियंत्रित की जा सकती है। (J. Phy. Chem. B, 112, 15678, 2008)। हमारे इस कार्य को Nature India ने भी सराहा है।

बढ़ाकर 15 लीटर/घण्टा किया गया। इस यंत्र में ओजोनीकरण उपकरण प्रयुक्त किया गया जिससे पानी में प्रयुक्त कीटाणुओं को मारा जा सके। इस प्रकम में 65% पानी की पुनः प्राप्ति होती है।

### विद्युत विआयनीकरण ईकाई द्वारा अतिशुद्ध जल की प्राप्ति

इस प्रकम की पुनः समीक्षा करने के बाद विद्युत विआयनीकरण ईकाई को विकसित किया गया। इसकी कीमत को कम करने के लिए कवच हटाकर प्लास्टिक का कवच लगा दिया गया। इस ईकाई में UV यंत्र लगाया गया है। इसके विकसित रुप में 40-50 पीपीएम (mg/l) पानी सीईडीआई प्रकम में भेजकर (12-13 MΩ.cm) पानी प्राप्त किया गया। इस ईकाई में आरओ झिल्ली के ऊपर आयनिक रेजिन (आयन अवशोषक) लगा देते हैं। आयनिक रेजिन की प्रतिरोधक क्षमता (>18 MΩ.cm) से कम होता है जिसके कारण आयनों को बाहर निकाल लिये जाते हैं। देशी विद्युत विआयनीकरण ईकाई को आयन विनिमय और विद्युत अपोहन प्रक्रिया को मिलाकर बनाया गया है जिससे पानी

शुद्धिकरण से जुडी परेशानियां कम हो। सीईडीआई में प्रयुक्त आयन विनिमयीकरण रेजिन अत्यधिक आयनिक चालक होने के कारण तनु कक्ष में अत्यधिक प्रतिरोध उत्पन्न हो जाता है। सीईडीआइ में प्रयुक्त इलेक्ट्रोड से विभवान्तर उत्पन्न कर देते है, जिससे आयन इलेक्ट्रोड पर एकत्र होने लगते हैं। झिल्ली / रेजिन कक्ष में पानी और में टूट जाता है। जिससे झिल्ली / रेजिन पुनः आवेशित हो जाती है H और OH कोई नुकशान नहीं होता है। सीईडीआई ईकाई में द्रव का प्रवाह स्टैक और झिल्ली की बनावट पर निर्भर करता है। सीईडीआई के स्टैक और झिल्ली की बनावट पर निर्भर करता है। सीईडीआई के स्टैक को इस संस्थान के कार्यशाला और झिल्ली को प्रयोगशाला में बनाया गया है।

### ग्लाईकोलिक अम्ल के विलवणीकरण तकनीक

कार्बनिक और अकार्बनिक विलयन में घुले ग्लायकोलिक अम्ल का विलवणीकरण प्रयोगशाला में सफल होने के बाद इस तकनीक को मेसर्स अविद आगेर्निक लिमिटेड, नई दिल्ली को हस्तांतरित कर दिया गया। इसका एक बडा प्लान्ट अंकलेश्वर में स्थापित किया गया है।

### संकरित (ED-RO) प्रकम द्वारा समुद्री जल का विलवणीकरण

आर ओ प्रणाली विलवणीकरण की एक उत्तम प्रक्रिया है लेकिन इस प्रकम में ज्यादा खारा पानी होने पर ज्यादा दबाव और कम पानी मिलता है। इसी तरह विद्युत अपोहन कम खारा पानी का शुद्धिकरण अच्छे से नहीं कर पाता है। इन दोनों कमियों को ध्यान में रखकर दोनों का संकरित रुप तैयार किया गया। यह 28000-30000 (टीडीएस) समुद्री

जल को पीने योग्य जल में बदल देता है। इस तकनीक का पहला प्लान्ट शेख सौद रस अल खाइमा, (यु ए ई 2007) के आगमन पर लगाया गया, जो सफलतापूर्वक काम कर रहा है। यह प्रक्रम मध्यपूर्व जहां समुद्री जल में नमक की मात्रा (40000 टीडीएस पायी जाती है) के लिए बहुत उपयोगी है।

### परिवर्तित विद्युत अपोहन प्रक्रिया द्वारा अक्षय ऊर्जा का उत्पादन

परंपरागत विद्युत अपोहन में अतिरिक्त विद्युत शक्ति के इस्तेमाल से समुद्री जल से नमक को अलग किया जाता है। बिल्क सांद्रण कोष में सांद्रण प्रवणता के कारण EMF का उत्पादन होता है जो नमक विलगीकरण में मुख्य भूमिका निभाता है। नेस्ट के अनुसार दोनों कक्षों में समान रूप से विद्युत शक्ति का उत्पादन होता है। ऐसी दशायें हमेंशा प्रकृति में मिलती है, उदाहरण स्वरुप जब जब नदी का जल समुद्र में जाकर मिलता है। ठीक इसी तरह सौर शक्ति द्वारा प्राप्त नमक युक्त जल का प्रयोग बिजली उत्पादन में तब

किया जा सकता है जब शुद्ध बरसाती जल मौजूद हो। संस्था के द्वारा एक नवीन विद्युत अपोहन ईकाई का निर्माण किया गया है जो अपने एक कक्ष में समुद्री पानी रखती है और दूसरे में शुद्ध जल। इससे 3.5 वाट पावर का उत्पादन 60x 30 cm के 70 कोष जोड़ो के विद्युत प्रभार झिल्लियों द्वारा किया जा सकता है। भविष्य में इसके मूल्य में कमी करने के लिए प्रयास किया जायेगा जिससे इसकी सार्थकता का प्रमाण दुनिया भर को दिखाया जा सके।

### SHT-iodate के उत्पादन के लिए शून्य बहिष्प्रवाह प्रक्रिया का विकास

हमने पहले भी एक स्थिर आयोनिनाइजिंग कर्ता के निर्माण के बारे में बताया था पर इसके निर्माण प्रक्रिया में एक कमी है कि पानी द्वारा पूरा आयोडेट का उदग्रहण नहीं होता। ये भी पता लगाया गया कि जितना आयोडेट उदग्रहण होता है, उतना ही हाइड्रोक्साइड उत्पादन भी होता है। एक प्रक्रिया

का विकास किया गया जो उत्पादित क्षार का प्रयोग आयोडिन—आयोडेट के मिश्रण को बनाने के लिए करती है। इस तरह आयोडाइड मिश्रण दुबारा उपयोग के लिए रह जाता है। अतः ये एक पर्यावरण अनुकूल टेकनोलोजी है।

### प्रोटीन का समविद्युत पृथक्करण

प्रोटीन का अतिनिस्यंदन एक शक्तिशाली विलगीकरण प्रक्रिया के रूप में उभर रहा है। फिर भी किसी भी प्रक्रिया के प्रभाव को निर्धारित करने के लिए कुछ अनुपातों को ध्यान में रखना जरुरी है। जैसे pH, नमक की मात्रा, पारगम्य प्रवाह, झिल्ली धृणितकरण इत्यादि। हमने एक जलस्नेही काइटोसन—सिलिका संकर विद्युत प्रभार अतिनिस्यंदन की प्रक्रिया का निरीक्षण किया गया है। यह झिल्ली प्रोटीन के मिश्रण का पृथक्करण संयुक्त चालक शक्तिओं द्वारा करता है। धनात्मक और ऋणात्मक दोनों की तरह की

काइटोसन—सिलिका झिल्ली के द्वारा pH संवेदनशील प्रोटीन मिश्रण के विलगीकरण की जांच की गई। यह पाया गया कि ऋणात्मक झिल्ली से लाइसोजाइम प्रोटीन का विलगीकरण pH 4.8 पर हो रहा है और बोवीन का विलवणीकरण pH 10.7 पर धनात्मक झिल्ली द्वारा हो रहा है। दोनों ही दशाओं में पारगम्य प्रवाह और प्रोटीन विलगीकरण की क्षमता संयुक्त चालको द्वारा बढ़ रही है। भविष्य का अध्ययन इस धारणा को और मज़बूत करेगा। (जे. कोलाइड इन्टरफेस. सायन्स. 319(2008)252-262)



Chapter 3



# MARINE & WASTELAND DEVELOPMENT RESEARCH

Marine Biotechnology & Ecology Wasteland Research

### MARINE BIOTECHNOLOGY & ECOLOGY

### Molecular Biology and Biochemistry

### Stress genomics for salt tolerance

In the earlier biennial report we have reported studies on the stress genomics of salt tolerance of Salicornia brachiata, growing in coastal locations, and the development of the Expressed Sequence Tags (EST) database. In our subsequent studies, totally 930 sequences were submitted to the NCBI database. Of this, 789 ESTs showed homology with different genes in NCBI database and of which 4.8% ESTs belonged to stress-tolerant gene category while ca. 29% ESTs showed no homology with any of the known functional gene sequences and thus, classified as unknown or hypothetical. The detection of a large number of ESTs with unknown putative function in this species makes it an important contribution. In the first attempt, 90 unknown and hypothetical genes were selected to study their differential regulation by

reverse Northern analysis for confirming their role in salinity tolerance. Interestingly, 21 up and 10 down regulation genes at 500 mM NaCl were observed (accepted for publication in Genes and Genetic System). Some of these stress tolerant genes from S. brachiata were isolated and characterized for their functional validation. Full length sequences of the genes were obtained using 5' and 3' RACE. The full length genes like NHX1 (EU448383), pAPX (EU746400), GST (EU373062), ASR-1 (EU746399) and MAPKK (FJ687156) were transferred to tobacco (model plant) to study their expression. The transgenic plants were confirmed by GUS analysis, PCR amplification of the genes and Southern blot analysis. The transgenic plants showed better growth under salt stress than wild type plants.

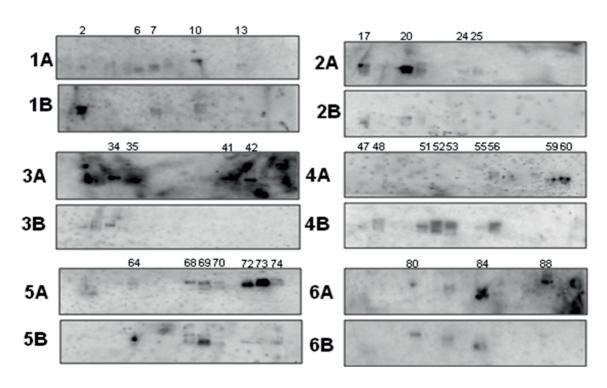
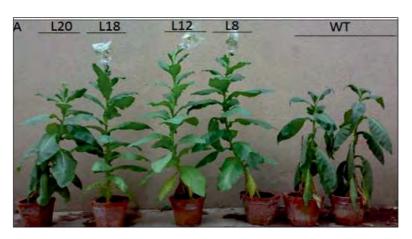
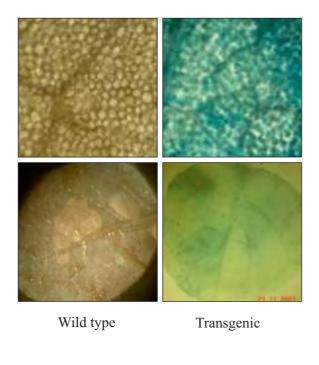


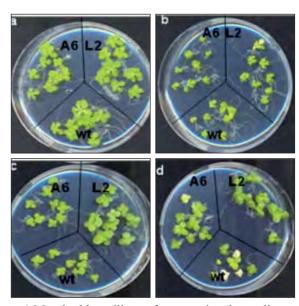
Figure shows the reverse Northern analysis of the 90 hypothetical/unknown genes



Phenotypes of wild-type and *SbpAPX*-expressing transgenic tobacco plants after 28 days treatment with 200 mM NaCl



GUS assay of transgenic tobacco plants



1 Month old seedlings of transgenic tobacco line A6, L2 and wild type,

- a: MS Basal, b: 100 mM NaCl, c: 200 mMNaCl, d: 300 mM NaCl
  - Analysis of transgenic tobacco

### Antioxidative defense potential to salinity in the S. brachiata

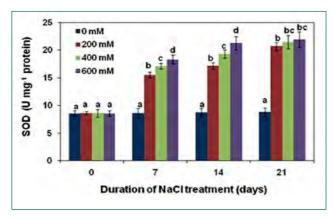
Antioxidative defense mechanism to salinity was assessed by monitoring the activities of some antioxidative enzymes and levels of antioxidants in *S. brachiata* subjected to varying levels of NaCl (0, 200, 400 and 600 mM) under hydroponic culture. In the shoots of *S. brachiata*, salt treatment preferentially enhanced the activities of ascorbate peroxidase (APX), guaiacol peroxidase (POX), glutathione reductase (GR) and superoxide dismutase (SOD), whereas it induced the decrease of catalase (CAT) activity. Similarly, salinity caused an increase in total glutathione

content (GSH+GSSG) and decrease in total ascorbate content. Growth of *S. brachiata* was optimum at 200 mM NaCl and decreased with further increase in salinity. Salinity caused an increase in Na<sup>+</sup> content and decrease in K<sup>+</sup> contents of shoot. Proline levels did not change at low (0-200 mM NaCl) and moderate (400 mM NaCl) salinities, whereas a significant increase in proline level was observed at high salinity (600 mM NaCl). Accumulation of Na<sup>+</sup> may have certain role in osmotic homeostasis under low and moderate salinities in *S. brachiata*. Parameters of

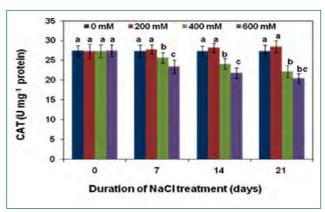
# केन्द्रीय नमक व समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान

oxidative stress such as malondialdehyde (MDA), a product of lipid peroxidation, and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> concentrations decreased at low salinity (200 mM NaCl) and increased at moderate (400 mM NaCl) and high salinities (600 mM NaCl). As a whole,

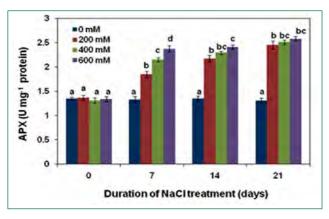
these results suggest that the capacity to limit ionic and oxidative damage by the elevated levels of certain antioxidative enzymes and antioxidant molecules is important for salt tolerance of *S. brachiata*.



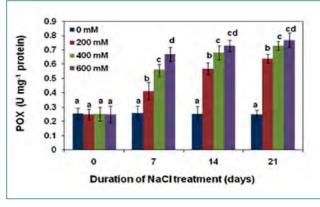
Effect of different concentrations of NaCI on activity of superoxide dismutase (SOD) in *S. brachiata* measured as function of days of NaCI treatment.



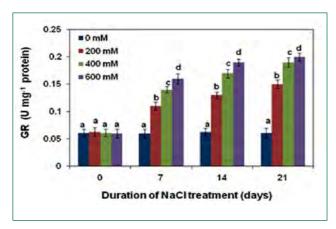
Effect of different concentrations of NaCI on activity of catalase (CAT) in *S. brachiata* measured as function of days of NaCI treatment.



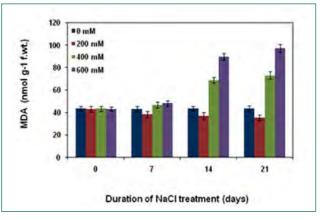
Effect of different concentrations of NaCI on activity of ascorbate peroxidise (APX) in *S. brachiata* measured as function of days of NaCI treatment.



Effect of different concentrations of NaCI on activity of guaiacol peroxidase (POX) in *S. brachiata* measured as function of days of NaCI treatment.



Effect of different concentrations of NaCI on activity of glutathione reductase (GR) in *S. brachiata* measured as function of days of NaCI treatment.



Effect of varying concentrations of NaCI (0-600 mM) on lipid peroxidation measured in terms of MDA contents in shoots of *S. brachiata* seedlings after different periods of NaCI treatment.



### Biochemical responses of *Gracilaria corticata* to salinity induced oxidative stress

The biochemical response of red alga *Gracilaria* corticata (J.Agardh) J. Agardh to salinity stress was studied following the exposure to different salinities viz. 15‰ (‰=parts per thousand), 25‰, 35‰ (control), 45‰ and 55‰ in laboratory conditions. The growth was highest in 25‰ (3.14±0.69% DGR) and 35‰ (3.58±0.32% DGR). Phycobiliproteins like phycoerythrin (PE) and allophycocyanin (APC) were significantly higher in hyper salinities particularly at 45‰. Both hypo- and hypersalinity treatments induced almost two fold increase in the level of polyphenols, proline and the activities of antioxidative enzymes like superoxide dismutase (SOD), ascorbate

peroxidase (APX) and glutathione reductase (GR) especially on 6 d exposure (Table 1). Na<sup>+</sup> readily displaced the K<sup>+</sup> and Ca<sup>2+</sup> from their uptake sites at extreme hyper salinity (55‰) resulting in an increase of Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> and Na<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup> ratios that impeded the plant growth under long term exposure (i.e. > 6d). However, the survival of plants even at 45‰ salinity suggested the compartmentalization of Na<sup>+</sup> in to the vacuoles. The Zn, Fe and Mn micronutrient content decreased at both high and low end of salinities with a more prominent decrease at extreme hyper salinity (accepted in *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*)

Effect of varying salinity on antioxidative enzymes/activities as also on proline and polyphenol contents in G. Corticata (Means  $\pm$  S.D, n=3)

Salinity	Time	SOD	APX	GR	Proline	Polyphenols
(‰)	(days)	(U mg <sup>-1</sup> protein)		(mg g <sup>-1</sup> DW)		
15	0	139±12°	0.33±0.09 <sup>b</sup>	0.42±0.06 <sup>b</sup>	$0.44{\pm}0.09^{\text{b}}$	$0.54\pm0.07^{bc}$
	3	169±19⁵	$0.42 \pm 0.06^{ab}$	0.61±0.08 <sup>a</sup>	$0.61{\pm}0.10^{ab}$	0.72±0.05 <sup>b</sup>
	6	263±11 <sup>a</sup>	$0.55\pm0.10^{a}$	0.70±0.11 <sup>a</sup>	$0.73\pm0.08^{a}$	$0.84{\pm}0.10^{a}$
	9	120±10°	$0.26{\pm}0.07^{\circ}$	0.37±0.09 <sup>b</sup>	0.40±0.05 <sup>b</sup>	$0.47{\pm}0.07^{\circ}$
25	0	139±12 <sup>b</sup>	0.33±0.09 <sup>b</sup>	0.42±0.06°	$0.44{\pm}0.09^{\text{b}}$	$0.54{\pm}0.07^{\text{b}}$
	3	183±22ª	0.36±0.07 <sup>b</sup>	$0.60\pm0.09^{ab}$	$0.52{\pm}0.07^{a}$	$0.75{\pm}0.06^{a}$
	6	170±16 <sup>ab</sup>	$0.44{\pm}0.10^{a}$	0.57±0.07 <sup>b</sup>	$0.51{\pm}0.07^{a}$	$0.67{\pm}0.10^{ab}$
	9	177±14ª	$0.39\pm0.04^{ab}$	$0.66{\pm}0.07^{a}$	$0.50\pm0.06^{a}$	$0.72\pm0.10^{a}$
35*		148±12	0.30±0.06	$0.47 \pm 0.08$	$0.48 \pm 0.08$	0.57±0.07
45	0	139±12°	0.33±0.09°	0.42±0.06°	$0.44\pm0.09^{\circ}$	$0.54{\pm}0.07^{\circ}$
	3	255±10 <sup>b</sup>	$0.58\pm0.11^{ab}$	$0.96\pm0.07^{a}$	$0.77{\pm}0.10^{ab}$	$1.09\pm0.08^{ab}$
	6	353±12 <sup>a</sup>	$0.69\pm0.07^{a}$	1.11±0.13 <sup>a</sup>	$0.89\pm0.10^{a}$	1.34±0.08 <sup>a</sup>
	9	149±14°	0.47±0.10 <sup>b</sup>	0.50±0.08 <sup>b</sup>	$0.62\pm0.06^{b}$	$0.84{\pm}0.04^{\rm b}$
55	0	139±12 <sup>b</sup>	0.33±0.09 <sup>b</sup>	0.42±0.06 <sup>b</sup>	$0.44{\pm}0.09^{\circ}$	$0.54 \pm 0.07^{bc}$
	3	259±18 <sup>a</sup>	0.53±0.03 <sup>a</sup>	$0.81\pm0.06^{a}$	$0.67\pm0.05^{a}$	$0.92{\pm}0.06^{a}$
	6	187±21 <sup>ab</sup>	0.36±0.06 <sup>b</sup>	0.42±0.04 <sup>b</sup>	$0.48\pm0.06^{^{\mathrm{b}}}$	$0.68{\pm}0.07^{^{\mathrm{b}}}$
	9	172±17 <sup>ab</sup>	0.27±0.05°	0.36±0.06°	0.36±0.04°	0.41±0.05°

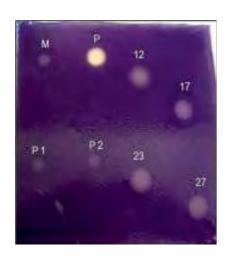
Mean values of a particular salinity in column with different superscripts (a, b, ab, bc) are significantly different at p<0.01;

<sup>\*</sup>Indicate the average mean value of control for different parameters over the studied period.

### Quorum sensing inhibition mimicking substances from seaweeds

In continuation of our earlier reported work, sixty four seaweeds were collected from intertidal zone of Saurashtra coast, Gujarat. Aqueous as well as organic (methanolic) extracts were prepared from these algae for further screening. Three sensor bacterial strains viz. Pseudomonas putida, Serratia liquefaciens and Escherichia coli (having operon fusions of an AHL-regulated promoter with a gfp- (green fluorescent protein) or the Lux-gene) were used to screen the algal extracts for presence or absence of the AHL mimic substance. Only one algal sample Caulerpa taxifolia showed inhibition of GFP expression in the preliminary experiments. Additionally, three algal samples (Chaetomorpha linum, Spatoglossum asperum and *Cirranium* sp.) tested positive for antibacterial activity and displayed the zone of inhibition.

Additionally, 75 marine algal samples from Gulf of Mannar, Tamil Nadu were collected and extracts (aqueous as well methanolic) were prepared. Some of these were screened for the presence of quorum sensing mimic substances using *Chromobacter violaceum* (CV026) mutant, which develops a bright violet colour in presence of C6 HSL (quorum sensing inducer). Zimtaldehyde and Patulin, known chemical Quorum sensing inhibitors, were used as positive controls. The results till date are inconclusive.



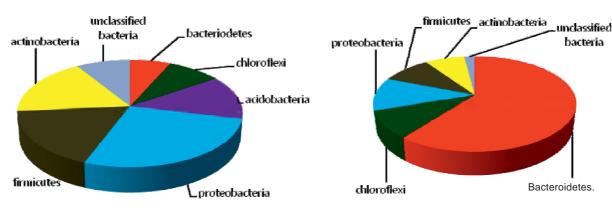
Partial inhibition of quroum sensing with *Chromobacter violaceum* as sensor strain: M is the methanol (10  $\mu$ l) negative control; P is for Zimtaldehyde positive control at different concentrations; 12, 17, 23, 27 are methanolic algal extracts

# Analysis of alkaliphilic microbial community from soil through culture independent approach

A study was undertaken of the diversity of alkaliphilic soil bacteria in alkaline (pH 9.45) soil samples from Una and Bhavnagar with 2.8% and 12.0% NaCl, respectively. Environmental genomic DNA was isolated from these and amplified using universal 16S rDNA gene primers, cloned in TOPO TA vector and transformed into TOP 10 competent cells.

More than 150 transformed white colonies appeared and approximately fifty from each location were analyzed. Soil sample from Una was seen to be dominated by the species of phylum Proteobacteria, whereas the soil with comparatively higher salinity from Bhavnagar was dominated by the genus *Salinimicrobium* of phylum Bacteroidetes.





Alkaline soil (Una)

Alkaline soil (Bhavanagar)

### Biotechnological applications of halotolerant plant growth promoting rhizobacteria

Soil salinity is increasing in many parts of India and there is an urgent need to identify halotolerant rhizobacteria which can fix the atmospheric nitrogen even under such conditions. We have successfully isolated several such rhizobacteria from rice (accepted for publication in *Eur. J. Soil Biol*). Our studies are continuing to probe the presence of such rhizobacteria in *S. brachiata* and other halophytes and, most importantly, to ascertain their biological nitrogen fixing potential.

### Molecular phylogeny of Gracilaria spp. showing morphological plasticity

Gracilaria is a taxonomically challenging genus due to structural simplicity, high morphological plasticity and great species diversity. Gross morphological characters provide the basis of identification, and incorrect applications have led to a number of misidentifications. Taxonomic investigations of Gracilaria species from Indian waters are limited and inadequate because of seasonal and environmental variations in morphological characters which often lead to misidentification of the species.

Nine Gracilaria species were collected from

different localities along the Gujarat coast. The SSU rRNA (18S rRNA), RuBisCo and cox2-3 spacers were amplified. The nucleotide sequence data of molecular markers 18S rRNA, RuBisCo spacer and cox-2-3 intergenic spacer, belonging to three different genomes, will be integrated to infer the phylogeny of Gracilaria species. Molecular phylogenetic analysis will provide new tools for identifying the algal species having greater morphological plasticity while permitting to establish their phylogenetic lineages.



Gracilaria dura







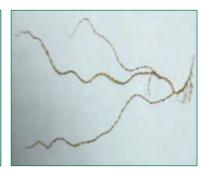
Gracilaria corticata var corticata

Gracilaria corticata var cylindrica



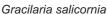


Gracilaria foliifera



Gracilaria gracilis







Gracilaria debilis



Gracilaria textorii

Seaweed bioprospecting, biology, cultivation and value addition

### Seaweed biodiversity of Gujarat coast

In the earlier Biennial report we have reported about the importance of the studies on seaweed biodiversity as the checklists prepared so far were mainly based on secondary data collected from literature. To update the data we surveyed Gujarat coast for seaweed biodiversity from December 2006-December 2008. The Saurashtra coast was found to be rich in seaweed biodiversity and abundance, while South Gujarat and Kutch regions had relatively less common seaweed species. Based on the relative abundance and seaweed biodiversity, total 15

stations were fixed for sampling of seaweeds. All these stations were visited periodically every month to collect maximum seaweed species for a comprehensive mapping of the diversity. For each species, key taxonomic description, distribution with GPS data, abundance, seasonality, ecology and economic importancewherever applicable- were documented. Molecular markers such as cox2-3 spacer, RUBISCO spacer, ITS1 and 18srDNA were studied for all Gracilaria species collected during this survey. Total 198 species belonging



to 101 genera of seaweed were collected during this study period. Among these, 24 species are new reports from Gujarat and 3 (Solieria chordalis, Ahnfeltia plicata and Dictyopteris serrata) from Indian coast. The Rhodophyta group contained the maximum number of species 109 belonging to 62 genera, followed by the Chlorophyta with 54 species belonging to 23 genera and the Phaeophyta with 35 species belonging to 16 genera. The information

generated during this study has led to a reliable baseline data on seaweed biodiversity for monitoring and evaluating the impact of coastal developmental activities aimed at long term economic gains or environmental changes as a result of global warming, climate change and effluent discharge. A proposal has been made to Springer for possible publication of the data in book form.

### Fatty acid analysis of 27 seaweeds along Gujarat coast with focus on PUFA

Seaweeds are reported to be rich sources of polyunsaturated fatty acids and have been a part of cuisines in Asia-Pacific for long. The analysis of fatty acids from 27 seaweed species was carried out. The lipid content varied widely among the species and ranged from 0.57 - 3.5% on a dry weight basis (p<0.01). Chlorophyta members showed higher C18PUFAs contents than did C20 PUFAs while for Rhodophyta the trend was opposite. The Phaeophyta members

displayed a profile of C18PUFAs similar to that of Chlorophyta and of C20PUFAs to that of Rhodophyta. Both Phaeophyta and Rhodophyta species were rich in arachadonic acid (AA) and eicosopentaenoic acid (EPA) and Ulvales in docosahexaenoic acid (DHA) content. Most of the species studied had a nutritionally beneficial n6/n3 ratio with 0.61-5.15:1 (accepted in *Food Chemistry*).

### Bioprospecting studies on agarophytes

Agar was extracted from different agarophytes such as *Gelidiella acerosa*, *Gracilaria edulis*, *G. crassa*, *G. foliifera*, and *G. corticata* collected from nine different sites on the Indian coast. The stability characteristics of the gels of selected agar samples were studied by rheometry. Agar obtained from *G. acerosa* had gel strengths

ranging from 500 to 845 g/cm², while *G. edulis* and *G. crassa* produced agar having gel strengths of 490 and 800 g/cm². Agar obtained from *G. acerosa* collected from south east coast had comparatively better physicochemical properties over the west coast samples (*Bioresource Technology, 2007, 98, 1907-1915*).

### Offshore cultivation of seaweeds

There is a growing demand for producing seaweed biomass in the country as new applications are being continuously invented and developed. The previous efforts on cultivation largely confined to development of methods for farming seaweeds in near shore waters. This effort led to development of successful farming methods for near shore cultivation of various seaweeds, particularly *Kappaphycus alvarezii and Gracilaria edulis*. Indeed, there are more than 800 families in Tamilnadu who adopted seaweed farming to supplement their income. Companies such as

M/s Pepsico provided the guarantee of buy-back of produce.

The institute has, meanwhile, begun exploring the possibility of large scale carbon sequestration through algae and for their further application as biofuel. However, since such applications demand massive amounts of biomass, a study was initiated during the period under review to explore the feasibility of offshore cultivation of *Kappaphycus alvarezii*, *Gracilaria dura*, *Gracilaria edulis* and *Gelidiella acerosa* in the Palk Bay side near Thonithurai.

The cultivation was carried out at about 2 km away from the shore with an average depth of water 5-7 m during the highest high tide. The simultaneous experiments were also carried out at the distance of about 75 m from the shore, with an average water depth measuring 0.5 m during highest high tide. Rafts of 2 m × 2 m size were used for plantation. The initial results for off-shore cultivation were encouraging: *K. alvarezii*, *G. edulis* and *G. acerosa* exhibited higher growth rates offshore whereas the results on-shore were better with *G. dura*. However, off-shore



cultivation has associated risks and there are challenges such as cost-effective means of anchoring of rafts which will need to be addressed.





Rafts of seaweed grown offshore: (Left) K. alvarezii; (Right) G. edulis

### Biomass data for onshore and offshore cultivation of various seaweeds

Species	Cultivation	On-shore cultivation		Off-shore cultivation	
Species	(days) bio	Initial biomass (wet wt/kg)	Final biomass (wet wt/kg)	Initial biomass (wet wt. kg)	Final biomass (wet wt./kg)
Kappaphycus alvarezii	46	22.5	88.0	22.5	248.0
G. edulis	48	1.0	0.6	1.0	28.3
G. dura	46	5.0	24.3	5.0	19.6
G. acerosa	46	1.4	1.7	1.4	3.0

# Study of the growth and agar content of tissue cultured germlings of *Gelidiella acerosa* under field cultivation

It has been reported in the biennial report of 2002-2004 that tissue cultured *Gelidiella acerosa* plants were developed from the germplasm collected in Porbandar, Gujarat. During the present period, a study was initiated to compare the performance of these laboratory-raised plants in Mandapam and further to

compare the performance opposite vis-à-vis the plants collected from Ervadi farm. The suspension stone (SS) method was employed Initially, 80 stones each were seeded with the germplasm from each source with an initial biomass of 160 g. fresh wt. After 180 days of growth, harvesting was done. The harvesting



data showed that tissue cultured germlings gave double the yield while showing no difference in the quality of agar (unpublished data). However, these must be treated as very preliminary results and it remains to be seen over many generations whether the higher growth rate trend persists or whether the growth rates become similar.





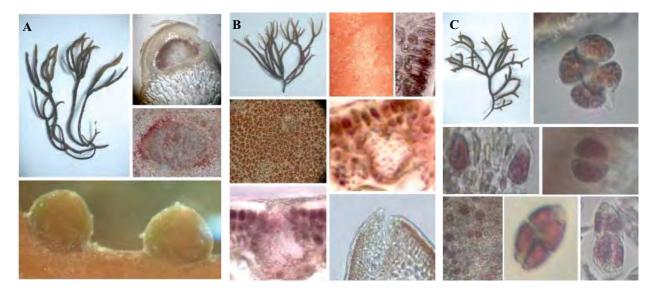
Cultivation of G. acerosa by suspension stone (SS) method

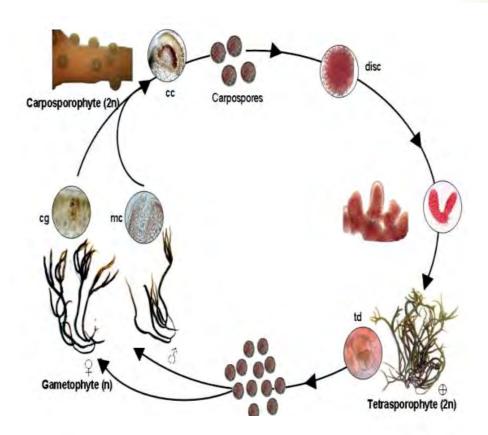
Germplasm	No. of stones seeded	No. of stones harvested	Initial biomass seeded (g.fwt./raft)	Final biomass harvested (g.fwt./raft)
Wild plant	80	45	160	1410
Tissue cultured	80	77	160	3085

### Taxonomic identification and life cycle details of Gracilaria dura (C. Agardh) J. Agardh

Several species of *Gracilaria* from Indian waters have been reported in the literature; however, taxonomic validation based on the reproductive biology of these species has not been done earlier. *G. dura*, which was earlier

found to be an excellent source of agarose (*US Patent 2005/0267296A1*), was studied for morphological and anatomical features for confirming the taxonomic identification.





Triphasic life cycle of G. dura

### Continuing studies on cultivation of G. dura (C. Agardh) J. Agardh



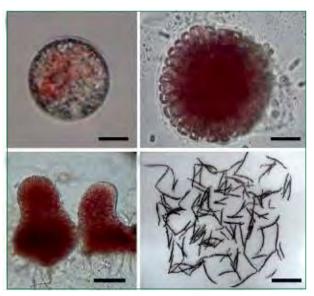
Epiphytic growth of Enteromorpha over G. dura

Since *G. dura* occurs scantily in Indian waters, studies continued at Mandapam on the prospect of large scale farming of this alga from vegetative fragments employing rafts as reported in the previous biennial report. Following the initial trial cultivation for one year during 2005-2006, Thonithurai (Palk bay side)

and Ariyankundu were found suitable for larger scale cultivation. After the site selection, large scale cultivation was started in the month of September 2006 with 29 (2mx2m) rafts in Thonithurai and 65 in Ariyankundu. During the peak growth period of Oct. 2006 -April 2007, maximum of 13 kg and 38 kg fresh weight per raft could be harvested after 45 days of growth beginning with 1 kg seed material in the two places, respectively. Due to the influence of high temperature and salinity the growth rate declined up to September 2007, the decline being steepest during June 2007-mid September 2007. The negative growth was caused not only due to physio-chemical factors (high temperature and salinity) but also heavy epiphytic growth of the green alga, Enteromorpha. Given that the latter is an edible seaweed, there is an opportunity to harvest this for food supplements. Growth of G. dura picked up again after September 2007.



Simultaneously, spore-based methods are being explored and, towards this end, an attempt was



The laboratory culture of carpospore

made to study the carpospore output, their viability and early stages of development in the laboratory. The maximum spore liberation took place in laboratory culture on day four with output of 808 ( $\pm 22$ ) per cystocarp. The percentage spore viability ranged from 22 to 36% (r 2=0.1008, n=30) at the end of first week and 17-27% (r2=0.0011, n=30) at the second week of carpospores culture. The spores underwent germination immediately without any resting period and followed the 'Dumontiatype' developmental pattern. Studies will continue to obtain germlings and assess their performance. The studies gain importance in view of the need to main viable germplasm under controlled in vitro conditions so that cultivation can take off quickly during favorable seasons

### Improved process for agarose from Gracilaria dura

The continuing effort on the process and quality improvement of agarose led to the invention of a new process of its preparation from *G. dura*. The process dispenses with the need for the conventional freeze-thaw operation to isolate agar/agarose from the seaweed extractive. Instead, the product is made to precipitate out upon addition of a suitable surfactant. The choice of surfactant was based on a previous study undertaken by us on the effect of anionic, cationic and nonionic surfactants on the

viscosity and gel strength of the agar/agarose polysaccharide. The crude isolate is then made free of surfactant and refined further. A pictorial description of the improved process is depicted below. The agarose obtained was tested against commercial agarose and the performance in electrophoretic application was found to be at par. However, some difficulties were reported in the dissolution of the product which is currently being addressed.



Gracilaria dura



Agar Extract

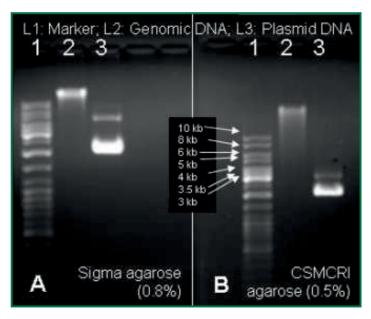


After 2 h treatment with suitable surfactant



Agarose

Improved method of extraction of agarose from agarophytes sans freezing-thawing step



Evaluation of commercial and CSMCRI agarose in gel electrophoresis separation of DNA

### Cultivation of Sarconema filiformii- an iota carrageenophyte

Sarconema filiformii is an indigenous seaweed which is a source of commercially important *iota*- carrageenan. To complement the work already undertaken on *K. alvarezii*, which is a source of kappa-carrageenan, work was initiated on exploratory cultivation of *S. filiformii* in Mandapam. The study involved seeding of

400 g fresh wt of the seaweed on 1.5m x 1.5m. raft (21 such rafts were seeded) during September to November 08. The biomass obtained from a single raft after 30 days varied from 5.6 kg - 22.4 kg corresponding to a daily growth rate of 8.8-13.4%.





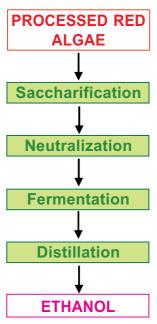
(Left) Raft seeded with S.filiformii and (right) raft ready for harvest

## Modification of seaweed polysaccharides - Preparation of genipin fixed agarose and carrageenan

In our quest to reduce the hydrophilicity of polysaccharides for some specific applications, agarose, carrageenan, and agar-carrageenan blends were cross linked with genipin, a nontoxic natural cross linker. The products were found to have better acid stability and also exhibited high swelling ability which is of interest for some specific applications demanding high fluid uptake (Int J. Biological Macromolecules 2007, 41, 94-101).



### Preliminary study on bioethanol production from seaweed



The debate of "food versus fuel" has been raging world over. A country such as India can ill afford utilization of its arable land for fuel. It was with this view that the Institute initially pioneered important development on Jatropha biodiesel. Following on from this, the Institute began experimenting on alternative biomass for ethanol since almost all the sugarcane in our

country is required for edible applications whereas waste biomass is in rather short supply. The sea could, therefore, be a useful source of

energy feedstock. However, given that fuels are cheap commodities, it is necessary to innovate on multiple application of such biomass for better cost-effectiveness. The Institute has already pioneered the production of seaweed sap along with seaweed granules that are rich in polysaccharide. Although the polysaccharide finds application as phycocolloid, these applications are of limited volume. Consequently, large amounts of seaweed biomass, if produced, can be diverted for fuel production. As a proof of concept, it has been possible to produce ethanol from the seaweed granules at laboratory scale but much need to be accomplished before seaweeds can become an abundant source of ethanol. Important debates are raging world over on concept of preparing ethanol from seaweeds as a byproduct has been proved by converting seaweed polysaccharides into ethanol.

### Marine Microbiology & Environment

### Studies on alkaliphilic, halophilic and organic solvent tolerant bacteria

A method has been developed for isolation, purification and identification of extreme alkaliphilic bacteria using carrageenan as a gelling agent. Under this work, 120 alkaliphilic bacteria were isolated from alkaline soil and industrial effluent having alkaline pH. Also, 150 halophilic bacteria were isolated from selected sites like Diu and Veraval and our own experimental salt farm. From each location 3 - 4

sites were selected based on their environmental conditions. Similarly from salt farm, samples having different salinities were selected for the isolation of halophilic bacteria. Fourteen organic solvent tolerant bacteria were also isolated from samples collected from different contaminated sites including Alang Shipbreaking yard. Tolerance studies of these cultures to different organic solvents are under progress.

# Marine environmental monitoring near commercial seaweed cultivation site in the Gulf of Mannar and Palk Bay of Mandapam coast, Tamil Nadu

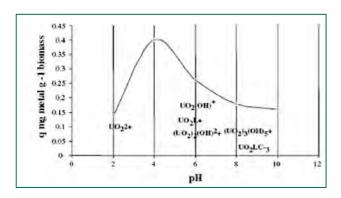
With a view to understand impact of commercial cultivation of seaweed on the environment, the sampling of seawater and sediments was done in July 2008 from Palk-Bay and Gulf of Mannar, and the results obtained were compared with the base line data generated for seawater and sediments in the year 2002 from the same locations. The physico-chemical parameters

showed no significant change in the values of pH, DO, BOD, TSS, turbidity and salinity of seawater. The concentrations of all the nutrients were comparable to that of earlier findings, except nitrate and total phosphorous, which were lower. There was considerable increase in the concentration of metals like Cu, Cd, Fe, Pb, Zn and Cr near cultivation sites. This might be

partly due to increase in anthropogenic activity and sensitivity of different methods used for heavy metal analysis (AAS vs. ICP). The total phytoplankton count has been increased at *Kappaphycus* cultivation sites as compared to previous data. During the period from 2002 to 2008, average generic diversity of

phytoplankton increased whereas zooplankton diversity decreased. The fish population was much higher in the vicinity of the rafts of cultivated seaweeds. This could be one of the possible reasons for decreased zooplankton diversity in cultivation site

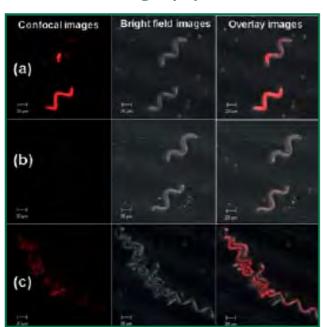
### Biosequestering potential of spirulina platensis for uranium



Effect of pH on uranium sorption by *S. platensis* 

The Uranium sequestering potential of *Spirulina platensis* was studied in batch cultures. Sorption was maximum at pH 4.0-5.0. Biosorption by immobilized *S. platensis* on calcium alginate was much slower than of its free counterpart. The intra particle diffusion study on immobilized *S. platensis* suggested that several processes affect the sorption process. The results of desorption showed that sodium citrate solution was effective with 83% and 61% of sorbed uranium being recovered from free and immobilized biomass, respectively (*Curr. Microbiol.*, 2008. 57, 508.)

### The detection of Hg<sup>2+</sup> by cyanobacteria in aqueous medium



Confocal fluorescence and bright field images of (a) *Spirulina platensis*, (b) cells stained with 10 mM  $Hg^{2+}$  in 1:1 water: ethanol, v/v for 10 min at 25  $^{0}$ C ( $\lambda_{exc}$  = 543 nm) and (c)  $Hg^{2+}$  supplemented cells loaded with 20 mM L1 for 10 min at 25  $^{0}$ C. Magnification = 10x

The strong red fluorescence of Spirulina platensis is known to be quenched upon Hg<sup>2+</sup> adsorption. We probed Hg<sup>2+</sup> binding to Spirulina platensis and also of the tetrapyrrole-based chromophore unit that was isolated from C-Phycocyanin through methanolysis. The Hg<sup>2+</sup> was shown to bind to the tetrapyrrole core. In a further study, the ON-OFF fluorescence signalling behaviour of Spirulina platensis was studied upon exposure to L1, a rhodamine based Hg<sup>2+</sup> sensor. The studies were carried out using confocal imaging experiments with 543 nm laser excitation. It was seen that the fluorescence was initially quenched completely and recovered on exposure to L1. This shows that the Hg<sup>2+</sup> binding to the tetrapyrrole core is not as strong as its binding to the Rhodamine derivative. Besides addressing a long standing question, the study opens up the possibility of using this system as a biomarker for mercury detection.



### Effect of preservatives for food grade C-PC

We have earlier reported the culturing of *Spirulina platensis* having high C-phycocyanin content and, further, the efficient extraction and purification of the latter. The stability of C-phycocyanin was previously controlled by addition of DTT and sodium azide. In the present study, the effect of selected edible

chemical preservatives was investigated in aqueous solution at  $0\pm5^{\circ}$ C and  $35\pm5^{\circ}$ C. Among the different edible preservatives investigated, citric acid (4 mg/ml) was observed to be the best for storage at  $35\pm5^{\circ}$ C in aqueous solution for 45 days (*Process Biochemistry*, 2008, 43: 339–345).



Effect of various preservatives on C-phycocyanin stability (as judged by color) in solution after 45 days at  $35 \pm 5$ °C (left to right—control, calcium chloride, sucrose and citric acid). 0.1 g of the preservative was added in 25 ml C-PC solution (10 mg in sodium phosphate buffer)

### WASTELAND RESEARCH

As mentioned in previous biennial reports, the Institute has played a pivotal role in promoting the concept of Jatropha cultivation on wasteland. It went still further and made an outstanding biodiesel which could be used in

neat form without the need for any engine modification. In 2007 the prestigious magazine, *Nature*, brought out an article entitled "*The little shrub that could – may be*" centred on our pioneering efforts (*Nature* 449, 652-655).

#### **HEWS FEATURE**

large scale need a lot more research. Yield estimates currently vary a great deal. India's Planning Commission estimates about 1,300 litres of oil per hectare, but Ghosh, conservatively, foresees a figure of about half that. Yield research is the main focus of D1 Oils' Indian operations, he says. The company is currently testing a number of jatropha varieties to see which ones grow best in India's varied climatic zones. "It will be two or three years before we get real scientific data to base an industry on," he says. "We are not there yet, we have a lot of work to do."

This is the sort of work Ghosh is currently overseeing at the CSMCRI's test plots. 'It isn't the most glamorous work, but the mass multiplication of reliably producing plants is key to developing an industry, he says. Ghosh and his team are looking at precisely what kind of soil conditions and just how much water jatropha needs in order to reliably pump out oilbearing seeds. The fact that jatropha plants can survive droughts does not mean they will not be more productive if they get more water. The optimum amount of water is still unknown.

The team is also continuously on the lookout for plants that could be potential progenitors for a generation of a high-yield crop. "We have one plant which has given us 5 kilograms of seed," says Ghosh. "We have yet to get that from any other plant." The CSMCRI is trying to perfect the use of shoot tip cuttings as a



Pushpito Ghosh tops up a vehicle that has covered 48,000 kilometres powered only by jatrupha biodiesel.

means for mass-replication of jatropha plants so it can capture their best attributes. Culturing tissue cuttings from the plant's growing tip, says Ghosh, is the most reliable means of propagating exact copies of a parent plant, an important step in creating an army of dependable high-yield clones, it's a common enough technique — but like so much technology, it hasn't yet been reliably adapted to jatropha. "The problem is, we just don't have the protocol right," says Ghosh.

These various efforts are not part of any overarching plan. Despite the general enthusiasm for India's national mission on biofnel, there is a definite lack of cohesion at the national levi-"Right now, ad-hoc research is being done by different agencies," says Chopra, "but it doesn't add up, became they each do their own thing." A national biofuel policy that was written by Chopra and his colleagues shortly before his retirement might help. It envisages an authority that would coordinate research and provide funding through various government agencies in order to cultivate jatropha on an industrial scale. But this policy, like the national mission on biofuel, has yet to go through the cabinet. In this case, it has been stalled by disagreements between various ministries on how to price jatropha — the Ministry of New and Renewable Energy suggests subsudizing seeds; other government

ministries suggest subsidizing biodiesel itself. But, says Chopra, "Texpect it will come together, perhaps this year or early next year"

Ghosh remains cautious and optimistic in level-headedly equal measure. "We must neither get carried away by hype nor get despondent if the initial results of cultivation are not as per expectation," he says. "The future will depend on how seriously and scientifically we pursue our goals."

Daemon Fairless is this year's winner of the IDRC-Nature fellowship.

- Francis, G., Edingest, R. & Becker, N. Mel. Res Forum 29, 12–124 (2005).
- 2. finid, N., fold (G., Sanchez, M., Mill which, M. & Hackel, S.
- Screenuro Technol 56, 77-92 (1996)

  Gleich, A. et al. Int. J. Environ Stud. special issue collinidate.

  hatus energy collines (in the prem.).

See Editorial, page 637.

During the period under review, the collaboration with Daimler Chrysler and Hohenheim University entered into the second phase to consolidate the research undertaken in Phase I, particularly, to (i) generate long term data on select accessions of Jatropha which were raised under the project in Orissa and Gujarat, (ii) undertake a carbon balance study in collaboration with the Institute of Energy Research, Heidelberg (IFEU), (iii) supply 80,000 litres of B100 biodiesel to Daimler Chrysler India to run a fleet of vehicles, (iv) set up two biodiesel plants in rural locations and (v) take forward the work on preparation of biodegradable plastic from waste streams of the biodiesel process. Following the conclusion of the project in 2008, two reports were issued, the first being on learnings from the project and the second being on carbon balance. At the same time, an invited review article on Jatropha was published in International Journal of Environmental Studies and the Editor, Dr. Martin Brett-Crowther had this to say in a subsequent editorial in the journal: "Central Salt and Marine Chemicals Research Institute, Bhavnagar, Gujarat, India, have demonstrated that Jatropha curcas can be used to produce biodiesel, through the Jatropha Methyl Ester. This plant can have high seed productivity, and effluent discharge can be combined with byproduct recovery, with 2 tons of jatropha seeds per ha. Jatropha cultivation can support organic

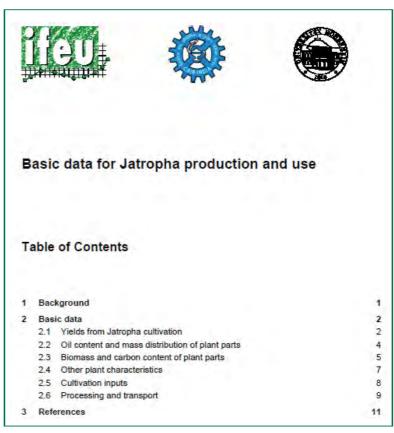
### Central Salt & Marine Chemicals Research Institute



farming through use of the oil cake. The shell has a calorific value equivalent to coal, and can be made into briquettes, used in solid fired boilers etc. There are other useful by-products. Although the overall environmental impact of large scale jatropha cultivation has yet to be

investigated, it is clear that it can arrest desertification, help to reduce greenhouse gas emissions, and return oxygen to the atmosphere." (International Journal of Environmental Studies, 2007, 64: 659-674)





The Institute has remained vigilant about the pitfalls of Jatropha cultivation without understanding of the basics and has alerted the community at large to be cautious while continuing to understand the plant more thoroughly. At the same time, after extended discussions, the Institute entered into a partnership to set up a zero effluent biodiesel plant on turnkey basis in DRDO's military farm in Secunderabad. In parallel, it began an

association with General Motors and a project to take forward the work on Jatropha was agreed, in principle. Another, pioneering initiative was the association with the Forest Department, Government of Gujarat to promote the best traits of the CSMCRI B100 Jatropha biodiesel, namely low emissions and high flash point which would make it ideal for forest areas and also to promote eco-tourism. The specific R&D work during this period is outlined below.

### Establishment of new experimental Jatropha plantations and assessment of yield



Based on our earlier experiments conducted at Chorvadla (Gujarat) regarding fertilizer requirements spacing, irrigation, mulching, intercropping etc, new plantations were established at different sites at Chorvadla during 2006 and Neswad during 2007 to test long term performance of plants that were raised through cuttings of elite germplasm. Best agro-technological knowledge based on results of the various experiments were employed in the Nesvad plantation and average yield as high as 830g/plant (N=100) was obtained in 2008 itself. Seed oil content varied from 29-35.5%. This plantation will be one of those which will be investigated in-depth as part of the proposed project with General Motors.







Pictures of (above) integrated Jatropha biodiesel plant under erection in Military Farm, Secunderabad and new experimental plantations at Nesvad (right top) and Chorvadla (right botttom)

### Continuation of studies on provenance trials

The provenance trial initiated during August 2004 with seed raised seedlings of 23 genotypes at village Chorvadla, Gujarat to select the best genotypes was continued to ascertain long term performance. In this experiment highest seed yield of only 302.2 g per plant was recorded after 3 years from the accession IC 565735. Two other

accessions, IC 565737 and SKNJ 8, were also statistically at par. The low seed yields in this experiment were mainly due to poor soil conditions of the plot. The higher yield corresponded to higher percentage of success in fruit set (71-81%) in these accessions.





### Performance of different accessions at Chorvadla, Bhavnagar (DOP=Aug, 2004)

Chorvadia, Bhavnagar (DOP=Aug, 2004)				
Seed yield per plant (g), N=9				
Provenance	(2006-07)	(2007-08)		
IC 565730	73.1	240.4		
IC 565731	43.0	251.3		
IC 565732	15.7	133.8		
IC 565733	5.3	152.0		
IC 565734	32.7	276.9		
IC 565735	22.1	302.2		
IC 565736	21.3	251.3		
IC 565737	0.0	301.8		
IC 565738	16.1	187.4		
IC 565739	9.2	78.8		
SKNJ-1	6.4	98.3		
SKNJ-2	13.6	186.0		
SKNJ-7	40.0	244.5		
SKNJ-8	31.3	301.5		
SKNJ-9	14.4	289.3		
SKNJ-10	10.6	178.3		
SKNJ-11	27.1	247.4		
SKNJ-12	15.3	191.3		
Koteshwar-F	16.0	103.9		
Ambaji-F	10.7	154.6		
Panchha-F	7.4	122.4		
Ranpur-F	5.8	142.7		
Kumbharia-F	4.8	88.0		
CD (p=0.05)		87.1		

Similarly yield performance data of best performing accession CP-9 (this accession was registered with NBPGR and provided the accession number IC 565735), along with other elites planted in Jan 2003 were recorded in Orissa. The 100 seed weight and oil content recorded for elite genotypes in Berhampur, Orissa at different locations during October 2007 are provided in the Table below. It can be seen that the 100 seed weight was as high as 77g and oil content was 40 %.

Plant no.	Location	100 seed weight (g)	Oil content %
CP-9	Mohuda Govt. site	77.1	40
CP-9	Mohuda Govt. site	76.5	37
CP-13	Mohuda Govt. site	68.7	30
CP-13	Gopalpur	65.2	35
CP-17	Mohuda Govt. site	67.6	30
VP-2	Gopalpur	49.4	36

### Establishment of new experimental Jatropha plantations and assessment of yield

In sub humid conditions of Orissa, we obtained, for the progeny line (CP-9) of *Jatropha curcas*, an average seed yield of 1.4 kg per plant during 2007-2008, i.e., after 4.5 years (Table). During the same period, observations were made on a single plant, VP-2 (Date of planting- August,

1999), which yielded 5.41 kg of seed in sand dunes of Gopalpur, Orissa, while another accession IC 565739 also proved to be high yielding in the sand dunes of Zanjmer, Gujarat. However, the high seed yield was offset by low kernel weight.

### Performance of cuttings of accessions CP-9 at Mohuda, Orissa

Year	2006-07	2007-08
CP-9 (IC 565735)	0.70±0.18	1.40±0.76

### Performance of IC-565739 on sand dunes of Zanjmer, Gujarat

Year	2006-07	2007-08
Seed yield (kg/plant; (average of two plants)	1.49	4.14

# NMITLI project on "Genetic improvement of *Jatropha curcas* for adaptability and oil yield"

The above multi-institutional project was initiated by CSIR with an aim to develop high yielding clones of Jatropha curcas and agro technologies for problematic soils. Multilocational trials were intiated at different locations viz. CSMCRI, CRIDA, NBPGR, NBRI, AFRI and NEIST- Jorhat to assess the performance and identify location-specific genotypes of Jatropha which may be most suitably deployed. Rooted cuttings of *J. curcas* obtained from different participating institutions were planted in the CSMCRI's experimental fields in Orissa and Gujarat in Randomized Block Design (RBD). Cuttings were planted at a spacing of 2.5m x 2.5 m and necessary fertigation was carried out periodically. Establishment of the cuttings was better for the accessions provided by CSMCRI, NBRI, EXCEL and CRIDA. Interestingly, the trends in terms of initial establishment were similar in Gujarat and Orissa. The seed yield in these accessions during first year varied from 1.8g to 132.0g. Wild accessions (166) were also

collected from different participating partners and established during the month of October, 2006 in the field. The performance of the established accessions was regularly monitored for growth and yield parameters. The institute also received feedback from other institutions on the performance of the CSMCRI accessions. The performance of one of our accessions in the multi-locational trial at Jodhpur was found to be the best as evident from the following quote: "After 18-months of planting in the field, accession numbers CSMCRI-GJ-PCM-C, CRIDA, 3 Raipur and JPH009, PAPL, Bangalore performed better. Production of fruits per plant varied from 175 g in CSMCRI-GJ-PCM-C to 3.67 g in SKNJ-, Urli Kanchan. Out of 180 accessions planted, 30 accessions have died and remaining accessions showed 33 to 100 percent survival. Accessions received from CSMCRI, Bhavnagar and AFRI showed no mortality." (Annual Report, Arid Forest Research Institute (AFRI), Jodhpur)

### **Breeding studies**

Studies on breeding aspects were undertaken jointly with Anand Agricultural University (AAU) to develop promising hybrids for higher productivity. Studies on floral biology were conducted on 23 selected accessions of *Jatropha* 

curcas as per the allotment to CSMCRI. Count of male and female flowers were made in tagged inflorescences. The number of female flowers/inflorescence ranged from 1 to 15 and the maximum female flowers (15) were





observed in accession FRI-UA-Teh-1005-DD-EL-2. Male to female ratio was recorded between 8.67 to 33.0 and the minimum M/F ratio (8.67) was exhibited by accession FRI-UA-Teh-1005-DD-EL-1. The CSMCRI genotypes showed a wide range of M/F ratio ranging from 11.4 to 33.0. Twenty crosses were subsequently made. The number of female flowers ranged from 2-25, while M/F flower ratio in these inflorescences ranged from 7.91 to 28.31. Maximum fruit wt. (28.71g) and seed wt. (18.66g) were recorded in fruits developed from the cross made between NBRI-J-18 (elite) and CSMCRI-OR-GUJ-1205-C-1. Total 471 seeds were obtained from all these crosses. Out of this 182 seeds were used for oil analysis and remaining 289 to raise F1s. Maximum oil (40.56%) was observed in the seeds obtained from RRL-AP-Papum-1105-C-1X CSMCRI-OR-Ganj-1205-C-5 cross combination. Plant wise raw data collected for all the F1s along with their respective parental plants were sent to AAU for Heterosis analysis. Relative heterosis and Heterobeltiosis were worked out in all the 20 cross combinations for growth characters, viz. Plant height, number of branches, canopy diameter and stem girth. Maximum relative heterosis for plant height (21.51%) was exhibited by the cross RRL-AP-Papum-1105-C-1XRRL-NL-MON-1205-C-1 and for number of branches (50.00%) by RRL-ASM-Kurbi-1205-C-6X CSMCRI-OR-Ganj-1205-C-5. Maximum relative heterosis for canopy diameter (8.79%) was recorded in cross RRL-AP-Papum-1105-C-1 X RRL-ASM -Golag-1105-C-1and for stem girth (21.09%) by NBRI-J-18 (Elite) X CSMCRI-OR-Guj- Banas-1205-C-1. Cross RRL-ASM-Golag-1105-C-1 X CSMCRI-OR-Ganj-1205-C-5 showed maximum heterobeltiosis (7.79%) for plant height, whereas, for number of branches, it was by the cross RRL-ASM-Kurbi-1205-C-6 X CSMCRI-OR-Ganj-1205-C-5 (39.02%). Cross NBRI-J-18 (Elite) X CSMCRI-OR-Guj-Banas-1205-C-1 recorded maximum heterobeltiosis (15.80%) for stem girth. All the crosses showed negative values for canopy diameter.

### Genetic variability studies

### Novel marker isolation and genetic diversity studies

The earlier studies on inter- and intraspecific genetic diversity of *Jatropha* found low levels of variation based on surveys of random amplified polymorphic DNA (RAPD) and amplified fragment length polymorphism (AFLP) markers. Thus Isolation of SSR markers was undertaken from six different species of *Jatropha* spp. and 12 microsatellite (SSR) markers isolated from *Jatropha curcas* were checked for cross species' (*J. glandulifera*, *J. gossypifolia*, *J. integerrima*, *J. multifida*, *J. podagrica* and *J. tanjorensis*) amplification.

(Molecular Ecology Resources doi: 10.1111/j.1755-0998.2008.02471.x). A minimum of eight and a maximum of 11 loci were successfully amplified from each species, demonstrating narrow genetic diversity among the species of Jatropha. Within J. curcas, observed and expected heterozygosity ranged from 0.94 to 0.54 and from 0.95 to 0.56, respectively. Of the 12 loci, five showed significant deviation from Hardy-Weinberg equilibrium. There was no significant linkage disequilibrium detected between any of the loci.

#### Cross-species amplification of isolated microsatellite markers in additional species of Jatropha

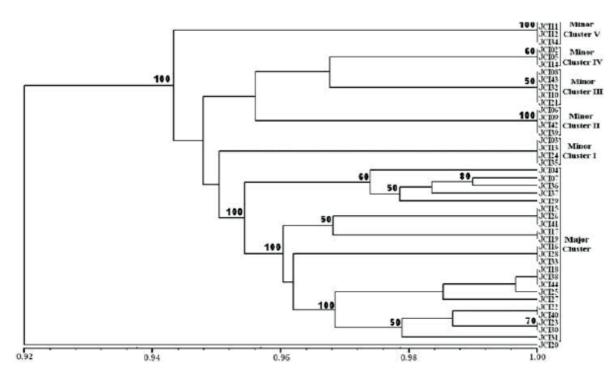
Marker	J. curcas (bp)	J. tanjorensis (bp)	J. glandulifera (bp)	J. gossypifolia (bp)	J. multifida (bp)	J. podagrica (bp)	J. integerrima (bp)
jcds10	108	126	120	120	150	130	150
jcds24	204	180	180	NA	NA	NA	NA
jcds41	102	100	120	120	NA	NA	100
jcds58	104	110	110	100	110	105	110
jcds66	216	250	NA	NA	NA	250	NA
jcps1	132	150	125	125	150	120	220
jcps6	288	NA	290	290	290	290	290
jcps9	140	140	NA	140	150	140	155
jcps20	224	255	NA	250	255	250	250
jcps21	189	190	190	200	190	190	200
jcms21	<i>7</i> 5	75	90	90	75	90	90
jcms30	135	130	NA	NA	130	NA	130

These loci are potentially useful for investigating population processes, genetic structure, population genetic studies across this set of six species of *Jatropha*, and may also be useful in other *Jatropha* species.

Novel microsatellites were isolated using FIASCO by dual probe enrichment technique from *Jatropha curcas* L. and genetic equilibrium and diversity of 44 germplasm collected from distinct geographical areas in India was checked using isolated microsatellites (Fig 10). The overall efficiency of the enrichment of microsatellite by dual probe in the present study was found to be 54% and among the sequences

obtained the percentage of sequences having suitable flanking regions for the primer designing was found to be 89.58%. The mean coefficient of genetic similarity (CGS) was found to be 0.97. The overall diversity obtained by microsatellites was found to be low in comparison with the diversity reported by multilocus markers systems; however, good allele polymorphism was observed. The overall dendrogram of microsatellite analysis resulted in random clustering of germplasm and it did not follow geographical area of collection. (Molecular Biology Report, DOI 10.1007/s11033-010-0033-2)





Dendrogram generated using UPGMA for 44 germplasm of *J. curcas* based on allele polymorphism obtained by 49 novel microsatellite loci

#### Micro-propagation of *J. curcas*

The institute has been focusing on propagate of its high quality germplasm in large numbers. Though, the species can be multiplied through stem cuttings, this will be possible in large numbers only when there are large orchards of such germplasm. Till then, *in vitro* multiplication will be the best option for large scale propagation of true-to-type elite plants. Based on micropropagation protocol of *J. curcas* 

developed using nodal and shoot tips explants, work research efforts continued to improve the multiplication rate and rooting percentage. The first lot of hardened plants transplanted in 2006 established well on wasteland of Chorvadla and continued to fare well. The variations recorded in the seed yield of seed raised seedlings were very high compared to cuttings and tissue culture raised plants.



Field trial of tissue culture and cuttings raised plants

### Variability of tissue culture/cutting/ seedling raised plants

Propagation Method	Average seed yield (g/plant	St Dev	CV%
Tissue culture	117.1	49.3	42.1
Cutting	122.7	51.7	42.1
Seeding	72.6	43.5	59.9

During the period of review, direct organogenesis through leaf of *J. curcas* was also attempted. The leaf explants were collected both from *in vitro* and *in vivo* shoots and kept in modified MS media. The regeneration

efficiency was found to be very low. An efficient method of direct shoot regeneration would serve as a prelude to meristem-based genetic transformation.







Multiple shoot induction from shoot tip cultures (left) Direct shoot bud induction from leaf explant (middle) Shoot elongation of shoot bud from leaf explants (right)

#### Changes in soil properties of degraded entisol with Jatropha curcas cultivation

Top soil (0-10 cm) mean weight diameter, aggregate stability, bulk density, total and particulate organic matter associated carbon and nitrogen were assessed on an Entisol as soil quality indicators from a 30 months' old *Jatropha curcas* plot in Chorvadla. The study was undertaken between December 2006 and January 2007. Alos plots with and without mineral fertilizer amendment (both treatment received organic amendment in the form of *Jatropha* cake) were studied. An adjacent native vegetation of *Zizyphus mauritiana* was included as reference for comparison. Improvement in soil structure was recorded, with 15% increase in mean weight diameter and 6-30% increase in

macro aggregate stability by cultivating Jatropha. Soil bulk density was reduced by 20% while, fine particulate organic matter associated (POM) carbon and nitrogen increased by an average of 33%. Aggregated silt and clay, which is an index of micro aggregate stability, was however lower in soil under *Jatropha curcas* than the natural vegetation. Although, there was marked variability (CV of 18-25%), there is potential for soil quality recovery (particularly, soil structural improvement) under Jatropha plantation within a short period of cultivation. (*Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 2008; 58: 245-251)

Effect of Jatropha curcas L plantation on soil aggregate stability in a degraded Indian Entisol

Treatments/Quality indices	Mean weight diameter (mm)	Fraction of water-stable macro aggregate	Aggregated silt and clay	Soil bulk density (mg/m³)
Natural vegetation	0.68b	0.52ab	3.91a	1.10
Jatropha (zero fertilizer amendment)	0.84a	0.68a	3.30 <i>b</i>	0.81
Jatropha (with nitrogen fertilizer)	0.79ab	0.55ab	3.72 <i>ab</i>	0.99
LSD (0.05)	0.103	0.166	0.152	*NS

<sup>\*</sup>NS- Not significant



Effect of *Jatropha curcas* L plantation on soil organic matter dynamics (g kg<sup>-1</sup>) in a degraded Indian Entisols

Treatments /parameters	Fine POM-C (0.25-0.053)	Total soil nitrogen	Medium POM-N	Fine POM-N
Natural vegetation	4.92 <i>b</i>	1.17 <i>ab</i>	1.02 <i>a</i>	0.45 <i>b</i>
Jatropha (zero fertilizer amendment)	9.18 <i>a</i>	1.56 <i>a</i>	1.19 <i>a</i>	1.24 <i>a</i>
Jatropha (with nitrogen fertilizer)	4.66 <i>b</i>	0.70 <i>b</i>	0.73 <i>ab</i>	0.39 <i>b</i>
LSD (0.05)	1.68	0.29	0.343	0.463

To ascertain the relation between plant nutrition and plant population, nutrient analysis of both soil and leaves was undertaken. It was observed that as plant population increased, the N and P contents of foliage decreased, while other nutrients did not follow a consistent pattern. Furthermore, no significant variations in foliage elemental concentrations in response to spacing

of *Jatropha* plants were noticed. Analysis of soil samples indicated that as plant spacing increases, the soil N availability also increases significantly. Very closely spaced plants (1m x 1m) grew tall and did not yield at all. This is a cautionary note for all those who fancy large number of Jatropha plants per hectare.

#### Jatropha agronomic trials and utilization of Jatropha cake as manure

The initial experiment on fertilizer trial which started in Aug, 2004 was continued. In 2006-07, it was observed that the seed yield of Jatropha increased with increasing dose of nitrogenous and phosphorus fertilizers. However, only the effect of nitrogen was significant while the effect of phosphorus and interaction of NxP were not significant. During 2007-08, the highest seed yield (237.8 g/plant which is equivalent to 0.60 t/ha at 2m x 2m spacing) was obtained by applying the combination of 120 kg N and 45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. The combination of 40 kg N and 15 kg P in conjugation with 1 kg of Jatropha cake per plant was the optimum dose that gave significantly higher seed yield of ca. 1.6 t ha<sup>-1</sup> in 2008. In the spacing trial the yields obtained during 2006-07 were low and the good vegetative growth obtained in the season was not commensurate with realized yield. To ascertain the reasons nutrient analysis both of soil and leaves was undertaken. It was observed that as plant population increased the N and P contents of foliage decreased, while other nutrients did not follow a consistent pattern. Furthermore, no significant variations in foliage elemental concentrations in response to spacing of Jatropha plants were noticed. Analysis of soil samples indicated that as plant spacing increased, the soil N availability also increased significantly.

Efforts were made to study the response of Jatropha to Jatropha cake applied as manure in plantation. The use of Jatropha cake @ 4t/ha brought about an increase in yield (865g/plant, N=54) of 30% over the use of sole inorganic fertilizers after 2 years of planting at Nesvad, Gujarat under wasteland condition. In another experiment at Chorvadla, Gujarat, wherein cake and sulphur were applied in different combinations and amounts, it was observed that oil content of seeds was significantly increased by S and cake application. Highest oil content (34.88%) was observed at application of 40 kg S ha<sup>-1</sup>. De-oiled seed analysis showed that N, S, Fe and Zn content were significantly increased by integrated application of S and cake. Highest N (3.63%), Fe (45.33 mg kg<sup>-1</sup>) and Zn (32.60 mg kg<sup>1</sup>) were observed when the plants received 40 kg S and 3.3 t cake ha<sup>-1</sup>, whereas, highest S (0.17%) was observed at application of 40 kg S and 6.6 t cake ha<sup>-1</sup>.

#### Improving the productivity of unproductive Jatropha plants

Low productivity is inherent in many *Jatropha* curcas germplasm and raising large scale plantations using such untested planting material can lead to counter productive. Unreliable and poor flowering and fruiting are important factors responsible for such low productivity in this species. Though much is known about growth retardants applied to field and horticultural crops, their role in improving seed productivity in Jatropha has not been explored. It was found that paclobutrazol could be an extremely useful chemical, whose dose

and time of application reduces unwanted vegetative growth, with concomitant improvement in yield and seed oil content of Jatropha. In the year following application of paclobutrazol, unexpected increase in seed yield – as high as 1127% relative to control – was obtained from one such unproductive Jatropha germplasm. Studies are continuing to ascertain the consistency of the findings from year to year. (Journal of Plant Growth Regulation, doi 10.1007/s0034-010-9137-0)





Infructescence structure of a representative *Jatropha curcas* at 375 days after treatment showing (left) less fruits in control shrubs and (right) showing compact bunch of more fruits in shrubs treated with paclobutrazol

#### **Intercropping studies**

During the first year of Jatropha plantation at Nesvad, Gujarat, intercropping was done with leguminous crops, greengram and blackgram, which gave seed yield of 582 and 794 kg/ha,

respectively. Intercropping may be necessary to sustain farmers during the initial phase of cultivation besides raising the fertility of the soil.





Intercropping in Jatropha with castor (left) and pulses (right) at Nesvad



#### Jatropha biodiesel

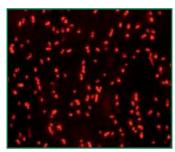
# Integrated process for the production of Jatropha methyl ester and by-products (Polyhydroxyalkanoates-PHA)



De-shelling machine



Shell Brigetting machine



MTCC 5343

During the period under review the Jatropha biodiesel process was further improved. Specifically, the following improvements were carried out:

- 1. Seeds were stored in the form of whole dry fruits to dispense with the need for deshelling. Moreover, it was shown that the oil is better preserved in the whole capsule than in the exposed seeds.
- 2. A machine was designed for automatic deshelling of the seed capsules. The success rate of deshelling was close to 100%.
- 3. A separate machine was developed to convert the empty shells of low density (0.08 g/cm³), but otherwise having coal-like calorific value of 3700 kcal/kg, into compact briquettes (density of 1.00-1.10 g/cm³) that are easily transportable and usable.
- 4. A process was devised to minimize the requirement of distillation of excess methanol used in the transesterification process.
- 5. The still bottom after distillation of glycerol (GL8) which poses a problem of disposal was converted into polyhydroxyalkanoate biodegradable plastic using an efficient soil bacterial strain (MTCC 5343) which gave an even better result with the waste than with pure glycerol. Data on the conversion are provided below. The PHA was found to be biodegradable in moist soil and its analysis (NMR, DSC, GPC) was carried out both in-house and by M/s Solvay Advanced Polymers.

#### Microbial sythesis of PHA with biodiesel residues

Parameters	Gl8 (2%)	Pure Glycerol (2%)
Volume	100 ml	100 ml
Temperature	35C	35C
Wt. of sample taken	2 g	2 g
Carbon content in medium after autoclaving	0.72	0.76
Harvesting time	90 hrs	90 hrs
Cell dry weight	0.38 g	0.30 g
Yield of PHA	0.270 g	0.158 g
Yield of PHA based on Cell dry weight	71.1%	52.6 %
Carbon content in PHA	0.15 g	0.087 g
% Carbon in medium which ends up in PHA	20.8 %	11.45 %

#### New initiatives on use of Jatropha biodiesel

As mentioned above, 80,000 liters of B100 biodiesel was provided to Daimler Chrysler to operate a fleet of vehicles as part of the collaborative agreement signed on phase II of the project. CSMCRI also provided the fuel for a Jatropha initiative by Daimler Chrysler in Singapore. Fuel was also provided to General Motors, Mahindra & Mahindra and others. The following feedback was received from Mahindra & Mahindra: "By now we have tested fuels from various other sources. Your quality is much better" (Dr. Mathew Abraham, GM, R&D,

Alternate Fuels, Mahindra & Mahindra). His Highness, Shaik Saud of Ras al Khaimah visited the institute in 2007 to learn about the biodiesel initiatives besides other projects. Till Dec, 2008 our Toyota Qualis car had completed over 75,000 km on the institute's B100 biodiesel with any modification. CSMCRI was awarded the Dr. Vikram Sarabhai Award in 2006-07 for the application entitled *Design*, *Development and Technology transfer for the production of Biodiesel from Jatropha*.





(Left) B20 trials on Mercedes Smart Car in Singapore (formulated from B100 Jatropha biodiesel provided by CSMCRI; (Right) His Highness Sheik Saud Bin Saqr Al Qasimi of Ras al Khaimah filling Biodiesel in the institute's Qualis

#### Salicornia cultivation

In continuation of our earlier reported experiments, salicornia cultivation was further expanded to 400 ha area with modified processes. Significantly, highest biomass of 4.9

t/ha was found by application of 75 kg  $P_2O_5$  per ha, amounting to an increase of 35% higher over unfertilized control (Table).

Effect of phosphorus on biomass of salicornia

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	Dry weight q/ha
0	36.48
15	34.36
30	35.24
45	38.63
60	43.13
75	49.17
S. Em (±)	3.84
CD	8.18



Salicornia densified area at Port Victor, Gujarat

# समुद्री जैव प्रौद्योगिकी एवम् पारिस्थितिकीय

## आणविक जीवविज्ञान और जैवप्रौद्योगिकी

## लवण सिहष्णुता के लिए तनाव जिनोमिक्स

पहले द्विवार्षिक रिपोर्ट में हमने सैलिकोर्निया ब्रैकिएटा, जो समुद्री तट उगता है, उसमें नमक सिहष्णुता के तनाव जीनोमिक्स और इएसटी डेटाबेस के विकास पर अध्ययन की सूचना दी है। हमारे आगे अध्ययन में फिर से 930 अनुक्रमों को एनसीबीई डेटाबेस में जमा किया गया। इसमें से 789 इएसटी ने एनसीबीई डेटाबेस के दूसरे जीन के साथ अनुरुपता दिखाई है और इसमें से, 4.8% इएसटी तनाव सिहष्णु जीन श्रेणी के थे, जबिक 29% इएसटी ज्ञात कार्यात्मक जीन अनुक्रमों में से किसी के साथ अनुरुपता नहीं दिखाता और इस प्रकार अज्ञात या काल्पनिक के रुप में वर्गीकृत किये गए। इस प्रजाति में अज्ञात जीनों की एक बड़ी संख्या का पता लगाना एक दिलचश्प योगदान है। पहले प्रयास में, 90 अज्ञात और काल्पनिक जीन की लवणता सिहष्णुता में उनकी भूमिका की पुष्टि के लिए उनका रिवर्स

नोर्थेर्न विष्लेषण द्वारा अंतर विनिमयन अध्ययन चुना गया। दिलचस्प है कि 21 उर्ध्व और 10 निम्नगामी जीन 500 मिलिमोलर लवण की सान्द्रता पर दिखाई दिए। इन तनाव सिहष्णु जीनों इनमें से कुछ तनाव सिहष्णु जीनों को एस ब्रैकिएटा से पृथक किया गया और इनका कार्यात्मक सत्पापन किया गया है। 5' और 3' रेस का उपयोग करते हुए कुछ जीन की पूर्ण लंबाई प्राप्त की गई। पूर्ण लंबाई प्राप्त कुछ जीन जैसे की एनएचएक्स-1, पिएपिएक्स, जीएसटी, एएसआर-1 और एमएपिपिके का अंतरण मॉडल पादप तंबाकू में उनकी अभिव्यक्ति का अध्ययन करने के लिए किया गया। ट्रांसजेनिक पौधों की पुष्टि गस विष्लेषण, जीनका पीसीआर प्रवर्धन और सौथेर्न ब्लोट द्वारा किया गया। ट्रांसजेनिक पौधों की तुलना में नमक तनाव में बेहतर वृद्धि देखी गई।

## एस. ब्रैकिएटा में लवणता से एंटी-ऑक्सीडेटिव रक्षा सामर्थ्य

लवणता में एंटी-ऑक्सीडेटिव रक्षा सामर्थ्य की गतिविधियों का मूल्यांकन, विविध लवण सान्द्रता (0, 200, 400 एवं 600 मिलिमोलर) के अधीन, एस. ब्रैकिएटा में एंटी-ऑक्सीडेटिव एंजाइमों की गतिविधियों एंटीऑक्सीडेंट के स्तर की निगरानी द्वारा किया गया। एस. ब्रैकिएटा की शाखा में, लवण प्रशोधन अधिमान्य ढंग से एस्कोर्बेट पेरॉक्सीडेस (एपिएक्स), ग्वैकाल पेरोंक्सीडेस (पिओएक्स), ग्लुटाथिओन रिडक्टेस् (जीआर) और सुपराऑक्सीडेस डिसम्युटेस (एसओडी) की क्रियाशीलता को बढ़ा देता है, जबिक यह कैटालेस (कैट) गतिविधि की कमी को प्रेरित करता है। इसी तरह, लवणता कुल ग्लुटाथिओन सामग्री (जीएसएच + जीएसएसजी) में वृद्धि और कुल एस्कॉर्बेट सामग्री में कमी कराता है। एस. ब्रैकिएटा की वृद्धि 200 मिमी लवण में इष्टतम है, लवणता बढ़ने के साथ यह कम हो जाती है। लवणता, शाखा में सोडियम–आयन में वृद्धि और के–आयन में कमी का कारण

है। प्रोलीन का स्तर कम (0-200 मिमी सोडियम क्लोराइड) और मध्यम (400 मिमी सोडियम क्लोराइड) लवणता पर परिवर्तित नहीं होता, जबिक प्रोलीन के स्तर में एक उल्लेखनीय वृद्धि उच्च लवणता (600 मिमी सोडियम क्लोराइड) में देखा गया। कम और मध्यम लवणता के तहत, एस. ब्रैकिएटा में संचय परासरणी स्थैतिकता में सोडियम—आयन के संचय कुछ भूमिका हो सकती है। कम लवणता (200 मिमी सोडियम क्लोराइड) में, ओक्सिडेटिव तनाव के उत्पाद, एमडीए और हाइड्रोजन पराक्साइड की सांद्रता में कमी और मध्यम (400 मिमी सोडियम क्लोराइड) एवं उच्च लवणता (600 मिमी सोडियम क्लोराइड) में वृद्धि होती है। एक पूरे के रुप में, इन परिणामों का सुझाव है कि कुछ एंटी—ऑक्सीडेटिव एंजाइमों और एंटीऑक्सीडेट अणुओं का ऊंचा स्तर, एस. ब्रैकिएटा की नमक सहिष्णुता के लिए महत्वपूर्ण है।

# लवणता प्रेरित ऑक्सीडेटिव तनाव का ग्रासिलेरिया कोर्टीकेटा में जैव रासायनिक प्रतिक्रियाएं

प्रयोगशाला में लाल शैवाल ग्रासिलेरिया कोर्टीकेटा (जे. अगार्ध) में अलग अलग लवणता (15, 25, 35, 45 और 55%) में तनाव के जैव रासायनिक प्रतिक्रियाओं का

अध्ययन किया गया। उच्चतम विकास 25% ( $3.14\pm0.69\%$  डीजीआर) और 35% ( $3.58\pm0.32\%$  डीजीआर) में था। फयकोबिलीप्रोटीन्स तरह के फयकोएरिथिन (पीई)

#### Central Salt & Marine Chemicals Research Institute



और एल्लो फयकोसयनिन अति लवणता पर विशेष रुप से 45% में काफी अधिक थे। दोनों लघु और अति लवणता उपचार पोलीफिनाल और प्रोलीन के स्तर को लगभग दो गुना प्रेरित करते हैं और सुपरऑक्सीडेस डिसम्यूटेस एस्कॉर्बेट पेरोंक्सीडेस ग्लुटाथिओन रिडक्टेस जैसे एंटीऑक्सीडेंट एंजाइम की गतिविधियों में वृद्धि होती है विशेष रुप से छठे दिन तक। अति लवणता (55%) में सोडियम आयन आसानी से पोटैसियम आयन और कैल्सियम आयन अनुपात के लंबी अवधि के संपर्क (छठे

दिन) से पौधों की चरम वृद्धि में बाधा उत्पन्न हुई। हालांकि पौधों की उत्तरजीविता 45% लवणता पर सोडियम आयन / पोटैसियम आयन और सोडियम आयन / कैल्सियम आयन दोनों के काफी अधिक अनुपात के साथ भी सोडियम आयन के रिक्तिका में उपखंडीकरण का सुझाव देते हैं। माइक्रोन्यूट्रेंट्स जैसे जिंक आयरन और मेंगनीज सभी के घटक में कमी दोनों उच्च और निम्न अंत लवणता में दर्ज की गई है जबिक अधिक कमी अति लवणता में दर्ज की गई है।

## समुद्री शैवाल से उत्पन्न नकल उतार पदार्थ द्वारा कोरम संवेदन निषेध

हमारे पहले किये गए काम की निरंतरता में, 64 बड़े समुद्री शैवाल भारत के अंतर—ज्वारीय सौराष्ट्र तट, गुजरात, क्षेत्र से एकत्र किए गए। इन शैवाल से जलीय के साथ ही जैविक निष्कर्षो (मेथेनोलिक) को आगे जांच के लिए तैयार किये गए। तीन जीवाणु उपभेदों प्सयूदोमोनस पुतिदा, सेर्रिटया लिकुएफिकएन्स और एस्चेरिचिया कोलाई (ऐएचएल विनियमित प्रमोटर के साथ जीएफपी—(ग्रीन फ्लोरोसेंट प्रोटीन) या लक्स—जीन से निर्मित ओपेरों फुसिओंस) का इस्तेमाल को ऐएचएल पदार्थ नकल की अनुपस्थित के लिए शैवाल निष्कर्षो स्क्रीन किया गया। केवल एक शैवाल नमूना काउलेर्पा ताक्सिफोलिया प्रारंभिक प्रयोगों में जी एफ पी अभिव्यक्ति का निषेध दिखा सकारात्मक परिणाम दी है। इसके अतिरिक्त, तीन शैवाल नमूने कितोमोर्फा लीनम, स्पतोग्लोस्सम अस्पेरम और सिर्रिनयम प्रजाति का जीवाणु

विरोधी गतिविधि के रुप में सकारात्मक परीक्षण किया गया और निषेध को क्षेत्र दर्शित किया।

75 अतिरिक्त, नमूने मन्नार की खाड़ी और तिमलनाडु से समुद्री शैवाल एकत्र करके उनके (जलीय रुप एवं मेथानोलिक) अर्क तैयार किये गए। इन निष्कर्षों में से कुछ में कोरम संवेदन नकल पदार्थों की उपस्थिति के लिए क्रोमोबक्टेर विओलासुम (सी वि 026) उत्परिवर्ती का उपयोग कर जांच की गई है। क्रोमोबक्टेर विओलासुम सी 6 एच एस एल (कोरम संवेदन वर्धक) की उपस्थिति में एक उज्जवल बैंगनी रंग विकसित करता है। जिम्ताल्देहाइड और पतुलिन कोरम संवेदन अवरोधक रसायण का इस्तेमाल सकारात्मक नियंत्रक के रुप में किया गया। अभीतक परिणामों से निष्कर्ष निकला नहीं है।

# संवर्धनरहित विधि द्वारा मृदा के क्षाररनेही सूक्ष्मजैविक समुदाय का विश्लेषण

उना व भावनगर की क्षारीय मृदा (पिएच 9.45 एवं लवणता क्रमशः 2.8 व 11.96% सोडियम क्लोराइड) की क्षारस्नेही जीवाणु विविधिता का अध्ययन किया गया। मृदा नमूनों से पर्यावरणीय जीनोमिक डीएनए को पृथक करने के बाद 16 एस रिबोसोमल आरएनल जीन प्रारम्भकों के प्रयोग से परिवर्धित उत्पाद के टोपो टीए वेक्टर में क्लोनिंग करके, टॉप 10 सक्षम कोशिकायों में अंतरण किया गया। 150 से ज्यादा प्रवर्तित सफेद जीवाणु कोलोनियाँ पाई गयी एवं

प्रत्येक नमूनों से 50 कोलोनियों का वेक्टर विशिष्ट प्रारम्भकों से परिवर्धन किया गया। परिवर्तित कोलोनियों के प्लास्मिड को पृथक कर के उनका अनुक्रमण किया गया। उना के मृदा नमूनों में प्रोटीओबैक्टीरिया संघ का प्रभुत्व पाया गया, जबकि तुलनात्मक रूप से उच्च लवणता वाली भावनगरीय मृदा में बैक्टिरियोडीटीज संघ की सेलिनिमाईक्रोबियम जाति के जीवाणुओं का वर्चस्व पाया गया।

## हलोतोलेरांत वनस्पति के विकास को बढ़ावा देने वाले राइजोबेक्टेरिया का जैव प्रौद्योगिकी प्रयोग

मृदा लवणता भारत के कई हिस्सों में बढ़ रही है और तत्काल इन क्षेत्रों में जैविक नाइट्रोजन स्थिरीकरण (बीएनएफ) द्वारा एक नाइट्रोजन पूरक की जरुरत है। हमने सफलतापूर्वक कई राएजोबैक्टेरिया, चावल से निकले हैं। सैलिकोर्निया बैकिएटा एवं दूसरे हेलोफाइट में इस प्रकार के राएजोबैक्टेरिया की उपस्थिति का अध्ययन हम कर रहे हैं और उनके जैविक नाइट्रोजन स्थिरीकरण की संभाव्यता को सुनिश्चित करना बहुत ही महत्वपूर्ण है।

## ग्रासिलेरिया प्रजातियों की आण्विक वंशावली उनके आकारिकी सुनम्यता को दर्शाता है

संरचनात्मक सादगी, उच्च आकारिकी, सुनम्यता एवं महान प्रजाति विविधता की वजह से ग्रासिलेरिया श्रेणी विभाजन में एक चुनौतीपूर्ण जाति है। सकल आकारिकी, पात्रों की पहचान का आधार प्रदान करते हैं और इनका प्रयोग कई बार गलत पहचान कराता है। भारतीय जलाशयों विशेष रुप से गुजरात तट जहां ग्रासिलेरिया प्रजाति विविधता बहुतायत में है वहाँ ग्रासिलेरिया प्रजातियों का वर्गीकरण जांच मौसमी और पर्यावरण बदलाव की वजह से सीमित और अपर्याप्त हैं, जो अक्सर प्रजातियों की गलत पहचान कराता है। गुजरात तट के विभिन्न इलाकों से नौ ग्रासिलेरिया प्रजातियां एकत्र कि गई। एसएसयु आरआरएनए (18 एसआरआरएनए), रुविस्को और कोक्स 2-3 स्पेसर को प्रवर्धित किया गया।

18 एस आरआरएनए, रुविस्को और कोक्स 2-3 इंटरजेनिक स्पेसर आणविक मार्कर जो तीन अलग—अलग जीनोम से संबंधित हैं, उनकी नुक्लेओटाईड अनुक्रम डेटा गलती की संभावना को कम करने और अधिक से अधिक संभावनाओं के साथ ग्रासिलेरिया प्रजातियों की वंशावली अनुमान लगाने के लिए एकीकृत किया जाएगा। तीन अलग अलग जीनोम से एकीकृत मार्करों का प्रयोग आणविक वंशावली विश्लेषण, अधिक आकारिकी सुनम्यता वाली शैवाल प्रजातियों का पहचान करने के लिए नया उपकरण प्रदान करेगा साथ ही साथ उनकी वंशावली वंश की स्थापना की भी अनुमति प्रदान करेगा।

# समुद्री शैवाल का जैवपूर्वेक्षण, जीव विज्ञान, खेती और मूल्य वर्धन

## गुजरात समुद्री तट की शैवाल जैव विविधता

पहले द्विवार्षिक रिपोर्ट में हमने समुद्री शैवाल जैव विविधता अध्ययन के महत्व के बारे में सूचित किया था, जो अब तक की तैयार जाँच और साहित्य से एकत्र द्वितीयक डेटा पर आधारित है। डेटा अपडेट करने के लिये हमने दिसंबर 2006 से दिसंबर 2008 तक समुद्री शैवाल जैव विविधता के लिए गुजरात के तट का सर्वेक्षण किया। सौराष्ट्र तट में बहुतायत जैव विविधता और समृद्ध समुद्री शैवाल पाई जाती है, जबिक दक्षिणी गुजरात और कच्छ क्षेत्र में अपेक्षाकृत कम आम समुद्री शैवाल प्रजातियां पाई गई। सापेक्ष बहुतायत और समुद्री शैवाल जैव विविधता के आधार पर समुद्री शैवाल का नमूना लेने के लिए कुल 15 स्टेशन निर्धारित किए गए। इन सभी स्टेशनों का समय समय पर हर महीने अधिकतम समुद्री शैवाल प्रजातियों को जमा करने और समुद्री शैवाल के लिए व्यापक विविधता मानचित्रण के लिए दौरा किया गया। प्रत्येक प्रजातियों के लिए, कुंजी वर्गीकरण विवरण, जीपीएस डेटा के साथ वितरण, बहुतायत, मौसम, पारिस्थितिकी और आर्थिक महत्व, जहां लागू हों, को शामिल किया। इस सर्वेक्षण के दौरान एकत्र सभी ग्रासिलेरिया प्रजातियों के लिए कॉक्स 2-3 स्पेसर, रुविस्को स्पेसर, आइटीएस-1 और 18 एस आरआरएनए का आण्विक मार्कर के रुप में, अध्ययन किया गया। 101 समुद्री शैवाल के जेनेरा से संबंधित, कुल 198 प्रजातियां इस अध्ययन की अवधि के दौरान एकत्र किए गए, इन में से, 24 नई प्रजातियों को गुजरात से और 3 को (सोलेरिया कोड़ेलिस, अह्नफेल्सिया प्लिकाटा और डिक्टिययाप्टेसिस सेर्रटा) भारतीय तट से सुचित किया गया। अधिकतम प्रजातियों की संख्या रोडोफाएटा से संबंधित थी, जिसमें से 109 प्रजातियां और 62 पीढ़ी से संबंधित थी। दूसरे नंबर पर क्लोरोफाएटा पाया गया, जिसमें 54 प्रजातियां और 23 पीढ़ी थी। इस अध्ययन के दौरान उत्पन्न सूचना दीर्घकालिक आर्थिक लाभ या ग्लोबल वार्मिग और जलवायु परिवर्तन के परिणाम के रुप में पर्यावरण परिवर्तन के उद्देश्य से समुद्री शैवाल जैव विविधता के संबंध में निगरानी और किसी भी तटीय विकासात्मक गतिविधियों के प्रभाव का मूल्यांकन के लिए विश्वसनीय आधारभूत डेटा प्रदान करते हैं। इस अध्ययन के दौरान किए गए रेखांकन, शैवाल संसाधन के उपयोग और संरक्षण में रुचि रखने वाले एक प्रामाणिक क्षेत्र और नीति नियोजकों के प्रबंधन के लिए, संदर्भ सामग्री पथप्रदर्शक के रुप में काम करेंगे। वर्तमान अध्ययन में एकत्रित कुल डाटा संसाधित करके "भारत की समुद्री शैवाल" गुजरात तट के समुद्री शैवाल विविधता और वितरण नामक पुस्तक के रुप में संकलित किया गया और इसका प्रकाशन स्प्रिंगर के द्वारा किया जायेगा।

# समुद्री शैवाल के पोषक परिप्रेक्ष्य में वसायुक्त एसिड सामग्री

समुद्री शैवाल अविश्वसनीय पॉलीअनसेचुरेटेड फैटी एसिड के धनी स्रोत है और लंबे समय के लिए एशिया प्रशांत में व्यंजनों का एक हिस्सा बन सके हैं। भारतीय समुद्री शैवाल

से फैटी एसिड का मात्रात्मक और गुणात्मक विश्लेषण किया गया है। सूखी वजन के आधार पर लिपिड घटक प्रजातियों के बीच व्यापक रुप से विविधता 0.57-3.5% पाई गयी।



क्लोरोफाएटा सदस्यों में उच्च सी18 पियूएफएएस घटक पाए गए। जो रोडोफाएटा जोकी में पाए गए सी20 पियूएफएएस विपरीत प्रवृति के थे। फेओफाएटा सदस्यों का फैटी एसिड प्रोफाइल क्लोरोफाएटा के सी 18 पियूएफएएस और रोडोफाएटा के सी20 पियूएफएएस द्वारा प्रदर्शित प्रोफाइल के समान था। दोनों फेओफाएटा और रोडोफाएटा प्रजातियां आरकेडोनिक एसिड और एकोसोपेन्टोइक एसिड एवं अलवेल्स डोकोसा हेक्सेनाइड एसिड से समृद्ध है। अध्ययन कि गई अधिकांश प्रजातियां पोषण लाभदायक एन3/एन6 के साथ 0.61-5.15:1 अनुपात में पाई गई।

### अगैरोफाइट्स का बायो प्रोस्पेक्टिंग अध्ययन

भारतीय तट के नौ अलग अलग स्थलों से एकत्रित विभिन्न अगैरोफाइट्स यथा जिलेडिअला एसीरोसा, ग्रासिलेरिया इदुलिस, ग्रासिलेरिया क्रेसा, ग्रासिलेरिया फोलिफेरा और ग्रासीलेरिया कोर्टीकाटा से अगैरोज़ का निष्कर्षण किया गया, निकाले गए अगार के नमूनों का रियोलोजी के माध्यम से उनके जैल के स्थायित्व का अध्ययन किया गया। जिलेडिअला एसीरोसा के अगैरोज की जैल शक्ति 500 से

845 ग्राम/ सेमी<sup>2</sup>, जबिक ग्रासिलेरिया क्रेसा के अगैरोज की जैल शक्ति 490 और ग्राम/सेमी<sup>2</sup> पाया गया। दक्षिण भारतीय तट से एकत्रित जिलेडिअला एसिरोसा के अगैरोज का भौतिक तथा रासायणिक गुण, पश्चिमी भारतीय तट से एकत्रित जिलेडिअला एसीरोसा के अगैरोज की तुलना में बेहतर पाया गया।

## समुद्री शैवाल की अपतटीय खेती

देश में समुद्री शैवाल बायोमास उत्पादन के लिए मांग बढ़ी है जिसके कारण समुद्री शैवाल उत्पादन बढ़ाने के लिए लगातार नए आविष्कार और नई तकनीक विकसित की जा रही है। खेती पर पिछले प्रयासों से बड़े पैमाने पर पानी के किनारे में समुद्री शैवाल की खेती के लिए विधियों का विकास किया गया है। इस प्रयासों ने विभिन्न समुद्री शैवाल की सफल खेती के तरीकों के विकास का नेतृत्व किया है। वहाँ तमिलनाडु में 800 से अधिक परिवारों ने आजीविका के अपने साधन के रूप में समुद्री शैवाल की खेती को अपनाया और औसत 5000-6000 प्रति माह रूपये पर कमा रहे हैं। बायोमास आपूर्ति के लिए बढ़ती औद्योगिक मांग को पूरा करने के लिए, एक प्रयास के तहत भारत के दक्षिण पूर्वी में पाक खाडी के किनारे थोनिठुरै तट में कप्पाफायकस

अल्वारेजी, ग्रासिलेरिया डूरा, ग्रासिलेरिया एदुलिस और जेलिदिएल्ला असरोसा की खेती की व्यवहार्यता अध्ययन किया गया है। 2 मीटर x 2 मीटर आकार के राफ्ट्स वृक्षारोपण के लिए इस्तेमाल किया गया है। खेती का काम अधिक उच्च ज्वार के दौरान पानी के किनारे 2 किमी दूर के औसत 5-7 मीटर गहराई में किया गया। साथ में प्रयोग उच्चतम उच्च ज्वार के दौरान तट से लगभग 75 मीटर की दूरी पर औसतन 0.5 मीटर पानी में भी किया गया था। बंद के किनारे में खेती के लिए प्रारंभिक परिणाम बहुत उत्साहजनक रहे थे। अपतटीय हालत में कप्पाफायकस और ग्रासिलारिया एदुलिस के विकास दर में महत्वपूर्ण वृद्धि मिली, जबिक किनारे हालत में ग्रासिलेरिया दूर ने बहेतर विकास दर दर्शाया।

## जेलिडिएला एसीरोसा के ऊतक सर्वार्धित जर्मलिंग्स की क्षेत्र की खेती में अंतर्गत वृद्धि और अगर मात्रा के बारे में अध्ययन

2002-2004 के द्विवार्षिक रिपोर्ट में बताया गया है पोरबंदर, गुजरात से एकत्र जेलिडिएला एसीरोसा के जर्मप्लाज्म से ऊतक सवंधित पौधे विकसित किए गए थे। ऊतक सवंधित जर्मलिंग्स और एवांदी खेत से एकत्र जेलिडिएला एसीरोसा के जंगली पौधों के विकास का अध्ययन निलंबन (एस एस) पत्थर विधि अपनाकर एवांदी पर एक साथ समान परिस्थितियों में खेती करके किया गया। शुरु में, एक स्रोत के 80 पत्थर प्रत्येक प्रारंभिक बायोमास 160 ग्राम ताजा वजन

वाले जर्मप्लाज्म रोपित किये गये। 180 दिनों के विकास के बाद हॉरवेसिटंग की गई थी। हॉसवेसिटंग आंकड़ों से पता चला कि ऊतक सवंधित जर्मिलंग्स की राशि जंगली पौधों से लगभग दोगुनी थी। इनकी अगर ऊपज और जेल ताकात में कोई महत्वपूर्ण अंतर नहीं दर्ज किया गया (अप्रकाशित डेटा) हालांकि, ये केवल प्रारंभिक परिणाम हैं, अभी यह देखना बाकी है कि कई पीढ़ियों पर विकास दर समान बना रहता है या नहीं।

## वर्गीकरण पर आधारित पहचान और ग्रासिलेरिया डूरा (सी.अगार्ध) जे.अगार्ध के जीवन चक्र का विवरण

भारतीय जल से ग्रासिलेरिया की कई प्रजातियों को साहित्य में सूचित किया गया है बहरहाल इन प्रजातियों के प्रजनन जीव विज्ञान पर आधारित वर्गीकरण सत्यापन पहले नहीं किया गया था। केंन्द्रीय नमक और समुद्री रसायन संस्थान में एक बेहतर प्रक्रिया द्वारा विकसित (यूएस पेटेंट #2005/0267296A1) विधि द्वारा जीं डूरा में शुष्क वजन के आधार पर अगरोस का उच्च उपज लगभग 20-25% पाया गया' तथा इसका वर्गीकरण पहचान की पुष्टि के लिए रुपात्मक और संरचनात्मक विशेषताओं का अध्ययन किया गया।

## ग्रासिलेरिया बूरा (सी.अगर्ध) जे. अगर्ध की खेती पर सतत् अध्ययन

चूंकि जी. डूरा भारतीय जल में थोड़ी ही मात्रा में होता है, अध्ययन के रुप में पिछले द्विवार्षिक रिपोर्ट में बताया गया था कि राफ्ट्स विधि अपनाकर वनस्पति टुकड़े से इस शैवाल की बड़े पैमाने पर खेती की संभावना मंडपम में जारी है। 2005-2006 के दौरान एक वर्ष के लिए प्रारंभिक परिक्षण की खेती के बाद, थोनिठुरै (पाक खाड़ी की ओर) और अरियांकुंदु को बड़े पैमाने की खेती के लिए उपयुक्त पाया गया।

स्थल चयन के बाद, सितम्बर 2006 के महीने में बड़े पैमाने पर खेती में 2-2 मीटर के 29 राफ्ट्स थोनिवुरै में और 65 राफ्ट्स अरियाकुंदु में से शुरु किया गया था। अक्टूबर 2006 से अप्रैल 2007 के चरम विकास की अवधि के दौरान 45 दिन के बाद दो स्थानों पर किलो बीज सामग्री रोपाण से, क्रमशः 13 किलो तथा 48 किलो वनज ग्रासिलारिया डूरा हार्वेस्ट किया गया था। सितंबर 2007 के मध्य के दौरान उच्च तापमान और लवणता के प्रभाव के कारण विकास दर में गिरावट आई। नकारात्मक वृद्धि का कारण न केवल फिजियो रासायनिक (उच्च तापमान और लवणता) कारक थे बल्क जी.डूरा के ऊपर हरी शैवाल एन्तेरोमोर्फा और एपिफ्टिक का विकास भी था। इसके साथ ही बीजाणु आधारित विधियों की व्यवहार्यता सुनिश्चित करने के लिए, बीजाणु उत्पादन, उनकी प्रयोगशाला में व्यवहार्यता और

विकास के प्रारंभिक दौर के रुप में अच्छी तरह से अध्ययन किया गया और जी.डूरा के टेद्रास्पोरोफिय्टक पौधों की आउटप्लांटिंग खेती का एक प्रयास किया गया है। प्रयोगशाला मे अधिकतम बीजाणु मुक्ति चौथे दिन 808 (22<u>+</u>) प्रति सिस्टोकार्प हुई। प्रतिशत बीजाणु सक्षमता कार्पोस्पोरेस संवर्धन के पहले हफ्ते के अंत में 22 से 36% (नि. = 0.1008 दो, n=30) और दूसरे सप्ताह कम 17-27% (r2= 0.0011, n=30) रही। बीजाणु अंकुरण 'दुमोंटिया—प्रकार' विकास पैटर्न का पालन करते तुरंत किसी भी आराम की अवधि के बिना हुआ। थैलस मल्टीसेल्लुलर बेसल डिस्क से विकसित हुआ। प्रयोगशाला संवर्धन के तहत 6 महीने के बाद, क्षेत्र प्रत्यारोपण के लिये न्यूनतम आकार का 3-4 सेमी फ्रोंड लंबाई का बेलानाकार सीधा थैलस प्राप्त हुआ। प्रयोगशाला में विकसित टेद्रास्पोरोपिय्टक ने बाहर रोपण संतोषजनक 4.67% औसत वृद्धि दर के साथ समुद्र के लिए तेजी से अनुकूलन दिखाया। वर्तमान जांच के द्वारा कार्पोस्पोरेस का उपयोग करके इन प्रजातियों की क्षेत्र में खेती की संभावना का प्रदर्शन किया गया है। इस विधि का विस्तार औद्योगिक रुप से महत्वपूर्ण लाल शैवाल की वाणिज्यिक खेती में महत्वपूर्ण परिणाम दे सकता है।

# ग्रासिलेरिया डूरा से अगैराज निष्कर्षण की परिष्कृत विधि

अगैरोज को बनाने की प्रक्रिया एवं गुणवता में सुधार के अविरत प्रयास के दौरान ग्रासिलेरिया डूरा से अगैरोज निष्कर्षण की एक नई विधि का आविष्कार किया गया। अगैरोज निष्कर्षण की इस प्रक्रिया में पारम्परिक ठंड—विगलन की तुलना में ऊर्जा की बचत होती है, साथ ही उत्पाद, उपयुक्त आईक के डालने पर अवक्षेपण हो जाता है। अगैरोज/अगर की वीस्कोसिटि एवं जैल शक्ति पर ऋणायन, धनायन और अनायन आईक के प्रभाव के

अघ्ययन के आधार पर आईको का चुनाव किया गया था, जो हमारे पूर्व काम के आधार पर आधारित था। प्राप्त उत्पाद को आईक मुक्त एवं परिष्कृत किया गया, प्राप्त अगैरोज की गुणवता की तुलना व्यावसायिक रुप से पाये जाने वाले अगैरोज के समकक्ष थी, जो एलेक्ट्रोफोरेटिक अनुप्रयोग में बेहतर पाया गया, हालांकि उत्पाद को विलय के दौरान में कुछ कठिनाइयां मिली जिसे वर्तमान में दूर करने का प्रयास किया जा रहा है।

## सर्कोनेमा फिलिफोर्मी की खेती-एक इओटा कार्रागीनोफाइट

सर्कोनेमा फिलिफोर्मी एक स्वदेशी समुद्री शैवाल जो व्यवसायिक तौर पर महत्वपूर्ण इओटा कार्रगीनन का एक स्त्रोत है। पहले से ही के. अल्वारेजी जो कप्पा—कार्रगीनन का स्त्रोत है — की खेती मंडपम में की जा रही है, कप्पा—कार्रगीनन के पूरक स्त्रोत के रुप में एस. फिलिफोर्मी की खोज और खेती एक महत्वपूर्ण विकल्प है।

सितम्बर और 08 नवम्बर के दौरान  $1.5 \times 1.5$  मीटर के राफ्ट्स पर 400 ग्राम ताजा वनज का बीज का रोपण करके (21 ऐसे राफ्ट्स वरीयता प्राप्त थे) अध्ययन किया गया था। 30 दिनों के बाद प्रति बेड़ा से बायोमास 5.6 किलो से 22.4 किलो तथा दैनिक विकास दर 8.8-13.4% पर प्राप्त हुआ था।



## समुद्री शैवाल के पालीसैकेराईडस का रुपांतरण—जेनिपिन से जुडे अगैरोज, कैरागीनन का निर्माण

कुछ विशिष्ट अनुप्रयोगों के लिए पालीसैकेराईडस की जलाकर्षणता कम करने के लिए अगैरोज, कैरागीनन और अगैरोज—कैरागीनन मिश्रण को प्राकृतिक, विष रहित जेनीपीन के साथ क्रासलिंक किया गया। प्राप्त उत्पाद की

अम्लीय माध्यम में वृद्धि तथा स्थिरता का उपयोग तरल पदार्थों को अवशोषित करने जैसे कुछ विशिष्ट अनुप्रयोगों में किया जा सकता हैं।

## समुद्री शैवाल से बायो-इथेनोल उत्पादन पर प्रारंभिक अध्ययनः

"खाद्य बनाम इँधन" की बहस पूरी दुनिया में चल रही है। भारत जैसा देश इँधन के लिए कृषि योग्य भूमि का उपयोग नहीं कर सकता। संस्थान ने शुरु से जेट्रोफा जैविक इंधन पर महत्वपूर्ण विकास का बीड़ा उठाया है। इस श्रेणी में इस संस्थान ने इथेनोल के लिए वैकल्पिक बायोमास पर प्रयोग शुरु कर दिया है, क्योंकि, हमारे देश में उत्पादित समस्त गन्ना खाद्य अनुप्रयोगों के लिए उपयोग में आता है, जबिक उपशिष्ट बायोमास कम आपूर्ति में है। इसलिए, समुद्री शैवाल ऊर्जा का एक उपयोगी स्त्रोत हो सकता है। हालांकि, यह देखते हुए कि इँधन सस्ते वस्तुओं में से एक हैं, यह आवश्यक है कि सस्ती लागत के लिए इस बायोमास के कई उपयोग किये जाये। संस्थान समुद्री शैवाल उर्वरक के साथ पोलीसेकराइड से समृद्ध शैवाल किणकाओं का उत्पादन

करने में अग्रणी हैं। पोलीसेकेराइड का उपयोग फायकोकोलाइड के रूप में भी होता है, परंतु उपयोग सीमित मात्रा में है। परीणाम स्वरूप शैवाल के बायोमास का उत्पादन यदि विशेष मात्रा में होता है तो इसका उपयोग इंधन उत्पादन हेतु किया जा सकता है। इस विचार परखने के लिए प्रयोगशाला के स्तर पर शैवाल कणिकाओं में से इथेनोल का उत्पादन संभव हुआ है पर समुद्री शैवाल को इथेनोल का एक प्रचुर स्त्रोत बनाने से पहले बहुत कुछ करने का बाकी है। समुद्री शैवाल से एक गौण उत्पाद की तरह इथेनोल बनाने की संकल्पना, समुद्री शैवाल के शर्करा बहुलक को इथेनोल में तब्दील करके सिद्ध किया गया है। इसी को लेकर दुनिया भर में महत्वपूर्ण बहस भड़की हुई हैं।

# समुद्री सूक्ष्म जीव विज्ञान और पर्यावरण

# क्षाररनेही, लवणरनेही एवं कार्बनिक विलायक सिहष्णु जीवाणुओं का अध्ययन

केरागीनन का जेलिंग कारक के रुप में प्रयोग करते हुए अति उच्च क्षारस्नेही, जीवाणु के पृथक्करण, शुद्धिकरण और अभिज्ञान करने की विधि को विकसित किया गया। इस कार्य में क्षारीय मृदा एवं औद्योगिक क्षारीय उत्प्रवाही से लगभग 120 क्षारस्नेही जीवाणुओं को पृथक किया गया। दीव, वेरावल व सीएसएमसीआरआई प्रायोगिक लवण फार्म से लगभग 150 लवणस्नेही जीवाणुओं को पृथक किया गया।

पर्यावरणीय अवस्था के आधार पर हर क्षेत्र से लगभग 3-4 स्थानों का चुनाव किया गया। इसी प्रकार लवण फार्म से विभिन्न लवणताओं के नमूनों को लवणस्नेही जीवाणुओं को पृथक करने के लिए चुना गया। अलंग के प्रदूषित स्थलों के नमूनों से 14 कार्बनिक विलायक सिहष्णु जीवाणुओं को पृथक किया गया। इन जीवाणुओं की विभिन्न कार्बनिक विलायक सिहष्णु ता का अध्ययन किया जा रहा है।

# तमिलनाडु में मन्नार की खाड़ी और मंडपम तट की पाक—खाड़ी की व्यावसायिक समुद्री शैवाल की खेती के क्षेत्रों के निकट समुद्री पर्यावरण की निगरानी

पर्यावरण पर समुद्री शैवाल की व्यावसायिक खेती से होने वाले प्रभाव को समझने के लिए जुलाई 2008 में मंडपम तट की पाक—खाड़ी और मन्नार की खाड़ी से समुद्री जल और अवसादों के नमूने लिए गए और प्राप्त परिणामों की तुलना, वर्ष 2002 में मापे गए उन्हीं स्थानों के समुद्री जल और अवसादों से प्राप्त आधारीय आँकड़े से की गयी। तुलनात्मक अध्ययन में भौतिक एवं रासायनिक मापदंड जैसे पी एच, मिश्रित आक्सीजन, बीओडी, टीएसएस, गंदलापन और समुद्री जल की लवणता के मूल्यों में कोई महत्वपूर्ण परिवर्तन नहीं पाया गया। कुल नाइट्रेट और कुल फोस्फोरस को

छोड़कर, (जो कम थे) सभी पोषक तत्वों की मात्रा लगभग बराबर थी। कृषि क्षेत्र के पास वाले स्थानों पर भारी धातु जैसे कापर, कैडमियम, आयरन, लेड, जिंक और क्रोमियम की मात्रा में वृद्धि पाई गयी। यह आंशिक रुप से मानवीय गतिविधियों में वृद्धि और विभिन्न भारी धातु विश्लेषण उपकरण (एएएस आईसीपी) की संवेदनशीलता में वृद्धि के कारण भी हो सकते हैं। पहले प्राप्त परिणामों की मात्रा के आधार पर कप्पाफाईकस की खेती स्थल पर कुल पादप—प्लवक की संख्या में वृद्धि पाई गयी। वर्ष 2002 से वर्ष 2008 तक की अवधि के दौरान कुल पादप—प्लावक की

अनुवांशिक विविधिता में वृद्धि पाई गयी तथा जंतु—प्लावक की विविधता में कमी पाई गयी। समुद्री शैवाल की खेती के निकट मछली की आबादी अधिक पाई गयी, जिससे यह निष्कर्ष निकाला गया कि जैविक प्लवक की विविधिता में कमी इसी कारण से है।

## स्पिरुलिना प्लेटेंसिस से यूरेनियम का जैविकनिक्षेपण

स्पिरुलिना प्लेटेंसिस से यूरेनियम का जैविक निक्षेपण के लिए संभावित बैच संवर्धन में अध्ययन किया गया। अवशोषकता 4.0-5.0 पीएच में अधिकतम अवशोषित थी। केल्शियम अल्जिनेट से स्थिरीकरण किये स्पिरुलिना से युरेनियम का अवशोषण मुक्त कोशिकायो से कम था। अन्तः द्ववी विसरण अध्ययन से ये ज्ञात होता हैं कि बहुत सी

प्रक्रिया अवशोषण की प्रक्रिया को प्रभावित करती हैं। उपअवशोषण के परिणाम बताते हैं कि, मुक्त एवं स्थिरीकरण कोशिकाओं में सोडियम साइट्रेट का विलयन, अवशोषित क्रमशः यूरेनियम का 83% एवं 61% अवशोषण से प्रभावी हैं।

## नीली हरी शैवालो से जलीय माध्यम में $Hg^{2+}$ का पता लगाना

मरकरी आयन के अवशोषण करने पर स्पिरुलिना प्लेटेंसिस की तीव्र लाल प्रतिदीत्पि कम हो जाती हैं। हमने यह सिद्ध किया कि मरकरी स्पिरुलिना और टेट्रापायरोल आधारित क्रोमोफोर, जो सी—फाइकोसायनिन से मिथनोलायसिस की प्रक्रिया द्वारा अलग किया गया है, उससे बंधीकरण करता है। मरकरी आयन टेट्रापायरोल से बंध दिखाता है। एक और अध्ययन में, स्पिरुलिना प्लातेंसिस के ओन—आफ प्रतिदीत्पि संकेत व्यवहार पर, रोडामाइन आधारित मरकरी संवेदक L1 का अध्ययन किया गया। 543 नैनोमीटर के लेसर उद्दीपन के

साथ कान्फोकल इमेजिंग प्रयोगों का उपयोग करके अध्ययन किया। शुरु में यह देखा गया है कि प्रतिदीत्पि पूरी तरह से कम हो जाती है और L1 के देने के बाद वापस प्राप्त हो जाती है। इससे यह ज्ञात होता है कि मरकरी का टेट्रापायरोल से बंध उतना मजबूत नहीं हैं, जितना कि रोडामाइन व्युत्पन्न का बंध मजबूत है। एक लम्बे सवाल को संबोधित किये बिना, यह अध्ययन इस पद्धति को मरकरी की उपस्थिति का पता लगाने के दरवाजें खोलती हैं।

#### परिरक्षको का खाने योग्य सी-फायकोसायनिन पर प्रभाव

हमने पहले से ही उच्च सी—फायकोसायनिन युक्त रिपरुलिना का संवर्धन करने की, और फिर उसके बाद कुशल निष्कर्षण और शुद्धिकरण की जानकारी दी है। पहले सी—फायकोसायनिन की स्थिरता डीटीटी और सोडियम एजाइड से नियंत्रित करने थे। वर्तमान अध्ययन में, चयनित खाद्य परिरक्षकों के प्रभाव का जलीय विलयन में 0+5 डिग्री सेल्सियस और  $35\pm5$  डिग्री सेल्सियस पर स्थिरता का अध्ययन किया गया। अध्ययन किये गए सभी खाद्य परिरक्षकों में यह देखा गया कि साइट्रिक एसिड  $35\pm5$  डिग्री सेल्सियस के अधिक तापमान पर भी 45 दिनों से भी अधिक समय तक स्थिरता बनाए रखने में सक्षम है।

# बंजर भूमि विकास

संस्थान ने 2003 में डेमलर क्राइस्लर के सहयोग से बंजर भूमि से जैवइंधन का उत्पादन करने के लिए बंजर भूमि पर जेट्रोफा कर्कस की खेती का कार्य शुरु किया। यह योजना बंजर भूमि की फलदायी, स्वावलंबी एवम् दीर्घकालीन उपयोगिता की दृष्टि से अत्यंत महत्वपूर्ण थी। बंजर भूमि पर जेट्रोफा की खेती के विचार को आगे बढ़ाने में संस्थान ने

केन्द्रीय भूमिका निभाई और हाल में इस कार्यक्रम का 50 हेक्टर से भी ज्यादा जमीन पर दो विभिन्न जलवायुवाले क्षेत्रों में (उड़ीसा और गुजरात) विस्तार किया है। इस कार्यक्रम को परिषद तथा गुजरात सरकार के इन्डस्ट्रीज कमीशनरेट द्वारा सहयोग भी प्राप्त हुआ था।

## नये प्रयोगात्मक जेट्रोफा वृक्षारोपण / उद्यान की स्थापना तथा उपज़ का मूल्यांकन

जेट्रोफा की खेती के लिए चोरवडला (गुजरात) में अंतर, सिंचाई, पलवार करना, आंतर फसल एवं उर्वरक संबंधी आवश्यकताओं के लिए पहले किये गये प्रयोगों के आधार पर जेट्रोफा के अभिजात वर्ग के जननद्रव्यों के कटींग से पौधे

उगाये गये। इन पौधों के लंबे समय के प्रदर्शन परीक्षण के लिए विभिन्न स्थलों—चोरवडला (2006-07) तथा नेसवड (2007-08) में जेट्रोफा उद्यान लगाया गया। विभिन्न प्रयोगों के परिणामों पर आधारित उत्तम कृषि तकनीकी पैकेज का



नेसवड उद्यान में उपयोग किया गया और दूसरे ही साल 2008-09 में उच्च औसतन उपज़ 830 ग्राम प्रतिपौधा (N=100) प्राप्त की गई। तत्पश्चात कई पौधों से 1.5-2.4

कि.ग्रा. तक की उपज़ प्राप्त हुई। इनके बीज़ों में 29-35.5% तक की विविध मात्रा में तेल पाया गया।

# जेट्रोफा सस्य परीक्षण और जेट्रोफा केक (खली) का खाद के रुप में उपयोग

वर्ष 2004 में उर्वरक परीक्षण प्रयोग शुरु करके ज़ारी रखे गये और 2006-07 में देखा गया कि उत्पादित जेट्रोफा बीज में नाइट्रोजन (N) तथा फोस्फरस (P) उर्वरक की मात्रा से वृद्धि हुई थी। हालांकि केवल नाइट्रोजन का असर महत्वपूर्ण था जबिक फोस्फरस का असर तथा NxP का परस्पर कार्य महत्वपूर्ण नहीं था। 2007-08 के दौरान 40 किग्रा N तथा 15 किग्रा P के मिश्रण के साथ 1 किग्रा जेट्रोफा केक प्रतिपौधों की इष्टतम मात्रा के सम्मिलित उपयोग द्वारा 2008-09 में प्रति हेक्टर 1.6 टन महत्वपूर्ण उच्चतम बीज की उपज प्राप्त हुई।

पादप घनत्व परीक्षण में, 2006-07 के दौरान उपज़ कम थी और इसकी मौसम में प्राप्त अच्छा प्रवर्धन, अच्छी उपज़ के एहसास के अनुरुप नहीं था। इसके कारण जानने के लिए मिट्टी और पत्तियों के पोषक तत्वों का विश्लेषण किया गया। यह देखा गया कि पौधों की संख्या बढ़ने पर पर्णसमूह में N तथा P की मात्रा कम हुई जबिक अन्य पोषक तत्वों ने सुसंगत प्रणाली का पालन नहीं किया। इसके अलावा जेट्रोफा के पौधों में अंतर के कारण पर्णसमूह के तत्वों की सांद्रता में कोई ध्यानाकर्षक विभिन्नता नहीं पाई गई। मिट्टी के नमूने के विश्लेषण से पता चला कि पौधे के बीच अंतर बढ़ाने से मिट्टी N की उपलब्धता भी महत्वपूर्ण रुप से बढ़ी। 1िम x 1िम की नजदीकी पर लगाये गये पौधों ने प्रतिस्पर्धा का सामना किया फलस्वरुप वे लंबे हो गये और कुछ उपज़ नहीं मिली।

वर्षा आधारित वृद्धि की परिस्थितियों में अपेक्षाकृत कम समयावधि में उच्च वर्षा की संभावनाएं रहती हैं और यह भी संभावना है कि वर्षा के पानी के साथ उर्वरक भी बह जाएं और पौधों को फलीकरण के समय कम पोषण मिले। तद्परांत बंजर जमीन पहले से वैसे ही कम पोषक होती है और पौधों के फल से तैल निष्काषन के बाद केक में निहित पोषक तत्व के रुप में बाहर निकल जाते हैं जो मिट्टी की उर्वरता को कम करते हैं जब तक इसे मिट्टी में मिलाया नहीं जाता। जेट्रोफा उद्यान में जेट्रोफा केक का खाद के रुप में उपयोग करके उसकी प्रतिक्रिया का अध्ययन करने के प्रयास किये गये। गुजरात में नेसवड की बंजर भूमि पर जेट्रोफा उद्यान में 4t/हेक्टर जेट्रोफा केक का उपयोग किया गया जिससे दो वर्ष बाद एक मात्र अकार्बनिक उर्वरक के उपयोग से (865 ग्रा/प्लान्ट, N=54) युक्त उपज़ में 30% वृद्धि प्राप्त हुई। दूसरे प्रयोग के अंतर्गत गुजरात के चोरवडला में जेट्रोफा केक तथा सल्फर के विविध मिश्रण तथा मात्रा का उपयोग किया गया जिससे पता चला कि बीज में तैल की मात्रा में ध्यानकर्षक वृद्धि पाई गई। 40 किग्रा सल्फर हेक्टर के उपयोग से महत्तम तैल की मात्रा (34.88%) पाई गई। तैल निकाले गये बीज के विश्लेषण से पता चला कि सल्फर तथा केक के समेकित उपयोग से बीज में N, S, Fe तथा Zn तत्व में महत्वपूर्ण वृद्धि हुई। 40 किग्रा सल्फर तथा 3.3 टन केक हेक्टर का उपयोग करने से उच्चतम N (3.63%), Fe (45.33 mg kg<sup>-1</sup>) तथा Zn (32.60 mg kg<sup>-1</sup>) पाये गये जबिक 40 किग्रा सल्फर तथा 6.6 टन केक हेक्टर का उपयोग करने से उच्चतम सल्फर (0.17%) पाया गया।

इसी तरह गेहूं की फसल के लिये भी जेट्रोफा केक का खाद के रुप में उपयोग करने की कोशिश की गई। जेट्रोफा केक के उपयोग से गेहूं की फसल में नाइट्रोजन की पूरी मात्रा अकार्बनिक स्रोत के माध्यम से डाली गई और बाद में 50% एवज जेट्रोफा केक प्रतिस्थापन शुरु करने पर, नियंत्रित परिस्थितियों की तुलना में दाने की उपज़ में उल्लेखनीय अंतर पाया गया। हालांकि जेट्रोफा केक द्वारा नाइट्रोजन की 75% तथा 50% पूर्ति करने पर बीज की उपज़ की मात्रा (क्रमशः 5.44 एवम् 5.36 टन / हेक्टर) में आंकडाकीय दृष्टि से विशेष अंतर नहीं देखा गया। जबकि जेट्रोफा केक के उपयोग द्वारा नाइट्रोजन की पूरी मात्रा की संपूर्ति करने पर अधिकतम बीज की उपज (5.64 टन / हेक्टर) प्राप्त हुई। नियंत्रित परिस्थितियों की तुलना में जेट्रोफा केक से नाइट्रोजन के 50% प्रतिस्थापन द्वारा 23.5% उपज अधिक प्राप्त करने के लिए अनुकूलतम कही जा सकती है। यद्यपि बीज परीक्षण भार में जेट्रोफा केक का प्रभाव नहीं देखा गया। उपज में वृद्धि जेट्रोफा केक के उपयोग से हुई और शायद पोषक तत्वों की लगातार उपलब्धि के कारण भी हुई। जेट्रोफा पौधों की कांटछांट का प्रभाव भी निर्धारित किया गया। गुजरात में उगाये गये पौधों की कांट छांट करने के तुरत बाद के मौसम में बीज की उपज कम हो गई जो 54-97% तक की विविध मात्रा में पाई गई। जबकि उडीसा में दो साल के पौधे की शाखाओं की 45 सेमी कांट छांट करने से उपज में 90.9% कमी हुई जबिक शाखाओं की 15 सेमी कांट छांट से 36.9% वृद्धि पाई।

बिना सिंचाई तथा पलवार नियंत्रित पौधों की तुलना में 0.75 IW/CPE अनुपात की सिंचाई तथा काले पलवार से जेट्रोफा बीज की उपज में तीन गुना वृद्धि पाई गई।

# अनुत्पादक जेट्रोफा पौधों की उत्पादकता में सुधार

जेट्रोफा बीज से उत्पादित EN 14214 ग्रेड जेट्रोफा मिथाइल इस्टर (बायोडीज़ल) द्वारा अपरिवर्तित डीज़ल एन्जीन को बिना किसी मिलावट से चलाने में सक्षम बायोडीजल बनाने की प्रक्रिया विकसित करने में सफलता प्राप्त की है। लेकिन बंजर भूमि में उगाये गये जेट्रोफा पौधे से महत्तम उपज प्राप्त करना कठिन है। कई जेट्रोफा कर्कस के जननद्रव्यों में आनुवंशिक उत्पादकता कम होती है। अतः अपरिक्षीत पौधे से उद्यान बनाने के प्रयोग असफल रहते हैं। ऐसी प्रजातियों की कम उत्पादकता में कम पुष्पन एवम् फलीकरण महत्वपूर्ण कारण हैं। यह सर्वविदित है कि खेत एवं बागबानी फसलों की वृद्धि कम करनेवाले रसायनों की जेट्रोफा बीज उत्पादकता सुधारने में महत्वपूर्ण भूमिका है लेकिन इस जानकारी का उत्पादन बढ़ाने में उपयोग नहीं किया गया। जेट्रोफा की अनिच्छनीय पर्णवृद्धि उल्लेखनीय रुप से रोकने के साथ ही उपज में सुधार एवम् बीज में तैल की मात्रा बढ़ाने में पेक्लोब्युट्राजोल नामक रसायन एक अत्यंत लाभदायक रसायन सिद्ध हो सकता है अगर हम उसकी मात्रा एवम उपयोग का समय निर्धारित कर

सकें। एक ऐसे बिन उपजाऊ जेट्रोफा जननद्रव्य से पोक्लोब्युट्राजोल के उपयोग द्वारा नियंत्रण की तुलना में अप्रत्याशित वृद्धि अर्थात् 1127% तक की बढ़ोतरी पाई गई। हमारा अनुमान है कि जेट्रोफा बीज के कम उत्पादन के लिए पौधे में स्थित अनिच्छिनीय अंतःस्त्रावी होर्मोन्स सरंचना के परिणाम स्वरुप पुष्पन तथा फलीकरण की बजाय पर्णसमूह की अतिरिक्त वृद्धि हुई। पौधों की इस अनिच्छित दैहिक अवस्था को पेक्लोब्युट्राजोल के उपयोग द्वारा विपरीत करके ऊर्जायुक्त पौधे से महत्तम तैल की फसल प्राप्त करके भविष्य में सफलता हांसिल कर सकते हैं।

जेट्रोफा उद्यान लगाने के पहले वर्ष में जेट्रोफा पौधे की पंक्तियों के बीच अन्य फसलें उगायी गयी। वर्ष 2007-08 के दौरान नेसवड, गुजरात में जेट्रोफा के सामा, मूंग और चने जैसी फली फसलें लगाने से क्रमशः 582 तथा 794 किग्रा / हेक्टर जेट्रोफा फसल प्राप्त हुई। इस प्रकार जेट्रोफा के साथ फली फसलें उगाने से जमीन की उर्वरता बढ़ने के साथ—साथ किसानों को जेट्रोफा की खेती के प्रारंभिक वर्षों में आमदनी उपलब्ध कराती है।

# जैट्रोफा में आनुवंशिकीय सुधार उपज़ वृद्धि के लिए प्रादेशिक परीक्षण

वर्ष 2004 में गुजरात के चोरवडला में 23 जीनोटाइप के साथ प्रादेशिक परीक्षण किया गया। उड़ीसा में 2003 में लगाये गये पौधों में से उपज में श्रेष्ठ कार्य प्रदर्शन वाले पौधों को पंजीकृत (CP-9/IC 565735) किया गया। इसी पंजीकृत पौधों से भावनगर, गुजरात में, तीन साल बाद, उच्चतम बीज उपज़ 302.2 ग्राम/प्रति पौधा प्राप्त की गई और सांख्यकीय तालिका अनुसार पंजीकृत पौधें IC 565735 तथा SKNJ 8 के कार्यप्रदर्शन में समानता थी। इन पंजीकृत पौधें से सफल फलीकरण प्रतिशतता अधिक (71-81%) होने के अनुरुप ही उच्च सफल प्राप्त हुई। अधिक संख्या में मादा पुष्पों वाले पंजीकृत पौधे-उचित भ्रूणपोष के विकास के साथ जिनमें अधिक मादा पुष्पों की संख्या, अधिक फलीकरण एवम् भ्रूणपोष का उचित विकास हुआ हो ऐसे पौधों की प्रजनन के लिये पहचान की गई। नर-मादा अनुपात के उपरांत 23 पंजीकृत पौधें में मादा-पुष्पों तथा फलीकरण में संबंध स्थापित करने के लिए

पारस्परिक संकरण द्वारा संकर विकास

हमारे पूर्व प्रायोगिक परिणामों के आधार पर हमने जेट्रोफा ककर्स का आंतर विशिष्ट संकरण द्वारा विकास करना शुरु किया, इच्छित लक्षण के लिए जननद्वव्यों का मूल्यांकन अध्ययन किया गया। IC 565735 के साथ कुछ पंजीकृत पौधों से मादा पुष्पों के संदर्भ में ज्यादा फल प्राप्त किये गये जबिक कुछ अन्य पौधों ने मादा पुष्पों की अधिकता के बावजूद भी कम फलन दर्शाया। अतः आगे के उन्नयन के लिए उच्च फलन क्षमतावाले पौधे को चनना चाहिए।

उड़ीसा की अर्ध—आर्द्र परिस्थितियों में 4-5 वर्षो के बाद जेट्रोफा ककर्स की वंशपरंपरा हेतु प्रति पौधा औसतन 1.4 कि.ग्रा. बीज फसल प्राप्त हुए। यह स्पष्ट कहा जा सकता है कि इस तरह की फसल से, बंजरभूमि की परिस्थितियों के अंतर्गत प्रति हेक्टर 2 टन बीज का प्राप्ति लक्ष्य उपलब्ध किया जा सकता है। उड़ीसा के गोपालपुर के रेत के टीलों पर उगाये गये एक पौधे VP-2 ने (पौधा लगाने का समय अगस्त 1999) 5.41 कि.ग्रा. की बीज उपज़ दी जबकि गुजरात में उसी परिस्थितियों में अन्य पौधे IC 565739 द्वारा उससे उच्च उपज़ प्राप्त हुई।

किया गया तथा विभाजित विशिष्ट मातृ पौधों तथा संकरलीन पौधों के बीज पारस्परिक प्रतिच्छेद द्वारा मिलान किया गया। कुछ संकरित पौधों का दो लगातार पीढ़ियों तक



फसल में वृद्धि के लिए निरीक्षण किया गया। संकरण  $IC565735 \times IC565739$  परीक्षण भार 78.9 ग्राम तथा 40.09% बीजतेल के साथ सर्वश्रेष्ठ सिद्ध हुआ। दूसरी पीढ़ी में मातृपौधों की तुलना में 3:1 के अनुपात में बीज में निहीत

तेल गुण के लिए विसंयोजन देखा गया। इन संकरित पौधों से स्तंभकटींग विधि द्वारा 300 नवजात पौधे तैयार किये गये जिनका वर्षाऋतु के दौरान एक अलग स्थल पर प्रतिरोपण किया गया।

## जेट्रोफा के प्रजनन पहलूओं का अभ्यास

NMITLI प्रोजेक्ट अंतर्गत गुजरात तथा उड़ीसा से प्राकृतिक निवासी जेट्रोफा के जननद्वव्यों को एकत्रित किया गया और विभिन्न परीक्षण स्थलों से प्राप्त जननद्वव्यों के साथ रखा गया। उच्च प्रजनन के लिए चयनित अधिमिलन द्वारा विश्वसनीय संकर पद्धति विकसित करने के लिए AAU के साथ प्रजनन पहलूओं पर अभ्यास किया गया।

## पुष्प जैव विज्ञान

सीएसएमसीआरआइ को सौपें गये कार्य अनुसार जेट्रोफा ककर्स के 23 चयनित अधिमिलन पर पुष्प जैव विज्ञान अभ्यास किये गये। पुष्पक्रम के गुच्छ में कई नर एवं मादा पुष्प पाये गये। मादा पुष्पों की संख्या/पुष्पक्रम 1 से 15 तक की रेन्ज में पाया गया और महत्तम मादा पुष्पों (15) के अधिनियम का FRI-UA-Teh-1005-DD-EL-2 में

निरीक्षण किया गया। नर—मादा अनुपात 8.67 से 33.0 तक रिकार्ड किया गया और FRI-UA-Teh-1005-DD-EL-1अधिमिलन में न्यूनतम नर—मादा अनुपात (8.67) देखा गया। सीएसएमसीआरआइ द्वारा तैयार किये गये जीनोटाइप ने नर—मादा अनुपात की विस्तृत रेन्ज 11.4 से 33.0 दर्शायी।

## विभिन्न गुणधर्मवाले पंजीकृत पौधों के बीच प्रजनन

NMITLI कार्यक्रम द्वारा निर्धारित तथा संस्थान को सौंपी गई सूची अनुसार 20 संकरण बनाये गये। मादा पुष्पों की संख्या का परास (रेन्ज) 2-25 रहा जबिक इन नर मादा पुष्पों का अनुपात 7.91 से 28.31 रहा। CSMCRI-OR-GUJ-1205-C-1 तथा NBRI-J-18 (चयिनत) के बीच परिच्छेद द्वारा उगाये गये पौधों से प्राप्त महत्तम फलभार (28.71 ग्रा.) तथा बीजभार (18.66 ग्रा.) पाया गया। इनमें से 182 बीज का तेल विश्लेषण के लिए तथा शेष 289 पहली पीढ़ी उगाने के लिये उपयोग किया गया। अधिकतम तेल (40.56%) RRL-AP-Papum-1105-C-1X CSMCRI-OR-Ganj-1205-C-5 संकर प्रतिच्छेदवाले पौधों से प्राप्त बीजों में पाया गया। प्रत्येक पौधे का वास्तविक विवरण एकत्रित (पहली पीढ़ी तथा संबंधित मातृपौधों के संकर ओज (हीटरोसीस) विश्लेषण के लिए) करके AAU आनन्द को भेजा गया।

सभी बीस प्रतिच्छेदी संकर पौधे की ऊँचाई, शाखाओं की संख्या, केनोपी व्यास तथा मोटाई आदि वृद्धि गुणों के लिए संबंधी संकर ओज तथा संकर क्षेत्रीय (हीटरोवेल्टीओसीस) संशोधन कार्य किया गया। पौधों की ऊँचाई (21.51%),

महत्तम संबंधित संकर ओज प्रतिच्छेदी संकर पौधा RRL-AP-Papum-1105-C-1XRRL-NL-MON-1205-C-1 द्वारा, शाखा संख्या (50.00%) के लिये RRL-ASM-Kurbi-1205-C-6 X CSMCRI-OR-Ganj-1205-C-5 द्वारा प्रदर्शित किया गया। केनोपी डायामीटर के लिए महत्तम संबंधी संकर ओज, RRL-AP-Papum-1105-C-1 X RRL-ASM -Golag-1105-C-1 में तथा मोटाई NBRI-J-18 (Elite) X CSMCRI-OR-Guj- Banas-1205-C-1 में रिकार्ड किया गया।

प्रतिच्छेदी RRL - ASM - Golag -1105-C -1 X CSMCRI -OR-Ganj -1205-C-5 ने पौधे की ऊँचाई के लिए महत्तम संकर क्षेत्रीय दर्शाया जबिक शाखाओं की संख्या के लिए सबसे अधिक RRL-ASM-Kurbi - 1205-C-6 X CSMCRI-OR-Ganj-1205-C-5 (39.02%) मोटाई के लिए NBRI-J-18 (Elite) X CSMCRI-OR-Guj-Banas -1205-C-1 महत्तम संकर क्षेत्रीय दर्शाया। केनोपी डायामीटर्स लिये सभी प्रतिच्छेदी पौधे ने मातृपौधे की तुलना में नकारात्मकता दर्शायी।



## आनुवांशिक विविधा अध्ययन

भारत के विभिन्न भौगोलिक स्थलों से एकत्रित 28 विभिन्न जननद्रव्यों के आनुवंशिक अनुवृद्धि (access) के लिये अन्वेषण कार्य गुच्छन के RAPD तथा AFLP दोनों विश्लेषण में विभिन्न भौगोलिक स्थलों के एकत्रिकरण के साथ कोई संबंध नहीं दर्शाया। RAPD तथा AFLP ने बहुरुपता में क्रमशः 50.70 तथा 60.95 कुल प्रतिशतता दर्शायी। RAPD तथा AFLP द्वारा औसतन बहुरुपता क्रमशः 9.72 तथा 20.57 और आनुवंशिक साम्यता क्रमशः 0.88 तथा 0.89 दर्शायी। इनमें से झारखंड से एकत्रित जननद्रव्य विशेषरुप से भिन्न पाये गये। गुच्छन समूह की बनावट से ज्ञात हुआ कि इनका वितरण मानवोद्भवी क्रियाओं द्वारा हुआ होगा तथा आनुवंशिक आधार विस्तृत बनाने की आवश्यकता है। AFLP के द्वि-आधारी (बायनरी) विवरण के उपयोग द्वारा बनाये गये द्रुमारेख (डेन्ड्रोग्राम) ने RAPD के द्रमारेख के साथ अच्छा संबंध दर्शाया। क्योंकि RAPD द्रुमारेख में गुजरात और उड़ीसा से एकत्रित जननद्रव्यों का AFLP द्रुमरेख समूह I रखा गया था। दुमरेखा के बड़े समूह के जननद्रव्यों की तुलना करने पर RAPD तथा AFLP दोनों समान पाये गये। सीएसएमसीआरआइ के फील्ड परीक्षण अंतर्गत (21° 40' N, 071° 47' E उन्नतांश पर चोरवडला में) उच्च फसल देनेवाले 15 पौधों का भी इस विभिन्नता के अध्ययन में किया गया। RAPD, AFLP तथा SSR मार्कर प्रणाली द्वारा क्रमशः 0.91, 0.90 तथा 0.91 आनुवंशिक साम्यता पाई गई। जननद्रव्यों मे से कुल 624 (141-RAPD, 476-AFLP and 7-SSR) बहुरुपता की पहचान की गई। तीनों मार्कर प्रणाली में द्रमरेखा विश्लेषण ने अच्छा संबंध दर्शाया। सभी विश्लेषणों में जांजमेर आनुवंशिक रुप से अन्य से अलग पाये गये। राणपुर, चिकली, श्यामलाजी तथा PCM ने एकदूसरे के साथ आनुवंशिक साम्यता के साथ लगभग समान उपज दिखाई तथा CP-9 ने क्षेत्र परीक्षण में उच्च कार्यक्षमता दर्शायी। ये अध्ययन, चयनित जननद्रव्यों के लिए विशिष्ट रुप से चिह्मित पीढी तैयार करना, आण्विक प्रजनन एवं चिह्न सहायक चयन (MAS) द्वारा उन्नयन तथा विशेष गुणयुक्त उपज़ के लिए QTL विश्लेषण आदि भविष्य के अन्वेषणों के लिए मार्गदर्शक बनेंगें। RAPD तथा AFLP का उपयोग करके आण्विक बहुरुपता विश्लेषण के लिए विशिष्ट रुप से चिह्मित पौधों में से 15 विशिष्ट जननद्रव्यों का अध्ययन किया गया। इन विशिष्ट चिह्मकों का SCAR मार्कर विकास के लिए उपयोग किया जा सकता है। क्रमिक आण्विक तकनीक के साथ निम्नानुसार विशिष्ट चिह्मकों की पहचान की गई : SKNJ 11 (AFLP), झांझमेर (AFLP/RAPD), अकोला (AFLP), CP17 (AFLP),

CP13 (AFLP), रानपुर (AFLP/RAPD), PCM (AFLP/RAPD), श्यामलाजी (RAPD), Kangaroo (RAPD).

जेट्रोफा कर्कस के आनुवंशिक विविधता के अध्ययन के लिए विभिन्न मात्रा में गामा विकिरण से उपचरित किया गया और उत्परिवर्ती (म्युटेन्ट) पौधो के अधिक उपज़ देनेवाले गुणधर्म का निर्धारण RAPD तथा AFLP विधियों द्वारा किया गया। बहुरुपता का औसतन प्रतिशत RAPD द्वारा 72.27 तथा AFLP द्वारा 66.77 पाया गया। 30krad गामा विकिरण उत्परिवर्ती तैयार करने के लिये अधिक उपयुक्त पाये गये जिससे अधिक उपज़ और उचित आनुवंशिक विविधता प्राप्त हुई जो आगामी प्रजनन तथा फसल उन्नयन कार्यक्रम में उपयोगी है।

जेट्रोफा कर्कस के पाँच विभिन्न जननद्रव्यों को चोरवडला तथा नेसवड गाँव में उगाकर उनके अनुजात परिवर्तनों का परीक्षण किया गया। मिथाइलेशन बहुरुपता की प्रतिशतता की रेन्ज 18% से 30% थी। आनुवंशिक मिथाइलेशन साम्यता 0.81 से 0.89 पायी गई। SKNJ में मिथाइलेशन की प्रतिशतता बहुरुपता कम पाई गई। अतः विविध भौगोलिक परिस्थितियों में, उपज को प्रभावित किये बगैर स्थिर पौध समुदाय उगाने में इसका उपयोग किया जा सकता है। जेट्रोफा कर्कस के 12 अनुगामी पौधों को अलग किया गया और जेट्रोफा वंश के 6 प्रजातियों की संकरण उपजाति प्रवर्धन का परीक्षण किया गया। 12 बिन्दुपथ में 5 ने हार्डी-वेइनबर्ग समतुल्यता/संतुलन में उल्लेखनीय विविधता दर्शायी। उक्त सभी बिन्दुपथों में से किसी ने भी उल्लेखनीय सहलग्नता में असमतुल्यतता / असंतुलन नहीं दर्शाया। नवीनतम अनुगामी पौधे अलग करके उनकी आनुवंशिक समतुल्यता/संतुलन का मूल्यांकन करने के बारे में अन्वेषण किया गया। भारत के विभिन्न भौगोलिक क्षेत्रों से 44 जननद्रव्य एकत्रित करके, पृथक किये गये अनुगामी पौधों का उपयोग करके संवर्धन क्षमता की जांच की गई। प्राइमर डिजाइन के लिये दोहरी जाँच विधि द्वारा माइक्रोसेटेलाइट से समृद्ध पौध की जांच करने से औसतन कार्यक्षमता 54% पाई गई और साथ ही रंगसूत्रों की क्रमबद्धता के बीच योग्य सक्रियतावाले क्षेत्रोंवाली क्रमबद्धता 89.58% पार्ड गर्ड।

आण्विक विविधता विश्लेषण के अनुसार भिन्न जननद्रव्यों को प्रजनन कार्यक्रम हेतु चुना गया। इन जननद्रव्यों में से उच्च कार्यक्षम जननद्रव्यों को पसंद करके उनमें प्रतिच्छेद (संकरण) किया गया। संकरित जननद्रव्यों तथा अंकुरण की सूची निम्नानुसार है: Exotic X CP9 (21), Exotic X Non toxic (21), CP9 X Non toxic (23), CP9 X SKNJ (22) and SKNJ X Non toxic (24)



## जेट्रोफा कर्कस का सूक्ष्म प्रवर्धन

हमारे पूर्व अध्ययन के आधार पर, मानक परिणामों के अंतर्गत कक्ष कलिका तथा अग्र कलिका का उपयोग करके जेट्रोफा कर्कस के सूक्ष्म प्रवर्धन की विधि विकसित की गई। विविध होर्मोन्स तथा पोषकों के संयोजन की संपूर्ति करके MS माध्यम के उपयोग द्वारा प्रति पौध 1-3 प्ररोह तथा 50% (इन विट्रो) मूलोत्पति पाई गई। वृद्धि दर तथा मूलोत्पति बढ़ाने का कार्य प्रगति में है। उच्च उपज देनेवाले पौधों में से 300

पादपक (प्लान्टलेट) उत्पन्न किये गये। 2006 में इनमें से इढीकृत पौधों को चोरवडला की बंजर भूमि पर प्रतिरोपित किया गया जिनकी अच्छी तरह से वृद्धि हुई है। इन पौधों की उपज़ का विवरण उत्साहवर्धक है तथा कटींग/उत्तक संवर्धन से उगाये गये पौधों ने बीज से उत्पन्न पौधों की तुलना में अच्छी उपज़ दर्शायी।

### जेट्रोफा बायोडीज़ल

हमने पहले रिपोर्ट किया है कि डेमलर क्राइसलर तथा होनहेम युनिवर्सिटी के सहयोग से EN 14214 की विशेषतायुक्त जेट्रोफा से प्राप्त बायोडीज़ल बनाने की प्रक्रिया विकसित की है। डेमलर क्राइसलर को ईन्जन में किसी प्रकार का परिवर्तन किये बगैर तथा जेट्रोफा बायोडीज़ल में बिना कुछ मिलावट के उपयोग करने के लिए परीक्षण करने हेतु 80,000 ली जेट्रोफा बायोडीज़ल सफलतापूर्वक तैयार करके दिया गया। जेट्रोफा फल के छिलके को थ्रेसर मशीन द्वारा निकाल के उसका ब्रिकेंट बनाया गया जो ठोस इंधन के रुप में बोइलर तथा ब्रिकेंट चूल्हों में उपयोगी है। इस तरह से बायोडीज़ल उत्पादन प्रक्रिया को समाकलित प्रक्रिया बनाया गया। इस ब्रिकेट की उष्मा मूल्य लगभग 3800 kcal/kg है, जो कोयले के समान ही है।

डेमलर ने सिंगापूर में सीएसएमसीआरआइ के बायोडीज़ल का उपयोग करके उनकी नवीन स्मार्ट कारों में B20 के लिये परीक्षण शुरु किये। उसी तरह महिन्द्रा एन्ड महिन्द्रा ने प्रमाणित किया है कि सीएसएमसीआरआइ द्वारा उत्पादित बायोडीज़ल अन्य बायोडीज़ल की तुलना में श्रेष्ठ है। सीएसएमसीआरआइ ने 2006 से मार्च 2008 तक अपनी टोयेटो कार में बायोडीज़ल का उपयोग करके 75,000 किमी तक चलाया है जो अश्मि इंधन के समतुल्य है।

इसके अलावा, दो बायोडीज़ल सयंत्र लगाये गये हैं। एक 750ली/दिन की क्षमतावाला प्लान्ट राजस्थान स्टेट माइन्स एन्ड मिनरल्स लिमिटेड, राजस्थान में लगाया गया है। यह सयंत्र ऑइल केक, कच्चे साबुन, ग्लायसीरोल तथा सल्फेट ऑफ पोटाश जैसे सह उत्पादकों के साथ बायोडीज़ल का उत्पादन करता है। दूसरा 1000ली/दिन की क्षमतावाला सयंत्र DRDO के मिलटरी फार्म, हैदराबाद में लगाया गया है— जो छिलका उतारने की मशीन, ब्रिकेट

मशीन तथा धोने का साबुन बनाने के मशीन के साथ समाकलित है।

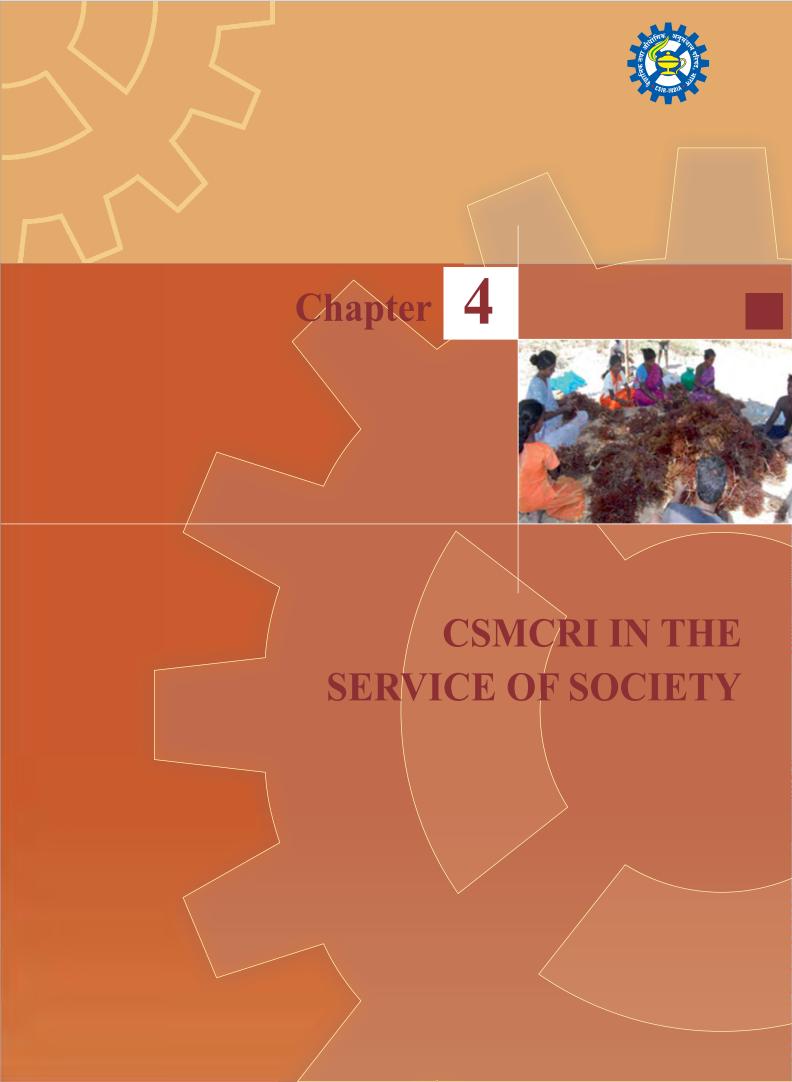
हमारे कार्य के निष्कर्ष पर अंतर्राष्ट्रीय शोधग्रंथ द्वारा भारत के भविष्य ऊर्जा विकल्प के विषय पर विशिष्ट अंक में डॉ घोष के लेख 'प्रोस्पेक्ट फोर जेट्रोफा मिथाइल एस्टर (बायोडीज़ल) इन इन्डिया' में चर्चा की गई है। जेट्रोफा पर सीएसएमसीआरआइ द्वारा किये गये महत्वपूर्ण कार्य का विवरण नेचर में (बायोफ्युअल—घ लिटल शर्ब घेट कुड—मे बी) भी प्रकाशित किया गया है।

सीएसएमसीआरआइ के जेट्रोफा बायोडीज़ल पर वन विभाग की प्रतिपृष्टि कम उत्सर्जन तथा उच्च तापांक के ध्यान में वन विभाग के वाहन में बायोडीज़ल के उपयोग की संभवितता देखने के लिए, गुजरात सरकार ने वन क्षेत्रों में वाहन को बायोडीजल से चलाने का प्रस्ताव दिया और सीएसएमसीआरआइ द्वारा उपलब्ध कराए गये 50 लीटर बायोडीजल से वाहन चलाने का परीक्षण किया गया। डीसीएफ, भावनगर का कहना है कि 120 कीमी / घण्टा की तेज रफ्तार से चलाने पर भी वाहन सरलता से चलता है और एवरेज 11 कीमी / लीटर आती है। वाहन का कार्यप्रदर्शन उत्कृष्ट है। सामान्य डीज़ल के बदले बायोडीज़ल का उपयोग करने से कोई तकनीकी समस्या उत्पन्न नहीं हुई। हम दढ़तापूर्वक मानते हैं कि गिर के वन भागों में भी बायोडीजल से वाहन चलाया जा सकता है। परीक्षण के आधार पर वन्य विभाग के वाहन को अभ्यारण में चलाने का शुरु किया गया।

सीएसएमसीआरआइ को वर्ष 2006-07 में ऊर्जा तथा पर्यावरण के क्षेत्र में जेट्रोफा में से बायोडीज़ल बनाने के लिए, डिज़ाइन तैयार करना, विकास करना तथा प्रौद्योगिकी हस्तांतरण के लिए गुजरात सरकार द्वारा डॉ विक्रम साराभाई एवोर्ड से सम्मानित किया गया है।

## सेलीकोर्निया की खेती

हमारे पहले के प्रयोगों के रिपोर्ट की निरंतरता में, परिवर्तित प्रक्रियाओं के साथ सेलीकोर्निया की खेती को 400 हेक्टर के क्षेत्र में विस्तृत किया गया। फोस्फरस के उपयोग से बायोमास की उपज़ में सुधार पाया गया। 75 किग्रा प्रति  $P_2O_5$  हेक्टर का उपयोग करने पर 4.9 टन/हेक्टर बायोमास की उल्लेखनीय उपज़ प्राप्त हुई जो बिना उर्वरक की नियंत्रित कृषि से 35% ज्यादा था।



### Grassroots efforts in salt for the marginal sector



The high purity solar salt technology developed by the institute is being proliferated on mass scale throughout the country. The program, which began with 23 marginal agarias of Venasar village in Maliya region of Gujarat in 2006, was expanded to 170 marginal salt works of other villages in the surrounding areas in collaboration with Anandi and with support from Gujarat Industries Commissionerate. Training programs including exposure field visits were arranged for the marginal salt producers at Maliya region for implementation of the improved technology. quality salt of industrial standards was produced in all the units and marketed to the user industries. The agarias were also trained to produce potash-enriched kainite mixed salt by the downstream processing of sea bittern. The QC laboratory established by CSMCRI is being utilized by the agarias for the testing of salt and brine.

## Production of high quality industrial grade salt in the inland belts of Gujarat

It has been the conventional wisdom that good quality salt is difficult to obtain from sub-soil brine. One of the running salt pans of M/s. Hindustan Salts Limited (HSL), Kharaghoda was adopted to demonstrate the production of high quality salt from such brines employing the internationally patented desulphatation technology of CSMCRI. Distiller waste from DCW soda ash plant in Dhrangadra was collected from the discharge point and used. High quality industrial grade salt with Ca<sup>2+</sup>=0.1%, Mg<sup>2+</sup>=0.06% and SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>=0.25% was produced in the salt works. The desulphated bittern was further evaporated to obtain carnallite, a suitable source of low



sodium salt. The project was taken up in collaboration with the Salt department and HSL.



#### Setting up of model salt farm in Orissa

It was reported earlier that we are in the process of establishing a model salt farm in Orissa for the benefit of the local salt manufacturers. A suitable site for the establishment of such a farm was identified in Humma region of Ganjam district. Accordingly, a model salt farm of 10 acre area was developed at the selected site. It was also proposed by the Institute that productivity may be raised through utilization of sub-soil brine instead of the rather dilute seawater.

Accordingly, a 100 ft. borewell is being constructed. The state authorities and the cooperative (Humma & Binchanpalli Salt Production & Sales Cooperative Society) have been extending necessary support. Meanwhile, a one day workshop on good quality salt production with improvement in yield under Orissa climatic conditions was arranged for the benefit of the salt producers of Humma and Surala-Sumandi regions of Orissa.

### Technical assistance rendered to industrial units/state agencies

A one day workshop on production of good quality salt from the sub soil brines of Rajasthan was arranged for the benefit of the salt producers of Rajasthan. About 50 salt manufacturers of the region participated in the workshop. During the

interactive discussion all the questions raised by the salt manufacturers were clarified. Meanwhile, a salt farm is being constructed at Nawa by a local manufacturer as per the design and layout of the institute.





(Left) Mr. Jadgish Rohella, President, Rajasthan common salt manufacturers association explaining the problems of salt manufacture in Rajasthan; (Right) A salt farm being constructed at Nawa, Rajasthan by Shri Rohella as per the design and layout of CSMCRI



DO.No.8(64)Dev/2007/ 16214

भारत सरकार नमक आयुक्त कार्यालय ेशक भवने , २७, लाग गार्ग, झालाना दूँगरी, क्यूप-302 004 GOVERNMENT OF INDIA OFFICE OF THE SALT COMMISSIONER JAIPLIS-302 004

December 26, 2007

The collaborative project of establishing Model Salt Farm at Nawa undertaken with the technical expertise from CS&MCRI, Bhavnagar is a great success story. The results achieved at the Model Salt Farm has impressed the salt manufacturers of Rajasthan and now they are confident that good quality salt even meeting the qualitative specification of industries could be manufactured by small salt producers. Eventhough, we have planned to have a batch of 15 salt / iodised salt manufacturers in the first batch of the training programme because of overwhelming response from small salt producers, the batch size has been increased to 29.

Thanking you once again for the interest shown by CS&MCRI for establishing the Model Salt Farm and continued support in improving the quality of salt in Rajasthan.

with hert regards

Yours sincerely, (S.Sunderesan) Notice

#### Progress towards setting up of model salt farm in Tamil Nadu



Site for model salt farm at Markanam

Looking to the success of the model salt farm established at Nawa in Rajasthan and Humma in Orissa, Govt. of India desired that a model salt farm be also set up at Markanam in Tamil Nadu with the technical expertise of CSMCRI. The scientists along with Salt Dept. officials and biological experts from TN state government visited one of the identified sites which has been found suitable. A model salt farm is now proposed there.



CSIR Rural Technology Award 2008

The institute received the Rs 1 million CSIR award for S&T innovations for rural development – 2008 in the area of salt. The award was bestowed on CSMCRI for its innovative patented technologies and societal upliftment programs in this area. The award was presented by the Honorable Prime Minister of India, Dr. Manmohan Singh, at a special function in New Delhi.

#### Clean write chalk

The institute had earlier developed calcium carbonate (CaCO<sub>3</sub>)-based extruded writing chalk which generates low dust. However, it was found that the writing quality varies substantially with the type of board. Detailed studies were initiated to make the chalk more

versatile and good progress was made. Attempts were also made to quantify the advantages and specifications of the chalk. The technology has been licensed to M/s Arasan Phosphate, Tamil Nadu for commercialization.

Sr. No.	Features and Specifications		
1.	Length, cm	5.5-6.5	
2.	Diameter, mm	10-10.5	
3.	Weight, g	7-8	
4.	Quality of dust	Crystalline	
5.	Writing observations	Smooth and no screeching	
6.	Writing length/chalk length (m/cm)	45-50	
7.	Dust in %	0.75-9	
8.	Breakage (30 cm fall), %	10-15	
9.	Base material	CaCO <sub>3</sub>	



#### **CSMCRI** and Health

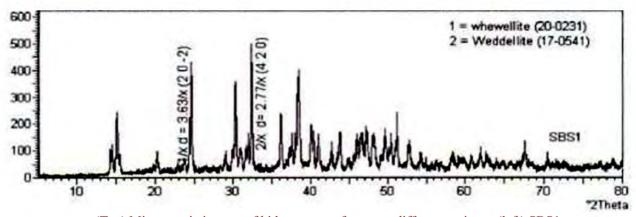
#### **Analysis of the constituents of kidney stones**

The Saurashtra region of Gujarat has a hot climate, low rain fall, and high salinity of ground water. Consequently, the people living here are more prone to kidney stones. Advent of modern analytical tools has made it possible to identify the urinary stone constituents and we were therefore motivated to undertake such a study (J. Chem. Sci., 2008, 120, 267). We were further encouraged by the keen interest shown in the proposed work by the then health secretary,

Government of Gujarat during a visit to our Institute. Microscopic images of two kidney stones are shown below. The two important constituents identified by powder XRD were whewellite (calcium oxalate monohydrate) and weddellite (calcium oxalate dehydrate). They were present in both the stones but the whewellite to weddelite ratio varied significantly from patient to patient.







(Top) Microscopic images of kidney stones from two different patients: (left) SBS1; (right) LBS1; (Bottom) powder X-ray diffraction pattern of SBS1

# Continuing participation in inter-laboratory CSIR programme on bioactive molecules from indigenous plant sources

76 parts from 37 plant spp. were processed for the preparation of crude extracts. 295 such crude extracts were prepared and sent for screening to different laboratories. Extracts and fractions were also sent for reconfirmation of certain activities reported in previous years. Highlights of these are given below.

#### (i) Anti-tubercular lead

SF3K fraction obtained from the anti-tubercular lead extract, CSM 0016 P01 A068, was Eindependently tested at IIIM, Jammu and the activity as estimated at CDRI was reconfirmed.

Meanwhile, international patents, *US 7,442,393* and *P 1,684,778*, were granted during this period for CSM 0016 P01 A068.

I want to confirm in vitro results as follows:

SF3-K

MIC 4 micrograms/ml against H37RV (sensitive strain)

MIC 16 micrograms/ml against clinical isolate (618 from JALMA Research Centre Agra) We would be interested in looking into SF3-K for in vivo activity as well as for its chemistry. However, we will need at least one gram material for such studies. With kind regards,

Qazi (Director, IIIM, Jammu); 05 Oct, 2007 (by e-mail)

#### (ii) Filaria and anti-anxiety

The F004 fraction of the anti-filarial extract, CSM 0012 P04 C053, was sub-fractionated and the toxicity could be removed while retaining the activity in one of the sub-fractions. In addition, CSM1570/P03/A001 was found to have anti-anxiety activity both in vitro and in vivo and further study on fractions was recommended by

the Expert Committee. The promising antimalarial extract, CSM 0012P01C001/111, was purified to isolate the pure active constituent. It turned out to be glaucarubinone which has already been reported in the prior art. Consequently, this lead is not being taken forward further.

## Continuing participation in MoES programme on drugs from the sea

In continuation of our earlier reported work, a total of 387 seaweed samples [Green: 126, Brown: 58, Red: 203] were collected and identified. Of these, 61 were repeat collections, albeit from new locations. The collections were from Gujarat and Tamil Nadu coasts. 71 methanol extracts and 68 aqueous extracts were sent to the four laboratories conducting bioassay, namely, CDRI (anti-cancer, antihyperlipidemic, anthelmintic; antileishmanial), Lucknow; IICT, Hyderabad

(larvicidal activity); ACTREC, Mumbai (anticancer); Mother Teresa University, Tamil Nadu (cytotoxicity). 219 bioassay results were received. Several extract samples (29) were reported to be exhibiting promising bioactivities - CDRI (18 extract samples; antihyperglycemic 3, anticancer 3, antifilarial 3, antitrypanosomal 9) and ACTREC (total 11 extract samples showing anticancer activity). Follow up actions were taken up to confirm the bioactivities.

#### Water mission

Following the Kosi flood in Bihar in 2008, the institute rushed its mobile water purification unit equipped with two ultrafiltration plants. The unit

was stationed in the temple ground in Singheshwar, Madhepura. For about 10 days the institute catered to the drinking water needs of



all the people who came to the temple for meals and, at the peak of our operation, 60,000 litres of pure water was produced in a day. Army tankers were also filled to cater to the armed forces personnel who were engaged in the rescue operations. Col. Vikram Gulati from the Army operations there personally called the institute to express his grateful thanks. The CSMCRI team comprised six staff members which included a scientist, two mechanics, an electrician and two drivers. A number of other staff provided logistic support



During the peak of our activity we produced as much as 60,000 liters of drinking water in a day. We were of service to the civilian public as well as the army.

#### Demonstration of RO for removal of salinity and fluoride in Amreli, Gujarat

Following a report in the Times of India concerning acute fluorosis problem in Lathi and Liliya talukas of Amreli, the institute contacted the concerned journalist and, along with him, visited some of the most severely affected villages to demonstrate on-the-spot the utility of

the institute's indigenous technology for simultaneous removal of brackishness and fluoride. Mobile water purification units such as the one taken to Amreli may be a costeffective solution to cater to a cluster of villages in close proximity.





# Amreli goes 'soft' on water

#### Govt Takes Steps To Curb Fluorosis After TOI Report



RAJKOT





#### Management of high fluoride in concentrate of RO desalination-cum-defluoridation plant

As would be expected of any water purification technology, when contaminants such as salts, fluoride, and arsenic are reduced in the product water, their concentration naturally builds up in the residues. Same is the case with the RO concentrate generated post-treatment of ground waters containing high TDS and fluoride. Further, when recovery of permeate water is enhanced – which one should do to conserve water – the contaminants build up still higher. For example, RO reject with about 15-20 ppm fluoride will be produced upon desalination of

feed water containing 3-5 ppm fluoride (Table 14). A process was developed for the elimination of fluoride from RO reject water prior to its discharge. The method is based on coagulation-cum-precipitation of fluoride with lime and polyaluminumchloride. The doses and the process were optimised for this purpose. After the treatment, the concentration of fluoride in the reject was <1 ppm. The technology of high water recovery coupled with fluoride removal from the RO reject was licensed to M/s TATA Projects, Secunderabad.

# Tie up with Norwegian Church Aid on setting up of first RO desalination project in Afghanistan



Afghanistan Program

Kabul, May 15th, 2008.

CSMCRI Bhavnagar, Director P.K. Ghosh,

I would like to take this opportunity to express NCA's gratefulness and thanks for the support you have provided us.

Mr. B.P. Rathod has conducted an excellent job in a very polite and respectful manner and hence ensured the long awaited installation of 6 desalination plants. In addition he has ensured that the plants were tested and he initiated a refreshment course through which the knowledge and ability of the trained community caretakers was assessed.

The result of the support offered and executed in that we have succeeded in the implementation of 6 running and functioning plants.

The cooperation with respectively the communities, the implementing partner and the local authorities was as well conducted in a respectful, cultural sensitive and successful manner.

NCA is grateful for the cooperation with CSMCRI and look forward to a continuous successful relationship.

Yours siperrely.

Program Coordinator, Acting Country Representative



Through the good offices of the Barefoot College, Tilonia, the institute entered into a partnership with the Norwegian Church Aid (NCA) to set up community scale RO plants in the Faryab province to mitigate the problem of brackishness in the ground water. Orders were received in the first phase for 6 plants of 1000 LPH capacity each. The plants were fabricated in-house and the Afghan operators were trained at CSMCRI on basics of operation and The 6 plants were maintenance. installed and commissioned in 2008 by institute staff members who travelled to Afghanistan for this purpose. In view of the high satisfaction level of the beneficiary communities, NCA has indicated that they are likely to require more such plants in the coming years.



# Deployment of resin-based domestic arsenic removal units and development of low cost test kit



Five new domestic dearsenificating units were fabricated and installed in the houses of Ghoshpur village in 24 Paraganas (N), West Bengal. Pretreatment of water with alum was carried out to reduce arsenic concentration by about 90% and then it was fed to domestic units for final polishing. Efforts were also devoted to fabricating a more cost-effective unit which will be deployed in future studies. The cost of the arsenic detection kit developed in preceding years was also brought down further during this period and detailed efficacy testing was carried out. The shelf life was also found to be satisfactory.

#### RO plant in Kisari village, Rajasthan

Aparna Arora IAS Director & Spl. Secretary to Govt.



Government of Rajasthan
Department of Science & Technolog
506, 4th Floor, Mini Secretariat
Bani Park, Jaipur
Ph. 2200007

D.O No F8(8)DST/SSD/99/3864 Date: 28.4.08



I am writing to you on behalf of Department of Science & Technology, Government of Rajasthan to thank you most sincerely for having replaced of R.O. installation at village Kisari district. Jhunjhunu. I also appreciate the efforts made by you and the scientists of CSMCRI Bhavnagar for making Kisari project a role model. The pain stacking task of rejuvenating the Kisari model has confirmed to us your commitment towards the rural development through application of S&T based intervention.

I am also taking an opportinity on behalf of the village community of Kisari to request you to visit plant site Kisari so that the efforts being made by the community be further strengthened.

Regards,



The RO plant set up in Kisari village in August 2002 with funding from the Department of Science & Technology, New Delhi has been a lifeline for the villagers there. Doordarshan's Turning Point programme had telecast a documentary on the plant in 2004 titled Sweet Success. As the plant performance had deteriorated in recent months, it was decided to overhaul the unit to raise the productivity and improve the quality of product water. The Rajasthan Government and villagers have been very appreciative of the Institute's continuing support to the village by way of S&T intervention.



## Promoting non-traditional agriculture and agricultural produce derived therefrom: Imparting training to coastal folk in cultivation of seaweeds

Following the development of integrated technology by CSMCRI for simultaneous production of seaweed sap as liquid fertilizer and  $\kappa$ -carrageenan-rich residue from fresh *Kappaphycus alvarezii*, the need for large scale production of seaweed through farming has intensified. At the request of the Gulf of Mannar Trust, three training programs were conducted to

Mandapam, Pamban, Ariyankundu, Rameswaram and Munaikadu in Ramanathapuram district and Kulasekaranpattinam, Pullivasal and Harbor area in Tuticorin district. The duration of the training was seven days at each location. The participants were provided hands on training in cultivation of *Gracilaria edulis*, *Gelidiella* 







Preparation of babboo raft







transplanted rafts in the sea



rafts ready for harvest

make the coastal SHGs and NGOs aware of the economic importance of seaweeds and their cultivation. An additional seven programmes were conducted as part of the CSIR Network Project on rural technology. A total of 365 trainees were selected from different coastal villages in Ramanathapuram and Tuticorin districts of Tamil Nadu. The trainees were selected from different coastal villages, namely, Erwadi, Killakarai, Seeniyapa Durgha,

acerosa and Kappaphycus alvarezii in the sea. The aspects taught included: procurement of all cultivation materials, preparation of bamboo raft, preparation of seed material and tying of seed material to rafts, transplantation of seed rafts, maintenance of farm, harvesting of crop and post harvesting measures including drying, packing and stocking. 137 trainee fisherwomen are continuing the cultivation of *Kappaphycus* and earning an average of Rs 8,000 per month.

# Continuing studies on the efficacy of Kappaphycus sap as foliar spray

It has been reported in the previous biennial reports that application of the sap of *Kappaphycus alvarezii* as foliar spray led to substantial increase in the yields of several crops as was evident from studies conducted by the institute and by our licensee, M/s Pepsico India Holdings P. Ltd. These effects

were ascribed to the naturally high potash content of the sap besides the presence of auxin (indole acetic acid), cytokinin, zeatin and gibberelin (GA<sub>3</sub>) which has been ascertained. During the current reporting period, a 1000 acre sugarcane trial was also conducted by Pepsi through the assistance of farmers in the Renuka Sugar Mills'





On Freshly Grown Cane % Increase over control of Athani and Munoli Units						
Sap Conc. (%)	No. of Millable cane per 1 M <sup>2</sup>	No. of internodes per cane	Weight per cane (kg)	Weight per acre (tons)		
1	6.8	0.9	8.50	15.13		
2	8.5	3.5	15.35	24.92		
3	12.5	1.7	16.27	30.01		
5	13.0	2.1	18.15	32.63		

command area in Karnataka. A ca. 30% increase in yield was recorded both for freshly grown and ratoon crops at the 5% application level of sap as foliar spray. Field as well as pot experiments were also carried out at the Institute and in BCKV, West Bengal to study the efficacy of the sap on potato, rice, green gram, pearl millet, groundnut, carrot, beetroot, onion, radish and Jatropha. It was found that the yields of these crops were enhanced with application (foliar) of sap. Interestingly, the quality of produce also improved in several cases. In the case of tomato, the protein, ascorbic acid, acidity and total solids increased by 13.2%, 23.8%, 24.4% and 31.6%, respectively, over control. The N, K, Zn and Mn values also increased by 13.2%, 67.5%, 23.8% and 42.6%, respectively, upon application of sap. In the case of okra, the carbohydrate, protein and dietary fibre content increased by 7.39%, 28.0% and 35.5%, respectively. Wheat plants sprayed with diluted sap showed increase in carbohydrate, protein and fat to the extent of 39.2%, 21.7% and 31.6%, respectively while the protein content in pearl millet increased by 24.8% over control.

#### Yield increase with the foliar application of Kappaphycus alvarezii sap

Crop	Percent increase in yield over control	Trials location
Potato	25.1	BCKV, W B
Rice	26.5	BCKV, W B
Green gram K-851	30.10	CSMCRI
Green gram GM-4	53.75	CSMCRI
Pearl millet	15.8	CSMCRI
Groundnut G-2	16.83	CSMCRI
Carrot red queen	39.55	CSMCRI
Carrot deshi red	49.28	CSMCRI
Beetroot DDR	58.8	CSMCRI
Onion red	38.81	CSMCRI
Radish pusa chetaki	24.5	CSMCRI
Radish pusa reshami	25.7	CSMCRI
Jatropha curcas (1.5 years old)	34.8	CSMCRI

### Renewable energy

### Harnessing solar energy through concentrators

Solar concentrators are used to concentrate solar radiation incident on solar-operated devices. A few devices arising out of our preliminary efforts in these

directions using solar concentration as a common technology platform are described below.

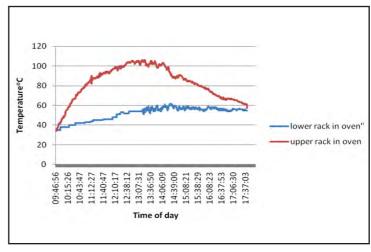
#### Multipurpose solar oven based on concentrated radiation

Building on the work on CONSODIS (concentrated solar disinfection) with 2-sun radiation, and recognizing the need for converging different technologies into one for a particular segment of

remote and rural communities, the Institute developed a multi-purpose solar oven suitable for both cooking and solar disinfection of drinking water for domestic needs.



Multipurpose solar oven

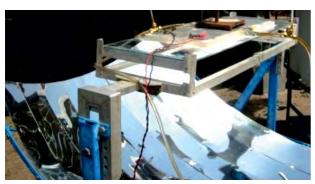


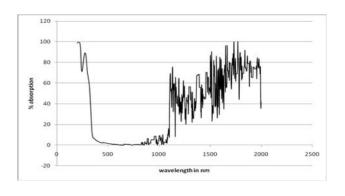
Temperature distribution in the multipurpose oven

#### Concentrated (2-4 sun) photovoltaics

Concentration of sunlight increases the power output per unit area of solar cell and the cell area can be reduced accordingly. Although the concept is simple, it is difficult to apply in practice, as the problem of overheating of the solar cells poses a challenge. CSMCRI embarked on a project to filter out unwanted radiation which does not contribute to power output and, instead, unnecessarily leads to overheating of the module. A suitable liquid

filter, connected to a heat exchanger, was placed in the housing of the photovoltaic module and unwanted wavelengths of solar radiation were filtered out. Using a square parabolic type reflector, more than two fold increase in output power was realised on a clear sunny day employing a 0.13 m² silicon solar PV module. Most importantly, the module temperature was controllable.







### Societal activities on Jatropha and Jatropha biodiesel

#### Farmer's training on Jatropha cultivation

Under the collaborative project with Daimler Chrysler and Hohenheim University, farmers' training programmes were organized in June 2006 in Orissa and in March 2007 in Gujarat.

Farmers were given field training of Jatropha cultivation. About 60 farmers from adjacent villages attended the training programme at each of the places.







Farmer's training programme on Jatropha conducted at Gujarat (left) and Orissa (right)

Field training program

The cultivation of Jatropha on wastelands is labour intensive and, if adopted on large scale, would provide employment to a large number of rural masses including women folk. Jatropha farming activities not only generate employment in the rural areas, leading to social upliftment, but, as shown through our research, it also improves soil conditions of under utilized wastelands in the village areas.

#### **Distribution of elite germplasm**

Based on the encouraging R&D results, elite germplasm identified by CSMCRI were

provided to ICRISAT, Hyderabad which were subsequently raised in Andhra Pradesh.





(Left) Cuttings of elite germplasm being sent to ICRISAT; (Right) Jatropha plantation raised at ICRISAT, Hyderabad (A.P.) with elite material provided by CSMCRI



#### Partnership with Gujarat forest department for B100 biodiesel evaluation

In view of the low emissions and high flash point of CSMCRI's B100 Jatropha biodiesel, the possibility of using it in vehicles of forest department, Governament of Gujarat was proposed to the Principal Secretary, Forest & Environment. His enthusiastic response led to a test run by the Bhavnagar Forest Division. The study paves the way for future introduction of our B100 biodiesel for the purpose of reducing carbon footprint and promoting eco-tourism in the Sasan, Gir lion sanctuary.

Sr. No: A/vehicle/t-12/1294/08-09 DFO Office, Forest Division, F-9/10, Bahumali Bhavan, Anexi Building, Bhavnagar Dt. 4/12/08

Shri D.K.Sharma, IFS, Forest Officer, Wild life Crime Cell, Gandhinagar.

Sub: Use of Biodiesel reg.

As per your instruction given in person to use Biodiesel in TATA VICTA No. GJ-4-1300 during your visit to CSMCRI, we have taken a trial using about 50 liters of Biodiesel and got the average of 11 km/liter. Vehicle was running very smoothly on highway at the speed of 120 km/hour. Any sort of technical problem was not encountered while using Biodiesel in place of normal diesel. We firmly believe that biodiesel can be used in running of forest vehicles, even in Gir Forest area.

Deputy Forest Officer Bhavnagar Forest Division Bhavnagar.



### **Ecology: Monitoring the potential threat of Kappaphycus colonization on corals** at Krusadai Island

ECOLOGY

#### Seaweed Invader Elicits Angst in India

NEW DELHI-An effort in southern India to NEW DELHI—An effort in southern India to raise coastal farmers out of poverty by paying them to cultivate red algae for a food additive has gone awry. Last month, botan tiste reported that the alga, Kappaphyeus alwaezii, has invaded coral refs in a marine reserve in the Bay of Bengal. Experts are trying to establish who let the seawed escape into the wild a government lab, a multinational company, or careless farmers.

The saga began in 1996, when the Central Salt and Marine Chemicals Research Institute (CSMCRI) in Ibhavnagar launched a project to grow the algae in perforated

a project to grow the algae in perforated bags in the open sea and extract car-rageenan, a gelatinous compound used to stabilize or add texture to products as stabilize or add texture to products as diverse as toothpustes and mocha lattes. In 2000, CSMCRI transferred the technology to PepsiCo India Holdings Private Limited in Giugnon, whose executive vice president, Amit K. Bose, told Science that since 2001 the company has been "supporting and subsidizing" local farmers to cultivate the alga offshore. The seaweed is grown on tethered rafts in shallow water, algae is harvested and dried and exported to countries such as Malaysia and the Philippines, which extract the carrageenan. the carrageenan

the carrageonan.

The commercial cultivation is near the edge of the Gulf of Mannar Marine National Park, a 560-square-kilometer reserve that's barise to more than 100 species of corals and mammals such as sea cows and dolphins. Off Kurusadai Island in the reserve, "no part of the coral reefs was visible in most invaded sites, where (the algae) doomed the entire colonies and occupied almost all ridges and

valleys of the coral landscape," a team led by botanist S. Chandrasekaran of Thiagaraia

botanist S. Chandrusekaran of Thiagarajar. College in Madurai reported in the 10 May issue of Current Science. It's not clear if the alga has spread to other parts of the reserve. This isn't the first time the alga, native to the Philippines, has invaded new turf: In 1999, it colonized coral reefs in Hawaii, according to the University of Hawaii, according to the University of Hawaii, according to the University of Hawaii, an agricultural scientist at M. S. Swamiumthan, an agricultural scientist at M. S. Swamiumthan Researchers foundation in Chemnai who nathan Research Foundation in Chennai who now serves in Parliament, had opposed

bringing the alga to India in the first place. No one has taken responsibility for K. alvanezii's escape. Whoever is deemed responsible could be prosecuted for damaging habitat under the Indian Wild Life Protection.



tion Act of 1972, says P. K. Manohar, a lawyer with Legal Action for Wildlife and

tion Act of 1972, says P. K. Manohar, a lawyer with Legal Action for Wildlife and Environment in New Delhi.

Bose acknowledges that PepsiCo promoted contract farming of the slage to serve the community by helping impoverished farmers. The company guarantees that it will buy all the farmers' annual production of K. alwavezti, amounting to 100 to 200 metric tions of day seaweed; all the day seaweed is exported, Bose says. He denies that PepsiCo played a role in the alga's escape into the marine reserve. Instead, he suggests that marine reserve. Instead, he suggests that CSMCRI's cultivation trials are "the root

marine reserve. Instead, he suggests that CSMCRI's cultivation trials are "the root cause for its bioinvasion at [Kurusadar]." CSMCRI's director, Pushpito K. Ghosh, says he is "quito prozded as to what may have happened." He and his colleagues argue that strong currents could have sweet algal owigs from commercial farms near Kurusadai of from his institute's trial cultivation site. "Another possibility, which must not be ruled out, is clandestine experimentation by unscrupulous elements," Ghosh says, without elaborating, Chandraneskearun calls that an "outlandish explanation" and notes that no one is allowed to visit Kurusadai Island without written permission from reserve authorities. No matter how the seaweed colonized Kurusadai, Ghosh says, "there is no question of CSMCRI discovning responsibility."

Pepsic has said it will pay fire a wider survey of K. alsureztiin the marine reserveas well as measures to scoop it up. But it may be too late to get rid of the algae, says Swami-

receive a comment in the matrix reserves a ell as measures to scoop it up. But it may be so late to get rid of the algae, says Swami-stham: "All that we can now do is restrict the stent of bioinvasion."

As the institute which pioneered Kappaphycus cultivation in India, it is obligatory on our part to keep a constant vigil on any potential environmental risks. Following publication of an article entitled "Bioinvasion of Kappaphycus alvarezii on corals in the Gulf of Mannar, India" (Curr. Sci. 94, 2008, 1167-1172), and subsequent articles on the observations in Science and Nature, constant efforts were made to survey the area. It was



found that a small patch of corals distributed over an area of 20 m 20 m area (914.775' N; 7913.279' E) were associated with severely grazed *Kappaphycus* on the southeastern part of the lagoon having an estimated total area of 300 m x 3000 m. Other seaweed species such as *Hypnea*, *Caulerpa*, *Halimeda*, *Turbinaria* and *Sargassum* were also found growing along with the corals. There was no evidence of invasion although colonization indeed occurred in small patches. The monitoring studies will continue over the coming years.



*Kappaphycus* trapped in between natural bed of spring (finger) coral as seen during survey in 2008. The live corals remained largely free of seaweed

#### **CSIR Programme on Youth for Leadership in Science - CPYLS**

CPYLS 2-3 Nov. 2006



Professor Partha Ghosh, distinguished physicist and Honorary Professor at Centre for Philosophy and Foundations of Sciences, New Delhi, was the Chief Guest. In this programme 87 meritorious X<sup>th</sup> students participated from different board examination.

CPYLS 6-7 Nov. 2007

Professor N. Periasamy, distinguished chemist and Senior Professor at Tata Institute of Fundamental Research, Mumbai was the Chief Guest. In this programme 55 meritorious X<sup>th</sup> students participated from different board examination.



# हिन्दी विभाग वर्ष 2006-08 की रिपोर्ट

केन्द्रीय नमक व समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान, भावनगर, वैज्ञानिक तथा औद्योगिक अनुसंधान परिषद, नई दिल्ली द्वारा रासायनिक विज्ञान में स्थापित सात प्रयोगशालाओं में से एक है जिसकी स्थापना 10 अप्रैल 1954 को हुई। इस संस्थान में राजभाषा कार्यान्वयन पहले जनसंपर्क विभाग तथा बाद में प्रशासन से किया जाता रहा। वर्ष 1997 से अलग हिन्दी विभाग शुरु किया तब से यह संस्थान अपनी वैज्ञानिक गतिविधियों / संशोधनों के साथ अपनी विशिष्ट उपलब्धियों को लोकोपयोगी बनाने के लिये, उनको आमजनता तक राजभाषा हिन्दी के जरिए पहुँचाने के प्रयास कर रहा है और इसके लिये प्रयोगशाला में राजभाषा कार्यान्वयन में प्रगति के लिये प्रत्येक स्तर पर प्रयास किये जाते हैं। अनुसंधान संस्थानों में मुख्यतः वैज्ञानिक व तकनीकी कार्य होते हैं और प्रशासनिक कार्य का प्रकार सहायक कार्य का होता है।

संस्थान में भारत सरकार की राजभाषा नीति के बारे में समय समय पर जारी आदेशों का यथेष्ट पालन करने के प्रयास रुप संस्थान के सभी नामपटृ, पत्र—शीर्ष, फार्म तथा मानक फार्म आदि द्विभाषी बनाये गये हैं। कम्प्युटर पर द्विभाषा में कार्य करने की सुविधा उपलब्ध कराई गई है। हिन्दी भाषा, टाइपींग प्रशिक्षण दिलवाया गया है। हिन्दी के ज्ञान संबंधी रोस्टर तैयार किया गया है और अद्यतन बनाया जाता है। वर्ष 2004 से प्रतिदिन द्विभाषी सुवाक्य इन्ट्रानेट पर प्रेषित किया जाता है। संस्थान में प्राप्त हिन्दी पत्रों के उत्तर हिन्दी में दिये जाते हैं। कर्मचारियों को हिन्दी में कार्य करने के लिये प्रेरित व प्रोत्साहित किया जाता है। संस्थान के वैज्ञानिकों, अधिकारियों व कर्मचारियों की हिन्दी के प्रति रुचि बढ़ाने के उद्देश्य से संस्थान के पुस्तकालय में हिन्दी पुस्तकालय भी चलाया जा रहा है और पुस्तकों की सूची तथा उपलब्धता संबंधी जानकारी इन्ट्रानेट पर उपलब्ध कराई गई है।

निदेशक महोदय की अध्यक्षता में संस्थान में राजभाषा कार्यान्वयन समिति की बैठक प्रत्येक तिमाही में नियमित रुप से की जाती है।

सन 2006-08 की समयावधि में हिन्दी विभाग द्वारा निम्नलिखित उल्लेखनीय कार्य किये गये।

#### राजभाषा प्रचार-प्रसार

केन्द्रीय सचिवालय, हिन्दी परिषद, नई दिल्ली द्वारा आयोजित संशोधन पत्र लेखन, मसौदा एवं टिप्पण लेखन, कम्प्युटर पर हिन्दी टाइपींग तथा हिन्दी निबंध स्पर्धा आदि विविध प्रतियोगिता का आयोजन किया गया। हिन्दी दिवस के उपलक्ष्य प्रत्येक वर्ष में नियमित रूप से में हिन्दी सप्ताह का आयोजन किया गया जिसके अंतर्गत, तस्वीर क्या बोलती है ?, श्रृतलेखन, समाचार वांचन, यादगार प्रसंग कथन, बच्चों के लिये फिल्म शो, हिन्दी प्रश्नोतरी जैसी प्रतियोगिता आयोजित की गई। प्रोजेक्ट आसिस्टन्ट, वैज्ञानिकों द्वारा हिन्दी में वैज्ञानिक व्याख्यान आदि का आयोजन किया गया। हिन्दी सप्ताह के प्रतियोगिताओं के विजेताओं, कर्मचारियों के बच्चों जिन्होंने हिन्दी में सर्वाधिक अंक प्राप्त किये हो, तथा हिन्दी में वैज्ञानिक प्रस्तुति करनेवाले वैज्ञानिकों, प्रोजेक्ट आसिसटन्टों को पुरस्कृत किया गया।

प्रशासनिक विभागों को हिन्दी में काम करने की सुविधा उपलब्ध कराने हेतु संदर्भ ग्रंथ, हेन्डबुक, नियमावली आदि पुस्तक उपलब्ध करवाये गये। केन्द्रीय सचिवालय, हिन्दी परिषद, नई दिल्ली द्वारा आयोजित मसौदा टिप्पण लेखन, संशोधन पत्र, निबंध प्रतियोगिता में संस्थान के दो कर्मचारियों के पुरस्कार प्राप्त किये और अन्य पाँच ने प्रमाणपत्र प्राप्त किये। संशोधन लेख प्रतियोगिता में संस्थान के श्री हिरेन रावल को विशिष्ट पुरस्कार प्राप्त हुआ। डॉ होमीभाभा एटोमिक रिसर्च सेन्टर द्वारा आयोजित होमीभाभा विज्ञान निबंध प्रतियोगिता में तथा राजीव गांधी ज्ञान विज्ञान एवोर्ड में तकनीकी शोधपत्र हिन्दी में प्रस्तुत करने के बारे में मार्गदर्शन दिया गया।

अगस्त 2007 स्वतंत्रता दिवस के अवसर पर कर्मचारियों के लिए देशभिक्त गीत प्रतियोगिता तथा कर्मचारियों के बच्चो के लिये भारत के अमर शहीद विषय पर वाक् प्रतियोगिता का आयोजन किया गया और विजेताओं को पुरस्कृत किया गया। 15 अगस्त, स्वातंत्र्य दिवस के उपलक्ष्य में कर्मचारियों के बच्चों के लिये देशभिक्त गीत प्रतियोगिता का आयोजन किया गया।



#### तकनीकी संगोष्ठी एवं कार्यशाला

वर्ष 2006 में रजकणमुक्त चॉक के प्रचारार्थ को शिक्षकों के साथ एक हिन्दी में गोष्ठी का आयोजन किया गया। फरवरी 2006 को नमक पर डॉ दुर्गादत्त ओझा की अध्यक्षता में संपन्न हिन्दी संगोष्ठी में प्रस्तुत 13 पावर पोइन्ट प्रस्तुति का शोधपत्र के रुप में संचालन किया गया। दिनांक 08.02.2006 को प्रशासनिक कर्मचारियों के लिये कार्यशाला का आयोजन किया गया जिसमें राजभाषा हिन्दी, विभिन्न अधिनियम तथा धारा 3(3) के अनुसंधान तथा उसमें वृद्धि के बारे में डॉ दुर्गादत्त ओझा ने मार्गदर्शन दिया। क्षेत्रीय अनुसंधान प्रयोगशाला, भूवनेश्वर द्वारा आयोजित दो दिवसीय हिन्दी संगोष्ठी में डॉ कुपाल सिंग ने संस्थान का प्रतिनिधित्व किया और विद्युत अपोहन, प्रतिवर्ती रसाकर्षण, वियोजन प्रौद्योगिकी के बारे में पावर पोइन्ट प्रस्तुति तथा शोधपत्र का सार हिन्दी में तैयार किये। डॉ एस कनन का सीएसआईआर न्यूज में स्वीकृत संशोधन पत्र हिन्दी में अनुदित किया गया। जून 2006 में निस्केयर के

वैज्ञानिक तथा विज्ञान प्रगति के सम्पादक श्री प्रदीप शर्मा की अध्यक्षता में कार्यशाला का आयोजन किया गया। जिसमें वैज्ञानिक तथा लोकप्रिय वैज्ञानिक लेख हिन्दी में लिखने के बारे में मार्गदर्शन दिया गया। ग्रंथालय द्वारा आयोजित ''मुक्तस्रोत सॉफ्टवेयर द्वारा डिजिटल ग्रन्थालय का निर्माण पर कार्यशाला" पर संगोष्ठी का आयोजन किया गया। दिसम्बर में सिलिकेट विभाग के लिये वैज्ञानिक तथा तकनीकी विभागों में हिन्दी का उपयोग विषय पर हिन्दी कार्यशाला का आयोजन किया गया। वित्त एवं लेखा विभाग में दिनांक 28.02.2007 को टेबुल वर्कशोप का आयोजन किया गया। जुलाई 2007 में प्रशासन विभाग के लिये टेबुल वर्कशोप का आयोजन किया गया। मार्च में सभी विभागाध्यक्षों को हिन्दी कार्यान्वयन संबंधी तिमाही प्रगति रिपोर्ट भरने के लिये मार्गदर्शन देने हेतु एक कार्यशाला का आयोजन किया गया।

#### प्रशिक्षण / निरीक्षण

16 टंकक एवं आशुलिपिको के लिये व्यक्तिगत संपर्क कार्यक्रम का आयोजन दिनांक 2 से 4 मई 06 के दौरान किया गया। पत्राचार पाठयक्रम द्वारा 11 कर्मचारियों ने हिन्दी टाइपींग की परीक्षा और 6 उत्तीर्ण हुए। पत्राचार द्वारा हिन्दी टाइपींग के लिये सात कर्मचारियों को नामित किया गया एवं उनको आवश्यक मार्गदर्शन दिया गया।

#### विशेष कार्य

सीपीवाईएलएस 2006 एवं 2007 के विद्यार्थियों के आपसी परिचय हेतु उनके बायोडेटा की एक बहुरंगी पुस्तिका "सुनहरें सितारे" हिन्दी में तैयार की गई। और प्रतिभागी विद्यार्थियों को हिन्दी में वैज्ञानिक जानकारी उपलब्ध करवाने के उद्देश्य से विज्ञान प्रगति की वार्षिक सदस्यता दिलवाई गई। 2006 एवं 2007 वर्ष के दौरान युजीसी — सीएसआईआर पहचानपत्र आदि द्विभाषी रुप में तैयार किये गये। रस अल खाइमा यु ए ई के नवाब शेख साउद बिन सकर अल काजीमी ने दिनांक

12.05.07 को संस्थान की मुलाकात ली। इसके संदर्भ में विभागीय वैज्ञानिक गतिविधियों संबंधी प्रदर्शनी व सीडी तैयार की गई। दिनांक 21.05.07 को संस्थान के समुद्री शैवाल विभाग तथा नीरी नागपुर द्वारा "कल्पसर योजना पर विचारोत्तेजक संगोष्ठी" के आयोजन में प्रेसनोट, द्विभाषी बेनर आदि कार्य संपन्न तथा सक्रिय सहयोग दिया गया। 24 हिन्दी अनुसंधानपत्रों को संकलित करके एक पुस्तक एवं सीडी के रुप में प्रकाशित किया गया।

#### सीमांत क्षेत्र में उन्नत सौर नमक प्रौद्योगिकी का कार्यान्वयन सामाजिक उद्देश्य

संस्थान द्वारा विकसित अतिशुद्ध सौर नमक प्रौद्योगिकी का देशभर में व्यापक निदर्शन किया गया। 2006 में गुजरात के मालिया प्रांत के वेनासार गाँव के 23 सीमांत अगरियाओं के साथ इस कार्यक्रम का प्रारंभ किया गया था, जो आगे 2006-08 के दौरान आसपास के अन्य 170 सीमांत सोल्ट वर्कस में विकसित किया गया। सीएसएमसीआरआई की तकनीकी जानकारी पर आधारित सभी एकमों द्वारा औद्योगिक स्तर का उच्च गुणवत्तायुक्त नमक का उत्पादन

किया जा रहा है तथा उपयोगकर्ता उद्योगों को बेचा जा रहा है। इन अगरियाओं को समुद्री बिटर्न के बहाव के प्रसंस्करण द्वारा पोटाश से समृद्ध काईनाइट मिश्रित नमक का उत्पादन करने के लिये प्रशिक्षित भी किया गया। इन अगरिया द्वारा नमक तथा ब्राइन परीक्षण के लिए सीएसएमसीआरआई द्वारा स्थापित गुणवत्ता नियंत्रण प्रयोगशाला कर उपयोग किया जा रहा है।

## गुजरात के आंतरिक तथा समुद्र से दूर के स्थल पर से उच्च गुणवत्तायुक्त औद्योगिक स्तर के नमक का उत्पादन

यह एक आम धारणा है कि भूमिगत ब्राइन से उच्च गुणवत्तावाला नमक प्राप्त नहीं किया जा सकता है। सीएसएमसीआरआई द्वारा खाराघोडा के "एचएसएल" के नमक कारखाने में सीएसएमसीआरआई की सल्फेटविहीनीकरण प्रौद्योगिकी के उपयोग द्वारा भूमिगत ब्राइन में से उच्च गुणवत्तायुक्त नमक उत्पादन करने का प्रयोग किया गया। इस सॉल्ट वर्कस में Ca = 0.1%, Mg =

0.06% और  $SO_4-0.25\%$  युक्त उच्च गुणवत्तावाला, औद्योगिक स्तर के नमक का उत्पादन किया गया। म्यूरेट ऑफ पोटाश (MoP) की प्राप्ति के लिये कारनेलाइट मार्ग द्वारा सल्फेटविहीन बिटर्न पर सीधी प्रक्रिया की गई। यह कार्य भारत सरकार के नमक विभाग तथा मेसर्स "एचएसएल", खाराघोडा की सहयोगी परियोजना अंतर्गत किया गया।

#### उडीसा में मॉडल सॉल्ट फार्म की स्थापना

पहले िपोर्ट किया गया था कि हम उड़ीसा के स्थानिक नमक निर्माताओं के लाभ के लिए एक मॉडल सॉल्ट फार्म स्थापित करने जा रहे हैं। मॉडल सॉल्ट फार्म के लिए उपयुक्त स्थल गंजम जिल्ले के हुमा क्षेत्र को पसंद किया गया। तदनुसार 2006-08 के दौरान अतिशुद्ध सौर नमक उत्पादन प्रौद्योगिकी के बारे में निदर्शन देने हेतु उड़ीसा के चयनित स्थल पर 10 एकड़ जमीन पर सॉल्ट फार्म बनाने की प्रक्रिया ज़ारी है। संस्थान ने यह भी सुझाया था कि समुद्री ब्राइन के स्थान पर भूमिगत ब्राइन का प्रयोग करने से नमक उत्पादन बढ़ाया जा सकता है। भूमिगत ब्राइन से अच्छी मात्रा में नमक उत्पादन का निदर्शन देने के लिए मॉडल सॉल्ट फार्म में एक 100 फीट का बोरवेल भी तैयार हो

रहा है। हुम्मा और बिन्चेनापल्ली नमक उत्पादन और बिक्री सहकारी सोसायटी के अधिकारियों ने उड़ीसा के नमक विनिर्माताओं को प्रशिक्षण देने में सीएसएमसीआरआई द्वारा किये गये प्रयासों की सराहना की थी।

उड़ीसा के हुम्मा तथा सुराला—सुमांदी क्षेत्रों के नमक उत्पादकों के लाभ के लिए उड़ीसा की जलवायु परिस्थितियों में अच्छी उपज़ तथा गुणवत्तायुक्त नमक उत्पादन के बारे में एक दिवसीय संगोष्ठी का आयोजन किया गया और सौर नमक उत्पादन के लिये उन्नत वैज्ञानिक पद्धतियों द्वारा अच्छी गुणवत्तायुक्त नमक उत्पादन के महत्व के बारे में अवगत कराया गया।

## औद्योगिक इकाइयों / राज्य एजंसियों को प्रदान की गई तकनीकी सेवाएं

राजस्थान के नमक उत्पादकों के लाभ के लिए भूमिगत ब्राइन में से अच्छी गुणवत्तायुक्त नमक उत्पादन के बारे में एक दिवसीय संगोष्ठी का आयोजन किया गया। इस प्रांत के लगभग 50 नमक उत्पादकों ने इस संगोष्ठी में भाग लिया। विचारविमर्श के दौरान नमक उत्पादकों द्वारा प्रस्तुत प्रश्नों का समाधान किया गया। राजस्थान में स्थापित मॉडल सॉल्ट फार्म पर एक पुस्तिका हिन्दी एवं अंग्रेजी में प्रकाशित की गई जिसका विमोचन संगोष्ठी के उद्घाटन समारोह में राजस्थान के मुख्यमंत्री द्वारा किया गया।

गुजरात सरकार के क्लस्टर विकास कार्यक्रम पर संसदीय समिति की बैठक गांधीनगर में आयोजित की गई थी। इस बैठक में आनंदी और सेवा जैसे गैर सरकारी संगठनों के साथ, कच्छ के छोटे रण तथा मालीया के सीमांत नमक उत्पादकों — जो गरीबी रेखा से नीचे (BPL) जी रहे हैं — उनके जीवनस्तर में क्लस्टर अभिगम अंतर्गत सुधार लाने के लिये संस्थान द्वारा किये गये प्रयत्नों के बारे में प्रस्तुति की गई। यह कार्यक्रम गुजरात सरकार के क्लस्टर विकास कार्यक्रम अंतर्गत किया गया। गुजरात सरकार द्वारा नमक तथा समुद्री रसायन क्षेत्र में संस्थान की एक नोडल संस्थान के रुप में पहचान की गई।

डॉ डी डी ओझा, वरिष्ठ वैज्ञानिक, भूजल विभाग, जोधपुर तथा राजभाषा अधिकारी की अध्यक्षता में नमक तथा समुद्री रसायन पर एक दिवसीय संगोष्ठी का आयोजन किया गया जिसमें 10 तकनीकी प्रस्तुतियाँ हिन्दी में की गई।

## तमिलनाडु में मॉडल सॉल्ट फार्म की स्थापना

सीएसएमसीआरआई द्वारा नावा, राजस्थान तथा हुम्मा उड़ीसा में स्थापित किये गये मॉडल सोल्ट फार्म की सफलता देखकर, भारत सरकार के नमक विभाग ने सीएसएमसीआरआई की तकनीकी विशेषज्ञता की सहाय से तामिलनाडु के मारकानम प्रांत में मॉडल सोल्ट फार्म स्थापित करने की इच्छा व्यक्त की है। संस्थान के वैज्ञानिकों ने नमक

विभाग के अधिकारियों तथा तामिलनाडु सरकार के जैववैज्ञानिक विशेषज्ञों के साथ इस प्रांत में सॉल्ट वर्कस स्थापित करने की तकनीकी संभाव्यता का आकलन करने के लिए मारकानम की मुलाकात की। चयनित स्थल पर शीध ही मॉडल सॉल्ट फार्म स्थापित किया जाएगा।



#### CSIR ग्रामीण विकास तकनीकी एवार्ड

इस संस्थान ने 2008 में नमक के क्षेत्र में, ग्रामीण विकास के लिए विज्ञान एवं तकनीकी नवीनीकरण के लिए सीएसआईआर एवोर्ड प्राप्त किया। संस्थान को यह एवोर्ड नमक के क्षेत्र में सामाजिक उत्थान के लिये दिया गया। नई

दिल्ली में आयोजित एक विशेष समारोह में यह एवोर्ड भारत के माननीय प्रधानमंत्री डॉ मनमोहन सिंह द्वारा प्रदान किया गया।

#### लिखने के लिए स्वच्छ चॉक

सीएसएमसीआरआई द्वारा विकसित "क्लीन व्हाइट" नामक लिखने का चॉक कैल्शियम कार्बोनेट का उपयोग करके बनाया गया है जो कम रजकण गिराता है। यह भी पता लगाया गया है कि लिखने की गुणवत्ता बोर्ड के प्रकार पर भी निर्भर करती है। चॉक को अत्यधिक बहुमुखी बनाने की दिशा में प्रगति की गई है। चॉक के गुणों को विस्तृत करने का प्रयास किया गया है।

## सी.एस.एम.सी.आर.आई और स्वास्थ्य

## गुरदा पत्थर के घटकों का विश्लेषणः

गुजरात के सौराष्ट्र क्षेत्र में उच्च तापमान, कम वर्षा और पानी में उच्च लवणता होती हैं। परिणाम स्वरूप यहाँ के लोगों को गुरदा पत्थर से ग्रस्त होने की सम्भावना रहती है। आधुनिक विश्लेषण उपकरणों से गुरदा पत्थर के घटकों की पहचाना संभव हो पाई है और इसलिए हम इस तरह के अध्ययन की ओर प्रेरित हुए। स्वास्थ्य सचिव, गूजरात सरकार के संस्थान के दौरे के दौरान इस तरफ बहुत रूझान दिखाया जिससे हम और उत्साहित हुए। पावडर XRD द्वारा दो मुख्य घटकों की पहचान की गई जो केवीलाइट (केलशियम आकसलेट मोनोहाइड्रेट) और वीडीलाइट (केलशियम ओक्सलेट डीहाइट्रेड) है। कीवीलाईट और वीडीलाइट का अनुपात मरीज दर मरीज बदलता है।

## सीएसआईआर की प्रयोगशालाओं के द्वारा अन्तरदेशीय पादपों से सक्रिय तत्व खोज में सतत सहभागिता

37 पादपों के **76** भागों से सान्द्रित अर्क तैयार किये गये। 295 अर्क की गुणधर्म जांच के लिये विभिन्न प्रयोगशाला में भेजे गये।

# मूल अर्क की प्रगति

## एन्टी टयुबरक्युलोसीस (क्षय निवारक)

मूल्यांकन निर्धारण हेतु इसकी सक्रिय SF3-K के विशेष अर्क CSM 0016 P01 A068 RRL जम्मू भेजे गये और सक्रियता CDRI लखनऊ में जांची गई। इसी बीच CSM 0016 P01 A068 का अन्तराष्ट्रीय पेटेन्ट US 7,442,393 तथा EP 1,684,778 प्राप्त हुए।

## फाइलेरीया व चिंता, उद्वेग निवारक

फाइलेरिया के प्रति सक्रिय अर्क में से पाया हुआ अंश F004 का उपअंशीकरण करके विषैलापन दूर करने में सफलता प्राप्त हुई और एक उपअंश में सक्रियता बनी रही।

इसके अलावा एक और अर्क ने मानिसक रोग के प्रति सक्रियता दिखाई है। और उसने अंतः पात्र और ईनवाइट्रो सक्रियता दिखाई है। CSM1570/P03/A001 इस अर्क के लिए आगे अलगीकरण का कार्य करने के लिए समिति ने सलाह दी है।

मेलेरिया रोग के प्रति सक्रिय अर्क से शुद्ध सक्रिय पदार्थ अलग करने में और उसकी पहचान करके ग्लौकारुषीनोन नामक शुद्ध पदार्थ प्राप्त किया। इस पदार्थ का विवरण शुरु में हो चूका है इसलिए कार्य ज़ारी रखने की सलाह नहीं दी।

## समुद्री शैवाल संभावित दवा के रूप में

अपने पूर्व काम के आधार पर, कुल 387 शैवालो का संकलन (हरे — 126, भूरे — 58, लाल —203) एवं उनकी पहचान कि गई। इनमे से 61 नये स्थानों से संकिलत समुद्री शैवाल प्रजातियाँ थी। यह संकलन पश्चिमी (गुजरात) एवं दक्षिण (तिमलनाडु) तटो से किया गया। मीथेनालिक (71) एवं जलीय (68) नमूनो को सी डी आर आई (विषाणु विरोधी, लिपिडेमिक विरोधी, हेलमेंनिटक विरोधी, लेश्मेनियल विरोधी) लखनऊ; आई आई सी टी, हैदराबाद (लार्वीसिडल गतिविधि), ऐ सी टी आर ई सी, मुम्बई (कैंसर विरोधी), मदर

टेरेसा विश्वविद्यालय तिमलनाडु (कोशिकाविषी) को विभिन्न जैव गतिविधियों की जांच हेतु भेजा गया। 219 नमूने के नतीजे प्राप्त हुए। बहुत से नमूनो (29) में आशाजनक / सिक्रयता पाई गई। सी डी आर आई 18 नमूने (हाईपर 3, कैंसर विरोधी 3, विरोधी —3, ट्रेपैनेसोमल, विरोधी 9) एवं ऐ सी टी आर ई सी—11 नमूने (कैंसर विरोधी) गतिविधि हेतु सिक्रय पाये गये।

इन गतिविधियों को पुष्ट करने हेतु आगे की कारवाई की जा रही है।

#### वोटर मिशन

2008, में बिहार की कोसी बाढ़ की दुर्घटना के दौरान संस्थान अपनी जलशुद्धिकरण के लिए दो परानिस्यंदन प्लान्ट के साथ बाढ़पीड़ितो की सहायता के लिये पहुँच गया। यह प्लान्ट सींधेश्वर माधेपुरा मंदिर में रखा गया और 10 दिन तक बाढ़पीड़ित लोगों को पेयजल उपलब्ध कराया। इस प्लान्ट द्वारा एक दिन में 60,000 लीटर

पेयजल उत्पादन किया गया और बचाव के लिये आये लश्करी जवानों को भी पेयजल उपलब्ध कराया गया। कर्नल विक्रम गुलाटी ने संस्थान के प्रति हार्दिक धन्यवाद ज्ञापन किया। सीएसएमसीआरआई ने इस प्लान्ट के परिचालन हेतु छ कार्मिकों को भी भेजा था।

## गुजरात के अमरेली में फ्लोराइड तथा क्षारीयता दूर करने के लिए आर ओ प्लान्ट का निदर्शन

टाइम्स ऑफ इन्डिया की रिपोर्ट के आधार पर अमरेली के लाठी और लीलीया तालुका के तीव्र फ्लोराइडग्रस्त क्षेत्र की पत्रकारों के साथ आर ओ मोबाइल वान लेकर मुलाकात की और संस्थान द्वारा विकसित क्षारीयता और फ्लोराइड एक साथ दूर करनेवाली स्वदेशी प्रौद्योगिकी का उपयोग करने के बारे में निर्दशन किया। संस्थान की आरओ मोबाइल वान द्वारा अमरेली के ग्रामसमूह की समस्या का किफायती समाधान हो सकता है।

## फ्लोराइड के अति सांद्र प्रवाह का अपक्षारीकरण कम फ्लोराइड विहिनीकरण प्लान्ट द्वारा प्रबंधन

किसी भी जल शुद्धिकरण प्रौद्योगिकी का उपयोग करते समय एक ओर पानी में से क्षार, फ्लोराइड, आर्सेनिक जैसी अशुद्धियाँ उत्पादित जल से दूर होती हैं तो दूसरी और शेष प्रवाह में उक्त तत्वों की सांद्रता बढ़ती है। उसी तरह आर ओ प्लान्ट का उपयोग करते समय सांद्रित प्रवाह को पुनः उपचरित करने की आवश्यकता रहती है। जैसे जैसे पेयजल मात्रा बढ़ती है। उदा. आर ओ के सांद्रित प्रवाह को विमुक्त करने से पहले उसमें से फ्लोराइड दूर करने के लिए एक प्रक्रिया विकसित की गई है। इस प्रक्रिया में चूना तथा पोलीएल्युमीनीयमक्लोराइड द्वारा जमाव कम अवक्षेपण का तरीका अपनाया गया।

इस प्रक्रिया का उपयोग करने पर आर ओ अस्वीकृत प्रवाह में से फ्लोराइड की सांद्रता 1 पीपीएम से भी कम पाई गई। आर ओ अस्वीकृत सांद्र प्रवाह में से शुद्ध पानी की प्राप्ति एवं फ्लोराइड दूर करने की प्रक्रिया के लिए टाटा कंपनी को लाइसेन्स दिया गया।

## नोर्वेजीयन चर्च एड के साथ आर ओ अपक्षारीकरण प्लान्ट के बारे में करार

बेरफूट कॉलेज, तिलोनिया के सहयोग से संस्थान ने अफघानीस्तान के नोर्वेजीयन चर्च एड (NCA) के साथ नमकीन जलग्रस्त फैयाब प्रांत (अफघानीस्तान) को पेय जल उपलब्ध कराने के लिये आर ओ प्लान्ट के लिये करार किये गये। पहले चरण में 1000ली/घण्टा की क्षमतावाले 6 प्लान्ट का आर्डर प्राप्त हुआ। संस्थान में उक्त प्लान्ट तैयार

करके अफघानीस्तान के प्लान्ट परिचालकों को संस्थान में प्रशिक्षित किया गया। 2008 में संस्थान के दो कार्मिकों को भेजकर 6 प्लान्ट स्थापित करके शुरु किये गए। इन प्लान्ट की कार्यक्षमता से संतुष्ट होकर वहाँ के प्राधिकारियों ने अन्य और प्लान्ट स्थापित करने का अनुरोध किया।



#### आर्सेनीक परीक्षण कीट का विकास

पेयजल में से आर्सेनीक दूर करने के लिए 24 परगना, पश्चिम बंगाल के घोषपूर गाँव के घरों में पाँच नये घरेलू यूनिट तैयार करके स्थापित किए गए। पूर्व वर्षो में परीक्षण किए गए स्तर से हाल में 4 से 5 गुना ज्यादा आर्सेनीक पाया गया। ऐसे क्षेत्रों में पानी को पहले फिटकरी से उपचरित करके 90% आर्सेनीक सांद्रता दूर करने के बाद घरेलू यूनिट द्वारा शुद्ध जल प्राप्त किया गया।

2005 में लगाये गये घरेलू यूनिट्स की रेज़िन को रिजनरेट

किया गया जिससे लोग लंबे समय तक उपयोग कर सके। 11 मास में प्रत्येक यूनिट द्वारा लगभग 7000 लीटर पेयजल उत्पादित किया गया। 10 यूनिट अभी अच्छा कार्य कर रहे हैं।

पश्चिम बंगाल के घरों में स्थापित किए गए घरेलू यूनिट्स द्वारा उत्पादित आर्सेनीकविहीन जल परीक्षण करने के लिए किफायती आर्सेनीक परीक्षण कीट विकसित किया गया है।

## किसारी, राजस्थान में आर ओ प्लान्ट

विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग, नई दिल्ली की वित्तीय सहाय द्वारा राजस्थान के किसारी गाँव में आर ओ प्लान्ट लगाया गया जो वहाँ की जीवादोरी बन गया है। 2004 में दूरदर्शन के टर्निग पोइन्ट कार्यक्रम में अस के मधुर स्त्रोत के अंतर्गत प्रसारित किया गया। प्लान्ट की कार्यक्षमता घटने पर, उसकी कार्यक्षमता बढ़ाने के लिये नये मोडयुल स्थापित करने का निर्णय लिया गया। राजस्थान सरकार तथा गाँव के लोग संस्थान की निरंतर सेवा से संतुष्ट हैं।

## समुद्री शैवाल की खेती में तटीय लोग के को प्रशिक्षण प्रदान करना

सामाजिक मिशन कार्यक्रम के भाग के रूप में. सीएसएमसीआरआइ सक्रिय रूप से विज्ञान के उपयोग के माध्यम से तटीय आबादी के कमजोर वर्गों की सामाजिक आर्थिक स्थिति को बढ़ावा देने में लगा हुआ है। सीएसएमसीआरआइ द्वारा एकीकृत प्रौद्योगिकी के विकास के रूप में समुद्री शैवाल पौधों से एक साथ रस का तरल उर्वरक के रूप में तथा ताजा कप्पाफायकस से समझ अवशेष – कार्रगीनन के उत्पादन के लिए तकनीक विकसित की गई है, जिसके लिए समुद्री शैवाल के बड़े पैमाने पर उत्पादन की जरूरत है वहाँ स्थानीय स्वयं सहायता समूह (एसएचजी) की भागीदारी के माध्यम से खेती की जरूरत है। संस्थान द्वारा भारत में इस की खेती के लिए भी तकनीक विकसित कि गई है, तटीय स्वयं सहायता समूहों और एनजीओ को समुद्री शैवाल के आर्थिक महत्व और खेती के महत्व को समझाने के लिए दस प्रशिक्षण कार्यक्रम आयोजित किये गए हैं। कुल 365 प्रशिक्षुओं को तमिलनाडु के रामनाथपुरम और तूतीकोरिन जिलों में विभिन्न तटीय गांवों अर्थात् एर्वादी, किल्लाकरै, सीनियापा दुर्गहा, मंडपम, पंबन, अरियांकुंद, रामेश्वरम और मुनैकदु को प्रशिक्षण दिया गया है। रामनाथपुरम जिले में कुलासेकरंपतिनाम पुल्लिवासल और तुतीकोरिन जिले में हार्बर क्षेत्र को समुद्री शैवाल की खेती से प्रशिक्षण देने के लिए चुना गया। प्रशिक्षण की अवधि हर जगह पर सात दिनों के लिए तय की गई थी। प्रशिक्षण कार्यक्रम के दौरान प्रतिभागियों को खेती के सभी अच्छे व्यवहार के बारे में विस्तार से सिखाया जाता था और कप्पाफायकस अल्वारेजी, ग्रासिलारिया एदुलिस, जेलिदिएल्ला असरोसा की समुद्र में खेती लिए प्रशिक्षित किया गया है। खेती के सभी पहलुओं को जिसमे खेती सामग्री की खरीद, बांस बेडा की तैयारी, बीज की सामग्री तैयार करने, बीज सामग्री के बांधने, रफ्ट्स बनाने, खेत के रखरखाव, फसल और फसल की कटाई, सुखाने, पैकिंग आदि की जानकारी प्रदान की गई है। प्रशिक्षण प्रोग्राम के सफल समापन के बाद 137 फिशर महिलाओं ने कप्पाफायकस की वाणिज्यिक खेती जारी रखी हैं और 8,000 रूपए / प्रति माह की औसत कमाई कर रही हैं। विभिन्न कारणों से मन्नार की खाडी के तटीय गांवो में प्रशिक्षुओं द्वारा सफलतापूर्वक खेती नहीं की जा सकी। सबसे संभावित कारण संरक्षित क्षेत्र होने के कारण कप्पाफायकस की खेती पर प्रतिबंध हो सकता है। वर्तमान में कप्पाफायकस केवल एक शैवाल है जिसके लिए भारत में बहत ही आकर्षक बाजार है।

#### फसल पर कप्पाफायकस सेप का असर

विभिन्न पाक पर विविध सांद्रतावाले कप्पाफायकस सेप के प्रभाव का अध्ययन करने के लिए क्षेत्रीय तथा गमला प्रयोग किये गए। इन प्रयोगों से सेप के पर्ण छंटकाव द्वारा वृद्धि, फसल तथा गुणवत्ता में सुधार पाया गया। कप्पाफायकस

सेप के उपयोग से युवा जेट्रोफा के बीजोत्पादन में भी 34.8% वृद्धि हुई। इसके उपयोग से टमाटर की गुणवत्ता में सुधार पाया गया। इसके उपयोग से टमाटर में नियंत्रित फसल की तुलना में प्रोटीन की 13.23% वृद्धि हुई। नियंत्रित



फसल की तुलना में इसके उपयोग से एसोरिबक एसीड, अम्लीयता, टोटल सोलीड में क्रमशः 23.81%, 24.46% तथा 31.68% वृद्धि पाई गई। सेप के उपयोग से स्थूल और सूक्ष्म पोषक तत्वों में क्रमशः 13.24% (N)-67.505 (K) तथा 23.84% (Zn)-42.61% (Mn) की वृद्धि पाई गई। नियंत्रित परिस्थितियों की तुलना में कप्पाफायकस सेप के छंटकाव किये गये ओमिडीरा पौधे की पोषक गुणवत्ता कार्बोहाइड्रेट्स 7.39: प्रोटीन 28.04: पाचक रेशा 35.55%

में वृद्धि पाई गई। सेप के उपयोग से वीटामीन सी 20.93% बढ़ा। मूंग में 10% सेप का उपयोग करने से प्रोटीन तथा कार्बोहाइड्रेट्स में क्रमशः 19.43 तथा 5.17% वृद्धि पाई गई। गेहूँ में नियंत्रित परिस्थितियों की तुलना में, 1.0% का सेप के छंटकाव से कार्बोहाइड्रेट्स, प्रोटीन तथा तेल में क्रमशः 39.20, 21.74 तथा 31.64% वृद्धि पाई गई। कप्पाफायकस के पर्ण पर छंटकाव से बाजरे में प्रोटीन तत्व में 24.84% वृद्धि पाई गई।

## बंजरभूमि में जेट्रोफा की खेती

ग्रामीण क्षेत्रों में वैकल्पिक जैव ऊर्जा विकास को दीर्घकालीन आजीविका के रुप में बढ़ावा देकर ग्रामीण लोगों के जीवन स्तर का उन्नयन करने के लिए हमारे संशोधन एवं विकास कार्यों के द्वारा ग्रामीण क्षेत्रों में वैकल्पिक हरित ऊर्जा के विकास द्वारा दीर्घकालीन आजीविका के रुप में बढ़ावा देकर ग्रामीण लोगों के जीवन स्तर का उन्नयन करने के प्रयास किये जा रहे हैं। हमारा लक्ष्य जेट्रोफा की खेती तथा व्यापारिक स्तर पर पर्यावरण अनुकूल इंधन के उत्पादन को बढ़ावा देकर उनकी आय में सुधार करने का भी है। हम ऊर्जा के लिए कार्बन आधारित इंधन के पारंपरिक स्रोत के सही विकल्प के रूप में विभिन्न जेट्रोफा ककर्स के प्रायोजना की संभवितताओं को साकार करने के प्रयास कर रहे हैं।

## जेट्रोफा कृषि के लिए किसानों का प्रशिक्षण

जून 2006 में उड़ीसा तथा मार्च 2007 में गुजरात में किसानों के लिए प्रशिक्षण कार्यक्रम आयोजित किया गया। प्रत्येक स्थान के नजदीकी गाँवों में से लगभग 60 किसानों ने इस कार्यक्रम का लाभ लिया।

बंजरभूमि पर जेट्रोफा की खेती में अत्यंधिक मजदूरों की आवश्यकता रहती है और विस्तृत पैमाने पर ग्रामीण महिलाओं तथा ग्रामीण जनसमूह को रोजगारी उपलब्ध कराती है। जेट्रोफा की खेती से रोजगारी के अवसर की उपलब्धि तथा सामाजिक स्तर का उन्नयन नहीं बिल्कि गांवों में इसकी खेती के उपयोग में ली गई बंजरभूमि का भी उन्नयन होता है।

## विशिष्ट जननद्वव्यों का वितरण

सीएसएमसीआरआइ द्वारा, विविध प्रयोगों के आधार पर विशिष्ट जननद्वव्यों की पहचान की गई और ICRISAT हैदराबाद को प्रदान किये गये, जो बाद में आंध्रप्रदेश में उगाये गये।

## गुजरात के वन विभाग के साथ भागीदारी द्वारा B100 बायोडीज़ल का मूल्यांकन

कम उत्सर्जन और उच्च फ्लैश बिंदु के सीएसएमसीआरआइ B100 जेट्रोफा बायोडीज़ल के उपयोग की संभावना वन विभाग और गुजरात सरकार के वाहनो में सचिव, वन एवं पर्यावरण, प्रधानाचार्य द्वारा प्रस्तावित किया गया था। इस के उत्साही प्रतिसाद से परीक्षण भावनगर वन द्वारा संचालित

किया गया। हमारा अध्ययन B100 बायोडीज़ल के भविष्य परिचय के लिये एवं सासन, गिर अभ्यारण्य के पारिस्थिकी पर्यटन को बढ़ावा देने और कार्बन फूट प्रिन्ट को कम करने के लिये उपयोगी होगा।

## औषधीय उपयोग के लिए पौधे में से जैवसक्रिय अणु

जैवसक्रियता के गुणवाले 37 पौधों की पहचान की गई और इन पौधों के 76 भागों की क्रुड निष्कर्षण के लिए प्रक्रिया की गई। ऐसे 295 क्रुड निष्कर्षणों की जैवसक्रियता का मूल्यांकन करने हेतु विभिन्न प्रयोगशालाओं में भेजे गए तथा सीएलआईआर, चैन्नई में संरक्षित किया गया। पौधों के भाग का फिर से एकत्रीकरण करके ताज़े अर्क को निर्धारित प्रयोगशालाओं में पुनःमूल्यांकन तथा अल्सर प्रतिरोधी

सक्रियता की पुष्टि के लिए भेजा गया। जैव सक्रिय पौधों के 97 सूखे भागों को आरआरएल, जम्मू में संग्रह तथा अन्य पुष्टि परीक्षणों हेतु भेजा गया। 13 बीजों के नमूने सीमैप, लखनऊ में भेजे गए। 49 वनस्पति संग्रहालय के नमूने एनबीआरआई, लखनऊ में जैवचिकित्सा के उपयोग की पहचान के लिए भेजे गए।



## CSIR सीएसआईआर का विज्ञान में युवा नेतृत्व कार्यक्रम - CPYLS

#### CPYLS 2-3 नवम्बर - 2006

इस कार्यक्रम के विशेष अतिथि प्रतिष्ठित भौतिकशास्त्री तथा सेन्टर फोर फिलोसोफी एन्ड फाउन्डेशन ओफ सायन्सीस, नई दिल्ली के मानद अध्यापक प्रो. पार्थ घोष थे। इस

कार्यक्रम में 10 वीं कक्षा के, विभिन्न बोर्ड के 87 तेजस्वी विद्यार्थियों ने भाग लिया।

#### CPYLS 6-7 नवम्बर - 2007

इस कार्यक्रम के विशेष अतिथि प्रतिष्ठित रसायणशास्त्री तथा टाटा इन्स्टीटयुट ओफ फन्डामेन्टल रिसर्च, मुंबई के वरिष्ठ

अध्यापक प्रो. पेरियासामी थे। इस कार्यक्रम में 10 वीं कक्षा के विभिन्न बार्ड के 55 तेजस्वी विद्यार्थिओं ने भाग लिया।



# **ANNEXURE**

# Research Output and Other Activities

- 1. Research Papers Published
- 2. Books / Chapters in Books
- 3. Patents Granted / Filed
- 4. Papers / Lectures Presented in Seminars / Symposia
- 5. Inter Agency Linkages
- 6. Human Resources Development
- 7. Awards and Recognitions
- 8. Deputation abroad: CSMCRI Scientists
- 9. Visitors from abroad to CSMCRI
- 10. Distinguished Visitors & Lectures
- 11. Invited Talks / Lectures Delivered by CSMCRI Scientists
- 12. Library & Information System
- 13. Dateline CSMCRI
- 14. Seminars / Workshops / Events / Meetings Organized
- 15. Appointments
- 16. Research Council
- 17. Resources Staff and Budgetary Details
- 18. Management Council

# 1. Research Papers Published

#### 2006 - 2007

## **Analytical Chemistry**

- 1. A hybrid water-chloride structure with discrete undecameric water moieties self-assembed in a heptaprotonated octaamino cryptand. Lakshminarayanan, P. S.; Suresh, E.; Ghosh, Pradyut. *Angewandte Chemistry International Edition*, **2006**, *45*, 3807. [*German version published in Angewandte Chemie*, **2006**, *118*, 3891]
- 2. Synthesis and characterization of a tripodal amide ligand and its binding with anions of different dimensionality. Lakshminarayanan, P. S.; Suresh, E.; Ghosh, Pradyut. *Inorganic Chemistry*, **2006**, *45*, 4372.
- 3. Ultrafast dynamics and excited state deactivation of [Ru(bpy)<sub>2</sub>Sq]<sup>+</sup> and its derivatives. Ramakrishna, G.; Jose, Amilan; Krishna Kumar, D.; Das, Amitava; Ghosh, Hirendra N. *Journal of Physical Chemistry Part B*, **2006**, *110*, 10197.
- 4. Supramolecular hydrogen-bond isomerism in organic salts: A transition from 0D to 1D. Trivedi, Darshak R.; Dastidar, Parthasarathi. *Crystal Growth & Design*, **2006**, *6*, 1022.
- 5. A novel three-component reaction of triphenylphosphine, DMAD, and electron-deficient styrenes: Facile synthesis of cyclopentenyl phosphoranes. Nair, Vijay; Ani, Deepthi; Beneesh, P.B.; Suresh, Eringathodi. *Synthesis-Stuttgart*, **2006**, *9*, 1443.
- 6. Novel synthesis of highly functionalized pyrazolines and pyrazoles by triphenylphosphine-mediated reaction of dialkyl azodicarboxylate with allenic esters. Nair, Vijay A.; Biju, T.; Kishor Mohanan; Suresh, Eringathodi. *Organic Letters*, **2006**, *8*, 2213.
- 7. N-H...Cl<sub>2</sub>-M synthon as structure-directing tool: Crystal structures of some perchlorometalates. Krishna Kumar, D.; Das, A.; Dastidar, P. *Crystal Growth & Design*, **2006**, *6*, 216.
- 8. Reaction of dimethoxycarbene-DMAD zwitterion with 1,2-dionesand anhydrides: A novel synthesis of highly substituted dihydrofurans and spirodihydrofurans. Nair, Vijay; Deepthi, Ani; Poonoth, M.; Santhamma, B.; Vellalath, S.; Babu, B. P.; Resmi Mohan; Suresh, E. *Journal of Organic Chemistry*, **2006**, *71*, 2313.
- 9. Non-covalent syntheses of supramolecular organo gelators. Trivedi, D. R.; Dastidar, P. *Crystal Growth & Design*, **2006**, *6*, 763.
- 10. Instant gelation of organic fluids including petrol at room temperature by a new class of supramolecular gelators. Trivedi, D. R.; Dastidar, P. *Chemistry of Materials*, **2006**, *18*, 1470.
- 11. Desymmetrisation of cyclic anhydrides using dihydroxy compounds: Selective synthesis of macrocyclic tetralactones. Muthusamy, Sengodagounder; Gnanaprakasam, Boopathy; Suresh, E. *Organic Letters*, **2006**, *8*, 1913.
- 12. Stereoselective synthesis of 3,4-trans-disubstituted pyrrolidines and cyclopentanes via intramolecular radical cyclizations mediated by CAN. Nair, Vijay; Kishor Mohanan; Suja, T. D.; Suresh, E. *Tetrahedron Letters*, **2006**, *47*, 2803.



- 13. Regioselective synthesis of novel 7-5-8-fused oxabridged tricyclic molecules via consecutive dipolar cycloaddition of pentafulvenes with 3oOxidopyrylium betaines. Syam Krishnan, K.; Suresh, E.; Mathew, Saumini; Radhakrishnan, K. V. *Synthesis-Stuttgart*, **2006**, *11*, 1811.
- 14. A practical approach to produce near spherical common salt crystals with better flow characteristics. Ballabh, Amar; Trivedi, Darshak R.; Dastidar, Parthasarathi; Ghosh, P. K.; Pramanik, Amitava; Kumar, V. G. *Crystal Growth & Design*, **2006**, *6*, 1591.
- 15. N-heterocyclic carbene-catalyzed reaction of chalcones and enals via homoenolate: An efficient synthesis of 1,3,4-trisubstituted cyclopentenes. Nair, Vijay; Vellalath, S.; Poonoth, M.; Suresh, E. *Journal of American Chemical Society*, **2006**, *128*, 8736.
- 16. Formation of novel polycyclic cage compounds through 'uncaging' of readily accessible higher cage compounds. Nair, Mangalam S.; James, Beena; Rath, Nigam P.; Suresh, E. *Tetrahedron Letters*, **2006**, *47*, 5775.
- 17. Selective precipitation of alkaline earth metal cations with dipicrylamine anion: Structure-selectivity correlation. Agnihotri, Pragati; Patra, Subrata; Suresh, Eringathodi; Paul, Parimal; Ghosh, Pushpito K. *European Journal of Inorganic Chemistry*, **2006**, *23*, 4938.
- 18. Solid state structural evidence of chloroform-benzene-chloroform adduct trapped in hexaanthryl octaaminocryptand channels. Lakshminarayanan, P. S.; Krishna Kumar, D.; Ghosh, Pradyut. *Journal of American Chemical Society*, **2006**, *128*, 9600.
- 19. Interfacial electron transfer between the photoexcited porphyrin molecule and TiO<sub>2</sub> nanoparticles: Effect of catecholate binding. Ramakrishna, G.; Verma, Sandeep; Jose, D. Amilan; Kumar, D. Krishna; Das, Amitava; Palit, Dipak K.; Ghosh, Hirendra N. *Journal of Physical Chemistry Part B*, **2006**, *110*, 9012.
- 20. New series of organogelators derived from a combinatorial library of primary ammonium monocarboxylate salts. Ballabh, Amar; Trivedi, Darshak R.; Dastidar, Parthasarathi. *Chemistry of Materials*, **2006**, *18*, 3795.
- 21. Synthesis, crystal structures, cation binding property and influence of intramolecular C-H...O interactions on complexation of a family of cone p-tert-butylcalix[4]arene-crown-5 compounds. Agnihotri, P.; Suresh, E.; Paul, P.; Ghosh, P. K. *European Journal of Inorganic Chemistry*, **2006**, *17*, 336.
- 22. One-dimensional chains, two-dimensional corrugated sheets having a cross-linked helix in metalorganic frameworks: Exploring hydrogen-bond capable backbones and ligating topologies in mixed ligand systems. Kumar, D. Krishna; Das, Amitava; Dastidar, Parthasarathi. *Crystal Growth & Design*, **2006**, *6*, 1903.
- 23. Synthesis, spectroscopic characterization and crystal structure of mixed ligand Ni(II) complex of N-4-diethylaminosalicylidine-N-4-nitrobenzoyl hydrazone and 4-picoline. Raj, B. N.; Kurup, Bessy; Prathapachandra, M. R.; Suresh, E. *Structural Chemistry*, **2006**, *17*, 201.
- 24. Eco-friendly and versatile brominating reagent prepared from liquid bromine precursor. Adimurthy, S.; Ramachandraiah, G.; Bedekar, A. V.; Ghosh, S.; Ranu, B. C.; Ghosh, P. K. *Green Chemistry*, **2006**, *8*, 916.

- 25. A crystallographic study of 2-hydroxyacetophenone N(4)-cyclohexyl thiosemicarbazone. Seena, E. B.; B. N. Bessy Raj; Kurup, M. R. Prathapachandra; Suresh, E. *Journal of Chemical Crystallography*, **2006**, *36*, 189.
- 26. An N-heterocyclic carbene-catalyzed [8 + 3] annulation of tropone and enals via homoenolate. Nair, Vijay; P. Manojkumar; V. Sreekumar; Suresh E.; Rajasekaran T. *Journal of Organic Chemistry*, **2006**, *71*, 8964.
- 27. DMAP catalyzed reaction of β-keto-esters and dimethyl acetylene dicarboxylate: Efficient synthesis of polysubstituted benzenes and biaryls. Nair, Vijay; Vidya, N. A.; Biju, T.; Deepthi, Ani; Abhilash; K. G.; Suresh, E. *Tetrahedron*, **2006**, *62*, 10136.
- 28. New copper (II) complexes as efficient catalysts for olefin aziridination: Effect of ligand steric hindrance on reactivity. Dhanalakshmi, T.; Suresh, E.; Evans, H. S.; Palaniandavar, M. *European Journal of Inorganic Chemistry*, **2006**, *21*, 4687.
- 29. Highly regio- and chemoselective ring opening of oxa-bridged piperidinones toward functionalized furanones and piperidines. Sengodagounder, Muthusamy; Krishnamurthi, Janagiraman; Suresh, Eringathodi. *Organic Letters*, **2006**, *22*, 5101.
- 30. Exploring hydrogen-bond capable backbone and ligating topologies: Co(II) coordination polymers derived from mixed ligand systems. Krishna Kumar, D.; Das, A.; Dastidar, P. *Journal of Molecular Structure*, **2006**, *796*, 139.
- 31. Exploring conformationally flexible hydrogen-bond-functionalized ligand and counter anions in metal organic frameworks of Cu(II). Kumar, D. Krishna; Das, A.; Dastidar, P. *New Journal of Chemistry*, **2006**, *30*, 1267.
- 32. Cation induced supramolecular isomerism in the hydrogen-bonded network of secondary ammonium monocarboxylate salts: A new class of organo gelator and their structures. Trivedi, Darshak R.; Dastidar, P. *Crystal Growth & Design*, **2006**, *6*, 2114.
- 33. Hydrogen-bonded microporous network, helix and 1D zigzag chains in MOFs of Zn(II): The effects of ligating topologies, hydrogen bonding backbone and counter-anions. Kumar, D. Krishna; Das, A.; Dastidar, P. *Crystal Engineering Communications*, **2006**, *8*, 805.
- 34. C2-chiral substituted-*cis*-1,3,5,7-tetraazadecalins as proton sponge: A computational study. Singh, Ajeet; Chakraborty, Shampa; Ganguly, Bishwajit. *European Journal of Organic Chemistry*, **2006**, *21*, 4938.
- 35. Studies on the synthetic utility of [6+3] cycloaddition of pentafulvenes with 3-oxidopyrylium betaines: Efficient synthesis of fused ring cyclooctanoids. K. Syam Krishnan, Mohanlal Smitha, Suresh, E.; Radhakrishnan, K.V. *Tetrahedron*, **2006**, *62*, 12345.
- 36. A novel protocol for the generation of tropothione and its trapping with electron deficient dienophiles. Nair, Vijay; Abhilash, K. G.; Suresh, Eringathodi. *Tetrahedron Letters*, **2006**, *47*, 9329.
- 37. A perfect linear Cu-NNN-Cu unit inside the cryptand cavity and perchlorate entrapment within the channel formed by the cascade complex. Ravikumar, I.; Suresh, E.; Ghosh, P. *Inorganic Chemistry* (*Communication*), **2006**, *45*, 10046.

- 38. Recognition of water-acetonitrile-water cluster in a tetraprotonated picrate salt of octaaminocryptand. Ravikumar, I.; Lakshminarayanan, P. S.; Suresh, E.; Ghosh, P. Crystal Growth & Design (Communication), 2006, 6, 2630.
- 39. Near IR absorbing planar aromatic [34]octaphyrins(1.1.0.1.1.0.0.0) containing a quaterthiophene subunit. Kumar, Rajeev; Misra, Rajneesh; Tavarekere K. Chandrashekar, Suresh, Eringathodi. *Chemical Communications*, **2007**, 43.
- 40. Synthesis and crystal structure of cobalt(III) complex with a schiff base and azide. Sasi, Sreesha; Kurup, M. R. Prathapachandra; Suresh, E. *Journal of Chemical Crystallography*, **2007**, *37*, 31.
- 41. DFT studies toward the design and discovery of a versatile cage-functionalized proton sponge. Singh, Ajeet; Ganguly, Bishwajit. *European Journal of Organic Chemistry*, **2007**, *3*, 420.
- 42. New approach to the synthesis of macrocyclic tetralactones via ring-closing metathesis using Grubbs first-generation catalyst. Muthusamy, S.; Gnanaprakasam, B.; Suresh, E. *Journal of Organic Chemistry*, **2007**, *72*, 1495.
- 43. Multicomponent reactions involving tricyclooxonium ylide intermediate: Diastereoselective synthesis of mono- and bisalkoxyoctahydro-1,4-benzodioxocin-6(5H)-one frameworks. Muthusamy, Sengodagounder; Krishnamurthi, Janagiraman; Suresh, Eringathodi. *Chemical Communications*, **2007**, 861.
- 44. I/IO<sub>3</sub> assemblies as promoters of iodohydrin formation. Adimurthy, Subbarayappa; Ramachandraiah, Gadde; Patoliya K.; Ghosh, P. K. *Synthetic Communications*, **2007**, *37*, 1579.
- 45. Photochemical rearrangement of calix[4]arene-derived bis(spirodienones): Formation of a new macrocycle. Varma, Ramavarma Luxmi; Viswanathan Bhagavathy Ganga; Suresh, Eringathodi. *Journal of Organic Chemistry*, **2007**, *72*, 1017.
- 46. [2,2'-Bipyridyl]-3,3'-diol as a molecular half-subtractor. Moorthy, Suresh; Jose, D. Amilan; Das, Amitava. *Organic Letters*, **2007**, *9*, 441.
- 47. Spectral characterization and crystal structure of 2-benzoylpyridine nicotinoyl hydrazone. Kuriakose, Mini; Kurup, M. R. Prathapachandra; Suresh, E. *Molecular & Biomolecular Spectroscopy*, **2007**, *66*, *353*.
- 48. Remarkably stable porous assembly of nanorods derived from a simple metal-organic framework. Kumar, D. K.; Das, A.; Dastidar, P. *Crystal Growth & Design*, **2007**, *7*, 205.
- 49. Interplay of dual reactivity in the reaction of pentafulvenes with 1,2,4-triazoline-3,5-diones: Experimental and theoretical investigations. Anas, S.; K. Syam Krishnan; Sajisha, V. Sanjayan; K. Sasidharan Anju; Radhakrishnan, K. V.; Suresh, Eringathodi; Suresh, Cherumuttathu H. *New Journal of Chemistry*, **2007**, *31*, 237.
- 50. Anomalous reaction of Rh<sub>2</sub>(OAc)<sub>4</sub>-generated transient carbonyl ylides: Chemoselective synthesis of epoxy-bridged tetrahydropyranone, oxepanone, oxocinone and oxoninone ring systems. Muthusamy, S.; Krishnamurthi, J.; Babu, S. A.; Suresh, E. *Journal of Organic Chemistry*, **2007**, 72, 1252.

- 51. Structural and spectral studies of novel Co(III) complexes of N(4)-substituted thiosemicarbazones derived from pyridine-2-carbaldehyde. Rapheal, P. F.; E. Manoj; Kurup, Prathapachandra M. R.; Suresh, E. *Polyhedron*, **2007**, *26*, *607*.
- 52. Photochromism of arylchromenes: Remarkable modification of absorption properties and lifetimes of *o*-quinonoid intermediates. Moorthy, Jarugu Narasimha; Venkatakrishnan, Parthasarathy; Samanta, Subhas; Kumar, D. Krishna. *Organic Letters*, **2007**, *9*, 919.
- 53. A novel reaction of the Huisgen Zwitterion with chalcones and dienones: An efficient strategy for the synthesis of pyrazoline and pyrazolopyridazine derivatives. Nair, Vijay; Mathew, Smitha C.; Biju, Akkattu T.; Eringathodi, Suresh. *Angewandte Chemie International Edition*, **2007**, *46*, 2070. [*German version published in Angewandte Chemie*, **2007**, *119*]
- 55. An experimental and computational analysis on the differential role of the positional isomers of symmetric Bis-2-(pyridyl)-1H-benzimidazoles as DNA binding agents. Chaudhuri, P.; Ganguly, B.; Bhattacharya, S. *Journal of Organic Chemistry*; **2007**, *72*, 1912.
- 56. Synthesis, spectral characterization and structural investigation on some 4-aminoantipyrine containing Schiff base Cu(II) complexes and their molecular association. Selvakumar, P. Mosae; Suresh, E.; Subramanian, P. S. *Polyhedron*, **2007**, *26*, 749.
- 57. Molecular recognition in an organic host–guest complex: CH···O and CH···π interactions completely control the crystal packing and the host–guest complexation. Radhakrishnan, K.V.; Anas, S.; Suresh, E.; Koga, N.; Suresh, C. H. *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, **2007**, *80*, 484.

#### **Salt & Marine Chemicals**

- 1. Preparation and characterization of *N*-methylene phosphonic and quaternized chitosan composite membranes for electrolyte separations. Arunima, Saxena; Kumar, Arvind; Shahi, Vinod K. *Journal of Colloid & Interface Science*, **2006**, *303*, 484.
- 2. Experimental densities, speeds of sound, isentropic compressibility and shear relaxation time of CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O + CaCl<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O and CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O + NaCl + H<sub>2</sub>O systems at temperatures 30 and 35 °C. Kumar, Arvind; Sanghavi, Rahul; Mohandas, V. P. *Journal of Solution Chemistry*, **2006**, *35*, 1515.
- 3. Semiconducting properties of the anodic films grown over PBIN alloy electrodes. Mukhopadhyay, I. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, **2006**, *90*, 2605.



- 1. Thermally induced polytype transformations among the layered double hydroxides (LDHs) of Mg and Zn with Al. Thomas, Grace S.; Radha, A. V.; Kamath, P. Vishnu; Kannan, S. *Journal of Physical Chemistry Part B*, **2006**, *110*, 12365.
- 2. Environment friendly protocol for enantioselective epoxidation of non-functionalized alkenes catalyzed by recyclable homochiral dimeric Mn(III) salen complexes with hydrogen peroxide and UHP adduct as oxidants. Kureshy, R. I.; Singh, S.; Khan, N. H.; Abdi, S. H. R.; Ahmad, I.; Bhatt, A.; Jasra, R. V. *Catalysis Letters*, **2006**, *107*, 127.
- 3. The 'single-pot' synthesis of C<sub>2n+2</sub>-aldol derivatives from C<sub>n</sub>-alkenes using multi-functional catalyst. Srivastava, V. K; Sharma, S. K.; Shukla, R. S.; Jasra, R. V. *Catalysis Communication*, **2006**, 7, 879.
- 4. Synthesis of nopol from β-pinene using ZnCl<sub>2</sub> impregnated Indian montmorillonite. Yadav, M. K.; Jasra, R.V. *Catalalysis Communication*, **2006**, *7*, 889.
- 5. Chiral Mn(III) salen complexes covalently bonded on modified MCM-41 and SBA-15 as efficient catalysts for enantioselective epoxidation of non-functionalized alkenes. Kureshy, R. I.; Ahmad, I.; Khan, N. H.; Abdi, S. H. R.; Pathak, K.; Jasra, R. V. *Journal of Catalysis*, **2006**, *238*, 134.
- 6. Selective double bond isomerization of allyl phenyl ethers catalyzed by ruthenium metal complexes. Sharma, S. K.; Srivastava, V. K.; Jasra, R. V. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, **2006**, *245*, 200.
- 7. Transition metal ion impregnated mesoporous TiO<sub>2</sub> for photocatalytic degradation of organic contaminants in water. Tayade, Rajesh J.; Kulkarni, Ramchandra G.; Jasra, Raksh. V. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, **2006**, *45*, 5231.
- 8. Determination of structural modification in acid activated montmorillonite clay by FT-IR spectroscopy. Tyagi, Beena; Chudasama, Chintan D.; Jasra, Raksh V. *Spectrochimica Acta Part A: Molecylar and Biomolecular Spectroscopy*, **2006**, *64*, 273.
- 9. Synthesis and characterization of nanocrystalline mesoporous zirconia using supercritical drying. Tyagi, B.; Sidhpuria, K.; Shaik B.; Jasra, R. V. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, **2006**, *6*, 1584.
- 10. Nitration of o-xylene over rare earth cations exchanged zeolite-β with nitric acid and acetic anhydride. Sheemol, V. N.; Tyagi, B.; Jasra, R. V. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, **2006**, *252*, 194.
- 11. Microwave-assisted asymmetric ring opening of meso epoxides with aromatic amines catalyzed by Ti-S(-)-BINOL complex. Kureshy, R. I.; Singh, Surendra; Khan, N. H.; Abdi, S. H. R.; Agrawal, Santosh; Mayani, V. J.; Jasra, Raksh V. *Tetrahedron Letters*, **2006**, *47*, 5277.
- 12. Enantioselective aminolytic kinetic resolution (AKR) of epoxides catalyzed by recyclable polymeric Cr(III) salen complexes. Kureshy, R. I.; Singh, Surendra; Khan, N. H.; Abdi, S. H. R.; Agrawal, Santosh; Jasra, Raksh V. *Tetrahedron Asymmetry*, **2006**, *17*, 1638.

- 13. Examination of the polymorphs and particle size of calcium carbonate precipitated using still effluent (i.e. CaCl<sub>2</sub> + NaCl) of soda ash manufacturing process. Somani, R. S.; Patel, K. S.; Mehta, A. R.; Jasra, R.V. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, **2006**, *45*, 5223.
- 14. Asymmetric synthesis of O-acetylcyanohydrins by reaction of aldehydes with NaCN/KCN catalyzed by recyclable chiral dimeric Titanium (IV)/Vanadium(V) salen complexes. Khan, N. H.; Agrawal, Santosh; Kureshy, R. I.; Abdi, S. H. R. Mayani, V. J.; Jasra, Raksh V. *European Journal of Organic Chemistry*, **2006**, *14*, 3175.
- 15. Enantioselective addition of diethylzinc to aldehydes using immobilized chiral BINOL-Ti complex on ordered mesoporous silicas. Pathak, Kavita; Bhatt, Achyut P.; Abdi, Sayed H. R.; Kureshy, Rukhsana I.; Khan, Noor-ul H.; Ahmad, Irshad; Jasra, Raksh V. *Tetrahedron Asymmetry*, **2006**, *17*, 1506.
- 16. Effect of alkali and alkaline earth metal ions on the catalytic epoxidation of styrene with molecular oxygen using Co(II) exchanged zeolite X. Sebastian, Jince; Jinka, Krishna Mohan; Jasra, Raksh Vir. *Journal of Catalysis*, **2006**, *244*, 208.
- 17. Synthesis of Nano-crystalline zirconia using sol-gel and precipitation techniques. Tyagi, Beena; Sidhpuria, Kalpesh; Shaik, Basha; Jasra, R. V. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, **2006**, *45*, 8643.
- 18. Nano-sized carbon hollow spheres for abatement of ethylene. Liua, Zhen-Xue; Parka, Jung-Nam; Abdi, S.H.R.; Park, Seung-Kyu; Park, Yong-Ki; Lee, Chul Wee. *Topics in Catalysis*, **2006**, *39*, 221.
- 19. Synthesis and characterization of (S)-amino alcohol modified M41S as effective material for the enantioseparation of racemic compounds. Mayani, Vishal J.; Abdi, S. H. R.; Kureshy, R. I.; Khan; N. H.; Agrawal, Santosh; Jasra, R. V. *Journal of Chromatography A*, **2006**, *1135*, 186.
- 20. Asymmetric addition of trimethylsilyl cyanide to aldehydes promoted by chiral polymeric vanadium(V) salen complex as an efficient and recyclable catalyst. Khan, Noor-ul H.; Agrawal, Santosh; Kureshy, Rukhsana I.; Abdi, Sayed H. R.; Mayani, Vishal J.; Jasra, Raksh V. *Tetrahedron: Asymmetry*, **2006**, *17*, 2659.
- 21. Catalytic applications of hydrotalcite-like materials and their derived forms. Kannan, S. *Catalysis Surveys from Asia*, **2006**, *10*, 117.
- 22. Nanoclays for polymer nano composites, paints, inks, greases and cosmetics formulations, drug delivery vehicle and waste water treatment. Patel, H. A.; Somani, R. S.; Bajaj, H. C.; Jasra, R. V. *Bulletin of Material Science*, **2006**, *29*, 133.
- 23. Enantio-selective phenylacetylene addition to aldehydes and ketones catalyzed by recyclable polymeric Zn(salen) complex. Pathak, Kavita; Bhatt, Achyut P.; Abdi, Sayed H. R.; Kureshy, Rukhsana I.; Khan, Noor-Ul H.; Irshad Ahmad, Jasra, Raksh V. *Chirality*, **2007**, *19*, 82-88.
- 24. Enhanced photo-catalytic activity of TiO<sub>2</sub>-coated NaY and HY zeolites for the degradation of methylene blue in water. Tayade, R. J.; Kulkarni, R. G.; Jasra, R. V. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, **2007**, *46*, 369.



- 25. One-pot synthesis of C8 aldehydes/alcohols from propylene using eco-friendly hydrotalcite supported HRhCO(PPh<sub>3</sub>)<sub>3</sub> catalyst. Sharma, Sumeet K.; Srivastava, Vivek K.; Shukla, Ram S.; Parikh, Parimal A.; Jasra, Raksh V. *New Journal of Chemistry*, **2007**, *31*, 277.
- 26. Preparation and characterization of phosphonium montmorillonite with enhanced thermal stability. Patel, H. A.; Somani, R. S.; Bajaj, H. C.; Jasra, R. V. *Applied Clay Science*, **2007**, *35*, 194.
- 27. Efficient method for ring opening of epoxides with amines by NaY zeolite under solvent-free conditions. Kureshy, R. I.; Singh, Surendra; Khan, N. H.; Abdi, S. H. R.; Suresh, E.; Jasra, R. V. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, **2007**, *264*, 162.
- 28. Easily recyclable polymeric V(V) salen complex for the enantioselective O-acetyl cyanation of aldehydes. Khan, N. H.; Agrawal, Santosh; Kureshy, R. I.; Abdi, S. H. R.; Mayani, V. J.; Jasra, R. V. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, **2007**, *264*, 140.

#### **Reverse Osmosis**

- 1. Synthesis and characterization of phenyl methacrylamide copolymers. Reddy, G. J.; Naidu, S. V.; Reddy, A. V. R. *Advances in Polymer Technology*, **2006**, *25*, 41.
- 2. Remediation of pesticides polluted waters through membranes. Bhattacharya, A. *Separation and Purification Reviews*, **2006**, *35*, 1.
- 3. Porometric study of polysulfone membranes and their corelation with the performance. Singh, K.; Bhattacharya, A. *Journal of Indian Chemical Society*, **2006**, *83*, 201.
- 4. Studies on the crosslinking of poly (vinyl alcohol). Gohil, J. M.; Bhattacharya, A.; Ray, P. *Journal of Polymer Research*, **2006**, *13*,161.
- 5. Probing the structural variations of thin film composite RO membranes obtained by coating polyamide over polysulfone membranes of different pore dimesions. Singh, Puyam S.; Joshi, S. V.; Trivedi, J. J.; Devmurari, C. V.; Rao, A. Prakash; Ghosh, P. K. *Journal of Membrane Science*, **2006**, 278, 19.
- 6. Poly (amide imide)s and Poly (amide imide) composite membranes by interfacial polymerization. Buch, P. R.; Mohan, D. J.; Reddy, A. V. R. *Polymer International*, **2006**, *55*, 391.
- 7. Pesticides removal performance by low pressure reverse osmosis membranes. Bhattacharya, A.; Ray, P.; Brahmbhatt, H.; Vyas, K. N.; Joshi, S. V.; Devmurari, C. V.; Trivedi, J. J. *Journal of Applied Polymer Science*, **2006**, *102*, 3575.
- 8. Desalination and water recovery: control of membrane fouling. Reddy, A. V. R.; Mohan, D. Jagan; Buch, P. R.; Joshi, S. V.; Ghosh, Pushpito Kumar. *International Journal of Nuclear Desalination*, **2006**, *2*, 103.

#### **Electro-Membrane Processes**

- 1. Studies on cellulose acetate-polysulfone ultrafiltration membranes II Effect of additive concentration. Sivakumar, M.; Mohan, D. R.; Rangarajan, R. *Journal of Membrane Science*, **2006**, *268*, 208.
- 2. Studies on N-methylene phosphonic chitosan/poly(vinyl alcohol) composite proton-exchange membrane. Binsu, V. V.; Nagarale, R. K.; Shahi, Vinod K.; Ghosh, P. K. *Reactive & Functional Polymers*, **2006**, *66*, 1619.
- 3. Preparation and characterization of mono-valent ion selective polypyrrole composite ion-exchange membranes. Gohil, G. S.; Binsu, V. V.; Shahi, Vinod K. *Journal of Membrane Science*, **2006**, *280*, 210.
- 4. Sulfonated poly (ether ether ketone)/polyaniline composite proton exchange membrane for fuel cells. Nagarale, R. K.; Gohil, G. S.; Shahi, Vinod K.; Rangarajan, R. *Journal of Membrane Science*, **2006**, *280*, 389.
- 5. Recent developments on ion-exchange membranes and electro-membranes processes. Nagarale, R. K.; Gohil, G. S.; Shahi, Vinod K. *Advances in Colloid & Interface Science*, **2006**, *119*, 97.
- 6. Preparation and performance of polysulfone-cellulose acetate blend ultrafiltration membrane. Sivakumar, M.; Susithra, L.; Mohan, D. R.; Rangarajan, R. *Journal of Macromolecular Science Part A Pure and Applied Chemistry*, **2006**, *43*, 1541.
- 7. Preparation and characterization of monovalent cation selective sulfonated poly(ether ether ketone) and poly(ether sulfone) composite membranes. Gohil, G. S.; Nagarale, R. K.; Binsu, V. V.; Shahi, Vinod K. *Journal of Colloid & Interface Science*, **2006**, *298*, 845.
- 8. A sensitive method for iodate determination as a function of chloride by spectrophotometry. Ramachandraiah, G.; Mehta, S. B.; Joshi, M. P.; Dave, S. P.; Reddy, M. Subba; Gohil, K. C. *Analytical Chemistry: An Indian Journal*, **2006**, *3*, 55.
- 9. Highly charged proton-exchange membrane: Sulfonated poly(ether sulfone)-silica polyelectrolyte composite membranes for fuel cells. Shahi, V. K. *Solid State Ionics*, **2007**, *177*, 3395.
- 10. Electrodialysis delivers water to tsunami-hit India. Thampy, S. K.; Makwana, B. S. *World Water Environmental Engineering*, **2007**, 35.
- 11. ED plants solve post tsunami saline well problem in Tamil Nadu. Thampy, S. K.; Makwana, B. S. *International Desalination & water Reuse Quarterly*, **2007**, *16*, 39.
- 12. Electrochemical membrane reactor: Single step separation and ion substitution for the recovery of lactic acid from lactates salt. Saxena, Arunima; Gohil, G. S.; Shahi, Vinod K. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, **2007**, *46*, 1270.



## Marine Biotechnology and Ecology

- 1. Seaweed floristic studies along tsunami affected Indian coasts: A litmus test scenario after 26th December 2004. Mantri, Vaibhav A; *Journal of Earth System Science [Earlier published as P Indian AS Earth]*, **2006**, *115*, 371.
- 2. Is *Kappaphycus-alvarezii* heading towards marine bioinvasion. Tewari, A; Eswaran, K.; Rao, P. V. S.; Jha, B. *Current Science*, **2006**, *90*, 619.
- 3. Description of the small plastics fragments in marine sediments along the Alang-Sosiya ship-breaking yard, India. Reddy, M. S.; Basha, S.; Adimurthy, S.; Ramachandraiah, G. *Estuarine, Coastal & Shelf Science*, **2006**, *68*, 656.
- 4. Biosurfactant production by marine bacteria. Gopalkrishnan; Anita Suresh Kumar; Mody, Kalpana; Jha, Bhavanath. *National Academy Science Letters*, **2006**, *29*, 95.
- 5. Mariculture of *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux in south east coast of India. Ganesan, M.; Thirupathi, S.; Jha, Bhavanath. *Aquaculture*, **2006**, *256*, 201.
- 6. Microwave induced rapid one pot synthesis of κ-carrageenan-graft-MMA using potassium persulphate as initiating system. Ramavatar, Meena; Siddhanta, A. K.; Prasad, Kamalesh. *Journal of Applied polymer Science*, **2006**, *101*, 161.
- 7. Indian seaweed resources and sustainable utilization: Scenario at the dawn of a new century. Rao, P. V. Subba; Mantri, Vaibhav A. *Current Science*, **2006**, *91*, 164.
- 8. Photodynamic action of C-phycocyanins obtained from marine and fresh water cyanobacterial cultures: A comparative study using EPR spin trapping technique. Paul, B. T.; Patel, A.; Selvam, G. S.; Mishra, S.; Ghosh, P. K.; Murugesan, R. *Free Radical Research*, **2006**, *40*, 821.
- 9. An improved enzyme preparation for rapid mass production of protoplasts as seed stock for aquaculture of macro DWLRic marine green algae. Reddy, C. R. K.; Dipakkore, Shikh; Kumar, G. Rajakrishna; Jha, Bhavanath; Cheney, Donald P.; Fujita, Yuji. *Aquaculture*, **2006**, *260*, 290.
- 10. PCIB an antiauxin enhances microspore embryogenesis in microspore culture of *Brassica juncea*. Agarwal, Pradeep K.; Agarwal, Parinita; Custers, Jan B. M.; Chun-ming, Liu; Bhojwani, S. S. *Plant Cell Tissue & Organ Culture*, **2006**, *86*, 201.
- 11. Hydrogel-forming agar-*graft*-PVP and κ-carrageenan-*graft*-PVP blends: Rapid synthesis and characterization. Prasad, K.; Mehta, G.; Meena, R.; Siddhanta, A. K. *Journal of Applied Polymer Science*, **2006**, *102*, 3654.
- 12. Superior quality agar from *Gelidiella acerosa* (Forsskal) J. Feldmann & G. Hamel (RhodoDWLRa, Gelidiales) of the west coast of India: An evaluation. Prasad, Kamalesh; Goswami, A.M.; Meena, Ramavatar; Ramavat, B. K.; Ghosh, Pushpito K.; Siddhanta, A. K. *Indian Journal of Marine Science*, **2006**, *35*, 268.
- 13. Studies on "sugar reactivity" of agars extracted from some Indian AgaroDWLRes. Meena, Ramavatar; Prasad, Kamalesh; Siddhanta, A. K. *Food Hydrocolloids*, **2006**, *20*, 1206.

- 14. *In situ* observations on grazing of seaweeds by some herbivores. Ganesan, M.; Thiruppathi, S.; Sahu, Nivedita; Rengarajan, N.; Veeragurunathan, V.; Jha, Bhavanath. *Current Science*, **2006**, *91*, 1256.
- 15. Synthesis of the copolymer hydrogel k-carrageenan-*graft*-PAAm: Evaluation of its absorbent and adhesive properties. Ramavatar, Meena; Prasad, Kamalesh; Mehta, Gaurav; Siddhanta, A. K. *Journal of Applied Polymer Science*, **2006**, *102*, 5144.
- 16. *Gracilaria corticata var cylindrica*: First record of rare and endemic seaweed taxon from Arabian Sea. Rao, P. V. Subba. *National Academy of Science Letters*, **2006**, *29*, 271.
- 17. Mineral composition of edible seaweed *Porphyra vietnamensis*. Rao, P. V. Subba; Mantri, V. A.; Ganesan, K. *Food Chemistry*, **2007**, *102*, 215.
- 18. Heavy metal content of suspended particulate matter at world's largest ship-breaking yard Alang-Sosiya, India. Basha, Shaik; Gaur, Premsingh Mansingh; Thorat, Ravikumar Bhagwan; Trivedi, Rohitkumar Harikrishna; Mukhopadhyay, Sandip Kumar; Nisha Anand; Desai, Shalin Hemantbhai; Mody, Kalpana Haresh; Jha, Bhavnath. *Water, Air & Soil Pollution*, **2007**, *178*, 373.
- 19. Callus induction and thallus regeneration from callus of phycocolloid yielding seaweeds from the Indian coast. Kumar, G. Rajakrishna; Reddy, C. R. K.; Jha, Bhavanath. *Journal of Applied Phycology*, **2007**, *19*, 15.
- 20. Stress-inducible DREB2A transcription factor from *Pennisetum glaucum* is a phosphoprotein and its phosphorylation negatively regulates its DNA-binding activity. Agarwal, Parinita; Agarwal, Pradeep K.; Nair, Suresh; Sopory, S. K.; Reddy, M. K. *Molecular Genetics & Genomics*, **2007**, *277*, 189.
- 21. Statistical optimization of medium components for k-carrageenase production by *Pseudomonas elongate*. Khambhaty, Yasmin; Mody, Kalpana; Jha, Bhavanath; Gohel, Vipul. *Enzyme & Microbial Technology*, **2007**, *40*, 813.

#### **Waste Land Research**

- 1. Characterization of soils in the tsunami-affected coastal areas of Tamil Nadu for agronomic rehabilitation. Chaudhary, D. R.; Ghosh, Arup; Patolia, J. S. *Current Science*, **2006**, *91*, 99.
- 2. Transgenic plants with improved dehydration-stress tolerance progress and future prospects. Cherian, S.; Reddy, M. P.; Ferreira, R. B. *Biologia Plantarum*, **2006**, *50*, 481.
- 3. A Study of *Salicornia (S.brachiata Roxb.)* in salinity ingressed soils of India. Pandya, J. B.; Gohil, R. H.; Patolia, J. S.; Shah, M. T.; Parmar, D. R. *International Journal of Agriculture Research*, **2006**, *1*, 91.
- 4. Agronomic rehabilitation of tsunami affected areas of Tamil Nadu. Chaudhary, D. R.; Ghosh, Arup; Patolia, J. S. *Kissan World*, **2007**, *34*, 54.
- 5. An alternate use of *Calotropis gigantea:* Biomethanation. Shilpkar, Prateek; Shah, Mayur; Chaudhary, D. R. *Current Science*, **2007**, *92*, 435.

#### 2007-2008

## **Analytical Chemistry**

- 1. Supramolecular helical architectures dictated by folded and extended conformations of the amino acid in ternary CuII-diamine-racemic amino acid complexes. Subramanian, P. S.; Suresh, Eringathodi; Casella, Lugi. *European Journal of Inorganic Chemistry*, **2007**, *12*, 1654.
- 2. Preferential binding of the magnesium ion by anthraquinone based chromogenic receptors. Kar, Prasenjit; Moorthy, Suresh; Krishna Kumar, D.; Jose, D. Amilan; Ganguly, Bishwajit; Das, Amitava. *Polyhedron*, **2007**, *26*, 1317.
- 3. Synthesis and X-ray crystallographic investigation of a novel indole-based cryptand: Structure of a sandwiched cyclic S6 hexameric methanol cluster. Arunachalam, M.; Suresh, Eringathodi; Ghosh, Pradyut. *Tetrahedron Letters*, **2007**, *48*, 2909.
- 4. Conformational analysis and the binding sites of nitrilotriacetamide: A computational study. Singh, Ajeet; Chakraborty, Shampa; Ganguly, Bishwajit. *International Journal of Quantum Chemistry*, **2007**, *107*, 1430.
- 5. Studies on the reactivity of calix[4]arene derived bis(spirodienone) with carbo- and hetero-dienophiles and Dichloro-carbene: Synthesis of highly functionalized macrocycles. Ganga, V. B.; Sreeja, T.; Suresh, E.; Varma, R. Luxmi. *Tetrahedron*, **2007**, *63*, 4134.
- 6. Computational study of urea and its homologue glycinamide: Conformations, rotational barriers, and relative interactions with sodium chloride. Singh, A.; Chakraborty, S.; Ganguly, B. *Langmuir*, **2007**, *23*, 5406.
- 7. Colorimetric sensor for ATP in aqueous solution. Jose, D. Amilan; Mishra, Sandhya; Ghosh, Amrita; Srivastav, Anupama; Mishra, Sanjay K.; Das, Amitava *Organic Letters*, **2007**, *9*, 1979.
- 8. Efficient synthesis of [1,3]oxazino[2,3-a] quinoline derivatives by a novel 1,4-dipolar cycloaddition involving a quinoline-DMAD zwitterion and carbonyl compounds. Nair, Vijay; Devipriya, S.; Suresh, Eringathodi. *Tetrahedron Letters*, **2007**, *48*, 3667.
- 9. A density functional study towards the preferential binding of anions to urea and thiourea. Jose, D. Amilan; Singh, Ajeet; Das, Amitava; Ganguly, Bishwajit. *Tetrahedron Letters*, **2007**, *48*, 3695.
- 10. Encapsulation of halides within the cavity of a pentafluorophenyl-substituted tripodal amine receptor. Lakshminarayanan, P. S.; Ravikumar, I.; Suresh, E.; Ghosh, Pradyut. *Inorganic Chemistry*, **2007**, *46*, 4769.
- 11. Supramolecular structural diversities in the metal-organic frameworks derived from pyridylamide ligands: studying the effects of ligating topologies, hydrogen bonding backbone of the ligands and counter anions. Kumar, D. Krishna; Das, Amitava; Dastidar, Parthasarathi. *Crystal Engineering Communication*, **2007**, *9*, 548.
- 12. An efficient multicomponent protocol for the stereo-selective synthesis of oxazinobenzothiazole derivatives. Pillai, Abhilash N.; B. Rema Devi; Suresh, Eringathodi; Nair, Vijay. *Tetrahedron Letters*, **2007**, *48*, 4391.

- 13. Efficient higher-order cycloaddition reactions of 8,8-dicyanoheptafulvene with dienes. Nair, Vijay; Abhilash, Gopalakrishnan, K.; Biju, Akkattu T.; Suresh, Eringathodi. *Synthesis-Stuttgart*, **2007**, *12*, 1833.
- 14. A new tripodal iron (III) monophenolate complex: Effect of ligand basicity and steric hindrance on regioselective extradiol cleavage. Karuppasamy Sundaravel, Eringathodi Suresh, Mallayan Palaniandavar. *Inorganic Chemistry*, **2007**, *46*, 6038.
- 15. Phenol- and catechol-based ruthenium (II) polypyridyl complexes as colorimetric sensors for fluoride ions. Jose, D. Amilan; Kar, Prasenjit; Koley, Debasis; Ganguly, Bishwajit; Thiel, Walter; Ghosh, Hirendra N.; Das, Amitava. *Inorganic Chemistry*, **2007**, *46*, 5576.
- 16. Rational design and first-principles studies towards the remote substituent effects on a novel tetracyclic proton sponge. Singh, Ajeet; Ganguly, Bishwajit. *Journal of Physical Chemistry Part A*, **2007**, *111*, 6468.
- 17. Rugby-ball-shaped sulfate-water-sulfate adduct encapsulated in a neutral molecular receptor capsule. Jose, D. Amilan; Kumar, D. Krishna; Ganguly, Bishwajit; Das, Amitava. *Inorganic Chemistry*, **2007**, *46*, 5817.
- 18. Synthesis, spectroscopic studies and crystal structures of two new vanadium complexes of 2-benzoylpyridine containing hydrazone ligands. Kuriakose, Mini; Kurup, M. R. P.; Suresh, E. *Polyhedron*, *2007*, *26*, 2713.
- 19. Composites of N,N'-bis-(pyridyl) urea-dicarboxylic acid as new hydrogelators: A crystal engineering approach. Adarsh, N. N.; Kumar, D. Krishna; Dastidar, Parthasarathi. *Tetrahedron*, **2007**, 63, 7386.
- 20. DFT studies toward the design and discovery of a versatile cage-functionalized proton sponge. Singh, Ajeet; Ganguly, Bishwajit. *European Journal of Organic Chemistry*, **2007**, 23, 3943.
- 21. Physicochemical and photophysical studies on porphyrin-based donor-acceptor systems: Effect of redox potentials on ultrafast electron-transfer dynamics. Jose, D. Amilan; Shukla, Atindra D.; Ramakrishna, G.; Palit, Dipak K.; Ghosh, Hirendra N.; Das, Amitava. *Journal of Physical Chemistry Part B*, **2007**, *111*, 9078.
- 22. Intra-annular cyclophane diamines as proton sponges: A computational study. Ganguly, Bishwajit; Koley, Debasis; Thiel, Walter. *Tetrahedron*, **2007**, *63*, *7970*.
- 23. Friedel-crafts alkylation of a cage enone: Synthesis of aralkyl substituted tetracyclo[5.3.1.02,6.04,8]undeca-9,11-diones and the formation of fascinating novel cage compounds with pyrrole and thiophene using Montmorillonite K-10. James, B.; Suresh, E.; Nair, M. S. *Tetrahedron Letters*, **2007**, *48*, 6059.
- 24. Ligand steric effect on the coordination mode of nitrite ion: Syntheses and X-ray single crystal structures of trans-[NiL<sub>2</sub>(ONO)<sub>2</sub>] and cis-[NiL'<sub>2</sub>(O<sub>2</sub>N)(NO<sub>2</sub>).H<sub>2</sub>O [L=2-(aminomethyl)pyridine and L'=(2-aminoethyl)pyridine]. Chattopadhyay, Tanmay; Podder, Nirmalya; Banu, Kazi Sabnam; Banerjee, Arpita; Ghosh, Manami; Suresh, Eringathodi; Nethaji, Munirathinam; Das, Debasis. *Journal of Molecular Structure*, **2007**, *839*, 69.



- 25. One-pot synthesis of core-modified rubyrin, octaphyrin, and dodecaphyrin: Characterization and nonlinear optical properties. Kumar, Rajeev; Misra, Rajneesh; Chandrashekar, Tavarekere K.; Nag, Amit; Goswami, Debabrata; Suresh, Eringathodi; Suresh, Cherumuttathu H. *European Journal of Organic Chemistry*, **2007**, *27*, 4552.
- 26. Conformation dependent network structures in the coordination polymers derived from pyridylisonicotinamides, carboxylates and Co(II): Entrapment of (H<sub>2</sub>O) 14 water cluster of an unprecedented topology. Kumar, D. Krishna; Das, Amitava; Dastidar, Parthasarathi. *Crystal Engineering Communication*, **2007**, *9*, 895.
- 27. Metalloporphyrin-based inclusion materials: Exploiting ligating topologies and hydrogen-bonding backbones in generating new supramolecular architectures. Kumar, D. Krishna; Das, Amitava; Dastidar, Parthasarathi. *Inorganic Chemistry*, **2007**, *46*, 7351.
- 28. Six coordinate Ni(II) complexes of ONN donor aroylhydrazone ligands: Synthesis, spectral studies, and crystal structures. Kuriakose, Mini; Kurup, M. R. Prathapachandra; Suresh, E. *Structural Chemistry*, **2007**, *18*, 579-584.
- 29. Isomerism in coordination- Complexes and polymers derived from bispyridylurea ligands: Effect of solvents, conformational flexibility and positional isomerism of the ligands. Kumar, D. K.; Das, A.; Dastidar, P. *Crystal Growth & Design*, **2007**, *7*, 2096.
- 30. Probing the influence of solvent effects on the conformational behavior of 1,3-diazacyclohexane systems. Singh, Ajeet; Ganguly, Bishwajit. *Journal of Physical Chemistry Part A*, **2007**, *111*, 9884.
- 31. Functionalized calix[4]arene as an ionophore: Synthesis, crystal structures and complexation study with Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> ions. Patra, Subrata; Suresh, Eringathodi; Paul, Parimal. *Polyhedron*, **2007**, *26*, 4971.
- 32. N-Heterocyclic carbene catalyzed reaction of enals and diaryl-1,2 diones via homoenolate: Synthesis of 4,5,5-trisubstituted γ-butyrolactones. Nair, Vijay; Vellalath, Sreekumar; Poonoth, Manojkumar; Suresh, Eringathodi; Viji, Sreemathi. *Synthesis*, **2007**, 3195.
- 33. Hexabromide salt of a tiny octaazacryptand as a receptor for encapsulation of lower homolog halides: structural evidence on halide selectivity inside the tiny cage. Arunachalam, M.; Suresh, Eringathodi; Ghosh, Pradyut. *Tetrahedron*, **2007**, *63*, 11371.
- 34. Urea-based ruthenium(II)-polypyridyl complex as an optical sensor for anions: Synthesis, characterization, and binding studies. Ghosh, Amrita; Ganguly, Bishwajit; Das, Amitava. *Inorganic Chemistry*, **2007**, *46*, 9912.
- 35. Half-subtractor operation in pH responsive N-heterocyclic amines. Moorthy, Suresh; Ghosh, Amrita; Das, Amitava. *Tetrahedron Letters*, **2007**, *48*, 8205.
- 36. Iron(III) complexes of tridentate 3N ligands as functional models for catechol dioxygenases: The role of ligand N-alkyl substitution and solvent on reaction rate and product selectivity. Visvaganesan, Kusalendiran; Mayilmurugan, Ramasamy; Suresh, Eringathodi; Palaniandavar, Mallayan. *Inorganic Chemistry*, **2007**, *46*, 10294.
- 37. Role of positional isomers on receptor—anion binding and evidence for resonance energy transfer. Jose, D. Amilan; Kumar, D. Krishna; Kar, Prasenjit; Verma, Sandeep; Ghosh, Amrita; Ganguly, Bishwajit; Ghosh, Hirendra N.; Das, Amitava. *Tetrahedron*, **2007**, *63*, 12007.

- 38. Iodine assisted palladium catalyzed ring opening of bicyclic hydrazines with organoboronic acids: Stereoselective synthesis of functionalized cyclopentenes and alkylidene cyclopentenes. Anas, S.; John, Jubi; Sajisha, V. S.; John, Joshni; Rajan, Rani; Suresh, E.; Radhakrishnan, K. V. *Organic & Biomolecular Chemistry*, **2007**, *5*, 4010.
- 39. Trapped inorganic phosphate dimer. Lakshminarayanan, P. S.; Ravikumar, I.; Suresh, E.; Ghosh, Pradyut. *Chemical Communications*, **2007**, 5214.
- 40. Generation of Ir–Sn and Rh–Sn bonds from the oxidative addition of tin(IV) halides to [Ir(μ-Cl)(1,5-COD)]<sub>2</sub> and [Rh(μ-Cl)(1,5-COD)]<sub>2</sub>. Choudhury, Joyanta; Kumar, D. Krishna; Roy, Sujit. *Journal of Organometallic Chemistry*, **2007**, *692*, 5614.
- 41. A simple and efficient strategy towards eleven-membered carbocycles via novel synthetic transformations of pentafulvenes. Krishnan, K. Syam; Kuthanapillil, Jinesh M.; Rajan, Rani; Suresh, E.; Radhakrishnan, K. V. European Journal of Organic Chemistry, 2007, 35, 5847.
- 42. Reaction of TPP-azodicarboxylate zwitterions and aryl aldehydes: Unprecedented synthesis of acyl carbamates. Nair, Vijay; Mathew, Smitha C.; Biju, Akkattu T.; Suresh, Eringathodi. *Tetrahedron Letters*, **2007**, *48*, 9018.
- 43. Mixed ligand ruthenium (II) complexes of bis(pyrid-2-yl)-/bis(benzimidazol-2-yl)-dithioether and diimines: Study of non-covalent DNA binding and cytotoxicity. Rajendiran, Venugopal; Murali, Mariappan; Suresh, Eringathodi; Sinha, Sarika; Somasundaram, Kumaravel; Palaniandavar, Mallayan. *Dalton Transactions*, **2008**, 148.
- 44. X-ray crystallographic investigations of an azacryptand and its bis-protonated salt: Interactions of acyclic water trimer and C-H...π interactions in T-shaped benzene dimer. Lakshminarayanan, P. S.; Kumar, D. Krishna; Ravikumar, I.; Ganguly, Bishwajit; Ghosh, Pradyut. *Synthesis & Reactivity in Inorganic, Metal-Organic& Nano-Metal Chemistry*, **2008**, *38*, 2.
- 45. Stereoselective synthesis of spirocyclopentanones via N-heterocyclic carbene-catalyzed reactions of enals and dienones. Nair, Vijay; Pattoorpadi Babu, Beneesh; Vellalath, Sreekumar; Suresh, Eringathodi. *Chemical Communications*, **2008**, 747.
- 46. A novel synthesis of highly substituted but-2-enoic acid esters by the reaction of DMAP-methyl phenylpropiolate zwitterion and diaryl 1,2-diones. Pillai, Abhilash N.; Suresh, Eringathodi; Nair, Vijay. *Synthesis-Stuttgart*, **2008**, *13*, 29.
- 47. Strategic design of small and versatile bicyclic organic superbases: A density functional study. Singh, Ajeet; Ganguly, Bishwajit. *New Journal of Chemistry*, **2008**, *32*, 210.
- 48. Crystal Study of salicylaldehyde N (4)-phenylthiosemicarbazone. Seena, E. B.; Kurup, Prathapachandra M. R.; Suresh, E. *Journal of Chemical Crystallography*, **2008**, *38*, 93.
- 49. Reaction of huisgen zwitterion with diaryl ketones leading to the facile synthesis of mono and bis(alkoxycarbonyl)hydrazones. Nair, Smitha C.; Mathew, Akkattu; Biju, T.; Suresh, Eringathodi. *Synthesis*, **2008**, *7*, 1078.
- 50. An efficient three-component reaction involving triazolylidene carbene, DMAD, and aldehydes for the synthesis of furanone derivatives. Nair, Vijay; Mathew, Smitha C.; Vellalath, S. Sreekumar; Pillai, Abhilash N.; Suresh, Eringathodi. *Synthesis Stuttgart*, **2008**, *13*, 551.



- 51. Interfacial electron-transfer dynamics on TiO<sub>2</sub> and ZrO<sub>2</sub> nanoparticle surface sensitized by new catechol derivatives of Os(II)-polypyridyl complexes: Monitoring by charge-transfer emission. Verma, Sandeep; Kar, Prasenjit; Das, Amitava; Palit, Dipak K.; Ghosh, Hirendra N. *Journal of Physical Chemistry Part C*, **2008**, *112*, 2918.
- 52. Synthesis and spectral studies of bisthiocarbohydrazone and biscarbohydrazone of quinoline-2-carbaldehyde: Crystal structure of bis(quinoline-2-aldehyde) thiocarbohydrazone. Manoj, E.; Kurup, M. R.; Prathapachandra, Suresh E. *Journal of Chemical Crystallography*, **2008**, *38*, 157.
- 53. Novel 1,3-dipolar cycloaddition reactions of calix[4]bis(spirodienones): Synthesis of isoxazolidine derived macrocycles. Ganga, V. B.; Suresh E.; Varma, R. L. *Tetrahedron Letters*, **2008**, *49*, 1750.
- 54. Analysis of urinary stone constituents using powder X-ray diffraction and FT–IR. Bhatt, Pragnya A.; Paul, Parimal. *Journal of Chemical Sciences*, **2008**, *120*, 267.
- 55. Generation of Nanostructures by the aggregation of porphyrin derivatives with long alkane chain in mix-solvent. Ghosh, Amrita; Selvamani, T.; Jose, D. Amilan; Das, Amitava; Mukhopadhyay, I. *Journal of Nanomaterials*, **2007**, 8.

#### **Salt & Marine Chemicals**

- 1. Solubility pattern of CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O in the system NaCl+CaCl<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O and solution densities at 35 °C: Non-ideality and ion pairing. Kumar, A.; Sanghavi, R.; Mohandas, V. P. *Journal of Chemical Engineering Data*, **2007**, *52*, 902.
- 2. Glaserite preparation by sodium sulphate and potassium chloride. Susarla, V. R. K. S.; Chudasama, K. M.; Mohandas, V. P.; Ghosh, P. K. *Journal of Scientific & Industrial Research*, **2007**, *66*, 444.
- 3. Aggregation behavior of ionic liquids in aqueous solutions: Effect of alkyl chain length, cations, and anions. Singh, Tejwant, Kumar, Arvind. *Journal of Physical Chemistry Part B*, **2007**, *111*, 7843.
- 4. Non-ideal behaviour of a room temperature ionic liquid in an alkoxyethanol or poly ethers at *T* = (298.15 to 318.15) K. Kumar, Arvind; Singh, Tejwant; Gardas, Ramesh L.; Coutinho, João A. P. *The Journal of Chemical Thermodynamics*, **2008**, *40*, 32.
- 5. Estimates of internal pressure and molar refraction of imidazolium based ionic liquids as a function of temperature. Kumar, Arvind. *Journal of Solution Chemistry*, **2008**, *37*, 203.
- 6. Physical and excess properties of a room temperature ionic liquid (1-methyl-3-octylimidazolium tetrafluoroborate) with n-alkoxyethanols (C1Em, m=1 to 3) at T = (298.15 to 318.15) K. Singh, Tejwant; Kumar, Arvind. *Journal of Chemical Thermodynamics*, **2008**, *40*, 417.
- 7. Fluorescence behavior and specific interactions of an ionic liquid in ethylene glycol derivatives. Singh, Tejwant; Kumar, Arvind. *Journal of Physical Chemistry Part B*, **2008**, *112*, 4079.
- 8. An alternative method for the regio- and stereoselective bromination of alkenes, alkynes, toluene derivatives and ketones using a bromide/bromate couple. Adimurthy, S.; Ghosh, S.; Patoliya, P. U.; Ramachandraiah, G.; Agrawal, M.; Gandhi, M. R..; Upadhyay S. C.; Ghosh, P. K.; Ranu, B. C. *Green Chemistry*, **2008**, *10*, 232.

### **Inorganic Materials and Catalysis**

- 1. Synthesis and characterization of organic bentonite using Gujarat and Rajasthan clays. Patel, Hasmukh A.; Somani, Rajesh S.; Bajaj, Hari C.; Jasra, Raksh V. *Current Science*, **2007**, *92*, 1004.
- 2. Easily recyclable chiral polymeric Mn(III) salen complex for oxidative kinetic resolution of racemic secondary alcohols. Kureshy, Rukhsana I.; Irshad, Ahmad; Pathak, Kavita; Khan, Noor-Ul H.; Abdi, Sayed H. R.; Prathap, Jaya K.; Jasra, Raksh V. *Chirality*, **2007**, *19*, 352.
- 3. Recovery of palladium from palladium phthalocyanine complex adsorbed on silica. Boricha, Arvind B.; Bajaj, Hari C.; Ghosh, Pushpito K.; Jasra, Raksh V. *Hydrometallurgy*, **2007**, *87*, 140.
- 4. Effect of hydrothermal conditions on structural and textural properties of synthetic hydrotalcites of varying Mg/Al ratio. Sharma, Sumeet K.; Kushwaha, Pushpendra K.; Srivastava, Vivek K.; Bhatt, Sharad D.; Jasra, Raksh V. *Industrial & Engineering Chemistry Reserch*, **2007**, *46*, 4856.
- 5. Prins condensation for synthesis of nopol from P-pinene and paraformaldehyde on novel Fe-Zn double metal cyanide solid acid catalyst. Patil, Mallikarjun V.; Yadav, Mukesh K.; Jasra, Raksh V. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, **2007**, *273*, 39.
- 6. Correlation of sorption behavior of nitrogen, oxygen, and argon with Ca<sup>2+</sup> locations in zeolite A: A grand canonical Monte Carlo simulation study. Pillai, Renjith S.; Peter, Sunil A.; Jasra, Raksh V. *Langmuir*, **2007**, *23*, 8899.
- 7. Photocatalytic degradation of dyes and organic contaminants in water using nanocrystalline anatase and rutile TiO<sub>2</sub>. Tayade, Rajesh J.; Surolia, Praveen K.; Kulkarni, Ramchandra G.; Jasra, Raksh V. *Science & Technology of Advanced Materials*, **2007**, *8*, 455.
- 8. Epoxidation of cycloalkenes with cobalt(II)-exchanged zeolite X catalysts using molecular oxygen. Jinka, Krishna Mohan; Sebastian, Jince; Jasra, Raksh Vir. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, **2007**, *274*, 33.
- 9. Oxidative kinetic resolution of racemic secondary alcohols catalyzed by recyclable chiral dimeric Mn(III) salen catalysts. Pathak, Kavita; Ahmad, Irshad; Abdi, Sayed H. R.; Kureshy, Rukhsana I.; Khan, Noor-ul H.; Jasra, Raksh V. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, **2007**, *274*, 120.
- 10. Effect of anions on the photocatalytic activity of Fe(III) salts impregnated TiO<sub>2</sub>. Surolia, Praveen K.; Tayade, Rajesh J.; Jasra, Raksh V. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, **2007**, *46*, 6196.
- 11. Sorption of N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, and Ar in Mn(II)-exchanged zeolites A and X using volumetric measurements and grand canonical Monte Carlo simulation. Sebastian, Jince; Pillai, Renjith S.; Peter, Sunil A.; Jasra, Raksh V. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, **2007**, *46*, 6293.
- 12. Fe(Cp)<sub>2</sub>PF<sub>6</sub>: An efficient catalyst for cyanosilylation of carbonyl compounds under solvent free condition. Khan, N. H.; Agrawal, S.; Kureshy, R. I.; Abdi, S. H. R.; Singh, S.; Jasra, R.V. *Journal of Organometallic Chemistry*, **2007**, *692*, 4361.
- 13. Synthesis of 7-substituted 4-methyl coumarins by Pechmann reaction using nano-crystalline sulfated-zirconia. Tyagi, Beena; Mishra, Manish K.; Jasra, Raksh V. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, **2007**, *276*, 47.



- 14. Chiral recyclable dimeric and polymeric Cr(III) salen complexes catalyzed aminolytic kinetic resolution of aromatic epoxides under microwave irradiation. Kureshy, Rukhsana I.; Prathap, K. Jeya; Singh, Surendra; Agrawal, Santosh; Khan, Noor-ul H.; Abdi, Sayed H. R.; Jasra, Raksh V. *Chirality*, **2007**, *19*, 809.
- 15. Catalytic epoxidation of alpha-pinene with molecular oxygen using cobalt(II)-exchanged zeolite Y-based heterogeneous catalysts. Patil, Mallikarjun V.; Yadav, Mukesh K.; Jasra, Raksh V. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, **2007**, *277*, 72.
- 16. Variable temperature PXRD studies of LiAl<sub>2</sub>(OH)<sub>6</sub>X·H<sub>2</sub>O (X=Cl, Br): Observation of disorder order transformation in the interlayer. Thomas, Grace S.; Kamath, P. Vishnu; Kannan, S. *Journal of Physical Chemistry Part C*, **2007**, *111*, 18980.
- 17. Solvent free aldol condensation of propanal to 2-methylpentenal using solid base catalysts. Sharma, Sumeet K.; Parikh, Parimal A.; Jasra, Raksh V. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, **2007**, *278*, 135.
- 18. Adsorption of hydrogen in nickel and rhodium exchanged zeolite X. Prasanth, K. P.; Pillai, Renjith S.; Bajaj, H. C.; Jasra, R. V.; Chung, H. D.; Kim, T. H.; Song S. D. *International Journal of Hydrogen Energy*, **2008**, *33*, 735.
- 19. Fe(Cp)<sub>2</sub>PF<sub>6</sub> and catalyzed efficient Strecker reactions of ketones and aldehydes under solvent-free conditions. Khan, Noor-ul H.; Agrawal, Santosh; Kureshy, Rukhsana I.; Abdi, Sayed H. R.; Singh, Surendra; Suresh, Eringathodi; Jasra, Raksh V. *Tetrahedron Letters*, **2008**, *49*, 640.
- 20. Synthesis of jasminaldehyde using magnesium organo silicate as a solid base catalyst. Sharma, Sumeet K.; Patel, Hasmukh A.; Jasra, Raksh V. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, **2008**, 280, 61.
- 21. The synthesis of silica-supported chiral BINOL: Application in Ti-catalyzed asymmetric addition of diethylzinc to aldehydes. Pathak, Kavita; Ahmad Irshad; Abdi, Sayed H. R.; Kureshy, Rukhsana I.; Khan, Noor-ul H.; Jasra, Rakesh V. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, **2008**, *280*, 106.
- 22. Environmentally benign liquid phase oxidation of vanillin over copper containing ternary hydrotalcites. Sachdev, Divya; Dubey, Amit; Mishra, Braja Gopal; Kannan, Srinivasan. *Catalysis Communications*, **2008**, *9*, 391.
- 23. Metal catalyzed asymmetric cyanation reactions. Khan, Noor-ul H.; Kureshy, Rukhsana I.; Abdi, Syed H. R.; Agrawal, Santosh; Jasra, Raksh V. *Coordination Chemistry Reviews*, **2008**, *252*, *593*.
- 24. CoCl<sub>2</sub>(TPPTS)<sub>2</sub> catalyzed hydroformylation of 1-octene and 1-decene in the presence of surfactant and co-solvents in a biphasic medium. Dabbawala, Asif A.; Parmar, Dharmesh U.; Bajaj, Hari C.; Jasra, Raksh V. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, **2008**, *282*, 99.

#### **Reverse Osmosis**

- 1. Complexity of silicate/aluminosilicate polymerization: Some insights using small-angle X-ray scattering study. Singh, Puyam S. *Journal of Applied Crystallography*, **2007**, *40*, S590.
- 2. Development of light-induced functionalized asymmetric polysulfone membranes. Yogesh; Paul, P.; Basu, S.; Bhattacharya, A. *Journal of Applied Polymer Science*, **2007**, *105*, 609.
- 3. Compacted nanoscale blocks to build skin layers of reverse osmosis and nanofiltration membranes: A revelation from small-angle neutron scattering. Singh, Puyam S.; Aswal, Vinod K. *Journal of Physical Chemistry Part C*, **2007**, *111*, 16219.
- 4. Synthesis, characterization, and investigation of structure-thermal cycloimidization relationship of novel poly(amide amic acid)s to poly(amide imide)s by thermogravimetric analysis. Mohan, D. J.; Reddy, A. V. R. *Journal of Polymer Science Part B Polymer Physics*, **2007**, *45*, 2937.
- 5. Studies on the electrical diffusivities of mono-carboxylates through heterogeneous anion exchange membranes. Balaji, V.; Adhikary, S. K.; Ray, P. *Journal of Applied Polymer Science*, **2007**, *106*, 2615.
- 6. Preparation, characterization and chlorine stability of aromatic—cycloaliphatic polyamide thin film composite membranes. Buch, P. R.; Mohan, D. Jagan; Reddy, A. V. R. *Journal of Membrane Science*, **2008**, *309*, 36.
- 7. Studies of performances by the interchanging of the sequence of the photomodified layer in the thin film composite (TFC) membrane. Yogesh; Gupta, S.; Javiya, S.; Paul, P.; Basu, S.; Singh, K.; Ganguly, B.; Bhattacharya, A. *Journal of Applied Polymer Science*, **2008**, *108*, 2611.
- 8. Comparative study of performances of lipase immobilized asymmetric polysulfone and polyether sulfone membranes in olive oil hydrolysis. Gupta S.; Yogesh; Javiya S.; Bhambi M.; Pundir, C. S.; Singh, K.; Bhattacharya, A. *International Journal of Biological Macromolecules*, **2008**, *42*, 145.
- 9. Chemically treated polyethersulfone/polyacrylonitrile blend ultrafiltration membranes for better fouling resistance. Reddy, A. V. R.; Patel, Harshad R. *Desalination*, **2008**, *221*, 318.
- 10. Optical resolution of racemic tryptophan through non-chiral membranes by ulrafiltration using chiral selector in solution. Singh, Kripal; Bajaj, H.C. *Indian Journal of Chemical Technology*, **2007**, *14*, 547.
- 11. Chlorine stability of fully aromatic and mixed aromatic—aliphatic polyamide thin film composite membranes. Manish, D.; Buch, P. R.; Rao, Prakash; Trivedi, J. J.; Reddy, A. V. R. *International Journal of Nuclear Desalination*, **2008**, *3*, 175.



#### **Electro Membrane Processes**

- 1. Thermodynamic study of functionally modified chitosan and its blends in aqueous media at 298.15 K. Saxena, Arunima; Shahi, V. K.; Kumar, Arvind. *Journal of Molecular Liquids*, **2007**, *135*, 21.
- 2. pH controlled selective transport of proteins through charged ultrafilter membranes under coupled driving forces: An efficient process for protein separation. Saxena, Arunima; Shahi, Vinod K. *Journal of Membrane Science*, **2007**, *299*, 211.
- 3. Electrochemical membrane reactor: In situ separation and recovery of chromic acid and metal ions. Khan, Jeeshan; Tripathi, Bijay P.; Saxena, Arunima; Shahi, Vinod K. *Electrochimica Acta*, **2007**, *52*, 6719.
- 4. Sulfonated poly(styrene-co-maleic anhydride)-poly(ethylene glycol)-silica nanocomposite polyelectrolyte membranes for fuel cell applications. Saxena, Arunima; Tripathi, Bijay P.; Shahi, Vinod K. *Journal of Physical Chemistry Part B*, **2007**, *111*, 12454.
- 5. SPEEK–zirconium hydrogen phosphate composite membranes with low methanol permeability prepared by electro-migration and in situ precipitation. Tripathi, Bijay P.; Shahi, Vinod K. *Journal of Colloid & Interface Science*, **2007**, *316*, 612.
- 6. An improved process for separation of proteins using modified chitosan-silica cross-linked charged ultrafilter membranes under coupled driving forces: Isoelectric separation of proteins. Saxena, Arunima; Tripathi, Bijay P.; Shahi, Vinod K. *Journal of Colloid & Interface Science*, **2008**, *319*, 252.
- 7. Bioaccumulation of heavy metals in some commercial fishes and crabs of the Gulf of Cambay, India. Reddy, Mallampati Srinivasa; Mehta, Bhavesh; Dave, Sunil; Joshi, Manish; Karthikeyan, Leena; Susarla Sarma, Venkatrama Krishna; Basha, Shaik; Ramachandraiah, Gadde; Bhatt, Prashant. *Current Science*, **2007**, *92*, 1489.

## Marine Biotechnology and Ecology

- 1. Bacterial exopolysaccharides A perception. Kumar, Anita Suresh; Mody, K.; Jha, B. *Journal of Basic Microbiology*, **2007**, *47*, 103.
- 2. Preparation of genipin-fixed agarose hydrogel. Meena, Ramavatar; Prasad, Kamalesh; Siddhanta, A. K. *Journal of Applied Polymer Science*, **2007**, *104*, 290.
- 3. Preparation, characterization and benchmarking of agarose from *Gracilaria dura* of Indian waters. Meena, Ramavatar; Siddhanta, A. K.; Prasad, Kamalesh; Ramavat, B. K.; Eswaran, K.; Thiruppathi, S.; Ganesan, M.; Mantri, Vaibhav A.; Rao, P. V. Subba. *Carbohydrate Polymers*, **2007**, *69*, 179.
- 4. Phycoremediation of heavy metals by three-colour forms of *Kappaphycus Alvarezii*. Kumar, Suresh; Ganesan, K; Rao, P. V. Subba. *Journal of Hazardous Materials*, **2007**, *143*, 590.
- 5. Effect of genipin, a naturally occurring crosslinker on the properties of kappa-carrageenan. Meena, Ramavatar; Prasad, Kamalesh; Siddhanta, A. K. *International Journal of Biological Macromolecules*, **2007**, *41*, 94.

- 6. Interference of *Sigmadocia pumila*, a poriferan on the growth of red seaweeds, *Gelidiella acerosa* (Forsskal) Feldmann et Hamel and *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty in cultivation. Sahu, N.; Ganesan, M.; Eswaran, K. *Current Science*, **2007**, *92*, 1683.
- 7. Intermolecular complexation and phase separation in aqueous solutions of oppositely charged biopolymers. Bandyopadhyay, H. B.; Bohidar; Singh, S. Santinath; Siddhanta, A. K.; Meena, Ramavatar; Prasad, Kamalesh. *International Journal of Biological Macromolecules*, **2007**, *41*, 185.
- 8. Agars of *Gelidiella acerosa* of west and southeast coasts of India. Prasad, Kamalesh; Siddhanta, A. K.; Ganesan, M.; Ramavat, B. K.; Jha, B.; Ghosh, P. K. *Bioresource Technology*, **2007**, *98*, 1907.
- 9. *Ulva taeniata* (Setchell) Setchell et Gardner: A taxon new to Indian seaweed flora. Mantri, Vaibhav A.; Thakur, Mukund C.; Reddy, C. R. K.; Jha, B. *Current Science*, **2007**, *93*, 773.
- 10. Kinetic and equilibrium models for biosorption of Cr(VI) on chemically modified seaweed, *Cystoseira indica*. Basha, Shaik; Murthy, Z. V. P. *Process Biochemistry*, **2007**, *42*, 1521.
- 11. Evaluation of biosurfactant/bioemulsifier production by a marine bacterium. Kumar, Anita Suresh; Mody, Kalpana; Jha, Bhavnath. *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology*, **2007**, *79*, 617.
- 12. Purification and characterization of κ-carrageenase from a novel γ-proteobacterium, *Pseudomonas elongata* (MTCC 5261) syn. *Microbulbifer elongatus* comb. Khambhaty, Yasmin; Mody, Kalpana; Jha, B. *Biotechnology Bioprocess Engineering*, **2007**, *12*, 668.
- 13. Constitutive overexpression of a stress-inducible small GTP-binding protein PgRab7 from *Pennisetum glaucum* enhances abiotic stress tolerance in transgenic tobacco. Agarwal, Pradeep K.; Agarwal, Parinita; Jain, Parul; Jha, Bhavanath; Reddy, M. K.; Sopory, S. K. *Plant Cell Reports*, **2008**, *27*, 105.
- 14. Estimation of isotherm parameters for biosorption of Cd(II) and Pb(II) onto brown seaweed, *Lobophora variegata*. Basha, Shaik; Jha, Bhavanath. *Journal of Chemical & Engineering Data*, **2008**, *53*, 449.
- 15. Development of a robust hydrogel system based on agar and sodium alginate blend. Meena, Ramavatar; Chhatbar, Mahesh; Prasad, Kamalesh; Siddhanta, A. K. *Polymer International*, **2008**, *57*, 329.
- 16. Heavy metal chelation by non-living biomass of three color forms of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty. Kumar, K. Suresh; Ganesan, K.; Rao, P. V. Subba. *Journal of Applied Phycology*, **2008**, *20*, 63.
- 17. Sorption of Hg(II) from aqueous solutions onto *Carica papaya:* Application of isotherms. Basha, Shaik; Murthy, Z. V. P.; Jha, B. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, **2008**, *47*, 980.
- 18. Antioxidant potential of solvent extracts of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty An edible seaweed. Kumar, K. Suresh; Ganesan, K.; Rao, P. V. Subba. *Food Chemistry*, **2008**, *107*, 289.
- 19. Effect of soda ash industry effluent on protein content of two green seaweeds. Jadeja, R. N.; Tewari A. *Journal of Hazardous Materials*, **2008**, *151*, 559.
- 20. Preparation of semi-refined kappa-carrageenan: Recycling of alkali solution and recovery of alkali from spent liquor. Mehta, A. S.; Mody, K. H.; Iyer, Anita; Ghosh, P. K. *Indian Journal of Chemical Technology*, **2008**, *15*, 45.



#### **Waste Land Research**

- 1. Prospects for Jatropha methyl ester (biodiesel) in India. Ghosh, A.; Chaudhary, D. R.; Reddy, M. P.; Rao, S. N.; Chikara, J.; Pandya, J. B.; Patolia, J. S.; Gandhi, M. R.; Adimurthy, S.; Vaghela, N.; Mishra, S.; Rathod, M. R.; Prakash, A. R.; Shethia, B. D.; Upadhyay, S. C.; Balakrishna, V.; Prakash, CH. R.; Ghosh, P. K. *International Journal of Environmental Studies*, **2007**, *64*, 659.
- 2. Sodium fluoride induced growth and metabolic changes in *Salicornia brachiata* roxb. Reddy, Muppala P.; Kaur, Meenakshi. *Water, Air & Soil Pollution*, **2008**, *188*, 171.

## 2. Books / Chapters in Books

- 1. Recent developments on proton-exchange membranes for fuel cell applications; Arunima Saxena, Vinod K. Shahi; Chapter 1, **Applied physics in the 21st Century** (Ed. Xin Chen), Research Signpost, 2007.
- 2. Blood anticoagulant activity of sulfated polysaccharide from Codium tomentosum as a function of life stages and storage.; Anita Suresh Kumar, Kalpana Mody, Vipul Patel, K Eswaran and Bhavanath Jha; Publication in Vol 17 of the Series "Recent Progress in Medicinal Plants", Studium Press LLC, USA.
- 3. Agar and value addition of Indian agarophytes; Ramavatar Meena and A K Siddhanta; **Recent Advances on Applied Aspects of Indian Marine Algae with Reference to Global Scenario**. (Ed. A. Tewari). Central Salt & Marine Chemicals Research Institute, Bhavnagar, India, 2006.
- 4. Preservation and storage of seaweeds for industrial utilization; Tewari and Kalpana Mody; **Recent Advances on Applied Aspects of Indian Marine Algae with Reference to Global Scenario.** (Ed. A. Tewari). Central Salt & Marine Chemicals Research Institute, Bhavnagar, India, 2006.
- 5. Seaweeds for engineering metal biosorption: A review; S. Basha, Z. V. P. Murthy, L.G. Mason, (Ed.), **Focus on Hazardous Materials Research.** Nova Science Publishers, Hauppauge, New York.
- 6. Seaweeds as a human diet an emerging trend in the new Millennium; P. V. Subba Rao, Vaibhav A. Mantri, K. Ganesan and K. Suresh Kumar; R. K. Gupta and V. D. Pandey (Eds.) **Advances in Applied Phycology**, Daya Publishing House, New Delhi.
- 7. X-ray diffractions Basics and applications for catalyst characterization.; S. Kannan; Accepted for publication entitled **Techniques for Catalyst Characterization.** Narosa Publishing House, New Delhi, 2007.
- 8. Response of *Jatropha curcus* grown on wasteland to nitrogen and phosphorus fertilization; Arup Ghosh, D. R. Chaudhary, J. Chikara, H. M. Bhuva, D. R. Parmar and J. S. Patolia; In the proceedings of National Workshop on **Biofuels: Production methodologies, utilization techniques and challenges ahead.** (Eds) Dr. Pradeep Rajan & Dr. Krishnendu Kundu.
- 9. Seaweeds: Diversity and cultivation in southeast coast of India; K. Eswaran, M. Ganesan S. Thiruppathi, and B. Jha; **Biodiversity in India: Issues and concerns.** S. Kanniyan and A. Gopalan (Eds). Associated Publishing company, Chennai. pp.339-355.

- 10. Field cultivation of *Gelidiella acerosa* in India; P. V. Subba Rao, M. Ganesan; **Recent Advances on Applied Aspects of Indian Marine Algae with Reference to Global Scenario.** (Ed. A. Tewari). Central Salt & Marine Chemicals Research Institute, Bhavnagar, India, 2006.
- 11. Field cultivation of *Kappaphycus alverezi* in India; K. Eswaran, P. K. Ghosh, P. V. Subba Rao, & O. P. Mairh; **Recent Advances on Applied Aspects of Indian Marine Algae with Reference to Global Scenario.** (Ed. A. Tewari). Central Salt & Marine Chemicals Research Institute, Bhavnagar, India, 2006.
- 12. Seaweed polysaccharides, their bioactivity and value addition The Indian perspective; A. K. Siddhanta, Ramavatar Meena, Kamalesh Prasad, and A. Sai Krishna Murthy; **Recent Advances on Applied Aspects of Indian Marine Algae with Reference to Global Scenario.** (Ed. A. Tewari). Central Salt & Marine Chemicals Research Institute, Bhavnagar, India, 2006.



# 3. Patents – Granted / Filed

# **2006 to 2007 Foreign Patents Granted**

	Title	Inventors	Patent No
1	Process for preparing hydrotalcite and brucite type positive charged layers	P.M. Oza, S.H. Mehta, M.V. Sheth, P.K. Ghosh, M.R. Gandhi and J.R. Chunawala	US 7,022,302
2	A novel device for the estimation of brine density in solar salt works from afar	P.K. Ghosh, K.M. Majeethia, M.R. Gandhi, J.N. Parmar, A.M. Bhatt, S.A. Chauhan, V.P. Mohandas and A.U. Hamidani	UK 2,411,963
3	A process for the preparation of amorphous silica from kimberlite tailing	R.V. Jasra, H.M. Mody, H.C. Bajaj, R.S. Somani, J.R. Chunawala, H.N. Ranpara, D.J. Barochiya, D.L. Ghelani, S. Chandra, M.K. Dhar and K. Kumar	US 7,037,476
4	Novel integrated process for the recovery of sulphate of potash (SoP) from sulphate rich bittern	P.K. Ghosh, K.J. Langalia, M.R. Gandhi, R.H. Dave, H.L. Joshi, R.N. Vohra, V.P. Mohandas, S.L. Daga, K. Halder, H.H. Deraiya, R.D. Rathod, and A.U. Hamidani	US 7,041,268
5	Integrated method for production of carrageenan and liquid fertilizer from fresh seaweeds	K. Eswaran, P.K. Ghosh, A.K. Siddhanta, J.S. Patolia, C. Periyasamy, A.S. Mehta, (Mrs) K.H. Mody, B.K. Ramavat, K. Prasad, M.R. Rajyaguru, C.R.K. Reddy, J.B. Pandya and A. Tewari	EP 1,534,757 KR 689,982
6	A process for the generation of precipitated calcium carbonate from calcium carbonate rich industrial by product	R.V. Jasra, P.M. Oza, R.S. Somani, J.R. Chunawala, M.V. Sheth, V.V. Thakar, Y.M. Badheka, J. Ayyer and V.B. Patel	CN 1,257,106
7	A process of preparation of biodegradable film from semi refined kappa carrageenan	A.K. Siddhanta, P.K. Ghosh, K. Prasad, R. Meena and A. Bhattacharya	US 7,067,569
8	An eco-friendly process for acylation of alkylated benzene derivatives	R.V. Jasra, B. Tyagi and Y.M. Badheka	US 7,087,791

	Title	Inventors	Patent No
	A process for the generation of finely divided calcium carbonate from calcium carbonate rich industrial by product	R.V. Jasra, P.M. Oza, R.S. Somani, J.R. Chunawala, M.V. Sheth, V.V. Thakar, Y.M. Badheka, J. Ayyer and V.B. Patel	CN 1,272,250
10	A process for the recovery of palladium from spent silica	A.B. Boricha, H.C. Bajaj, R.V. Jasra, P. Ghosh and P.K. Ghosh	US 7,108,839 EP 1,576,200
11	An improved process for cultivation of algae	C.R.K. Reddy, O.P. Mairh, P.V. Subba Rao, K. Eswaran, G.R. Krishnakumar, K.H. Mody and P.K. Ghosh	EP 1,313,360
12	A catalytic process for the preparation of isolongifolene	R.V. Jasra, B. Tyagi and M.K. Mishra	US 7,132,582 KR 0,674,626
13	An improved process for the single pot synthesis of 2,4,4,6 tetrabromo-2,5 - cyclohexadienenone	A.V. Bedekar; G. Ramachandraiah and P.K. Ghosh	CN ZL02,830,096.3 RU 2,291,854
14	Preparation of nutrient rich salt of plant origin	P.K. Ghosh, M.P. Reddy, J.B. Pandya, S.M. Vaghela, M.R. Gandhi, R.J. Sanghvi, V.G.S. Kumar and M.T. Shah	MX 243,499
15	Preparation of non hazardous brominating reagents	G. Ramachandraiah, P.K. Ghosh, A.S. Mehta, S. Adimurthy, A.D. Jethva and S.S. Vaghela.	CN ZL02,828,066 MX 244,356
16	A process for recovery of common salt and marine chemicals from brine in integrated manner	R.N. Vohra, P.K. Ghosh, V.P. Mohandas, H.L. Joshi, Ms. H.H. Deraiya, R.H. Dave, K. Halder, R.B. Yadav, S.L. Daga, K.M. Majeethia and U.P. Saraiya	EP 1,440,036 CN ZL02,827,765.1
17	Process for the recovery of low sodium salt from bittern	R.N. Vohra, P.K. Ghosh, M.R. Gandhi, H.L. Joshi, H.H. Deraiya, R.H. Dave, K. Halder, K.M. Majeethia, S.L. Daga, V.P. Mohandas and R.J. Sanghavi	EP 1,470,077 MX 243,887 CN ZL2, 827,765.1
18	Animal powered mechanical device for water desalination	N. Pathak, P.K. Ghosh, S.L. Daga, V.J. Shah and S.N. Patel	CN ZL02,830,094.7
19	A process for the recovery of palladium from spent silica	A.B. Boricha, H.C. Bajaj, R.V. Jasra, P. Ghosh and P.K. Ghosh	CN ZL02,830,157.9

# **Indian Patents Granted**

	Title	Inventors	Patent No
1	A catalytic process for the preparation of isolongifolene	R.V. Jasra, B. Tyagi and M.K. Mishra	IN 195,683
2	An eco-friendly method of preparation of high purity tetra-bromo bisphenol-A	P.K. Ghosh, A.S. Mehta, R.P. Pandya, A.D. Jethva, S.S. Vaghela and S.N. Mishra	IN 196,712

# **Foreign Patents Filed**

	Title	Inventors	Patent No
1	An eco-friendly process for acylation of alkylated benzene derivates	R.V. Jasra, B. Tyagi and Y. M. Badheka	JP 2005-509162 CN 2003-80110619.3 KR 2006-7008318 EP 03782787.0
2	A novel use of herbal extracts of salicornia species active against tuberculosis and process for the preparation thereof	M.R. Rathod, B.D. Shethia, J.B. Pandya, P.K. Ghosh, P.J. Dodia, B.S. Srivastava, R. Srivastava, A. Srivastava and V. Chaturvedi	CA 25,41,971
3	Process for the preparation of molecular sieve adsorbent for selective adsorption of oxygen from air	R.V. Jasra and C.D. Chudasama	EP 04,787,580.2 KR 2006-7010367
4	Process for the preparation of a molecular sieve adsorbent for the adsorptive dehydration of alcohols	R. V. Jasra, J. Sebastian and C. D. Chudasama	CN 2003-80111010.2 KR 2006-7009633 JP 2005-510884 EP 03819054.2
5	A membrane-based device for the concentration of aqueous herbal extract solution	P. K. Ghosh, V. J. Shah and J.B. Pandya	JP 2005-510555 EP 03818993.2 AU 2003-276557 KR 10-2006-7011666 CN 2003-80110866.8
6	A process for the eco-friendly synthesis of bromobenzene	A. V. Bedekar , P. K. Ghosh, S. Adimurthy and G. Ramachandraiah	EP 03780423.4 IL 176321 RU 2003-125419 CN 2003-80111001.3

	Title	Inventors	Patent No
7	Improved process for simultaneous recovery of industrial grade potassium chloride and edible salt enriched with KCl (low sodium salt) from bittern	R.N. Vohra, P.K. Ghosh, A.B. Kasundra, H.L. Joshi, R.H. Dave, M.R. Gandhi, K.J. Langalia, K. Halder, S.L. Daga, R.D. Rathod, H.H. Deraiya, P.R. Jadav, V.P. Mohandas and A.U. Hamidani	AU 2003-300706 MX PA/A/2006/007416 KR 2006-7012979 EG 626/2006 JR 200/2006 CA 25,52,206 JP 2005-512748 BR PI0318668-7 EP 03819202.7 CN 2003-80110956
8	An improved catalytic process for the preparation of epoxides from alkenes	N.H. Khan, S.H.R. Abdi, R. Kureshy, S. Singh, I. Ahmed, R.V. Jasra and P.K. Ghosh.	EP 04769734.7 KR 2006- 7022379 CN 2004-80042633.3
9	Process for production of glycine micronutrient-enriched NaCl crystals with near spherical shape and improved flow characteristics	P. Dastidar, P.K. Ghosh, A. Ballabh, D.R. Trivedi, A. Pramanik and V.G. Kumar	US 10/745,758 GE 10394353.6 JP 2005-513078 IL 176542 MX PA/A/2006/007390 CN 2003-80110922.8 BR 016060008218
10	Novel integrated process for the recovery of sulphate of potash (SoP) from sulphate rich bittern	R.N. Vohra, P.K. Ghosh, H.L. Joshi, R.H. Dave, M.R. Gandhi, K.J. Langalia, K. Halder, S.L. Daga, R.D. Rathod, H.H. Deraiya, V.P. Mohandas and A.U. Hamidani	IL 176482 CN 2003-80110930.2 MX PA/A/2006/007414 AU 2003-300719 JR 201/2006 CA 25,52,104 JP 2005-512762 BR PI03-18666-0 GB 06147762.3
11	Improved k-carrageenase production and a method of preparation thereof	Y.N. Khambhaty, K.H. Mody and B. Jha	US 11/509,755 PCT PCT/IB06/02345
12	Low sodium salt of botanic origin	P. K. Ghosh, K.H. Mody, M.P. Reddy, J.S. Patolia, K. Eswaran, R.A. Shah, B.K. Barot, M.R. Gandhi, A.S. Mehta; A.M. Bhatt and A.V.R. Reddy	US 10/819,001 AU 2004-318169 CN 2004-80042970.2 IL 178410 EP 04798818.3 MX PA/A/2006/011519 CA 25,52,206



	Title	Inventors	Patent No
13	Enhancement of anti tubercular activity of extract of salicornia brachiata	M.R. Rathod, B.D. Shethia, J.B. Pandya, P.K. Ghosh, P.J. Dodia, B.S. Srivastava, R. Srivastava, A. Srivastava, and V. Chaturvedi	MX PA/A/2006/011593 AP AP/P/2006/003773 EP 05757449.3 ZA 2006-07831 BR PI0510918-3
14	Iodizing agent and process for preparation thereof	P. K. Ghosh, S.H. Mehta, J.R. Chunawala, M.V. Sheth and M.R. Gandhi	US 10/879,510 WO: PCT/IN04/000910 CA 25,75,744 EP 04745133.1

## **Indian Patents Filed**

	Title	Inventors	Patent No
1	Photo-catalytic auto cleaning process of chilly and turmeric stains under fluorescent light	P.K. Ghosh, R.V. Jasra, D.B. Shukla, A.K. Bhatt and R.J. Tayade	03218/DEL/2006
2	Nutritious, tasty and affordable drink from sap of <i>kappaphycus alvarezii</i> seaweed and its preparation thereof	P.K. Ghosh, M.R. Rajyaguru, J.S. Patolia, P.V. Subba Rao and M.T. Shah	1824/DEL/2006
3	Preparation of organic-inorganic hybrid chiral sorbent	S.H.R. Abdi, R.I. Kureshy, N.H. Khan, R.V. Jasra, V.J. Mayani and A. Santosh	2160/DEL/2006
4	A method of removing phospholipids from rice bran oil (edible grade) by membrane process	K. Singh and V.J. Shah	2543/DEL/2006

## 2007-2008

# **Foreign Patents Granted**

	Title	Inventors	Patent No
1	Process for the recovery of low sodium salt from bittern	R.N. Vohra, P.K. Ghosh, M.R. Gandhi, H.L. Joshi, H.H. Deraiya, R.H. Dave, K. Halder, K.M. Majeethia, S.L. Daga, V.P. Mohandas and R.J. Sanghavi	IL 163,292 KR 10-0,804,196

	Title	Inventors	Patent No
2	Integrated method for production of carrageenan and liquid fertilizer from fresh seaweeds	K. Eswaran, P.K. Ghosh, A.K. Siddhanta, J.S. Patolia, C. Periyasamy, A.S. Mehta, (Mrs) K.H. Mody, B.K. Ramavat, K. Prasad, M.R. Rajyaguru, C.R.K. Reddy, J.B. Pandya and A. Tewari	CN ZL02,829,644.3 ID 0,091,080
3	Process for the preparation of a molecular sieve adsorbent for selectively adsorbing nitrogen and argon from a gaseous mixture with oxygen	J. Sebastian and R.V. Jasra	RU 2,297,276 JP 3,978,060
4	Low sodium salt of botanic origin	P.K. Ghosh, K.H. Mody, M.P. Reddy, J.S. Patolia, and K. Eswaran	US 7,208,189
5	A novel device for estimation of brine density in solar salt works from afar	P.K. Ghosh, K.M. Majeethia, M.R. Gandhi, J.N. Parmar, S.A. Chauhan, V.P. Mohandas and A.U. Hamidani	AU 348,764
6	Production of glycine micronutrient enriched NaCl crystals with near spherical shape and improved flow characteristics	P. Dastidar, A. Ballabh, P.K. Ghsoh, D.R. Trivedi, A. Pramanik and V. Kumar	US 7,220,189
7	An improved process for the single pot synthesis of 2,4,4,6 tetrabromo-2,5 cyclohexadienone	A.V. Bedekar, G. Ramachandraiah and P.K. Ghosh	AU 348,765
8	An improved catalytic process for the preparation of epoxides from alkenes	N.H. Khan, S.H.R. Abdi, R.I. Kureshy, S. Singh, I. Ahmad, R.V. Jasra and P.K. Ghosh	US 7,235,676
9	A process for the recovery of common salt and marine chemicals from brine in integrated manner	R.N. Vohra, P.K. Ghosh, V.P. Mohandas, H.L. Joshi, Ms.H.H. Deraiya, R.H. Dave K. Halder, R.B. Yadav, S.L. Daga, K.M. Majeethia and U.P. Saraiya	AU 212,675
10	Process for the preparation of a molecular sieve adsorbent for the size/shape selective separation of air	R.V. Jasra, C.D. Chudasama and J. Sebastian	JP 4,025,228



	Title	Inventors	Patent No
11	Process for the preparation of aldol derivatives from alkenes using catalyst	R.V. Jasra, V.K. Srivastava, R.S. Shukla, H.C. Bajaj and S.D. Bhatt	US 7,294,745
12	Improved process for simultaneous recovery of industrial grade potassium chloride and edible salt enriched with KCl (low sodium salt) from bittern	R.N. Vohra, P.K. Ghosh, A.B. Kasundra, H.L. Joshi, R.H. Dave, M.R. Gandhi, K.J. Langalia, K. Halder, S.L. Daga, R.D. Rathod, H.H. Deraiya, P.R. Jadav, V.P. Mohandas and A.U. Hamidani	AU 300,706
13	Eco friendly method of preparation of high purity tetrabromo bis phenol-A	G. Ramachandraiah, P.K. Ghosh, A.S. Mehta, R.P. Pandya, A.D. Jethava, S.S. Vaghela and S.N. Mishra	DE 60,127,652 EP 1,248,760
14	A process for the recovery of palladium from spent silica	A.B. Boricha, H.C. Bajaj, R.V. Jasra, P. Ghosh and P.K. Ghosh	KR 10-0,792,639
15	Process for the preparation of molecular sieve adsorbent for selective adsorption of oxygen from air	R.V. Jasra and C.D. Chudasama	US 7,319,082 KR 803,771
16	An electro chemical method for oxidation of bromide to bromine	G. Ramachandraiah, P.K. Ghosh, V.R.K.S. Susarla and S.S. Vaghela	RU 2,316,616
17	A process for the generation of precipitated CaCO <sub>3</sub> from CaCO <sub>3</sub> rich industrial by products	R.V. Jasra, P.M.Oza, R.S. Somani, J.R. Chunawala, M.V. Sheth, V.V. Thakar, Y.M. Badheka, J. Ayyer and V.B. Patel	JP 4,084,751
18	A process for the preparation of sodium silicate from kimberlite tailings	R.V. Jasra, H.C. Bajaj, R.S. Somani, H.M. Mody, J.R. Chunawala, D.L. Ghelani, H.N. Ranpara, D.J. Barochiya, S. Chandra, M.K. Dhar, C.K. Rao, and K. Kumar.	US 7,335,342
19	An ecofriendly process for acylation of alkylated benzene derivatives	R.V. Jasra, B. Tyagi and Y.M. Badheka	CN ZL2003-80110618.3

	Title	Inventors	Patent No
20	Catalytic epoxidation of styrene with molecular oxygen using metal ion exchanged zeolites	R.V. Jasra and J. Sebastian	US 7,345,182
21	An improved process for the preparation of non hazardous brominating reagent	G. Ramachandraiah, P.K. Ghosh, S. Adimurthy A.V. Bedekar, and D.B. Shukla	AU 2003-249,578

#### **Indian Patents Granted**

	Title	Inventors	Patent No
1	A process for the preparation of metal formats useful for making formic and oxalic acids	R.S. Shukla, R.B. Thorat, S.D. Bhatt, R.V. Jasra, A. Hussain and H.J. Padhiyar	IN 215,087
2	A device (ridger) useful for harvesting riding of salt/soil	H.N. Patel and S.L. Bhatt	IN 216,547
3	A process for the preparation of novel salen chiral transition metal catalyst useful in enantio-selective epoxidation of prochiral olefins	R.I. Kureshy, N.H. Khan, S.H.R. Abdi, S.T. Patel, P.K. Iyer and R.V. Jasra	IN 217,134

#### **Foreign Patents Filed**

	Title	Inventors	Patent Application No
1	Process of preparation of biodegradable films from semi-refined Kappa Carrageenan	P.K. Ghosh, A.K. Siddhanta, K. Prasad, R. Meena and A. Bhattacharya	GB 0709984.9 AU 2004/ 325362 PH 1-2007-501125 TZ TZ/P/07/00146 ID W00200701698 CN 2004/80044537.2
2	Photo-catalytic auto cleaning process of chilly and turmeric stains under fluorescent light	P.K. Ghosh, R.V. Jasra, D.B. Shukla, A.K. Bhatt and R.J. Tayade	KR 10-2007.7014560 EP 04816680.5 JP 2007-548971
3	A process for the preparation of amorphous silica from kimberlite tailings	R.V. Jasra, H.M. Mody, H.C. Bajaj, R.S. Somani, J.R. Chunawala, H.N. Ranpara, D.J. Barochiya, D.L. Ghelani, S. Chandra, M.K. Dhar and K. Kumar	CA 2592518 ZA 2007/05227 CN 2004/ 80044796.5



	Title	Inventors	Patent Application No
4	A process for the preparation of zeolite A from kimberlite tailings	R.V. Jasra, R.S. Somani, H.M. Mody, H.C. Bajaj, J.R. Chunawala, H.N. Ranpara, D.J. Barochiya, D.L. Ghelani, (All from CSMCRI,Bhavnagar) S. Chandra, M.K. Dhar, K. Rao, and K. Kumar (All from NMDC, Hyderabad)	CA 2592499 CN 200480044790.8 ZA 2007/05224 US 12/016970
5	Process for the preparation of aldol derivatives from alkenes using catalyst	R.V. Jasra, V.K. Srivastava, R.S. Shukla, H.C. Bajaj, and S.D. Bhatt	CN 200480044797 EP 4816688.8
6	Nutritious, tasty and affordable drink from sap of Kappaphycus alvarezii seaweed and its preparation thereof	P.K. Ghosh, M.R. Rajyaguru, J.S. Patolia, P.V. Subba Rao and M.T. Shah	WO PCT/IN07/00338 US 11/891763
7	Preparation of organic-inorganic hybrid chiral sorbent	S.H.R. Abdi, R.I. Kureshy, N.H. Khan, R.V. Jasra, V.J. Mayani and A. Santosh	WO PCT/IN07/00376
8	Green catalytic process for the synthesis of acetyl salicylic acid	R.V. Jasra, B. Tyagi and M.K. Mishra	US 11/859001
9	A method of removing phospholipids from rice bran oil (edible grade) by membrane process	K. Singh and V.J. Shah	US 11/986805
10	A cost-effective process for preparation of solar salt having high purity whiteness	I. Mukhopadhyay, P.K. Ghosh, V.P. Mohandas, A.U. Hamidani, V.R.K. Susarla and R.J. Sanghavi	EP 05824311.4 US 11/992533 CN 2005/ 80051704.0
11	An improved process for the preparation of fatty acid methyl ester (biodiesel) from triglycerides oil through transesterfication	P.K. Ghosh, S. Adimurthy, M.R. Gandhi, N.K. Vaghela, M.R. Rathod, B.D. Shethia, J.B. Pandya, R.A. Parmar, P.J. Dodia, M.G. Patel, D.R. Parmar and S.N. Patel	IL 189618 AU 2004324250 ID W00200800714
12	A novel iodizing agent and preparation thereof	P.K. Ghosh, S.H. Mehta, J.R. Chunawala, M.V. Sheth and M.R. Gandhi	AU 2004325827
13	Improved process for the recovery of sulphate of potash (SoP) from sulphate rich bittern	P. Paul, P.K. Ghosh, K.J. Langalia, P.S. Subramanian, E. Suresh, S. Patra and P. Agnihotri	IL 190373

#### **Indian Patents Filed**

	Title	Inventors	Patent Application No
1	Process for the manufacture of finely divided precipitated silica	R.V. Jasra, H.M. Mody, R.S. Somani, H.C. Bajaj, D.B. Shukla and N. Ramesh	0954/DEL/2007
2	Green catalytic process for the synthesis of acetyl salicylic acid	R.V. Jasra, B. Tyagi and M.K. Mishra	2371/DEL/2007
3	A stable iodine water concentrate formulation to iodinate drinking water for the effective prevention of iodine deficiency disorders	D. Livingston, A. Husain and	0059/DEL/2008
4	An improved process of preparation of common salt of high purity from brines in solar salt pans	A. Kumar, P.K. Ghosh, V.P. Mohandas, I. Mukhopadhyay, J.J. Shukla and R.J. Sanghavi	0057/DEL/2008
5	A solid nutrient media useful for isolating and identifying alkali-philic bacteria	G. Gnanasekaran, K.H. Mody, S. Datta and B. Jha	0058/DEL/2008
6	Free flowing 100-500 mm size spherical crystals of common salt and process for preparation thereof	I. Mukhopadhyay, P.K. Ghosh and V.P. Mohandas	0060/DEL/2008
7	A process for the preparation of stable iodate-exchanged synthetic hydrotalcite with zero effluent discharge	P.K. Ghosh, M.R. Gandhi, S.H. Mehta, G. Ramachandraiah, J.R. Chunawala, M.V. Sheth, and G.S. Gohil	0207/DEL/2008



# 4. Papers / Lectures Presented in Seminars / Symposia

Sr No	Title of the paper	Name of the Seminar/ Conference	Venue	Author(s)
1	Ultrafast H-Bonding dynamics of fluoride sensing ruthenium complexes.	Trombay Symposium on Radiation and Photo-chemistry, January 5-9, 2006	BARC, Mumbai	D. Amilan Jose, Prasenjit Kar, Debasis Koley, Bishwajit Ganguly, Walter Thiel, Hirendra N. Ghosh, Amitava Das
2	A safe, efficient and environment friendly brominating reagents as boon to chemists and druggists	International Symposium on Advances in Organic Chemistry (INSOC), January 9-12, 2006	School of Chemical Sci., Mahatma Gandhi University, Kottayam, Kerala	S. Adimurthy, G. Ramachandraiah, P.K. Ghosh
3	Redox switchable NIR dye derived from Ru-dioxolene- porphyrin system and possible electron transfer dynamics	Workshop on radiation and Photochemistry (PUWORP-2006), January 10-11, 2006	Pune University, Pune	Amitava Das
4	Self assembled helical strands and hollow microtubes of some organic dicarboxylic acids	RSC-West India Section Student Symposium-2006, October 13-14, 2006	Department of Chemistry Faculty of Science, M.S. University Vadodara	P. Mosae Selvakumar, E. Suresh, P.S. Subramanian
5	DFT calculation on a new chiral and achiral proton sponge	RSC-West India Section Student Symposium-2006, October 13-14, 2006	Dept. of Chem. Faculty of Science, M.S. University, Vadodara	Ajeet Singh, Shampa Chakraborty, Bishwajit Ganguly
6	Phenol and catechol-based Ru(II)-polypyridyl complexes as new class of colorimetric sensors for fluoride ion	Royal Society of Chemistry-WIS Student Symposium –2006 (RSC-WIS 2006), October 13-14, 2006	M.S. University, Vadodara	D. Amilan Jose, Prasenjit Kar, M Suresh, Debasis Koley, Bishwajit Ganguly, Walter Thiel, G.Ramakrishna, Dipak K. Palit and Hirendra N. Ghosh, Amitava Das

Sr No	Title of the paper	Name of the Seminar/ Conference	Venue	Author(s)
7	Anion controlled nano-structure generation from trisbipyridyl ruthenium(II) Complexes	Royal Society of Chemistry-WIS Student Symposium –2006 (RSC-WIS 2006), October 13-14, 2006	M.S. University, Vadodara	Amrita Ghosh, D. Amilan Jose, Krishna Kumar, Amitava Das
8	S u b s t i t u t e d cis-azadecalines as proton sponge: A density functional Study	International Symposium on material Chemistry, December 4-8, 2006	Chemistry Division, Bhabha Atomic Research Centre, Mumbai	Ajeet Singh, Shampa Chakraborty, Bishwajit Ganguly
9	Interfacial electron transfer dynamics in osmium polypyridyl complexes sensitized TiO <sub>2</sub> and ZrO <sub>2</sub> nano-particles	National Symposium on Radiation and Photochemistry (NSRP 2007), January 29-31, 2007	Madras University, Chennai	Sandeep Verma, Prasenjit Kar, Amitava Das, Dipak K. Palit, Hirendra N. Ghosh
10	Photoresponsive molecular half-subtractor based on 2,2'-bipyridyl-3, 3'-diol	National Symposium on Radiation and Photochemistry (NSRP 2007), January 29-31, 2007	Madras University, Chennai	M. Suresh, D. Amilan Jose, Amitava Das (Best Poster Award)
11	DNA binding properties of a newly synthesized Ru(II)- polypyridyl complex	National Symposium in Chemistry (NSC-9) (2006), February 1-4, 2007	Madras University, Chennai	Amrita Ghosh, Amit Mandoli, D. Krishna Kumar, Tamal Ghosh, Bhavanath Jha, Amitava Das
12	Fluorescent molecular sensors: Synthesis and ion recognition study	National seminar on Emerging Trends in Supramolecular Research, March 30-31, 2007	Gujarat University, Ahmedabad	Subrata Patra and Parimal Paul (Best Poster Award)
13	Viable staining for prokaryotes and eukaryotes with a Zn(II)-complex of Bis-pyridine amine derivative.	National Symposium on Modern Trends in Inorganic Chemistry (MTIC-XII), December 6-8, 2007	IIT Madras, Chennai	D. Amilan Jose, Amrita Ghosh, Anupama Shrivastav, Sanjiv K. Mishra, Sandhya Mishra, Amitava Das



Sr No	Title of the paper	Name of the Seminar/ Conference	Venue	Author(s)
14	Chiral coordination polymer: Phenanthroline induced inclusion of helical water chain in [{Cu(L-tryp)(Phe)}(ClO <sub>4</sub> )(3H <sub>2</sub> O)]	Symposium on Modern trends in Inorganic Chemistry (MTIC-XII), December 6-8, 2007	IIT Madras, Chennai	P. Mosae Selvakumar, E. Suresh, P.S. Subramanian
15	Luminescent metalloreceptors of Ru(II) and Re(I): synthesis, electrochemical behaviour and optical sensing towards cations and anions	Symposium on Modern trends in inorganic chemistry (MTIC-XII), December 6-8, 2007	IIT Madras, Chennai	Subrata patra, K. R. Sreenidhi, Vinod P. Boricha, E.Suresh, Parimal Paul
16	Half-subtactor operation in pH responsive N-Heterocyclic amines	Trombay Symposium on Radiation and Photochemistry (TSRP 2008), January 7-11, 2008	Pune	M.Suresh, A. Ghosh, Amitava Das (Best Poster Award)
17	Polypyridyl-based metal complexes of ruthenium(II) and/or osmium(II): Synthesis, characterization, photo-induced activity and ion recognition Study	10 <sup>th</sup> CRSI National Symposium 2008 CRSI-Medal Lecture, <b>31 Jan- 3 Feb, 2008</b>	Indian Institute of Science, Bangalore	Parimal Paul
18	A computational study towards the rotational barriers of thioamides	10 <sup>th</sup> CRSI National Symposium 2008, <b>31 Jan- 3 Feb, 2008</b>	Indian Institute of Science, Bangalore	M. K. Kesharwani, Bishwajit Ganguly
19	DFT calculation on a new chiral and achiral proton sponges	5 <sup>th</sup> All Gujarat Research Scholars, Meet (AGRSM 08), <b>February 15, 2008</b>	Department of Chemistry, Faculty of Science, M.S. University, Vadodara	Ajeet Singh, Bishwajit Ganguly
20	Electrochemical properties of multi-wall carbon nano-tubes: Effect of heat treatment on the LI ion insertion process	Green Chemistry Seminar in Indian Council of Chemists, December 27-29, 2006	Birla College, Kalyan, Mumbai	I. Mukhopadhyay

Sr No	Title of the paper	Name of the Seminar/ Conference	Venue	Author(s)
21	Robust nanostructure of porphyrin derivatives by mixing solvent approach through non-bonded interaction	International Conf. on Nano Science and Nano Technology (ICONSAT 2006), March 16-18, 2006	Indian Habitat Center, New Delhi	A. Ghosh, A. Jose, A. Das, I. Mukhopadhyay
22	Imidazolium based room temperature ionic liquids: unique transitions in internal pressure	National symposium on modern trends in chemical sciences, October 6-7, 2006	Department of Chemistry, Kurukshetra University, Kurukshetra	Arvind Kumar
23	Achieving sustainable technologies through chemistry	Key note address in the Seminar on Advances in Chemistry, June 18, 2006	V P Science College, S.P. University, V. V. Nagar	R.V. Jasra
24	Control of nano-sized interlayer space of lamellar vanadyl benzylphosphate	Zeolites and Microporous Crystals (ZMPC 2006) July 31-August 2, 2006	Yonago, Tottori Prefecture, Japan	Atsushi Satsuma, Hironaka Kanbe, S. Kannan, Shin-ich Komai, Tadashi Hattori
25	Preparation of Fe-promoted vanadyl pyrophosphate through nanospace sandwich	Symposium on Design of Advanced Materials Using Nano-space (ISDAM-2006), August 4, 2006	International Osaka University, Japan	S. Kannan, Hironaka Kanbe, Takuya Ohkura, Tadashi Hattori, Atsushi Satsuma
26	Recent developments in the hydroformylation processes in manufacturing of fine chemicals	59th Annual Session of Indian Institute of Chemical Engineers CHEMCON-2006, December 27-30, 2006	GNFC, Bharuch	S.K. Sharma, P.A. Parikh, R.V. Jasra
27	Purification of calcium carbonate-rich by product of fertilizer industry to precipitated calcium carbonate		GNFC, Bharuch	J.R. Chunawala, R.S. Somani, R.V. Jasra, J.H. Patel, V.B. Patel, J. Ayyer
28	Recovery of palladium from palladium phthalocyanine complex adsorbed on silica	59th Annual Session of Indian Institute of Chemical Engineers CHEMCON-2006, December 27-30, 2006	GNFC, Bharuch	A.B. Boricha, H.C. Bajaj, P.K. Ghosh, R.V. Jasra



Sr No	Title of the paper	Name of the Seminar/ Conference	Venue	Author(s)
29	Clean chemical transformation through catalysis	Annual Meeting of the Chemical Research Society of India (CRSI) and National Symposium in Chemistry (NSC-9), February 1-4, 2007	Delhi University, Delhi	R.V. Jasra
30	Synthesis and characterization of Mg-Al-hydrotalcite	Poster presentation in the National Symposium in Chemistry (NSC-9), <b>February 1-4, 2007</b>	Delhi University, Delhi	Beena Tyagi, Ulka Sharma, R.V. Jasra
31	Single step, solvent free synthesis of 7-substituted 4-methyl coumarins over nano-crystalline sulfated zirconia catalyst	Poster presentation in the "International Conference on Materials for the Millennium", March 1-3, 2007	Department of Applied Chemistry, Cochin University of S&T (CUSAT), Kochi	Beena Tyagi, M.K. Mishra, R.V. Jasra
32	Synthesis and characterization of SiO <sub>2</sub> -ZrO <sub>2</sub> mixed oxides xerogel and aerogel prepared by sol-gel technique	Poster presentation in the "International Conference on Materials for the Millennium", March 1-3, 2007	Department of Applied Chemistry, Cochin University of S&T (CUSAT), Kochi	Beena Tyagi, K.B. Sidhpuria, R.V. Jasra
33	Hydrogen sorption in transition metal exchanged zeolite X	Poster presentation in the "International Conference on Materials for the Millennium", March 1-3, 2007	Department of Applied Chemistry, Cochin University of S&T (CUSAT), Kochi	K.P. Prasanth, H.C. Bajaj, R.V. Jasra
34	Adsorption of Cu <sup>2+</sup> on amino - functionalized silica gel from aqueous solution of copper sulphate	Poster presentation in the "International Conference on Materials for the Millennium", March 1-3, 2007	Department of Applied Chemistry, Cochin University of S&T (CUSAT), Kochi	Manu Vasudevan, H.M. Mody, H.C. Bajaj, R.V. Jasra
35	Synthesis of Co(II) Al(III) HT-like materials: A comparative study of different methodologies	Poster presentation in the "International Conference on Materials for the Millennium", March 1-3, 2007	Department of Applied Chemistry, Cochin University of S & T, (CUSAT), Kochi	C.M. Jinesh, J.C.A. Antonyraj, S. Kannan

Sr No	Title of the paper	Name of the Seminar/ Conference	Venue	Author(s)
36	Photo-catalysis in commercial situations	Lecture delivered in the UGC sponsored National Workshop on "Photo and Analytical Chemistry", March 7-8, 2007	International College of Girls, Jaipur	R.V. Jasra
37	Pro-activity nature: An ability to be more effective	Lecture delivered in the UGC sponsored National Workshop on "Photo and Analytical Chemistry", March 7-8, 2007	International College of Girls, Jaipur	R.V. Jasra
38	Chemazole	Lecture National Symposium on Future Directions in Catalysis, March 9, 2007	Institute of Technology, Nirma University, Ahmedabad	R.V. Jasra
39	Nano clays in pharmaceuticals and healthcare products	Lecture Nirma University of Science & Technology, March 16, 2007	Nirma University of Science & Technology, Ahmedabad	R.V. Jasra
40	A whiff of nano, hybrid and molecular materials	Seminar on "Recent Advances on Material Science" March 25, 2007	Saurashtra University, Rajkot	R.V. Jasra
41	Molecular recognition in nanoporous materials	National Seminar on Emerging Trends in Supramolecular Research, March 30, 2007	Department of Chemistry, Gujarat University, Ahmedabad	R.V. Jasra
42	Prospects & opportunities for membrane technology in drinking water and wastewater treatment in Indian context: CSMCRI's experience	International Workshop on R & D Frontiers in Water and Wastewater Management, January 20-21, 2006	NEERI, Nagpur	A.V.R. Reddy, C.V. Devmurari, J.J. Trivedi, A. Prakash Rao, S.V. Joshi, P. K. Ghosh
43	Membrane technologies for water purification	Developments in Waste Water Recycling and Water Purification Technologies- Reaching out to the people, March 21-22, 2006	IIT, Delhi	A.V.R. Reddy



Sr No	Title of the paper	Name of the Seminar/ Conference	Venue	Author(s)
44	Complexity of silicate/ aluminosilicate polymerisation: Some insights using small angle X-Ray scattering study	13th International Conference on Small Angle Scattering, July 9-13, 2006	Kyoto, Japan	P.S. Singh
45	Membrane separations in green chemical processes	Workshop on Green Chemistry, September 2006	M.S. University, Vadodara.	A.V.R. Reddy
46	Small angle neutron scattering from nanoscale building blocks of polyamide 'Reverse Osmosis' membrane	DAE Solid State Physics Symposium, December 28-31, 2006	Bhopal, India	P.S. Singh, V.K. Aswal, P.K. Ghosh, S.V. Joshi, A.P. Rao, P.S. Goyal
47	Functionalized polysulfone membranes: Characterization and their separation performances	43rd Annual convention of chemists, 2006	B. A. M. University, Aurangabad	P. Yogesh, P. Paul, S. Basu, A. Bhattacharya
48	Techniques for water desalination & wastewater treatment: Prospects and opportunities	Workshop in Hindi on Water purification technologies, December, 2006	RRL, Bhubaneswar	Kripal Singh
49	Carbon nano tube membranes for water desalination	Trombay symposium on desalination and water reuse, February 7-9, 2007	BARC, Mumbai	H. Raval, Jaydev Gohil
50	Chlorine stability of fully aromatic and aromatic-aliphatic polyamide thin film composite membranes	Trombay symposium on desalination & water reuse, February 7-9, 2007	BARC, Mumbai	D. Manish, P.R. Buch, A.Prakash Rao, J.J. Trivedi, A.V.R. Reddy
51	Preparation, characterization and acid stability of poly (acrylonitrile-co- itaconic acid) ultra-filtration membranes	Trombay symposium on desalination & water reuse, February 7-9, 2007	BARC, Mumbai	Y. Dave, V. Balaji, A.V.R. Reddy

Sr No	Title of the paper	Name of the Seminar/ Conference	Venue	Author(s)
52	Organic-inorganic composite proton-exchange membranes in aqueous media for fuel cell applications	National Symposium on Modern trends in Chemical Sciences, October 6-7, 2006	Kurukshetra University	Vinod K. Shahi
53	Modified biomaterial: N-Methylene phosphonic and quaternized chitosan composite membranes for electrolyte separations	National Symposium or Modern trends in Chemical Sciences, <b>October 6-7, 2006</b>	Kurukshetra University	Arunima Saxena, Arvind Kumar, Vinod K. Shahi
54	Electrochemical treatment of azodyes by dimentionally stabilized catalytic anode	State Level Seminar 2006 on Recent Advances in Chemistry, June 18-19, 2006	VP & RPTP Science College, Vallabh Vidyanagar	J.P. Mehta, P.N. Bhatt, B.B. Mehta, V.N. Sutaria, G. Ramachandraiah
55	"Ships for scrap at Alang Sosiya: Looming of small plastics in marine sediments" Algalita Marine Research Foundation. AMRF, USA	Plastics in the Marine Environment: Impacts, Analysis, and Fates, June 12-13, 2006	Southern California Academy of Science (SCAS), Pepperdine University, Malibu, USA	G. Ramachandraiah
56	pH controlled transport of proteins through charged membranes under coupled driving forces	9 <sup>th</sup> CRSI National Symposium in Chemistry, <b>February 1-4, 2007</b>	Department of Chemistry, Delhi University, Delhi	Arunima Saxena, Vinod K. Shahi
57	Organic-inorganic composite polyelectrolyte membranes for direct methanol fuel cell applications	International Conference on Polymeric Materials in Power Engineering, October 4-6, 2007	Central Power Research Institute, Bangalore	Bijay P. Tripathi, Vinod K. Shahi
58	Can indigenous membranes work? New frontiers - emerging applications for alkali industry	International Conference on Alkali Industry – Strategies For Globalization & Increasing Competitiveness of the Alkali Industry, March 14-15, 2007	Hotel Taj Residency, Vadodara	G. Ramachandraiah



Sr No	Title of the paper	Name of the Seminar/ Conference	Venue	Author(s)
59	Production of ultra pure water by EDI method	Symposium on Desalination & Water Reuse, February 2007	BARC, Mumbai	S.K. Thampy, B.S. Makwana, B.G. Shah
60	Phycoerythrin content in porphyra vietnamensis (T.Tanaka & Pham Hoang Ho) from different localities along Indian coast in relation to ecological factors	International Conference on Applied Phycology Delhi, February 14-15, 2006	Delhi	Sanjiv K. Mishra, Sandhya Mishra, K. Ganesan, Vaibhav A. Mantri, P.V. Subba Rao
61	Seaweed biodiversity: A global perspective and prospects for future research	Algal biodiversity and its role in bioremediation, September 23-25, 2006	RKM Vivekananda College, Chennai	C.R.K. Reddy, B. Jha
62	Isolation, purification, characterization and application of agarase from a marine <i>Bacillus megaterium</i>	National Conference on Emerging Trends in Microbiology & Biotechnology, January 29-30, 2007	Bikaner, Rajasthan	Yasmin Khambhaty, K.H. Mody, B. Jha
63	Evaluation of biosurfactant/ bioemulsifier produced by <i>Planococcus</i> sp.	National Conference on Emerging Trends in Microbiology & Biotechnolog, January 29-30, 2007	Bikaner, Rajasthan	Anita Iyer, K.H. Mody, B. Jha
64	Biosorption of Hg(II) on dead biomass of marine Aspergillus niger	International Conference on Biology of Yeasts and Filamentous Fungi, February 15-17, 2007	National Chemical Laboratory, Pune	Yasmin Khambhaty, K.H. Mody, B. Jha
65	Seaweeds micro-propagation techniques and their potentials: An over view	19 <sup>th</sup> International Seaweed Symposium on "Seaweeds: Science and Technology for Traditional and Modern Utilization", <b>March 26-31, 2007</b>	International Conference Center in Kobe, Japan	C.R.K. Reddy, B. Jha, Y. Fujita, M. Ohno

Sr No	Title of the paper	Name of the Seminar/ Conference	Venue	Author(s)
66	Comparison of spore output and viability in <i>Gracilaria corticata</i> and <i>G. dura</i> from India	19 <sup>th</sup> International Seaweed Symposium on "Seaweeds: Science and Technology for Traditional and Modern Utilization", <b>March 26-31, 2007</b>	International Conference Center in Kobe, Japan,	V.A. Mantri, M.C. Thakur, C.R.K. Reddy, B. Jha
67	Liquid seaweed fertilizer as a source of nutrients to crops	National Seminar on Standards and Technologies of Non- Conventional Organic Inputs, April 8-9, 2006	P.D.C.S.R. (ICAR), Meerut (UP)	J.S. Patolia, S.T. Zodape, D.R. Chaudhary, Arup Ghosh, M.R. Rajyaguru
68	Effect of plant growth promoting rhizobacteria and vesicular arbuscular mycorrhiza on nutrient content of jatropha ( <i>Jatropha curcas</i> L.)	International Conference on Bio-Fuel Vision 2015, October 3-15, 2006	Bikaner, Rajasthan	D.R. Chaudhary, Arup Ghosh, J. Chikara, J.S. Patolia
69	Nutrient rich vegetable health salts	Third Nutraceutical Summit, November 15 -17, 2006	Mumbai, Maharastra	P.K. Ghosh, M.P. Reddy, K.H. Mody, M.R. Gandhi, N.R. Vyas
70	Natural resources conservation use and sustainability in dry lands	Regional Conference on Wasteland Development, December 18-20, 2006	Bhuj, Gujarat	M.P. Reddy, D.R. Chaudhary
71	Pollen fertility studies in various provenances of <i>Jatropha curcas</i>	National Seminar on "Reproductive Biology of Angiosperms", February 27-28, 2007	Botany Department, Smt. S.M.Panchal Science College, Talod, Gujarat	Aniruddha Singh Zala, Aruna R. Prakash, J. Chikara, J.S. Patolia
72	Response of Jatropha curcas grown on wasteland to nitrogen and phosphorus fertilization	National workshop on Biofuels, March 22-23, 2007	MERADO, Ludhiana, Punjab	Arup Ghosh, D.R. Chaudhary, J. Chikara, H.M. Bhuva, D.R. Parmar, J.S. Patolia
73	Floral biology and flowering behavior of <i>J.curcas</i>	International seminar on <i>J.curcas</i> - agronomy and genetics,  March 26-28, 2007	Wageningen, The Netherlands	Aruna R. Prakash, J.S. Patolia, J. Chikara, G.N. Boricha



Sr No	Title of the paper	Name of the Seminar/ Conference	Venue	Author(s)
74	Provenance trial for selection of high yielding Jatropha curcas on wastelands	International seminar on <i>J. curcas</i> , agronomy and genetics, March 26-28, 2007	Wageningen, The Netherlands	J.S. Patolia, J. Chikara, Aruna R. Prakash, Arup Ghosh, H.M. Bhuva, D.R. Chaudhary
75	Response of <i>J.curcas</i> under different spacing to Jatropha de-oiled cake	International seminar on <i>J. curcas</i> , agronomy and genetic,  March 26-28, 2007	Wageningen, The Netherlands	Arup Ghosh, J.S. Patolia, D.R. Chaudhery, J. Chikara, S.N. Rao, D. Kumar, G.N. Boricha, Aniruddha Zala
76	Response of <i>J.curcas</i> grown on wasteland to N&P	International seminar on <i>J. curcas</i> agronomy and genetics, March 26-28, 2007	Wageningen, The Netherlands	J.S. Patolia, Arup Ghosh, J. Chikara, D.R. Chaudhary, D.R. Parmar, H.M. Bhuva
77	Improvement of a degraded Entisol with <i>J.curcas</i> under an India semi arid condition	International seminar on " <i>J.curcas</i> , agronomy and genetics",  March 26-28, 2007	Wageningen, The Netherlands	J.O. Ogunwole, J.S. Patolia, D.R. Chaudhary, Arup Ghosh, J. Chikara
78	Genetic improvement of <i>Jatropha curcas</i> adaptability and oil yield	Paper read in FACT Seminar, March 26-28, 2007	Wageningen, Netherlands	M.P. Reddy, J. Chikara, J.S. Patolia, Arup Ghosh
79	Room temperature ionic liquids: Dual nature and unique physical - chemical properties	National Conference on recent advancement and developments in chemical sciences, January 7-8, 2008	P. G. Department of Chemistry, DAV College, Abohar, Punjab	Arvind Kumar
80	Chiral polymeric vanadium (V) salen complexes as efficient and recyclable catalysts for the asymmetric addition of trimethylsilyl cyanide to aldehydes	18 <sup>th</sup> National Symposium & Indo-US Seminar on Catalysis, <b>April 16-18, 2007</b>	Indian Institute of Petroleum, Dehradun	Santosh Agrawal, N.H. Khan, R.I. Kureshy, S.H.R. Abdi, V.J. Mayani, R.V. Jasra

Sr No	Title of the paper	Name of the Seminar/ Conference	Venue	Author(s)
81	Isomerization of eugenol to isoeugenol on transition metal modified hydrotalcites	18 <sup>th</sup> National Symposium & Indo-US Seminar on Catalysis, <b>April 16-18, 2007</b>	Indian Institute of Petroleum, Dehradun	C.M. Jinesh, J.C.A. Antonyraj, S. Kannan
82	Development of organic-inorganic hybrid chiral sorbent for chiral resolution of racemic compounds	18 <sup>th</sup> National Symposium & Indo-US Seminar on Catalysis, <b>April 16-18, 2007</b>	Indian Institute of Petroleum, Dehradun	V.J. Mayani, S.H.R. Abdi, R.I. Kureshy, N.H. Khan, Santosh Agrawal, R.V. Jasra
83	Oxidative kinetic resolution of secondary alcohols catalyzed by recyclable chiral dimeric Mn(III) salen catalyst	National Symposium & Indo-US Seminar on Catalysis, April 16-18, 2007	Indian Institute of Petroleum, Dehradun	Kavita Pathak, A. Bhatt, S.H.R. Abdi , R.I. Kureshy, N.H. Khan, R.V. Jasra
84	Recylable polymeric Cr(III) salen complexes catalyzed enantioselective aminolytic kinetic resolution (AKR) of <i>trans</i> epoxides	18 <sup>th</sup> National Symposium & Indo-US Seminar on Catalysis, <b>April 16-18, 2007</b>	Indian Institute of Petroleum, Dehradun	A. Bhatt, R.I. Kureshy, S. Singh, N.H. Khan, S.H.R. Abdi, R.V. Jasra
85	Isomerization of longifolene to tetralene derivative over nano-crystalline sulfated-zirconia	Poster presentation, in the 18 <sup>th</sup> National Symposium & Indo-US Seminar on Catalysis, <b>April 16-18, 2007</b>	Indian Institute of Petroleum, Dehradun	Beena Tyagi, M.K. Mishra, R.V. Jasra
86	Hantzsch pyridine synthesis using layered double hydroxides as solid base catalysts	Poster presentation, in the 18 <sup>th</sup> National Symposium & Indo-US Seminar on Catalysis, <b>April 16-18, 2007</b>	Indian Institute of Petroleum, Dehradun	J.C.A. Antonyraj, S.Kannan.
87	4-Methyl-2-pentanol dehydration over SiO <sub>2</sub> -ZrO <sub>2</sub> mixed oxide xerogel and aerogel prepared by sol-gel technique	Poster presentation, in the 18 <sup>th</sup> National Symposium & Indo-US Seminar on Catalysis, <b>April 16-18, 2007</b>	Indian Institute of Petroleum, Dehradun	Beena Tyagi, K.B. Sidhpuria, R.V. Jasra



Sr No	Title of the paper	Name of the Seminar/ Conference	Venue	Author(s)
88	Hydrotalcite for CO <sub>2</sub> adsorption	Poster presentation, in the 18 <sup>th</sup> National Symposium & Indo-US Seminar on Catalysis, <b>April 16-18, 2007</b>	Indian Institute of Petroleum, Dehradun	Beena Tyagi, Ulka Sharma, R.V. Jasra
89	Toluene hydrodearomatization over Rh supported ZSM-5 for cleaner transportation fuels	Poster presentation, in the 18 <sup>th</sup> National Symposium & Indo-US Seminar on Catalysis, <b>April 16-18, 2007</b>	Indian Institute of Petroleum, Dehradun	K.B. Sidhpuria, P.A. Parikh, Pratap Bahadur, R.V. Jasra
90	Catalytic epoxidation of alkenes with $CO^{2+}$ – exchanged zeolite-X heterogeneous catalyst using molecular oxygen under pressure	Poster presentation, in the 18 <sup>th</sup> National Symposium & Indo-US Seminar on Catalysis, <b>April 16-18, 2007</b>	Indian Institute of Petroleum, Dehradun	K.M. Jinka, Jince Sebastian, R.V. Jasra
91	Ruthenium complex catalyzed oxidation of methane by molecular oxygen at moderate pressure under homogeneous conditions	Poster presentation, in the 18 <sup>th</sup> National Symposium & Indo-US Seminar on Catalysis, <b>April 16-18, 2007</b>	Indian Institute of Petroleum, Dehradun	M.D. Khokhar, S.D. Bhatt, R.S. Shukla, R.V. Jasra
92	Solvent free aldol condensation of propanal using solid base catalysts	Poster presentation, in the 18 <sup>th</sup> National Symposium & Indo-US Seminar on Catalysis, <b>April 16-18, 2007</b>	Indian Institute of Petroleum, Dehradun	S.K. Sharma, Parimal A. Parikh, R.V. Jasra
93	α-Pinene oxidation using molecular oxygen with metal ion exchanged zeolites	Poster presentation, in the 18 <sup>th</sup> National Symposium & Indo-US Seminar on Catalysis, <b>April 16-18, 2007</b>	Indian Institute of Petroleum, Dehradun	M.V. Patil, M.K. Yadav, R.V. Jasra
94	Comparative study of hydrogenation of cyclic olefins in presence of RuCl <sub>2</sub> (PNP <sub>3</sub> ) and RuCl <sub>2</sub> (PPh <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	Poster presentation, in the 18 <sup>th</sup> National Symposium & Indo-US Seminar on Catalysis, <b>April 16-18, 2007</b>	Indian Institute of Petroleum, Dehradun	R.S. Dhayal, D.U. Parmar, H.C. Bajaj, R.V. Jasra

Sr No	Title of the paper	Name of the Seminar/ Conference	Venue	Author(s)
95	Photocatalytic behaviors of Fe (III) doped titania semiconductors prepared from different Fe(III) ion source	Poster presentation, in the 18 <sup>th</sup> National Symposium & Indo-US Seminar on Catalysis, <b>April 16-18, 2007</b>	Indian Institute of Petroleum, Dehradun	P. K. Surolia, R.J. Tayade, R.V. Jasra
96	Co(II)-exchanged zeolite X as efficient heterogeneous catalyst for epoxidation of alkenes using molecular oxygen	Oral Presentation at Korea-Japan Students Exchange workshop, May 19, 2007	Yonsei University, Seoul, South Korea	Krishna Mohan Jinka, Jince Sebastian, Raksh Vir Jasra, Sang-Eon Park
97	Participation in Workshop on Light Path to India	Workshop on Light Path to India: R&D Network and Distance Education organized by CSIR, May 25, 2007	New Delhi	H.C. Bajaj
98	Baeyer-Villiger oxidation of cyclic ketones over microwave synthesized mesoporous Sn-ZSM-5	KOSEF A3 Foresight program seminar, 2 <sup>nd</sup> New Developments on Nanoporous Materials- 2007, <b>June 14, 2007</b>	Inha University, Incheon, South Korea	Krishna Mohan Jinka, Raksh Vir Jasra, Sang-Eon Park
99	Introduction to nano-materials	Lecture delivered in the Seminar at Nirma University, Ahmedabad, August 18, 2007	Nirma University, Ahmedabad	R.V. Jasra
100	Future directions in catalysis	Lecture delivered at corporate R&D centre, BPCL, Greater NOIDA, October 24, 2007	R&D centre, BPCL, Greater NOIDA	R.V. Jasra
101	Novel materials for environmental challenges	Invited lecture in the Fifth NEERI-NIMS (Indo-Japanese) Workshop, Nov 1 - 2, 2007	NEERI, Nagpur	R.V. Jasra



Sr No	Title of the paper	Name of the Seminar/ Conference	Venue	Author(s)
102	Reference materials for porous textural analysis	Lecture delivered in the 11 <sup>th</sup> Five Year Plan meeting on the Certified Reference Materials programme, November 5-6, 2007	National Physical Laboratory, Delhi	R.S. Shukla
103	Participation in 2 <sup>nd</sup> Joint Workshop on "Designing Materials through Nano-technology" during 26-28 December, 2007	2 <sup>nd</sup> Joint Workshop on "Designing Materials through Nano-technology, <b>December 26-28, 2007</b>	Beijing, China	R.V. Jasra
104	Nano-science & Technology	Lecture delivered in the Symposium on Prospective Role of Nano-science & Technology in the Industrial Development of Gujarat, January 9, 2008	DDIT, Nadiad	R.V. Jasra
105	A novel eco-friendly multi-functional catalyst system for the synthesis of C <sub>8</sub> aldehydes and alcohols from propylene in a single pot	Oral presentation at 5 <sup>th</sup> All Gujarat Research Scholars Meet, <b>February 17, 2008</b>	Applied Chemistry Department, M.S. University, Vadodara	Sumeet K. Sharma, Vivek K. Srivastava, Ram S.Shukla, Parimal A. Parikh Raksh V. Jasra (Awarded First Prize)
106	Synthesis, characterization and catalytic activity of microwave synthesized meso-porous tin MFI catalysts	Oral presentation at 5 <sup>th</sup> All Gujarat Research Scholars Meet, <b>February 17, 2008</b>	Applied Chemistry Department, M.S. University, Vadodara	Krishna Mohan Jinka, Sang –Eon Park, Raksh Vir Jasra (Awarded Second Prize)
107	Photocatalytic degradation of nitrobenzene using transition metal impregnated ETS-10 zeolites	Oral presentation at 5 <sup>th</sup> All Gujarat Research Scholars Meet, <b>February 17, 2008</b>	Applied Chemistry Department, M.S. University, Vadodara	Praveen K. Surolia, R.J. Tayade, R.V. Jasra
108	Hydrogen sorption in transition metal modified NaETS-4	Oral presentation at 5 <sup>th</sup> All Gujarat Research Scholars Meet, <b>February 17, 2008</b>	Applied Chemistry Department, M.S. University, Vadodara	K.P. Prashanth, H.C. Bajaj, K.Y. Choo, T.H. Kim, Raksh V. Jasra

Sr No	Title of the paper	Name of the Seminar/ Conference	Venue	Author(s)
109	Photocatalytic activity of nanocrystalline TiO <sub>2</sub> synthesized by sol-gel and solution combustion methods	Oral presentation at 5 <sup>th</sup> All Gujarat Research Scholars Meet, <b>February 17, 2008</b>	Applied Chemistry Department, M.S. University, Vadodara	Manoj A. Lazar, Praveen K. Surolia, R.J. Tayade, R.V. Jasra
110	Analysis of organic compounds in photocatalytically degraded mixture using UV-Vis spectroscopy and partial least-square regression	Oral presentation at 5 <sup>th</sup> All Gujarat Research Scholars Meet, <b>February 17, 2008</b>	Applied Chemistry Department, M.S. University, Vadodara	Nilofer Lakhani, R.J. Tayde, N. Subramaniyam, R.V. Jasra
111	Fe <sup>2+</sup> -Zn <sup>2+</sup> double metal cyanide solid catalysts for Prins condensation	Poster presentation in 5 <sup>th</sup> All Gujarat Research Scholars Meet, <b>February 17, 2008</b>	Applied Chemistry Department, M.S. University, Vadodara	Mallikarjun V. Patil, Raksh V. Jasra (Awarded Second Prize)
112	Rhodium metal complex and hydrotalcite based environment-friendly catalyst system for the selective synthesis of C <sub>8</sub> aldehydes from propylene	Poster presentation in 5 <sup>th</sup> All Gujarat Research Scholars Meet, <b>February 17, 2008</b>	Applied Chemistry Department, M.S. University, Vadodara	Sumeet K. Sharma, Vivek K. Srivastava, Ram S. Shukla, Raksh V. Jasra
113	Synthesis and characterization of novel heterogeneous HRhCO(PPH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> – HMS catalyst for hydroformylation of alkenes	Poster presentation in 5 <sup>th</sup> All Gujarat Research Scholars Meet, <b>February 17, 2008</b>	Applied Chemistry Department, M.S. University, Vadodara	Sudheesh N., Sumeet K. Sharma, Ram S. Shukla, Raksh V. Jasra.
114	Rhodium complex encapsulated in the pores of hexagonal modified silica for selective hydroformylation of styrene	Poster presentation in 5 <sup>th</sup> All Gujarat Research Scholars Meet, <b>February 17, 2008</b>	Applied Chemistry Department, M.S. University, Vadodara	Munir D. Khokhar, Ram S. Shukla, Raksh V. Jasra



Sr	Title of the paper	Name of the Seminar/	Venue	Author(s)
No	A malagular madalina	Conference  Destar presentation in	Applied Chamister	Doniith C Dilloi
115	A molecular modeling study of water adsorption on AlPO <sub>4</sub> -5 and AlPO <sub>4</sub> -11	Poster presentation in 5 <sup>th</sup> All Gujarat Research Scholars Meet, <b>February 17, 2008</b>	Applied Chemistry Department, M.S. University, Vadodara	Renjith S. Pillai, Raksh V. Jasra
116	Immobilization of alkaline serine endopeptidase from bacillus licheniformis on SBA-15 and MCF by surface covalent binding	Poster presentation in 5 <sup>th</sup> All Gujarat Research Scholars Meet, <b>February 17, 2008</b>	Applied Chemistry Department, M.S. University, Vadodara	K. Kannan, Raksh V. Jasra
117	Hydroformylation of higher olefins catalyzed by CoCl <sub>2</sub> (TPPTS) <sub>2</sub> using surfactant in a biphasic medium	Poster presentation in 5 <sup>th</sup> All Gujarat Research Scholars Meet, <b>February 17, 2008</b>	Applied chemistry Department, M.S. University, Vadodara	Aasif A. Dabbawala, Dharmesh U. Parmar, Hari C. Bajaj, Raksh V. Jasra
118	Synthesis of tetragonal zirconia by cation dopants using sol-gel and precipitation techniques	Poster presentation in 5 <sup>th</sup> All Gujarat Research Scholars Meet, <b>February 17, 2008</b>	Applied Chemistry Department, M.S. University, Vadodara	Basha Shaik, Beena Tyagi, R.V. Jasra
119	Self-disproportionation of chiral molecules on totally a chiral M41S and silica gel based stationary phase chromatography	Poster presentation in CATWORKSHOP-2008, February 18-21, 2008	IMMT, Bhubaneswar	Vishal J. Mayani, S.H.R. Abdi, R.I. Kureshy, N.H. Khan, Santosh Agrawal, R.V. Jasra
120	Immobilization of chiral BINOL on meso-porous silica- SBA-15 and MCF and their use in Ti-catalyzed asymmetric addition of diethylzinc to aldehydes	Poster presentation in International Conference on Advanced Materials, February 18-21, 2008	Kottayam, India	K. Pathak, S. Agrawal, I. Ahmad, S.H.R. Abdi, R.I. Kureshy, N.H. Khan, R.V. Jasra.

Sr No	Title of the paper	Name of the Seminar/ Conference	Venue	Author(s)
121	Indigenous water purification technologies at CSMCRI	National Conference on Safe and Affordable Technologies for Household Water Purification and their Management, June 28-29, 2007	Lucknow University, Lucknow	A.V.R. Reddy
122	Membrane desalination as an option for providing safe drinking water in coastal areas	National Seminar on Crisis in Water Supply for Drinking and Domestic Use in coastal India, August 9-10, 2007	Ahmedabad	S.L. Daga, S.V. Joshi, A.V.R. Reddy, A.P. Rao, J.J. Trivedi, N. Pathak K. Eswaran, P. K. Ghosh
123	Membrane separation-green chemistry process for water purification and desalination	Green chemistry workshop, September 3-4, 2007	NIPER, Chandigarh	A. Prakash Rao
124	Characterization of physical structure of silica nano-particles encapsulated in polymeric structure of polyamide nano-composite films	10th International Conference on Advanced Materials, October 7-10, 2007	Bangalore, India	P. S. Singh, V. K. Aswal
125	Simple and cost-effective indigenous technologies for providing safe drinking water to the rural people	Workshop on Research & Development in Rural Water Supply and Sanitation, December 7-8, 2007	Dept. of Drinking Water Supply, New Delhi	A. P. Rao
126	Photo-modification of membranes, preparation, characterization and their performances studies	9th DST sponsored national workshop on immobilized enzyme technology for sensors, (2007)	M.D. University, Rohtak	Yogesh, A. Bhattacharya



Sr No	Title of the paper	Name of the Seminar/ Conference	Venue	Author(s)
127	Lipase immobilized on asymmetric polysulfone and polyether sulfone membranes: Characterization and performances in olive oil hydrolysis	Poster presentation in 5 <sup>th</sup> All Gujarat Research Scholars Meet, <b>February 17, 2008</b>	Applied Chemistry Department, M.S. University, Vadodara	Renjith S. Pillai, Raksh V. Jasra
128	Immobilization of alkaline serine endopeptidase from bacillus licheniformis on SBA-15 and MCF by surface covalent binding	44 <sup>th</sup> Annual convention of Chemists, (2007)	M. G. Institute of Applied Sciences, Jaipur	S. Javiya, K. Singh, A. Bhattacharya
129	Studies on immobilization of lipase from candida cylindracea on asymmetric polymeric membranes	Advances and Strategies in Biotechnology: A global Perspective, 5th Annual conference of Biotechnology Society of India, (2007)	Indian Institute of Toxicology Research, Lucknow	S. Gupta, S. Javiya, K. Singh, C.S. Pundir, A. Bhattacharya
130	Desalination and water purification for providing clean drinking water for common man: CSMCRI's experience	Indo-French Seminar on Water, January 29-31, 2008	Ahmedabad	A.V.R. Reddy
131	Polysulphone ultra filtration membranes using PVA solution as gelling medium: Preparation and performance evaluation	International conference on Advances in Polymer Science and Technology,  January 28-31, 2008	Indian Institute Of Technology and India Habitat Centre, New Delhi	J.M. Gohil, A. Bhattacharya, P. Ray
132	Preparation and use of nanofiltration membranes in desalting of amino acids	International conference on Advances in Polymer Science and Technology, January 28-31, 2008	Indian Institute of Technology and India Habitat Centre, New Delhi	G. Sakaram, H. Brahmbhatt, P. Ray

Sr No	Title of the paper	Name of the Seminar/ Conference	Venue	Author(s)
133	Separation of Rose pigments through photo-modified membranes: a novel approach	Asian Polymer Association International Conference on Advances in Polymer Science & Technology, 2008	IIT, New Delhi	Yoges, A. Bhattacharya
134	Lipase immobilization on asymmetric membranes for olive oil hydrolysis	9 <sup>th</sup> DST sponsored national workshop on immobilized enzyme technology for sensors	M.D. University, Rohtak	S. Gupta, K. Singh, C. S. Pundir, A. Bhattacharya
135	Probing polymer nanocomposite morphology by small angle neutron scattering	International Symposium on Neutron Scattering, January 15-18, 2008	Mumbai, India	P. S. Singh, V.K. Aswal
136	Lipase immobilized bio - catalytic membrane for modifying oils and fats	8 <sup>th</sup> International conference on catalysis in membrane reactors	CGCRI, Kolkata	S. Gupta, S. Javiya, K. Singh, C.S. Pundir, A. Bhattacharya
137	Synthesis of silica-polyamide nano-composite membrane of silica nano-particles and m-phenylene diamine - trimesoyl chloride based polyamide	APA International Conference (Advances In Polymer Science & Technology), Jan. 28-31, 2008	Delhi, India	G. L. Jadav, H. Brahmbhatt, S. Gothwal, P. S. Singh
138	Transport properties of water adsorbed in nonporous polyamide RO membranes	International symposium on Neutrn Scattering, Jan. 15-18, 2008	Mumbai, India	P.S. Singh, V.K. Sharma, S. Gautam, R. Mukhopadhyay
139	POU/POE technique for removing arsenic species from ground water at Maslandapur- Ghoshpur villages of 24-Parganas(N) in West Bengal	95 <sup>th</sup> Session of Indian Science Congress, <b>January 3-7, 2008</b>	Vishakhapatnam	P.S. Anand, K.M. Popat, D. Gangadharan



Sr No	Title of the paper	Name of the Seminar/ Conference	Venue	Author(s)
140	Development of domestic electrodialysis desalination unit	8th Water Asia conference, September, 2007	New Delhi	S.K. Thampy, B.S. Makwana
141	Biopolymer's from alkaliphilic Spirulina spp. under salinity stress condition	International Symposium on Applied Phycology and Environmental Biotechnology (ISAPEB), BITS, Pilani, October 28-30, 2007	BITS Pilani	Anupama Shrivastav, Sanjiv K. Mishra, Sandhya Mishra.
142	A new approach to functionalize agar and κ-carrageenan based thin films with improved barrier properties	International Seminar on "Frontiers in Polymer Science and Technology (POLY-2007), November 1-3, 2007	Assam Administrative Staff college, Khanapara, Guwahati, Assam, India	K. Prasad, R. Meena, A.K. Siddhanta
143	Synthesis and characterization of PVP pendant seaweed polysaccharide hydrogel	Annual Convention of Chemists, by Indian Chemical Society, <b>December 23-27, 2007</b>	Mahatma Gandhi Institute of Applied Sciences, Jaipur	Gayatri Prasad, R. Meena, K. Prasad, A.K. Siddhanta
144	Polyacrylonitrile- <i>graft</i> -Agar/sodium alginate, a robust hydrogel system	Annual Convention of Chemists, organized by Indian Chemical Society, December 23-27, 2007	Mahatma Gandhi Institute of Applied Sciences, Jaipur	Mahesh Chhatbar, R. Meena, K. Prasad, A.K. Siddhanta
145	Chemical characteristics of Indian seaweed polysaccharides	XXII Gujarat Science Congress, March 8, 2008	Bhavnagar University, Bhavnagar	Sanjay Kumar, A.K. Siddhanta
146	Chemical modification of Indian seaweed polysaccharides	XXII Gujarat Science Congress, March 8, 2008	Bhavnagar University, Bhavnagar	Gaurav K. Mehta, K. Prasad, R. Meena, A.K. Siddhanta
147	A poster entitled "Isolation and characterization of alginate from Indian brown seaweeds"	XXII Gujarat Science Congress, March 8, 2008	Bhavnagar University, Bhavnagar	Mahesh Chhatbar, R. Meena, K. Prasad, A. K. Siddhanta

Sr No	Title of the paper	Name of the Seminar/ Conference	Venue	Author(s)
148	Purification and characterization of κ -carrageenase from a marine Pseudomonas elongata	"XXIInd Gujarat Science Congress", March 9, 2008	Bhavnagar University, Bhavnagar	Yasmin Khambhaty, K.H. Mody, B. Jha
149	Characterization of polyhydroxyalkanoate (PHA) produced by Spirulina spp	XXII Gujarat Science Congress, Bhavnagar University, Bhavnagar, March 9, 2008	Bhavnagar	Anupama Shrivastav Sanjiv K. Mishra, Sandhya Mishra, B. Jha
150	From wasteland to biodiesel in automobiles	Biodiesel Forum, June 27, 2007	Jakarta, Indonesia	M.R. Gandhi, P.K. Ghosh, J.S. Patolia, Arup Ghosh, D.R. Chaudhary, M.P. Reddy, S.N. Rao, J. Chikara, S. Mishra, Adimurthy, N. Vaghela, A.R Prakash, S.C. Upadhyay, V. Balakrishnan
151	Role of Jatropha plantations on wasteland towards sequestration of carbon dioxide	National Conference on: global temperature rise: An Indian effort towards mitigation of carbon dioxide emissions – A brain storming session, <b>September 21-22, 2007</b>	Andhra University, Visakhapatnam, Andhra Pradesh	D.R. Chaudhary, Arup Ghosh, J. Chikara, M.P. Reddy, J.S. Patolia
152	Characterization of salt affected coastal soils of Paradip, Orissa	Annual convention of Indian Society of Soil Science, November 2-5, 2007	Birsa Agricultural University, Ranchi, Jharkhand	D. R. Chaudhary, Arup Ghosh, Girish N. Boricha
153	RAPD and AFLP markers for differentiation and identification of toxic and nontoxic varieties of Jatropha curcas L	International Symposium on Organic Farming and Renewable Sources of Energy for Sustainable Agriculture, November 19-21, 2007	Rajasthan College of Agriculture, Udaipur, Rajasthan	D.V.N. Sudheer Pamidimarri, M.P. Reddy



Sr No	Title of the paper	Name of the Seminar/ Conference	Venue	Author(s)
154	Preliminary investigations on identification of elite planting material for large scale cultivation of <i>Jatropha curcas</i> L	International Symposium on Organic Farming and Renewable Sources of Energy for Sustainable Agriculture, November 19-21, 2007	Rajasthan College of Agriculture, Udaipur, Rajasthan	C.H.R. Prakash, R.P. Aruna, M.P. Reddy
155	Differential response of calli and seedlings of Jatropha curcas L. to salinity stress	International Symposium on Organic Farming and Renewable Sources of Energy for Sustainable Agriculture, November 19-21, 2007	Rajasthan College of Agriculture, Udaipur, Rajasthan	Nitish Kumar, D.V.N. Sudheer Pamidimarri, Meenakshi Kaur, Girish Boricha, Muppala P. Reddy
156	In vitro studies on Jatropha curcas: Effect of Ca <sup>2+</sup> ions on auxiliary shoot proliferation	International Symposium on Organic Farming &Renewable Sources of Energy for Sustainable Agriculture, November 19-21, 2007	Rajasthan College of Agriculture, Udaipur, Rajasthan	Nitish Kumar, D.V.N. Sudheer Pamidimarri, Meenakshi Kaur, Girish Boricha, Muppala P. Reddy
157	"Poshtikta Se Bharpur Vanaspatik Namak"	Seminar on Natural Products, November 29-30, 2007.	CIMAP, Lucknow	M.P. Reddy, Aruna R. Prakash, J.S. Patolia, K.H. Mody, P. K. Ghosh
158	Flow cytometry studies on ploidy and genome size of intact plants and in vitro regenerating tissues of <i>Jatropha curcas</i> L	National Symposium on "Plant Biotechnology for Conservation, Characterization and Crop improvement" February 8-10, 2008	University, Udaipur, Rajasthan	C.R. Prakash, R.P. Aruna, J. Chikara, M.P. Reddy

## 5. Inter Agency Linkages

2006 - 07 A. Grant-In-Aid Projects

Sr. No	Title of the project	Funding agency	Amount received (Rs. In lac.)
1.	Development of novel sensing molecules and immobilization of the chemo sensors on to the surface comparative studies in solution state and bound state	DST, New Delhi	3.00
2.	Pesticides removal from water using nano filtration/ reverse osmosis membranes, preparation, characterization and performance	Natural Product & Water Resources Area, Sweden	-
3.	Development of organic/inorganic composite proton exchange membrane for fuel cell applications	DST, New Delhi	2.50
4.	Fluorescent molecular sensors. Design, synthesis and cation recognition study	DST, New Delhi	3.00
5.	Studies on electron/energy transfer in multi component donor acceptor systems derived from photoactive Ru(II)-Trisbipyridly or porphyrin derivatives	Dept. of Atomic Energy, Pay & Accounts Office Mumbai	2.70
6.	One step hydroxylation of benzene to phenol over transition metal containing hydrotalcites and their modified forms	DST, New Delhi	3.00
7.	Synthesis of chiral hydrocyanins cyclic intermediates for industrially important bio-active compounds through chiral catalytic route	DST, New Delhi	6.00
8.	Theoretical investigations of adsorption of additives onto the crystal surface of sodium chloride and on other alkyl halides	DST, New Delhi	2.50
9.	Gelling out oil from a complex mixture using low molecular mass organic gelator. Towards containing oil spill, an environmental hazard	Ministry of Environment & Forests, New Delhi	2.00
10.	Genetic improvement of Jatropha curcas for adaptability and oil yield	-	-
11.	Research project for development of Bio Diesel/Biomass index	Industrial Extension Bureau, Gandhinagar	5.00



Sr. No	Title of the project	Funding agency	Amount received (Rs. In lac.)
12.	Centre of excellence for marine biotechnology	Gujarat State Biotechnology Mission, Gandhinagar	18.79
13.	Installation of community managed reverse osmosis pilot plant for treatment of brackish/saline/hard water to provide safe drinking water	DST, New Delhi	-
14.	Installation of community managed reverse osmosis pilot plant for treatment of brackish/saline/hard water to provide safe drinking water	DST, New Delhi	2.14
15.	Photo-regulation of permeability across the membrane: Preparation, characterization and separation study	Dept. of Atomic Energy, Pay & Accounts Office, Mumbai	-
16.	Hydrophilic modified membranes for charge and size based peptides / proteins separation under coupled driving forces	DBT, New Delhi	-
17.	Sensors for fluoride, calcium and magnesium ions	DST, New Delhi	3.00
18.	Development of technology system for river water purification using MF/RO membrane for drinking water supply to Ghuni and Chakpatli, Hasnabad Block, West Bengal"	DST, New Delhi	-
19.	Molecular polymorphism among different strains of <i>Dunaliella</i> (Chlorophyeeae; chlamydomonadales)	DST, New Delhi	-
20.	Design, synthesis, characterization of single and double stranded metallohelicates and molecular thread: A chiroptical device for chiral recognition	DST, New Delhi	-
21.	Supramolecular synthesis and characterization of coordination polymers, from structural framework of functional framework	DST, New Delhi	-
22.	Micropropagation and selection of improved germplasm for cultivation of <i>Gracilaria dura</i> (C. Agardh) J. Agardh producing quality agar/agarose for high and application	DST, New Delhi	3.11
23.	Synthesis of bulk and nano structured magnesium oxide using natural brine/bittern as precursor: Characterization and comparative studies on surface morphology and chemical reactivity	DST, New Delhi	12.42

Sr. No	Title of the project	Funding agency	Amount received (Rs. In lac.)
24.	Structural property correlation studies of gelling biopolymer agar in aqueous media	DST, New Delhi	7.38
25.	Development of membrane bio-reactor for the synthesis of structured lipids from groundnut oil and long chain polyunsaturated fatty acid by inter-esterification using lipase immobilized on membrane	DST, New Delhi	23.77
26.	Pores and channels by assembly of cyclic peptides, design, molecular, modeling and synthesis	DST, New Delhi	1.10
27.	Installation of community managed 4000 LPH RO water purification plants for drinking water treatment at Rajampet Kadapa district and Kosur, Krishna district of A.P.	DST, New Delhi	38.44
28.	New synthesis and characterization of chiral inorganic metal complexes as active catalysis for enanio-selective synthesis of chiral $\beta$ -amino alcohols via epoxide-ring opening reaction	DST, New Delhi	17.94
29.	Cloning and characterization of genes encoding Na <sup>+</sup> /H <sup>+</sup> antiporter and SOS-1 like protein from <i>Salicornia brachiata</i> .	DST, New Delhi	19.13
30.	Synthesis of "nano-structured polymer composite" Pervaporation membrane: Characterization of physico- chemical properties and studies on the separation properties for volatile organic compounds (VOCs) removal from water	DST, New Delhi	19.85
31.	Intergeneric protoplast fusion and molecular characterization of somatic hybrids of agarophytes	DST, New Delhi	19.37
32.	Synthesis of carbohydrate based natural surfactants and evaluation of their performance	DST, New Delhi	17.52
33.	Non-hazardous brominations with bromide/bromate couple obtained as intermediate of recovery plants: Exploratory studies on diverse applications	DST, New Delhi	15.98
34.	Installation and commissioning of desalination plants	Ministry of Water Resources, Faridabad	27.00
35.	Improving quality of salt produced by marginal agarias at Maliya and improving their income through bittern value addition	Industries Commissionerate, Gandhinagar	85.00



## **B.** Collaborative Projects

Sr.	Title of the project	Funding agency	Amount received
1.	Development of seaweed polysaccharide based soft gelatin capsule material	Strides Arcolab Ltd., Bangalore	(Rs. In lac.)
2.	Development of adsorbents for the recovery of CO <sub>2</sub> from power plant flue gas	Gujarat Narmada Valley Fertilizers Company Ltd., Bharuch	16.83
3.	To prepare bio-diesel from Jatropha seeds of different origin and carry out performance evaluation by various users	M/s. Diamler Chysler India Pvt. Ltd., Pune	9.82
		RSMML, Udaipur	
		Mahindra & Mahindra, Nasik	
		Austrian Biofuel Institute, Austria	
4.	Exploring catalytic routes for some specific reactions	Cadila Pharmaceuticals Ltd., Ahmedabad	-
5.	Development of solvent resistance membrane for separation of solvent from de-waxed oil	Indian Oil Corporation Ltd., Haryana	-
		Chennai Petroleum Corporation Ltd., Chennai	
6.	Biofuel from eroded soil in India (Germany)	M/s. Diamler Chysler, Germany	-
7.	Establishment of model salt farm at Ganjam in Orissa	Office of the Superintendent of Salt, Ganjam, Orissa	5.33
8.	Feasibility studies on the development of carrageenan based hard capsule material	Intas Biopharmaceuticals Ltd., Ahmedabad	2.69

#### **C. Sponsored Research Projects**

Sr. No	Title of the project	Funding agency	Amount received (Rs. In lac.)
1.	Development of ultra pure water from tap water	Infusil India Pvt. Ltd., Banglore	-
2.	Preparation of chemical hydride based hydrogen storage sorbets	Korea Institute of Energy Research, Taejon	9.19
3.	Inter laboratory project for development of cost effective macro-porous ion exchange resins for improved stevioside recovery from stevia plant extract	Institute of Himalayan Bioresource Technology, Palampur	-
4.	Supply of RO plants of different capacities to various parties	RSMML, CEERI, Neha Global, Social Work & Research Center etc.	71.21
5.	Reliance project on polyolefin	NCL, Pune	-
6.	To provide method for removal of moisture from bromine and design of commercial unit for the same	M/s. Tata Chemicals Ltd., Mithapur	8.75
7.	Separation of sodium formate from the mixture of pentaerythritol and sodium formate by electrodialysis-using inter-polymer ion-exchange membrane	M/s. Kanoria Chemicals & Industries Ltd., Ankleshwar	-
8.	Know-how demonstration for various technologies transferred by CSMCRI to entrepreneur on charge basis	N M S Pharma, Pepsico India Holding Ltd., Eco Organics etc.	12.47
9.	Exploratory work on brominating reagent and manufacture of para nitro benzyl bromide thereof	Chemcon Speciality Chemicals Pvt. Ltd., Mumbai	1.00
10.	To test activated alumina in a defluoridation domestic unit designed by CSMCRI, Bhavnagar	International Water Management Institute, Anand	0.16



Sr. No	Title of the project	Funding agency	Amount received (Rs. In lac.)
11.	Exploratory study to develop suitable method for treatment of acidic effluent	Zed Bright Bars Manufacturing Co., Bhavnagar	0.44
12.	Exploratory work for separation of menthol and isomenthol	Ego-organic, Rampur.UP	0.60
13.	Preparation of Synthetic hydrotalcite - Halogen scavenger grade	Honeywell International Pvt. Ltd., Haryana	0.10
14.	Exploratory studies on the recovery of urea-base material from leached runoff of wax pattern for reuse by integrated/non-integrated membrane, solar and thermal processes	Investment & Precision casting Ltd., Bhavnagar	1.00

### **D.** Consultancy Projects

Sr. No	Title of the project	Funding agency	Amount received (Rs. In lac.)
1.	Environmental Audit	Ambuja Ltd.	3.09
		Hindalco Industries Ltd.	4.00
		GEB-Kutch	-
		TATA Ltd.	1.16
		Veraval Industries Ltd.	2.41
		M/s Indian Rayon, Veraval	1.33
		Perfect Enviro Control System Pvt. Ltd.	-
		Atul Ltd.	1.27
		R.L. Kalthia	-
2.	Environmental Audit	Ultratech Cement Ltd.	1.17
		Birla Copper	7.86
		Gujarat Maritime	4.95
		J H Kharawala Pvt. Ltd.	5.25
		Eco-Aqua Infrastructure Ltd.	8.84
3.	Iodine estimation kit	Unicef, New Delhi	7.39
4.	To provide Jatropha plantation based on CSMCRI experience	Phoenix Enterprise UK Ltd.	0.06
5.	Preparation for pre-feasibility report on process for manufacturing SOP and Magnesia in Greater Rann of Kutch	M/s. Indian Potash Ltd.	0.58
6.	Study on export potential of salt from Gujarat	Price Water House	2.62
7.	Work order of providing consultancy services in Jatropha cultivation	IL&FS Ecosmart Ltd.	2.83
8.	Appointment of CSMCRI as advisor/consultant for setting up a 20 MLD desalination facility at Naguar	RSMML	4.68



#### 2007 – 08 A. Grant-In-Aid Projects

Sr.	Title of the project	Funding agency	Amount received
No	Title of the project	runuing agency	(Rs. In lac.)
1.	Fluorescent molecular sensors design, synthesis and cation recognition study	DST, New Delhi	15.00
2.	One step hydroxylation of benzene to phenol over transition metal containing hydrotalcites and their modified forms	DST, New Delhi	16.83
3.	Synthesis of chiral hydrocyanins cyclic intermediates for industrially important bio-active compounds through chiral catalytic route	DST, New Delhi	16.00
4.	Theoretical Investigations of adsorption of additives onto the crystal surface of sodium chloride and on other alkyl halides	DST, New Delhi	11.00
5.	Improved process based on membrane for the recovery of acid and organic compound from the reaction mixture	DST, New Delhi	12.00
6.	Installation of community managed reverse osmosis pilot plant for treatment of brackish/saline/hard water to provide safe drinking water	DST, New Delhi	18.13
7.	Photo-regulation of permeability across the membrane: Preparation, characterization and separation study	Dept. of Atomic Energy, Pay & Accounts Office, Mumbai	8.28
8.	Hydrophilic modified membranes for charge and size based peptides / proteins separation under coupled driving forces	DBT, New Delhi	5.33
9.	Centre of excellence for marine biotechnology	Gujarat State Biotechnology Mission, Gandhinagar	89.50
10.	Sensors for fluoride, calcium and magnesium ions	DST, New Delhi	12.0
11.	Development of technology system for river water purification using MF/RO membrane for drinking water supply to Ghuni and Chakpatli, Hasnadad Block, West Bengal"	DST, New Delhi	40.00
12.	Molecular polymorphism among different strains of Dunaliella (Chlorophyceae; chlamydomonadales)	DST, New Delhi	4.25

Sr. No	Title of the project	Funding agency	Amount received (Rs. In lac.)
13.	Design, synthesis, characterization of single and double stranded metallohelicates and molecular thread: A chiroptical device for chiral recognition	DST, New Delhi	7.38
14.	Supramolecular synthesis and characterization of coordination polymers: From structural framework to functional framework	DST, New Delhi	4.00
15.	Genetic improvement of <i>Jatropha curcas</i> for adaptability and oil yield	TNBD, CSIR, New Delhi	30.80
16.	Micro-propagation and selection of improved germplasm for cultivation of <i>Gracilaria dura</i> (C. Agardh) J. Agardh producing quality agar/ agarose for high and applications	DBT, New Delhi	3.11
17.	Synthesis of bulk and nano structured magnesium oxide using natural brine/bittern as precursor: Characterization and comparative studies on surface morphology and chemical reactivity	DST, New Delhi	6.50
18.	Structural property correlation studies of gelling biopolymer agar in aqueous media	DST, New Delhi	2.50
19.	Development of membrane bio-reactor for the synthesis of structured lipids from groundnut oil and long chain polyunsaturated fatty acid by inter esterification using lipase immobilized on membrane	DBT, New Delhi	10.71
20.	Pores and channels by assembly of cyclic peptides, design, molecular, modeling and synthesis	DST, New Delhi	0.75
21.	Installation of community managed 4000 LPH RO water purification plants for drinking water treatment at Rajampet Kadapa district and Kosur, Krishna district of A.P.	DST, New Delhi	24.00
22.	New synthesis and characterization of chiral inorganic metal complexes as active catalysts for enantio-selective synthesis of chiral $\beta$ -amino alcohols via epoxide-ring opening reaction	DST, New Delhi	6.00
23.	Cloning and Characterization of genes encoding Na <sup>+</sup> /H <sup>+</sup> antiporter and SOS-1 like protein from <i>Salicornia brachiata</i>	DST, New Delhi	10.00
24.	Synthesis of "nano-structured polymer composite" Pervaporation membrane: Characterization of physico-chemical properties and studies on the separation properties for volatile organic compounds (VOCs) removal from water	DST, New Delhi	10.00



# Central Salt & Marine Chemicals Research Institute

Sr. No	Title of the project	Funding agency	Amount received (Rs. In lac.)
25.	Intergeneric protoplast fusion and molecular characterization of somatic hybrids of agarophytes	DST, New Delhi	10.00
26.	Synthesis of carbohydrate based natural surfactants and evaluation of their performance	DST, New Delhi	11.50
27.	Non-hazardous bromination with bromide/bromate couple obtained as intermediate of recovery plants: Exploratory studies on diverse applications	DST, New Delhi	4.00
28.	Training on seaweed cultivation to fisher women in Mandapam region	National Biodiversity Authority, Chennai	1.50
29.	Studies on bioaccumulation / biosorption of heavy metals by marine algae of Gujarat coast	Ministry of Earth Science, New Delhi	2.99
30.	Sea water RO desalination plant 6000 IPH capacity using hollow fibre module for pretreatment	DST, New Delhi	25.00
31.	Utilization of distiller waste (Aqueous CaCl <sub>2</sub> /NaCl) of soda ash industry for production of muriate of potash from bittern generated as by-product of salt industry	Ministry of Chemicals & Fertilizers, New Delhi	22.25
32.	Design, synthesis and characterization of metal organic framework with rectangular topology and their application	DST, New Delhi	6.00
33.	Acetylcholinesterase (AChE) Inhibitors: The neurotoxic phosphotriesterase substrates and related nerve reagents-conformation, dynamics, hydrolysis and the therapeutic pharmacophores	Department of Atomic Energy, Mumbai	7.03
34.	Development of enantio-selective polymer membrane for optical resolution of chiral compounds	DST, New Delhi	2.80
35.	Study of DREB and MYC/MYB transcription factors from Salicornia brachiata for abiotic stress tolerance in plants  DST, New Delhi		4.00
36.	Installation of RO membrane based hybrid plant in Andhra Pradesh for treatment of water containing excess fluorides: A solution for the production of pure drinking water with safe concentrate disposal	DST, New Delhi	10.00
37.	Disinfection of river/pond/ground waters by novel disinfecting polymers	Ministry of Environment & Forests, New Delhi	1.27

Sr. No	Title of the project	Funding agency	Amount received (Rs. In lac.)
38.	Two dimensional sheets and interlayers of hydrotalcite- like materials: Potential scope for environmental remediation	Ministry of Environment & Forests, New Delhi	2.85
39.	Effective removal of arsenic from ground water covering Maslandpur – Ghoshpur blocks of 24 – Paraganas (N) (II – Phase) By Ion – specific adsorbents carrying sorbed ferric hydroxide	Ministry of Environment & Forests, New Delhi	10.00
40.	Development of bipolar membrane technology for water purification and salt recovery as their corresponding acid and base from industrial effluent	Ministry of Environment & Forests, New Delhi	1.70
41.	Studies on the dynamics of the electron/energy transfer in multicomponent Ru(II)-trisbipyridyl or porphyrin derivatives and interfacial electron transfer	Dept. of Atomic Energy, Mumbai	12.64
42.	Development of radiation-induced grafted composite polyelectrolyte membrane for fuel cell and electromembrane application	Dept. of Atomic Energy, Mumbai	5.96
43.	To undertake a study on seaweeds diversity, abundance, productivity/harvest and associate habitats, and their conservation & sustainable present use & harvest pattern in GOMBR/GOMNP area	Gulf of Mannar Biosphere Reserve Trust, Ramanathapuram	1.53

# **B.** Collaborative Projects

Sr. No	Title of the project	Funding agency	Amount received (Rs. In lac.)
1.	Establishment of model salt farm at Ganjam in Orissa	Office of the Superintendent of Salt, Ganjam, Orissa	2.11
2.	Feasibility studies on the development of carrageenan based hard capsule material	Intas Biopharmaceuticals Ltd., Ahmedabad	-
3.	Development of seaweed polysaccharide based soft gelatin capsule material	Strides Arcolab Ltd., Bangalore	-
4.	Development of adsorbents for the recovery of CO <sub>2</sub> from power plant flue gas	Gujarat Narmada Valley Fertilizers Company Ltd., Bharuch	-
5.	To prepare bio-diesel from Jatropha seeds of different origin and carry out performance evaluation by various users	Rolling Project	21.248



# Central Salt & Marine Chemicals Research Institute

Sr. No	Title of the project	Funding agency	Amount received (Rs. In lac.)
6.	Development of solvent resistance membrane for separation of solvent from de-waxed oil	Indian Oil Corporation Ltd., Haryana	-
		Chennai Petroleum Corporation Ltd., Chennai	-
7.	Development of adsorbents for the recovery of CO <sub>2</sub> from power plant flue gas	NTPC, Noida (UP)	11.38
8.	Biofuel from eroded soil in India (Germany)	Various parties	77.144
9.	Installation & commissioning of 1KL/day integrated bio-diesel plant at MG Secunderabad	DRDO, Pithoragarh, Uttaranchal	110.35
10.	Study on storage of natural gas using nano-materials in collaboration with IISc in order to evaluate the theoretical study carried out in the project	Society for Innovation & Development, Bangalore	25.00

# **C. Sponsored Projects**

Sr. No	Title of the project	Funding agency	Amount received (Rs. In lac.)
1.	Exploratory studies on the recovery of urea-based material from leached runoff of wax pattern for reuse by integrated/non-integrated membrane, solar and thermal processes	Investment & Precision Casting Ltd., Bhavnagar	0.60
2.	To provide method for removal of moisture from bromine and design of commercial unit for the same	M/s. Tata Chemicals Ltd., Mithapur	2.00
3.	Separation of sodium formate from the mixture of pentaerythritol and sodium formate by electrodialysis – using inter-polymer ion-exchange membrane	M/s. Kanoria Chemicals & Industries Ltd., Ankleshwar	-
4.	Exploratory study to develop suitable method for treatment of acidic effluent	Zed Bright Bars Manufacturing Co., Bhavnagar	0.30
5.	Development of macro-porous ion exchangers for improved stevioside recovery from Stevia plant extract	Institute of Himalayan Bioresource Technology, Palampur	-

Sr. No	Title of the project	Funding agency	Amount received (Rs. In lac.)
6.	Development of cleaning method for contaminated membranes for chlor- alkali cell	Shriram Vinyl & Chemical Industries, Rajasthan	4.877
7.	Feasibility studies on concentration of aqueous acetic acid solution from PTA-RIL plant effluent by RO & ED techniques	M/s. Reliance Industries Ltd., Surat	4.43
8.	To study proof of concept for the merseberg process starting with fluoro-gypsum	Honeywell International (I) Pvt. Ltd., Gurgaon	3.54

# **D.** Consultancy Projects

Sr. No	Title of the project	Funding agency	Amount received (Rs. In lac.)
1.	Environmental Audit	Ambuja Ltd. Ambujanagar	0.22
		Hindalco Industries Ltd.	8.79
		M/s Indian Rayon, Veraval	2.59
		Atul Ltd.	0.15
2.	Marine environmental monitoring work	J H Kharawala Pvt. Ltd.	6.89
		Bharuch Eco-Aqua Infrastructure Ltd.	6.12
		M/s. Cargil India Pvt. Ltd., Kutch	1.04
		Indian Rayon, Veraval	10.84
		Gujarat Construction Ltd., Ahmedabad	0.133
		Cambay Chem Ltd., Ahmedabad	1.00
3.	Appointment of CSMCRI as advisor/consultant for setting up a 20 MLD desalination facility at Nagaur, Rajasthan	Rajasthan State Mines and Minerals, Udaipur	0.103
4.	Work order of providing consultancy services in Jatropha cultivation	IL&FS Ecosmart Ltd., New Delhi	-



# Central Salt & Marine Chemicals Research Institute

Sr. No	Title of the project	Funding agency	Amount received (Rs. In lac.)
5.	Iodine estimation kit	UNICEF, New Delhi	0.597
		The Micronutrient Initiative, New Delhi	1.00
6.	Feasibility study for manufacture of potassium chloride from sea bittern in and around of Dahej	Universal Chemicals & Industries Pvt. Ltd., Mumbai	2.66

# 6. Human Resources Development

# 1. Training Programmes Attended by CSMCRI Staff

Sr. No	Title of the programme	Organizer	Date	Name of the staff
1.	Interactive programme for DFAs, COFAs & FAOs	HRDC, Ghaziabad CSIR	June 28-29, 2006	Sanjiv K. Mishra
2.	Induction training programme (ITP) for Asst.(Gr)	HRDC, Ghaziabad CSIR	Dec. 19, 2005 to Jan. 6, 2006	Shrikant Sharma
3.	Research methodology & statistical methods	HRDC, Ghaziabad CSIR	July 18-21, 2006	M.R. Gandhi, N.K. Vaghela, H.D. Raval
4.	Training programme on service jurisprudence	HRDC, Ghaziabad CSIR	Sept. 20-21, 2006	R.K. Kashyap
5.	Training programme on Right to Information Act, 2005	HRDC, Ghaziabad CSIR	Oct. 5-7, 2006	J.R. Chunawala
6.	Good laboratory practice & regulatory issues	HRDC, Ghaziabad CSIR	Aug. 30-31, 2006	D.B. Shukla, Rambabu
7.	Good laboratory practice & regulatory issues	HRDC, Ghaziabad CSIR	Aug. 31 to Sept. 1, 2006	Amitava Das, R.S. Somani
8.	Training programme on vigilance and related issues	HRDC, Ghaziabad CSIR	Oct.16-18, 2006	Y. Ramakrishna
9.	Training programme on material management	HRDC, Ghaziabad CSIR	Nov. 6-8, 2006	C. Badarinath
10.	Workshop on strategic IP management cum IP coordinator meet	IPMD, CSIR New Delhi	Nov. 18-19, 2006	D.B. Shukla
11.	2 day conclave of the Controller of Finance & Accounts and Finance & Accounts Officers	HRDC, Ghaziabad CSIR	Dec. 1-2, 2006	Baljeet Singh
12.	Training programme for Assistant (G)	HRDC, Ghaziabad CSIR	Feb. 19-22, 2007	Y.R. Trivedi
13.	Fourth technology led entrepreneurship programme	CLRI, Chennai CSIR	Feb. 12 to Mar. 11, 2007	Sanjiv K. Mishra
14.	Training programme on works and services	HRDC, Ghaziabad CSIR	Mar. 5-8, 2007	Baljeet Singh, Kumar Rahul, B.L. Raval, M.V. Gopal, L.M. Kachadia



# Central Salt & Marine Chemicals Research Institute

Sr. No	Title of the programme	Organizer	Date	Name of the staff
15.	Workshop on development of managerial efficiency for scientists	HRDC, Ghaziabad CSIR	Mar. 12-16, 2007	Kamalesh Prasad
16.	Programme for project management	HRDC, Ghaziabad CSIR	Mar.19-21, 2007	S.C. Upadhyay
17.	Training programme on service tax	HRDC, Ghaziabad CSIR	April 16-17, 2007	P.M. Solanki
18.	Programme on advance finance & accounts procedures	HRDC, Ghaziabad CSIR	May 21-26, 2007	Mrs. N.A. Trivedi, R.H. Patel
19.	Awareness programme on Right to Information Act, 2005	NBRI, Lucknow & HRDC, Ghaziabad CSIR	July 9-10, 2007	D.B. Shukla
20.	Trainers training program on CSIR E-consortium new products	Informatics (India) Limited, Bangalore, held at NIO, Goa	July 11-12, 2007	S. Kannan
21.	Training programme on service tax	HRDC, Ghaziabad CSIR	July 12-13, 2007	Avanish Kumar, Kumar Rahul
22.	Interactive meet of CSIR library heads	HRDC, Ghaziabad CSIR	July 19-20, 2007	R.K. Barik
23.	3-TP: Tier I (Middle Management Programme)	IIM, Ahmedabad	July 1-28, 2007	B. Jha
24.	Programme on creativity & problem solving	HRDC, Ghaziabad CSIR	Aug. 3-4, 2007	V. Mantri, D. Livingston
25.	Programme on leveraging IP for business development	HRDC, Ghaziabad CSIR	Aug. 6-8, 2007	R.V. Jasra, A.S. Mehta
26.	Training programme on reservation	HRDC, Ghaziabad CSIR	Aug. 9-10, 2007	Kumar Rahul, C.B. Gohil
27.	Perspective and current trends in bioinformatics	CCMB, Hyderabad, CSIR	Sep. 12-18, 2007	Pradeep K. Agarwal
28.	Research methodology & statistical methods	HRDC, Ghaziabad CSIR	Sep. 17-20, 2007	Arup Ghosh, Mrs. A.R. Prakash
29.	Programme for project management	HRDC, Ghaziabad CSIR	Oct. 24-26, 2007	A.V.R. Reddy
30.	Workshop on US patent laws and practices	HRDC, Ghaziabad CSIR	Nov. 15-16, 2007	D.B. Shukla

Sr. No	Title of the programme	Organizer	Date	Name of the staff
31.	Laboratory quality management system	HRDC, Ghaziabad CSIR	Dec. 27-29, 2007	R.S. Shukla
32.	Leadership development program	HRDC, Ghaziabad CSIR	Jan. 21-23, 2008	H.C. Bajaj
33.	Programme on enhancement of managerial efficiency for Science	HRDC, Ghaziabad CSIR	Feb. 4-8, 2008	R.S. Somani
34.	Leadership development program	HRDC, Ghaziabad CSIR	Feb. 17-29, 2008	P. Paul, Amitava Das
35.	Work life balance for women scientists	HRDC, Ghaziabad CSIR	Mar. 3-5, 2008	B. Tyagi

# 2. M.Sc. / M.Tech. Thesis Submitted (2006-07)

Name of the Research Fellow	Title of the thesis	Name of Supervisor	Name of the University
Mr. Sumit Daga	Adsorbents for carbon dioxide sequestration (May, 2007)	Dr. R.V. Jasra	Department of Chemical Engineering, Nirma University, Ahmedabad
Mr. Manoj A Lazar	Photo-catalytic degradation of nitro-aromatic compounds using semiconductor photo-catalysts (May, 2007)	Dr. R.V. Jasra	Cochin University of Science & Technology, Cochin
Mr. N. Sudheesh	Synthesis and characterization of HRh(CO)(PPh <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> complex encapsulated in mesopores of hexagonal mesoporous silica (HMS) for hydroformylation of olefins (May, 2007)	Dr. R.S. Shukla	Cochin University of Science & Technology, Cochin
Mr. C.M. Jinesh	Isomerization of alkenyl aromatics using hydrotalcites and their modified forms as solid base catalysts (May, 2007)	Dr. S. Kannan	Cochin University of Science & Technology, Cochin
Mr. Rakesh Jadav	Hydroxylation of benzene to phenol using copper containing ternary hydrotalcites (May, 2007)	Dr. S. Kannan	Devi Ahilya Vishwavidyalaya, Indore



# 3. Ph.D. hesis Submitted (2006-07)

Name of the Research Fellow	Title of the thesis	Name of Supervisor	Name of the University
Nagarale Rajaram Krishna	Studies on preparation and characterization of composite ionomer membrane for electro-driven separations	Dr V.K. Shahi	Bhavnagar University
Girirajsinh Gohil	Studies on electro-driven separations of mono and bivalent ions using ion exchange membranes	Dr. R.V. Jasra	Cochin University of Science & Technology, Cochin
V. Veeraguranathan	Studies on uptake and assimilation of nitrogen sources in Indian agarophytes	Dr. M. Ganesan	Madurai Kamraj University
D. Krishna Kumar	Supramolecular syntheses of organic-inorganic hybrid solids based on coordination polymers and coordination complexes	Dr. P. Dastidar	Bhavnagar University
Pragati Agnihotri	Designing ligands for selective interactions with alkali metal ions	Dr. P. Paul	Bhavnagar University
Irshad Ahmed	Synthesis and characterization of chiral metal complexes covalently bonded to organic and inorganic support: Strategy to develop practical heterogeneous chiral epoxidation catalyst	Dr. (Mrs.) R.I. Kureshy	Bhavnagar University
Dharmesh Bhatt	Removal of undesired toxic ions from natural and processed waters by reactive polymers	Dr. P.S. Anand	Bhavnagar University
Darshak Trivedi	Supramolecular synthesis of hydrogen bonded network in organic solids: Structure property correlation	Dr. P. Dastidar	Bhavnagar University

# 4. Ph.D. Thesis Submitted (2007-08)

Name of the Research Fellow	Title of the thesis	Name of Supervisor	Name of the University
Amilan Jose	Donor-acceptor sensor systems incorporating redox/photoactive chromo-phoric unit: Synthesis, physicochemical and computational studies	Dr. Amitava Das	Bhavnagar University
Manish Kumar Mishra	Studies on synthesis, characterization and catalytic activity of nano crystalline sulfated zirconia	Dr. R.V. Jasra	Bhavnagar University
Ramavatar Meena	Chemical studies on the polysaccharides of Indian seaweeds with special reference to agar	Dr. A.K. Siddhanta	Bhavnagar University
Kavita Pathak	Heterogeneous and homogeneous chiral catalysts for synthesis of chiral drugs intermediates	Dr. S.H.R Abdi, Dr. R.V. Jasra	Bhavnagar University
K. Suresh Kumar	Studies on cultivation and the biochemical constituents of Kappaphycus alvarezii (Doty)	Dr. P.V.S. Rao	Bhavnagar University
Manish P. Joshi	Laboratory studies on the evaluation of various methods for the recovery of chromium as dichromate from an industrial acid effluent	Dr. G. Ramachandraiah	Bhavnagar University
Jaidevsinh M Gohil	Studies on the use of polyvinyl alcohol in pressure and potential driven membranes	Dr. (Mrs.) Parmita Ray	Bhavnagar University
Achyut Bhatt	Chiral metal complexes as catalysts in the synthesis of the chiral pharmaceuticals under homogeneous and heterogeneous conditions	Dr. R.V. Jasra, Dr. S.H.R. Abdi	Bhavnagar University
Hasmukh Patel	Synthesis and characterization of nano-clays for polymeric nano composites, paints and adsorption applications	Dr. R.V. Jasra, Dr. H.C. Bajaj	Bhavnagar University

# **5.** International training under bilateral cooperation (2006-07)

Name and address of the trainee	Supervisor	Duration
Mr. Tingri Birdi, Mr. Mohamad Ayub, Mr. Mohamad Ehasan Mr. Abdul Karim and Mrs. Shafiqa, The Norwegian Church Aid (NCA), Kabul, Afghanistan	Mr. N. Pathak, Dr. A.V.R. Reddy	06/03/2007 to 25/03/2007
Dr.(Ms.) Gry Synnevag, Director, The Norwegian Church Aid (NCA), Kabul. Afghanistan. To meet the trainees who have come from Afghanistan	Mr. N. Pathak, Dr. A.V.R. Reddy	24/03/2007 to 25/03/2007

# **International training under bilateral cooperation (2007-08)**

Name and address of the trainee	Supervisor	Duration
Dr. Mohammad Hassan Hamid and Mr. Mohammad Ehsan The Norwegian Church Aid (NCA), Kabul, Afghanistan	Mr. N. Pathak, Dr. A.V.R. Reddy	06/12/2007 to 09/12/2007

## **6. Short term training programme**

Name and address of the trainee		Duration
1000 LPH capacity RO desalination plants installed and commissioned at Dwarka housing colony, New Delhi	Training imparted in operation and maintenance of plants	5-6 days
5000 LPH capacity RO desalination plants at Abadkulia Danga and 150 LPH capacity for barge installed and commissioned in West Bengal	Training imparted in operation and maintenance of plants	5-6 days
2000 LPH brackish water RO desalination plants has been fabricated, installed and commissioned at Unn for Surat Municipal Corporation, Surat, Gujarat	Training imparted in operation and maintenance of plants	5-6 days
One 2000 LPH capacity two stage RO desalination plant installed and commissioned at Mombasa, Kenya (E. Africa)	Training imparted in operation and maintenance of plants	5-6 days
5000 LPH brackish water RO plant is being installed at CSIR Scientists Apartments & Guest House at Maharani Bagh, New Delhi	Training imparted in operation and maintenance of plant	5-6 days
9 RO plants were commissioned at Andaman & Nicobar islands	Training imparted in operation and maintenance of plants	5-6 days
Farmer's training camps were organized at Gujarat and Orissa to provide guidance regarding Jatropha cultivation		1 week

# 7. Awards and Recognitions

## 2006 - 2007

Sr. No	Awards and Recognition	Awardee(s)
1.	CLRI Padmabhushan Dr Y Nayudamma Chemcon Distinguished Speaker Award	Dr. P.K. Ghosh
2.	Daimler Chrysler Environment Award 2005 on "Bio-diesel from eroded soils of India"	Dr. P.K. Ghosh and team
3.	Chemical Research Society of India (CRSI) Bronze Medal in recognition of his contributions to research in chemistry	Dr. R.V. Jasra
4.	Executive Member of the Catalysis Society of India for the second consecutive term	Dr. S. Kannan
5.	Dr. Vikram Sarabhai Award, New products and processes in the area of salt: From concept to commercialization. Govt. of Gujarat	Dr. P. K. Ghosh and scientists of Salt & Marine Chemicals Division
6.	Selected for a research award under UK-India Education and Research Initiative - 2007	Dr. Amitava Das
7.	CSIR Young Scientist Award in Earth, Atmosphere, Ocean & Planetary Sciences	Dr. S.K. Mukhopadhyay
8.	CHEMTECH + PHARMABIO Award for the year 2007 for the outstanding achievements in research and development	Dr. P.K. Ghosh

Sr. No	Awards and Recognition	Awardee(s)
1.	Fellow of the Indian National Academy of Engineering (INAE) January, 2008	Dr. R.V. Jasra
2.	The Grand Prize of the Best Discovery Quiz conducted for CSIR professionals by Thomson Scientific, India/Singapore/USA September, 2007	Dr. S. Kannan

# 8. Deputation abroad: CSMCRI Scientists

Sr. No	Name	Programme	Duration
1.	Dr. Sandhya Mishra	Under DAAD Re-invitation Programme-2006	01/06/2006 to 31/07/2006
2.	Dr. (Mrs.) Beena Tyagi	Under CSMCRI-KIER, for discussions and progress review of the complex metal hydride for hydrogen storage under a joint research project between CSMCRI-KIER, Korea	18/06/2006 to 12/07/2006
3.	Dr. Puyam S. Singh	For participation and make a presentation on "Complexity of inorganic silicate / aluminosilicate polymerization: Some insights using small angle X-ray scattering study" at the XIII International Conference on Small Angle Scattering (SAS2006) held at Kyoto, Japan	09/07/2006 to 13/07/2006
4.	Dr. B. Jha	Under CSIR-DAAD Exchange Programme-2006. To carry out research work on "Characterization of the N-acyl homoserine lactone mimic substances in a wide diversity of marine algae" at GSF National Research Centre for Environment and Health, Neuherberg, Germany	01/09/2006 to 30/11/2006
5.	Dr. P.K. Ghosh	To participate and to give a Special Guest Address in the plenary session on the topic "Biofuels in the Transport and Auto Industry" at the Asia Pacific Automotive Forum (APAF) -2006 held at Crowne Plazsa Hotel Pudong, Shanghai, China	18/09/2006 to 19/09/2006
6.	Dr. R.V. Jasra	To attend the MCC 2006 International Conference & Exhibition on Green Chemistry and to present a keynote paper on "Achieving Clean Chemical Transformation through Catalysis" held at Sunway Pyramid Convention Centre, Malaysia	19/09/2006 to 21/09/2006
7.	Dr. A.S. Mehta	To participate in 5 <sup>th</sup> European Motor BioFuels Forum as an invited speaker held at Hilton, Newcastle Gateshead, United Kingdom	11/09/2006 to 13/09/2006
8.	Mr. M.R. Gandhi	Participation in the Energy Research & Innovation Workshop at Brazil, Organized by Ministry of Mines and Energy, Brazil	18/09/2006 to 20/09/2006

Sr. No	Name	Programme	Duration
9.	Dr. A. Das	To carry out project work entitled "Dye-sensitised solar cells based on metal complexes with pendant catecholate anchoring groups" under EPRSC visiting fellowship/award	13/11/2006 to 28/06/2007
10.	Dr. P.K. Ghosh	Participating in CSMCRI-ADM-Bayer-DC-Meeting for an important discussion on Jatropha, held at Daimler Chrysler, Stuttgart, Germany	15/01/2007 to 16/01/2007
11.	Dr. J.S. Patolia	Participation in FACT Expert Seminar "Jatropha curcas, agronomy and genetics" held at Wageningen-The Netherlands	26/03/2007 to 28/03/2007
12.	Dr. S. Adimurthy	Under the award of BOYSCAST Fellowship to carryout advanced research/undergoing specialized training in the area of Chemical Sciences/Modern Organic Chemistry at Department of Chemistry, University of Hohenheim, Stuttgart, Germany	26/03/2007 to 25/03/2008
13.	Dr. C.R.K. Reddy	For participation and to deliver a lecture on "Algal micropropogation techniques" and also to act as convener for one of the sessions at the XIX International Seaweed Symposium (19 <sup>th</sup> ISS) held at the International Conference Centre in Kobe, Japan	26/03/2007 to 31/03/2007
14.	Dr. Vaibhav A. Mantri	For participation and to make a poster presentation on survival strategies of Seaweeds at the XIX International Seaweed Symposium (19 <sup>th</sup> ISS) held at the International Conference Centre in Kobe, Japan	26/03/2007 to 31/03/2007
15.	Dr. Rajesh Tayade	For pursuing post doctoral training in developing noble photo catalyst under the guidance of Prof. D.L. Key, at S.A. Institute for Advanced Materials Chemistry, University of the Western Cape, South Africa.	01/06/2006 to 18/05/2007



Sr. No	Name	Programme	Duration
1.	Mr. M.R. Gandhi	Participation and deliver an invited talk on "Biofuels business asia 2007 on prospects of biodiesel", Kuala Lumpur, Malaysia	23/04/2007 to 24/04/2007
2.	Dr. S.D. Bhatt	International fellow for pursuing research on "Development of new materials for fusion technology of NT& BT" Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT), Korea	23/04/2007 to 22/03/2008
3.	Dr. J.S. Patolia	To attend the Daimler Chrysler Jatropha project review meeting at the University of Hohenheim Stuttgart, Germany and to discuss the progress and future programme of work of the project with project partners from the University of Hohenheim, DC, AG, Germany	14/05/2007 to 16/05/2007
4.	Mr. M.R. Gandhi	To attend the "Daimler Chrysler Jatropha project review meeting and to discuss the progress made in engineering aspects and future plan of work	14/05/2007 to 16/05/2007
5.	Dr. Bishwajit Ganguly	To carryout research on "Orotidine monophosphate decarboxylase: The mechanism of nature's most proficient enzyme is under debate" University of California, USA	01/10/2007 to 30/04/2008
6.	Dr. P.K. Ghosh	To participate in the 3 <sup>rd</sup> meeting of the Indo-Brazilian Scientific Committee as coordinator of the main areas of cooperation and also to attend for preparatory meeting consultations for formulating the programme on "Bio-resources for Energy"	28/05/2007 to 31/05/2007
7.	Dr. R.V. Jasra	To review collaborative project entitled "Preparation of chemical hydrides based hydrogen storage solid sorbents" between CSMCRI and KIER, Korea	24/06/2007 to 04/07/2007
8.	Dr. Arup Ghosh	To participate in "Biodiesel Forum 2007" held at Jakarta, Indonesia	26/06/2007 to 28/06/2007
9.	Dr. Amitava Das	To carry out ultrafast kinetic studies on the TiO <sub>2</sub> metal complex based hybrid system RAL, Oxford, United Kingdom	19/08/2007 to 31/08/2007

Sr. No	Name	Programme	Duration
10.	Dr. Kamlesh Prasad	To carryout research at Kagoshima University, Japan under the award of an INOUE Fellowship offered by INOUE Foundation for Science (IFS), Japan	5/1/2007 to 4/1/2008
11.	Dr. C.R.K. Reddy	To conduct joint search with University of Malaysia, Algae Research Laboratory in the area of seaweed micro-propagation through seaweed callus, tissue and protoplast culture and regeneration, University of Malaya, KL Malaysia	25/9/2007 to 23/10/2007
12.	Dr. R.V. Jasra	To attend the 2nd Joint Workshop on "Designing materials through nano-technology" organized at Beijing, China under the CSIR-NSFC S&T Cooperation	24/12/2007 to 29/12/2007



# 9. Visitors from abroad to CSMCRI

Sr. No	Name / Organization	Purpose of visit	Duration
1.	Dr. Biol Mario Manuel Romero Dr. M.C. Ruben Lazos Valencia, Mexico	The specific purpose is to know the cultivation conditions of Jatropha aspects of the harvest and industrialization, technology of CSMCRI production and industrialization of the crops, prespective of the production and commercialization and the possibilities of formalize and exchange of experts in the matter and in the investigation on oils and production of biodiesel	17/04/2007
2.	Mr. Dane Muldoo Mrs. Erin Alyse Muldoon R&D, Biodiesel Fuels, Australia	Explore collaboration opportunities in the development of biodiesel in India and Australia	25/04/2007 to 26/04/2007
3.	Mr. Jun Jae Wook Korea Institute of Energy Research, Korea	To carry out work on the preparation of the most promising hydrogen storage material and to check reversible material under the research contract between CSMCRI and KIER for the project entitled "Preparation of chemical hydrides based hydrogen storage solid sorbents"	12/04/2006 to 29/06/2006
4.	Mr. Philip Nuss University of Hohenheim, Germany	To develop a tool for harvesting fruits of Jatropha curcas under collaboration between CSMCRI and DC, Germany	25/06/2006 to 29/06/2006
5.	Prof. Dr. Pierre Terech Head of CAE-CNRS Research Laboratory, University of Grenoble, France	Delivering seminar on self-assembled nanotubes	10/09/2006 to 12/09/2006
6.	Prof. Prakash H. Bhutta Professor of Eastern Washington University, Cheney, USA	To carry out work on metagenomics of marine microalgae at CSMCRI	18/09/2006 to 17/02/2007
7.	Dr. Ogunwole Joshua Olalekan Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria	Under the award of CSIR-TWAS Fellowship for postdoctoral research at CSIR laboratories in India pursuing research on "Amelioration of saline soils and the role of organic soil amendments"	10/11/2006 to 09/05/2007

Sr. No	Name / Organization	Purpose of visit	Duration
8.	Prof. Dr. Peter Eilbracht University of Dortmund, Dortmund, Germany	To discuss on new methods and synthetic applications of homogeneous/heterogeneous catalysts especially for hydroformylation and tandem reactions, immobilization of homogeneous catalysts and ligands by using micro/mesoporous inorganic supports and new chiral ligands for asymmetric catalysis with CSMCRI	15/01/2007 to 10/02/2007
9.	Dr. Ik Soo Choi Dr. Jong-Nam KIM Korea Institute of Energy Research, Korea	To have discussion on collaborative project entitled "Preparation of chemical hydrides based hydrogen storage solid sorbents"	28/01/2007 to 29/01/2007
10.	Dr. Guido A Reinhardt IFEU-Institute for Energy and Environmental Research Heidelberg, Germany	Discussion on plantation, transesterification issues and system boundary issues	04/02/2007 to 05/02/2007
11.	Mr. Tingri Birdi Mr. Mohamad Ayub Mr. Mohamad Ehasan Mr. Abdul Karim Mrs. Shafiqa The Norwegian Church Aid (NCA), Kabul, Afghanistan	To undergo training in fabrication, installation, repair and maintenance of RO plants using three different power sourcesanimal, solar and grid	06/03/2007 to 25/03/2007
12.	Prof. Woonsup Shin Sogang University, Seoul, Korea	For exploring the possibilities for having collaborative projects between CSMCRI and Sogang University and deliver a lecture on "Applications of electro-catalysis in bioconversion and bio sensing"	09/03/2007 to 10/03/2007



Sr. No	Name / Organization	Purpose of visit	Duration
1.	Dr. Nikola Basari Institute Ruđer Bošković Division of Organic Chemistry and Biochemistry, Laboratory of Synthetic Organic Chemistry, Zagreb, Croatia	To carryout R&D work on "Design and synthesis of new molecules that could be used as building blocks for the microporous material"	07/05/2007 to 15/05/2007
2.	HH Sheikh Saud Bin Saqr Al- Qasismi, UAE Prof. Cheetham Anthony Kevin Mr. Sawaqed Ismat Mr. Naser Thafer Husni Al Bustami, Dr. Peter Stuart Watson The Rasal Khaimah Center for Advanced Materials (RAK-CAM), UAE	To know more about the R&D activities in the area of salt & marine chemicals, specialty chemicals, membranes and water desalination (RO and ED), molecular biology and seaweeds, wasteland development, Jatropha biodiesel, vegetable salt and other basic research	12/05/2007
3.	Ms. Katja Berberich Daimler Chrysler Stuttgart, Germany	To carry out data collection for Jatropha project "Biofuels from eroded soils in India"	27/06/2007 to 17/07/2007
4.	Ms. Hannah Büttner Consultant, Bensheim, Germany	Visit to CSMCRI under Daimler Chrysler-AG, Germany collaborative project on Jatropha as a part of the India case study for the KAS/IFOK Project on "New Partnerships"	13/08/2007 to 14/08/2007
5.	Mr. Willibald Dressel SymbOil AG, Kranzberg, Germany	To have discussion with CSMCRI scientists on Jatropha plantations. Development under CSMCRI-Daimler Chrysler collaborative project	20/08/2007 to 21/08/2007
6.	Dr. Mohammad Hassan Hamid Mr. Mohamad Ehsan Norwegian Church Aid (NCA), Kabul, Afghanistan	Testing of desalination plant purchased from CSMCRI, Bhavnagar	06/12/2007 to 09/12/2007
7.	Dr. Steven Howard Cadle; Mr. Jayant Shamrao Majumdar	General Motors Corporation, Detroit, Michigan, USA	04/02/2008
8.	Mr. Hans Jürgen Klein University G.A.Göttingen Germany	For discussions on Jatropha plantation and biodiesel production	05/02/2008

# **Membership of Scientific Societies and Committees**

Sr. No	Name of the scientist	Membership Details	
1.	Dr. S. Kannan	<ol> <li>Negotiation Committee &amp; Task Force Committee for E- journals Consortium (CSIR) - Member</li> <li>National Executive Committee, Catalysis Society of India - Member</li> </ol>	
2.	Dr. R.S. Shukla	<ol> <li>Life Member of National Academy of Science, India, Allahabad from January 1991</li> <li>Life Member of Catalysis Society of India, Madras, from January, 1996</li> <li>Member, Inorganic Chemicals Sectional Committee CHD 1 of Bureau of Indian Standards, New Delhi, from 2001</li> </ol>	
3.	Dr. K. Eswaran	Member, Research Advisory committee, Gulf of     Mannar, Biosphere Reserve Trust     Joint secretary, Seaweed Research and Utilization Association	
4.	Dr. A.K. Siddhanta	<ol> <li>Member on the editorial board (2008-2012) of Indian         Journal of Marine Sciences, NISCAIR, CSIR, New Delhi</li> <li>Member of the Bhavnagar University Court (Senate)         (October 2008 - October 2013)</li> <li>Fellow of the Indian Chemical Society (Life Member) 1989</li> <li>Life Member (1995) of Seaweed Research and         Utilization Association, Chennai</li> <li>Life Member (1998) of Indian Society of Chemists and         Biologists, Lucknow</li> </ol>	
5.	Dr. P.K. Ghosh	<ol> <li>Chairman, Programme Advisory Committee (Water Technology), Department of Science &amp; Technology, Govt. of India</li> <li>Chairman, Inorganic Chemical Sectional Committee, Bureau of Indian Standards (BIS), New Delhi</li> <li>Chairman, Programme Advisory Committee (Inorganic Chemistry), Department of Science &amp; Technology, Govt. of India</li> <li>Member, High Level Expert Committee, Ministry of New and Renewable Energy, Govt. of India</li> <li>Coordinator, Bioresource-based energy, Indo-Brazil Science Council</li> <li>Member, Research, Design &amp; Development Appraisal Committee, Ministry of New and Renewable Energy, Govt. of India</li> <li>Member, Task Force in Green Chemistry, Department of Science &amp; Technology, Govt. of India</li> <li>Member, Expert Committee, Petroleum, Chemicals and Petrochemical Investment Region, Haldia, West Bengal</li> <li>Member, Task Force for Reinvigorating Indian Agriculture through S&amp;T, Ministry of Science &amp; Technology, Govt. of India</li> <li>Member, Board of Directors, Hindustan Salts &amp; Sambhar Salts Ltd., Jaipur</li> <li>Member of Board of Governors, Gujarat Institute of Desert Ecology, Bhuj</li> <li>Member, Advisory Board, GSFC Science Foundation</li> <li>Member, Board of the School of Chemistry, University of Hyderabad, Hyderabad</li> <li>Member, Management Board of OASTC, Bhavnagar University, MoES</li> </ol>	

# 10. Distinguished Visitors & Lectures

		Speaker
25-09-2006	Ultrafine fibers of conducting composites by electro-spinning	Prof. T.S. Natarajan Department of Physics, Indian Institute of Technology, Chennai
04-10-2006	Ion-solid interactions with applications to microelectronics	Dr. V. Venugopal University of Waterloo, Canada
7-11-2006	Synthesis, characterization and decoration of semiconductor-quantum dots, rods and wires	Dr. Asit B. Panda Virginia Commonwealth University, Richmond, Virginia, USA
15-11-2006	Recent advances in the development of forensic tools-based on sediment chemistry	Prof. Nittala Sarma School of Chemistry, Andhra University, Visakhapatnam
17-11-2006	Challenges of managing a brand	Ms. Chandana Ghosh Divisional Manager, Marketing HR, ITC Ltd. Visiting Faculty, IIM, Kolkata
7-12-2006	Fueling future cars	Prof. A.K. Shukla Director, Central Electrochemical Research Institute (CECRI), Karaiku
23-01-2007	Herbo-print: A tool for validation of traditional philosophies	Dr. D. Vijaya Kumar Reaction Engineering Lab, IICT, Hyderabad
23-01-2007	Multiple CC-bond formations under hydroformylation conditions	Prof. Peter Eilbracht Organic Chemistry, Universitat Dortmund, Germany
31-01-2007	"of mice, bacteria, & fungi."	Prof. P.H. Bhuta Eastern Washington University, Cheney, WA, USA
21-02-2007	Applied bio-catalysis	Prof. M.N. Gupta Department of Chemistry, IIT, New Delhi
9-03-2007	Applications of electro-catalysis in bioconversion & bio-sensing	Prof.Shin Woonsup Sogang University, Seoul, Korea
12-03-2007	Reactions avoiding hazardous organic solvent & toxic catalyst without sacrificing efficiency	Prof. B.C. Ranu IACS, Kolkata
23-03-2007	Nano DNA: Emergence of the genetic material as generic material	Prof. K.N. Ganesh Director, Indian Institute of Science Education & Research, Pune

Date	Торіс	
08-05-2007	Development of direct methanol fuel cell and special proton exchange membranes impervious to methanol	Prof. Anil Kumar Department of Chemical Engineering, IIT, Kanpur
O9-05-2007 Adamantane amino and hydroxy acids: Incorporation into cyclic peptides and depsipeptides for the formation of new lipophilic tubular materials  Dr. Nikola Basarić Institute Ruđer Bošković,		Dr. Nikola Basarić Institute Ruđer Bošković, Croatia
10-05-2007	Pyrrole: The building block for chemical sensors	Dr. Nikola Basarić Institute Ruđer Bošković, Croatia
01-08-2007	Basics in rheology & its applications	Dr. Fritz Soergel, Haake, Germany
04-08-2007	Climate analysis and modeling	Dr. Vikram M.Mehta The Center for Research on the Changing Earth System (CRCES), Columbia, Maryland, USA
15-09-2007	Environment impact assessment on the cultivation of <i>Kappaphycus alvarezeii</i> along Mandapam coast, Tamilnadu	Prof. R. Rengasamy Centre for Advanced Studies in Botany, University of Madras, Chennai
29-10-2007	Understanding sulfur metabolism in red algae with the target of its genetic manipulation	Prof. Subhash Minocha Durham, UK
14-01-2008	Saline water solar green house	Dr. Phillip Davies, UK
14-01-2008	Biomass based trigeneration	Prof. Padma Vasudevan Sen & Prof. P.K. Sen, IIT, New Delhi
01-02-2008	Mixed lineage leukemia protein: A transcriptional regulator & potential target in cancer therapy	Dr. Anamika Patel Department of Biology, Life Science Complex, Syracuse University, NY, USA
08-02-2008	Classical & intelligent descriptions of non-ideal bioreactors	Dr. Pratap R. Patnaik IMTech, Chandigarh

# 11. Invited Talks / Lectures Delivered By CSMCRI Scientists

Sr. No	Title of the paper	Name of the Seminar / Conference / Institute	Venue	Presenter(s)
1.	Recent advances and concepts in industrial and edible salts	Invited lecture: International Conference on Salt. January 20, 2006	Nirma University, Ahmedabad	P.K. Ghosh
2.	Carbon and carbon-silica nano-particles	Invited lecture: State level seminar on semiconductor materials. January 27-28, 2006	Science College of Mahatma Phule University, Pune	S.H.R. Abdi
3.	Clean chemical synthesis through catalysis	Plenary lecture: Workshop on "Current Opportunities and New Directions in Catalysis". February 8-10, 2007	Bangalore Institute of Technology, Bangalore	R.V. Jasra
4.	Floral biology and reproductive aspects of some under exploited plant species	Invited lecture: "Reproductive Biology of Angiosperms" in a National Seminar held from February 27-28, 2007	Botany Department, Smt. S.M.Panchal Science College, Talod, Gujarat	Aruna R. Prakash
5.	Innovations in marketing: The CSMCRI approach	Invited lecture: CSIR R&D Management Conference. March 3-4, 2006	New Delhi	P. K. Ghosh
6.	Mechanism of salt tolerance in halophytes	Invited lecture: For staff and students on July 24, 2006	Berhampur University, Berhampur, Orissa	M.P. Reddy
7.	Strategies for improvement of salt tolerance in plant species	Invited lecture for staff and students on July 25, 2006	Berhampur University, Berhampur, Orissa	M.P. Reddy
8.	Prospects of bio diesel production on eroded soils: <i>Jatropha curcas</i> a case study	Invited lecture: For staff and students on July 25, 2006	Berhampur University, Berhampur, Orissa	M.P. Reddy
9.	The joy of inventing	Popular Science Lecture Series September 2, 2006	Gujarat Science City, Ahmedabad	P.K. Ghosh
10.	Biofuels in the transport and auto industry	Keynote address: Asia Pacific Automotive Forum 2006 September 18-19, 2006	Shanghai, China	P.K. Ghosh

Sr. No	Title of the paper	Name of the Seminar / Conference / Institute	Venue	Presenter(s)
11.	(i) Achieving clean c h e m i c a l transformation through catalysis (ii) Single step, solvent free, green catalytic route for coumarin synthesis using nano- crystalline sulfated zirconia	Keynote lecture: Malaysian Chemical Congress (MCC) 2006 and International Conference and Exhibition on Green Chemistry, September 19-21, 2006	Sunway Pyramid Convention Centre, Petaling Jaya, Selangor, Malaysia	R.V. Jasra
12.	On seaweeds: A renewable bioresource - bioactive compounds and biomaterials derived thereform	Invited lecture: International Conference on Applied Bioengineering 2007 (iCAB-07) December 5-7, 2007	Sathyabama University, Chennai	A.K. Siddhanta
13.	Inventing in mature technologies	Invited lecture: Chemcon Distinguished Speaker Award Lecture	CHEMCON 2006 GNFC, Bharuch Gujarat	P.K. Ghosh
14.	Experiences in operating reverse osmosis desalination plants in rural areas	Invited lecture: Trombay Symposium on Desalination and Water Reuse. Feb. 7-9, 2007	BARC, Mumbai	P.K. Ghosh
15.	Bio-Fuels: Indian perspective	Invited lecture: Science Day Oration Feb. 28, 2007	DRDO, Metcalfe House, Delhi	P.K. Ghosh
16.	Recent innovations in salt & marine chemicals	Invited lecture: Tata Institute of Fundamental Research, Mumbai. Sept. 19, 2007	TIFR, Mumbai	P.K. Ghosh
17.	Water treatment and membrane technologies - Indian scenario and scope of R&D	Keynote lecture: Brainstorming Session on Water Technology Initiative under International Conference on Catalysis in Membrane Reactors Dec. 21, 2007	CGCRI, Kolkata	P.K. Ghosh
18.	Indo-U.S. Workshop on Green Chemistry	Plenary lecture: Indo-US S&T Forum Jan. 9, 2008	New Delhi	P.K. Ghosh



# Central Salt & Marine Chemicals Research Institute

Sr. No	Title of the paper	Name of the Seminar / Conference / Institute	Venue	Presenter(s)
19.	The joy of invention: Recent case studies from CSMCRI, Bhavnagar	Invited lecture: Research Scholars' Forum, IIT Bombay. Jan.22, 2008	Mumbai	P.K. Ghosh
20.	Leveraging talent and resources across CSIR	Invited lecture: Leadership Programme, Human Resource Development Group, CSIR, Ghaziabad. Feb 28, 2008	Ghaziabad	P.K. Ghosh
21.	Inventing in seemingly mature technologies: Recent advances in salt & marine chemicals	Plenary lecture: Seminar on recent development in chemistry. March 18, 2008	Dept of Chemistry, Delhi University, Delhi	P.K. Ghosh
22.	The Biodiesel alternative	Theme talk: Workshop on Climate Security: India's Options, Association of British Scholars, Kochi Chapter. March 29, 2008	Cochin	P.K. Ghosh
23.	New Concepts, Inventions and Technology Implementation for Social Good: Case Studies from CSMCRI	Keynote lecture: "Science, Technology and Business for Social Transformation", Hindustan Unilever Limited, April 27, 2008	Bangalore	P.K. Ghosh
24.	Inventing in mature technologies: Recent case studies from CSMCRI	Keynote lecture: Dr. K K.G. Menon Memorial Lecture Sep. 19, 2008	UICT, Mumbai	P.K. Ghosh
25	Inventing in Mature Technologies: Recent case studies from CSMCRI	Invited lecture: Technology Centre, Reliance Industries Limited Oct. 15, 2008	Vadodara	P.K. Ghosh
26.	CSMCRI's engagement in energy from bioresources	Invited lecture: 74th Annul Meeting of Indian Academy of Sciences, IIT, Delhi Nov. 1, 2008	New Delhi	P.K. Ghosh
27.	The CSMCRI Jatropha experience and its impact	Plenary lecture: Jatropha International Conference-2008, Singapore Dec. 12, 2008	New Delhi	P.K. Ghosh

# 12. Library & Information System

The CSMCRI Library is considered to be premier one in this region having rich collections of books, periodicals, reference materials etc., in the areas of R & D being carried out in the institute. Besides catering to the information needs of R&D staff of the institute, the library also extends facilities to the visiting research scholars, university staff, R&D staff of the industries, government officials and others. A brief account of library collection, facilities, services are as under:

#### **COLLECTION OF LIBRARY**

Sr. No	Particulars	Available as on 31-3-2005	Addition during 2006-08	Collection as on 31.3.2008
1	Books	11777	116	11893
2	Back Volumes	26301	250	26551
3	Translation	429	-	429
4	Photocopy	2149	-	2149
5	Patents	340	-	340
6	Standards	761	-	761
7	Micro-cards	67	-	67
8	Microfilms	1326	-	1326
9	Maps/Charts	265	-	265
10	Reprints	2697	1	2698
	Total	46112	367	46479

#### JOURNALS/DATABASES/E-JOURNALS SUBSCRIPTION

International Journals 70 National Journals 76 Bibliographic Databases 05

Apart from the above, library has received the access of online journals through CSIR-E-Journals Consortium from the Elsevier, Springer, ACS, RSC, Wiley Blackwell, Oxford University Press publishers. The library is having specialized collection of International Abstracting and Indexing Services viz. Chemical Abstracts, Biological Abstracts, Current Contents/FTP/2005, back volumes of journals in chemistry, chemical technology, biological sciences and general sciences.

#### INFORMATION SERVICES

For easy and quick access to current and latest information by the R & D staff, library renders various information services to its users. Through these services, scientific and technical staff is kept well informed about the current trends in the field of their interest. The services rendered are as follows:



- 1. Inter-Library loan services
- 2. Reader's queries
- 3. Document delivery service
- 4. Bibliographic search through databases
- 5. Reference service
- 6. Literature search facility to outsider

The external members from corporate sectors, universities are also granted permission to consult the documents in the library. This fulfills the aim of maximum utilization of library documents.

#### **WORKSHOP**

The library has organized one day workshop on the theme "**Building Institutional Repositories using Open Source Software**" for library professionals. About 45 participant including librarians, students attended the workshop and got benefited by the workshop for managing electronic collections effectively.

#### 13. Dateline CSMCRI

Date	Salient Details	
March 22, 2006	World Water Day celebrated. RO mobile bus carrying the RO and ED plants gave demonstration in Civil hospital, local industries, and to the people of nearby villages.	
April 10, 2006	53 <sup>rd</sup> CSMCRI Foundation Day Function and lecture on "Evolution, Challenges and Joy of Organic Synthesis" by Prof. Goverdhan Mehta, CSIR	
April 27, 2006	Get together on the usage of low dust writing chalk. District Education Officer, Bhavnagar district and teachers of various schools of Bhavnagar attended the meeting.	
July 21, 2006	Agreement signed between CSMCRI, Bhavnagar and M/s Archean Chemical Industries, Chennai for transfer of seven technologies at Gandhinagar.	
August 10, 2006	DSIR- CSIR review meeting arranged in CSMCRI by planning commission. Prof. V.L. Chopra and Dr. R.A. Mashelkar DG, CSIR & Secretary, DSIR and the other officials from DSIR and CSIR attended.	
September 14, 2006	Hindi day celebrations	
September 26, 2006	64 <sup>th</sup> CSIR Foundation Day Function and address given by Mr. Arvind Agarwal, IAS, Commissioner, Industrial Commissionerate, Govt. of Gujarat.	

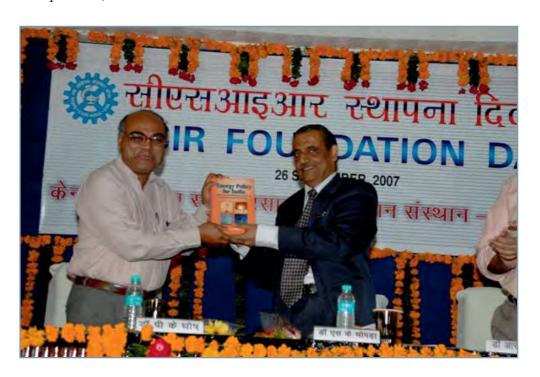
Date	Salient Details	
November 2-3, 2006	CSIR programme on "Youth for leadership in science" (CPYLS) program arranged. Prof. Partha Ghosh was the Chief Guest. 87 students from various boards attended the programme. Two days counselling session for Std X meritorious students.	
December 15, 2006	Workshop on Building Institutional Repositories using Open Source Software. Prof. H.C. Trivedi, VC, Bhavnagar University, Bhavnagar was the Chief Guest.	
March 4, 2007	Safety Day Function: Demonstration of first aid fire fighting appliances. Competition on best slogan and drawing on safety. Distribution of prizes.	
April 10, 2007	54 <sup>th</sup> CSMCRI Foundation Day Function and lecture on "Societal Impact of DRDO: Spin-off Technologies" by Dr. W Selvamurthy, Chief Controller (R&D) DRDO, New Delhi.	
May 12, 2007	Crown Prince Sheik Saud Bin Saqr Al Qasimi of Ras Al Khaimah visited along with the eminent scientist, Professor Anthony K. Cheetham, FRS.	
September 14, 2007	Hindi day celebrations	
September 26, 2007	66 <sup>th</sup> CSIR Foundation Day Function and lecture on "The Challenges of Sustainable Development" address by Dr S.K. Chopra, Former Senior Advisor & Special Secretary, Ministry of New and Renewable Energy, Government of India.	
November 2-3, 2007	CSIR programme on "Youth for leadership in science" (CPYLS) program arranged. Prof. N. Periasamy TIFR, Mumbai, was the Chief Guest. 55 students from various boards attended the programme. Two days counseling session for Std X meritorious students.	
January 11-12, 2008	Steering committee meeting on national project on development of potential drugs from ocean.	
February 21-22, 2008	National Workshop on Water Desalination Technologies	
April 10, 2008	55 <sup>th</sup> CSMCRI Foundation Day Function and lecture by Prof. H.C. Trivedi, VC, Bhavnagar University and Prof. R. V. Mehta, Ramanna Fellow (DST), Head, Dept. of Physics, Bhavnagar University.	
September 26, 2008	67 <sup>th</sup> CSIR Foundation Day Function and lecture on "The Salt of Earth: Few Stories of Minds on Margins" address by Prof. Anil Gupta, Executive Vice Chair, National Innovation Foundation Professor, IIM Ahmedabad.	



## 14. Seminars / Workshops / Events / Meetings Organized



65<sup>th</sup> CSIR Foundation Day Celebrations: Dr. Arvind Agarwal, IAS, Commissioner, Industries Commissionerate, Government of Gujarat, was the Chief Guest and delivered the foundation day address on 26 September, 2006.



66<sup>th</sup> CSIR Foundation Day Celebrations: Dr. S.K. Chopra, Executive Director, Chair for Sustainable Development, IGNOU and Former Senior Advisor, Ministry of New & Renewable Energy, New Delhi was the Chief Guest and delivered the foundation day address on "*The Challenges of Sustainable Development*" on 26 September, 2007.

# केन्द्रीय नमक व समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान



53<sup>rd</sup> CSMCRI Foundation Day Celebrations: Prof. Goverdhan Mehta, FNA, FRS, CSIR Bhatnagar Fellow and Former Director, IISc Bangalore. He delivered the foundation day lecture on "Evolution, Challenges and Joy of Organics Synthesis" on 10 April, 2006

54<sup>th</sup> CSMCRI Foundation Day Celebrations: Dr. W Selvamurthy, Chief Controller (R&D) Defense Research & Development Organization, New Delhi was the Chief Guest and delivered the foundation day address on "Societal Impact of DRDO: Spin Off Technologies" on 10 April, 2007. Dr. Selvamurthy is seen inaugurating the 500 MHz NMR





Steering committee meeting on "National project on development of potential drugs from ocean" 11-12 January, 2008



### 15. Appointments

#### Name and date of joining



Kakulavarapu Jagannatha Rao (11 Sep. 2006)

#### **Area and Qualifications**

#### **Security Officer**

- Bachelor of Arts
- Diploma in Electrical Engineering
- Master in Business Administration



Ms. Sarla K. Sosa (3 July 2007)

#### **Junior Stenographer**

- Bachelor of Arts
- Certificate in Computer



Mrs. Geeta A. Pandey (12 Nov. 2007)

#### Helper

- Upkeep of laboratory
- Maintenance of routine equipment



Dr. Babulal Rebary (19 Dec. 2007)

#### **Chemical sciences**

- Ph.D in Chemical Sciences, JNVUniversity, Jodhpur
- Method development based on different instruments, ion chromatography, TGA and XRF
- Methods for determination of iodide, fluoride and bromide in salt matrix



Dr. Asish Kumar Parida (19 Dec. 2007)

#### **Biotechnology and Molecular Biology**

- Ph.D in Plant Stress Physiology, Utkal University, Bhubaneswar, Orissa
- Plant proteomics and metabolomics
- Mechanisms of abiotic stress tolerance in plants
- Antioxidativedefense system in plants
- Functional validation of stress tolerance efficacy of transgenic plants



Dr. Asit Baran Panda (1 Jan. 2008)

#### **Chemical Sciences**

- Ph.D, Chemistry, IIT, Kharagpur
- Synthesis of nanostructure materials (nanoparticles and mesoporous materials) and their applications

#### Name and date of joining



Mr. Rajesh Patidar (9 Jan. 2008)

#### **Area and Qualifications**

#### **Analytical Chemistry**

- M Sc in Chemistry from DAV University, Indore
- Instrumental method development
- Supramolecular chemistry & extraction of metal ions



Pratyush Maiti (17 Jan. 2008)

#### **Chemical Engineering Science**

- B. Tech. (Chemical Technology)
- Process development & scale-up in marine chemicals and bio-ethanol



Dr. (Mrs.) Saroj Sharma (25 Jan. 2008)

#### **Polymer Sciences**

- Ph.D, Polymer Chemistry
- Polymer Chemistry & Ion Exchange Technology



Dr. Pratap S. Bapat (29 Feb. 2008)

#### **Chemical Engineering Science**

- Bachelor in Chemical Engineering
- Master in Chemical Engineering
- Ph.D in Chemical Engineering, Institute of Chemical Technology (Formerly UDCT), University of Mumbai, Mumbai



Mr. Arvind Sharma (17 Mar. 2008)

#### **Library and Information Science**

- Bachelor in Science
- Master in Library & Information Science and cleared UGC-NET examination



Dr.(Mrs.) SubarnaMaiti (17 Mar. 2008)

#### **Chemical Engineering Science**

- B.Tech, Chemical Technology
- M.Tech, Energy Science & Technology
- Ph.D, Renewable Energy

# **Retirement / Voluntary / Transfer - 2006-08**

Sr. No	Name	Designation	Date of retirement
1	Mr. M.G. Parmar	Jr. Security Guard	31-01-2006
2	Mr. S.L. Purohit	Tech. Gr. II	03-01-2006 (VRS)
3	Mr. U.R. Patel	Tech. Gr. II (3)	23-03-2006 (VRS)
4	Mr. P. Balakrishnan	Private Secretary	30-06-2006
5	Mr. B.R. Sharma	Section Officer (S&P)	21-07-2006 (Transfer)
6	Mr. V.R. Patil	Section Officer (S&P)	17-07-2006 (Transfer)
7	Mr. A.A. Padhiyar	Assistant (S&P) I	31-10-2006
8	Dr. (Ms.) S.V. Joshi	Scientist Gr.IV(4)	31-10-2006
9	Mr. Y. Ramakrishna	Controller of Administration	07-08-2007 (Transfer)
10	Mr. Rakesh Singh Bisen	Tech. Gr. III(4)	05-04-2007 (Transfer)
11	Dr. J.S. Patolia	Scientist Gr.IV(5)	30-06-2007
12	Mr. Baljeet Singh	FAO	30-06-2007 (Transfer)
13	Mr. M.V. Gopal	Gr. V(A)(4)	13-07-2007 (Transfer)
14	Dr. B.K. Ramavat	Scientist Gr.IV(3)	31-07-2007
15	Mr. C. Badarinath	CO(S&P)	20-07-2007 (Transfer)
16	Mr. V. Ranga	Tech. Gr.I(4)	31-12-2007
17	Dr. A.U. Hamidani	Scientist Gr. IV(3)	11-01-2007 (VRS)
18	Dr. S.H. Mehta	Scientist Gr.IV(5)	31-01-2008
19	Mr. N.K. Waghani	Tech. Gr. II(5)	29-02-2008
20	Mr. G.S. Krishnan	FAO	22-02-2008 (Transfer)
21	Mr. S.A. Chauhan	Tech. Officer Gr III(5)	02-05-2008 (Death)
22	Dr. P.S. Anand	Scientist Gr.IV(5)	31-03-2008
23	Mr. P. Bhattacharjee	Assistant (G) Gr I	31-03-2008

#### 16. Research Council

(April 2007 to March 2010)

T)		7 T	<i>y</i> •		
Pro	T.	VK	ris	hn	an

Hindustan Lever Research Professor & Head, Chemical Biology Unit, JNCASR, Jakur Campus PO,

Bangalore 560 064

Chairman

#### Prof. G Subramanian

Ex-Director

National Facility for Marine Cyanobacteria,

BharatidasanUniversity, E-204, VasanthVihar Apartments, Cross West Extension, Thillai Nagar, Tiruchirapalli 620 018

Member

#### Dr. Devang Vipin Khakhar

Professor & Head, Department of Chemical Engineering Indian Institute of Technology, Mumbai, Powai, Mumbai 400 076

Member

#### Prof. K.C. Upadhyay

School of Life Sciences, Jawaharlal Nehru University, New Delhi 110 067 Res. 24 Dakshinapuram, JNU New Campus, New Delhi 110 067

Member

#### Dr. Sumit Bhaduri

Head, Research & Development, Reliance Industries Ltd., Swastik Mill Compound, Corporate Park, V.N. PuravMarg, Chembur, Mumbai 400 071

Member

#### Shri. V.M. Naik

Deputy Head of Laboratory, Unilever Research India Hindustan Lever Research Centre, No. 64, Main Road, Whitefield, Bangalore 560 066 Member

#### Prof. M. Ravindran

"Vigna Raja', Pondicherry Road, Kottur, Chennai 600 085

Member

#### Dr. S. Sivaram

Director, National Chemical Laboratory, Pune 411 008 Member

#### Dr. P.S. Ahuja

Director, Institute of Himalayan Bioresource Technology Post Box No. 6, Palampur 176 001 Member

#### Dr. Pushpito K. Ghosh

Director, Central Salt & Marine Chemicals Research Institute, G. B. Marg, Bhavnagar 364 002 Member

#### Dr. A.S. Mehta, Secretary

Scientist, Central Salt & Marine Chemicals Research Institute, G. B. Marg, Bhavnagar 364 002 Member

# 17. Resources - Staff and Budgetary Details

## **Staff Details**

Category	Particulars	Persons on Roll 31.3.2007	Persons on Roll 31.3.2008
Scientific	Group IV	88	92
Technical	Group III	44	40
	Group II	71	72
	Group I	20	20
	Total (Technical)	135	132
Non – Technical	Group A	4	4
	Group B	32	34
	Group C	29	27
	Group D	0	0
	Total (Non - Technical)	65	65
	Total 'A'	288	289
	Ad-hoc Scientist		
	Scientist Fellow (QHS)	1	5
	EMR and Project related		
	temporary personnel		
	Research Associate (RA/Sr. RA)	3	4
	Senior Research Fellows (SRF)	11	12
	Junior Research Fellows (JRF)	30	37
	Project Assistants	56	87
	Other (Project Related)	32	12
	Apprentice	18	20
	Total 'B'	151	177
	Total A + B	439	466

#### **CSIR Allocation**

Financial Year	2006-07 Rs. in Lakhs	2007-08 Rs. in Lakhs
A. Revenue (National Labs.)		
Total Salaries	690.423	722.952
Budget (Including P04/P05/P06/P70-Staff Qtr.	159.000	160.000
P-07 Chemical/Consum. & Other Res.	74.716	201.000
Total Revenue Budget	924.139	1083.952
B. Capital (National Labs.)		
Budget (Including W & S/ Staff Qtrs. Capital)	100.260	98.763
P-50 Land Cost	0.000	18.833
P-50 (App. & Equipment/Computer Equipment/Off. Eqpt.)	460.000	314.000
P-50 (Furniture & Fittings/Workshop Machinery)	2.500	4.500
P-50 (Library Books/Library Journals)	90.000	95.000
P-50 Vehicles	32.000	8.356
P-26 (ICT) (Infrastructure/Facilities)	68.060	29.576
Total Capital	752.820	569.028
Total REV.+CAP. (A+B)	1676.959	1652.980
C. Total Network & RSP Projects	73.910	374.183
Total National Lab. (A+B+C)	1750.869	2027.163
P-61 NMITLI	24.100	23.080

#### **Revenue other than CSIR Allocation**

Financial Year	2006-07 Rs. in Lakhs	2007-08 Rs. in Lakhs
Sponsored R&D	111.704	143.430
Collaborative/ Cooperative R&D	139.458	248.930
Grant-in-Aid R&D	226.502	184.224
R&D Consultancy	61.660	44.484
SMM	11.786	0.000
SUB TOTAL (ECF)	551.110	621.068
Analytical/Tech services	3.497	4.323
Knowhow transfer/Royalty	2.455	3.973
Sale of lab products	38.931	4.757
Conference/ Seminar/Workshop		
SUB TOTAL (credited to CSIR/lab Reserve)	44.883	13.053
Amount collected as service tax (Repaid to government)	43.044	46.092
GRAND TOTAL	639.037	680.213

#### **Laboratory Reserve**

Financial Year	2006-07 Rs. in Lakhs	2007-08 Rs. in Lakhs
Opening case balance	51.712	3.447
Receipt during the year 2008-2009	154.121	272.598
Investment encashment on maturity	367.000	650.000
Total Receipt (A)	572.833	926.045
Expenditure during the year 2008-2009	169.386	14.402
Reinvestment	400.000	650.000
Total Expenditure (B)	569.386	664.402
Closing balance at the end of the Fin.Year (31/03) (A-B)	3.447	261.643

# 18. Management Council

# (01 June 2005 to 30 June 2007)

Dr Pushpito K Ghosh	Chairman
Director, CSMCRI Bhavnagar Shri M.R. Gandhi, Scientist Gr. IV(5)	Member
Dr. Parimal Paul, Scientist Gr. IV(4)	Member
Dr. D.B. Shukla, Scientist Gr. IV(4)	Member
Dr. (Ms.) R.I. Kureshi, Scientist Gr. IV(3)	Member
Dr. Puyam Singh, Scientist Gr. IV(2)	Member
Shri B.L. Raval, Executive Engg. IV(A)-5	Member
Dr. M.D. Zingde, Scientist Gr. IV(6) NIO Regional Research Centre, Mumbai	Member
Sr. F&AO (SG)/ Sr. F&AO / F&AO	Member
Sr. COA/COA/AO	Member

# (01 July 2007 to 30 June 2009)

Dr Pushpito K Ghosh	Chairman
Director, CSMCRI Bhavnagar	
Dr. R.V. Jasra, Scientist Gr. IV(6)	Member
Dr. H.C. Bajaj, Scientist Gr. IV(5)	Member
Dr. (Mrs.) Parmita Ray, Scientist Gr. IV(3)	Member
Shri J.R. Chunawala, Scientist Gr. IV(3)	Member
Shri Shobhit Singh Chauhan, Scientist Gr. IV(1)	Member
Shri E. Suresh, Tech. Gr. III(6)	Member
Dr. A.S. Mehta, Scientist Gr. IV(5)	Member
Sr. F&AO (SG)/ Sr. F&AO / F&AO	Member
Sr. COA/COA/AO	Member



# सी अस अम सी आर आई और समाज CSMCRI AND SOCIETY























